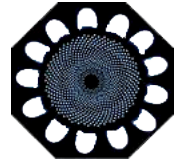




UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



# XVII SIMMAC



**Simposio**  
Internacional de  
**Métodos**  
**Matemáticos**  
aplicados a las Ciencias

**Programa y resúmenes**

**San José, 16 - 19 de febrero 2010**

Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada  
Universidad de Costa Rica

---

## AGRADECIMIENTOS

---

El Programa de Investigación en Modelos y Análisis de Datos (PIMAD) del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA) de la Universidad de Costa Rica, agradece a las siguientes instituciones y entidades que ayudaron e hicieron posible la realización del XVII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias:

- Escuela de Matemáticas de la Universidad de Costa Rica.
- Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica.
- Rectoría de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica.
- Oficina de Divulgación e Información de la Universidad de Costa Rica.
- Sociedad Centroamericana y del Caribe de Clasificación y Análisis de Datos (SoCCCAD).
- Asociación Unión Matemática Costarricense (AUMC).
- Sociedad Costarricense de Optimización e Investigación de Operaciones (SoCOIO).
- Instituto Nacional de Seguros
- BAC San José
- Instituto Costarricense de Electricidad

Dr. Javier Trejos  
*Director del CIMPA*

## Programa / Program

---

### Martes 16 / Tuesday 16

8:00 AM EN ADELANTE: Inscripciones / Registration: Facultad de Educación.

9:00 – 10:00 AM: Acto de Inauguración: Auditorio Facultad de Educación.

10:00 – 10:30 AM: Café / Coffee break.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia inaugural:** Auditorio Facultad de Educación.

XAVIER, A.E. & XAVIER, V.L.: *Novel approaches for solving clustering problems: Hyperbolic smoothing and partition into boundary and gravitational regions* (pág. 295).

Chairman: Pedro Méndez.

11:15– 12:00 AM: **Conferencia 2:** Auditorio.

KELLY, C.: *On the implications of feedback geometry for stochastic numerical methods* (pág. 162).

Chairman: Pedro Méndez.

11:15 – 1:15 PM: **Tutorial 1** (1ra sesión): Aula 1.

REINECKE, J.: *Structural equation modeling with the program Mplus* (pág. 233).

11:15 – 1:15 PM: **Tutorial 2** (1ra sesión): Aula 2.

HERNÁNDEZ, J. & GARCÍA, M.J & DE BURGOS, J.: *Modelos cualitativos-cuantitativos para la enseñanza de la logística empresarial y la cadena de suministros* (pág. 143).

11:15– 1:15 PM: **Tutorial 3** (1ra sesión): Aula 3.

MONROY-PÉREZ, F.: *Teoría geométrica de control y geometría sub-Riemanniana* (pág. 195).

12:00 – 2:00 PM: Almuerzo / Lunch.

2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Análisis de Datos 1 (AD1):** Auditorio.

Chairman: Beatriz Bernábe.

2:00 – 2:20 PM: DEIGNAN, P.: *Sensor fusion using entropic measures of dependence* (pág. 110).

2:20 – 2:40 PM: OKADA, A.: *Analyzing asymmetric relationships of car switching data by singular value decomposition* (pág. 211).

2:40 – 3:00 PM: PICCO, A. & ÁLVAREZ, M.: *Estimaciones de tránsito sobre la autopista Rosario-Santa Fe utilizando el análisis de series temporales y modelos causales* (pág. 226).

2:00 – 3:00 PM : **Sesión de Investigación de Operaciones 1 (IO1): Aula 1.**

Chairman: Sergio De los Cobos.

2:00 – 2:20 PM: MADRIZ, E.: *Grupos cíclicos, semigrupos y sistemas aditivos en la programación lineal entera* (pág. 178).

2:20 – 2:40 PM: LÓPEZ, R. & GUTIÉRREZ, M.A. & RAMÍREZ, J. & RODRÍGUEZ, M.G.: *Gráficas de Kneser en el problema de compartimiento* (pág. 176).

2:40 – 3:00 PM: ARANGO, J.: *Mezcla óptima de productos para una empresa de servicios de salud* (pág. 51).

2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Análisis Numérico 1 (AN1): Aula 2.**

Chairman: Vernor Arguedas.

2:00 – 2:20 PM: NAVARRO, D.: *Solución eficiente de sistemas de ecuaciones lineales raras* (pág. 204).

2:20 – 2:40 PM: SKLIAR, O. & MONGE, R. & MEDINA, V. & GAPPER, S. & OVIEDO, G.: *A Hybrid Random Number Generator (HRNG)* (pág. 267).

2:40 – 3:00 PM: VÁZQUEZ, E. & URQUIZA, R.I.: *Sistemas auxiliares de Barabanov para cierta clase de ecuaciones diferenciales perturbadas* (pág. 281).

2:00 – 3:00 PM: **Sesión de ECADIM1: Aula 3.**

Chairman: Elisa Mendoza.

2:00 – 2:20 PM: ROSALES, J.: *Métricas pseudo Rimmannianas bi-invariantes en grupos de Lie semisimples* (pág. 241).

2:20 – 2:40 PM: MONGE, J. & HERNÁNDEZ, F.: *Enfoque integral de una transformación proyectiva* (pág. 192).

2:40 – 3:00 PM: VILLAGRÁN, M.: *Multicriteria optimization for routing travel touristic plan for Guatemala* (pág. 292).

3:00 – 3:10 AM: Breve descanso / Short break.

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Análisis de Datos 2 (AD2): Auditorio.**

Chairman: Adilson Xavier.

3:10 – 3:30 PM: JABLONSKY, J.: *Solving DEA and MCDM models in spreadsheets* (pág. 158).

3:30 – 3:50 PM: VEGA, J.C. & GUZMÁN, J.: *Regresión PLS y PCA como solución al problema de multicolinealidad en regresión múltiple* (pág. 285).

3:50 – 4:10 PM: CUEVAS, C. & JIMÉNEZ, R.: *Nuevo algoritmo de condensación  $K=NN$  y curvas ROC* (pág. 106).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 2 (IO2): Aula 1.**  
Chairman: Sergio De los Cobos.

3:10 – 3:30 PM: FEMENIA, D.: *The core in the matching models with quota restriction* (pág. 121).

3:30 – 3:50 PM: MARÍ, M.: *Modelo de asignación con restricción de capacidad, variación de la cuota* (pág. 179).

3:50 – 4:10 PM: PÉREZ, C. & RAMÍREZ, J.: *Un algoritmo genético para un problema de horarios con restricciones especiales* (pág. 224).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Análisis Numérico 2 (AN2): Aula 2.**  
Chairman: Vernor Arguedas.

3:10 – 3:30 PM: SCHEIMBERG, S. & SANTOS, P.: *A numerical method for equilibrium problems* (pág. 260).

3:30 – 3:50 PM: TORRES, A.: *Enfoque numérico al problema de identificación de dominio en un problema de valor en la frontera con condición Dirichlet* (pág. 271).

3:50 – 4:10 PM: OLMOS, M. & ARRIAGA, M. & MANORANJAN, V.: *Solución numérica de una ecuación generalizada de Fisher por medio de un esquema predictor-corrector* (pág. 213).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de ECADIM2: Aula 3.**  
Chairman: Margarita Villagrán.

3:10 – 3:30 PM: ROSALES, J.: *Prolongaciones de G-estructuras de tipo finito* (pág. 239).

3:30 – 3:50 PM: MENDOZA, E. & BULA, R. & RODRÍGUEZ, C.: *La investigación y la enseñanza de la estadística* (pág. 185).

3:50 – 4:10 PM: DI MARE, A.: *Introducción al uso de bibliotecas de álgebra para estudiantes de ingeniería* (pág. 114).

4:10 – 4:40 AM: Café / Coffee break.

4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Análisis de Datos 3 (AD3): Auditorio.**  
Chairman: Adilson Xavier.

4:40 – 5:00 PM: MOREIRA, M.: *Classification of cities in the state of Rio Grande do Sul (Brazil) according the agricultural modernization by cluster analysis* (pág. 199).

5:00 – 5:20 PM: HERRERA, E.: *Algoritmos genealógicos para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales en la ciudad de Bogotá* (pág. 145).

- 5:20 – 5:40 PM: BERNÁBE, B. & ESPINOSA, J. & OSORIO, M. & RAMÍREZ, J. & GONZÁLEZ, R.: *Un análisis estadístico comparativo de recocido simulado y búsqueda de vecindad variable para el problema de agregación geográfica* (pág. 70).
- 5:40 – 6:00 PM: CAPILLA, J.S., REYES, H., LINARES, G. & PÉREZ, P.: *Estudio comparativo de algoritmos de clasificación automática en simulaciones con el paquete Rweka* (pág. 82).
- 6:00 – 6:20 PM: LAUREANO, A. & MÉNDEZ, I. & RAMÍREZ, J.: *Clasificación de fases de demencias utilizando conjuntos imprecisos* (pág. 170).
- 4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 3 (IO3): Aula 1.**  
Chairman: José Hernández.
- 4:40 – 5:00 PM: RUELAS, E. & LIMÓN, J. & SMITH, N.: *Determining a cash register opening policy to maximize profit in convenience stores chains* (pág. 244).
- 5:00 – 5:20 PM: IMAI, H. & SALONEN, H.: *Limit solutions of a finite horizon bargaining problems* (pág. 154).
- 5:20 – 5:40 PM: NEME, A. & JAUME, D. & MASSÓ, J.: *The multiple-partners assignment game with heterogeneous sells and multi-unit demands: competitive equilibria* (pág. 206).
- 5:40 – 6:00 PM: FIALA, P.: *Modeling and solving of auction-based revenue maximization problems* (pág. 122).
- 6:00 – 6:20 PM: PÉREZ, S. & PULDÓN, J.: *Aplicación de técnicas multicriterio y tecnologías BPA en la mejora de procesos empresariales* (pág. 225).
- 4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Análisis Numérico 3 (AN3): Aula 2.**  
Chairman: José Rosales.
- 4:40 – 5:00 PM: BALUEVA, A.V. & GERMANOVICH, L.N.: *Asymptotical analysis and Pade approximation in problems on diffusion-controlled cracks propagation* (pág. 62).
- 5:00 – 5:20 PM: ATAKISHIYEV, N. & ATAKISHIYEVA, M.: *On lifting  $q$ -difference operators in the Askey scheme of basic orthogonal polynomials* (pág. 58).
- 5:20 – 5:40 PM: PAGOLA, P.J. & LÓPEZ, J.L.: *A systematic “saddle point near a pole” asymptotic method with application to the Gauss hypergeometric function* (pág. 218).
- 5:40 – 6:00 PM: ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: *Un teorema del tipo Gelfand-Wiener para funciones cuasiperiódicas* (pág. 53).
- 6:00 – 6:20 PM: ABAD, J.O. & HERNÁNDEZ, M.P. & GUERRA, V. & LO GOUDICE, E.: *Discretización de la ecuación integral de Fredholm de primera especie en la técnica óptica de dispersión angular de la luz* (pág. 36).

4:40 – 6:30 PM: **Tutorial 4** (1ra sesión): **Aula 3**.

LODWICK, W.: *How to apply fuzzy and possibilistic optimization, case study: radiation therapy of tumors* (pág. 174).

## Miércoles 17 / Wednesday 17

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 5** (1ra sesión): **Auditorio**.

CRUZ, J. & TETLALMATZI, M.: *La razón áurea en las formas aerodinámicas y la irracionalidad de Pi* (pág. 102).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 6** (1ra sesión): **Aula 1**.

ATAKISHIYEV, N.: *Special functions and difference equations* (pág. 57).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 7** (1ra sesión): **Aula 2**.

DRAGAN, I.: *Cooperative game theory: one point solutions, the inverse problem, nucleolus* (pág. 116).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 8** (1ra sesión): **Aula 3**.

VÁZQUEZ, H.: *Curso de muestreo en R* (pág. 282).

10:00 – 10:30 AM: **Café / Coffee break**.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 3**: **Auditorio**.

CASASÚS, T. & CRESPO, E. & CANÓS, L. & LARA, T. & PÉREZ-CANTÓ, J.: *Fuzzy methods for personnel selection based on the valuation of competences* (pág. 89).

Chairman: William Castillo.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 4**: **Aula 1**.

GRIGORIEVA, E. & KHAILOV, E.: *Hierarchical game between manufacturer and the state incorporating ecological interaction* (pág. 130).

Chairman: Pedro Méndez.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 5**: **Aula 2**.

CASTILLO, P.: *An overview of the “Local Discontinuous Galerkin” applied to linear second order elliptic problems* (pág. 91).

Chairman: Vernor Arguedas.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 6**: **Aula 3**.

ACCINELLI, E. & PUCHET, M.: *A classification of infinite dimensional Walrasian economies and the economic crisis* (pág. 38).

Chairman: Santiago Cambroneró.

11:15 – 12:00 AM: **Conferencia 7**: **Auditorio**.

D’ATTELLIS, C. & TARIFA, G. & BERMÜLLER, M.: *Detección y clasificación en tiempo real de perturbaciones de tensión en redes eléctricas* (pág. 108).

Chairman: William Castillo.

- 11:15 – 1:15 PM: **Tutorial 1** (2da sesión): **Aula 1**.  
REINECKE, J.: *Structural equation modeling with the program Mplus* (pág. 233).
- 11:15 – 1:15 PM: **Tutorial 2** (2da sesión): **Aula 2**.  
HERNÁNDEZ, J. & GARCÍA, M.J & DE BURGOS, J.: *Modelos cualitativos-cuantitativos para la enseñanza de la logística empresarial y la cadena de suministros* (pág. 143).
- 11:15 – 1:15 PM: **Tutorial 3** (2da sesión): **Aula 3**.  
MONROY-PÉREZ, F.: *Teoría geométrica de control y geometría sub-Riemanniana* (pág. 195).
- 12:00 – 2:00 PM: Almuerzo / Lunch.
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 4 (IO4)**: Auditorio.  
Chairman: Ileana Castillo.
- 2:00 – 2:20 PM: DE LOS COBOS, S. & TERCEÑO, A. & GUTIÉRREZ, M.A. & LARA, P. & RINCÓN, E.: *Caracterización de la programación posibilitica y de la programación borrosa* (pág. 96).
- 2:20 – 2:40 PM: ALVARADO, R.: *Juegos borrosos* (pág. 45).
- 2:40 – 3:00 PM: ÁLVAREZ, R. & SÁNCHEZ, A. & SOLANO, C. & MINO, G.: *Simulación en C# de un controlador difuso* (pág. 48).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Estadística 1 (ES1)**: Aula 1.  
Chairman: Enric Crespo.
- 2:00 – 2:20 PM: HAYTER, A.: *Using data to make good management decisions* (pág. 140).
- 2:20 – 2:40 PM: XIAO, L. & DHESI, G.: *Modelling non-linear, asymmetric dependence with dynamic copula-garch approach: a study of pre-crisis and post-crisis period for the international stock market* (pág. 297).
- 2:40 – 3:00 PM: HENAO, A. & RUEDA, J.: *Comparación de residuales estandarizados obtenidos en estimaciones de modelos GARCH(1,1) asumiendo distribución normal y t-Student* (pág. 138).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Análisis Numérico 4 (AN4)**: Aula 2.  
Chairman: María Vassileva.
- 2:00 – 2:20 PM: MARTÍN, M.T. & VAMPA, V. & SERRANO, E.: *Un método híbrido basado en "wavelets" para la resolución de ecuaciones diferenciales* (pág. 180).
- 2:20 – 2:40 PM: KOKSAL, M.E.: *Numerical solutions of wave equation with non-local boundary conditions* (pág. 163).
- 2:40 – 3:00 PM: SERRANO, E. & VIEGENER, A. & SIRNE, R. & FABIO, M. & D'ATELLIS, C.: *Algoritmo conjunto KalmanHaar aplicado al procesamiento de señales* (pág. 263).



2:00 – 3:00 PM: **Sesión de ECADIM3: Aula 3.**

Chairman: Carlos Mendoza.

2:00 – 2:20 PM: PALACIOS, J. & FUNES, J.: *Factores económicos que inciden en la inversión privada en El Salvador* (pág. 220).

2:20 – 2:40 PM: MOREIRA, M.: *Aplicaciones de la teoría topológica de puntos fijos* (pág. 198).

2:40 – 3:00 PM: RODRÍGUEZ, L.D.: *Multimedia para sistemas de ecuaciones lineales* (pág. 236).

3:00 – 3:10 AM: Breve descanso / Short break.

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 5 (IO5): Auditorio.**

Chairman: Ileana Castillo.

3:10 – 3:30 PM: ZARAGOZA, F. & LÓPEZ, R.: *Variants of the mixed postman problem solvable using linear programming* (pág. 299).

3:30 – 3:50 PM: CARRERA, L. & FIGUEROA, G.: *Estudio de una variante del problema bin-packing* (pág. 85).

3:50 – 4:10 PM: HERRERA, O.: *Modelo combinado de transbordo y ruteo aplicado al sector de carga en PYMES de Bogotá, Colombia* (pág. 147).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Estadística 2 (ES2): Aula 1.**

Chairman: Anthony Hayter.

3:10 – 3:30 PM: ACITAS, S. & SENOGLU, B.: *A robust test for the slope parameter in one-way ANCOVA models under non-normality* (pág. 40).

3:30 – 3:50 PM: USTA, I., ACITAS, S. & KANTAR, Y.M.: *Standard error estimation of partially adaptive estimator of regression models* (pág. 280).

3:50 – 4:10 PM: DE LOS COBOS, S. & TERCEÑO, A. & GUTIÉRREZ, M.A. & GODDARD, J. & LARA, P. & RINCÓN, E.: *Algunos criterios usados en regresión lineal borrosa* (pág. 98).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Análisis Numérico 5 (AN5): Aula 2.**

Chairman: María Teresa Martín.

3:10 – 3:30 PM: VASSILEVA, M.P. & CORDERO, A. & TORREGROSA, JUAN: *Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones no lineales basados en cuadratura gaussiana* (pág. 283).

3:30 – 3:50 PM: D'ATELLIS, C. & MUIÑO, F. & CARABIO, A.: *Estimación de armónicos y control de filtros activos* (pág. 107).

3:50 – 4:10 PM: ZAYED, A.I.: *Chromatic derivatives and their applications* (pág. 300).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de ECADIM4: Aula 3.**

Chairman: Margarita Villagrán.

3:10 – 3:30 PM: ALVARADO, R.: *Una generalización de la división sintética* (pág. 46).

3:30 – 3:50 PM: ROSA, W.: *Modelo geoestadístico espacio-temporal del crimen en El Salvador: análisis estructural y predictivo* (pág. 238).

3:50 – 4:10 PM: GALLARDO, E.: *Modelo para estimar el tiempo necesario para graduarse en la Universidad de Costa Rica* (pág. 126).

4:10 – 4:40 AM: Café / Coffee break.

4:40 – 6:00 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 6 (IO6): Auditorio.**

Chairman: Pedro Lara.

4:40 – 5:00 PM: CASTILLO, I. & MURRIETA, B.: *A robust optimization approach to solve a multiple period newsvendor problem* (pág. 90).

5:00 – 5:20 PM: GONZÁLEZ, F. & SORIA, I. & CASTILLO, M.: *Rediseño de la cadena de abastecimiento de un grupo embotellador de bebidas* (pág. 133).

5:20 – 5:40 PM: MURRIETA, B.: *Gear transmission scheduling line optimization: a MIP approach* (pág. 202).

5:40 – 6:00 PM: HESHAM, O. & ELSAYED, H. & ABDEL-KARIM, H.: *Significant modifications on Murty's interior point method for linear programming using ellipsoidal technique* (pág. 149).

4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Estadística 3 (ES3): Aula 1.**

Chairman: Anthony Hayter.

4:40 – 5:00 PM: CHHIKARA, R.S. & HAMMAN, C.J.: *Bayesian survival analysis for the inverse Gaussian distribution using Gibbs sampling* (pág. 94).

5:00 – 5:20 PM: TOVAR, R. & BRUN, L. & CORREA, C. & BRANGO, H.: *Estimación de la función de supervivencia con datos censurados a derecha* (pág. 274).

5:20 – 5:40 PM: QUESADA, J.M. & GARCÍA, J. & NAVARRETE, E. & DEL MORAL, M.J. & ROSALES, M.J.: *Modelización de tiempos de supervivencia mediante procesos de conteo* (pág. 229).

5:40 – 6:00 PM: BATÚN, J.L. & ROJO, J.: *Estimación no paramétrica de la función de supervivencia bivariada bajo censura aleatoria independiente* (pág. 64).

6:00 – 6:20 PM: DÍAZ, A.: *Aplicación del modelo SCOR y técnicas multicriterio para la toma de decisiones en la gestión logística* (pág. 112).

4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Modelos 1 (MO1): Aula 2.**

Chairman: Margarita Villagrán.

4:40 – 5:00 PM BARBOSA, R.: *Modelo para optimización de planes de muestreo mediante simulación matemática* (pág. 63).

5:00 – 5:20 PM BECERRA, N. & VELA, F.: *Modelos logísticos binarios y multinomiales aplicados a la vinculación academia-empresa* (pág. 68).

5:20 – 5:40 PM ROSTRÁN, A.C. & MARIEL, P.: *Aplicación de modelos binarios de coeficientes fijos y aleatorios en las finanzas agropecuarias de Nicaragua* (pág. 243).

5:40 – 6:00 PM FARD, N. & GUNAWAN, I.: *Reliability estimation methods for interconnection networks* (pág. 120).

6:00 – 6:20 PM: BAGUER, M. & BARRIOS, J. & MARRERO, A. & DE ARAZOZA, H.: *Estimación de parámetros en modelos epidemiológicos de VIH/SIDA en Cuba* (pág. 60).

4:40 – 6:30 PM: **Tutorial 4 (2da sesión): Aula 3.**

LODWICK, W.: *How to apply fuzzy and possibilistic optimization, case study: radion therapy of tumors* (pág. 174).

## Jueves 18 / Thursday 18

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 5 (2da sesión): Auditorio.**

CRUZ, J. & TETLALMATZI, M.: *La razón áurea en las formas aerodinámicas y la irracionalidad de  $\pi$*  (pág. 102).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 6 (2da sesión): Aula 1.**

ATAKISHIYEV, N.: *Special functions and difference equations* (pág. 57).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 7 (2da sesión): Aula 2.**

DRAGAN, I.: *Cooperative game theory: one point solutions, the inverse problem, nucleolus* (pág. 116).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 8 (2da sesión): Aula 3.**

VÁZQUEZ, H.: *Curso de muestreo en  $R$*  (pág. 282).

10:00 – 10:30 AM: Café / Coffee break.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 8: Auditorio.**

SARIN, R.: *Mathematics of happiness* (pág. 259).

Chairman: Ted Hill.

10:30 – 11:15 AM: **Conferencia 9: Aula 1.**

ANYUTIN, A.: *Scattering and 2D coating problems by multilayer LHM metamaterial structures* (pág. 49).

Chairman: William Alvarado.

- 10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 9** (1ra sesión): **Aula 2**.  
CAMPOS, E.: *Simulación de modelos económicos con aplicaciones a través del uso de Matlab* (pág. 80).
- 10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 10** (1ra sesión): **Aula 3**.  
VELA, F. & ISLAS, J.F.: *Análisis de microdatos con Stata* (pág. 287).
- 11:15 – 12:00 PM: **Conferencia 10: Auditorio**.  
LARA, P. & DE LOS COBOS, S. & GALLARDO, L. & GUTIÉRREZ, M.A.: *Un algoritmo voraz para la asignación de frecuencias en telefona celular* (pág. 166).  
Chairman: Ted Hill.
- 11:15 – 12:30 PM: **Conferencia 11: Aula 1**.  
CAMBRONERO, S.: *Medidas coherentes de riesgo* (pág. 76).  
Chairman: William Alvarado.
- 12:00 – 2:00 PM: Almuerzo / Lunch.
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 7 (IO7): Auditorio**.  
Chairman: José Hernández.
- 2:00 – 2:20 PM: RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & DE LOS COBOS, S. & LARA, P.: *Diseño de zonas compactas con celdas cuadradas* (pág. 234).
- 2:20 – 2:40 PM: SÁNCHEZ, A., VANEGAS, I., MÁRQUEZ, M. & GONZÁLEZ, R.: *Sistema para encriptación y firma digital usando curvas elípticas* (pág. 253).
- 2:40 – 3:00 PM: MONROY-PÉREZ, F.: *Optimal control on Lie groups and sub-Riemannian geometry: the nilpotent case* (pág. 193).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Estadística 4 (ES4): Aula 1**.  
Chairman: Russell Alpízar.
- 2:00 – 2:20 PM: SEZER, A.: *Graphical representation of approximated likelihoods* (pág. 265).
- 2:20 – 2:40 PM: GÓMEZ, L.: *Statistical considerations in the use of a composite time-to-event endpoint for comparing treatment groups* (pág. 131).
- 2:40 – 3:00 PM: VELÁSQUEZ, H. & MORENO, D.P.: *Comparación de 2 sistemas de control de calidad multivariados: el enfoque paramétrico vs. el enfoque no paramétrico* (pág. 290).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Economía y Finanzas 1 (EC1): Aula 2**.  
Chairman: Ileana Castillo.
- 2:00 – 2:20 PM: RAMÍREZ, J.A. & CAMBRONERO, S. & IVANKOVICH, V.: *Valoración de ciertos instrumentos exóticos de renta fija* (pág. 231).
- 2:20 – 2:40 PM: CORONADO, S. & GATICA, L.: *Análisis comparativo de dependencia no lineal del tipo de cambio (peso mexicano/dólar US): Hinich Portmanteau y BDS* (pág. 100).

2:40 – 3:00 PM: MATARRITA, R.: *Modelación de ecuaciones características en proyectos de inversión* (pág. 182).

2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Ecuaciones Diferenciales (ED1): Aula 3.**

Chairman: Oscar Salas.

2:00 – 2:20 PM: MERCADO, J.R. & OLVERA, E. & RAMÍREZ, J. & ÍÑIGUEZ, M. & PEREA, H.: *Ecuación Saint-Venant fraccional* (pág. 187).

2:20 – 2:40 PM: CASTRO, A.: *Estudio de un punto no hiperbólico en el problema de tres cuerpos colineal y cargado* (pág. 93).

2:40 – 3:00 PM: DUQUE, J.: *A FEM-DtN formulation for an incompressible material on an unbounded domain* (pág. 118).

3:00 – 3:10 AM: Breve descanso / Short break.

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 8 (IO8): Auditorio.**

Chairman: José Hernández.

3:10 – 3:30 PM: CARREÓN, G. & CONTRERAS, A.: *Clasificación de autómatas celulares por medio de mapeos auto-organizados* (pág. 87).

3:30 – 3:50 PM: SÁNCHEZ, A. & SÁNCHEZ, S. & PIÑAL, F. & ALDANA, P. & ÁLVAREZ, R.: *Sistemas esteganográficos en software y hardware* (pág. 254).

3:50 – 4:10 PM: MORA, R. & RAMÍREZ, J. & ELIZONDO, M.: *Heurística para solucionar el problema de alineamiento múltiple de secuencias* (pág. 197).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Estadística 5 (ES5): Aula 1.**

Chairman: Russell Alpízar.

3:10 – 3:30 PM: ULÍN, F. & FLOWERS, R. & SALINAS, R.M.: *Testing differences between environmental monitoring records when censored data exist*

(pág. 278).  
3:30 – 3:50 PM: OBREGÓ, N. & HERRERA, E.: *Método integral de interpolación para la estimación de datos faltantes de precipitación* (pág. 209).

3:50 – 4:10 PM: PORTUGUEZ, J. & MONGE, M.: *Métodos cuantitativos aplicados en la ingeniería forestal* (pág. 228).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Economía y Finanzas 2 (EC2): Aula 2.**

Chairman: Ileana Castillo.

3:10 – 3:30 PM: PACHECO, C.: *Integral equations for the discounted risk processes in actuarial mathematics* (pág. 217).

3:30 – 3:50 PM: CAMBRONERO, S. & RAMÍREZ, J.A. & IVANKOVICH, V.: *Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: modelos de tasas* (pág. 78).

3:50 – 4:10 PM: IVANKOVICH, V. & RAMÍREZ, J.A. & CAMBRONERO, S.: *Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: curvas de rendimiento* (pág. 156).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Modelos 2 (MO2): Aula 3.**

Chairman: Oscar Salas.

3:10 – 3:30 PM: SADOVSKI, A. & MONTAGNA, P.: *On dynamical models of multi-species plant populations in Marshlands* (pág. 249).

3:30 – 3:50 PM: MERINO, G.: *Uso de un autómata celular para crear un modelo de difusión de contaminantes en un sistema suelo-agua* (pág. 189).

3:50 – 4:10 PM: LAUREANO, A. & HERNÁNDEZ, D.: *Aplicación de un modelo cognitivo de valoración emotiva a la función de evaluación de tableros de un programa que juega finales de ajedrez* (pág. 168).

4:10 – 4:40 AM: Café / Coffee break.

4:40 – 6:00 PM: **Sesión de Investigación de Operaciones 9 (IO9): Auditorio.**

Chairman: Enric Crespo.

4:40 – 5:00 PM: LARA, P. & GUTIÉRREZ, M.A. & LÓPEZ, R. & RAMÍREZ, J.: *Heuristics for the robust coloring problem* (pág. 167).

5:00 – 5:20 PM: LARA, P. & GALLARDO, L. & GUTIÉRREZ, M.A. & DE LOS COBOS, S. & GONZÁLEZ, B.: *Collaborative filtering using robust graph coloring* (pág. 165).

5:20 – 5:40 PM: GARCÍA, M.J. & HERNÁNDEZ, J. & HERNÁNDEZ, G.: *Los dígitos decrecientes, el modelo A, B, C y el manejo de poblaciones en albergues* (pág. 127).

5:40 – 6:00 PM: OTERO, J.M. & MACÍAS, J.: *Contour approximation by lemniscates using evolutionary algorithms* (pág. 215).

4:40 – 6:00 PM: **Sesión de Estadística 6 (ES6): Aula 1.**

Chairman Fidel Ulín.

4:40 – 5:00 PM: SANDOVAL, J.J.: *Probabilidades de intersección inicial en estimación de proporciones* (pág. 257).

5:00 – 5:20 PM: ALPÍZAR-JARA, R. & CEIA, F.: *The minimum description length in line transect sampling* (pág. 43).

5:20 – 5:40 PM: TORRES, S.J.: *De qué sirven las señas de un mudo para un ciego o la voz hablada para un sordo* (pág. 273).

5:40 – 6:00 PM: ARROYO, P.E. & GAYTÁN, J.: *Identificación de consumidores propensos a participar en actividades de cuidado al medio ambiente* (pág. 55).

4:40 – 6:00 PM: **Sesión de Economía y Finanzas 3 (EC3): Aula 2.**

Chairman: José Alexander Ramírez.

4:40 – 5:00 PM: FIGLIOLA, A. & ROSENBLATT, M. & SERRANO, E.: *Análisis de la regularidad local de los índices bursátiles durante la crisis de 2008* (pág. 124).

5:00 – 5:20 PM: MORENO, J.: *Aplicación de la transformada de Fourier para la valoración de opciones financieras* (pág. 201).

5:20 – 5:40 PM: SANDOVAL, J. & LONDOÑO, J.: *Evaluating a new european logistic-type option pricing model* (pág. 256).

5:40 – 6:00 PM: IBARRA, V.H. & SAAVEDRA, P.: *Valuación de opciones americanas con múltiples ejercicios: un enfoque discreto* (pág. 152).

4:40 – 6:20 PM: **Sesión de Modelos 3 (Mo3): Aula 3.**

Chairman: Roberto Mercado.

4:40 – 5:00 PM SADOVSKI, A.L. & JEFFRESS, G. & SONG, H.Z.: *On equipotential surfaces of gravity in the coastal areas* (pág. 248).

5:00 – 5:20 PM: GONZÁLEZ, R. & ORTIZ, M.: *Tsunami: a mathematically interesting problem* (pág. 135).

5:20 – 5:40 PM: ÁLVAREZ, L. & SARMIENTO, A. & BOLOGARO, A & TORRES, V.: *Revisión crítica de métodos de interpolación de variables climatológicas* (pág. 47).

5:40 – 6:00 PM: SALAS, O. & LANUCARA, P. & PIETRA, P. & ROVIDA S. & SACCHI G.: *Parallelization of a quantum-classic hybrid model for nanoscale semiconductor devices* (pág. 251).

6:00 – 6:20 PM: ROLDÁN, R. & MILIAN, R.: *Sobre las funciones de p-variación acotada* (pág. 237).

## Viernes 24 / Friday 24

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 11** (1ra sesión): **Auditorio.**

SVERCHKOV, S.: *Algebraic theory of DNA recombination* (pág. 269).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 12** (1ra sesión): **Aula 1.**

CUEVAS, C.: *Componentes principales mutuas y análisis discriminante* (pág. 104).

8:00 – 10:00 AM: **Tutorial 13** (1ra sesión): **Aula 3.**

VILLALOBOS, J.A.: *Modelling losses arising from natural catastrophe risks* (pág. 293).

10:00 – 10:30 AM: **Café / Coffee break.**

10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 11** (2da sesión): **Auditorio.**

SVERCHKOV, S.: *Algebraic theory of DNA recombination* (pág. 269).

- 10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 12** (2da sesión): **Aula 1**.  
CUEVAS, C.: *Componentes principales mutuas y análisis discriminante* (pág. 104).
- 10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 9** (2da sesión): **Aula 2**.  
CAMPOS, E.: *Simulación de modelos económicos con aplicaciones a través del uso de Matlab* (pág. 80).
- 10:30 – 12:30 PM: **Tutorial 10** (2da sesión): **Aula 3**.  
VELA, F. & ISLAS, J.F.: *Análisis de microdatos con Stata* (pág. 287).
- 12:00 – 2:00 PM: Almuerzo / Lunch.
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Biomatemática 1**: Auditorio.  
Chairman: Fabricio Bolaños.
- 2:00 – 3:00 PM HERNÁNDEZ, E. & CARREÓN, G. & MIRAMONTES, P.: *Medidas de complejidad en secuencias de DNA* (pág. 141).
- 2:20 – 2:40 PM UGALDE, A. & MORALES, Y. & LÁSCARIS, T.: *Mathematics applied to the detection of genetic regularities in the yeast yarrowia lipolytica* (pág. 276).
- 2:40 – 3:00 PM CARDO, R. & CORVALÁN, A.: *Identification of the responses of brain and artificial neural networks in the presence of usual and unusual stimuli by means of Kalman-type filters* (pág. 83).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Probabilidad 1**: **Aula 1**.  
Chairman: Pedro Méndez.
- 2:00 – 2:20 PM AGUIRRE, M. & CERDA, A. & GARCÍA, L. & FERNÁNDEZ, M. & ORMAZABAL, M.: *Eficiencia técnica del sector hospitalario de la región del Maule en Chile: aplicación de funciones de distancia estocástica* (pág. 41).
- 2:20 – 2:40 PM BLANCO, L. & ARUNACHALAM, V.: *Un modelo estocástico para la descripción del proceso de envejecimiento celular* (pág. 72).
- 2:40 – 3:00 PM HAMEDANI, G.G. & VOLKMER, H.W.: *On the distributions of certain spacings* (pág. 137).
- 2:00 – 3:00 PM: **Sesión de Estadística 7**: **Aula 2**.  
Chairman: Santiago Cambronero.
- 2:00 – 2:20 PM GONZÁLEZ, G. & CARO, F. & DÍAZ, J.A.: *Inference in affine shape theory under elliptical models* (pág. 134).
- 2:20 – 2:40 PM SAAVEDRA, J.C.: *Estimación y test de hipótesis en la distribución Dirichlet multinomial* (pág. 246).
- 2:40 – 3:00 PM VELASCO, F. & OJEDA, M.M.: *Caracterización del BLUP de la media poblacional finita en el modelo lineal general mixto por medio de proyectores* (pág. 288).



2:00 – 3:00 PM: **Tutorial 13** (2da sesión): Aula 3.

VILLALOBOS, J.A.: *Modelling losses arising from natural catastrophe risks* (pág. 293).

3:00 – 3:10 AM: Breve descanso / Short break.

3:10 – 4:30 PM: **Sesión de Biomatemática 2**: Auditorio.

Chairman: Fabricio Bolaños.

3:10 – 3:30 PM JIMÉNEZ, G. & GARCÍA, M.: *Identificando de escenarios de calidad de hábitat para faunas silvestres* (pág. 160).

3:30 – 3:50 PM MOLINA, M. & PADILLA, M. & FORNAGUERA, J.: *Simulación de comportamiento animal en laberinto (plus maze elevado)*. (pág. 191).

3:50 – 4:10 PM PENNISI, M. & PAPPALARDO, F. & MOTTA, S.: *A hybrid model of the immune response against lung metastases* (pág. 222).

4:10 – 4:30 PM MEDEROS, M.V. & SALAS, E. & TEJUCA, M. & CHÁVEZ, M.A.: *Modelos biológicos no lineales: estrategia de cómputo para su resolución* (pág. 183).

3:10 – 4:30 PM: **Sesión de Probabilidad 2**: Aula 1.

Chairman: Pedro Méndez.

3:10 – 3:30 PM LLINÁS, H.: *Distribuciones asintóticas para procesos críticos de Bellman-Harris con segundos momentos finitos* (pág. 172).

3:30 – 3:50 PM GHARAMANI, S.: *On finite moment conditions for the ladder epochs of random walks* (pág. 129).

3:50 – 4:10 PM SEPÚLVEDA, F. & NAGAR, D.: *Generalización multivariada de la distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1* (pág. 261).

4:10 – 4:30 PM BARRERA, C. & CORREA, J.C.: *Distribución predictiva bayesiana a través de distribuciones apriori elicidadas* (pág. 66).

3:10 – 4:10 PM: **Sesión de Economía y Finanzas 4**: Aula 2.

Chairman: Santiago Cambroner.

3:10 – 3:30 PM CALDERÓN, L. & RAMÍREZ, J.A.: *Metodologías de calificación para carteras de crédito* (pág. 74).

3:30 – 3:50 PM OAK, A.: *Use and misuse of geometrical figures in mathematical modeling in price theory* (pág. 207).

3:50 – 4:10 PM EL SAYED, A.E.: *Optimum capital structure for BOT infrastructure projects in Egypt* (pág. 119).

3:00 – 4:00 PM: **Tutorial 13** (3ra sesión): Aula 3.

VILLALOBOS, J.A.: *Modelling losses arising from natural catastrophe risks* (pág. 293).

4:30 – 5:00 PM: Café / Coffee break.

XVII SIMMAC, SAN JOSÉ, COSTA RICA § 16–19 FEBRERO DEL 2010 § UCR

5:00 – 5:45 PM: **Conferencia de clausura / Closing conference: Auditorio.**

HILL, T.: *Recent discoveries in the theory of Benfords law* (pág. 150).

Chairman: José Alex Ramírez.

5:45 – 6:00 PM: Clausura / Closing session.

## Lista de contribuciones<sup>1</sup>

1. ABAD, J.O. & HERNÁNDEZ, M.P. & GUERRA, V. & LO GOUDICE, E.: Discretización de la ecuación integral de Fredholm de primera especie en la técnica óptica de dispersión angular de la luz . . . . .	36
2. ACCINELLI, E. & PUCHET, M.: A classification of infinite dimensional Walrasian economies and the economic crisis . . . . .	38
3. ACITAS, S. & SENOGLU, B.: A robust test for the slope parameter in one- way ANCOVA models under non-normality . . . . .	40
4. AGUIRRE, M. & CERDA, A. & GARCÍA, L. & FERNÁNDEZ, M. & OR- MAZABAL, M.: Eficiencia técnica del sector hospitalario de la región del Maule en Chile: aplicación de funciones de distancia estocástica . . . . .	41
5. ALPIZAR-JARA, R. & CEIA, F.: The minimum description length in line transect sampling . . . . .	43
6. ALVARADO, R.: Juegos borrosos . . . . .	45
7. ALVARADO, R.: Una generalización de la división sintética . . . . .	46
8. ÁLVAREZ, L. & SARMIENTO, A. & BOLOGARO, A & TORRES, V.: Re- visión crítica de métodos de interpolación de variables climatológicas . . . .	47
9. ÁLVAREZ, R. & SÁNCHEZ, A. & SOLANO, C. & MINO, G.: Simulación en C# de un controlador difuso . . . . .	48
10. ANYUTIN, A.: Scattering and 2D coating problems by multilayer LHM metamaterial structures . . . . .	49
11. ARANGO, J.: Mezcla óptima de productos para una empresa de servicios de salud . . . . .	51
12. ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: Un teorema del tipo Gelfand-Wiener para funciones cuasiperiódicas . . . . .	53
13. ARROYO, P.E. & GAYTÁN, J.: Identificación de consumidores propensos a participar en actividades de cuidado al medio ambiente . . . . .	55
14. ATAKISHIYEV, N.: Special functions and difference equations . . . . .	57
15. ATAKISHIYEV, N. & ATAKISHIYEVA, M.: On lifting $q$ -difference operators in the Askey scheme of basic orthogonal polynomials . . . . .	58

---

<sup>1</sup>En orden alfabético de acuerdo con el nombre del expositor de la contribución.

16. BAGUER, M. & BARRIOS, J. & MARRERO, A. & DE ARAZOZA, H.: Estimación de parámetros en modelos epidemiológicos de VIH/SIDA en Cuba	60
17. BALUEVA, A.V. & GERMANOVICH, L.N.: Asymptotical analysis and Pade approximation in problems on diffusion-controlled cracks propagation . . . .	62
18. BARBOSA, R.: Modelo para optimización de planes de muestreo mediante simulación matemática . . . . .	63
19. BATÚN, J.L. & ROJO, J.: Estimación no paramétrica de la función de supervivencia bivariada bajo censura aleatoria independiente . . . . .	64
20. BARRERA, C. & CORREA, J.C.: Distribución predictiva bayesiana a través de distribuciones apriori elicidadas . . . . .	66
21. BECERRA, N. & VELA, F.: Modelos logísticos binarios y multinomiales aplicados a la vinculación academia-empresa . . . . .	68
22. BERNÁBE, B. & ESPINOSA, J. & OSORIO, M. & RAMÍREZ, J. & GONZÁLEZ, R.: Un análisis estadístico comparativo de recocido simulado y búsqueda de vecindad variable para el problema de agregación geográfica . . . . .	70
23. BLANCO, L. & ARUNACHALAM, V.: Un modelo estocástico para la descripción del proceso de envejecimiento celular . . . . .	72
24. CALDERÓN, L. & RAMÍREZ, J.A.: Metodologías de calificación para carteras de crédito . . . . .	74
25. CAMBRONERO, S.: Medidas coherentes de riesgo . . . . .	76
26. CAMBRONERO, S. & RAMÍREZ, J.A. & IVANKOVICH, V.: Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: modelos de tasas . . . . .	78
27. CAMPOS, E.: Simulación de modelos económicos con aplicaciones a través del uso de MATLAB . . . . .	80
28. CAPILLA, J.S., REYES, H., LINARES, G. & PÉREZ, P.: Estudio comparativo de algoritmos de clasificación automática en simulaciones con el paquete RWeka . . . . .	82
29. CARDO, R. & CORVALÁN, A.: Identification of the responses of brain and artificial neural networks in the presence of usual and unusual stimuli by means of Kalman-type filters . . . . .	83
30. CARRERA, L. & FIGUEROA, G.: Estudio de una variante del problema bin-packing . . . . .	85

31. CARREÓN, G. & CONTRERAS, A.: Clasificación de autómatas celulares por medio de mapeos auto-organizados . . . . .	87
32. CASASÚS, T. & CRESPO, E. & CANÓS, L. & LARA, T. & PÉREZ-CANTÓ, J.: Fuzzy methods for personnel selection based on the valuation of competences . . . . .	89
33. CASTILLO, I. & MURRIETA, B.: A robust optimization approach to solve a multiple period newsvendor problem . . . . .	90
34. CASTILLO, P.: An overview of the local discontinuous Galerkin applied to linear second order elliptic problems . . . . .	91
35. CASTRO, A.: Estudio de un punto no hiperbólico en el problema de tres cuerpos colineal y cargado . . . . .	93
36. CHHIKARA, R.S. & HAMMAN, C.J.: Bayesian survival analysis for the inverse Gaussian distribution using Gibbs sampling. . . . .	94
37. DE LOS COBOS, S. & TERCEÑO, A. & GUTIÉRREZ, M.A. & LARA, P. & RINCÓN, E.: Caracterización de la programación posibilística y de la programación borrosa . . . . .	96
38. DE LOS COBOS, S. & TERCEÑO, A. & GUTIÉRREZ, M.A. & GODDARD, J. & LARA, P. & RINCÓN, E.: Algunos criterios usados en regresión lineal borrosa . . . . .	98
39. CORONADO, S. & GATICA, L.: Análisis comparativo de dependencia no lineal del tipo de cambio (peso mexicano/dólar US): Hinich Portmanteau y BDS . . . . .	100
40. CRUZ, J. & TETLALMATZI, M.: La razón áurea en las formas aerodinámicas y la irracionalidad de $\pi$ . . . . .	102
41. CUEVAS, C.: Componentes principales mutuas y análisis discriminante. . .	104
42. CUEVAS, C. & JIMÉNEZ, R.: Nuevo algoritmo de condensación: K-NN y curvas ROC . . . . .	106
43. D'ATTELLIS, C. & MUIÑO, F. & CARABIO, A.: Estimación de armónicos y control de filtros activos . . . . .	107
44. D'ATTELLIS, C. & TARIFA, G. & BERMÜLLER, M.: Detección y clasificación en tiempo real de perturbaciones de tensión en redes eléctricas. . . .	108
45. DEIGNAN, P.: Sensor fusion using entropic measures of dependence . . . .	110

46. DÍAZ, A.: Aplicación del modelo SCOR y técnicas multicriterio para la toma de decisiones en la gestión logística . . . . .	112
47. DI MARE, A.: Introducción al uso de bibliotecas de álgebra para estudiantes de ingeniería . . . . .	114
48. DRAGAN, I.: Cooperative game theory: one point solutions, the inverse problem, nucleolus . . . . .	116
49. DUQUE, J.: A FEM-DtN formulation for an incompressible material on an unbounded domain . . . . .	118
50. EL SAYED, A.E.: Optimum capital structure for BOT infrastructure projects in Egypt . . . . .	119
51. FARD, N. & GUNAWAN, I.: Reliability estimation methods for interconnection networks . . . . .	120
52. FEMENIA, D.: The core in the matching models with quota restriction . . .	121
53. FIALA, P.: Modeling and solving of auction-based revenue maximization problems . . . . .	122
54. FIGLIOLA, A. & ROSENBLATT, M. & SERRANO, E.: Análisis de la regularidad local de los índices bursátiles durante la crisis de 2008 . . . . .	124
55. GALLARDO, E.: Modelo para estimar el tiempo necesario para graduarse en la Universidad de Costa Rica . . . . .	126
56. GARCÍA, M.J. & HERNÁNDEZ, J. & HERNÁNDEZ, G.: Los dígitos decrecientes, el modelo A, B, C y el manejo de poblaciones en albergues . . . . .	127
57. GHARAMANI, S.: On finite moment conditions for the ladder epochs of random walks . . . . .	129
58. GRIGORIEVA, E. & KHAILOV, E.: Hierarchical game between manufacturer and the state incorporating ecological interaction . . . . .	130
59. GÓMEZ, L.: Statistical considerations in the use of a composite time-to-event endpoint for comparing treatment . . . . .	131
60. GONZÁLEZ, F. & SORIA, I. & CASTILLO, M.: Rediseño de la cadena de abastecimiento de un grupo embotellador de bebidas . . . . .	133
61. GONZÁLEZ, G. & CARO, F. & DÍAZ, J.A.: Modelos elípticos en formas afines . . . . .	134

62. GONZÁLEZ, R. & ORTIZ, M.: Tsunami: un problema matemáticamente interesante . . . . .	135
63. HAMEDANI, G.G. & VOLKMER, H.W.: On the distributions of certain spacings . . . . .	137
64. HENAO, A. & RUEDA, J.: Comparación de residuales estandarizados obtenidos en estimaciones de modelos GARCH(1,1) asumiendo distribución normal y <i>t</i> -Student . . . . .	138
65. HAYTER, A.: Using data to make good management decisions . . . . .	140
66. HERNÁNDEZ, E. & CARREÓN, G. & MIRAMONTES, P.: Medidas de complejidad en secuencias de DNA . . . . .	141
67. HERNÁNDEZ, J. & GARCÍA, M.J & DE BURGOS, J.: Modelos cualitativos–cuantitativos para la enseñanza de la logística empresarial y la cadena de suministros . . . . .	143
68. HERRERA, E.: Algoritmos genéticos para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales en la ciudad de Bogotá . . . . .	145
69. HERRERA, O.: Modelo combinado de transbordo y ruteo aplicado al sector de carga en PYMES de Bogotá, Colombia . . . . .	147
70. HESHAM, O. & ELSAYED, H. & ABDEL-KARIM, H.: A significant modification on Murfy’s interior point method for quadratic programming using elipsoidal technique . . . . .	149
71. HILL, T.: Recent discoveries in the theory of Benford’s law . . . . .	150
72. IBARRA, V.H. & SAAVEDRA, P.: Valuación de opciones americanas con múltiples ejercicios: un enfoque discreto . . . . .	152
73. IMAI, H. & SALONEN, H.: Limit solutions of a finite horizon bargaining problems . . . . .	154
74. IVANKOVICH, V. & RAMÍREZ, J.A. & CAMBRONERO, S.: Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: curvas de rendimiento . . . . .	156
75. JABLONSKY, J.: Solving DEA and MCDM models in spreadsheets . . . . .	158
76. JIMÉNEZ, G. & GARCÍA, M.: Identificación de escenarios de calidad de hábitat para faunas silvestres . . . . .	160
77. KELLY, C.: On the implications of feedback geometry for stochastic numerical methods . . . . .	162

78. KOKSAL, M.E.: Numerical solutions of wave equation with nonlocal boundary conditions . . . . .	163
79. LARA, P. & GALLARDO, L. & GUTIÉRREZ, M.A. & DE LOS COBOS, S. & GONZÁLEZ, B.: Collaborative filtering using robust graph coloring .	165
80. LARA, P. & DE LOS COBOS, S. & GALLARDO, L. & GUTIÉRREZ, M.A.: Un algoritmo voraz para la asignación de frecuencias en telefonía celular .	166
81. LARA, P. & GUTIÉRREZ, M.A. & LÓPEZ, R. & RAMÍREZ, J.: Heuristics for the robust coloring problem . . . . .	167
82. LAUREANO, A. & HERNÁNDEZ, D.: Aplicación de un modelo cognitivo de valoración emotiva a la función de evaluación de tableros de un programa que juega finales de ajedrez . . . . .	168
83. LAUREANO, A. & MÉNDEZ, I. & RAMÍREZ, J.: Clasificación de fases de demencias utilizando conjuntos imprecisos . . . . .	170
84. LLINÁS, H.: Distribuciones asintóticas para procesos críticos de Bellman-Harris con segundos momentos finitos . . . . .	172
85. LODWICK, W.: How to apply fuzzy and possibilistic optimization, case study: radiation therapy of tumors . . . . .	174
86. LÓPEZ, R. & GUTIÉRREZ, M.A. & RAMÍREZ, J. & RODRÍGUEZ, M.G.: Gráficas de Kneser en el problema de compartimiento . . . . .	176
87. MADRIZ, E.: Grupos cíclicos, semigrupos y sistemas aditivos en la programación lineal entera . . . . .	178
88. MARÍ, M.: Modelo de asignación con restricción de capacidad, variación de la cuota . . . . .	179
89. MARTÍN, M.T. & VAMPA, V. & SERRANO, E.: Un método híbrido basado en wavelets para la resolución de ecuaciones diferenciales . . . . .	180
90. MATARRITA, R.: Modelación de ecuaciones características en proyectos de inversión . . . . .	182
91. MEDEROS, M.V. & SALAS, E. & TEJUCA, M. & CHÁVEZ, M.A.: Modelos biológicos no lineales: estrategia de cómputo para su resolución . . . . .	183
92. MENDOZA, E. & BULA, R. & RODRÍGUEZ, C.: La investigación y la enseñanza de la estadística . . . . .	185



93. MERCADO, J.R. & OLVERA, E. & RAMÍREZ, J. & ÍÑIGUEZ, M. & PEREA, H.: Ecuación Saint-Venant fraccional . . . . .	187
94. MERINO, G.: Uso de un autómata celular para crear un modelo de difusión de contaminantes en un sistema suelo-agua . . . . .	189
95. MOLINA, M. & PADILLA, M. & FORNAGUERA, J.: Simulación de comportamiento animal en laberinto (plus maze elevado) . . . . .	191
96. MONGE, J. & HERNÁNDEZ, F.: Enfoque integral de una transformación proyectiva . . . . .	192
97. MONROY-PÉREZ, F.: Optimal control on Lie groups and sub-Riemannian geometry: the nilpotent case . . . . .	193
98. MONROY-PÉREZ, F.: Teoría geométrica de control y geometría sub-Riemanniana	195
99. MORA, R. & RAMÍREZ, J. & ELIZONDO, M.: Heurística para solucionar el problema de alineamiento múltiple de secuencias . . . . .	197
100. MOREIRA, M.: Aplicaciones de la teoría topológica de puntos fijos . . . . .	198
101. MOREIRA, F. & PENTIADO, R.: Classification of cities in the state of Rio Grande do Sul (Brazil) according the agricultural modernization by cluster analysis . . . . .	199
102. MORENO, J.: Aplicación de la transformada de Fourier para la valoración de opciones financieras . . . . .	201
103. MURRIETA, B.: Gear transmission scheduling line optimization: a MIP approach . . . . .	202
104. NAVARRO, D.: Solución eficiente de sistemas de ecuaciones lineales raras	204
105. NEME, A. & JAUME, D. & MASSÓ, J.: The multiple-partners assignment game with heterogeneous sells and multi-unit demands: competitive equilibria . . . . .	206
106. OAK, A.: Use and misuse of geometrical figures in mathematical modeling in price theory . . . . .	207
107. OBREGÓ, N. & HERRERA, E.: Método integral de interpolación para la estimación de datos faltantes de precipitación . . . . .	209
108. OKADA, A.: Analyzing asymmetric relationships of car switching data by singular value decomposition . . . . .	211

109. OLMOS, M. & ARRIAGA, M. & MANORANJAN, V.: Solución numérica de una ecuación generalizada de Fisher por medio de un esquema predictor-corrector . . . . .	213
110. OTERO, J.M. & MACÍAS, J.: Contour approximation by lemniscates using evolutionary algorithms . . . . .	215
111. PACHECO, C.: Integral equations for the discounted risk processes in actuarial mathematics . . . . .	217
112. PAGOLA, P.J. & LÓPEZ, J.L.: A systematic “saddle point near a pole” asymptotic method with application to the Gauss hypergeometric function	218
113. PALACIOS, J. & FUNES, J.: Factores económicos que inciden en la inversión privada en El Salvador . . . . .	220
114. PENNISI, M. & PAPPALARDO, F. & MOTTA, S.: A hybrid model of the immune response against lung metastases . . . . .	222
115. PÉREZ, C. & RAMÍREZ, J.: Un algoritmo genético para un problema de horarios con restricciones especiales . . . . .	224
116. PÉREZ, S. & PULDÓN, J.: Algunas generalizaciones del concepto de función cuasiperiódica . . . . .	225
117. PICCO, A. & ÁLVAREZ, M.: Estimaciones de tránsito sobre la autopista Rosario-Santa Fe utilizando el análisis de series temporales y modelos causales	226
118. PORTUGUEZ, J. & MONGE, M.: Métodos cuantitativos aplicados en la ingeniería forestal . . . . .	228
119. QUESADA, J.M. & GARCÍA, J. & NAVARRETE, E. & DEL MORAL, M.J. & ROSALES, M.J.: Modelización de tiempos de supervivencia mediante procesos de conteo . . . . .	229
120. RAMÍREZ, J.A. & CAMBRONERO, S. & IVANKOVICH, V.: Valoración de ciertos instrumentos exóticos de renta fija . . . . .	231
121. REINECKE, J.: Structural equation modeling with <i>Mplus</i> . . . . .	233
122. RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & DE LOS COBOS, S. & LARA, P.: Diseño de zonas compactas con celdas cuadradas . . . . .	234
123. RODRÍGUEZ, L.D.: Multimedia para sistemas de ecuaciones lineales . . . .	236
124. ROLDÁN, R. & MILIAN, R.: Sobre las funciones de $p$ -variación acotada .	237

125. ROSA, W.: Modelo geoestadístico espacio-temporal del crimen en El Salvador: análisis estructural y predictivo . . . . .	238
126. ROSALES, J.: Prolongaciones de $G$ -estructuras de tipo finito . . . . .	239
127. ROSALES, J.: Pseudo Riemannian bi-invariant metrics on semisimple Lie groups . . . . .	241
128. ROSTRÁN, A.C. & MARIEL, P.: Aplicación de modelos binarios de coeficientes fijos y aleatorios en las finanzas agropecuarias de Nicaragua . . . . .	243
129. RUELAS, E. & LIMÓN, J. & SMITH, N.: Determining a cash register opening policy to maximize profit in convenience stores chains . . . . .	244
130. SAAVEDRA, J.C.: Estimación y test de hipótesis en la distribución Dirichlet multinomial . . . . .	246
131. SADOVSKI, A.L. & JEFFRESS, G. & SONG, H.Z.: On equipotential surfaces of gravity in the coastal areas . . . . .	248
132. SADOVSKI, A. & MONTAGNA, P.: On dynamical models of multi-species plant populations in Marshlands . . . . .	249
133. SALAS, O. & LANUCARA, P. & PIETRA, P. & ROVIDA S. & SACCHI G.: Parallelization of a quantum-classic hybrid model for nanoscale semiconductor devices . . . . .	251
134. SÁNCHEZ, A., VANEGAS, I., MÁRQUEZ, M. & GONZÁLEZ, R.: Sistema para encriptación y firma digital usando curvas elípticas . . . . .	253
135. SÁNCHEZ, A. & SÁNCHEZ, S. & PIÑAL, F. & ALDANA, P. & ÁLVAREZ, R.: Sistemas esteganográficos en software y hardware . . . . .	254
136. SANDOVAL, J. & LONDOÑO, J.: Evaluating a new European logistic-type option pricing model . . . . .	256
137. SANDOVAL, J.J.: Probabilidades de intersección inicial en estimación de proporciones . . . . .	257
138. SARIN, R.: Mathematics of happiness . . . . .	259
139. SCHEIMBERG, S. & SANTOS, P.: A numerical method for equilibrium problems . . . . .	260
140. SEPÚLVEDA, F. & NAGAR, D.: Generalización multivariada de la distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1 . . . . .	261

141. SERRANO, E. & VIEGENER, A. & SIRNE, R. & FABIO, M. & D'ATELLIS, C.: Algoritmo conjunto KalmanHaar aplicado al procesamiento de señales	263
142. SEZER, A.: Graphical representation of approximated likelihoods . . . . .	265
143. SKLIAR, O. & MONGE, R. & MEDINA, V. & GAPPER, S. & OVIEDO, G.: A hybrid random number generator (HRNG) . . . . .	267
144. SVERCHKOV, S.: Algebraic theory of DNA recombination . . . . .	269
145. TORRES, A.: Enfoque numérico al problema de identificación de dominio en un problema de valor en la frontera con condición Dirichlet . . . . .	271
146. TORRES, S.J.: De qué sirven las señas de un mudo para un ciego o la voz hablada para un sordo . . . . .	273
147. TOVAR, R. & BRUN, L. & CORREA, C. & BRANGO, H.: Estimación de la función de supervivencia con datos censurados a derecha . . . . .	274
148. UGALDE, A. & MORALES, Y. & LÁSCARIS, T.: Large mathematics applied to the detection of genetic regularities in the yeast <i>Yarrowia lipolytica</i>	276
149. ULÍN, F. & FLOWERS, R. & SALINAS, R.M.: Testing differences between environmental monitoring records when censored data exist . . . . .	278
150. USTA, I., ACITAS, S. & KANTAR, Y.M.: Standard error estimation of partially adaptive estimator of regression models . . . . .	280
151. VÁZQUEZ, E. & URQUIZA, R.I.: Sistemas auxiliares de Barabanov para cierta clase de ecuaciones diferenciales perturbadas . . . . .	281
152. VÁZQUEZ, H.: Curso de muestreo en R . . . . .	282
153. VASSILEVA, M.P. & CORDERO, A. & TORREGROSA, JUAN: Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones no lineales basados en cuadratura gaussiana . . . . .	283
154. VEGA, J.C. & GUZMÁN, J.: Regresión PLS y PCA como solución al problema de multicolinealidad en regresión múltiple . . . . .	285
155. VELA, F. & ISLAS, J.F.: Análisis de Microdatos con STATA . . . . .	287
156. VELASCO, F. & OJEDA, M.M.: Caracterización del <i>BLUP</i> de la media poblacional finita en el modelo lineal general mixto por medio de proyectores . . . . .	288
157. VELÁSQUEZ, H. & MORENO, D.P.: Comparación de dos sistemas de control de calidad multivariados . . . . .	290

158. VILLAGRÁN, M.: Routing location multi-criteria metaheuristics . . . . .	292
159. VILLALOBOS, J.A.: Modelaje de siniestros derivados de riesgos catastrófi- cos de la naturaleza . . . . .	293
160. XAVIER, A.E. & XAVIER, V.L.: Novel approaches for solving clustering problems: Hyperbolic smoothing and partition into boundary and gravita- tional regions . . . . .	295
161. XIAO, L. & DHESI, G.: Modelling non-linear asymmetric dependence with dynamic copula-garch approach: a study of pre-crisis and post-crisis period for the international stock market . . . . .	297
162. ZARAGOZA, F. & LÓPEZ, R.: Variants of the mixed postman problem solvable using linear programming . . . . .	299
163. ZAYED, A.I.: Chromatic derivatives and their applications . . . . .	300

## Discretización de la ecuación integral de Fredholm de primera especie en la técnica óptica de dispersión angular de la luz<sup>II</sup>

JOSÉ ABAD<sup>III</sup>    Mayra Hernández<sup>IV</sup>    Valia Guerra<sup>V</sup>  
Emmanuelle Lo Goudice<sup>VI</sup>

Cuba

---

Una nueva aproximación para resolver el problema inverso de la dispersión angular de la luz es presentada. El método de cuadratura empleado es una modificación de la regla trapezoidal. La nueva regla —nombrada DIMAX— está basada en el criterio de obtener máxima exactitud en los datos experimentales para garantizar la exactitud en el problema inverso. Para resolver este problema, la presente aproximación de la ecuación integral de Fredholm establece una relación entre el ángulo  $\theta$  y tamaño  $a$ , donde los ángulos escogidos correspondan a la máxima intensidad dispersada para cada tamaño. El rango numérico y el número de condición es comparado en matrices obtenidas a partir de la regla DIMAX y la regla del punto medio.

**Palabras clave:** dispersión de la luz, tamaño de partícula, ecuación integral de Fredholm de primer tipo.

### Abstract

A new approach for solving inverse problems of the light angular scattering is presented. The employed quadrature method is a modification of the trapezoidal

---

<sup>II</sup>XVII SIMMAC, AN3: MARTES / TUESDAY 16, 6:00 AM, AULA 2.

<sup>III</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Cuba. E-Mail: pp@imre.oc.uh.cu.

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, Cuba. E-Mail: mayrap@imre.oc.uh.cu.

<sup>V</sup>Instituto de Cibernética Matemática y Física (ICIMAF), Cuba. E-Mail: vguerraones@gmail.com.

<sup>VI</sup>Facultad de Física, Universidad de la Habana, Cuba. E-Mail: emmanuellelo@yahoo.es.

ruler. The new ruler—named DIMAX—is based on the criteria of the maximum accuracy in the experimental data to guarantee accuracy in the inverse problem. The new approach of the Fredholm integral equation of first kind encounters a relation between angle  $\theta$  and size  $a$  where the selected angles correspond to the maximal scattered intensity for each size. The numeric array and the conditional number is compared in obtained matrix from the DIMAX ruler and midpoint ruler.

**Keywords:** angular light scattering, sizing particles, Fredholm integral equation of the first kind.

## *Conferencia*

# A classification of infinite dimensional Walrasian economies and the economic crisis<sup>I</sup>

ELVIO ACCINELLI<sup>II</sup>      Martín Puchet<sup>III</sup>

México

---

We consider pure exchange economies which consumption spaces are Banach Lattices. Utility functions are strictly quasi-concave, Gateaux differentiable, and not necessarily separable. Following the Negishi approach and by using the excess utility function we introduce the set of social equilibria. We show that there exists a bijective correspondence between this set and the set of Walrasian equilibria. By transforming the infinite dimensional problem of finding Walrasian equilibria into an equivalent finite dimensional problem of finding social equilibria, we allow ourselves to use techniques of smooth functional analysis. We show that a suitable large subset of economies are regular and its equilibrium set is a Banach manifold. Finally, we focus on the complement of this set, i.e. the set of singular economies, and we analyze its main characteristics, among them those of being the causes of the economic crises.

**Keywords:** Negishi approach, Banach spaces, Banach manifolds, singular economies.

**Palabras clave:** enfoque de Negishi, espacios de Banach, variedades de Banach, economías singulares.

**JEL classification:** CO2, D50, D60.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 10:30 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Facultad de Economía, UASLP, México. E-Mail: [elvio.accinelli@eco.uaslp.mx](mailto:elvio.accinelli@eco.uaslp.mx). The author is grateful to CONACYT-Mexico (Project 46209) and UASLP Secretaría de Posgrado (Grant C07-FAI-11-46.82) for research support.

<sup>III</sup>Facultad de Economía, División Posgrados, UNAM, México. E-Mail: [anyul@servidor.unam.mx](mailto:anyul@servidor.unam.mx).



## Referencias

- [1] ACCINELLI, E. (2008): “Structural stability, Morse’s lemma and singular economies”, *Applied Mathematical Sciences*, **2** (47), 2297–2308.
- [2] ACCINELLI, E. (2002): “Existence of GE: Are the cases of non Existence a cause of serious worry”, *General Equilibrium: Problems and perspectives*, edited by F. Petri y F. Hahn, Routledge Siena Studies in Political Economy.
- [3] ACCINELLI, E. (1994): “Existence and Uniqueness of the Equilibrium for Infinite Dimensional Economies”, *Estudios de Economía*, **21**, 315–326.
- [4] ALIPRANTIS, C.D. & BROWN, D.J. & BURKINSHAW, O. (1990): “Existence and Optimality of Competitive Equilibrium”. Springer-Verlag.
- [5] ALIPRANTIS, C.D. & BORDER, K. (1994): “Infinite Dimensional Analysis”, Springer-Verlag.
- [6] THOM, R. (1962): “Sur la Théorie des Enveloppes”, *Journal de Mathématiques*, Vol. XLI.
- [7] POSTON, T. & STEWART, L. (1978): “Catastrophe Theory and its Applications”, Pitman Publishing Limited.
- [8] ZEIDLER, E. (1993): “Non Linear Functional Analysis and its Applications”, Springer Verlag.

## A robust test for the slope parameter in one-way ANCOVA models under non-normality<sup>I</sup>

SUKRU ACITAS<sup>II</sup>      Birdal Senoglu<sup>III</sup>

Turquía

---

A robust test for the slope parameter is developed based on the methodology known as modified maximum likelihood (MML) when the error terms have various symmetric or skew distributions in one-way analysis of covariance (ANCOVA) models. It is shown that the test statistic developed based on MML has central F distribution asymptotically and Monte-Carlo study results demonstrate that MML based test statistic is more powerful and robust than classic slope test statistic for both symmetric and skew error distribution case.

**Keywords:** ANCOVA, symmetric distributions, skew distributions, modified maximum likelihood, power, robustness.

**Palabras clave:** Análisis de la covarianza, distribuciones simétricas, distribuciones sesgadas, máxima verosimilitud modificada, potencia, robustez.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES2: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:10 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Anadolu University, Science Faculty, Department of Statistics, Eskisehir, Turkey. E-Mail: [sacitas@anadolu.edu.tr](mailto:sacitas@anadolu.edu.tr).

<sup>III</sup>Ankara University, Science Faculty, Department of Statistics, Ankara, Turkey. E-Mail: [senoglu@science.ankara.edu.tr](mailto:senoglu@science.ankara.edu.tr).

## Eficiencia técnica del sector hospitalario de la región del Maule en Chile: aplicación de funciones de distancia estocástica<sup>I</sup>

MEDARDO AGUIRRE<sup>II</sup>    Arcadio A. Cerda<sup>III</sup>    Leidy Y. García<sup>IV</sup>  
Maritza S. Fernández<sup>V</sup>    María E. Ormazabal<sup>VI</sup>

Chile

---

Desde el año 1980 el Sistema Nacional de Servicios de Salud Chileno es mixto, compuesto de fondos y prestadores, tanto públicos como privados. De acuerdo a estadísticas del Ministerio de Salud, sólo los hospitales consumen más del 70 % del gasto total destinado al sistema de salud. Diversos estudios muestran que la productividad del gasto en este sector cayó al ritmo del 9,2 % anual en los noventa, atribuyéndose a los hospitales públicos la principal responsabilidad de dicha caída. Por este motivo, el objetivo de esta investigación es comparar la eficiencia técnica, por nivel de complejidad y en el tiempo, de los trece hospitales públicos de la Región del Maule en Chile. Las estimaciones realizadas se hicieron a través de la metodología de construcción de frontera de producción mediante funciones de distancia estocástica usando una función translogarítmica. Para ello, se utilizó un panel de datos para el período 2004–2008, obtenido de los Anuarios Estadísticos del Servicio de Salud del Maule.

Entre los principales resultados se puede destacar el hecho que los trece hospitales en conjunto muestran una evolución decreciente de la eficiencia técnica, de

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca, Chile. E-Mail: [maguirre@utalca.cl](mailto:maguirre@utalca.cl).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Chile.

<sup>IV</sup>Centro de Desarrollo Empresarial, Universidad de Talca.

<sup>V</sup>Universidad de Talca.

<sup>VI</sup>Mismo lugar de trabajo, Chile.

60 % en 2004 a un 57 % en 2008. Al comparar los hospitales en cuanto a su nivel de complejidad, la evolución de la eficiencia presenta una conducta similar a la anterior, aunque existe una pequeña diferencia en los hospitales de nivel 3 y 4, donde los índices de eficiencia técnica son levemente mayores que los de nivel 1 y 2. La reducción en los niveles de eficiencia técnica, a pesar del sistemático aumento del gasto público en salud, lleva a inferir que hay una deficiente utilización de recursos en el sistema. Es decir, no basta con incrementar el gasto, es necesario también hacer un esfuerzo por mejorar la gestión. Por otro lado, los hospitales de menor complejidad son más eficientes que los de mayor; este hecho puede explicarse por que estos últimos, reciben todos los casos que no pueden ser tratados en los hospitales menos complejos.

**Palabras clave:** eficiencia técnica, frontera estocástica de producción, funciones de distancia estocástica, servicio hospitalario, función translogarítmica.

**Keywords:** technical efficiency, production stochastic frontier, stochastic distance function, health service, translogarithmic function.

## The minimum description length in line transect sampling<sup>I</sup>

RUSSELL ALPIZAR-JARA<sup>II</sup>      Fernando Ceia<sup>III</sup>

Portugal

---

Population density estimation in line transect sampling requires estimating and fitting a probability density function denoted by  $f(y|\theta)$ , where  $y$  represents the perpendicular distance from a detected animal (or object) to the transect center line that is being traversed by an observer, and  $\theta$  represents the vector parameter indexing this family of probability density functions.

Currently, the most popular approach to estimate  $f(\cdot)$ , is based on a semi-parametric methodology proposed by [1]. The main idea is to find the maximum likelihood estimator for  $\theta$  using a parametric functional form combined with a series expansion. This methodology has been implemented in software DISTANCE ([2], [3]).

We present an alternative approach based on the Minimum Description Length principle (MDL) [4] and its application to estimate a density function through a histogram [3]. With this methodology we no longer need to assume an a priori parametric function to fit our data and variable class intervals are also allowed, optimizing the number of class intervals and compressing the available information at most.

Our methodology is illustrated with two examples frequently used in the literature. We assess the performance of the new estimator and compare it to those proposed by [2] using *half-normal*, *hazard-rate*, *exponential* and *uniform with a co-sine adjustment term* for detectability functions.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES6: JUEVES / THURSDAY 18, 5:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidade de Évora, CIMA-U.E., Departamento de Matemática, Portugal. E-Mail: [alpizar@uevora.pt](mailto:alpizar@uevora.pt).

<sup>III</sup>Universidade de Évora, Programa de Doutoramento em Matemática, and Escola Básica 2/3 José Régio, Portalegre, Portugal. E-Mail: [fceia1@sapo.pt](mailto:fceia1@sapo.pt).

Our results show that the proposed methodology (MDL) to estimate a detectability density function in line transect sampling are very comparable if the sampling distribution is *half-normal*, with slightly better precision for estimates obtained using the methodology implemented in software *DISTANCE*. However, if the sampling distribution is a *harzard-rate*, MLD presents slightly better results. If the sampling distribution is *exponential*, MLD provides an estimator that is more precise but with larger biases. If the sampling distribution is *uniform with a co-sine adjustment term*, the results obtained with the MLD are not satisfactory. In general, for the first three scenarios, MLD tends to underestimate population density whereas *DISTANCE* methodology tends to overestimate.

**Keywords:** detectability function, distance sampling, normalized likelihood, stochastic complexity.

**Palabras clave:** función de detectabilidad, muestreo a distancia, probabilidad normalizada, complejidad estocástica.

**Mathematical Subject Classification:** 62P10, 62G07, 68P30.

## Referencias

- [1] BUCKLAND, S. T. (1992): “Maximum likelihood fitting of the Hermite and simple polynomials densities”, *Applied Statistics*, **41**, 241–266.
- [2] BUCKLAND, S. T. & ANDERSON, D. & BURNHAM, K. P. & LAAKE, J. L. & BORCHERS, D. & THOMAS, L. (2001): “Introduction to distance sampling: estimating animal abundance of biological populations”, *Oxford University Press*, Oxford.
- [3] KONTKANEN, P. & MYLLYMÄKI, P. (2006): “InformationTheoretically Optimal Histogram Density Estimation”, *Helsinki Institute for Information Techonology*).
- [4] Rissanen, J. (1978): “Modeling by shortest data description”, **14**, 465–471.
- [5] THOMAS, L. & LAAKE, J. & STRINDBERG S. & MARQUES, F. & BUCKLAND, S. & BORCHERS, D. & ANDERSON, D. & BURNHAM, K. & HEDLEY, S. & POLLARD, J. & BISHOP, J. & MARQUES, T. (2006): “Distance 5.0 Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment”, University of St. Andrews, UK.

# Juegos borrosos<sup>I</sup>

RAÚL ALVARADO<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Utilizando las nociones de conjuntos borrosos (fuzzy sets) se define una nueva categoría de juegos matemáticos cooperativos llamados “juegos borrosos”. Se demuestran las propiedades básicas en este nuevo esquema y algunas consecuencias interesantes.

**Palabras clave:** juegos cooperativos, conjuntos borrosos.

**Keywords:** cooperative games, fuzzy sets.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad de Costa Rica. E-Mail: [raulalsi@gmail.com](mailto:raulalsi@gmail.com).

# Una generalización de la división sintética<sup>I</sup>

RAÚL ALVARADO<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Se extiende el algoritmo de la división sintética, del caso en que el divisor es un factor lineal al caso en que es un polinomio de grado  $n$ .

**Palabras clave:** división sintética.

**Keywords:** synthetic division.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:10 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad de Costa Rica. E-Mail: [raulalsi@gmail.com](mailto:raulalsi@gmail.com).



## Revisión crítica de métodos de interpolación de variables climatológicas<sup>I</sup>

LUIS ÁLVAREZ<sup>II</sup>   Antonio Sarmiento<sup>III</sup>   Andrea Bolongaro<sup>IV</sup>  
Vicente Torres<sup>V</sup>

México

---

Se hace una revisión crítica de los métodos de interpolación basados en placas finas de splines y “co-kriging” para determinar hasta qué punto hay una dependencia de dichos métodos con variables tales como la topografía. Esta covariable es muy importante en países como México debido a la naturaleza montañosa del territorio. En particular, se analiza el uso de las interpolaciones para generar coberturas de variables climáticas (precipitación pluvial y temperatura) en el Estado de Morelos, México y se presentan resultados de precipitación pluvial y temperatura del periodo 1961–2006.

**Palabras clave:** calentamiento global, lluvia, observaciones meteorológicas, variabilidad climática.

**Keywords:** global warming, rainfall, meteorological observations, climatic variability.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca y Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [lja@matcuer.unam.mx](mailto:lja@matcuer.unam.mx).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [ansar@matcuer.unam.mx](mailto:ansar@matcuer.unam.mx).

<sup>IV</sup>Academia Nacional de Investigación y Desarrollo, México. E-Mail: [andrea.bolongaro@anide.edu.mx](mailto:andrea.bolongaro@anide.edu.mx).

<sup>V</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [vicente.torres@anide.edu.mx](mailto:vicente.torres@anide.edu.mx).

## Simulación en C# de un controlador difuso<sup>I</sup>

RICARDO ÁLVAREZ<sup>II</sup>    Alba Sánchez<sup>III</sup>    Claudia Solano<sup>IV</sup>  
Gerardo Mino<sup>V</sup>

México

---

En este trabajo se presenta la simulación de un controlador difuso para un carro. La función del controlador fue posicionar el carro en el centro de la carretera tomando en cuenta la inclinación del carrito con respecto a un eje coordinado y la distancia del carro al centro de la carretera, la salida es también una variable difusa dada por ciertas reglas difusas para el cálculo de las salidas se aplicó GMP, DOF y Mamdani, para defuzificar la salida se utilizó la fórmula del centroide. Para la generación de las funciones de membresía se usa Redes Neuronales Artificiales y Algoritmos Genéticos, se presentan tablas de comparación entre los dos.

**Palabras clave:** lógica difusa, funciones de membresía, redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos.

**Keywords:** fuzzy logic, membership functions, artificial neural networks, genetic algorithms.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [algor@ece.buap.mx](mailto:algor@ece.buap.mx).

<sup>III</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [agalvez@cs.buap.mx](mailto:agalvez@cs.buap.mx).

<sup>IV</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [clau.botas@hotmail.com](mailto:clau.botas@hotmail.com).

<sup>V</sup>Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [gerardo.mino@ece.buap.mx](mailto:gerardo.mino@ece.buap.mx).

*Conferencia / Lecture*  
Scattering and 2D coating problems by multilayer  
LHM metamaterial structures<sup>I</sup>

ALEXANDER ANYUTIN<sup>II</sup>

Rusia

---

The strict solution of diffraction problem by 2D multilayer metamaterial structures are presented. The field distribution in near and far zones for such structures was investigated and discussed. It is detected the effect of coating (but not invisible) for these types of structures.

It is known that scattering from 2D multilayer dielectrically structures could be reduced to multiple scattering problems. The last problem is a classical problem of the diffraction theory, which has been under wide discussing since the middle of 20th century. During a few recent years, an artificial medium (metamaterial or medium with negative index refraction) have been attracting much attention again both theoretical and experimental points of view. At present time the problem of electromagnetic wave interaction with metamaterial structures is discussed in many publication (see [1-3] and reference in it). However we would like to emphasize that up to now there is no a satisfactory solution of this problem for compact bodies in high frequency region.

This lecture is concerning to a strict numerical solution of multiple scattering problem by 2D compact metamaterial structures and plane or cylindrical incident waves. We also had considered following cases of the structures: plate with negative refractive index  $n_r \approx -1$  with circular (or square) insertion (or insertions) from vacuum or metal; single plate or single cylinder with  $n_r \approx -1$  and losses; single shell with  $n_r < 0$  or shell with  $n_r \approx -1$  and circular insertion from metal; plate

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 9: JUEVES / THURSDAY 18, 10:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Russian New University, Rusia. E-Mail: [anioutine@mail.ru](mailto:anioutine@mail.ru).

with  $n_r \approx -1$  with circular insertion from air and outer metamaterial cylinder with  $n_r \approx -1$ . We present the field distribution in near zone and scattering pattern for all types of the structures.

**Keywords:** metamaterial structures, diffraction problems, coating problems.

**Palabras clave:** estructuras de meta-materiales, problemas de difracción, problemas de recubrimiento.

### Referencias

- [1] VESELAGO, V.G . (1968): “The electrodynamics of substances with simultaneously negative values of  $\epsilon$  and  $\mu$ ”, *Soviet Physics Uspekhi*, **10**, 509–514.
- [2] PENDRY, J.B. & SMITH, D.R. (2004): “Reversing Light with Negative Refraction”, *Physics Today*, **57**, 37–43.
- [3] VESELAGO, V. & BRAGINSKY, L. & SHKLOVER, V. & HAFNER, C.J. (2006): “Negative refractive index materials”, *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, **3** (2), 189–218.
- [4] ANIOUTINE, A.P. & KYURKCHAN, A.G. & MINAEV, S.A. (2003): “About a universal modification to the method of discrete sources and its application”, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **79-80**, 509–520.
- [5] ANIOUTINE, A.P. (2005): “Scattering of E and H polarized waves from covered cylindrical structures”, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **100** (1-3), 16–25.

## Mezcla óptima de productos para una empresa de servicios de salud<sup>I</sup>

JAIME ARANGO<sup>II</sup>

Colombia

---

El problema de la mezcla óptima de productos es uno de las más comunes aplicaciones de los modelos de investigación operativa. Generalmente se ha aplicado a organizaciones dedicadas a la fabricación de productos tangibles, y son escasas las referencias sobre aplicaciones a entidades de servicios. Este trabajo documenta una aplicación real del modelo de mezcla óptima de productos a una institución prestadora de servicios de salud, considerando las particularidades de este tipo de instituciones. Se hace el planteamiento del modelo general, se establece la metodología para determinar los coeficientes considerando la variabilidad tanto de los precios como de los costos dependiendo de las negociaciones con las entidades a las que se les presta el servicio y con los profesionales de la salud y otros proveedores. El modelo resultante es de orden lineal y se resuelve por el algoritmo SIMPLEX. El aporte del trabajo está en la caracterización del modelo a este tipo de entidades y en el establecimiento de la metodología de determinación y actualización de los coeficientes. Se concluye que el modelo en general es lineal pero deben considerarse condiciones variables en la determinación de los coeficientes, que más que productos deben priorizarse servicios a entidades y que se deben considerar restricciones de capacidad y de mercado.

**Palabras clave:** mezcla óptima de productos, programación lineal, investigación de operaciones, optimización.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO1: MARTES / TUESDAY 16, 2:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia. E-Mail: [jaarangom@unal.edu.co](mailto:jaarangom@unal.edu.co).

### Abstract

The problem of the optimal product mix is one of the most common applications of operations research models. It has generally been applied to organizations engaged in the manufacture of tangible products, and there are few references on applications to service entities. This paper documents a real application of the model of optimal product mix to an institution health care provider, considering the characteristics of such institutions. It is the approach of the general model, provides the methodology for determining the coefficients considering the variability of both prices and costs prevailing at the negotiations with the entities that are providing the service and health professionals and other providers. The resulting model is of linear order and is solved by the SIMPLEX algorithm. The contribution of labor is in the characterization of the model to such entities and the establishment of the methodology for determining and updating of the coefficients. We conclude that the linear model in general but should be considered in determining variable conditions of the coefficients, which should be prioritized rather than products and services to entities to consider capacity constraints and market.

**Keywords:** product mix, linear programming, operations research, optimization.

### Referencias

- [1] ARANGO, J.A. (2009): “Determinación de la Mezcla Óptima de Productos para una Tejeduría Textil”, *Scientia Et Technica*, **42**, (XV), 125–130.
- [2] BYRD, J.JR. & MOORE, L.T. (1978): “The Application of a Product Mix Linear Programming Model in Corporate Policy Making”, *Management Science*, **24** (13), 1342–1350.
- [3] HASUIKE, T. & ISHII, H. (2009) “On flexible product-mix decision problems under randomness and fuzziness”, *Omega*. **13** (4), 770–787.
- [4] HODGES, S.D. & MOORE, P.G. (1970): “The Product-Mix Problem under Stochastic Seasonal Demand”, *Management Science*, **17** (2), B107–B114.
- [5] LINHARES, A. (2009): “Theory of constraints and the combinatorial complexity of the product-mix decision”, *International Journal of Production Economics*.

## Un teorema del tipo Gelfand-Wiener para funciones cuasiperiódicas<sup>I</sup>

VERNOR ARGUEDAS<sup>II</sup>      Edwin Castro<sup>III</sup>

Costa Rica

---

El célebre teorema de Wiener para funciones periódicas y finalmente demostrado por Gelfand se puede enunciar de la siguiente manera:

**Teorema:** Sea  $f$  una función periódica tal que  $f(x) \neq 0, \forall x \in \mathbb{R}$ , con desarrollo de Fourier dado por  $f \sim \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k e^{i\omega_k x}$ . Si  $\sum |a_k|$  es convergente, entonces  $1/f$  es periódica y  $1/f \sim \sum_{k=-\infty}^{+\infty} b_k e^{i\omega_k x}$ , con  $\sum |b_k|$  convergente.

Tanto Gelfand como Wiener fueron verdaderos colosos de las matemáticas. Israel Gelfand murió en octubre del 2009 y este trabajo es un homenaje de los autores a este insigne matemático que nos continua iluminando.

En este trabajo recordaremos que el teorema es válido en el caso  $n$ -dimensional y por medio del ejemplo:  $2 - (e^{ix} + e^{i\sqrt{2}x}), x \in \mathbb{R}$  mostramos que el resultado no es válido para funciones cuasiperiódicas. Además demostraremos una versión del teorema de Wiener-Gelfand para funciones cuasiperiódicas en el caso en que  $f$  satisfaga  $|f(x)| > \alpha > 0, \forall x \in \mathbb{R}$ .

**Palabras clave:** funciones cuasiperiódicas, series de Fourier, teoremas de Gelfand-Wiener.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN3: MARTES / TUESDAY 16, 5:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>CIMPA, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica. E-Mail: [vargueda@amnet.co.cr](mailto:vargueda@amnet.co.cr).

<sup>III</sup>CIMPA, Universidad de Costa Rica, 2060 San José, Costa Rica. E-Mail: [hyperion32001@yahoo.es](mailto:hyperion32001@yahoo.es).

### Abstract

Wiener's famous theorem for periodic functions was proved by Gelfand. It states:

**Theorem:** Let  $f$  be a periodic function,  $f(x) \neq 0, \forall x \in \mathbb{R}$ , with Fourier development  $f \sim \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_k e^{i\omega_k x}$ . If  $\sum |a_k|$  is convergent, then  $1/f$  is a periodical one and  $1/f \sim \sum_{k=-\infty}^{+\infty} b_k e^{i\omega_k x}$ , with  $\sum |b_k|$  convergent.

It is not possible to translate the theorem automatic for the almost periodic case as its shown by the example  $2 - (e^{ix} + e^{i\sqrt{2}x}), x \in \mathbb{R}$ .

In this work we proof a version of this theorem for almost periodic functions in the case that  $f$  satisfies  $|f(x)| > \alpha > 0, \forall x \in \mathbb{R}$ .

**Keywords:** almost periodical functions, Fourier series, Gelfand-Wiener theorems.

**Mathematics Subject Classification:** 43A60, 42C15, 42A65, 47B38.



## Identificación de consumidores propensos a participar en actividades de cuidado al medio ambiente<sup>I</sup>

PILAR ARROYO<sup>II</sup>      Juan Gaytán<sup>III</sup>

México

---

El desarrollo tecnológico, el aumento en la disponibilidad de productos y servicios y el incremento en el poder adquisitivo no sólo han resultado en mejoras en la calidad de vida sino también en la generación de una mayor cantidad de desechos electrónicos y eléctricos (e-waste). Para enfrentar el problema de acumulación y eliminación inapropiada de estos residuos, se requiere de acciones efectivas para su recuperación, reciclaje o confinamiento y también de la participación activa de la comunidad. Reportes en países desarrollados indican que aquellos individuos con mayor sentido de responsabilidad social y mejor educación ambiental están más dispuestos a apoyar los programas de cuidado al medio ambiente (Huilan et al., 2009) y a exhibir conductas ecológicas (Straughan y Roberts, 1999). En el caso de México, se carece de información sobre el perfil de los individuos más propensos a participar en acciones de protección al ambiente y sus conductas ecológicas. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia del perfil demográfico y del grado de compromiso con el desarrollo sustentable sobre las conductas ecológicas de los residentes de la zona metropolitana de Toluca (capital del estado de México).

Para atender al objetivo anterior, se realizó una encuesta entre los participantes de un evento de recolección masiva de residuos electrónicos. Un total de 118 cuestionarios fueron aplicados, los cuales fueron procesados a través de varias técnicas de estadística multivariada. Los 20 reactivos del cuestionario que hacen

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES6: JUEVES / THURSDAY 18, 5:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Tecnológico de Monterrey, campus Toluca, México. E-Mail: pilar.arroyo@itesm.mx.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: jgaytan@itesm.mx.

referencia a actitudes ecológicas, se procesaron mediante un análisis factorial. Cuatro dimensiones de preocupación hacia el ambiente fueron identificadas: desarrollo sustentable, esfuerzo colectivo, motivadores para el reciclaje y efectividad de la acción individual. El quinto factor agrupó las acciones ecológicas de la población. Las respuestas originales de los participantes fueron resumidas a través de los puntajes factoriales correspondientes.

Los puntajes factoriales fueron los datos de entrada para un análisis de conglomerados que resultó en la identificación de tres segmentos de individuos: 1) comprometidos con el medio ambiente, 2) desalentados en cuanto al esfuerzo individual, 3) desmotivados y desatendidos con el medio ambiente. El último análisis estadístico contrastó los segmentos identificados en términos del perfil demográfico y socioeconómico de los participantes. El análisis de varianza realizado mostró que los individuos más comprometidos con el ambiente (segmentos 1 y 2) son adultos maduros, principalmente mujeres, con un nivel educativo y un ingreso relativamente superior al de participantes en el tercer segmento.

Los resultados del análisis estadístico permiten establecer las siguientes recomendaciones: a) Diseñar campañas que motiven la formación de las actitudes pro-ambiente que caracterizaron a los participantes del evento de reciclaje masivo, b) Demostrar la importancia de la participación individual para asegurar la participación de individuos como los del segmento 2 y c) Implementar programas de reciclado en zonas donde hay predominio del segmento demográfico más comprometido con el cuidado del ambiente para de ahí difundir a otras zonas con perfil menos favorable.

**Palabras clave:** residuos electrónicos, actitudes ecológicas, análisis estadístico multivariado.

**Keywords:** e-waste, ecological attitude, multivariate statistical analysis.

## Referencias

- [1] HUILAN, W. & HAIYUN, C. & JIANMING, B. & TING, Z. (2009): “Modeling community participation and other factors affecting biodiversity protection projects in China”, *Environmental Dev. Sustainability*, **11**, 725–734.
- [2] STRAUGHAN, R. D. & ROBERTS, J. A. (1999): “Environmental segmentation alternatives: a look at green consumer behavior in the new millennium”, *Journal of Consumer Marketing*, **16**(6), 558–575.

*Minicurso*  
Special functions and difference equations<sup>I</sup>

NATIG ATAKISHIYEV<sup>II</sup>

México

---

The main aim of this brief course is to call attention to *difference equations* as a useful device for solving various problems in mathematical physics. We recall first some background facts about classical hypergeometric polynomials of Jacobi, Laguerre and Hermite. Then we discuss some methods for solving difference equations. As a particular example we consider in great detail a difference equation for the Kravchuk functions. Then we take up another generalization of the classical Hermite polynomials, the continuous  $q$ -Hermite polynomials of Rogers, which are governed by a  $q$ -difference equation.

**Keywords:** Gaussian hypergeometric function, hypergeometric polynomials, Jacobi, Laguerre and Hermite polynomials, gamma function, difference equations and operators, Kravchuk polynomials,  $q$ -extension, continuous  $q$ -Hermite polynomials of Rogers.

**Palabras clave:** función hipergeométrica de Gauss, polinomios hipergeométricos, polinomios de Jacobi, Laguerre y Hermite, función gamma, ecuaciones y operadores diferenciales, polinomios de Kravchuk,  $q$ -extensiones, polinomios continuos  $q$ -Hermite de Rogers.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 8:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca, Universidad Nacional Autónoma de México.  
E-Mail: [natig\\_atakishiyev@hotmail.com](mailto:natig_atakishiyev@hotmail.com).

# On lifting $q$ -difference operators in the Askey scheme of basic orthogonal polynomials<sup>I</sup>

NATIG ATAKISHIYEV<sup>II</sup>      Mesuma Atakishiyeva<sup>III</sup>

México

---

We determine an explicit form of a  $q$ -difference operator that lifts the continuous  $q$ -Hermite polynomials  $H_n(x|q)$  of Rogers up to reach the continuous big  $q$ -Hermite polynomials  $H_n(x; a|q)$  on the next level in the Askey scheme of basic hypergeometric polynomials. This operator is defined as the Exton  $q$ -exponential function  $\epsilon_q(a_q D_q)$  in terms of the Askey-Wilson divided  $q$ -difference operator  $D_q$  and it represents a particular  $q$ -extension of the standard shift operator  $\exp(a \frac{d}{dx})$ .

We show next that one can move upward two steps more in order to reach the Al-Salam&Chihara family of polynomials  $Q_n(x; a, b|q)$  in the first step, and then the continuous dual  $q$ -Hahn polynomials  $p_n(x; a, b, c|q)$ . In both of these cases lifting operators turn out to be convolution-type products of two and three, respectively, one-parameter  $q$ -difference operators of the same type  $\epsilon_q(a_q D_q)$ , as surfaces at the beginning.

At each step we determine also  $q$ -difference operators that lift successively the weight functions within this chain of four  $q$ -polynomial families:  $H_n(x|q)$ ,  $H_n(x; a|q)$ ,  $Q_n(x; a, b|q)$ , and  $p_n(x; a, b, c|q)$ .

**Keywords:** basic hypergeometric polynomials, Exton's  $q$ -exponential function, shift operator, Askey-Wilson divided  $q$ -difference operator, continuous big  $q$ -Hermite polynomials, Al-Salam&Chihara polynomials, continuous dual  $q$ -Hahn polynomials.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN3: MARTES / TUESDAY 16, 5:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [natig\\_atakishiyev@hotmail.com](mailto:natig_atakishiyev@hotmail.com).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [mesuma@uaem.mx](mailto:mesuma@uaem.mx).

**Palabras clave:** polinomios hipergeométricos básicos, función Exton's  $q$ -exponencial, operador "shift", polinomios continuos grandes  $q$ -Hermite, operadores Askey-Wilson de diferencia  $q$  dividida, polinomios Al-Salam&Chihara, polinomios del dual continuo  $q$ -Hahn.

## Estimación de parámetros en modelos epidemiológicos de VIH/SIDA en Cuba<sup>I</sup>

MARTA BAGUER<sup>II</sup>    Jorge Barrios<sup>III</sup>    Aymeé Marrero<sup>IV</sup>  
Héctor de Arazoza<sup>V</sup>

Cuba

---

La formulación de modelos matemáticos es uno de los grandes retos de la biomatemática actual. En este artículo se da una respuesta sobre cuál es, en algún sentido, el modelo de VIH/SIDA de los presentados en [1], que mejor representa los datos reales existentes, además que cómo se estiman los parámetros que intervienen en los mismos con el uso de una estrategia de solución que incluye dos vías, una determinista y otra no determinista.

**Palabras clave:** estimación de parámetros, modelos epidemiológicos, búsqueda activa de contactos, mínimos cuadrados ponderados.

### Abstract

The formulation of mathematical models is one of the most significant challenges in biomathematics. In this paper we give a answer about which is the HIV/AIDSs model presented in [1] most likely to represent the information in a set of observed data. Also we solve the parameter estimation problem in the models by two ways, a deterministic and a nondeterministic.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 6:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba. E-Mail: [mbaguer@matcom.uh.cu](mailto:mbaguer@matcom.uh.cu).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Cuba. E-Mail: [jbarrios@matcom.uh.cu](mailto:jbarrios@matcom.uh.cu).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, Cuba. E-Mail: [aymee@matcom.uh.cu](mailto:aymee@matcom.uh.cu).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo, Cuba. E-Mail: [aragoza@matcom.uh.cu](mailto:aragoza@matcom.uh.cu).

**Keywords:** parameter estimation problem, epidemiologic models, contact tracing, weighted least squares.

**Mathematics Subject Classification:** 65K05, 65K10, 37N40, 47A10.

## Referencias

- [1] HSIEH, Y.H. & DE ARAZOZA, H. & LOUNES, R. & JOANES, J. (2004): “A class of methods for HIV contact tracing in Cuba: implications for intervention and treatment”, in book *Deterministic and Stochastic Models for AIDS Epidemics and HIV Infection with Interventions*, edited by Tan Wai-Yuan (University of Memphis, USA) & Hulin Wu (University of Rochester, USA).

# Asymptotical analysis and Pade approximation in problems on diffusion-controlled cracks propagation<sup>I</sup>

ALLA BALUEVA<sup>II</sup>      Leonid Germanovich<sup>III</sup>

Estados Unidos

---

In this work, we consider the diffusion-controlled axisymmetric fracture in an infinite space and half-space. An important example of diffusion-controlled fracture growth is given by hydrogen induced cracking. In metals, hydrogen is typically dissolved in the proton form. When protons reach the crack surface, they recombine with electrons and form molecular hydrogen in the crack cavity. Then, the fracture can propagate even in the absence of any external loading, that is, only under the excessive pressure of gas hydrogen accumulated inside the crack.

Our results show that in the long-time asymptotic approximation (based on the quasi-static solution), the diffusion-controlled delamination propagates with constant velocity. We determine a maximum critical concentration that limits the use of the quasi-static solution. A transient solution, representing a short-time asymptotic approximation, is used when the concentration of gas exceeds the critical concentration. We then match these two end-member cases by using the method of Pade approximations and present closed-form solutions for both internal and near-surface diffusion-controlled crack propagation at different time scales.

**Keywords:** diffusion, crack propagation, asymptotic analysis, Pade approximation.

**Palabras clave:** difusión, propagación crack, análisis asintótico, aproximación de Pade.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN3: MARTES / TUESDAY 16, 4:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Gainesville State College, Gainesville, USA. E-Mail: [abaloueva@gsc.edu](mailto:abaloueva@gsc.edu).

<sup>III</sup>Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA. E-Mail: [leonid@ce.gatech.edu](mailto:leonid@ce.gatech.edu).



# Modelo para optimización de planes de muestreo mediante simulación matemática<sup>I</sup>

RODRIGO BARBOSA<sup>II</sup>

Colombia

---

En la presente investigación se desarrolla un modelo estadístico basado en la teoría bayesiana y la aplicación de métodos alternos estadísticos y de decisión como la teoría de procesos markovianos, por medio de la simulación de Montecarlo, en la que se logra obtener la proporción de productos no conformes que sigue una función de probabilidad, obtenida por transformada inversa y así, teniendo en cuenta un NAC (nivel aceptable de calidad) deseado, se puede obtener un plan de inspección por aceptación que minimice los costos involucrados en un proceso de producción.

**Palabras clave:** procesos markovianos, simulación de Montecarlo, transformada inversa, NAC.

## Abstract

In the following investigation, we develop a statistical model based on the Bayesian theory and the application of alternative statistical and decision making methods like the Markovian processes theory, through a Montecarlo simulation, in which it is possible to obtain the non-quality proportion that follows a probability distribution, obtained by the inverse transformed function and so, by taking into consideration the AQL (acceptable quality level) desired, it is possible to obtain a acceptance inspection plan that minimizes the costs involved in a production process.

**Keywords:** Markovian processes, inverse transformed function, Montecarlo simulation, AQL.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 4:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. E-Mail: [rbarbosa@uninorte.edu.co](mailto:rbarbosa@uninorte.edu.co).

# Estimación no paramétrica de la función de supervivencia bivariada bajo censura aleatoria independiente<sup>I</sup>

JOSÉ LUIS BATÚN<sup>II</sup>      Javier Rojo<sup>III</sup>

México – Estados Unidos

---

Se presenta un nuevo estimador no paramétrico de la función de supervivencia bivariada, el cual a diferencia de los estimadores presentados por Dabrowska (1988) y Prentice-Cai (1992), sí es una función de supervivencia propia, es decir, asigna masa no negativa a todos los rectángulos y es monótona no decreciente en cada coordenada.

También se presentan resultados correspondientes a su consistencia puntual asintótica, así como estudios de simulación comparando el estimador con los dos anteriores mencionados, utilizando el error cuadrático medio.

**Palabras clave:** supervivencia bivariada, censura aleatoria, estimación no-paramétrica, consistencia.

**Keywords:** bivariate survival, random censorship, non-parametric estimation, consistency.

## Referencias

- [1] DABROWSKA, D. M. (1988): “Kaplan-Meier estimate on the plane”, *The Annals of Statistics* **16**: 1475–1489.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, México. E-Mail: [jbatun@uady.mx](mailto:jbatun@uady.mx).

<sup>III</sup>Rice University, Houston. E-Mail: [jrojo@stat.rice.edu](mailto:jrojo@stat.rice.edu).

- [2] PRENTICE, R. L., CAI, J. (1992): “Covariance and survivor function estimation using censored multivariate failure time data”, *Biometrika* **79**(3): 495–512.
- [3] VAN DER LAAN, M. J. (1996): “Efficient estimator in the bivariate censoring model and repairing NPMLE”, *The Annals of Statistics* **24**: 596–627.

## Distribución predictiva bayesiana a través de distribuciones apriori elicidadas<sup>I</sup>

CARLOS BARRERA<sup>II</sup>      Juan Carlos Correa<sup>III</sup>

Colombia

---

Los métodos bayesianos permiten opiniones subjetivas acerca de incertidumbres con respecto al parámetro o vector de parámetros de interés, que se combinarán a través del teorema de Bayes, para formar distribuciones de probabilidad posteriores de los parámetros.

La incertidumbre acerca del verdadero valor de un parámetro de interés  $\theta$  en la población, es modelado por la función de densidad apriori  $p(\theta)$ , con  $\theta \in \Theta$ , la cual, en este trabajo será obtenida a través de procesos de elicitación.

Se realizará una aplicación, en la cual determinaremos la distribución apriori del tiempo de vida promedio para la primera falla de un computador a través de procesos de elicitación, para posteriormente obtener la respectiva distribución predictiva bayesiana.

**Palabras clave:** apriori, elicitación, distribución predictiva.

### Abstract

Bayesian methods allow subjective views about uncertainties regarding the parameter or parameter vector of interest, which will be combined through the Bayes theorem, train probability distributions of post parameters.

Uncertainty about the true value of a parameter of interest  $\theta$  in the population, is shaped by the priori density function  $p(\theta)$ , with  $\theta \in \Theta$ , which, in this work, will be gained through elicitation processes.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR2: VIERNES / FRIDAY 19, 4:10 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias, ITM, Medellín, Colombia. E-Mail: [cbarrera03@gmail.com](mailto:cbarrera03@gmail.com).

<sup>III</sup>Escuela de Estadística, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia. E-Mail: [jccorrea@unalmed.edu.co](mailto:jccorrea@unalmed.edu.co).

There will be an application, which will determine the priori distribution of lifetime average for the first failure of a computer through elicitation processes, subsequently, the respective distribution predictive Bayes will be obtained.

**Keywords:** prior, elicitation, predictive distribution.

## Modelos logísticos binarios y multinomiales aplicados a la vinculación academia-empresa<sup>I</sup>

NOÉ BECERRA<sup>II</sup> Fortino Vela<sup>III</sup>

México

---

Hoy en día, los modelos econométricos logísticos se han vuelto una herramienta muy útil para el análisis de datos en diversas áreas de investigación. Este estudio usa una encuesta aplicada a empresas mexicanas para identificar los factores estructurales y de conducta de las firmas que influyen de manera importante en la propensión a establecer vínculos de transferencia de conocimiento con los Institutos de Educación Superior y los Centros Públicos de Investigación (CPI).

Utilizamos como estrategia metodológica modelos logísticos binarios y multinomiales con el objetivo de estimar la probabilidad de las firmas de establecer vínculos con la Academia. Las variables independientes son: el tamaño, la antigüedad, la intensidad tecnológica, el tipo de propiedad, desempeño innovador, actividad de Investigación y Desarrollo (I&D) y la pertenencia a un grupo. Las variables tamaño, actividad de I&D y actividad innovadora resultaron significativas para la vinculación con las universidades. En el caso de vinculación con CPI las variables significativas fueron tamaño, actividad de I&D y pertenencia a un grupo. Para la regresión multinomial se construyeron cinco categorías de vinculación (No vinculación, Información, Recursos Humanos, Producto y Servicios de Investigación y Establecimiento de Empresas). Los resultados de esta última estimación muestran un patrón diferenciado entre los IES y los CPI. Las empresas perciben a los IES como formadores de capital humano y a los CPI como apoyo para las actividades de investigación.

**Palabras clave:** regresión logística, modelos multinomiales, vinculación academia-industria, transferencia de conocimiento.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México. E-Mail: 209181651@tochtli.xoc.uam.mx.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo E-Mail: hyperion32001@ yahoo.es.

### Abstract

Nowadays, econometric logistic models had become a very useful statistical tool for data analysis in several research areas. This study uses a survey of mexican firms to identify the structural and behavioral factors which influence importantly on the propensity to establish knowledge transference linkages with Higher Education Institutions (HEI) and Public Research Centers (PRC).

We use as methodological strategy logistic regression models, binary and multinomial, in order to estimate the likelihood of firms to engage in bonds with the Academy. The independent variables are: size, age, technological intensity, ownership, innovative performance, research and development activity (R&D) and membership to a group. The variables size, R&D activity and innovative performance were significant for linkages with HEI. For linkages with PRC the significant variables were size, R&D activity and membership to a group. In the case of multinomial regression we built five categories of linkages (No Linkage, Information, Human Resources, Research's products and services and firms's setting up) as dependent variables. The results of this latter estimation showed different patterns of linkage whether dealing with HEI or PRC. Evidence shows that firms see HEI as human capital developers and PRC as support for research activities.

**Keywords:** logistic regression, multinomial model, academy-industry linkages, knowledge transfer.

### Referencias

- [1] CHEN, K. & MARTIN K. (2007): "Universities/Research Institutes and Regional Innovations Systems: The Cases of Beijing and Shenzhen", *World Development*, **35**(6):1056–1074.
- [2] DESTE, P. & PATEL, P. (2007): "University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?", Doi:10.1016/respol.2007.0.002.
- [3] HOSMER, D.W. & LEMESHOW, S. (2000): "Applied Logistic Regression", to appear in *J. Willey*, New York.
- [4] HILBE, J.M. (2009): "Logistic Regression Models", Chapman & Hall/CRC., Boca Ratón, FL.
- [5] SEGARRA-BLASCO, A. & ARAUZO-CARODARGUEDAS, V. (2000): "Sources of innovation and industry-university interaction: Evidence from Spanish firms", *Research Policy*, **37**: 1283–1295.

## Un análisis estadístico comparativo de recocido simulado y búsqueda de vecindad variable para el problema de agregación geográfica<sup>I</sup>

BEATRIZ BERNÁBE<sup>II</sup>    José Espinosa<sup>III</sup>    María Osorio<sup>IV</sup>  
Javier Ramírez<sup>V</sup>    Rogelio González<sup>VI</sup>

México

---

Este artículo describe un estudio estadístico factorial para comparar la calidad de las soluciones de las heurísticas de Recocido Simulado (RS) y Búsqueda por Entorno Variable (BEV) para el problema de particionamiento geográfico. Estos métodos son usados para resolver el problema de agregación geográfica, y se han comparado de acuerdo a la calidad de las soluciones obtenidas en tiempos específicos estimados. Con el objetivo de comparar la calidad de las soluciones, donde las dos heurísticas participen en una evaluación equitativa, se ha considerado el tiempo como el único elemento común para BEV y RS. En este punto, dos conjuntos de pruebas para instancias de 24 objetos fueron obtenidos con un diseño experimental factorial. Dichas pruebas se realizaron con ambas heurísticas para diferentes tiempos de respuesta donde se han registrado los valores de la función objetivo.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD3: MARTES / TUESDAY 16, 5:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Departamento de Sistemas, Posgrado de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [beatriz.bernabe@gmail.com](mailto:beatriz.bernabe@gmail.com).

<sup>III</sup>Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [pepe-espinoza@hotmail.com](mailto:pepe-espinoza@hotmail.com).

<sup>IV</sup>Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [mariauxosorio@gmail.com](mailto:mariauxosorio@gmail.com).

<sup>V</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México. E-Mail: [jararo@correo.azc.uam.mx](mailto:jararo@correo.azc.uam.mx)

<sup>VI</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [rgonzalez@cs.buap.mx](mailto:rgonzalez@cs.buap.mx).



La solución a este problema requiere un proceso de particionamiento donde cada grupo está formado de objetos que cumplen mejor con el objetivo: la distancia mínima acumulada de los objetos al centroide en cada grupo. Esta aplicación es un problema combinatorio NP-duro.

**Palabras clave:** recocido simulado, búsqueda de vecindad variable, problema de agrupamiento geográfico, diseño de Box-Benhken.

### Abstract

This paper describes a comparative study of two heuristics: Simulated Annealing (SA) and Variable Neighborhood Search (VNS). These methods are used for solving the Geographical Clustering Problem (GCP), and compared according to the quality of the solutions obtained in specific solution times. In order to compare the quality of the solutions, two groups of 24 objects obtained with an experimental Box-Benhken design, were solved with both heuristics, during several given solution times, and the objectives compared. The results obtained indicate that generally, VNS provides better solutions than SA for similar time intervals. The solution of this problem demands a zone classification process where each zone is made of objects that best fulfill the objective, usually the minimum accumulated distance from the objects to the centroid in each zone; informally this process is named the geometric compactness. This well known application is an NP-hard combinatorial problem.

**Keywords:** simulated annealing, variable neighborhood search, geographical clustering problem, Box-Benhken design.

## Un modelo estocástico para la descripción del proceso de envejecimiento celular<sup>I</sup>

LILIANA BLANCO<sup>II</sup>      Viswanathan Arunachalam<sup>III</sup>

Colombia

---

Hay dos tipos de teorías que buscan explicar el proceso de envejecimiento: las determinísticas y las estocásticas. La primeras afirman que el proceso de envejecimiento está predeterminado, esto es, el envejecimiento es la continuación del proceso de desarrollo de los seres vivos y corresponde a la última etapa dentro de una secuencia de eventos codificados en el genoma. Las teorías estocásticas, por su parte, afirman que el proceso de envejecimiento es consecuencia de una serie de alteraciones que ocurren de manera aleatoria y que se acumulan a lo largo del tiempo.

En esta charla presentaremos un modelo estocástico de umbral para describir el proceso de envejecimiento basado en la teoría del desgaste, según la cual cada organismo está compuesto de partes irremplazables y la acumulación del daño en sus partes vitales llevaría a la muerte de las células, tejidos, órganos y finalmente del organismo. La capacidad de reparación del ADN (esta es una macromolécula que forma parte de todas las células y que contiene información genética usada en el desarrollo y funcionamiento de los tejidos vivos) se correlaciona positivamente con la longevidad de las diferentes especies. Cuando la acumulación total de daño genético alcanza un cierto nivel de umbral, que va más allá de la capacidad de reparación de la célula, ésta muere. Los estados en que se puede encontrar una célula serán descritos de acuerdo al número de daños genéticos que ésta ha sufrido. Se calculará la probabilidad que la célula se encuentre en los diferentes estados, para cada instante de tiempo, así como el número esperado de reparaciones que ella ha sufrido en un intervalo de tiempo arbitrario.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad Nacional de Colombia. E-Mail: [lblancoc@unal.edu.co](mailto:lblancoc@unal.edu.co).

<sup>III</sup>Universidad de los Andes, Colombia. E-Mail: [aviswana@uniandes.edu.co](mailto:aviswana@uniandes.edu.co).

**Palabras clave:** daño celular, reparación celular, muerte celular, análisis de sobrevivencia, nivel de umbral.

**Keywords:** cell damage, cell repair, cell death, survival analysis, threshold level.

## Metodologías de calificación para carteras de crédito<sup>I</sup>

LIZBETH CALDERÓN<sup>II</sup>      José Alexander Ramírez<sup>III</sup>

Costa Rica

---

Se presenta una metodología para la calibración de un modelo de regresión logística para la calificación de clientes de crédito. Se discute un procedimiento nuevo para la transformación individual de las variables explicativas del modelo. Analizamos variables de tipo continuo y discreto. Adicionalmente consideramos el caso de reducción dimensional de una variable histórica. La herramienta básica para la determinación de las transformaciones es el método de máxima verosimilitud, el cual consiste en maximizar el logaritmo de la función de verosimilitud

$$L(y_1, y_2, \dots, y_n; p) = \sum_{i=1}^n x_i \log(p) + \left( n - \sum_{i=1}^n x_i \right) \log(1 - p).$$

donde  $y_1, \dots, y_n$  son las observaciones de la variable dependiente, que se asume distribución Bernoulli con parámetro  $p$ . Aquí  $p$  es la probabilidad de impago asociada a las variables independientes  $x$ , dada por el modelo logístico

$$p = \frac{1}{1 + e^{-C(x)}},$$

donde  $C(x)$  es una transformación de las variables  $x$ .

También consideramos el problema de análisis multivariado y de inclusión/exclusión de variables por medio del círculo de correlaciones asociado a las componentes principales de los datos transformados.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC4: VIERNES / FRIDAY 19, 3:10 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Banco Nacional de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: lcalderonma@bncr.fi.cr.

<sup>III</sup>Banco Nacional de Costa Rica y Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica. E-Mail: aramirezgo@bncr.fi.cr, josealex.ramirezgonzalez@gmail.com.

Mostraremos los resultados obtenidos de la aplicación de estos métodos al problema de calificaciones de originación, estas son utilizadas para la asignación de créditos masivos y de score de comportamiento que se emplea para establecer políticas crediticias.

**Palabras clave:** carteras de crédito, regresión logística.

**Keywords:** loan portfolios, logistic regression.

*Conferencia / Lecture*  
Medidas coherentes de riesgo<sup>I</sup>

SANTIAGO CAMBRONERO<sup>II</sup>

Costa Rica

---

En el mundo financiero, el valor en riesgo (VaR) se ha consolidado como medida de riesgo por su simpleza y facilidad de cálculo. No obstante, desde trabajos como el de Artzner (1999), ha quedado bien claro que esta medida no es coherente, lo que puede provocar —entre otros problemas— que en un sistema segregado de control de riesgo arroje valores inferiores a los que se obtienen en forma integrada.

Diversos ejemplos han sido dados en la literatura en los que queda claro que pueden presentarse casos particulares en los que el VaR sugiere ventajas de la concentración de capital sobre la diversificación, lo cual va en contra del sano juicio y los principios básicos de las finanzas. Para hablar de medidas de riesgo, consideramos un cono convexo  $\mathcal{M}$  formado por variables aleatorias que denotan las posibles pérdidas de diferentes portafolios sobre el horizonte dado. Tal conjunto debe ser cerrado bajo la suma y la multiplicación por escalares positivos.

Una medida de riesgo con dominio  $\mathcal{M}$  es cualquier función  $\rho: \mathcal{M} \mapsto \mathbb{R}$ . Tal medida se llama coherente si es invariante bajo traslaciones, subaditiva, positivamente homogénea y monótona. El ejemplo típico de medida coherente de riesgo es el VaR condicional, denotado por CVaR, o por ES (“Expected Shortfall”). Se define por

$$ES_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_\alpha^1 q_u(X) du,$$

donde  $q_u(X) = \text{VaR}_u(X) = \inf\{x \in \mathbb{R} : P[X > x] \leq 1-u\}$ . Cuando  $F$  es continua

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 11: JUEVES / THURSDAY 18, 11:15 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [santiago.cambronero@ucr.ac.cr](mailto:santiago.cambronero@ucr.ac.cr).

se puede obtener una nueva expresión:

$$E S_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_{X \geq q_\alpha(X)} X dP.$$

En el caso general, Acerbi y Tasche (2002) demostraron que

$$E S_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \left[ \int_{X \geq q_\alpha(X)} X dP + q_\alpha(X)(1-\alpha - P[X \geq q_\alpha]) \right]$$

y que además se cumple la siguiente versión de la ley de grandes números:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{[n(1-\alpha)]} \sum_{i=1}^{[n(1-\alpha)]} X_{i,n} = E S_\alpha(X_1),$$

donde  $X_1, X_2, \dots, X_n$  son i.i.d. y  $X_{1,n} \geq \dots \geq X_{n,n}$  son las estadísticas de orden respectivas. En esta charla se exponen algunos de estos resultados recientes.

**Palabras clave:** medidas de riesgo, matemática financiera.

**Keywords:** risk measures, financial mathematics.

## Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: modelos de tasas<sup>I</sup>

SANTIAGO CAMBRONERO<sup>II</sup>      José Alexander Ramírez<sup>III</sup>  
Vanessa Ivankovich<sup>IV</sup>

Costa Rica

---

Para la determinación del valor en riesgo de carteras compuestas por instrumentos de renta fija, el objetivo en primera instancia es la determinación del precio  $P(t, T)$  en el instante  $t$ , de un bono cero cupón que madura en tiempo  $T$ . Teóricamente, este precio se puede determinar a partir del conocimiento de la tasa corta libre de riesgo  $r(t)$ , que a su vez se puede determinar a partir del modelo de Hull y White, entre otras posibilidades.

Como una primera etapa en este proceso, se requiere la determinación de los parámetros del modelo de Hull y White, a partir de los precios de mercado históricos de bonos. Esta tarea se ha realizado previamente con diferentes enfoques. La metodología propuesta utiliza distintos plazos de la curva, e incorpora el uso del método generalizado de momentos aplicado a las tasas en el mundo real. El algoritmo utiliza las curvas cero cupón previamente calibradas.

Partimos entonces de una curva forward  $f(t, \tau)$  y una curva spot  $R(t, \tau)$ , para un conjunto de tiempos  $t_1, \dots, t_n$ . Utilizamos estos datos para calibrar los parámetros del modelo, partiendo del modelo de Vasicek para la tasa corta en el mundo real  $\hat{r}(t)$ . La tasa corta en el mundo indiferente al riesgo viene dada por  $r(t) = \hat{r}(t) - \alpha(t)$ , donde  $\alpha(t)$  es el premio por riesgo. Esto nos lleva a la ecuación de Hull y White

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [santiago.cambronero@ucr.ac.cr](mailto:santiago.cambronero@ucr.ac.cr).

<sup>III</sup>Banco Nacional de Costa Rica y Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [aramirezgo@bncr.fi.cr](mailto:aramirezgo@bncr.fi.cr).

<sup>IV</sup>Banco Nacional de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [vivankovich@bncr.fi.cr](mailto:vivankovich@bncr.fi.cr).



para  $r(t)$ :

$$dr = (\theta(t) - ar) dt + \tau dW_t,$$

donde  $\theta(t) = \frac{\partial}{\partial t} f(0, t) + af(0, t) + \tau^2(1 - e^{2at})/2a$ . De acuerdo con la teoría general se tiene  $P(t, t + \tau) = A(t, t + \tau) e^{-\tau B(\tau)r(t)}$ , donde  $B(\tau) = (1 - e^{-a\tau})/a\tau$  y

$$\ln A(t, t + \tau) = \ln \frac{P(0, t + \tau)}{P(0, t)} + \tau B(\tau) f(0, t) - \frac{\tau^2}{4a^3} (1 - e^{-a\tau})^2 (1 - e^{-2at}).$$

Con esto se pueden generar valores teóricos para la tasa “spot” libre de riesgo, lo que nos permite determinar cuáles son los parámetros que mejor se ajustan a los valores reales de mercado.

**Palabras clave:** medición de riesgo, portafolio de inversiones, modelos de tasas.

**Keywords:** risk measures, investment portfolio, rate models.

*Minicurso / Short course*  
Simulación de modelos económicos con aplicaciones  
a través del uso de MATLAB<sup>I</sup>

ESTEBAN CAMPOS HERNÁNDEZ<sup>II</sup>

Chile

---

La programación de modelos económicos en las últimas dos décadas, ha sido una herramienta fundamental en el análisis de política económica, debido a las limitaciones de las técnicas más comunes de estimación (considerando principalmente las críticas al análisis econométrico) y al conceso existente en el área hacia la implementación de este instrumental. Es por ello, que este curso pretende introducir aspectos técnicos específicos en el uso de MATLAB para aplicaciones tanto de modelos macroeconómicos como de equilibrio general estocástico dinámico bajo el marco de simulación.

En las últimas dos décadas, se ha generado un consenso en la modelación macroeconómica dentro de las instituciones de política monetaria a nivel mundial hacia la propuesta de la “nueva síntesis Keynesiana” conocida como modelos estocásticos dinámicos de equilibrio general (DSGE por sus siglas en inglés). Estos modelos justifican la incorporación de un mecanismo de estabilización ante el fallo de la economía de libre mercado en el cumplimiento del objetivo de pleno empleo.

Esta popularidad se justifica por varios aspectos: a) la inclusión de fundamentos microeconómicos en la resolución del problema de equilibrio general (hogares-empresas-gobierno), b) la intuición de los supuestos (expectativas racionales, neutralidad del dinero y rigideces nominales), c) el uso de parámetros profundos ante la crítica de Lucas hacia las estimaciones econométricas en el uso de política económica y d) el uso de reglas simples de política.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 9: JUEVES / THURSDAY 18, 10:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Pontificia Universidad Católica de Chile. E-Mail: [ecampos1@uc.cl](mailto:ecampos1@uc.cl).

A pesar de estos atractivos, la solución analítica de dichos modelos puede ser compleja y presenta un potencial limitante a este instrumental (por la no linealidad de los modelos y por su gran cantidad de parámetros); sin embargo existen técnicas computacionales que permiten encontrar una solución factible a estos modelos. Dicho esto, el objetivo de este curso es la programación y simulación de modelos DSGE a través de Matlab (y su herramienta DYNARE).

**Contenidos** *Módulo I:* a) Introducción a MATLAB: algoritmos, operadores lógicos, ciclos, definición de variables, gráficos. b) Introducción a modelos DSGE. *Módulo II:* a) Modelo no microfundamentado [1]: presentación teórica del modelo, programación, simulación, conclusiones. b) Modelo microfundamentado [2]: presentación teórica del modelo, programación usando DYNARE, simulación, conclusiones.

**Palabras clave:** Matlab, simulación, programación, política macroeconómica, equilibrio general dinámico estocástico.

### Abstract

In the last two decades, one of the most useful tools in the analysis of political economics has been the programming of economics models, due to the limitations faced by most common estimations techniques (considering mainly the econometrics analysis critiques) and the existing consensus in the field towards the implementation of this instrumental. Thus, this course aims to introduce specific technical aspects in the usage of MATLAB in applications for both macroeconomic and dynamic stochastic general equilibrium models under the simulation framework.

**Keywords:** MATLAB, simulation, programming, macroeconomic policy, dynamic stochastic general equilibrium.

### Referencias

- [1] MIES, V. & SCHMIDT-HEBBEL, K. (2009): “Modelo macroeconómico de equilibrio general: Una Nota Docente”, Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [2] SMETS, F. & WOUTERS, R. (2002): “An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro-área”, *Research series* 200210, National Bank of Belgium.

**Mathematics Subject Classification:** 97R30, 91B51, 91B64.

## Estudio comparativo de algoritmos de clasificación automática en simulaciones con el paquete RWeka<sup>I</sup>

JOSÉ SANTIAGO CAPILLA<sup>II</sup>    Hortensia Reyes<sup>III</sup>  
Gladys Linares<sup>IV</sup>    Paulino Pérez<sup>V</sup>

México

---

En este trabajo de investigación se presenta un estudio de comparación entre algoritmo de agrupamiento utilizados principalmente en minería de datos: EM y K-medias, se encuentran implementados en el software libre WEKA acrónimo de *Waikato Environment for Knowledge Analysis*. Con el propósito de crear un análisis casi automatizado, la ejecución de los algoritmos se lleva a cabo mediante el software R, estableciendo una conexión con WEKA a través de la librería RWeka; asimismo R cuenta con técnicas estadísticas, en particular se utiliza análisis de varianza ANOVA, además de hacer una combinación con todas las covariables utilizadas para explicar el modelo, y encontrar diferencias significativas entre estos métodos de agrupamiento.

**Palabras clave:** ANOVA, métodos de agrupamiento, minería de datos, WEKA.

**Keywords:** ANOVA, clustering, data mining, WEKA.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD3: MARTES / TUESDAY 16, 5:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [jse.santiago@hotmail.com](mailto:jse.santiago@hotmail.com).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [hreyes@fcfm.buap.mx](mailto:hreyes@fcfm.buap.mx).

<sup>IV</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [gladys.linares@icbuap.buap.mx](mailto:gladys.linares@icbuap.buap.mx).

<sup>V</sup>Misma dirección de trabajo.

## Identification of the responses of brain and artificial neural networks in the presence of usual and unusual stimuli by means of Kalman-type filters<sup>I</sup>

ROMINA CARDO<sup>II</sup>      ÁLVARO CORVALÁN<sup>III</sup>

Argentina

---

Abordamos el problema de la obtención de información acerca del reconocimiento de incongruencia o incompatibilidad con patrones lógicos ya impresos de una subred de una red neuronal, ya sea cerebral, o diseñada artificialmente, mediante la medición de los potenciales evocados cerebrales o de datos univariados equivalentes en el caso sintético.

El objetivo ulterior es la detección de inconsistencias lógicas del discurso, no puramente semánticas, sino del reconocimiento de frases no coherentes con una línea de relato. La posibilidad del uso con este fin de potenciales evocados obtenidos de electrodos ubicados superficialmente sobre el cuero cabelludo sería interesante si eventualmente pudieren obtenerse conclusiones relevantes ya que además serían obtenidas a partir de un método no-invasivo y mediante un equipamiento que es relativamente económico, de fácil transporte e instalación.

Adicionalmente, la posible utilización en señales asociadas a las respuestas mencionadas en el párrafo anterior sugiere variadas aplicaciones de distinta índole, verbigracia: posibles pruebas objetivas de responsabilidad legal, imputabilidad, insania, entre otras. La hipótesis de partida es que, en sujetos sanos y atentos, el reconocimiento de incongruencias lógicas estará asociada a actividad neuronal, probablemente localizada en uno o varios sectores de la corteza, que producirá en

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad Nacional de General Sarmiento, República Argentina. E-Mail: [rcardo@ungs.edu.ar](mailto:rcardo@ungs.edu.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [acorvala@ungs.edu.ar](mailto:acorvala@ungs.edu.ar).

definitiva distintas deflexiones de voltaje, posiblemente similares a las de los P300 que se suelen medir en la detección de estímulos infrecuentes (p. ej: paradigma odd-ball), pero probablemente de mayores latencias que estos últimos.

Las dificultades en la aplicación de las herramientas convencionales de análisis de series de tiempo, particularmente la identificación de los parámetros de un modelo lineal estocástico (de tipo ARIMA), para tratar de aislar la actividad no asociada a la respuesta a fin de extraer luego esta última no parecen conducir a ajustes demasiado exitosos, por lo que sugerimos otra línea de análisis.

La alternativa que proponemos es la utilización de filtros tipo Kalman (con ciertas necesarias modificaciones). La idea es tratar a la respuesta evocada como una variable no accesible directamente, con una relación (no lineal, pero localmente linealizable) respecto de la variable mensurable. Se estudia, como ejemplo de guía y referencia, la evolución de una variable que mida, en una red neuronal de atractores tipo Hopfield, el ajuste entre el estado de cierta subred asociada al reconocimiento de ciertos patrones luego de una cantidad prefijada de iteraciones.

En el caso natural la variable a identificar es el voltaje medido en los electrodos sobre el cuero cabelludo (pre-filtrado para fijar la banda de frecuencia de interés y rechazando en lo posible interferencias y variaciones estacionales asociadas a las características del equipo). La no linealidad es impuesta por la necesidad de dar cuenta de variaciones en ondas más o menos recurrentes y aproximadamente afines, pero no lineales, de las deflexiones de voltaje. Esto dificultaría las justificaciones teóricas de optimalidad del filtro, pero funcionaría aceptablemente en la práctica debido al esquema predictor-corrector del filtro tipo Kalman. Puede mostrarse también que la secuencia temporal de los factores asociados a la relación entre la variable mensurable y la oculta ayudaría a la extracción de esta última, pero no la impondría a señales de test que no la tienen.

En una segunda aproximación al problema podría analizarse la utilización de una versión más heterodoxa de esta línea de análisis, teniendo en cuenta la posibilidad de la influencia de la respuesta evocada sobre la señal de fondo con cierto retraso, y se trata de introducir un esquema donde la variable mensurable depende no sólo del valor actual de la oculta sino también de alguno anterior, y una variación que de cuenta de esto en el filtro (posiblemente tanto en las estimaciones a priori como en las correcciones a posteriori), lo que tendrá posiblemente incluso mejores desempeños que la versión citada en el párrafo previo.

**Palabras clave:** potenciales evocados cerebrales, procesamiento de señales, filtros de Kalman, redes neuronales, neurociencia cognitiva.

**Keywords:** event related potentials, signal processing, Kalman filters, neural networks, cognitive neuroscience.

Estudio de una variante del problema bin-packing<sup>I</sup>LUIS CARRERA<sup>II</sup>      Geovanni Figueroa<sup>III</sup>

Costa Rica

Se quiere almacenar  $n$  tipos diferentes de objetos en  $m$  tipos diferentes de recipientes, cada uno de los cuales tiene una capacidad de  $c$  unidades. Se tienen  $d_i$  copias del objeto de tipo  $i$ . El objetivo es hallar una manera (distribución) de almacenar todos los objetos en los diferentes tipos de recipientes respetando su capacidad y de forma tal que el número total de recipientes usados sea mínimo. Se asume que el peso de los objetos es unitario.

Podemos representar el problema por medio de la siguiente matriz:

$$P = \begin{pmatrix} b_1 & b_2 & \cdots & b_m & - \\ a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} & d_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} & d_n \\ c_1 & c_2 & \cdots & c_m & - \end{pmatrix}$$

donde  $b_j$  es el número de recipientes necesarios del tipo  $j$  y  $a_{ij}$  es la cantidad de copias del objeto del tipo  $i$  que se almacenan en un recipiente de tipo  $j$ . Dadas las cantidades de copias  $d_i$  de los objetos de tipo  $i = 1, \dots, n$ , y el número  $m$  de tipos de recipientes, se quiere determinar la matriz  $A = [a_{ij}]$  y el vector  $\mathbf{b} = (b_j)$  de manera que  $\sum_{j=1}^m b_j$  sea mínima y se cumpla:

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} b_j \geq d_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. E-Mail: [lecarrera@itcr.ac.cr](mailto:lecarrera@itcr.ac.cr).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [gfigueroa@itcr.ac.cr](mailto:gfigueroa@itcr.ac.cr).

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = c \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

En este trabajo se presentan dos soluciones a este problema: una determinística y una heurística. La región factible está compuesta por todos los vectores  $\mathbf{b} = (b_1, \dots, b_m) \in \mathbb{N}^m$  junto con todas las posibles matrices  $\mathbf{A}_{n \times m} = [a_{i,j}]$ ,  $a_{i,j} = 0, \dots, c$  que satisfacen las condiciones (1) y (2) del problema.

Como cada columna de la matriz  $\mathbf{A}$  debe cumplir la condición (2), el número de vectores columna que satisfacen dicha condición es  $\binom{c+n-1}{n-1}$ . Por otro lado, dado que las columnas de la matriz  $\mathbf{A}$  son intercambiables, el número de posibles matrices está dado por la expresión:

$$\frac{\binom{c+n-1}{n-1}^m}{m!}.$$

Así, para un ejemplo con  $n = 9$  tipos de objetos, donde cada recipiente tiene una capacidad de  $c = 8$  unidades, con  $m = 2$  tipos de recipientes es necesario explorar 82 818 450 matrices. La cantidad de matrices para el caso  $n = 15$ ,  $c = 8$  y  $m = 3$  supera al número  $10^{16}$ . Como se observa, el espacio factible es enorme, por lo que el algoritmo determinístico que se presenta recorre de manera eficiente dicha región, permitiendo resolver en tiempo razonable instancias “pequeñas” del problema, siempre que se cuente con una “buena” solución inicial.

Debido a que el algoritmo determinístico requiere de una buena solución inicial, se plantea un algoritmo heurístico que en la práctica a mostrado ser muy eficiente, tanto en su tiempo de ejecución como en generar soluciones que se encuentran próximas a la solución óptima.

Este algoritmo ha sido aplicado a instancias de mayor tamaño, en las que el algoritmo determinístico no podría obtener una solución óptima en un tiempo razonable.

**Palabras clave:** optimización combinatoria, optimización discreta, problema bin-packing, algoritmo heurístico.

**Keywords:** combinatorial optimization, discrete optimization, bin-packing problem, heuristic algorithm.



## Clasificación de autómatas celulares por medio de mapeos auto-organizados<sup>I</sup>

GUSTAVO CARREÓN<sup>II</sup>      Antonio Contreras<sup>III</sup>

México

---

Los autómatas celulares elementales (ACE) son sistemas discretos definidos sobre un conjunto de celdas cuya dinámica es generada por la interacción de reglas locales en una vecindad dada, los posibles valores que pueden tomar las celdas pertenecen al alfabeto binario (0,1) por lo que existen 256 reglas posibles de evolución. A partir de la condición inicial del sistema y la regla de evolución se pueden observar distintos comportamientos cualitativos.

Stephen Wolfram cataloga estas dinámicas en cuatro categorías o clases [1], la primera nombrada de clase I tiene como principal comportamiento evolucionar a una configuración estable y homogénea; en la clase II la evolución llega a un conjunto de estructuras simples que son estables o periódicas; en la clase III surgen patrones caóticos y en la clase IV se presentan estructuras aisladas y localizadas las cuales muestran un comportamiento complejo.

Por otro lado, los mapeos autoorganizados, los cuales son un tipo de red neuronal no supervisada propuestos por Kohonen [2], han sido aplicados para propósitos de categorización y de formación de “clusters” a partir de conjuntos de información específicos tomando como referencia la propia información de los objetos, como principal característica realiza una proyección no lineal de un espacio multidimensional a otro de baja dimensionalidad, por ejemplo dimensión dos.

En el presente trabajo se utilizan los mapeos auto-organizados para diferenciar las posibles dinámicas de los ACE a partir de ciertos estados en la evolución

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IOS: JUEVES / THURSDAY 18, 3:10 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, Facultad de Ciencias. E-Mail: [webmaster@ses.unam.mx](mailto:webmaster@ses.unam.mx).

<sup>III</sup>UNAM, Facultad de Ciencias; Posgrado, UACM. E-Mail: [anton@ciencias.unam.mx](mailto:anton@ciencias.unam.mx).

del sistema. Como paso inicial se crea un mapa auto-organizado para cada una de las reglas donde se plasma la dinámica cualitativa de cada autómata. Se crea un mapa global a partir de los mapas individuales, el cual refleja las propiedades cualitativas entre las distintas dinámicas. Los ACE que se desenvuelven en dinámicas parecidas quedan concentrados en grupos o “clusters” mientras que, los que exhiben un comportamiento diferente, quedan alejados unos de otros. Se observa una gran cantidad de autómatas que coinciden con la clasificación propuesta por Wolfram. Se hace un análisis comparativo entre estas dos clasificaciones, se propone el intercambio de ciertos elementos a otras clases y subdividir la clase 2 en subclases debido a la diversidad de los elementos que contiene.

**Palabras clave:** autómata celular, mapeos auto-organizados, clasificación.

**Keywords:** cellular automata, self-organizing mapping, classification.

## Referencias

- [1] WOLFRAM, S. (1984): “Universality and complexity in cellular automata”, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, **10** (1–2): 1-35.
- [2] KOHONEN, T. (1995): “Self-Organizing Maps”, *Springer-Verlag*, **7** (1-2): 165–174.

## Fuzzy methods for personnel selection based on the valuation of competences<sup>I</sup>

TRINIDAD CASASÚS<sup>II</sup> ENRIC CRESPO<sup>III</sup> Lourdes Canós<sup>IV</sup>  
Tomás Lara<sup>V</sup> Juan Pérez-Cantó<sup>VI</sup>

España

---

Managers' decisions regarding the selection of staff strongly determine the success of a company. The correct choice of employees is a source of competitive advantage. We propose some fuzzy methods for staff selection based on competence management and the comparison with the valuations that the company considers the best in each competence (ideal candidate). Our methods are based on the distance of Hamming, a compatibility index or an Ordered Weighted Averaging (OWA) operator extended for interval-valued fuzzy numbers. The algorithms, implemented in the software StaffDesigner, allow us to rank candidates, even when the competences of the ideal candidate have only been partly evaluated. Our approach is applied in a numerical example.

**Keywords:** fuzzy sets, personnel selection, multi-expert making decision, management competences, OWA operators.

**Palabras clave:** conjuntos difusos, selección de personal, competencias de gestión, expertos la toma de decisiones, operadores de OWA.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 10:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa, Universitat de València. E-Mail: [trinidad.casasus@uv.es](mailto:trinidad.casasus@uv.es).

<sup>III</sup>Departamento de Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa, Universitat de València. E-Mail: [Enric.Crespo@uv.es](mailto:Enric.Crespo@uv.es).

<sup>IV</sup>Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. E-Mail: [loucada@omp.upv.es](mailto:loucada@omp.upv.es).

<sup>V</sup>Human Resources Manager of Faurecia-Spain. E-Mail: [tomas.lara@faurecia.com](mailto:tomas.lara@faurecia.com).

<sup>VI</sup>Institut d'Economia Internacional. Universitat de València. E-Mail: [jpc4655@teleline.es](mailto:jpc4655@teleline.es).

# A robust optimization approach to solve a multiple period newsvendor problem<sup>I</sup>

ILEANA CASTILLO<sup>II</sup>      Beatriz Murrieta<sup>III</sup>

México

---

## Abstract

In this talk, mathematical results are presented as well as strong results obtained with simulation, for a robust nonlinear optimization model formulated to support the decision that a retail chain needs to make, concerning the initial inventory that should be available at the beginning of the season for a fashion-like item when replenishment is not possible.

The model finds the optimal initial inventory level for the season,  $y_1^*$ , for a single product. The simulation assumes several discount policies including temporary discounts and constant prices. For the  $T$  periods modeled, the demand function used is  $d_t(y_t, p_t) = bp_t^{-\alpha}y_t^\beta$  ( $t = 1, \dots, T$ ) that depends on price and inventory. The robust analysis is performed over the uncertain parameters  $\alpha$ ,  $b$  and  $\beta$ .

**Palabras clave:** optimización robusta, administración de inventarios.

**Keywords:** robust optimization, inventory management.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 4:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Toluca, México. E-Mail: [ileana.castillo@itesm.mx](mailto:ileana.castillo@itesm.mx).

<sup>III</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Querétaro, México. E-Mail: [bmurriet@itesm.mx](mailto:bmurriet@itesm.mx).

## *Conferencia / Lecture*

# An overview of the local discontinuous Galerkin applied to linear second order elliptic problems<sup>I</sup>

PAUL CASTILLO<sup>II</sup>

Puerto Rico

---

The Local Discontinuous Galerkin (LDG) method is one of several Discontinuous Galerkin (DG) methods which has been extensively studied in recent years. Several papers have been devoted to the analysis of the stability and convergence of the method applied to linear and nonlinear diffusion problems and high order differential operators. In this talk we discuss several aspects of the LDG method applied to linear second order elliptic problems. We briefly describe the method using a general abstract framework in which several DG methods can be formulated and present the a priori error estimates in the  $L_2$  norm. Then we discuss some relevant computational aspects of the method.

Since most DG methods require the tuning of parameters, some guidelines must be suggested to practitioners interested in their applications. The LDG method requires two user defined parameters. One is responsible of the method's stability; the second regulates the size of the stencil, therefore, it determines the amount of memory required to store the stiffness matrix. From a practical point of view, this can be an important issue, specially in computer systems having, a reduced amount of memory. We present some heuristic algorithms to reduce the stencil of the LDG method which has been pointed out in the literature as the major drawback compared to other DG methods.

It has been proven that the spectral condition number of the stiffness matrix exhibits an asymptotic behavior of  $\mathcal{O}(h^{-2})$  on structured and unstructured meshes

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 10:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Department of Mathematical Sciences, University of Puerto Rico. E-Mail: [castillo@math.uprm.edu](mailto:castillo@math.uprm.edu).

where  $h$  is the mesh size. Thus, efficient preconditioners are mandatory. We present a semi-algebraic multilevel preconditioner using Lagrange type interpolatory basis for linear approximations. We show numerically that its performance does not degrade, or at least increases very slowly, as the number of unknowns augment. The preconditioner is tested on problems with high jumps in the coefficients, which is the typical scenario of problems arising in porous media.

Finally, we present an a posteriori global error estimate. Using the mixed formulation of the method, an upper bound of the  $L_2$  norm for the pressure variable is obtained from explicit computations. A local adaptive strategy based on explicit error estimators is studied numerically in 2D problems. Our implementation supports high order approximations and non-conforming meshes with a variable number of hanging nodes per edge.

**Keywords:** Galerkin discontinuous methods, high order approximations, multilevel preconditioners, adaptive methods, non conforming meshes.

**Palabras clave:** métodos discontinuos de Galerkin, aproximaciones de orden superior, preconditionadores de varios niveles, métodos de adaptación, mallas no conformes.

**Mathematics Subject Classification:** 65N30, 65N12, 65N55, 65F08.

# Estudio de un punto no hiperbólico en el problema de tres cuerpos colineal y cargado<sup>I</sup>

ALBERTO CASTRO<sup>II</sup>

México

---

El problema de tres cuerpos es uno de los problemas clásicos de la matemática. El sistema de ecuaciones diferenciales que estudia este modelo es Hamiltoniano y presenta singularidades debidas a las colisiones dobles y triples entre las masas. Uno de los aspectos importantes a estudiar son las soluciones cercanas a la colisión de las tres masas, pues el campo vectorial presenta interesantes comportamientos.

Para estudiar el comportamiento cercano a la colisión triple se introducen las coordenadas de McGehee  $(r, v, s, u)$  que permiten obtener un campo vectorial sin singularidades sobre una variedad dada por  $\frac{1}{2}(u^2 + v^2) = V(s)$ , donde  $u, v$  son las componentes radial y tangencial de la velocidad y  $V(s)$  es el potencial asociado. En particular, para el caso en cual el potencial  $V(s)$  tiene un único mínimo en  $s = 0$ , tal que  $V(0) = 0$ , el campo vectorial sobre la variedad de colisión tiene un único punto de equilibrio no-hiperbólico. Para el estudio del problema en una vecindad de este punto se calcula la forma normal del campo vectorial y se calcula la variedad central asociada obteniendo que dicho punto es inestable y las soluciones cercanas escapan, además se tiene que en general en este tipo de problemas mecánicos se tiene el mismo comportamiento. En particular, se aplican los resultados al problema colineal cargado de tres cuerpos donde se dan las condiciones para tener un potencial con las características anteriores.

**Palabras clave:** variedad de colisión, formas normales, variedad central, sistemas Hamiltonianos, problema de tres cuerpos.

**Keywords:** collision manifold, normal forms, center manifold, Hamiltonian systems, three-body problem.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ED: JUEVES / THURSDAY 18, 2:20 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México. E-Mail: [acospacy@yahoo.com.mx](mailto:acospacy@yahoo.com.mx).

## Bayesian survival analysis for the inverse Gaussian distribution using Gibbs sampling<sup>I</sup>

RAJ S. CHHIKARA<sup>II</sup>      Colin J. Hamman<sup>III</sup>

Estados Unidos

---

This paper presents Bayesian analysis of censored data modeled using the Inverse Gaussian distribution (IG). Since no closed form solution exists for the posterior distribution, the Gibbs sampling method is applied to determine the Bayesian inference for the parameters of IG. The Gibbs sampler is constructed so that it is applicable to any type of censoring, type I, type II or random censoring. It provides a generalization of the study made by Ismail and Auda (J. App. Statist., 33, Sept. 2006) who considered only the scale parameter unknown; whereas the present study considers both of the IG parameters unknown.

Application involving survival data with type I and type II censoring are considered. Point estimates and prediction intervals for the distribution parameters, survival function and mean residual lifetime are obtained. The Bayesian inferential results are contrasted with the fiducial results.

A simulation study is made to evaluate the inferential properties using a range of parametric values. Interestingly, the Bayesian and fiducial inferences are fairly in close agreement in the case of scale parameter, irrespective of the parametric values assumed. A similar conclusion was arrived at by Ismail and Auda. However, the inference outcome obtained in the case involving estimation of the IG mean depended upon the shape of the distribution. Two inferences differ considerably when the shape of the IG distribution reflected a large skewness or kurtosis value. This study extends the discussion initiated by Ismail and Auda and provides a comprehensive Bayesian survival analysis for the IG.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 4:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>University of Houston-Clear Lake, USA. E-Mail: [chhikara@uhcl.edu](mailto:chhikara@uhcl.edu).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [homeriv@sbcglobal.net](mailto:homeriv@sbcglobal.net).



**Keywords:** censoring, inverse Gaussian model, posterior distribution, prediction interval, Gibbs sampling, kernel density estimation, Bayesian and fiducial inferences.

**Palabras clave:** censura, modelo inverso de Gauss, distribución posterior, intervalo de predicción, muestreo de Gibbs, estimación de la densidad del núcleo, inferencias Bayesiana y de fiabilidad.

## Caracterización de la programación posibilística y de la programación borrosa<sup>I</sup>

SERGIO DE LOS COBOS<sup>II</sup>      Antonio Terceño<sup>III</sup>  
Miguel Angel Gutiérrez<sup>IV</sup>      Pedro Lara<sup>V</sup>      Eric Rincón<sup>VI</sup>

México – España

---

En este trabajo se introduce tanto a la Programación Posibilística como a la Programación Borrosa como paradigmas que permiten resolver problemas de optimización cuando los coeficientes del modelo o las restricciones del mismo se presentan como números borrosos, en lugar de números exactos (crisp, en inglés).

Se presenta la caracterización de los modelos cuando se utiliza tanto la Programación Posibilística como la Programación Borrosa, se proporcionan algunos lineamientos para su solución y se presentan algunos ejemplos basados en [1].

**Palabras clave:** programación posibilística, programación borrosa, optimización.

### Abstract

This work introduce to the Possibilistic Programming and the Fuzzy Programming as paradigms that allow to resolve problems of optimization when the coefficients of the model or the restrictions on the same are presented as fuzzy numbers, rather than exact numbers (crisp).

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [cobos@xanum.uam.mx](mailto:cobos@xanum.uam.mx).

<sup>III</sup>Departamento de Gestión de Empresas y Economía, Universitat Rovira i Virgili, Reus, España. E-Mail: [atg@fcee.urv.es](mailto:atg@fcee.urv.es).

<sup>IV</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>V</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro\\_lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro_lara@correo.azc.uam.mx).

<sup>VI</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [caracol\\_loco@yahoo.com](mailto:caracol_loco@yahoo.com).

This work presents the characterization of the models when using the Possibilistic Programming or Fuzzy Programming, provides some guidelines for its solution, and present some examples based in [1].

**Keywords:** possibilistic programming, fuzzy programming, optimization.

## Referencias

- [1] DE ANDRÉS, J.& TERCEÑO, G. (2002): “Programación matemática y regresión lineal con instrumentos de la teoría de los subconjuntos borrosos”, Departamento de Gestión de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Rovira i Virgili, España.

## Algunos criterios usados en regresión lineal borrosa<sup>I</sup>

SERGIO DE LOS COBOS<sup>II</sup>      Antonio Terceño<sup>III</sup>  
Miguel Angel Gutiérrez<sup>IV</sup>      John Goddard<sup>V</sup>      Pedro Lara<sup>VI</sup>  
Eric Rincón<sup>VII</sup>

México – España

---

Los modelos de regresión lineal borrosa tienen por objetivo el determinar una relación funcional entre una variable dependiente y una o varias variables explicativas.

La regresión borrosa se puede aplicar cuando la variable dependiente y/o las variables independientes se presentan como “intervalos de confianza”. Cabe mencionar que el término de “intervalo de confianza” utilizado en el contexto borroso (fuzzy en inglés) es diferente al utilizado estadísticamente de manera usual, en este último caso se relaciona a cierta función de densidad de probabilidad, en cambio en el estudio borroso se refiere a cierta confiabilidad de que se encuentre en cierto intervalo de valores posibles.

En este trabajo, basado en [1], se presentan algunos criterios para medir la bondad de ajuste, así como, para medir la congruencia del modelo.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES2: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:50 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [cobos@xanum.uam.mx](mailto:cobos@xanum.uam.mx).

<sup>III</sup>Departamento de Gestión de Empresas y Economía, Universitat Rovira i Virgili, Reus, España. E-Mail: [atg@fcee.urv.es](mailto:atg@fcee.urv.es).

<sup>IV</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>V</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [jgc@xanum.uam.mx](mailto:jgc@xanum.uam.mx).

<sup>VI</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro\\_lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro_lara@correo.azc.uam.mx).

<sup>VII</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [caracol\\_loco@yahoo.com](mailto:caracol_loco@yahoo.com).

**Palabras clave:** regresión lineal borrosa, regresión.

### **Abstract**

The fuzzy linear regression models have by objective the determine a functional relationship between a dependent variable, and one or several explanatory variables.

The fuzzy regression can be applied when the dependent variable and/or the independent variables are presented as “confidence intervals”. It is worth mentioning that the term “confidence interval” used in the context fuzzy is different to that used statistically of usual way, in the latter case relates to certain function of probability density, in contrast in the study fuzzy refers to some confiability that is found in a range of possible values.

This work, based in [1], present some criteria to measure the goodness of adjustment, as well as, to measure the congruency of the model.

**Keywords:** fuzzy linear regression, regression.

### **Referencias**

- [1] DE ANDRÉS, J.& TERCEÑO, G. (2002): “Programación matemática y regresión lineal con instrumentos de la teoría de los subconjuntos borrosos”, Departamento de Gestión de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Rovira i Virgili, España.

# Análisis comparativo de dependencia no lineal del tipo de cambio (peso mexicano/dólar US): Hinich Portmanteau y BDS<sup>I</sup>

SEMEI CORONADO<sup>II</sup>      Leonardo Gatica<sup>III</sup>

México

---

Existe un número importante de estudios que han documentado la existencia de no linealidad en series de tiempo financieras o económicas y los problemas que esto implica en el análisis de dichas series. No obstante, la mayoría de los modelos y métodos empleados para analizar las series financieras y, en particular, su volatilidad, parten de supuestos estadísticos sumamente restrictivos que no capturan correctamente el comportamiento estadístico de dichas series. Esto ha sido el caso para la gran mayoría de análisis que se han hecho sobre el tipo de cambio en México a partir de que se adoptará un régimen de tipo de cambio flexible.

El objetivo de este trabajo es analizar el tipo de cambio (peso mexicano/dólar US) una vez que se adoptó un régimen flexible a partir de 1995, a través de dos modelos para detectar estructuras no lineales para el periodo 3/01/95-29/12/06. Este tipo de series tienen comportamientos tranquilos seguidos de periodos volátiles por lo que se conjetura que la serie tiene periodos no lineales. Para ello se utiliza el modelo Hinich Portmanteau, que detecta periodos no lineales, por medio de funciones ventanas. Para cada ventana  $H_0$ : la serie es lineal. En otras palabras,  $H_0$ : la serie es ruido blanco. El segundo modelo, el test BDS (desarrollada por Brock, Dechert y Scheinkmaien), aunque no es propiamente una prueba de caos puede detectar estructuras no lineales, mediante la siguiente hipótesis  $H_0$ : La serie

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC1: JUEVES / THURSDAY 18, 2:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Centro Universitario de Ciencias Económico-Administrativas (CUCEA), Universidad de Guadalajara, México. E-Mail: [semeic@gmail.com](mailto:semeic@gmail.com).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [leonardo.gatica@ucea.udg.mx](mailto:leonardo.gatica@ucea.udg.mx).

es independientes e idénticamente distribuida (i.i.d.). Por lo tanto la serie del tipo de cambio (peso mexicano/dólar US) no puede analizarse por cualquier modelo Autorregresivos con Heterocedasticidad Condicional (ARCH) o un modelo Autorregresivo Generalizado con Heterocedasticidad Condicional (GARCH). Ambos no cuentan con estructuras estadísticas capaces de detectar estructuras no lineales.

El modelo Hinich Portmanteau ha sido empleado para analizar diferentes tipos de series, principalmente financieras y económicas. Por ejemplo, ha sido utilizado para presentar evidencia de no linealidad en el retorno de las acciones del NYSE (Hinich y Patterson, 1985), así como en el índice bursátil asiático para lo que se analizó el comportamiento no lineal para el caso de cinco países asiáticos (Lim, Azali y Hinich, 2006). Barnett, et al. (1997) analizan el test BDS realizando mecanismos que incluyeran procesos lineales, modelos recursivos caóticos, procesos estocásticos no caóticos para muestras grandes y pequeñas. Ellos mencionan que la prueba BDS es una prueba de Whiteness, la cual es usada para probar la estructura no lineal de los residuales, después de que la linealidad se remueve a través de un prewhiteness.

**Palabras clave:** no-linealidad, Hinich Portmanteau, BDS, caos, función ventana, estructuras lineales.

**Keywords:** GARCH, ARCH, non-stationary, bicorrelation, chaos, window function, Hinich.

## Referencias

- [1] HINICH, M.J. & PATTERSON, M.D. (1985): “Evidence of nonlinearity in daily stock returns”, *Journal of Business and Economic Statistics*, **3**, 69–77.
- [2] LIM, K. & AZALI, M. & HINICH, J.M. (2006): “Model identification of ARCH/GARCH using non-linearity test an application on Asean-5 foreing exchange markets”, Consultado: 17/06/08, Web Melvin, J. Hinich: <http://web.austin.utexas.edu/hinich/files/Economics/Bispec-exchange.pdf>.
- [3] BARNETT, ET AL. (1997): “A single-blind controlled competition among test for nonlinearity and chaos”, *Journal of Econometrics*, **77**, 297–302.

**Código JEL:** C1, C4, C5.

## *Minicurso / Short Course*

# La razón áurea en las formas aerodinámicas y la irracionalidad de $\pi$ <sup>I</sup>

JAIME CRUZ<sup>II</sup>      MARGARITA TETLALMATZI<sup>III</sup>

México

---

Hay en la literatura muchos ejemplos de situaciones en los que la razón áurea  $\phi = (1+\sqrt{5})/2$ , también conocida como razón dorada, número dorado y proporción divina, se interpreta ingenua y a menudo incorrectamente como un indicador de máxima belleza; pero son contados los ejemplos en los que  $\phi$  realmente aparece en las soluciones de problemas de optimización en el sentido matemático estándar.

En este curso presentaremos con detalle dos de estos problemas. El primero fue observado por los autores (por aparecer en *The College Mathematics Journal*) y está relacionado con un caso especial del problema aerodinámico de Newton para conos truncados. El segundo está ligado con una demostración de Huylebrouk sobre la irracionalidad de

$$\zeta(2) = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \cdots = \frac{\pi^2}{6}.$$

También mostraremos que el caso general del problema aerodinámico de Newton para conos truncados está ligado de manera similar a  $\phi(p) = (p + \sqrt{p^2 + 4})/2$ , con  $p > 0$ , y que la irracionalidad del número de Apéry  $\zeta(3)$  se puede establecer de manera análoga a la de  $\zeta(2)$ , utilizando  $\phi(2)$  en vez de  $\phi = \phi(1)$ .

La primera mitad del curso será accesible para todo público. Para la segunda se necesitan conocimientos básicos de cálculo diferencial e integral en una y varias variables.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 8:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Univesidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México. E-Mail: [jacs@correo.uam.mx](mailto:jacs@correo.uam.mx).

<sup>III</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. E-Mail: [tmontiel@uaeh.edu.mx](mailto:tmontiel@uaeh.edu.mx).



**Palabras clave:** razón áurea, sección dorada, proporción divina, formas aerodinámicas, cono truncado de Newton, irracionalidad de  $\pi$ , irracionalidad del número de Apéry, concepciones incorrectas.

**Keywords:** golden ratio, golden section, divine proportion, aerodynamic forms, Newtons frustum, irrationality of  $\pi$ , irrationality of Apéry's number, misconceptions.

*Minicurso / Short Course*  
Componentes principales mutuas y  
análisis discriminante<sup>I</sup>

CARLOS CUEVAS<sup>II</sup>

México

---

El análisis de componentes principales y el análisis discriminante son dos técnicas estándar de la estadística multivariada. Aunque ambas se estudian con profundidad en diversos textos, por lo general se discuten por separado y sin analizar su potencial en aplicaciones simultáneas. En este minicurso exploramos una novedosa combinación de ambas metodologías. Con base en el modelo binormal multivariado para curvas ROC, nuestro método obtiene componentes principales simultáneamente independientes en dos poblaciones; la reducción de dimensionalidad y la construcción de la función discriminante se hacen optimizando el área bajo la curva ROC. Las ideas presentadas se ilustran con ejemplos prácticos.

**Palabras clave:** índice de riesgo, análisis en componentes principales, función discriminante, ROC.

**Abstract**

Principal components and discriminant analysis are two well known multivariate methods. Although both techniques are deeply discussed in almost every standard textbook, they are usually presented separately without exploring the possibilities of simultaneous applications. Here we explore an interesting combination of principal components and discriminant analysis. The objective is to

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 12: VIERNES / FRIDAY 19, 8:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas Universidad Anáhuac, México. E-Mail: [ccuevas@anahuac.mx](mailto:ccuevas@anahuac.mx).

represent a large set of correlated risk scores by a small number of independent factors, using these to construct a parsimonious discriminant function. Based on the multivariate bi-normal model, our method simultaneously obtains principal components for two independent samples; the reduction of dimensionality and the construction of the discriminant function are done by optimizing the area under the ROC.

**Keywords:** risk score, principal components analysis, linear discriminant function, ROC.

## Nuevo algoritmo de condensación: K-NN y curvas ROC.<sup>I</sup>

CARLOS CUEVAS<sup>II</sup>      Raquel Jiménez<sup>III</sup>

México

---

Los algoritmos de clasificación por vecinos cercanos son una solución interesante al problema de clasificación estadística: son libres de distribución, fáciles de comprender y precisos en su desempeño. No obstante sus bondades, su implementación práctica suele implicar un alto costo computacional. En este trabajo proponemos un nuevo algoritmo de condensación que no sólo permite simplificar las bases de entrenamiento, sino que además es controlado y evaluado mediante un sencillo análisis de curvas ROC. Los resultados obtenidos en un estudio de Monte Carlo son alentadores, pues sugieren que nuestra propuesta es competitiva y con ventajas claras sobre algunas técnicas descritas en la literatura; por ejemplo, el *KNN-Model Based Approach*.

**Palabras clave:** clasificación, K-NN, modelo basado en aproximaciones, curvas ROC.

### Abstract

K-NN is an interesting method of statistical classification: it is distribution free, easy to understand and accurate. Despite these properties, its practical implementation can be very expensive. We present a new criterion to condense training data sets; it is efficient and easily controlled through a simple ROC analysis. The results of a Monte Carlo study are encouraging: they suggest that our proposal is competitive and with some advantages with respect to other criteria discussed in the literature; for instance, *K-NN Model Based Approach*.

**Keywords:** classification, K-NN, model based approach, ROC curves.

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD2: MARTES / TUESDAY 16, 3:50 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas Universidad Anáhuac, México. E-Mail: [ccuevas@anahuac.mx](mailto:ccuevas@anahuac.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [dirlem@hotmail.com](mailto:dirlem@hotmail.com).

## Estimación de armónicos y control de filtros activos<sup>I</sup>

CARLOS D'ATELLIS<sup>II</sup>    Federico Muiño<sup>III</sup>    Antonio Carabio<sup>IV</sup>

Argentina

---

En este trabajo se expone una técnica para la estimación selectiva —y posterior compensación— de corrientes armónicas presentes en sistemas eléctricos trifásicos. Se trabaja en un sistema de referencia rotante  $d - q$  donde se separan las componentes de secuencia directa e inversa. Mediante un filtro Kalman se realiza la predicción de dichas componentes, las cuales se encuentran relacionadas con los armónicos a compensar. Se desarrolla también un modelo en tiempo discreto del sistema en base a las corrientes del filtro y la tensión del bus de continua, el cual presenta características lineales y bilineales. Se propone el control óptimo para dicho sistema de acuerdo con el Principio de Máximo optimizando una función cuadrática. El problema se resuelve tomando punto a punto los datos obtenidos del filtro Kalman. Se presenta una simulación para demostrar las bondades de la estimación y los controles.

**Palabras clave:** filtros activos, control óptimo, sistemas discretos bilineales, estimación, Kalman.

**Keywords:** active filters, optimal control, bilinear discrete systems, estimation, Kalman.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Buenos Aires, Argentina. E-Mail: [cdattellis@yahoo.com.ar](mailto:cdattellis@yahoo.com.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [federicomartinm@gmail.com](mailto:federicomartinm@gmail.com).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo.

## Detección y clasificación en tiempo real de perturbaciones de tensión en redes eléctricas<sup>I</sup>

CARLOS D'ATTELLIS<sup>II</sup>   Gabriel Tarifa<sup>III</sup>   Mathias Bermüller<sup>IV</sup>

Argentina

---

Las redes de energía eléctrica se encuentran sometidas a diversos efectos externos al sistema que introducen perturbaciones en el mismo. Las perturbaciones que aparecen en el sistema afectan principalmente a la calidad de energía que reciben los clientes. Todos estos efectos son producidos por diversas causas; generalmente son aleatorios y, en la mayoría de los casos, suelen ser procesos transitorios de corta duración. Este tipo de perturbaciones pueden resultar altamente perjudiciales para los equipos electrónicos.

En los últimos tiempos se han desarrollado numerosas técnicas para la representación multirresolución y análisis de señales. Una de las áreas en la cual estas técnicas han sido utilizadas es en el área de calidad de energía eléctrica. Una de las principales características de las señales de perturbaciones eléctricas es que la información necesaria para su localización y clasificación está compuesta por las frecuencias de la señal y el instante en el cual surgen dichas frecuencias. La principal ventaja de la transformada ondita (“wavelet”) sobre en análisis de Fourier es que el tamaño de la ventana de análisis varía en plano tiempo-frecuencia, es decir, es adaptativa. El análisis de Fourier no puede analizar simultáneamente tanto frecuencia como tiempo a una señal. Al contrario, el análisis multirresolución con este requisito siendo una herramienta muy útil en la aplicación en el área de ingeniería eléctrica

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 7: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 11:15 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina. E-Mail: [cdattellis@yahoo.com.ar](mailto:cdattellis@yahoo.com.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [gabriel\\_tarifa@yahoo.com.ar](mailto:gabriel_tarifa@yahoo.com.ar).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [mathias.bermuller@gmail.com](mailto:mathias.bermuller@gmail.com).

En esta publicación se presenta un método para la detección y clasificación en tiempo real de perturbaciones en la tensión de redes eléctricas. Mediante la implementación de la transformada discreta, a través del esquema de descomposición Mallat, se determina el momento y la duración de dicha perturbación en la tensión. Esto es posible gracias a que en los niveles de descomposición correspondientes a las altas frecuencias de la señal, pueden observarse con mucha facilidad los cambios bruscos en la señal. A su vez, se clasifica la misma según la distribución de energía en cada nivel del análisis de ondita, siendo ésta distinta según el tipo de perturbación.

En el trabajo se presenta simulaciones con datos experimentales, en las cuales, aparecen distintos tipos de perturbaciones, tales como caídas momentáneas de tensión (“sag”), aumentos repentinos (“swell”) y transitorios de impulso (“impulse transient”) y se analizan dichos tipos de perturbaciones, comprobando así la eficacia de detección y clasificación del algoritmo propuesto.

**Palabras clave:** transformada ondita, análisis multirresolución, calidad de energía, sag, swell, flicker.

**Keywords:** wavelet transform, multiresolution analysis, power quality, sag, swell, flicker.

# Sensor fusion using entropic measures of dependence<sup>1</sup>

PAUL DEIGNAN<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

Sensor fusion presumes that there exists a common object of information as well as a common reference for sharing information among sensors. This object may be abstractly described as a multi-dimensional hypercube with dimensions corresponding to distinct sensors over a common geographical basis and will be referred to as an entropic map. In general, the sensor space of the hypercube is a subspace of a larger dimensional space in which the entities and events of interest are fully described, i.e. there is not necessarily a functional relationship between measurements of an entity of interest and sensor coordinates of the hypercube. For this reason descriptors of inter-dimensional association based on measures of central tendency are not always sufficient to quantify all entity related information present in the measured sensor space. However, entropic measures do possess the ability to quantify multi-valued relationships and when estimated as proposed here, also have additional mathematical properties that allow entropy estimates to be identified with “information”.

The utility of entropic measures goes far beyond their ability to as a metric of discrimination of multimodal probability distribution or as a measure of concentration. Entropic measures have special properties arising from the fact that the logarithm is a group isomorphism from  $(\mathbb{R}^+, \times)$  to  $(\mathbb{R}, +)$  in that they enforce Bayes law in the relation between the frequentist counting of measurements and the probabilistic interpretation of the measurements. When restricted to finite probability spaces, normalized measures of mutual information satisfy all of the Rényi postulates for measures of dependence. By this token, entropy is the most

---

<sup>1</sup>XVII SIMMAC, AD1: MARTES / TUESDAY 16, 2:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>L-3 Communications, Greenville, Texas, USA. E-Mail: [Paul.B.Deignan@L-3Com.com](mailto:Paul.B.Deignan@L-3Com.com).



general measure of statistical certainty when also estimated on a finite probability space which always is the case when given finite data.

Marginal entropies,  $H(X)$  and  $H(Y)$ , are maximal if and only if the marginal probabilities are uniform (the absence of probabilistic structure). If the mutual information is equal to the joint entropy, a one-to-one correspondence between variables exists irrespective of their ordering. Thus, entropic measures provide a quantitative method for the comparison of information redundancy between sensors. Entropic measures may be estimated directly by substitution of probability estimates generated from occurrence counts within binning intervals. When estimated in this manner, the entropic functional must be corrected for a bias. An exact formula for the partition entropy bias on a finite set is shown.

Optimal sensor suite selection with Shannon's joint mutual information as the criterion of merit evaluated over the candidate set of sensors is a combinatorial optimization problem in integer programming. In general, a dimensional stopping criteria need not be calculated *a priori*, but can be found through the branch and bound algorithm for a fixed set of measurements as a result of the finite data bias correction for partition entropy. The algorithm enumerates integer combinations via a spanning tree, the branches of which are evaluated in order. At any node in the search of the spanning tree, subordinate branches are evaluated and ordered by decreasing mutual information. If the inequality is not satisfied for the current maximal estimated mutual information value, the algorithm backtracks and selects the next unexplored branch under the current node. The critical aspect of this algorithm is the selection of an efficient bound. Using a Venn diagram, the following bound on mutual information can be shown that  $I(X_1, X_2; Y) \leq I(X_1; Y) + I(X_2; Y)$ . In general,  $I(X_1, X_2, \dots, X_n; Y) \leq I(X_1, X_2, \dots, X_{n-1}; Y) + I(X_n; Y)$ . To the first degree of interaction, a bound on a branch of dimensionality  $l$  in a problem of dimensionality  $n$  is presented which is computationally efficient.

In order to illustrate the benefits of information-theoretic fusion techniques as objectively as possible, these methods are applied to a standard data mining competition database consisting of categorical and continuous data with excellent computational and predictive performance results.

**Keywords:** data analysis, fusion, multivariate statistics.

**Palabras clave:** análisis de datos, fusión, estadística multivariada.

# Aplicación del modelo SCOR y técnicas multicriterio para la toma de decisiones en la gestión logística<sup>I</sup>

ALINA DÍAZ<sup>II</sup>

Cuba

---

El éxito de toda organización depende cada vez más de que sus procesos empresariales se encuentren alineados con su rumbo estratégico y en este sentido, tiene un papel preponderante la gestión logística, por las implicancias en el desempeño general de la empresa, constituyendo uno de los pilares básicos para elevar su competitividad.

La mayoría de las organizaciones carecen de herramientas prácticas que permitan la identificación y evaluación de sus procesos logísticos en correspondencia con su impacto en las expectativas de los clientes, los objetivos estratégicos de la organización y la posibilidad de mejora a corto plazo.

En correspondencia con lo anterior, la investigación propone un procedimiento basado en el modelo SCOR que permite vincular los objetivos del negocio con las operaciones del proceso logístico y desarrollar un enfoque sistemático para identificar, evaluar y supervisar su desempeño, medido a través de un indicador integral (NDP) desde la perspectiva de la empresa como eslabón de la cadena de suministro. Este resulta necesario al analizar en qué medida el proceso cumple con la misión y los objetivos relativos a su diseño y gestión a partir de diferentes factores y criterios en correspondencia con la estrategia de la empresa y la filosofía de dicho modelo de referencia. Su integración con la herramienta Balanced Scorecard constituye una poderosa combinación intangible que permite la gestión integral y mejora continua del sistema.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 6:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo, Universidad Central Martha Abreu de Las Villas, Cuba. E-Mail: [alinadc@uclv.edu.cu](mailto:alinadc@uclv.edu.cu).

La aplicación de la herramienta propuesta se desarrolla en la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S. A. (ETECSA) contribuyendo a la correcta identificación y definición de los procesos que conforman la cadena hasta el nivel de detalle, así como los indicadores correspondientes para su seguimiento y control, integrando los tres niveles de dirección a lo largo de la cadena de valor del servicio y facilitando el proceso de toma de decisiones relevante y oportuna. La investigación además refleja las necesidades específicas del proceso de mejora de las cadenas de suministro en las empresas cubanas y en particular, en las del sector de las telecomunicaciones.

**Palabras clave:** modelo SCOR, indicadores claves, procesos, logística.

**Keywords:** SCOR model, key indicators, processes, logistics.

# Introducción al uso de bibliotecas de álgebra para estudiantes de ingeniería<sup>I</sup>

ADOLFO DI MARE<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Presentamos una metodología sencilla para introducir el uso de bibliotecas JAVA para la manipulación de matrices en el contexto del único curso de programación que reciben los estudiantes de ingeniería, quienes aprenden programación y construcción de algoritmos porque necesitan resolver problemas específicos usando computadores, dejando de lado el conocimiento detallado de las tecnologías de programación o de computación.

**Palabras clave:** álgebra lineal, matrices, uso de bibliotecas de programas, introducción de técnicas de programación, computación explícita, software.

## Abstract

We present a simple methodology to introduce the use of JAVA libraries for matrix manipulation in the context of the only programming course for engineering students, who learn programming and algorithm construction because they need to solve specific problems using computers, leaving aside the detailed knowledge of computer technology or programming.

**Keywords:** linear algebra, matrices, usage of program libraries, introduction to programming techniques, explicit computation, software.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM2: MARTES / TUESDAY 16, 3:50 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [adolfo.dimare@ecci.ucr.ac.cr](mailto:adolfo.dimare@ecci.ucr.ac.cr).

## Referencias

- [1] DIMARE, ADOLFO (2009): “Aprendizaje del lenguaje JAVA en 6 días”, reporte técnico ECCI-2010-01, Universidad de Costa Rica (pendiente de publicación).
- [2] ALLEN, E. & CARTWRIGHT, R. & STOLER, B. (2002): “Dr. Java: A light-weight pedagogic environment for JAVA”, Rice University, ACM SIGCSE’02, Covington, Kentucky, USA, <http://www.DrJava.org>.
- [3] KING, K.N. (1997): “The Case for JAVA as a First Language”, *Proceedings of the 35th Annual ACM Southeast Conference*, 124–131.
- [4] SCHULTE, C. & BENNEDSEN, J. (2006): “What do Teachers Teach in Introductory Programming?”, ACM ICER’06, Canterbury, United Kingdom, 9–10.

**Mathematics Subject Classification:** 15-01, 68-01, 68-04.

*Minicurso / Short course*  
Cooperative game theory: one point solutions,  
the inverse problem, nucleolus<sup>I</sup>

IRINEL DRAGAN<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

In a cooperative transferable utilities game, the main classical problem may be stated as follows: suppose that the grand coalition has been formed; how could be divided fairly the worth of the grand coalition? A flow game is shown to illustrate the problem. The *Shapley value* is the most famous solution, but it is difficult to compute for large games. We proved a formula which allows the parallel computation. The value of the flow game is computed. We introduced also the *inverse problem* for the Shapley value, which was later extended to other linear values.

For the Shapley value the inverse problem may be stated as follows: let  $L$  be a vector of outcomes; find out the set of all games for which the Shapley value equals  $L$ . For the outcome vector of the flow game computed above we give the solution of the inverse problem. The list of linear values for transferable utilities games is pretty long. Let us mention some of them: semivalues, least square values, random order values, Harsanyi payoff vectors, a.s.o. They were axiomatically defined like the Shapley value.

A non linear solution is given by the *nucleolus*, introduced by D. Schmeidler. Further, we show the procedure for computing the nucleolus which can be extended to the computation of the generalized nucleolus due to M. Justman. The generalized nucleolus may be used to find some compromise solution of the multi-objective linear programming problems. An example will be illustrating this game theoretic approach.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 7: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 8:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Mathematics Department, University of Texas, Arlington, USA. E-Mail: [dragan@uta.edu](mailto:dragan@uta.edu).

**Pre-requisite:** some linear algebra of vector spaces.

**Keywords:** cooperative game, flow game, Shapley value, inverse problem, nucleolus.

**Palabras clave:** juegos cooperativos, juegos de flujo, valor de Shapley, problema inverso, nucleolo.

### Referencias

- [1] DRAGAN, I. (1992): “An average per capita formula for the Shapley value”, Technical report (University of Texas at Arlington. Research Center for Advanced Study) – #289.
- [2] DRAGAN, I. (2005): “The inverse problem for Semivalues”, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, **22** (4), 545–561.
- [3] JUSTMAN, M. (1977): “Iterative processes with nucleolar restrictions”, *International Journal of Game Theory*, **6** (4), 181–222.
- [4] KOPELOWITZ, A. (1967): “Computations of the kernels of simple games and the nucleolus of a  $n$ -person game”, RM31, Hebrew Univ. Jerusalem.
- [5] SCHMEIDLER, D. (1969): “The nucleolus of a characteristic function game”, *SIAM Journal on Applied Mathematics*, **17** (6), 1163–1170.

# A FEM-DtN formulation for an incompressible material on an unbounded domain<sup>I</sup>

JAIRO DUQUE<sup>II</sup>

Colombia

---

We present an implementation of the finite element method combined with the Dirichlet-Neumann (DtN) mapping, derived in terms of an infinite Fourier series, to study the solvability of an exterior transmission problem arising in nonlinear incompressible 2d-elasticity. We also show some numerical experiments confirming the theoretical results.

**Keywords:** Dirichlet-to-Neumann mapping, finite element method, Fourier series, elasticity.

**Palabras clave:** aplicación Dirichlet-to-Neumann, método de elementos finitos, series de Fourier, elasticidad.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ED: JUEVES / THURSDAY 18, 2:40 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-Mail: [jjduque@univalle.edu.co](mailto:jjduque@univalle.edu.co).



## Optimum capital structure for BOT infrastructure projects in Egypt<sup>I</sup>

ABD ELAZIZ EL SAYED<sup>II</sup>

Egipto

---

Egypt's aging infrastructure is beyond serviceability failure with its government facing deep lack of funds for such mega projects. Since 1991, the private sector suddenly faced a new challenge of providing the capital for the largest type of civil engineering projects through the BOT scheme. The main source for financing these projects in Egypt is the debt provided by commercial lending and the equity provided by concessionaires. Among these two sources, infinite number of financial structures can be applied. This research discusses the various applied methods used for determining the optimum debt to equity ratio that guarantees a successful financial performance for these multi billion projects.

Linear programming is introduced as an effective method for solving this optimization problem. The solution algorithm is transferred into a useful computer program prepared to solve this problem with data already available in feasibility study. A questionnaire was made and its data was used to verify the program, it also showed the facts about decision making methods used in Egypt while setting such important ratio. All of this lead to some simple and straightforward guidelines about what BOT companies in Egypt should look for when setting debt/equity ratios for an infrastructure project.

**Keywords:** applications of engineering, linear programming.

**Palabras clave:** aplicaciones a la ingeniería, programación lineal.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC4: VIERNES / FRIDAY 19, 3:50 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Faculty of Engineering, Department of Mathematics and Physics, Cairo University, Egypt.  
E-Mail: dr.elsayed.eng@yahoo.com.

## Reliability estimation methods for interconnection networks<sup>I</sup>

NASSER FARD<sup>II</sup>      Indra Gunawan<sup>III</sup>

Estados Unidos – Nueva Zelanda

---

To derive the exact reliability expressions for large Multistage Interconnection Networks (MINs) can become rather complex. As network size increases, the reliability bounds could be used to estimate the reliability of the networks. In this paper, terminal, broadcast, lower and upper bounds network reliability will be determined. Lower bound reliability is the minimum probability that the system will be operational for a specified time. Upper bound reliability presents an optimistic view of probability that the system will work at some specified time, which is not the center of attention in terms of reliability point of view. If the lower bound reliability provides sufficient assurance that the system will be operational at some specified time, then no further effort for obtaining the exact reliability expression is necessary. As examples, the derivation of terminal, broadcast, lower and upper bounds network reliability expressions of the extra-stage cube network will be demonstrated.

**Keywords:** network, multistage, interconnection, bounds, stages, switches, reliability.

**Palabras clave:** red, multietapa, interconexión, fiabilidad, límites, etapas, interruptores.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Department of Mechanical and Industrial Engineering, Northeastern University, Boston, USA. E-Mail: [n.fard@neu.edu](mailto:n.fard@neu.edu).

<sup>III</sup>Department of Mechanical and Production Engineering, Auckland University of Technology, New Zealand. E-Mail: [igunawan@coe.neu.edu](mailto:igunawan@coe.neu.edu).

# The core in the matching models with quota restriction<sup>I</sup>

DELFINA FEMENIA<sup>II</sup>

Argentina

---

En este trabajo estudiamos el core en el modelo de asignación bilateral con restricción de cuota, donde una institución tiene que contratar pares de trabajadores complementarios y tiene una cuota, que es el número máximo de posiciones de par de candidatos para ser llenadas. Definimos, en un camino natural, el concepto de bloqueo por coalición y el concepto de “core”. Con la restricción de preferencias responsive de la institución la existencia del core es garantizada y una caracterización de él es obtenida.

**Palabras clave:** matching, restricción de cuota, q-estable, q-core.

## Abstract

In this paper we study the core in the matching models with quota restriction, where an institution has to hire a set of pairs of complementary workers, and has a quota that is the maximum number of candidates pair positions to be filled. We define a natural the concept of blocking by coalition and the concept of core. Under the restriction of responsive preferences of the institution the existence of core is guaranteed and a characterization of it is obtained.

**Keywords:** matching, cuota restriction, q-stable, q-core.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO2: MARTES / TUESDAY 16, 3:10 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad Nacional de San Juan, Argentina. E-Mail: [delfinafemenia@speedy.com.ar](mailto:delfinafemenia@speedy.com.ar).

## Modeling and solving of auction-based revenue maximization problems<sup>I</sup>

PETR FIALA<sup>II</sup>

República Checa

---

Revenue management is the process of understanding, anticipating and influencing consumer behavior in order to maximize revenue. The challenge is to sell the right resources to the right customer at the right time for the right price through the right channel. RM addresses three basic categories of demand management decisions: structural, price, and quantity decisions. Revenue management has gained attention recently as one of the most successful application areas of operations research. Auction is a special dynamic pricing method that acquires great popularity in recent years with the prevalence of the Internet. Combinatorial auctions are those auctions in which bidders can place bids on combinations of items. The advantage of combinatorial auctions is that the bidder can more fully express his preferences. This is particularly important when items are complements. It was introduced many important ideas, such as the mathematical programming formulation of revenue maximization problems, the connection between the revenue maximization problem and the set packing problem as well as the issue of complexity. Complexity is a fundamental question in combinatorial auction design. There are some different approaches to solve revenue maximization problems. Main approaches for solving the problem are exact or approximate algorithms. The algorithms have some pros and cons. One way of reducing some of the computational burden in solving combinatorial auctions is to set up a fictitious market that will determine an allocation and prices in a decentralized way.

The paper is devoted to analyzing an iterative approach to solving combinatorial auctions. In the iterative approach, there are multiple rounds of bidding and

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO3: MARTES / TUESDAY 16, 5:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Department of Econometrics, University of Economics, Prague, Czech Republic. E-Mail: pfiala@vse.cz.

allocation and the problem is solved in an iterative and incremental way. Iterative combinatorial auctions are attractive to bidders because they learn about their rivals' valuations through the bidding process, which could help them to adjust their own bids. There is a connection between efficient auctions for many items, and duality theory. The iterative approach is based on a primal-dual algorithm. The primal-dual algorithm can be taken as a decentralized and dynamic method of determine the pricing equilibrium. For the revenue maximization problem we will formulate the LP relaxation and its dual. A primal-dual algorithm usually maintains a feasible dual solution and tries to compute a primal solution that is both feasible and satisfies the complementary slackness conditions. If such a solution is found, the algorithm terminates. Otherwise the dual solution is updated towards optimality and the algorithm continues with the next iteration. Several auction formats based on the primal-dual approach have been proposed.

**Keywords:** revenue management, combinatorial auction, linear programming, dual theory, iterative approach, primal-dual algorithm.

**Palabras clave:** gestión de ingresos, subasta combinatoria, programación lineal, teoría dual, enfoque iterativo, algoritmo primal-dual.

*Acknowledgement:* The research project was supported by Grant No. 402/10/0197 “Revenue management - models and analyses” from the Grant Agency of the Czech Republic.

## Análisis de la regularidad local de los índices bursátiles durante la crisis de 2008<sup>I</sup>

ALEJANDRA FIGLIOLA<sup>II</sup>      Mariel Rosenblatt<sup>III</sup>  
Eduardo Serrano<sup>IV</sup>

Argentina

---

En este trabajo analizamos series de datos económicos de mercados financieros en los inicios de la crisis económica mundial desatada en el año 2008. Los datos fueron extraídos de los índices bursátiles diarios (Bloomberg code) registrados en las bolsas de valores de mercados financieros desarrollados y emergentes, según la clasificación del Morgan Stanley Capital Index (MSCI). Los datos empíricos provenientes de los mercados financieros, tales como los índices bursátiles, la tasa de interés, la variación de los precios de los productos básicos, presentan características autosimilares y multifractales que se relacionan con el grado de ineficiencia de los mercados financieros [1, 2]. En consecuencia, el análisis de la evolución temporal de la regularidad local de las series financieras es una alternativa interesante para caracterizar estos fenómenos desde otro enfoque.

Diversos cuantificadores han sido propuestos para medir la regularidad local de una función. El más simple es el exponente Hölder puntual, que resulta una herramienta muy útil en el procesamiento de señales e imágenes; además, la distribución estadística de los exponentes Hölder caracteriza la multifractalidad de las funciones a través del espectro multifractal. El exponente Hölder se calcula en cada punto  $x_0 \in \text{Dom}(f) \subseteq \mathbb{R}$ , donde  $f$  es una función localmente acotada, como

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC3: JUEVES / THURSDAY 18, 4:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Instituto del Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina. E-Mail: [afigliol@ungs.edu.ar](mailto:afigliol@ungs.edu.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [mrosen@ungs.edu.ar](mailto:mrosen@ungs.edu.ar).

<sup>IV</sup>Centro de Matemática Aplicada, Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Martín, Argentina. E-Mail: [eserrano@unsam.edu.ar](mailto:eserrano@unsam.edu.ar).

$H_f(x_0) = \sup_{0 \leq \alpha \leq \infty} \{\alpha : f \in C^\alpha(x_0)\}$ . La función  $f$  está en la clase  $C^\alpha(x_0)$  si existen  $C > 0$  y un polinomio  $P_{x_0}(x)$  de grado menor que  $\alpha$  tales que, en un entorno de  $x_0$ ,  $|f(x) - P_{x_0}(x)| < C|x - x_0|^\alpha$ . Cuanto más cerca de cero está el valor del exponente, más irregular es el gráfico de la función en ese punto, mientras que las porciones suaves de una función están asociadas a exponentes altos.

Existen diversas técnicas para estimar numéricamente el exponente Hölder puntual; entre ellas, algunas basadas en la implementación numérica de la definición y otras fundamentadas en el estudio del decaimiento de la amplitud de la transformada Wavelet de la función, [3]. En este trabajo usamos el método de Wavelet Leaders, que resulta eficaz en la estimación y más eficiente que los otros métodos. Los coeficientes wavelet leaders fueron introducidos por S. Jaffard, quien a partir del estudio del decaimiento de los supremos locales de los coeficientes wavelet, denominados los wavelet leaders, formuló una nueva caracterización del exponente Hölder puntual, [4].

En nuestro trabajo analizamos los retornos logarítmicos de los índices bursátiles de 9 países pertenecientes a mercados desarrollados y 12 pertenecientes a mercados emergentes, desde enero de 2007 hasta marzo de 2009. Este análisis revela que la variación temporal del exponente Hölder puntual refleja la evolución de la crisis y detecta los eventos históricos que se desarrollaron durante este fenómeno, a partir de los valores mínimos del exponente Hölder puntual.

**Palabras clave:** regularidad local, exponente Hölder puntual, análisis wavelet, líderes wavelet, índices bursátiles.

**Keywords:** local regularity, pointwise Hölder exponent, wavelet analysis, wavelet leaders, stock market indexes.

**Mathematics Subject Classification:** 65T60, 94A12, 26A16, 37M10.

## Referencias

- [1] MANDELBROT, B.B. (1997): “Fractal and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk”, Springer-Verlag, New York.
- [2] ZUNINO, L. & TABAK, B.M. & FIGLIOLA, A. & PÉREZ, D.G. & GARAVAGLIA, M. & ROSSO, O.A. (2008): “A multifractal approach for stock market inefficiency”, *Phys. A*, **387**, 6558–6566.
- [3] MALLAT, S. (2009): “A Wavelet Tour of Signal Processing, The Sparse Way”, to appear in Academic Press: Burlington, **3**.
- [4] JAFFARD, S. (2004): “Wavelet techniques in multifractal analysis”, *Proc. Sympos. Pure Math.*, AMS, **72-2**, 91-151.

## Modelo para estimar el tiempo necesario para graduarse en la Universidad de Costa Rica<sup>I</sup>

EUGENIA GALLARDO<sup>II</sup>

Costa Rica

---

En el presente artículo se pretende construir un modelo para estudiar el tiempo que tarda el estudiantado de carreras de grado de la Sede Central Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica para graduarse. Se utilizará la metodología conocida como Análisis de Supervivencia mediante el método Kaplan Meier. Este modelo presenta claras ventajas con respecto al tiempo promedio de graduación, el cual se utiliza frecuentemente, ya que el método Kaplan Meier toma en cuenta a la población total de estudiantes y no sólo a la población que ha finalizado exitosamente sus estudios en el momento del análisis. A pesar de que usualmente lo que se reporta es la media del tiempo para graduarse en el grupo que ya finalizó sus estudios, desde un punto de vista técnico, la distribución de este tipo de datos no cuenta ni siquiera con una media. De hecho, dicho valor sería artificialmente bajo al no incluir a aquellos(as) estudiantes que no han concluido sus estudios.

**Palabras clave:** tiempo de graduación, análisis de supervivencia, curvas Kaplan Meier.

**Keywords:** graduation time, survival analysis, Kaplan Meier curves.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:50 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Centro de Evaluación Académica, Universidad de Costa Rica. E-Mail: orescu@gmail.com.



## Los dígitos decrecientes, el modelo A, B, C y el manejo de poblaciones en albergues<sup>I</sup>

MARÍA J. GARCÍA<sup>II</sup> José Hernández<sup>III</sup> Gilberto Hernández<sup>IV</sup>

Venezuela

---

Ocurrida una catástrofe o desastre, ya sea de origen natural o causado por el hombre, parte de la población impactada se puede ver obligada, al afectarse directa o indirectamente su vivienda, a desplazarse desde sus hogares, en un principio a un refugio inmediato y luego a un albergue temporal en el cual se espera tenga una mayor permanencia. Aunque el tiempo de residencia en estos albergues debe ser corto, en ocasiones se prolonga la estadía, con el agravante que el número de pobladores del albergue puede ser elevado y en todo momento deben ser provistos de alimentos y otros enseres que puedan hacer viable su permanencia en el lugar con unas condiciones dignas para un ser humano.

Por lo antes dicho es necesario tener un control permanente del número de personas que permanecen en el albergue, sabiendo que siempre será un número aleatorio y que responde principalmente a las tasas de llegada y partida de las personas que requieren abrigo temporal. La situación antes descrita, tener un estimado de la población que día a día permanece dentro de un albergue, es el motivo de estudio de esta investigación, y dado que las llegadas y salidas se pueden visualizar como un proceso de nacimiento y muerte, se ha pensado emular esta situación haciendo uso de las expresiones matemáticas que se derivan de dos conceptos muy sencillos: los *dígitos decrecientes* (Dd) y los *modelos A, B, C*, o Ley de Pareto, o modelo 80/20.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO9: JUEVES / THURSDAY 18, 5:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Minimax Consultores, Gerencia General, Apartado 78239, Caracas 1074, Venezuela. E-Mail: [Minimaxconsultores@yahoo.com](mailto:Minimaxconsultores@yahoo.com).

<sup>III</sup>Universidad Metropolitana, Departamento Gestión de la Tecnología. Caracas, Venezuela. E-Mail: [jhernandez@unimet.edu.ve](mailto:jhernandez@unimet.edu.ve).

<sup>IV</sup>Minimax Consultores, Gerencia General, Apartado 78239, Caracas 1074, Venezuela. E-Mail: [Minimaxconsultores@yahoo.com](mailto:Minimaxconsultores@yahoo.com).

Bajo estas circunstancias, el objetivo de este trabajo se puede enunciar: Hacer uso de las expresiones derivadas de los modelos A, B, C y los dígitos decrecientes, para obtener estimados de la población que permanece en un albergue, como consecuencia de una catástrofe, de origen natural o causada por el hombre.

Con los estimados de la población que permanece en el albergue se facilita el cálculo de los productos, principalmente alimentos, que se necesitan para satisfacer las demandas de dicha población.

La ventaja de este conocimiento, una aproximación aceptable de la cantidad de personas que permanecen en el albergue, es que se puede estimar día a día los recursos necesarios y de esa manera se evita mantener insumos en exceso, que pudiesen estar siendo necesitados en otro lugar y lo que es más importante, no tener faltantes, especialmente de alimentos, que pudiesen hacer insostenible la permanencia en el albergue de aquellas personas que lo necesitan.

**Palabras clave:** dígitos decrecientes, modelos A, B & C, problemas sociales, albergues.

**Keywords:** decreasing digits, models A, B & C, social problems, hostels.

## On finite moment conditions for the ladder epochs of random walks<sup>I</sup>

SAEED GHARAMANI<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

Let  $\{X_n : n \geq 1\}$  be a sequence of independent identically distributed random variables with  $-\infty \leq E(X_n) < 0$ , and  $Z_n = \sum_{i=1}^n X_i$ ,  $n = 1, 2, \dots$ . Then  $\{Z_n\}$  is a random walk with negative drift. Let  $(S_n, T_n)$  be an independent identically distributed sequence of vectors of non-negative random variables, where for each  $n$ ,  $S_n$  and  $T_n$  may be dependent, such that

$$S_n - T_n \sim X_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

By studying the finite moment conditions for busy periods of a generalized  $GI/G/1$  queue in which  $S_n$  is the service time of the  $n$ th arrival, and  $T_n$  is the time between arrivals  $n$  and  $n+1$ , we derive conditions for the finite moments of the ladder epochs of the random walk  $\{Z_n\}$ .

**Keywords:** random walks with negative drift, queue theory, generalized  $GI/G/1$  queue.

**Palabras clave:** caminatas al azar con rumbo negativo, teoría de colas, colas  $GI/G/1$  generalizadas.

**Mathematics Subject Classification:** 60G50.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Western New England College, Springfield, USA. E-Mail: [sghahram@wnec.edu](mailto:sghahram@wnec.edu). URL: <http://mars.wnec.edu/~sghahram/>.

*Conferencia / Lecture*

Hierarchical game between manufacturer and the  
state incorporating ecological interaction<sup>I</sup>

ELLINA GRIGORIEVA<sup>II</sup>      Evgenii Khailov<sup>III</sup>

Estados Unidos – Rusia

---

A model of the interaction between a manufacturer and the state is investigated where the manufacturer produces a single product and the state controls the level of pollution. In addition to pollution fines, the state imposes taxes on the sales revenue and on the total annual profit.

The model is described by a nonlinear system of two differential equations with three bounded control. The interaction between the manufacturer and the state is considered as the hierarchical differential game in which the state is the leader and the manufacturer is the follower. The state starts the game by establishing the maximum allowed level of the pollution (control parameter) and other taxation.

The manufacturer responds to the game using its three controls: the portion of the profit that is invested into production, the portion of the profit that is invested into pollution control, and the amount of the loan that the manufacturer takes in order to expand production. The goal of the state is minimize total environment pollution. The goal of the manufacturer is to maximize the total profit over a given horizon.

Optimal policies for each player are obtained analytically with the use of Stackelberg differential game and Pontryagin Maximum Principle.

**Keywords:** differential game, nonlinear model, environmental problem.

**Palabras clave:** juego diferencial, modelo no lineal, problema ambiental.

**Mathematics Subject Classification:** 49J15, 49N90, 93C10, 93C95.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 10:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Texas Woman's University, Denton TX, USA. E-Mail: EGrigorieva@mail.twu.edu.

<sup>III</sup>MGU, Moscow State Lomonosov University, Russia. E-Mail: khailov@cs.msu.su.

## Statistical considerations in the use of a composite time-to-event endpoint for comparing treatment<sup>I</sup>

LUPE GÓMEZ<sup>II</sup>

España

---

When comparing two treatment groups in a time-to-event analysis, it is common to use a composite outcome event consisting of two or more distinct outcomes, such as the composite of non-fatal MI or revascularization in patients with coronary artery disease, or the composite of clinical progression or death in patients with inoperable cancer. The motivation for using a composite outcome event is sometimes to capture a fuller spectrum of outcomes related to patient population, sometimes to account for a terminating event (such as death), and sometimes to increase the rate of occurrence of the outcome event in hopes of increasing power to detect treatment differences.

There has been considerable debate about the use of composite endpoints as regards the interpretation of results, but very little discussion about the statistical tradeoffs of using a composite endpoint versus an endpoint based on one or a subset of the components in the composite. We investigate this problem by considering the relative efficiency of a logrank test for comparing treatment groups with respect to the endpoint E1 (for example, non-fatal MI) versus the composite endpoint of E1 or E2 (for example, nonfatal MI or revascularization), where E1 and E2 can be either single types of events or composites also see format and style instructions on the webpage.

The relative efficiency of a logrank test based on E1 to a logrank test based on the composite of E1 and E2 depends on the marginal distributions of the times until E1 and E2, the correlation between these times, the treatment group differences with respect to E1 and E2, and the pattern and amount of censoring. We compute

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES4: JUEVES / THURSDAY 18, 2:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Statistics Dpt., Universitat Politècnica de Catalunya, Spain. E-Mail: [lupe.gomez@upc.edu](mailto:lupe.gomez@upc.edu).

this relative efficiency for a variety of settings in order to develop guidelines for deciding whether to expand a study endpoint from E1 to the composite of E1 and E2.

**Keywords:** clinical trials, composite endpoints, Logrank test, relative efficiency, survival analysis.

**Palabras clave:** ensayos clínicos, puntos finales compuestos, prueba Logrank, eficiencia relativa, análisis de supervivencia.

## Rediseño de la cadena de abastecimiento de un grupo embotellador de bebidas<sup>I</sup>

FERNANDO GONZÁLEZ<sup>II</sup>    Isidro Soria<sup>III</sup>    Marco Castillo<sup>IV</sup>

México

---

El problema de la distribución de los productos de una empresa embotelladora de refrescos que cuenta con 4 plantas embotelladoras, 5 macrocentros y 17 centros de distribución regionales es estudiado. La solución se obtiene construyendo un modelo de optimización y aplicando la relajación Lagrangiana. El modelo de optimización propuesto consta de 76 restricciones, 25 variables binarias y 105 variables no negativas. El valor óptimo de los multiplicadores se obtiene usando el método del sub-gradiente programado en GAMS (2006). La restauración de la factibilidad se obtiene reasignando los macrocentros a los centros de distribución, de acuerdo al menor costo de distribución y tomando en cuenta la capacidad de cada macrocentro. La reasignación se inicia con el macrocentro de mayor capacidad. La solución obtenida en este trabajo se compara contra la solución óptima del modelo de red de distribución de la compañía encontrada con un paquete comercial.

**Palabras clave:** relajación lagrangiana, método del sub-gradiente, cadena de abastecimiento.

**Keywords:** Lagrangian relaxation, sub-gradient method, supply chain.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad Politécnica del Valle de Toluca, México. E-Mail: [tiofercho@hotmail.com](mailto:tiofercho@hotmail.com).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [soriaarguelloisidro@hotmail.com](mailto:soriaarguelloisidro@hotmail.com).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [eulerubi@yahoo.com.mx](mailto:eulerubi@yahoo.com.mx) .

## Modelos elípticos en formas afines<sup>I</sup>

GRACIELA GONZÁLEZ<sup>II</sup>    Francisco Caro<sup>III</sup>    José Antonio Díaz<sup>IV</sup>

México – Colombia

---

Se presentan modelos elípticos bajo la teoría de formas afines a través de polinomios zonales de bajo grado, cuyas representaciones finitas facilitan su uso en aplicaciones. En particular, se obtienen funciones de densidad polinomiales de configuraciones en teoría de formas bajo modelos elípticos no centrales.

El procedimiento de inferencia y elección de modelos se simplifica substancialmente al basarse sobre densidades exactas. Los resultados se sintetizan en un software que se aplica a diversas situaciones de teoría clásica de formas.

**Palabras clave:** distribuciones elípticas, teoría de formas, imágenes, polinomios zonales.

**Keywords:** elliptical distributions, shape theory, images, zonal polynomials.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES7: VIERNES / FRIDAY 19, 2:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Centro de Investigaciones Matemáticas (CIMAT), Guanajuato, México. E-Mail: [farías@cimat.mx](mailto:farías@cimat.mx), [gmfarías@gmail.com](mailto:gmfarias@gmail.com).

<sup>III</sup>Universidad de Medellín, Colombia. E-Mail: [fjcaro@udem.edu.co](mailto:fjcaro@udem.edu.co).

<sup>IV</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. E-Mail: [jadiaz@uaaan.mx](mailto:jadiaz@uaaan.mx).



## Tsunami: un problema matemáticamente interesante<sup>I</sup>

RODRIGO GONZÁLEZ<sup>II</sup>      Modesto Ortiz<sup>III</sup>

México

---

Es de conocimiento general que detrás del impresionante proceso físico en sí, hay muchos hechos y consecuencias relacionadas: a veces mucha destrucción y pérdida de vidas, por supuesto personas y recursos involucrados, tal vez más preguntas que respuestas, pero sobre todo ciencia y matemáticas. En esta plática, la atención se centra precisamente sobre el último aspecto listado: las matemáticas, los métodos matemáticos y la herramienta computacional que apoyan la compleja descripción de este tipo de olas en el océano desde dos puntos de vista en particular. En específico, el objetivo es describir la maquinaria matemática utilizada en un enfoque analítico del problema de generación de ondas tsunami, así como la contraparte numérica abordada de una forma especial: el diseño de un Módulo Sintetizador de Tsunamis para simular tsunamis originados por sismos ocurridos en la zona de subducción de la costa occidental de México.

**Palabras clave:** ondas tsunami, simulación.

### Abstract

In general, as almost everybody knows, behind the impressive physical process itself, there are many facts and related implications: a lot of destruction and lose of life, of course people and involved resources, perhaps more questions than answers, but especially science and mathematics. In this talk the attention is focused

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora, México. E-Mail: [rgonzlz@gauss.mat.uson.mx](mailto:rgonzlz@gauss.mat.uson.mx).

<sup>III</sup>CICESE, Departamento de Oceanografía Física, México. E-Mail: [ortizf@cicese.mx](mailto:ortizf@cicese.mx).

precisely on the last listed aspect: the mathematics, the mathematical methods and the computational tools that support the complex description of this kind of ocean waves from two particular perspectives. Specifically, the aim is to describe the mathematical machinery used in an analytical approach on the tsunami waves generation problem and on the numerical counterpart addressed in a special way: the design of a Tsunami Tool-Box for the simulation of synthetic tsunamis caused by earthquakes in the subduction zone of the West coast of Mexico.

**Keywords:** tsunami waves, simulation.

## Referencias

- [1] EWING W.M. & JARDETZKY W.S. (1957): “Elastic Waves in Layered Media”, McGraw Hill.
- [2] GONZÁLEZ-GONZÁLEZ R. & SEKERZH-ZENKOVICH S. (2005): “Epicentral Zone Analysis for the Nonstationary Hydroelastic Problem on Tsunami Waves Generation”, IPM Preprints, RAS, **775**.
- [3] MANSINHA, L. & SMYLIE, D.E. (1971): “Almost periodic functions 2”, to appear in The Displacement Field of Inclined Faults. *Bull. Seimol. Soc. Am.*, **61** (1433–1440).
- [4] PEDLOSKY, J. (1979): “Geophysical Fluid Dynamics”, to appear in Springer-Verlag.
- [5] ORTIZ M. & KOSTOGLODOV, V. & SINGH, S.K. & PACHECO, J. (2000): “New constraints on the uplift of October 9, 1995 Jalisco-Colima earthquake (Mw 8) based on the analysis of tsunami records at Manzanillo and Navidad, México”, to appear in *Geof. Int.*, **39** (4): 349–357.

On the distributions of certain spacings<sup>I</sup>GHOLAMHOSSEIN HAMEDANI<sup>II</sup>      Hans Volkmer<sup>III</sup>

Estados Unidos

---

The problem of characterizing uniform distribution based on the identical distribution of certain spacing has been studied by many authors, in particular by Arnold, Ghosh, Huang, Shimizu, Ahsanullah and recently by Hamedani and Volkmer.

Let  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be i.i.d. with absolutely continuous (with respect to the Lebesgue measure) distribution function  $F$ . Denote the corresponding order statistics by

$$X_{1:n} \leq X_{2:n} \leq \dots \leq X_{n:n}.$$

If the distribution function  $F$  is uniform  $[0, 1]$ , then the spacing  $X_{s:n} - X_{r:n}$  and the order statistic  $X_{s-r:n}$  are identically distributed for  $1 \leq r < s \leq n$ , i.e.

$$X_{s:n} - X_{r:n} \sim X_{s-r:n}. \quad (1)$$

In this talk we recall our previous characterizations of the uniform distribution based on (1) for some  $r$  and  $s$ , and then present new characterizations of the uniform distribution based on (1) which extend the existing results in this direction. Finally, a result explaining the closeness of a distribution to the uniform distribution will be discussed.

**Keywords:** order statistics, distribution of spacing, uniform distribution.

**Palabras clave:** estadísticos de orden, distribución del espaciamiento, distribución uniforme.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Department of MSCS, Marquette University, U.S.A. E-Mail: [g.hamedani@mu.edu](mailto:g.hamedani@mu.edu), [gholamhoss.hamedani@marquette.edu](mailto:gholamhoss.hamedani@marquette.edu).

<sup>III</sup>Department of Mathematical Sciences, University of Wisconsin-Milwaukee, U.S.A. E-Mail: [volkmer@csd.uwm.edu](mailto:volkmer@csd.uwm.edu), [volkmer@uwm.edu](mailto:volkmer@uwm.edu).

## Comparación de residuales estandarizados obtenidos en estimaciones de modelos GARCH(1,1) asumiendo distribución normal y $t$ -Student<sup>I</sup>

ALVIN HENAO<sup>II</sup>      Jheny Rueda<sup>III</sup>

Colombia

---

Los errores en los modelos de series de tiempo financieras no siguen una distribución de probabilidad normal. Existiendo varias alternativas para su modelado, se busca determinar si existen diferencias significativas cuando se asume normalidad y los errores en realidad siguen una distribución  $t$ -Student. Para esto, se simula un modelo GARCH(1,1) con estas características con el fin de generar series, cuyos coeficientes serán estimados posteriormente asumiendo una distribución normal y  $t$ -Student. Se comparan los resultados de ambas estimaciones obteniéndose que no existe diferencia significativa en ellas

**Palabras clave:** modelos GARCH, series de tiempo heteroscedástica, estimación de modelos GARCH, residuales estandarizados.

### Abstract

Errors in models of financial time series do not follow a normal distribution having several alternatives for modeling. The aim is determinate whether there are significant differences when normality is assumed, and errors in fact follow a  $t$ -Student distribution. For this, a GARCH(1,1) model with these characteristics is simulated in order to generate a time series. Coefficients of these series will be

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad del Norte, Departamento de Ingeniería Industrial, Colombia. E-Mail: [henaoo@uninorte.edu.co](mailto:henaoo@uninorte.edu.co).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [jruedaj@uninorte.edu.co](mailto:jruedaj@uninorte.edu.co).

estimated later assuming a normal and a  $t$ -Student distribution. The results are compared obtaining that there is no significant differences among them.

**Keywords:** GARCH models, heteroscedastic time series, GARCH models estimation, standardized residuals.

## Using data to make good management decisions<sup>I</sup>

ANTHONY HAYTER<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

Experiences gained from teaching in the business school environment and from consulting with companies will be presented. Some case studies from the USA and Asia will be provided that illustrate how data analysis has been employed to better understand business situations, and to provide the basis for better decision making. Are businesses today making efficient use of the data they have available, and would they be surprised by their own data? A crucial aspect of education is the motivation of students of the value of quantitative skills to their businesses. Some Golden Rules will be discussed which provide the foundation for this motivation. Case studies are a wonderful tool for motivating students. Case studies from various countries and industrial sectors are presented that illustrate how data analysis techniques can be applied to real problems and how they can have an impact on the company's financial bottom line.

**Keywords:** Data analysis, business statistics, decision making, case study, regression, probability.

**Palabras clave:** Análisis de datos, estadística en negocios, toma de decisiones, estudio de casos, regresión, probabilidad.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Department of Statistics and Operations Technology, University of Denver, U.S.A. E-Mail: [Anthony.Hayter@du.edu](mailto:Anthony.Hayter@du.edu). Website: <http://www.daniels.du.edu/AnthonyHayter>.

## Medidas de complejidad en secuencias de DNA<sup>I</sup>

ENRIQUE HERNÁNDEZ<sup>II</sup>      Gustavo Carreón<sup>III</sup>  
Pedro Miramontes<sup>IV</sup>

México

---

Las secuencias de DNA codifican toda la información genética de un organismo. Si se pudiera entender toda la información contenida en tales secuencias, el impacto en la biología, en la medicina y en la sociedad en general sería importante. Esta información, compuesta por sólo cuatro letras, definidas por los nucleótidos Adenina (A), Citocina(C), Guanina (G) y Timina(T), puede resultar más compleja que un lenguaje natural debido a las longitudes de las palabras y las correlaciones existentes entre ellas.

La *teoría matemática de la información* propuesta por Claude Shannon en 1948<sup>1</sup> ha sido utilizada para medir la complejidad en secuencias genómicas. Ésta se basa en la carga de información obtenida a partir de la probabilidad de la aparición de subsecuencias, es decir, de su entropía. Sin embargo, esta medida no ha sido suficiente, ya que solamente dice que tan homogénea es la distribución de nucleótidos en una secuencia olvidándose de su correlación.

La elección adecuada de una medida de complejidad depende de las características del problema a analizar. En este trabajo se propone utilizar una medida de complejidad, diferente a la entropía de Shannon, que ayuda a medir la dificultad de descripción de una secuencia y su grado de organización. La *dimensión fractal*,

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>UNAM, Facultad de Ciencias y UACM, Maestría en Dinámica No Lineal y Sistemas Complejos, México. E-Mail: [jherza@gmail.com](mailto:jherza@gmail.com).

<sup>III</sup>UNAM, Facultad de Ciencias e Instituto de Investigaciones Económicas, México. E-Mail: [webmaster@ses.unam.mx](mailto:webmaster@ses.unam.mx).

<sup>IV</sup>UNAM, Facultad de Ciencias, México. E-Mail: [pmv@fciencias.unam.mx](mailto:pmv@fciencias.unam.mx).

<sup>1</sup>C.E. Shannon: *The mathematical theory of communication*, Bell System Technical J., 27, 1948, pp. 379–423, 623–656.

junto con otras herramientas de análisis de genomas, es una medida que resalta propiedades comunes en todos los organismos, hasta el momento, analizados.

La metodología utilizada comienza generando *pseudo-caminatas brownianas*, a partir de las secuencias genómicas, posteriormente son analizadas mediante la dimensión fractal utilizando el método de *sandbox counting*. Una vez hecho lo anterior cada secuencia es mapeada en un alfabeto binario esto, haciendo uso de sus propiedades físico químicas.

Cada cadena binaria obtenida, es analizada mediante el índice de homogeneidad del DNA (IDH)<sup>2</sup> que se define como:

$$d = \frac{(N_{00}N_{11}) - (N_{01}N_{10})}{N_0N_1} \quad (1)$$

donde  $N_{ij}$  es el número de  $i$  seguidos por  $j$  y  $N_0$  y  $N_1$  son el número total de ceros y unos respectivamente y su producto restringe al índice en el intervalo  $-1 \leq x \leq 1$ . El IDH distingue entre organismos de diferentes orígenes filogenéticos y los coloca en distintas regiones sobre el plano de secuencias (*dys* – *dws*). Los índices *dys* y *dws* proporcionan información sobre que tan lisa o rugosa es una secuencia y que tan flexible o rígida es, respectivamente. Al agregar una tercera coordenada dada por la complejidad, se obtiene una visualización que muestra una estructura particular en la organización de las cadenas con complejidades similares.

Al contrario de lo observado en secuencias generadas al azar, el grado de organización en secuencias genómicas sugiere la existencia de una dinámica intrínseca que restringe a las subsecuencias de máxima complejidad en una región bien definida en el plano (*dys* – *dws*). Por otro lado se observó que existe diferencia entre las medidas de complejidad de los organismos eucariontes, bacterias y arqueobacterias. Esto sugiere que la evolución de un organismo es causa directa de su evolución a nivel molecular.

**Palabras clave:** ADN, complejidad, dimensión fractal.

**Keywords:** DNA, complexity, fractal dimension.

---

<sup>2</sup>P.Miramontes, L. Medrano, C. Cerpa, R. Cedergren, G. Ferbeyre and G. Cocho: *Structural and Thermodynamic Properties of DNA Uncover Different Evolutionary Histories*, J. Mol. Evol., Vol 40, (1995), pp. 698–704.



*Minicurso / Short course*

Modelos cualitativos-cuantitativos para la  
enseñanza de la logística empresarial y la cadena  
de suministros<sup>III</sup>

JOSÉ HERNÁNDEZ<sup>IV</sup>    María J. García<sup>V</sup>    Jerónimo De Burgos<sup>VI</sup>

Venezuela

---

El curso corto podría establecerse de acuerdo al siguiente programa:

1. **La logística empresarial y modelos para su enseñanza:** Algunos modelos cualitativos-cuantitativos para enseñar la logística empresarial y la cadena de suministros. El modelo Logística de Abastecimiento, Producción, Distribución e Inversa (LAPDI). El Modelo Logístico Basado en Cargos (MoLoBaC). El Modelo Logístico Basado en Indicadores de Cargos (MoLoBaICa). El Modelo Logístico, Estratégico, Táctico, Operativo con logística Inversa (MoLETOI).
2. **Diagnósticos empresariales a través de modelos logísticos:** El modelo LAPDI. Flujos de materias directos e inversos: un balance de masa. Flujos de información y otros flujos. ¿Se pueden medir? Una unidad común de medición de flujos: los flujos monetarios.

---

<sup>III</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 2: MARTES / TUESDAY 16, 11:15 AM, AULA 2.

<sup>IV</sup>Universidad Metropolitana, Departamento Gestión de la Tecnología. Caracas, Venezuela. E-Mail: [jhernandez@unimet.edu.ve](mailto:jhernandez@unimet.edu.ve).

<sup>V</sup>Minimax Consultores, Gerencia General, Apartado 78239, Caracas 1074, Venezuela. E-Mail: [Minimaxconsultores@yahoo.com](mailto:Minimaxconsultores@yahoo.com).

<sup>VI</sup>Universidad de Almería, Departamento de Dirección y Gestión de Empresas. Almería, España. E-Mail: [jburos@ual.es](mailto:jburos@ual.es).

3. El MoLETOI, un modelo integrador. Etapas de MoLETOI. Las fases de MoLETOI. Integración de modelos logísticos a través de MoLETOI.
4. El Modelo Logístico Basado en Cargos (MoLoBaC). Medición de la dispersión a través de MoLoBaC. Desempeño logístico, modelos multi-criterios y MoLoBaC.
5. El Modelo Logístico Basado en Indicadores de Cargos (MoLoBaICa). Diagnóstico empresarial a través de indicadores con MoLoBaICa.

Se persigue con este curso mostrar algunos modelos de origen académico, que bajo un enfoque cualitativo-cuantitativo, son de gran utilidad para la enseñanza de la logística empresarial y la cadena de suministro, a la vez que pueden ser útiles para realizar diagnósticos empresariales.

Primeramente se harán unos comentarios generales sobre la logística y el concepto de logística empresarial, para seguir con una presentación general de cada uno de los cuatro modelos. Luego se analizará cada modelo en forma independiente y se verá como contribuye cada uno de ellos en la enseñanza de la logística empresarial, a la vez que se estudia cómo se pueden realizar diagnósticos empresariales con cada uno de ellos.

Se harán algunos comentarios sobre aspectos cuantitativos de medición, en particular se hablará de indicadores y de modelos multi-criterios y luego se verá como estos conceptos pueden ser manejados a través de algunos de los modelos logísticos presentados, para realizar diagnósticos del desempeño empresarial.

Finalmente se comentarán algunas expectativas de aplicación que se pueden tener con estos modelos logísticos.

El curso está programado para dictarlo en tres horas (3 h), donde se cubrirían:

- Temas 1 y 2 el primer lapso (1 hora).
- Temas 3 y 4 el segundo lapso (1 hora).
- Temas 4 y 5 el tercer lapso (1 hora).

**Palabras clave:** modelo logístico, modelo LAPDI, modelo MoLoBaC, modelo MoLETOI, modelo MoLoBaICa, modelos multi-criterios, indicadores de gestión, diagnósticos empresariales.

**Keywords:** logistic models, multicriteria models, management indicators, diagnostics business.

# Algoritmos genéticos para la clasificación no supervisada de imágenes satelitales en la ciudad de Bogotá<sup>I</sup>

EDDY HERRERA<sup>II</sup>      Julio Garcia<sup>III</sup>

Colombia

---

Tradicionalmente, la clasificación no supervisada de imágenes divide a todos los píxeles de una imagen en pixel por pixel para asignarle la clase correspondiente. El número de los grupos por lo general tiene que ser fijado de manera a priori por un analista humano.

Esta forma de clasificación, en general, no tiene en cuenta las propiedades espectrales de las diferentes grupos de imágenes, ya que dichas propiedades espectrales de las clases específicas dentro de las imágenes pueden variar con frecuencia y las relaciones entre las clases de objetos y la información espectral no son siempre constantes. Además, una vez definida por una imagen, no puede necesariamente extenderse a las demás clases, así el número de grupos está correctamente prefijado.

Este trabajo utilizó el método heurístico basado en los Algoritmos Genéticos (AG) para determinar automáticamente el número de cluster durante la clasificación no supervisada de imágenes satelitales en la ciudad de Bogotá y optimizar así la clasificación correcta en grupos. La optimización se basó en el índice Davies-Bouldin Index (DBI) y el método de  $K$ -means. Los resultados de clasificación se compararon con los resultados de un modelo convencional, para estimar una medida de precisión de los índices y del clasificador.

**Palabras clave:** algoritmos genéticos, índice Davies-Bouldin,  $K$ -medias, conglomerado.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD3: MARTES / TUESDAY 16, 5:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. E-Mail: eherrera@javeriana.edu.co.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Colombia. E-mail julio-garcia@javeriana.edu.co.

**Keywords:** genetic algorithms, Davies-Bouldin index,  $K$ -means, cluster.

## Referencias

- [1] BANDYOPADHYAY, S. & MAULIK, U. (2002): “Genetic clustering for automatic evolution of clusters and application to image classification”, *IEEE pattern recognition*, **35**, 1197–1208.
- [2] SANGHAMITRA, B. & NKAR, K. (2007): “Classification and learning using genetic algorithms applications in bioinformatics and web intelligence”, Editorial Springer-Verlag, Berlín Heidelberg.

## Modelo combinado de transbordo y ruteo aplicado al sector de carga en PYMES de Bogotá, Colombia<sup>I</sup>

OSCAR HERRERA<sup>II</sup>

Colombia

---

Aquí se presenta el diseño de un modelo de transbordo desarrollado para la planeación operativa de empresas características del sector de carga ubicadas en la ciudad capital de Colombia, Bogotá enmarcado dentro del esquema de la optimización con programación lineal entera binaria, desarrollado a partir del modelo de asignación de cargas desde varias fuentes y conjugado o combinado con el modelo transbordo clásico para luego y, utilizando la respuesta de este, desarrollar el algoritmo de Clark and Wriqth para determinar de forma específica las rutas que se deben seguir desde un centro de distribución de forma que abastezca la demanda de los clientes que le fueron asignados por el resultado del modelo desarrollado inicialmente. De esta forma se tiene un desarrollo completo en cuanto a la determinación de las rutas óptimas a llevar a cabo por cada centro de distribución debido a que establece las asignaciones óptimas como etapa inicial para luego determinar el ruteo específico con base a las menores distancias de recorrido dadas por el ahorro que establece el algoritmo de Clark and Wriqth.

Por otra parte, este modelo se ha desarrollado como forma de gestionar un sistema real en el sector de carga terrestre para pequeñas y medianas empresas radicadas en Bogotá y con operación en todo el país de Colombia y cuyos resultados se muestran en el apartado del cuerpo empírico dentro de este artículo.

**Palabras clave:** modelo de transbordo, programación entera mixta, algoritmo de ahorros, sector de transporte de carga seca.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:50 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad Distrital FJDC y Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.  
E-Mail: ojavierho@gmail.com.

### Abstract

Here one presents the design of a model of change (transfer) developed for the operative planeación of companies typical of the sector of load located in the cardinal city of Colombia, Bogota framed inside the scheme of the optimization with linear entire binary programming, developed from the model of assignment of loads (charges) from several sources (fountains) and several brought together (conjugated) or with the model classic change (transfer) for then and, using the response of this one, Wrigth develops Clark's algorithm and to determine of specific form the routes that must follow from a distribution center so that it (he, she) should supply the demand (lawsuit) of the clients who were assigned to him (her) by the result of the model developed initially. Of this form a complete development is had as for the determination of the ideal routes to carry out for every center of distribution due to the fact that it (he, she) establishes the ideal assignments as initial stage then to determine the specific ruteo with base to the minor distances of tour given by the saving that establishes Clark's algorithm and Wrigth.

On the other hand, this model has developed as way of managing a royal (real) system in the sector of terrestrial load for small and medium companies taken root in Bogotá and with operation in the whole country of Colombia and which results appear in the paragraph of the empirical body inside this article.

**Keywords:** model of change (transfer), entire mixed programming, algorithm of savings, sector of transport of load dries.

# A significant modification on Murty's interior point method for quadratic programming using ellipsoidal technique<sup>I</sup>

OSMAN HESHAM<sup>II</sup> Hassan Elsayed<sup>III</sup> Hassan Abdel-Karim<sup>IV</sup>

Egipto

---

In this paper a significant modification on the method proposed by Murty for solving Quadratic Programming (QP) is introduced. Murty's method depends on two main steps: a centering step and a descent step. The centering step is a corrector step that tries to move a current interior feasible solution into the center of the feasible region without sacrificing the objective quality. The second step is a predictor step that results in a strict decrease in objective value, and this is accomplished using two centering phases.

A modification is done to that procedure using the ellipsoidal method which depends on creating a new constraint orthogonal to the gradient of the objective function at a feasible solution to shrink the feasible region. The largest Hyperellipsoid that can be inscribed inside the shrunk feasible region is then constructed. A descent step is then done to get a better boundary solution.

**Keywords:** descent, ellipsoidal method, interior points methods, quadratic programming, Murty.

**Palabras clave:** descenso, método elipsoidal, métodos de puntos interiores, programación cuadrática, Murty.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Department of Engineering, Mathematics and Physics, Faculty of Engineering, Cairo University, Egypt. E-Mail: [heshamhz@yahoo.com](mailto:heshamhz@yahoo.com).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [dr.elsayed\\_eng@yahoo.com](mailto:dr.elsayed_eng@yahoo.com).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [asho\\_hassan@yahoo.com](mailto:asho_hassan@yahoo.com).

## *Conferencia / Lecture*

# Recent discoveries in the theory of Benford's law<sup>I</sup>

TED HILL<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

A century-old empirical observation called Benford's Law states that the significant digits (i.e., the mantissas, or fraction parts of floating points) of many datasets are logarithmically distributed, rather than uniformly distributed as might be expected. For example, more than 30 % of the leading decimal digits are 1, and fewer than 5 % are 9.

This talk will briefly survey the history of the problem, and then discuss recent mathematical discoveries that help explain the ubiquity of Benford datasets. It has now been shown that iterations of many common functions (including polynomials, power, exponential, and trigonometric functions, and compositions thereof), geometric Brownian motion (hence many stock market models), large classes of ODE's, random mixtures of data from different sources, and many numerical algorithms like Newton's method, all produce Benford distributions.

Applications of these theoretical results to practical problems of fraud detection, analysis of round-off errors in scientific computations, and diagnostic tests for mathematical models will be mentioned, as well as several open problems in dynamical systems, probability, number theory, and differential equations. The talk will be aimed for the non-specialist.

**Keywords:** Benford's law, dynamical systems, Newton's method, first-digit problem, fraud detection.

**Palabras clave:** ley de Benford, sistemas dinámicos, método de Newton, problema del primer dígito, detección de fraudes.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 12: VIERNES / FRIDAY 19, 5:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Georgia Institute of Technology and California Polytechnic State University, USA. E-Mail: hill@math.gatech.edu.



## Referencias

- [1] BERGER, A. & HILL, T. & MORRISON, K. (2008): “Scale distortion inequalities for finite data sets”, *Journal of Theoretical Probability*, **21**, 97–117.
- [2] BERGER, A., & HILL, T. (2007): “Newton’s method obeys Benford’s law”, *American Mathematical Monthly*, **114**, 588–601.
- [3] BERGER, A. & BUNIMOVICH, L. & HILL, T. (2005): “One-dimensional dynamical systems and Benford’s Law”, *Transactions of the American Mathematical Society*, **357**, 197–219.
- [4] HILL, T. (1999): “The difficulty of faking data”, *Chance*, **26**, 8–13.
- [5] HILL, T. (1995): “A statistical derivation of the significant-digit law”, *Statistical Science*, **10**, 354–363.

## Valuación de opciones americanas con múltiples ejercicios: un enfoque discreto<sup>I</sup>

VÍCTOR HUGO IBARRA<sup>II</sup>      Patricia Saavedra<sup>III</sup>

México

---

En el mercado de energéticos una opción de uso común es la llamada “swing option”, la cual le permite al tenedor de la misma variar la cantidad de energía que le es entregada. Existe una gran cantidad de variantes de ella, ya que se adecúan a las necesidades del usuario. Una característica que distingue a este tipo de opciones es que el tenedor de este tipo de opción tiene el derecho de ejercer varias decisiones y en principio, tiene la total libertad de establecer el momento de estos ejercicios, a diferencia de las opciones “bermuda”, en las cuales los momentos de ejercicio están previamente determinados.

Un primer acercamiento a este tipo de opciones es verlas como si fuesen opciones americanas, las cuales permiten múltiples posibilidades de ejercicio. En cada uno de estos tiempos de ejercicio sólo se puede hacer efectiva la compra (o la venta) de una cantidad fija del subyacente. Su valuación se hará mediante una variación del enfoque de programación dinámica que se utiliza para valorar las opciones americanas. Se hará una discretización del tiempo y —con ayuda de una variable que controle el número de derechos de ejercicio efectuados— se creará un árbol binomial multinivel (bosque binomial).

Se presentarán diversos casos de pruebas, contrastadas con resultados encontrados en la literatura.

**Palabras clave:** opciones americanas con múltiples ejercicios, múltiples tiempos de paro óptimos, programación dinámica.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC3: JUEVES / THURSDAY 18, 5:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Escuela de Actuaría, Universidad Anáhuac-México Norte. E-Mail: [vibarra@anahuac.mx](mailto:vibarra@anahuac.mx).

<sup>III</sup>División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. E-Mail: [psb@xanum.uam.mx](mailto:psb@xanum.uam.mx).

**Keywords:** multiple American exercise, optimal multiple stopping, dynamic programming.

## Referencias

- [1] CARMONA, R. & TOUZI, N. (2008): “Optimal Multiple Stopping and Valuation of Swing Options”, *Mathematical Finance*, **18** (2), 239–268.
- [2] JAILLET, P. & RONN, E. & TOMPAIDIS, S. (2004) “Valuation of Commodities-Based Swing Options”, *Management Science*, **50** (7), 909–921.

## Limit solutions of a finite horizon bargaining problems<sup>I</sup>

HARUO IMAI<sup>II</sup>      Hannu Salonen<sup>III</sup>

Japan – Finland

---

We consider bargaining problem, which is important in social sciences, by means of game theory, a branch of applied mathematics.

Bargaining problem with a (certain) deadline is important both from the fact that there are many such instances and from theoretical viewpoint that it connects two strands of analysis, i.e. bargaining with an immediate deadline and with an indefinitely long deadline. We analyze this problem by means of a limit solution of sequential bargaining game.

The sequential bargaining game consisting of offers and replies is a simple dynamic game with stopping options. We consider a family of 2-person sequential bargaining games over splitting-one-dollar with various deadlines  $T$  and discount rates  $r$ , where after the deadline some given outcome  $a$  takes place. In particular, we consider the limit of its subgame perfect equilibrium outcome due to Selten (which is uniquely determined as the problem is of a finite horizon) as the time interval between consecutive offer and counteroffer vanishes. Then, we give a solution  $\Phi(S, a, T, r)$  for the case of time preferences represented by the additive smooth utility functions, where  $S$  is the agreement set of utility pairs. This solution is given by an explicit formula involving functions representing the bargaining frontier of the bargaining problem. In doing so, we utilize the differential equation characterization of the backward induction solution due to Coles & Wright (1998).

**Theorem 1.** *Given  $S, a, T$ , and  $r$  the limit outcome is  $x = (x_1, F(x_1))$  such that  $T = \int_{R(S,a)}^{x_1} dz_1 / r(N(z_1 F(z_1)) - z_1)$ , when  $R(S, a) \neq N^*(S)$*

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO3: MARTES / TUESDAY 16, 5:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Kyoto University, Japan. E-Mail: imai@kier.kyoto-u.ac.jp.

<sup>III</sup>University of Turku, Finland. E-Mail: hansal@utu.fi.

and if  $R(S, a) = N^*(S), x = N^*(S)$ , where  $R$  stands for the Raiffa solution and  $N^*$  for the Nash solution,  $N$  for the local Nash solution and  $F$  represents the boundary of the agreement set.

Next, we give its axiomatic foundation for the symmetric case (which follows the seminal work by Nash (1950). This characterization involves Dynamic Symmetry, Time Decomposition, and Time Path Independence of Irrelevant Alternatives, together with other more well-known axioms. In particular, we utilize dichotomization of characterization of the solution with a positive deadline and the characterization of the solution for *end phase problem* which corresponds to the bargaining solution for a problem where the deadline is imminent but still players have chance to exchange offers and counter-offers infinitely often (in the sense of limit). I.e. in our second theorem, we show that given a solution for the end-phase-problems  $g$ , one can characterize a solution for problem with a deadline as the solution satisfying above-mentioned axioms and given by the formula in theorem 1 with  $g$  replacing  $R$ . And we show a particular set of axioms characterizing the Raiffa solution as the solution for end-phase-problems.

The solution depends on the bargaining protocol, and for the case of randomly chosen proposer, we find the closeness of the limit solution to one of Raiffa's (1951) arbitration solutions, (called *Mid-mid solution* by Raiffa) which was first pointed out by Sjostrom (2000). More generally, the solution is given as a point between the Nash bargaining solution (1950) (based on time preferences) and the solution when the deadline is imminent, i.e. the end phase solution turns to be the Raiffa's solution. Stated in terms of  $\Phi$ , we confirm that as  $T$  tends toward infinity,  $F$  tends toward the Nash bargaining solution based on time preference, while as  $T$  tends toward 0, the solution becomes that of Raiffa, which is obtained also when one takes the limit as  $r$  tends toward 0. This limit of the solution outcome when the deadline tends toward 0 is also of interest and could be important both theoretically and in terms of applications. Especially, it suggests the possibility that the interpretation of immediate deadline does not necessarily imply that parties cannot exchange offers and counter offers infinitely often. Due to its popularity in applications, one hopes to obtain Nash solution for any deadline. Unfortunately, we do not find such a protocol yielding the Nash bargaining solution directly for any deadline, (or for the immediate deadline). Instead, we investigate how time-varying protocols may accommodate such possibility.

**Keywords:** bargaining, game theory, Nash equilibrium.

**Palabras clave:** regateo, teoría de juegos, equilibrio de Nash.

## Medición de riesgo para un portafolio de inversiones: curvas de rendimiento<sup>I</sup>

VANESSA IVANKOVICH<sup>II</sup>      José Alexander Ramírez<sup>III</sup>  
 Santiago Cambroner<sup>IV</sup>

Costa Rica

---

Proponemos modelos para la construcción de curvas de rendimiento cero cupón en distintas monedas. Se analizan los mercados libres de riesgo en colones, dólares y euros. Empleamos observaciones directas de mercado para cada una de las monedas. La metodología empleada es la de splines cúbicos, en particular se usa una implementación basada en B-splines. La calidad de la aproximación se mide por medio de una fórmula de error cuadrático medio con penalización sobre las condiciones de frontera.

Supongamos que se tienen una cartera de instrumentos de renta fija con precios de mercado  $\{P_i\}_{i=1}^K$  y para cada uno de ellos se calcula el precio teórico  $(\tilde{P})$  y  $\beta$  es el conjunto de parámetros del modelo utilizado. El término de error  $E(\beta)$  se define como:

$$E(\beta) = \sum_{i=1}^K W_{ii}(P_i - \tilde{P}(\beta)_i)^2 + \lambda_1(f'(k_2))^2 + \lambda_2(f''(k_2))^2 + \lambda_3(f'(k_{N-2}))^2 + \lambda_4(f''(k_{N-2}))^2,$$

donde  $K$  es el número de observaciones,  $N+1$  es el número de nodos  $k_0 < \dots < k_N$  con sus valores respectivos  $f_0, \dots, f_N$ ,  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  son constantes fijas y  $W$  es una matriz de pesos.

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:50 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Banco Nacional de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [vivankovich@bncr.fi.cr](mailto:vivankovich@bncr.fi.cr).

<sup>III</sup>Banco Nacional de Costa Rica y Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica. E-Mail: [josealex.ramirezgonzalez@gmail.com](mailto:josealex.ramirezgonzalez@gmail.com).

<sup>IV</sup>Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica. E-Mail: [santiago.cambroner@ucr.ac.cr](mailto:santiago.cambroner@ucr.ac.cr).

Los resultados son posteriormente utilizados en la calibración de un modelo estocástico de tasas de interés cuyo fin es servir de base para la medición del riesgo de un portafolio de inversiones. Este trabajo mejora los métodos presentados en Barboza, Luis A. “Modelo de estimación de pérdidas de mercado de swaps de tasas de interés”, tesis de Maestría en Matemática Aplicada, Universidad de Costa Rica.

**Palabras clave:** curvas de rendimiento cero cupón, splines cúbicos, instrumentos de renta fija, error cuadrático medio.

**Keywords:** zero coupon yield curves, cubic splines, fixed income instruments, mean squared error.

## Solving DEA and MCDM models in spreadsheets<sup>I</sup>

JOSEF JABLONSKY<sup>II</sup>

República Checa

---

Data envelopment analysis (DEA) and multiple criteria decision making (MCDM) models are one of the most often used modelling techniques for evaluation of efficiency and performance of decision making units. The paper presents two freeware software systems that are available for downloading on the author's web pages. The first system is the DEA Excel solver and the second one is Sanna's application of multicriteria evaluation of alternatives.

DEA Excel solver covers all basic DEA models and uses internal MS Excel optimization solver. The application includes standard envelopment models with constant and variable returns to scale including super-efficiency models. Moreover, the DEA solver contains possibility to solve models with undesirable inputs and outputs and models with uncontrollable characteristics. Except information about our original DEA Excel solver the paper discusses possibility to solve DEA models within MS Excel environment using external solvers included in modeling languages (LINGO, MPL for Windows, AMPL, XPRESS-MP, etc.) The paper shows advantages and disadvantages of both the approaches. Numerical experiments are done on the real-world data set of efficiency evaluation of bank branches one of the commercial banks in the Czech Republic. The DEA Excel solver can easily solve problems with 100 decision making units and 30 inputs and outputs.

Real applications of MCDM models depend often on the availability of appropriate software tools. As the second software system the paper presents a simple MS Excel based application Sanna for multicriteria evaluation of alternatives using several main MCDM methods (WSA, ELECTRE I and III, PROMETHHEE, ORESTE, TOPSIS and MAPPAC). Except this, the system offers some other

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD2: MARTES / TUESDAY 16, 3:10 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>University of Economics Prague, Czech Republic. E-Mail: [jablou@vse.cz](mailto:jablou@vse.cz).



functions - support for estimation of weights of criteria by means of pairwise comparison methods like AHP and Fuller's triangle, testing and filtering of nondominated alternatives, etc. Sanna is written in VBA as an add-in application of MS Excel. That is why it can be simply used on any computer. The basic version of the Sanna system can solve multicriteria problems up to 100 alternatives and 30 criteria. The functionality of the Sanna system is illustrated on an example with real sport background-ranking of athletes in decathlon. Decathlon is an athletic contest with ten different events. Each of the athletes is characterised by their results in ten events.

The results of the events are measured in seconds (running events) or meters (field events). The first of them are minimization and the second ones the maximization criteria. The current used methodology consist on transformation of criteria values into points by means of defined utility functions. Then the athletes are ranked by the sum of points. The paper discusses the possibility of using other definitions of utility functions or other MCDM methods. The given results are compared with the current methodology and the advantages and disadvantages of all approaches are presented and discussed.

**Keywords:** data envelopment analysis, multicriteria decision making, MS Excel.

**Palabras clave:** análisis global de datos, toma de decisiones multicriterio, MS Excel.

## Identificación de escenarios de calidad de hábitat para faunas silvestres<sup>I</sup>

GERMÁN JIMÉNEZ<sup>II</sup>      Martha García<sup>III</sup>

Colombia

---

Hoy en día las acciones humanas como urbanización, establecimiento de cultivos o potreros y construcción de caminos, entre otros, ocasionan modificaciones notables del paisaje; esto produce discontinuidad en los ambientes naturales, así como alteraciones en los procesos ecológicos y en las interacciones entre especies de fauna nativas, modificando sus patrones de distribución como producto de la fragmentación de sus hábitat, entendiéndose por fragmentación el proceso a través del cual un hábitat continuo es reducido en área y dividido en dos o más fragmentos.

Para entender mejor cómo se están dando estas alteraciones y modificaciones, es necesario entender cómo se relacionan y se afectan las variables que intervienen en los procesos que forman parte de un mismo sistema; bajo este contexto se propone la integración de variables físicas y biológicas, con el fin de plantear un escenario de calidad de hábitat en función de la fauna la cual interacciona con estas variables. A partir de la anterior afirmación, la finalidad de este trabajo es aportar en una aproximación inicial al uso de los sistemas Inteligentes basados en variables de tipo físico y biológico de manera que se puedan desarrollar herramientas que contribuyan a la toma de decisiones útiles para el manejo y conservación de las especies de fauna silvestre en sus hábitats.

Este trabajo tiene entonces como eje clave de investigación el modelamiento para la identificación de escenarios de calidad de hábitat para fauna silvestre, por medio de la integración de variables físicas y biológicas, provenientes tanto de

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:10 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. E-Mail: [german.jimenez@javeriana.edu.co](mailto:german.jimenez@javeriana.edu.co).

<sup>III</sup>Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. E-Mail: [mgarciag@javeriana.edu.co](mailto:mgarciag@javeriana.edu.co), [kanover@gmail.com](mailto:kanover@gmail.com).

sistemas productivos, como de sistemas naturales. Como parte del caso de estudio se trabajó con las especies *Cerdocyon thous* (zorro patas negras) y *Urocyon cinereoargenteus*, (zorro de collar) sin embargo, la metodología presentada es aplicable a otras especies de fauna silvestre, bajo la salvedad que todas las especies presentan diferentes necesidades y preferencias de hábitat, por lo que es necesario en principio asegurarse que la información disponible para alimentar los modelos sea suficiente para identificar la calidad de hábitat de la especie.

**Palabras clave:** hábitat para faunas silvestres.

**Keywords:** habitat for wildlife.

## *Conferencia*

# On the implications of feedback geometry for stochastic numerical methods<sup>I</sup>

CONALL KELLY<sup>II</sup>

Jamaica

---

When a numerical method is applied to a differential equation, the result is a difference equation. Ideally the dynamics of the difference equation should reflect those of the original as closely as possible, but in general this can be difficult to check. It is therefore useful to perform a linear stability analysis: applying the method of interest to a linear test equation possessed of an equilibrium solution with known stability properties, and determining the asymptotic properties of the resultant difference equation for comparison.

We examine the issues that arise for this kind of analysis in the context of stochastic differential equations, and review the relevant literature. These issues have yet to be adequately addressed and, seeking to improve matters, we propose a new approach and demonstrate its usage for the class of theta-Maruyama methods with constant step-size.

**Keywords:** linear stability analysis, theta-Maruyama method, system of stochastic differential equations, stabilization, destabilization.

**Palabras clave:** análisis de estabilidad lineal, método theta, sistemas de ecuaciones diferenciales estocásticas, estabilización.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 2: MARTES / TUESDAY 16, 11:15 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Department of Mathematics, University of the West Indies, Kingston, Jamaica. E-Mail: [conall.kelly@gmail.com](mailto:conall.kelly@gmail.com). The material of this lecture comes from some joint work with Evelyn Buckwar, of Heriot-Watt University, Scotia, and is part of an ongoing research project partly funded by a University of the West Indies New Initiative Grant.

# Numerical solutions of wave equation with nonlocal boundary conditions<sup>I</sup>

MEHMET EMIR KOKSAL<sup>II</sup>

Turquía

---

Numerical solutions of wave equation with variable coefficients with non-local boundary conditions are considered. Stable operator-difference scheme for the wave equation is presented. Stability estimates for the solution of this difference scheme, for the first and second order difference derivatives are obtained in an arbitrary Hilbert Space  $H$ . A procedure of modified Gauss elimination method is used for solving this difference scheme.

**Keywords:** hyperbolic equation, difference scheme, stability, numerical solutions, Gaussian elimination.

**Palabras clave:** ecuación hiperbólica, esquema de diferencia, estabilidad, solución numérica, eliminación Gaussiana.

## Referencias

- [1] SOBOLEVSKII, P.E. & CHEBOTARYEVA, P.E. (1977): “Approximate solution of the Cauchy problem for an abstract hyperbolic equation by the method of lines”, *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii Matematika*, **180**(5), Russia, 103–116.
- [2] ASHYRALYEV, A. & SOBOLEVSKII, P.E. (2001): “A note on the difference schemes for hyperbolic equations”, *Abstract and Applied Analysis*, **6**(2), 63–70.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Department of Applied Mathematics, Halic University, Sisli, Istanbul, Turkey. E-Mail: [mkoksal@fit.edu](mailto:mkoksal@fit.edu).

- [3] MOHANTY, R.K. (2004): “An unconditionally stable difference scheme for the one-space-dimensional linear hyperbolic equation”, to appear in *Applied Mathematics Letters*, **17**, (101–105).
- [4] ASHYRALYEV, A. & OZDEMIR, Y. (2007): “On Nonlocal Boundary Value Problems for Hyperbolic-Parabolic Equations”, *Taiwanese Journal of Mathematics*, **11**, 1077–1091.
- [5] ASHYRALYEV, A. & KOKSAL, M.E. (2009): “On the Numerical Solution of Hyperbolic PDEs with Variable Space Operator”, *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, **25**(5), 1084–1096.

## Collaborative filtering using robust graph coloring<sup>I</sup>

PEDRO LARA<sup>II</sup>    Lizbeth Gallardo<sup>III</sup>    Miguel Ángel Gutiérrez<sup>IV</sup>  
Sergio de los Cobos<sup>V</sup>    Beatriz González<sup>VI</sup>

México

---

Collaborative Filtering is one of the most important models that have been implemented to support the retrieval of relevant information for users of recommendation systems. This paper proposes a Collaborative Filtering model based on the Pearson correlation index and the Robust Graph Coloring model. According to the results obtained from three algorithms (greedy, and two versions of GRASP) we can affirm that it is possible to implement this model in a collaborative filtering recommendation system that have thousands of users.

**Keywords:** collaborative filtering, data mining, metaheuristics, robust graph coloring.

**Palabras clave:** filtrado colaborativo, minería de datos, metaheurísticas, coloración robusta de grafos.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 10: JUEVES / THURSDAY 18, 11:15 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro\\_lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro_lara@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [glizbeth@correo.azc.uam.mx](mailto:glizbeth@correo.azc.uam.mx).

<sup>IV</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [cobos@xanum.uam.mx](mailto:cobos@xanum.uam.mx).

<sup>VI</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [bgonzalez@correo.azc.uam.mx](mailto:bgonzalez@correo.azc.uam.mx).

## Un algoritmo voraz para la asignación de frecuencias en telefonía celular<sup>I</sup>

PEDRO LARA<sup>II</sup> Sergio de los Cobos Silva<sup>III</sup> Lizbeth Gallardo<sup>IV</sup>

Miguel Ángel Gutiérrez<sup>V</sup>

México

---

En un trabajo anterior se propuso un Modelo de Coloración de Gráficas Robusto (MCGR) para resolver el problema de Asignación de frecuencias en telefonía celular [1]. Los algoritmos heurísticos que resuelven instancias del MCGR de ese momento requerían aproximadamente una hora para resolver instancias de unos mil usuarios.

En el presente trabajo se propone un nuevo algoritmo voraz, especializado en este problema, el cual considera la simetría de la disposición de los usuarios dentro de la célula de servicio, resolviendo así instancias similares en cuestión de segundos.

### Referencias

- [1] DE LOS COBOS et al. (2009): “Asignación de frecuencias en telefonía celular aplicando el problema de coloración robusta”, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 16(2) pp. 231–239.

**Palabras clave:** coloración de gráficas, coloración robusta, metaheurísticas.

**Keywords:** graph coloring, robust coloring, metaheuristics.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO9: JUEVES / THURSDAY 18, 5:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro.lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro.lara@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. E-Mail: [cobos@xanum.uam.mx](mailto:cobos@xanum.uam.mx).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [glizbeth@correo.azc.uam.mx](mailto:glizbeth@correo.azc.uam.mx).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).



## Heuristics for the robust coloring problem<sup>I</sup>

PEDRO LARA<sup>II</sup> Miguel Ángel Gutiérrez<sup>III</sup> Rafael López<sup>IV</sup>  
Javier Ramírez<sup>V</sup>

México

---

Let  $G$  and  $\bar{G}$  be complementary graphs. Given a penalty function defined on the edges of  $\bar{G}$ , we will say that the rigidity of a  $k$ -coloring of  $G$  is the sum of the penalties of the edges of  $\bar{G}$  joining vertices of the same color.

Based on the previous definition, the Robust Coloring Problem (RCP) is stated as the search of the minimum rigidity  $k$ -coloring. RCP is shown as a NP-hard problem. In this work a comparison of heuristics based on simulated annealing, GRASP and scatter search is presented. These are the best results for the RCP that have been obtained.

**Keywords:** graph coloring, robust coloring problem, metaheuristics.

**Palabras clave:** coloreando grafos, problema de la coloración robusta, metaheurísticas.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO9: JUEVES / THURSDAY 18, 4:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro\\_lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro_lara@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [rlb@correo.azc.uam.mx](mailto:rlb@correo.azc.uam.mx).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [jararo@correo.azc.uam.mx](mailto:jararo@correo.azc.uam.mx).

## Aplicación de un modelo cognitivo de valoración emotiva a la función de evaluación de tableros de un programa que juega finales de ajedrez<sup>I</sup>

ANA LAUREANO<sup>II</sup>      Diego Hernández<sup>III</sup>

México

---

En este trabajo se describe el diseño de un modelo cognitivo de valoración emotiva, basado en las estrategias que sigue un jugador de ajedrez durante el final de una partida. Se reporta cómo afecta la salida de este modelo a la función de evaluación de tableros de un agente computacional que juega finales de ajedrez.

Generalmente, la estrategia usada para la implementación de programas que juegan ajedrez es la siguiente [3]. A partir del estado inicial, i.e. la posición del tablero en un instante, se crece un árbol de juego, donde las ramas que salen de cada nodo corresponden a las jugadas legales en esa posición, y los nodos corresponden a posiciones del tablero, resultado de las jugadas correspondientes. Debido al crecimiento exponencial en el número de nodos y ramas en cada nivel, se limita la altura del árbol hasta cierto nivel. Luego, se ejecuta un algoritmo de búsqueda entre adversarios, comúnmente la búsqueda  $(\alpha - \beta)$ , aplicando una estrategia minimax: en los niveles correspondientes al turno del programa, se elige de entre los hijos el que tenga el valor de utilidad máximo, o el mínimo, en los niveles en donde juega el adversario. Para determinar la utilidad de las posiciones correspondientes, en las hojas del árbol se aplica una función de evaluación.

La función de evaluación del tablero consiste en una sumatoria de factores de evaluación que se pueden medir de acuerdo a la posición (estado) del tablero [3]. Dichos factores han sido propuestos a partir de los conceptos teóricos de cómo jugar este juego. A cada factor se les asigna un peso determinado, de acuerdo a la importancia que tenga en la elección de la siguiente jugada.

El modelo cognitivo de valoración, basado en la teoría de emociones OCC [4], determina que para cada posición del tablero, existe un tipo de emoción unida a su intensidad;

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:50 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [clc@correo.azc.uam.mx](mailto:clc@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>UNAM, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, D.F., México. E-Mail: [di\\_hernandez@uxmcc2.iimas.unam.mx](mailto:di_hernandez@uxmcc2.iimas.unam.mx).

lo anterior se traduce en una reacción emotiva que sentiría una persona en ese instante de la partida. La reacción emotiva está representada por factores de intensidad correspondientes a las emociones que son relevantes en esta situación. El modelo cognitivo está descrito por medio de una macroestructura de valoración, la cual contiene la descripción de las metas y acontecimientos que son relevantes para un determinado tipo de agente (en este caso jugador) durante la partida. De acuerdo a la teoría de las emociones de OCC, se clasifica las metas y se determina la magnitud en la que su cumplimiento afecta a los factores de intensidad.

Los factores de intensidad emotiva se incluyeron en la función de evaluación del tablero. Además, se determinó en la macroestructura de valoración la magnitud en la que se incrementan o decrecientan los pesos de los factores de evaluación en función del cumplimiento de las metas del agente.

El objetivo de este proyecto consiste en la implementación de un agente computacional que juegue de acuerdo a la reacción emocional que podría sentir un jugador en distintos instantes de la partida [1]. Durante el proceso de toma de decisiones, la intensidad del estado emocional del individuo influye en la evaluación de las consecuencias de una decisión [2]. Incluyendo los factores de intensidad emocional en la función de evaluación, y cambiando de magnitud los pesos de los otros factores de evaluación del tablero de acuerdo al estado del cumplimiento de las metas, se modifica la elección de la siguiente jugada a realizar por el agente, haciendo esta elección congruente con el fenómeno de la influencia del estado emocional en el proceso de toma de decisiones.

**Palabras clave:** ajedrez computacional, modelos cognitivos, valoración emotiva, emociones sintéticas, función de evaluación.

**Keywords:** computer chess, cognitive models, emotive elicitation, synthetic emotions, evaluation function.

## Referencias

- [1] HERNÁNDEZ, D. E. & LAUREANO, A. L. (2009): “Influencia de las emociones durante una partida de ajedrez”, Memorias en CD, ISBN 978–970–15–14388-2, XXII Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI, Ensenada, Baja California.
- [2] LOEWENSTEIN, G. & LERNER, J. S. (2003): “The role of affect in decision making”, En Davidson, R. J. & Goldsmith, H. H. & Scherer, K. R., eds. *Handbook of Affective Science, Series in Affective Science*, **31**: 619-642, Oxford University Press, New York.
- [3] MARSLAND, T.A. (1992): “Computer chess and search”, to appear in Shapiro, S.C., ed., *Encyclopedia of Artificial Intelligence*. John Wiley & Sons Ltd., **2**, Hoboken, New Jersey, Estados Unidos.
- [4] ORTONY, A. & CLORE, G. L. & COLLINS, A. (1996): “La Estructura Cognitiva de las Emociones”, to appear in Siglo Veintiuno de España Editores, Madrid, España.

## Clasificación de fases de demencias utilizando conjuntos imprecisos<sup>I</sup>

ANA LAUREANO<sup>II</sup>    Iris Méndez<sup>III</sup>    Javier Ramírez<sup>IV</sup>

México

---

La correcta detección de demencia permite aplicar el tratamiento adecuado al paciente y con ello intentar mejorar o mantener la calidad de vida tanto del mismo como de sus cuidadores. Para esta detección, los médicos revisan tanto los datos familiares como la historia personal de cada uno de los pacientes así como también un examen clínico, que comprende la aplicación de diversas pruebas; con todos estos elementos es posible diagnosticar al paciente.

Lo que pretendemos en este trabajo es aplicar la metodología de conjuntos imprecisos para la clasificación de la fase en que se encuentra la enfermedad de un grupo de pacientes de un centro de día de la ciudad de México. La metodología de conjuntos imprecisos se aplica entre otros, a los problemas de clasificación con múltiples atributos, en nuestro caso se aplica a la detección de la fase de demencia de algunos pacientes, utilizando como atributos un conjunto de limitaciones que sufren.

Las demencias son enfermedades en las que existe una alteración de la memoria, de las funciones cognitivas y conductuales así como alteraciones de la funcionalidad con respecto al estado previo de una persona. El diagnóstico de demencia debe incluir ciertos criterios para poder establecerse, entre ellos se encuentran:

- Deterioro de memoria a corto y largo plazo.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD3: MARTES / TUESDAY 16, 6:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad Autónoma Metropolitana–Azcapotzalco, México. E-Mail: [clc@correo.azc.uam.mx](mailto:clc@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana–Cuajimalpa, México. E-Mail: [iddalym@yahoo.com.mx](mailto:iddalym@yahoo.com.mx).

<sup>IV</sup>Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, México. E-Mail: [jararo@correo.azc.uam.mx](mailto:jararo@correo.azc.uam.mx).

- Alteraciones cognitivas: afasia, apraxia, agnosia.
- Alteraciones de la funcionalidad previa del paciente
- Trastornos en la vida social y laboral.

Existen diversos tipos de demencias: la enfermedad de Alzheimer, la demencia vascular (o por multi-infartos cerebrales), demencia por cuerpos de Lewy, demencias fronto-temporales, entre otras; las más frecuentes son las dos primeras. Básicamente cada una de ellas se compone de tres fases principales: Inicial, Intermedia y Avanzada, en las cuales se distingue un deterioro cada vez más marcado. La demencia constituye la causa principal de incapacidad a largo plazo en la tercera edad y conlleva muchos problemas además de la pérdida de memoria, por tanto realmente significa un deterioro global de la capacidad del individuo.

La teoría de conjuntos imprecisos surgió en la década de los ochenta por Z. Pawlak ha tenido muchas aplicaciones en años recientes. El enfoque de esta teoría ha sido importante en la inteligencia artificial y las ciencias cognitivas, especialmente en áreas como sistemas inteligentes, reconocimiento de patrones, descubrimiento de conocimiento, análisis de decisiones y sistemas expertos. Esta teoría puede ser vista como un nuevo enfoque matemático a la vaguedad. La teoría comprende el cálculo de particiones en la cual se hace una clasificación de los objetos y posteriormente la reducción y dependencias de atributos. Aplicar esta metodología a un grupo de pacientes nos permite detectar cuales son los atributos principales que se deben tomar en cuenta para la clasificación de fases, tendremos por lo tanto como variable dependiente el estatus del paciente, es decir la fase en que se encuentra: inicial, intermedio o avanzado y como variables independientes tendremos la información de las limitaciones que sufren los pacientes.

El objetivo central de aplicar la teoría de conjuntos imprecisos a este caso es que de un conjunto grande de atributos relacionados con las limitaciones de los pacientes, encontremos el conjunto mínimo de atributos o reducto que genere la misma partición que considera todos los atributos. Se ha demostrado que el problema de encontrar el mínimo reducto de un sistema de decisión es equivalente al problema del primer implicante mínimo, el cual es un problema NP-Completo, se ha utilizado un algoritmo GRASP y los primeros resultados son prometedores.

**Palabras clave:** demencias, clasificación de fases, conjuntos imprecisos, heurísticas.

**Keywords:** dementias, phases classification, rough set, heuristics.

# Distribuciones asintóticas para procesos críticos de Bellman-Harris con segundos momentos finitos<sup>I</sup>

HUMBERTO LLINÁS<sup>II</sup>

Colombia

---

Se estudian diferentes teoremas límites en un proceso crítico de Bellman-Harris con un solo tipo de partículas y con segundos momentos finitos. Los límites encontrados se hallaron con base en procesos bajo la condición de “no extinción” y “extinción en el futuro cercano”. En la observación de estos dos procesos hemos tenido en cuenta los dos diferentes casos:  $\tau_i := d_i t$  y  $\tau_i := d_i \pm t$ , donde  $t$  es un punto de tiempo y  $d_i \in (0, \infty)$  son constantes fijas para todo  $i = 1, \dots, k$ . Para el caso  $\tau_i := d_i t$ , el lema de comparación de Esty es útil para investigar el comportamiento asintótico de la función de generatriz conjunta  $F(s_1, \dots, \tau_k)$ , para  $t \rightarrow \infty$ ; para el caso  $\tau_i := t + d_i$ , no. Para este último caso encontramos otro lema de comparación.

**Palabras clave:** procesos de Bellman-Harris, procesos críticos, segundos momentos finitos.

## Abstract

We study some different limit theorems in a critical Bellman-Harris branching process with only one type of particle and finite second moments. Two processes are used in order to figure out the limits: “the condition of no extinction” and “the condition of extinction in the near future”. In both processes we take into consideration two different cases:  $\tau_i := d_i t$  and  $\tau_i := d_i \pm t$ , where the time  $t$  and  $d_i \in (0, \infty)$  are fixed for every  $i = 1, \dots, k$ . In the case where  $\tau_i := d_i t$ , the Esty’s comparison lemma is used to research the asymptotic behavior of the joint

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:10 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. E-Mail: [hllinas@uninorte.edu.co](mailto:hllinas@uninorte.edu.co).

probability generating function  $F(s_1, \dots, \tau_k)$ , for  $t \rightarrow \infty$ ; in the case  $\tau_i := t + d_i$  another comparison lemma are found.

**Keywords:** Bellman-Harris process, critical process, finite second moments.

## Referencias

- [1] ESTY, W.W. (1975): “Critical age-dependent branching processes”, *The Annals of Probability* **3** (1), 49–60.
- [2] GOLDSTEIN, M.I. (1971): “Critical age-dependent branching processes: single and multitype”, *Wahrscheinlichkeitstheorie und verw. Gebiete*, **17**, 74–88.
- [3] LLINÁS, H. (2002): “Grenzwertsätze bei kritischen Verzweigungsprozessen”, Tesis doctoral, Mainz (Alemania).
- [4] HURTADO, J. & LLINÁS, H. (2007): “Teoremas límites en procesos de Galton-Watson con varianza finita”, *Matemáticas: Enseñanza Universitaria*, **15** (2), 65–79, Cali, Colombia.

*Minicurso / Short course*

How to apply fuzzy and possibilistic optimization,  
case study: radiation therapy of tumors<sup>I</sup>

WELDON LODWICK<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

Mathematical models that solve the radiation therapy of tumors problem are not only crucial day-to-day tools in radiation oncology, they will be used to show how to implement fuzzy and possibilistic optimization methods. The short course will be divided as follows:

I. *The Radiation Therapy Problem.*

II. *Fuzzy Set Theory and Possibility Theory in Optimization.*

A. Fuzzy Sets - theory as they are used in mathematical analysis.

B. Possibility - theory as it is used in mathematical analysis.

C. Fuzzy and Possibilistic Optimization.

III. *How to Solve the Radiation Therapy Problem Using Fuzzy/Possibilistic Optimization.*

IV. *Matlab Implimentation.*

A. Data base considerations - importing CT scans into Matlab.

B. Transforming CT Scans into systems of equations - Constraint Matrix What objective functions are most useful?

C. How to solve large problems in Matlab and perhaps GAMS if we have time.

D. Examples.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 4: MARTES / TUESDAY 16, 4:40 AM, AULA3.

<sup>II</sup>Center of Computational and Mathematical Biology, University of Colorado Denver, USA.  
E-Mail: [Weldon.Lodwick@ucdenver.edu](mailto:Weldon.Lodwick@ucdenver.edu).



*Pre-requisites:* Some familiarity with linear programming, interest in mathematical applications (to medicine).

**Keywords:** linear programming, mathematical programming, fuzzy possibilistic programming, radiation therapy of tumors, medical applications.

**Palabras clave:** programación lineal, programación matemática, programación difusa posibilística, terapia de ración en tumores, aplicaciones médicas.

## Gráficas de Kneser en el problema de compartimiento<sup>I</sup>

RAFAEL LÓPEZ<sup>II</sup> Miguel Ángel Gutiérrez<sup>III</sup> Javier Ramírez<sup>IV</sup>  
María Guadalupe Rodríguez<sup>V</sup>

México

---

Cuando se tienen recursos limitados, una situación recurrente es que diferentes actividades tengan que compartir los recursos. Así, en una universidad los cursos programados deben compartir los salones de clases disponibles, así como los estudiantes deben compartir los libros de la biblioteca y las computadoras; una situación semejante se puede observar en una empresa en la que se deben compartir los vehículos o en un taller de cerámica en el que se deben compartir los tornos. En todos los casos es deseable adquirir el número mínimo de unidades del recurso a compartir, de manera que se puedan satisfacer todas las demandas.

En una instancia del Problema de Compartimiento, se tiene una lista de solicitudes de uso de un recurso, en las cuales se establece un horario. A partir de esa lista se identifican los diferentes horarios de uso, así como la demanda de cada uno de ellos. El problema consiste en determinar el número mínimo de unidades del recurso que se deben disponer y la forma de compartirlas, de manera que se satisfagan todas las demandas de uso.

Dados un entero positivo  $m$  y un conjunto  $S$  de cardinalidad  $n$ , con  $n > 2m$ , una gráfica de Kneser, denotada  $KG(m, n)$ , es la gráfica que se obtiene al definir un vértice por cada subconjunto de cardinalidad  $m$  de  $S$ , y establecer que dos vértices son adyacentes si y sólo si los conjuntos que les corresponden son disjuntos.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO1: MARTES / TUESDAY 16, 2:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco. E-Mail: [rlb@correo.azc.uam.mx](mailto:rlb@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [jararo@correo.azc.uam.mx](mailto:jararo@correo.azc.uam.mx).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [rsmg@correo.azc.uam.mx](mailto:rsmg@correo.azc.uam.mx).

El tamaño del problema de compartimiento es el número de unidades de tiempo elementales que permiten describir todos los horarios demandados (Ej.: días de la semana en que se imparte el curso, horas de cada día en que se utilizará el turno, etc.). La formulación como programa lineal en enteros de los problemas de compartimiento de tamaño mayor que cuatro, lleva inmersa una gráfica de Kneser, la cual es importante para establecer condiciones que permitan la existencia de soluciones enteras del problema.

**Palabras clave:** gráficas Kneser, optimización combinatoria, programación entera.

**Keywords:** Kneser graphs, combinatorial optimization, integer programming.

## Grupos cíclicos, semigrupos y sistemas aditivos en la programación lineal entera<sup>I</sup>

ELEAZAR MADRIZ<sup>II</sup>

Brasil

---

Poco después del desarrollo del método SIMPLEX en 1960, Dantzig planteó la necesidad de resolver problemas de programación lineal donde las variables de decisión pudieran tomar valores enteros.

El desafío planteado por Dantzig fue el inicio para el estudio de la búsqueda de procedimientos eficaces para resolver programas lineales con variables enteras. Hoy día existen numerosos códigos para resolver problemas particulares de la programación lineal entera. Existen trabajos que buscan transformar el problema de programación lineal entera en otro de la misma clase, mediante el uso de estructuras algebraicas finitas.

En este trabajo presentamos cómo los grupos cíclicos, los semigrupos y los sistemas aditivos multivaluados son usados para definir un modelo general de problemas de programación lineal sobre estructuras algebraicas finitas.

**Palabras clave:** grupos cíclicos, semigrupos, sistemas aditivos, sistemas de intervalos, programación lineal entera.

**Keywords:** cyclical groups, semigroups, additive systems, interval systems, integer linear programming.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO1: MARTES / TUESDAY 16, 2:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Cruz das Almas, Bahia, Brasil. E-Mail: egmlozada@gmail.com.

## Modelo de asignación con restricción de capacidad, variación de la cuota<sup>I</sup>

MABEL MARÍ<sup>II</sup>

Argentina

---

En este trabajo se considera un modelo de asignación especial con cuota que generaliza el modelo de matching ya que éste no tiene cuota. Intervienen dos tipos de agentes complementarios, éstos tienen una relación de preferencia sobre los otros agentes y una institución que posee una preferencia sobre los posibles matchings, ésta tiene un número limitado de vacantes (cuota  $q$ ) que es la cantidad máxima de pares de candidatos permitidos para contratar. Una solución es una asignación de  $a$  pares entre los agentes complementarios que no superan la cuota. Un par de agentes bloquean a una solución, si formando un nuevo par entre ellos mejoran su preferencia y la institución también mejora. Las soluciones estables son aquellas que no están bloqueadas. Bajo la restricción de preferencias responsive de la institución se prueba que el conjunto de asignaciones  $q$ -estables es no vacío y se obtiene una caracterización de él. Se presenta el caso en que la institución, por alguna razón, aumenta en uno su cuota de contratación y se estudia cómo obtener las asignaciones  $q + 1$ -estables a partir de las asignaciones  $q$ -estables.

**Keywords:** matching, constraint, quota increase.

**Palabras clave:** matching, restricción, aumento de cuota.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO2: MARTES / TUESDAY 16, 3:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.  
E-Mail: [mabelmari@speedy.com.ar](mailto:mabelmari@speedy.com.ar).

## Un método híbrido basado en wavelets para la resolución de ecuaciones diferenciales<sup>I</sup>

MARÍA TERESA MARTÍN<sup>II</sup>      Victoria Vampa<sup>III</sup>  
Eduardo Serrano<sup>IV</sup>

Argentina

---

En los últimos años se ha extendido la aplicación de métodos basados en “wavelets” para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales. A partir del marco clásico de un análisis multirresolución se abre la posibilidad de desarrollar esquemas adaptados a problemas particulares, explotando la estructura auto-similar y la descomposición sobre espacios funcionales asociados a escalas sucesivas.

En ese sentido, numerosos autores han desarrollado propuestas basadas en el método de Wavelet-Galerkin para resolver problemas de ecuaciones diferenciales parciales. Sus aplicaciones evidencian, en general, buenas propiedades de convergencia ([1]-[3]).

Por otro lado para problemas de valores de contorno de segundo orden, en la literatura correspondiente, se encuentran métodos que utilizan funciones de escala y “wavelets” en esquemas de colocación ([4],[5]).

La presente propuesta —formulada en el marco del método de Galerkin— consiste en el desarrollo de un esquema híbrido combinando ecuaciones variacionales y de colocación. Al preservar la estructura de multirresolución esta estrategia permite definir una aproximación jerárquica a la solución, refinada por escalas.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. E-Mail: [mtmartin@fisica.unlp.edu.ar](mailto:mtmartin@fisica.unlp.edu.ar).

<sup>III</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. E-Mail: [victoria@mate.unlp.edu.ar](mailto:victoria@mate.unlp.edu.ar).

<sup>IV</sup>Centro de Matemática Aplicada, Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad de San Martín, Argentina. E-Mail: [eduardo.eduser@gmail.com](mailto:eduardo.eduser@gmail.com), [eserrano@unsam.edu.ar](mailto:eserrano@unsam.edu.ar).

Este esquema híbrido constituye una alternativa ventajosa con respecto a otros métodos que proponen wavelets particulares en los bordes. En el marco del análisis multirresolución, el diseño de wavelets apropiadas permitió hallar la aproximación en las distintas escalas con un bajo costo, resultando una alternativa atractiva de mejoramiento iterativo especialmente en problemas con singularidades.

El método fue implementado, en primer lugar empleando B-splines y luego las funciones escala de Daubechies. Se muestran los resultados numéricos obtenidos en distintas aplicaciones.

**Palabras clave:** análisis multirresolución, ecuaciones diferenciales, splines, método de colocación.

**Keywords:** wavelet multiresolution, differential equations, splines, collocation methods.

## Referencias

- [1] JIAN-GANG HAN & WEI-XIN REN & YIH HUANG. (2006): “A spline wavelet finiteelement method in structural mechanics”, *Int. J. for Numer. Meth. in Engng*, **66**: 166–190.
- [2] XIANG, J. & CHEN, X. & HE, Y. & HE, Z. (2006): “The construction of plane elastomechanics and Mindlin plate elements of B-spline wavelet on the interval”, *Finite Elements in Analysis and Design*, **42** (1-2): 1269–1280.
- [3] ÁLVAREZ, L. & MARTÍN M.T. & VAMPA V. (2009): “Daubechies wavelet beam and plate fiite elements”, to appear in *Finite Elements in Analysis and Design*, **45**: 200–209.
- [4] BERTOLUZZA, S. & FALLETA, S. (2003): “Wavelets on  $]0,1[$  at large scales”, *Journal of Fourier Analysis and Applications*, **9** (3).
- [5] RADUNOVIC D. (2007): “Spline-Wavelet solution of singularly perturbed boundary problem”, *Matematnykn Bechnk*, **59**: 31–46.

## Modelación de ecuaciones características en proyectos de inversión<sup>I</sup>

RODRIGO MATARRITA<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Por lo general la evaluación de proyectos se orienta al establecimiento de algunos indicadores que permiten determinar la bondad de dicho proyecto, con el propósito de dotar de la suficiente información para la toma de decisiones. Lo que se propone acá es extender el análisis para considerar la posibilidad de determinar la forma en la que las variables consideradas como relevantes afectan la determinación de tales indicadores construidos para la toma de decisión.

**Palabras clave:** ecuaciones características, matriz de sensibilidad, variables clave.

**Keywords:** characteristics equations, sensibility matrix, key variables.

**Clasificación JEL:** M21.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC1: JUEVES / THURSDAY 18, 2:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>FUNDEVAL, S.A., Bolsa Nacional de Valores, S.A., Costa Rica. E-Mail: [matarrita@bolsacr.com](mailto:matarrita@bolsacr.com).



## Modelos biológicos no lineales: estrategia de cómputo para su resolución<sup>I</sup>

MARÍA V. MEDEROS<sup>II</sup> Emir Salas<sup>III</sup> Mayra Tejuca<sup>IV</sup>  
María de los A. Chávez<sup>V</sup>

Cuba

---

Se presenta una estrategia de cómputo para el ajuste de modelos no lineales, lo cual permite obtener una buena aproximación inicial que garantice la convergencia de la iteración necesaria para su resolución. Dicha estrategia se ilustra con modelos biológicos.

**Palabras clave:** modelos no lineales, modelos biológicos.

### Abstract

A computational strategy is presented for the least squares curve fit of nonlinear models which allows obtaining a good initial approximation that guarantees convergence of the iteration required for its solution. This strategy is illustrated with biological models.

**Keywords:** nonlinear models, biological models.

### Referencias

- [1] DRAPER, N. & SMITH, H. (1998): “Applied regression analysis”, John Wiley and Sons, **3**, New York.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO2: VIERNES / FRIDAY 19, 4:10 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Universidad de la Habana, Dpto. de Matemática Aplicada, Facultad de Matemática y Computación, Cuba. E-Mail: [mmederos@matcom.uh.cu](mailto:mmederos@matcom.uh.cu).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [esalas@fbio.uh.cu](mailto:esalas@fbio.uh.cu).

<sup>IV</sup>UH, Dpto. de Bioquímica, Facultad de Biología. E-Mail: [tejuca@fbio.uh.cu](mailto:tejuca@fbio.uh.cu).

<sup>V</sup>UH, Centro de Estudio de Proteínas, Facultad de Biología. E-Mail: [mchavez@infomed.sld.cu](mailto:mchavez@infomed.sld.cu).

- [2] MONTGOMERY, D. C. & PECK, E. A. & VINING, G. G. (2002): “Introduction to linear regression analysis”, Cía. Editorial Continental S.A., México.
- [3] CHÁVEZ, M. A. & DÍAZ, J. & PÉREZ, U. & DELFÍN, J. (2006): “Temas de Enzimología”, to appear in Editorial Félix Varela, **1**, Ciudad de La Habana.
- [4] FELL, DAVID (1997): “Understanding the control of metabolism”, *Portland Press*.
- [5] MORRISON, J.F. (1969): “Kinetics of the reversible inhibition of enzyme catalyzed reactions by tight-binding inhibitors”, *Biochimica et Biophysica*, **185**, 269–28.
- [6] PÉREZ BÁRZAGA, V. & TEJUCA, MAYRA (2008): “Validación del mutante St I W111C para la construcción de inmunotoxinas activables por proteínas asociadas a tumores”, to appear in Tesis de Diploma Licenciatura en Bioquímica, Universidad de La Habana.
- [7] MATLAB (1994): “The Matrix Laboratory”, to appear in The Math Works Inc., Version 7.3.

**Mathematics Subject Classification:** 65D10, 9208.

## La investigación y la enseñanza de la estadística<sup>I</sup>

ELISA MENDOZA<sup>II</sup>   Roberto Bula<sup>III</sup>   Carmen Rodríguez<sup>IV</sup>

Panamá

---

Esta presentación fundamenta la importancia de la enseñanza de la estadística, como herramienta innovadora para el desarrollo y formación de una cultura de investigación, basado en el razonamiento y crítica analítica del manejo de los datos en situaciones de incertidumbre. La experiencia que se presenta en nuestro país, quizás no se diferencia de la conocida en otros países. No obstante, el estudio realizado busca de alguna manera el desarrollo de estrategias para minimizar la problemática.

En punto inicial de la investigación llevada a cabo, considera como un problema esencial en nuestro país, la poca o ninguna importancia en el desarrollo del área estadística y la probabilidad, área que se encuentra incorporado en el programa curricular de matemática, desde el primer grado. Sin embargo, se observa que tanto para el manejo y análisis de datos existen diversos niveles de dificultad en nuestra población, en detrimento del desarrollo de profesionales en el área científica y por lo tanto en investigaciones. De manera tal que el objetivo general propuesto es el de motivar a los maestros de educación básica general el aprendizaje y enseñanza de la estadística basado en la metodología de talleres.

Para el cumplimiento de los objetivos, se desarrolló un taller dirigido a maestros para la enseñanza-aprendizaje de la estadística y la probabilidad; otro taller, con docentes de nivel universitario y los maestros que participaron en el primer taller para discutir aspectos didácticos y se elaboró un material didáctico basado en la metodología estadística.

La investigación realizada con los maestros, permite observar y compartir directamente con los maestros sus mayores dificultades conceptuales, les brinda her-

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM2: MARTES / TUESDAY 16, 3:30 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad de Panamá. E-Mail: [emendoza2729@gmail.com](mailto:emendoza2729@gmail.com).

<sup>III</sup>Universidad de Panamá. E-Mail: [rbulaenator@gmail.com](mailto:rbulaenator@gmail.com).

<sup>IV</sup>Universidad de Panamá. E-Mail: [ccrm07@gmail.com](mailto:ccrm07@gmail.com).

ramientas didácticas para el aprendizaje y la enseñanza de la estadística, así como la metodología (procesos sencillos) para el planteamiento y desarrollo de investigaciones científicas.

En la experiencia con los maestros, se determinó que al no tener los suficientes conocimientos sobre el tema, es mayor el nivel de dificultad para enseñar sobre estos temas a niños y jóvenes. Es necesario revisar los actuales planes de estudio de las carreras para la formación de maestros, así como la incorporación de programas curriculares, sobre didáctica de estadística, para la formación de docentes de distintos niveles de educación básica, media y superior.

**Palabras clave:** enseñanza de la estadística, didáctica, programas curriculares.

**Keywords:** statistical education, didactic, curriculum.

## Ecuación Saint-Venant fraccional<sup>I</sup>

JOSÉ ROBERTO MERCADO<sup>II</sup>      Ernesto Olvera<sup>III</sup>  
Javier Ramírez<sup>IV</sup>      Mauro Íñiguez<sup>V</sup>      Hugo Perea<sup>VI</sup>

México – Estados Unidos

---

Con el objetivo de desarrollar el concepto de índice de ocupación espacial, se enuncia la ecuación de Navier-Stokes fraccional y se obtiene la ecuación de Saint-Venant fraccional. En especial, la pendiente hidráulica, o de fricción, se concibe como derivada fraccional de la velocidad. Se completa el problema inverso describiendo el factor de fricción como un operador lineal que actúa sobre la velocidad; de tal manera que la información que contiene, es transferida al orden de la derivada, por lo que este mismo resulta relacionado linealmente con el exponente del factor de fricción. Se enuncia la ley de Darcy no-lineal. Se retoma un resultado anterior y se describe la ley de flujo no lineal con un término principal que contiene una función hipergeométrica, cuyos parámetros dependen del exponente del factor de fricción y del exponente del radio hidráulico. De la misma manera, se buscan las distintas leyes de flujo de acuerdo con las más conocidas leyes de resistencia hidráulica, como las de Chézy, Blasius y Manning.

**Palabras clave:** derivada fraccional, fricción hidráulica, ecuación Navier-Stokes fraccional, Saint-Venant fraccional, ley de Darcy no-lineal.

**Keywords:** fractional derivative, hydraulic friction, fractional Navier-Stokes equation, fractional Saint-Venant, non-linear Darcy's law.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ED: JUEVES / THURSDAY 18, 2:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México. E-Mail: [rmercado@tlaloc.imta.mx](mailto:rmercado@tlaloc.imta.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [aranzolo@tlaloc.imta.mx](mailto:aranzolo@tlaloc.imta.mx).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [jramirez@tlaloc.imta.mx](mailto:jramirez@tlaloc.imta.mx).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [mic@tlaloc.imta.mx](mailto:mic@tlaloc.imta.mx).

<sup>VI</sup>University of Nebraska-Lincoln, USA. E-Mail: [hpereastrada2@unl.edu](mailto:hpereastrada2@unl.edu).

## Referencias

- [1] FUENTES, C. & MERCADO, J. R. & BRAMBILA, F. (1996): “La Fractalidad de la Ley de Resistencia Hidráulica en Potencia”, XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Guayaquil, Ecuador, **1**: 127–136.
- [2] MEERSCHAERT M. & MORTENSEN, M. & WHEATCRAFT, S. (2005): “Fractional vector calculus for fractional advection-dispersion”, Report University of Ontago, Dunedin 9001, New Zealand.
- [3] MERCADO, J. R. (2006): “Ley de flujo no lineal”, Memorias del XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Venezuela.
- [4] MERCADO, J. R. & ALDAMA, A. & BRAMBILA, F. (2003): “Un problema inverso en las ecuaciones de Saint-Venant”, *Aportaciones Matemáticas*, Serie Comunicaciones **32**(1–2), 3–30.
- [5] SOMMERFELD, A. (1950): “Mechanics of Deformable Bodies”, Academic Press, New York.

# Uso de un autómata celular para crear un modelo de difusión de contaminantes en un sistema suelo-agua<sup>I</sup>

GLICINA MERINO<sup>II</sup>

México

---

En este trabajo se presenta el desarrollo de un modelo de difusión de contaminantes en un sistema suelo-agua bajo condiciones específicas de un medio real en estudio. Se busca que el modelo permita la observación del flujo del contaminante en el sistema suelo-agua y su comportamiento al interactuar con los diferentes elementos del sistema con la finalidad de orientar y apoyar los procesos y la aplicación de las técnicas de recuperación de suelos y aguas contaminadas.

Las condiciones básicas para el diseño del modelo son: 1) El contaminante es introducido en el suelo. 2) El contaminante fluye del suelo al agua. 3) La concentración del contaminante es variable. 4) Al inicio la concentración del contaminante es  $Y$ , llegando a saturar el suelo. 5) El contaminante es absorbido por el suelo. 6) El modelo se realiza en 2D, con posibilidad de extenderlo a 3D.

El modelo utiliza un autómata celular, el cual contiene diferentes zonas con sus propias reglas de funcionamiento. Se consideran cuatro zonas en el modelo: 1) Zona de introducción del contaminante. 2) Zona del suelo (un medio poroso). 3) Zona de interrelación del suelo-agua. 4) Zona del agua

**Palabras clave:** autómata celular, difusión de contaminantes, sistema suelo-agua, medio poroso.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:30 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Tecnológico de Monterrey, Campus Toluca, México. E-Mail: merino@itesm.mx, glicimerino@gmail.com.

### Abstract

In this paper is presented a developed model for a pollutant diffusion in a soil-water system, for specific conditions in a real study area. We are searching for a model that permits the observations of the pollutant flow in the soil-water system and its behavior and interaction with the different system elements. The work is done with the purpose of orientate and support the processes and technique application for the pollutant soil and contaminated water.

The basic model conditions are: 1) The pollutant is introduced to the soil. 2) The pollutant flows from the soil to the water. 3) The pollutant concentration is variable. 4) At the beginning the pollutant concentration is  $Y$ , until the soil saturation. 5) The pollutant is adsorbed by the soil. 6) The model is developed in 2D, with the possibility to be expanded to 3D.

The model uses a cellular automata that contains different zones with their own function rules. There are four considered zones: 1) Introduction of the pollutant area zone. 2) Soil area zone (a porous medium). 3) Soil-water interaction zone. 4) Water area zone.

**Keywords:** cellular automata, pollutant diffusion, soil-water system, porous medium.

### Referencias

- [1] EFENDIEV, Y. & DURLOFSKY L.J. (2003): “A generalized convection-diffusion model for subgrid transport in porous media”, *Multiscale Model. Simul.*, Society for Industrial and Applied Mathematics, **1** (3): 504–526.
- [2] RIEU, M. & SPOSITO, G. (1991): “Fractal fragmentation, soil porosity, and soil water properties: I. Theory”, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **55**: 1231–1238.
- [3] MERINO C.G. & OLMEDO, C. (1998): “Simulation of pollutant diffusion between two media by means of cellular automata”, VII International Congress of Ecology, Florencia, Italia.
- [4] MERINO C.G. & OLMEDO, C. (1996): “Autómata celular con diferentes reglas locales”, XXIX Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana.



## Simulación de comportamiento animal en laberinto (plus maze elevado)<sup>I</sup>

MAURICIO MOLINA<sup>II</sup> Michael Padilla<sup>III</sup> Jaime Fornaguera<sup>IV</sup>

Costa Rica

---

Utilizando datos recolectados en una muestra de ratas que previamente fueron monitoreadas durante 300 segundos en el laberinto conocido como plus-maze (el cual es utilizado para estudiar efectos ansiolíticos y ansiogénicos de diversas sustancias) se extrajeron reglas para explicar los movimientos y comportamientos de los animales. Para ello se emplearon diversas herramientas de análisis de datos como árboles de decisión y regresión de Cox.

Mediante las reglas extraídas se produjo un programa computacional en Python para simular el comportamiento de las ratas. A partir de este programa se generó una muestra virtual cuyos resultados fueron contrastados con una muestra independiente de ratas verdades. Para ello se condujeron pruebas de significancia para diversas variables, tales como el número de entradas y la permanencia promedio de las ratas en los brazos abiertos y cerrados del laberinto. Los resultados fueron comparados con otras metodologías de simulación que han sido propuestas, específicamente aquellas que utilizan redes neuronales y distribuciones empíricas de probabilidad.

**Palabras clave:** plus-maze elevado, ansiedad, ratas, simulación, árboles de decisión.

**Keywords:** elevated plus-maze, anxiety, rats, simulation, decision trees.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica. E-Mail: orescu@yahoo.com.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: michaelpadillamora@gmail.com.

<sup>IV</sup>Programa de Investigación en Neurociencias, Universidad de Costa Rica. E-Mail: jfornagu@gmail.com

# Enfoque integral de una transformación proyectiva<sup>I</sup>

JORGE MONGE<sup>II</sup>      Franklin Hernández<sup>III</sup>

Costa Rica

---

El esta charla presentamos el desarrollo de una transformación proyectiva, llamada homografía, que permite establecer una correspondencia entre los puntos de una región cuadrangular y los de una región rectangular dada. Este tipo de transformaciones son usadas principalmente para el formateo y manipulación de imágenes digitales y proyecciones.

**Palabras clave:** transformación proyectiva, homografía, coordenadas homogéneas, interfaces intangibles.

## Abstract

In this talk we present the development of a projective transformation called homography, which allows a correspondence between the points of a quadrangular region and a given rectangular region. Such transformations are mainly used for formatting and manipulating digital images and projections.

**Keywords:** projective transformation, homography, homogeneous coordinates, intangible interfaces.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM1: MARTES / TUESDAY 16, 2:20 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica. E-Mail: [jomonge@itcr.ac.cr](mailto:jomonge@itcr.ac.cr).

<sup>III</sup>Escuela de Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. E-Mail: [castro-f@hfg-gmuend.de](mailto:castro-f@hfg-gmuend.de).

# Optimal control on Lie groups and sub-Riemannian geometry: the nilpotent case<sup>I</sup>

FELIPE MONROY-PÉREZ<sup>II</sup>

México

---

A distribution  $\Delta = \{X_1, \dots, X_k\}$  of left invariant vector fields on a Lie group  $G$ , with  $k < \dim(G)$ , together with a smooth varying inner product  $g \mapsto \langle \cdot, \cdot \rangle_g$  defined on the hyperplanes  $\Delta_g \subset T_g G$  by declaring the set  $\Delta(g)$  as orthonormal, determine two equivalent problems, on one hand we have an optimal control problem with quadratic cost and driftless control-affine plant, and on the other hand, a naturally defined sub-Riemannian geodesic problem.

In fact, horizontal curves associated to the distribution  $\Delta$  are by definition, absolutely continuous curves  $t \mapsto g(t)$ , that satisfy  $\dot{g}(t) \in \Delta_{g(t)}$  *a.e.*, this condition is equivalent to saying that

$$\dot{g}(t) = u_1 X_1(g(t)) + \dots + u_k X_k(g(t)), \quad (1)$$

for certain measurable and bounded functions  $u_1, \dots, u_k$ . For then, the energy of a horizontal curve,  $t \mapsto g(t)$ ,  $t \in [0, T_g]$  is written as follows:

$$\mathcal{E}(g) = \int_0^{T_g} \langle \dot{g}(t), \dot{g}(t) \rangle dt = \int_0^{T_g} u_1^2 + \dots + u_k^2. \quad (2)$$

The geodesic problem associated to the sub-Riemannian structure  $(G, \Delta, \langle \cdot, \cdot \rangle)$  consists in the minimization of the energy functional  $\mathcal{E}$  in the class of horizontal curves, whereas the optimal control problem consists in the minimization of the quadratic cost (2), among the admissible trajectories of the plant (1).

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO7: JUEVES / THURSDAY 18, 2:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [fmp@correo.azc.uam.mx](mailto:fmp@correo.azc.uam.mx).

These two presentation are different in nature, whereas the latter is a (singular) differential geometric problem, the former is a control problem, we can take advantage of this situation for deriving geometric results out of optimal control techniques and vice versa.

As expected the control viewpoint is rooted in applications and provides a rich source of practical problems, for instance the optimal control of non-holonomic systems and the associated path planning problem, see for instance [1].

The study of control systems on Lie groups goes back to the early works by H. Sussmann and V. Jurdjevic [2] whereas some of the main ideas of what is known now as sub-Riemannian geometry where presented by R.W. Brockett in [3] by means of the following left invariant distribution

$$X_1 = \frac{\partial}{\partial x} + y \frac{\partial}{\partial z}, \quad X_2 = \frac{\partial}{\partial y} - x \frac{\partial}{\partial z},$$

in  $\mathbb{R}^3$ , taken as a step-2 nilpotent Lie group with the ordinary Heisenberg multiplication. In this lecture we present some results for general Lie groups which are step-2 nilpotent, together with some applications to non-holonomic systems, we present also some partial results for step-3. After deriving first order optimality conditions by applying Pontryagin Maximum Principle, we proceed to analyze geometric properties such as conjugate loci and small radii spheres.

**Keywords:** optimal control, nilpotent Lie group, Pontryaguin maximum principle.

**Palabras clave:** control óptimo, grupo nilpotente de Lie, principio máximo de Pontryaguin.

## Referencias

- [1] BULLO, F. & LEWIS, A.D. (2005) “Geometric Control of Mechanical Systems”, Springer-Verlag.
- [2] SUSSMANN, H. & JURDJEVIC, V. (1972) “Control systems on Lie groups”, *Jour. Diff. Eqs.*
- [3] BROCKETT, R.W. (1980): “Control theory and singular Riemannian geometry”, in *New directions in applied mathematics*, Springer-Verlag.

*Minicurso / Short Course*  
Teoría geométrica de control y geometría  
sub-Riemanniana<sup>I</sup>

FELIPE MONROY-PÉREZ<sup>II</sup>

México

---

SESIÓN I: Elementos de geometría diferencial: variedades campos vectoriales, grupos de Lie.

SESIÓN II: Ejemplos de sistemas no-holónomicos y sistemas de control óptimo en grupos de Lie.

SESIÓN III: Presentación invariante del Principio Máximo de Pontryagin y sus implicaciones en geometría sub-Riemanniana.

**Palabras clave:** variedad diferenciable, campo vectorial, grupo y álgebra de Lie, sistema invariante, restricciones no-holónomicas, principio máximo de Pontryaguin, geometría sub-Riemanniana, geodésicas.

**Keywords:** smooth manifold, vector field, Lie groups and algebras, invariant system, no-holonomic constraints, Pontryaguin Maximum Principle, sub-Riemannian geometry, geodesics

## Referencias

- [1] VELIMIR JURDJEVIC (1997): “Geometric Control Theory”, Cambridge studies in advanced mathematics, Cambridge University Press.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 3: MARTES / TUESDAY 16, 11:15 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [fmp@correo.azc.uam.mx](mailto:fmp@correo.azc.uam.mx).

- [2] ANDREI AGRACHEV & YURI SACHKOV (2004): “Control theory from the geometric viewpoint”, Encyclopedia of mathematics, subserie: Control Theory and optimization, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- [3] RICHARD MONTGOMERY (2002): “A tour of sub-Riemannian geometries, their geodesics and applications”, AMS Mathematical surveys and Monographs, **91**.

## Heurística para solucionar el problema de alineamiento múltiple de secuencias<sup>I</sup>

ROMAN MORA<sup>II</sup>    Javier Ramírez<sup>III</sup>    Mayra Elizondo<sup>IV</sup>

México

---

En el presente trabajo se desarrolló un algoritmo nuevo para resolver el problema de alineamiento múltiple de secuencias (AMS) que es un híbrido basado en las metaheurísticas de búsqueda de armonía (HS) y recocido simulado (RS) y que fue validado con la metodología de Julie Thompson. Es un algoritmo básico y los resultados obtenidos durante la etapa de validación son alentadores, por lo que serán la base de nuevas estrategias de búsqueda para mejorar los resultados. También se describen algunas metaheurísticas que ya han sido utilizadas para resolverlo.

**Palabras clave:** alineamiento múltiple de secuencias, búsqueda de la armonía, metaheurísticas.

**Keywords:** multiple alignment of sequences, pursuit of harmony, metaheuristics.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IOS: JUEVES / THURSDAY 18, 3:50 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Posgrado Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: murcielago9@hotmail.com.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: jararo@correo.azc.uam.mx.

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: mayra.elizondo@hotmail.com.

# Aplicaciones de la teoría topológica de puntos fijos<sup>I</sup>

MANUEL MOREIRA<sup>II</sup>

Guatemala

---

The purpose of this research is to establish a relationship between Lefschetz and Nielsen number and computing Nielsen numbers of a self-mapping over compact and connected polyhedron  $X$  under specific geometric and topological conditions. The index concept of a fixed point of continuous self-mapping is due to Poincaré, which are relevant in this research, also the work of H. Hopf in which he proved a generalized fixed point formula; the original proof made by Lefschetz who used *the topological product method*, rather than the homological methods.

The fixed point formula is closely related to the theory of continuous vector fields and closely related with the *qualitative dynamical systems*. Consider a self-mapping  $f$  over a compact manifold  $X$  which displaces points only slightly, will determine a vector field. The vectors of the field run from the original points to their respective images under  $f$ , this defines a field in a more appropriate way to research classical problems in geometry and topology. This field is continuous except at the singular points which are the fixed points of  $f$  which are finite in number and isolated fixed points since  $X$  is a compact.

**Keywords:** homotopy and homology, invariant subgroups, fixed points, dynamical systems, lenticular spaces, asymptotic number, topological entropy.

**Palabras clave:** homotopía y homología, subgrupos invariantes, puntos fijos, sistemas dinámicos, espacios lenticulares, número asintótico, entropía topológica.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:20 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. E-Mail: [morga12002@gmail.com](mailto:morga12002@gmail.com). This work was completed with the support of National Council of Sciences of Guatemala, CONCYT. La Institución ejecutora de este proyecto ha sido: la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, PROYECTO FODECYT 22-2007.



## Classification of cities in the state of Rio Grande do Sul (Brazil) according the agricultural modernization by cluster analysis<sup>I</sup>

FERNANDO MOREIRA<sup>II</sup>      Rafael Pentiado<sup>III</sup>

Brasil

---

The purpose of this study is to group the cities of Rio Grande do Sul, in Brazil, by agricultural modernization and to characterize these cities according variables related to agricultural modernization. Thus, in the analysis there were included only cities that have their economic base related to the agricultural sector. The data used in this analysis were obtained in the site of IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

The cities have been grouped by cluster analysis, which identified four groups with different characteristics. The cities of group 1 showed a strong relationship with modern agriculture (a lot of livestock, tractors and harvesters, higher income from the sale of animal and plant products, high production of livestock and crops, a large territory and therefore large exploited agricultural area), showing that they are developed and updated in relation to agricultural modernization. The cities of group 2 are less developed than the cities in group 1, but have a great number of specialized technical assistance in livestock and crop production. The cities in group 3 are in transition from traditional agriculture to a more modern agriculture. And cities in group 4 have the lowest degree of development in relation to agriculture, operating with a more traditional agricultural pattern. This analysis

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD3: MARTES / TUESDAY 16, 4:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>UFSM, Universidade Federal de Santa Maria and UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil. E-Mail: [fmjunior@smail.ufsm.br](mailto:fmjunior@smail.ufsm.br).

<sup>III</sup>UNISINOS, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil. E-Mail: [faecohaiti@yahoo.com.br](mailto:faecohaiti@yahoo.com.br).

also have been identified that the most developed cities in relation to agriculture are located in the western of state of Rio Grande do Sul, in Brazil.

**Keywords:** cluster analysis, agricultural modernization, cities.

**Palabras clave:** análisis de conglomerados, modernización de la agricultura, ciudades.

### Referencias

- [1] HAIR, J.F. & BLACK, W.C. & BABIN, B.J. & ANDERSON, R. E. & TATHAN, R. L. (2009): “Análise Multivariada de Dados”, *Bookman*, **6**, Porto Alegre, Brasil.
- [2] JOHNSON, R.A. & WICHERN, D.W. (1992): “Applied Multivariate Statistical Analysis”, *Prentice Hall*, **3**, New Jersey.
- [3] MARDIA, B.F. & KENT, J. T. & BIBBY, J.M. (1979): “Multivariate analysis”, to appear in *Academic*, London.
- [4] IBGE, “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística”, to appear in <http://www.ibge.gov.br>.

# Aplicación de la transformada de Fourier para la valoración de opciones financieras<sup>I</sup>

JOHN MORENO<sup>II</sup>

Colombia

---

La teoría fundamental sobre el problema de la valoración de opciones financieras está asociada a el cálculo del valor esperado descontado del pago final de la opción bajo un medida de riesgo neutral, pero en general cuando la función característica del proceso de precios del activo subyacente es conocida el problema puede ser resuelto mediante integración simple, aplicando la transformada de Fourier.

Se tiene entonces que aplicando la transformada de Fourier y la transformada discreta de Fourier es posible aproximar el precio de opciones financieras bajo modelos de Levy exponenciales, en particular al modelo clásico de Black-Scholes, el modelo Merton de difusión con saltos y el modelo de varianza Gamma de Madan-Carr-Chang.

Se desarrolla entonces una breve introducción a los elementos básicos de la transformada de Fourier y la función característica. Se exponen los elementos necesarios de procesos de Levy y se desarrolla la teoría de valoración aplicando la transformada de Fourier.

**Palabras clave:** transformada de Fourier, procesos de Levy, valoración de opciones.

**Keywords:** Fourier transform, Levy processes, pricing options.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC3: JUEVES / THURSDAY 18, 5:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad Externado de Colombia. E-Mail: [jhon.moreno@uexternado.edu.co](mailto:jhon.moreno@uexternado.edu.co).

## Gear transmission scheduling line optimization: a MIP approach<sup>I</sup>

BEATRIZ MURRIETA<sup>II</sup>

México

---

VC is a Belgium Enterprise that produces transmission gears for CAT. The company handles near 150 part numbers from its facility in Mexico. The job of the production planner for VC is to decide when a certain part number must enter the production line in order to meet the delivery due date starting at the latest possible time.

The production planner at VC must take into consideration changes made by the customer to its demand, for the quantities to be delivered as well as for the established delivery due dates, which is the reason to plan for the latest possible. Although CAT provides an annual demand plan where quantities and delivery due dates are specified for every part number, this forecast is adjusted according to the customer needs; the production planner must adjust to such changes and arrange the production plan in order to meet the new demand. These changes are acceptable as long as no production order is issued, once the order is emitted changes cannot be made; this gives the production planner a solid two weeks horizon to prepare the production plan.

The process to be administered by the production planner at VC is identical for every part number at the company, it starts with the requisition of rough material to its supplier, its storage and management, following a production line through seven process each developed on an individual production center, the storage of the finished parts, and finally the shipping of the part.

The production line in which the scheduling takes place consist on seven production centers, where the products enter the process in batches, every batch must

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO6: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro, México. E-Mail: [bmurriet@itesm.mx](mailto:bmurriet@itesm.mx).

follow the same production sequence through all the seven work centers which can only host one batch at any time. Two of the production centers, consist of two or more identical machines, where batches can coexist and be processed in parallel; a single batch however cannot be processed in two such machines, batches cannot be divided.

Since the sequence followed by each part number is identical, the problem is classified as a flow shop scheduling problem with parallel machines. The problem to be addressed by this thesis project is the design of a decision support system for the scheduling of the production line through optimization. The solution to this problem is structured in three phases: The design of the algorithm for the production scheduling optimization; the design of a user friendly interface for the decision support system; and the integration of the supply chain from the supplier and to include dispatch.

For the first stage of the project, a mathematical programming approach using GAMS is proposed, so that the solution obtained is optimal. The optimization technique used to develop such program is mixed integer programming and the simulation is done in the Xpress environment through the NEOS Server.

**Keywords:** gear transmission, scheduling line optimization, MIP approach.

**Palabras clave:** transmisión por engranajes, optimización de líneas de programación, enfoque MIP.

## Solución eficiente de sistemas de ecuaciones lineales ralos<sup>I</sup>

DOUGLAS NAVARRO<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Este trabajo tiene como propósito resolver en unos pocos segundos la ecuación  $Ax = b$  en el caso en que  $A$  es no singular, rala, de orden  $n$ , con  $n$  en el orden de  $10^6$ . Es bien conocido que en numerosas e importantes aplicaciones es necesario resolver extensos sistemas de ecuaciones lineales  $Ax = b$  y que para ello se dispone de eficaces métodos tanto directos como iterativos, no obstante, el acelerado crecimiento de las capacidades de cómputo y de nuevos requerimientos lleva este problema a extremos cada vez mayores. En este caso el requerimiento que motivó el presente desarrollo tiene su origen en la creación de un software para ingeniería mecánica, donde los procesos de simulación mediante técnicas de elemento finito requieren soluciones de extensos sistemas ralos en no más de algunos segundos por solución.

Partiendo de la hipótesis de que  $A$  es no singular el problema teórico en si es trivial. De hecho, en esta implementación usamos el método de factorización PLU [2] para buscar la solución exacta (salvo las limitaciones debidas al error numérico). Ahora bien, la implementación del algoritmo que aquí se propone se hizo usando árboles binarios semi-balanceados [1] los cuales permiten la ejecución de los algoritmos fundamentales (inserción, borrado, etc.) con velocidades de convergencia de orden  $O(\ln(m))$  (siendo  $m$  el número de entradas no-cero de  $A$ ).

Desde el punto de vista matemático simplemente se ejecuta el algoritmo PLU (de hecho la versión realizada considera sólo el caso LU, el caso general no implica cambios mayores). Ahora bien, hay un par de detalles particulares, a saber:

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN1: MARTES / TUESDAY 16, 2:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. E-Mail: [navarro.douglas@gmail.com](mailto:navarro.douglas@gmail.com).

- Cuando el algoritmo LU (que es una versión particular de los métodos de eliminación gaussiana) requiere un recorrido de una fila dada en forma secuencial, o un recorrido de una columna en forma secuencial, nuestra implementación deberá permitir que el recorrido se limite exactamente a las celdas no cero.
- Por otra parte en ciertos algoritmos relacionados, nuestra implementación requerirá cambiar los algoritmos tradicionales con el fin de sacar ventaja de la implementación. E.g. para la multiplicación de matrices en lugar de los tradicionales 3 FOR anidados en esta implementación bastará recorrer el árbol de las entradas no cero del primer operando para multiplicarlas de una sola vez con las entradas no cero correspondientes del segundo operando para ir acumulando sus aportes al resultado final.

Para el desarrollo de la aplicación se usaron árboles semi-balanceados del tipo “árboles rojos y negros”. Ahora bien, dado que se requiere acceso directo, acceso por fila y acceso por columna, esta implementación usa dos de estos árboles binarios cuyos nodos contienen apuntadores a las celdas de datos (fila, columna y dato). El primer árbol usa una relación de orden que tiene por llave primaria el número de fila y por llave secundaria el número de columna, el segundo árbol es semejante pero con los roles de las llaves invertidos. Así, los algoritmos matemáticos pueden hacer uso de los accesos mencionados según su necesidad en un tiempo mínimo. El resultado final fue muy satisfactorio: en una PC normal se obtuvieron tiempos de ejecución del orden de 4.5 segundos para sistemas de orden  $10^6$  para matrices ralas semejantes a las que aparecen en la solución de problemas de distribución de calor que se modelan mediante ecuaciones de Laplace en derivadas parciales.

**Palabras clave:** grandes sistemas de ecuaciones, sistemas ralos, árboles semi-balanceados, convergencia  $O(\ln(m))$ .

**Keywords:** grand scale equation systems, sparse systems, semi-balanced trees,  $O(\ln(m))$  convergence.

## Referencias

- [1] CORMEN, T. & LEISERSON, C. & RIVEST, R. (1994): “Introduction à l’algorithmique”, DUNOD, Paris, ISBN 2-10-003128-7.
- [2] ATKINSON, K. E. (1978): “An introduction to Numerical Analysis”, John Wiley and Sons, USA, ISBN 0-471-62489-6.

# The multiple-partners assignment game with heterogeneous sells and multi-unit demands: competitive equilibria<sup>I</sup>

ALEJANDRO NEME<sup>II</sup>    Daniel Jaume<sup>III</sup>    Jordi Massó<sup>IV</sup>

Argentina – España

---

A multiple-partners assignment game with heterogeneous sells and multi-unit demands consists of a set of sellers that own a given number of indivisible units of (potentially many different) goods and a set of buyers who value those units and want to buy at most an exogenously fixed number of units. We define a competitive equilibrium for this generalized assignment game and prove its existence by only using linear programming. We show that the set of competitive equilibria (pairs of price vectors and assignments) has a Cartesian product structure: each equilibrium price vector is part of a competitive equilibrium with all equilibrium assignments, and vice versa. We also show that the set of (restricted) equilibrium price vectors has a natural lattice structure and we study how this structure is translated into the set of agents' utilities that are attainable at equilibrium.

**Keywords:** matching, assignment game, indivisible goods, competitive equilibrium, lattice.

**Palabras clave:** haciendo juego, juego de asignación, bienes indivisibles, equilibrio competitivo, retículo.

**JEL classification:** C78, D78.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO3: MARTES / TUESDAY 16, 5:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>CONICET e Instituto de Matemática Aplicada de San Luis, Universidad Nacional de San Luis, Argentina. E-Mail: [aneme@uns1.edu.ar](mailto:aneme@uns1.edu.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Argentina. E-Mail: [djaume@uns1.edu.ar](mailto:djaume@uns1.edu.ar).

<sup>IV</sup>CODE y Departamento de Economía e Historia Económica, Universidad Autónoma de Barcelona, España. E-Mail: [jordi.mass@uab.es](mailto:jordi.mass@uab.es).



## Use and misuse of geometrical figures in mathematical modeling in price theory<sup>I</sup>

ACHYUT OAK<sup>II</sup>

India

---

Demand Curve is introduced by taking some arbitrary data of price and quantity (apples/wheat etc.) and a graph, generally a straight line with negative slope is drawn. In the following discussion this mathematical model of a line takes the shape of a curve convex to the origin (called ‘Demand Curve’) within the first quadrant. It is then stated that it is proved ‘that the demand curve slopes downwards from left to right and is convex to the origin’ and this curve becomes the ‘Law of Demand’. Now geometrical properties of a curve or a set of curves (convex to the origin and in the first quadrant) are stated and it becomes a demand function. Not a single mathematical equation is given (other than  $f(x, y)$ ) for any demand curve. This demand curve starts with the assumption that utility measure is cardinal.

In Indifference Curves (ICs) one never finds the nature of these curves. Is this mathematical model a system of parallel lines, system of parabolas, concentric circles, ellipses one inside the other, system of hyperbolas one inside the other and all restricted to the first quadrant? No mathematical equation is given which would represent any IC or ICs. The concept of IC starts with the assumption that the measure is ‘Ordinal’ (no quantification). When there is no variable, either discrete or continuous, still use of differentiation/partial differentiation is made. When the measure itself is considered ordinal the consumer is expected to follow mathematical conditions i) ICs are convex to the origin; ii) ICs are sloping downwards to the right; iii) ICs can not intersect or touch each other ;iv) ICs can not be tangent to

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC4: VIERNES / FRIDAY 19, 3:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Former Senior Scientific Officer, Defence Science Service, Govt. of India, Principal(Retd), Mulund College of Commerce, Mumbai, India; and Institute of Management and Professional Studies, Mumbai, India. E-Mail: [achyutoak@gmail.com](mailto:achyutoak@gmail.com).

each other and added to these further assumptions of i) Non-satiety ii) Transitivity and iii) Diminishing marginal rate of substitution.

In Loanable Fund Theory, Loanable fund on  $X$  axis and rate of interest  $Y$  axis. Now demand curves for Dis-savings, Investment and Hoarding are drawn but they all are strictly straight lines and are parallel to each other. Similarly supply curves for Savings, Dis-investment, Dis-hoarding and Bank Money are drawn again all of them a set of parallel straight lines. These two sets of parallel lines are separately added to generate two lines of summations and they must intersect in the first quadrant. No longer there is a need of demand curve to be convex to the origin and a smooth curve. This is all for getting a point of equilibrium in the first quadrant. In real life situations neither the supply curve nor the demand curve in loanable fund theory are straight lines, barring few situations. If they are to be straight lines then the important factors like time, duration, risk, etc. get ignored.

The author does not suggest any alternative to the present approach.

**Keywords:** economics, price theory, indifference curves, loan funds theory.

**Palabras clave:** economía, teoría de precios, curvas de indiferencia, teoría de fondos de préstamos.

## Método integral de interpolación para la estimación de datos faltantes de precipitación<sup>I</sup>

NELSON OBREGÓ<sup>II</sup>      Eddy Herrera<sup>III</sup>

Colombia

---

La comprensión y la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la precipitación en una cuenca, son tareas cruciales para el modelado hidrológico y el análisis y diseño de sistemas de recursos hídricos. La disponibilidad de datos de precipitación continua en diferentes escalas espaciales y diferentes escalas temporales son esenciales para los modelos de simulación hidrológica, ya que una de las variables importantes de entrada a considerar es la precipitación, la cual contribuye en procesos predicción en la cuenca.

El método de la inversa de la distancia (IDM) es el más utilizado comúnmente como método para estimar los datos que faltan en los campos de la hidrología y la ciencias geográficas. El éxito del método de distancia inversa depende principalmente de la existencia de autocorrelación espacial positiva y de hecho la existencia de autocorrelación negativa puede ser una de las principales limitaciones, ya que la distancia por sí sola no es la medida de de la fuerza de la autocorrelación espacial. La distancia, un sustituto de la fuerza de correlación, a menudo funciona bien cuando todas las estaciones de la lluvia se encuentran en una región meteorológicamente homogénea. El presente estudio investiga y propone un innovador enfoque de modelamiento funcional que combina dos parámetros, a saber, la distancia y el coeficiente de correlación ya sea en términos de ponderación o en una forma funcional óptima de los mismos, para estimar los datos de precipitación que faltan. El rendimiento del método será medido a través de la comparación otros

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES5: JUEVES / THURSDAY 18, 3:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Instituto Geofísico y Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia Pontificia, Colombia. E-Mail: [nobregon@javeriana.edu.co](mailto:nobregon@javeriana.edu.co).

<sup>III</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. E-Mail: [eherrera@javeriana.edu.co](mailto:eherrera@javeriana.edu.co).

dos métodos: (1) El método de ponderación de la distancia inversa (IDWM) y (2) el método de ponderación del coeficiente de correlación (CCWM).

**Palabras clave:** inverso de la distancia, autocorrelación, datos faltantes.

**Keywords:** inverse of the distance, autocorrelation, missing data.

### Referencias

- [1] AHRENS, B. (2006): “Distance in spatial interpolation of daily rain gauge data. *Hydrology and Earth System Sciences*”, **10**: 197–208.
- [2] GOLDBERG, D.E. (1989): “Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning”, Addison-Wesley, New York.

## Analyzing asymmetric relationships of car switching data by singular value decomposition<sup>I</sup>

AKINORI OKADA<sup>II</sup>

Japón

---

The asymmetric proximities consist of proximities among objects where proximity from objects  $j$  to  $k$  is not equal to that from objects  $k$  to  $j$ . The asymmetric proximities have been studied by asymmetric multidimensional scaling (Borg and Groenen, 2005, chapter 23) or additive conjoint measurement. These procedures disclose the asymmetry in the proximities among objects and represent these asymmetries geometrically or algebraically. When we interpret proximities among objects as relationships among actors in a social network, relationships among actors can be analyzed by deriving the centrality of each actor (Bonacich, 1972, Okada, 2008) by using characteristic vector(s). The asymmetric social network, where relationships among actors are not symmetric, can be dealt with by using singular value decomposition (Okada, 2009). The idea of deriving more than one centrality and more than two kinds of centralities; the outward centrality and the inward centrality, has been introduced (Okada, 2008, 2009). This makes it possible to obtain more than two sets of outward and inward centralities for each actors of an asymmetric social network. The outward centrality of an actor represents the outward tendency from the actor to the other actors, and the inward centrality of an actor represents the inward tendency to the actor from the other actors. An analysis of asymmetric relationships by singular value decomposition can disclose an aspect of asymmetric relationships which cannot be disclosed by asymmetric multidimensional scaling or additive conjoint measurement as well as those can be disclosed by the two procedures (Okada, 2009).

In the present study, car trade-in data among 16 car categories (Harshman, Green, Wind, and Lundy, 1982), are dealt with by singular value decomposition. The data consist of the number of cars traded-in to buy new cars among 16 car categories. The data can be

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD1: MARTES / TUESDAY 16, 2:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Graduate School of Management and Information Sciences, Tama University & Rikkyo (St. Paul's) University E-Mail: [okada@tama.ac.jp](mailto:okada@tama.ac.jp), [okada@rikkyo.ac.jp](mailto:okada@rikkyo.ac.jp)

arrayed as a  $16 \times 16$  table where the  $(j, k)$  cell of the table represents the number of cars in car category  $j$  traded-in to purchase new cars in car category  $k$ . The  $(j, k)$  cell of the table shows the strength of relationship from car categories  $j$  to  $k$ . The number of cars in car category  $j$  traded-in to purchase new cars in car category  $k$  is not necessarily equal to the number of cars in car category  $k$  traded-in to purchase new cars in car category  $j$ . The  $(j, k)$  cell is not necessarily equal to the  $(k, j)$  cell, and the resulting table is asymmetric. The  $16 \times 16$  table was normalized (Harshman, et al., 1982), and analyzed by singular value decomposition, and two sets of centralities were derived. The first set consists of the outward and the inward centralities along dimension 1 based on the first left singular vector and the first right singular vector corresponding to the largest singular value. The second set consists of the outward and the inward centralities along dimension 2 based on the second left singular vector and the second right singular vector corresponding to the second largest singular value. Each car category has two sets of the outward and inward centralities. The 16 car categories were classified into two groups; one consists of the domestic car categories and the other consists of the imported car categories. Each group has close or positive relationships within a group. But the relationships between two groups are distant or negative.

**Keywords:** asymmetric relationships, car switching, centrality, social network, singular value decomposition

**Palabras clave:** relaciones asimétricas, centralidad, red social, descomposición en valores singulares.

## Referencias

- [1] BONACICH, P. (1972): “Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification”, *Journal of Mathematical Sociology* **2**: 113–120.
- [2] BORG, I. & GROENEN, P.J.F. (2005): “Modern multidimensional scaling: Theory and applications”, (2nd ed.), Springer, New York.
- [3] HARSHMAN, R.A. & GREEN, P.E. & WIND, Y. & LUNDY, M.E. (1982): “A model for the analysis of asymmetric data in marketing research”, *Marketing Science*: 205–242.
- [4] OKADA, A. (2008) “Two-dimensional centrality of a social network”, in C. Preisach, H. Burkhardt, L. Schmidt-Thieme, & R. Decker, (Eds.), *Data analysis, machine learning and applications*: 381–388, Springer-Verlag, Heidelberg-Berlin, Germany.
- [5] OKADA, A. (2009): “Centrality of asymmetric social network: Singular value decomposition, conjoint measurement, and asymmetric multidimensional scaling”, in S. Ingrassia & R. Rocci Eds. *Books of Short Papers of the 7th Meeting of the Classification and Data Analysis Group of the Italian Statistical Society*: 81–84.

# Solución numérica de una ecuación generalizada de Fisher por medio de un esquema predictor-corrector<sup>I</sup>

MIGUEL ÁNGEL OLMOS<sup>II</sup>      María Merced Arriaga<sup>III</sup>  
Valipuram S. Manoranjan<sup>IV</sup>

México – Estados Unidos

---

En este reporte desarrollamos dos esquemas numéricos para la solución numérica de una ecuación generalizada de Fisher. La idea fundamental es usar un esquema modificado de Crank-Nicolson con el objetivo de definir un esquema predictor corrector. Consideraremos además condiciones de frontera variables que imitan el comportamiento asintótico de la solución a fin de que la onda tenga la velocidad correcta cuando alcanza la frontera.

**Palabras clave:** ecuación de Fisher, Crank-Nicolson, predictor-corrector, ecuación diferencial parcial, esquema numérico.

## Abstract

In this report we develop two different numerical schemes for computing the numerical solution of a generalized Fisher's Equation. The main idea is to use a modified Crank-Nicolson scheme in order to define a predictor corrector scheme. We also consider variable boundary conditions that mimic the asymptotic behavior of the exact solution in order to ensure that the wave has the right speed when hits the boundary.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN2: MARTES / TUESDAY 16, 3:50 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad de Guadalajara, México. E-Mail: miguel.olmos@cucei.udg.mx.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: mercedarriaga@hotmail.com.

<sup>IV</sup>Washington State University, USA. E-Mail: ano@wsu.edu.

**Keywords:** Fisher’s equation, Crank-Nicolson, predictor-corrector, partial differential equation, numerical scheme.

## Referencias

- [1] ABLOWITZ, M.J & ZEPPETELLA, A. (1979): “Explicit solutions of Fisher’s equation for a special wave speed”, *Bull. Math. Biol.*, **45**, 355–369.
- [2] FISHER, R.A. (1936): “The wave of advantageous Genes”, *Ann. Eugen.*, 165–174.
- [3] LARSON, D.A. (1978): “Transient bounds and time asymptotic behavior of solutions to nonlinear equations of Fisher type *SIAM J. Appl. Math.*, Vol, **34**, (93–103).
- [4] OLMOS, M. (2005): “Analytical and numerical solutions of diffusion problems with convection/reaction”, *VI Encuentro Centroamericano de Investigadores Matemáticos*, Managua, Nicaragua, 41–49.
- [5] POLYANIN, A.D.. & ZAITSEV, V.F. (2004): “Handbook of nonlinear partial differential equations”, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.



## Contour approximation by lemniscates using evolutionary algorithms<sup>I</sup>

JUAN MANUEL OTERO<sup>II</sup>      Joviel Macías<sup>III</sup>

Cuba

---

The newly emerging field of vision and pattern recognition often focuses on the study of two dimensional "shapes" i.e. simple, closed smooth curves. Based on a known theorem of Hilbert regarding approximation of smooth curves by lemniscates, we propose in this paper an approach for the approximation of 2D contours using such curves. A lemniscate is the set of points whose product of distances to some fixed points is constant.

In general, a lemniscate is expressed in implicit form and its shape may be controlled in terms of few parameters (coordinates of its foci and its threshold). Given a set  $D = z_i \mid i = 1, \dots, m$  of observations in the plane that describes a closed contour, we consider the problem of finding a set of foci and a threshold so that a component of the corresponding lemniscate approximates the given data. An evolutionary algorithm is used for solving the corresponding optimization problem. We illustrate through some examples the good behavior of the proposed approach.

Recovery of unstructured 2D and 3D data with deformable models has been the subject of many studies over the last years. In particular, in medical understanding, deformable models are useful to get a precise representation of anatomical structures [2]. The most used models have been superquadrics and hyperquadrics [5], but they can not fit with high precision irregular contours. This work introduces lemniscates [7] as model for the representation of contours and surfaces. The following problems are closely related: How can be calculated the distance from a point to a lemniscate and how can be solved the associated optimization

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO9: JUEVES / THURSDAY 18, 5:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>University of Havana, Cuba. E-Mail: otero@matcom.uh.cu.

<sup>III</sup>University of Informatic Sciences, Cuba. E-Mail: joviel@uci.cu.

problem. The fact that the number of foci of the lemniscate we are looking for is unknown makes difficult the use of deterministic methods due to we have not only one model. Therefore we have selected an evolutionary strategy which permits to consider different numbers of foci simultaneously.

**Keywords:** lemniscates, evolutionary algorithms, contour approximation, Hilbert’s theorem, deformable models.

**Palabras clave:** lemniscatas, algoritmos evolutivos, aproximación de contorno, teorema de Hilbert, modelos deformables.

## Referencias

- [1] ANDRIEVSKII, V. (2000): “On approximation of a Continuum by lemniscates”, *J. Approx. Theory*, **105** (29): 292–304.
- [2] BARDINET, E. & COHEN, L. D. & AYACHE, N. (1995): “A parametric deformable model to fit unstructured 3D data”, *Institut Nacional de recherche en informatique et en automatique, Rapport de recherche*, **2617**.
- [3] COELLO, C. (2003): “Introducción a la Computación Evolutiva”.
- [4] GOLDBERG, D. (2002): “The Design of Innovation”, Kluwer Academic Publishers.
- [5] JAKLIC, A. & LEONARDIS, A. (2000): “Segmentation and Recovery of Superquadrics”, *Serie: Computational Imaging and Vision*, **20**, Springer Verlag.
- [6] LOZANO, M. & HERRERA F. & KRASNOGOR N. & MOLINA D. (2003): “Real-Coded Memetic Algorithms with Crossover Hill-Climbing. Evolutionary Computation”, to appear in *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, **13** (3), 273.
- [7] MARKUSHEVICH, A. (1970): “Teoría de las funciones analíticas”, Editorial MIR, **1**, Moscú.
- [8] MICHALEVICS, Z. (1996): “Genetic Algorithms+Data Structures= Evolution Programs”, *Springer*.
- [9] SOLINA, F. & BAJCSY R. (1990): “Recovery of parametric models from range images: The case of superquadrics with global deformations, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence”.
- [10] TAUBIN, G. (1993): “An improved algorithm for algebraic curve and surface fitting, in IEEE Proceedings of the Third International Conference on Computer Vision”, Berlin, 658–665.

# Integral equations for the discounted risk processes in actuarial mathematics<sup>I</sup>

CARLOS PACHECO<sup>II</sup>

México

---

In the context of actuarial mathematics, we study the income and claim processes of an insurance company. We find integral equations to characterize the distribution of a discounted risk process and its first passage time. Additionally, we also derive an integro-differential equation for the so-called ruin probability. It is used classical renewal arguments to obtain such equations which are useful, for instance, to carry out numerical approximations.

**Keywords:** discounted risk process, ruin probability, integral equations.

**Palabras clave:** proceso de riesgo descontado, probabilidad de ruina, ecuaciones integrales.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:10 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Departamento de Matemáticas, CINVESTAV-IPN, México DF. E-Mail: cpacheco@math.cinvestav.mx.

A systematic “saddle point near a pole”  
asymptotic method with application  
to the Gauss hypergeometric function<sup>I</sup>

PEDRO J. PAGOLA<sup>II</sup>      José L. López<sup>III</sup>

España

---

In recent works [1] and [2] we have proposed more systematic versions of the Laplace’s and saddle point methods for asymptotic expansions of integrals. Those variants of the standard methods avoid the classical change of variables and give closed algebraic formulas for the coefficients of the expansions. In this work we apply the ideas introduced in [1] and [2] to the uniform method “saddle point near a pole”. We obtain a computationally more systematic version with a closed algebraic formula for the coefficients of that uniform asymptotic method for integrals having a saddle point near a pole. The basic approximant depend on the order of the saddle point. When it is of the order two, that basic approximant is given in terms of the error function (as in the standard method). When it is of the order four, the basic approximant is given in terms of incomplete gamma functions. As an application, we obtain new asymptotic expansions of the Gauss hypergeometric function  ${}_2F_1(a; b; c; z)$  for large  $b$  and  $c$  with  $c > b + 1$ .

**Keywords:** asymptotic expansion of integrals, Laplace’s method, saddle point method.

**Palabras clave:** expansión asintótica de integrales, método de Laplace, método de punto de ensilladura.

**Mathematics Subject Classification:** 41A60, 41A58, 33C65.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN3: MARTES / TUESDAY 16, 5:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Departamento de Ingeniería Matemática e Informática, Universidad Pública de Navarra.  
E-Mail: [pedro.pagola@unavarra.es](mailto:pedro.pagola@unavarra.es).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, España. E-Mail: [j1.lopez@unavarra.es](mailto:j1.lopez@unavarra.es).

## Referencias

- [1] LÓPEZ, J.L. & PAGOLA, P.& PÉREZ, E.: “A simplification of Laplace’s method: Applications to the gamma function and Gauss hypergeometric function”. Submitted.
- [2] LÓPEZ, J.L. & PAGOLA, P.& PÉREZ, E.: “A simplification of the saddle point method: Application to the Airy and Hankel functions”. Submitted.

# Factores económicos que inciden en la inversión privada en El Salvador<sup>I</sup>

JOSÉ PALACIOS<sup>II</sup>      José Funes<sup>III</sup>

El Salvador

---

Según muchos estudios empíricos, uno de los determinantes fundamentales del ciclo económico de corto y mediano plazo es la inversión en bienes de capital, ya que forma parte de la demanda agregada, por lo que explica los cambios de fase y amplitud del ciclo productivo de una economía.

En esta investigación se establece los factores determinantes de la inversión privada en El Salvador. El estudio se hizo con base a registros económicos históricos del periodo 1958–2008, utilizando técnicas de regresión dinámica de series temporales. La metodología implementada es la siguiente: Se hace un análisis univariante de cada serie, con el objeto de identificar adecuadamente el modelo ARIMA a que correspondan y se ajusta el modelo de regresión dinámico para la inversión privada. El objetivo de este estudio es contribuir al establecimiento de políticas económicas para El Salvador y brindar orientaciones al modelaje de fenómenos en los que intervienen series temporales.

**Palabras clave:** correlaciones cruzadas, modelos ARIMA, función de transferencia, estimación.

**Keywords:** cross correlation, ARIMA model, transfer function, estimation.

## Referencias

- [1] ESPASA, A. & CANCELÓ, J. R. (1993): “Métodos cuantitativos para el

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Matemática. E-Mail: [jpalaciosb2000@yahoo.es](mailto:jpalaciosb2000@yahoo.es).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [nerys\\_funest@yahoo.com.mx](mailto:nerys_funest@yahoo.com.mx).

análisis de la coyuntura económica”, Alianza Editorial, **1**, Madrid.

- [2] HAMILTON, JAMES D. (1994): “Time Series Analysis”, Princeton University Press.
- [3] PARKIN, M. & ESQUIVEL, G. (2001): “Introducción a la economía, un enfoque latinoamericano”, to appear in Addison Wesley Editores, México D.F.
- [4] PEÑA, D. (2005): “Análisis de Series Temporales”, to appear in Alianza Editorial, **1**, Madrid.

## A hybrid model of the immune response against lung metastases<sup>I</sup>

MARZIO PENNISI<sup>II</sup>    Francesco Pappalardo<sup>III</sup>    Santo Motta<sup>IV</sup>

Italia

---

Modeling and simulation of biological systems represents nowadays one of the most important challenges for system biology researchers (mathematicians, physicists, computer scientists and so on).

Biological systems are complex systems. In particular, the immune system is a complex and adaptive learning system which operates at multiple levels: molecule, cell, organ, organism, and groups of organisms. Research, both basic and applied, needs to deal with this complexity. It is therefore essential that the systems biology tools are based on effective mathematical algorithms and are built by combining multiple experimental and theoretical approaches, based on concrete problems and clearly defined questions.

We developed a lattice-gas (agent based) model to reproduce the immune behavior elicited by a cell vaccine against induced lung metastases in HER-2/neu mice models [1]. The model represents the immune system at cellular level without excluding important features observed at the molecular scale, like receptors, that are vital to mimic biological processes such as clonal selection.

Moreover the model has been coupled with the Gompertz growth law [2] (in its differential form) to reproduce the growth pattern in time of metastatic nodules, resulting in a hybrid ABM-ODE model. The inverse transform sampling method [3] has been used to generate random nodule diameters distributed according to

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:50 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Department of Mathematics and Computer Science, University of Catania, Italia. E-Mail: mpennisi@dmi.unict.it.

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: scalia@dmi.unict.it.

<sup>IV</sup>Department of Mathematics and Computer Science and Faculty of Pharmacy, University of Catania, Italia. E-Mail: motta@dmi.unict.it.



experimental data. These diameters are converted in parameters for Gompertz growth law and used at any time-step to compute the duplication rates that cancer cells belonging to a specific nodule should have.

Results showed that “in silico” obtained nodule sizes distributions in untreated mice are in good agreement with the “in vivo” ones [4].

**Keywords:** hybrid models, cancer, metastasis, agent based models, vaccine, immune system.

**Palabras clave:** modelos híbridos, cáncer, metástasis, modelos basados en agentes, vacunas, sistemas inmunes.

## Referencias

- [1] NANNI P. & NICOLETTI G., ET. AL. (2007): “Antimetastatic Activity of a Preventive Cancer Vaccine”, *Cancer Res.*, **67**, 11037.
- [2] LAIRD A. K. (1964): “Dynamics of tumor growth”, *Br. J. of Cancer*, **18**: 490-502.
- [3] DEVROYE L. (1986): “Non-Uniform Random Variate Generation”, Springer-Verlag, New York.
- [4] PENNISI, M. & PAPPALARDO, F. & MOTTA, S. (2009): “Agent based modeling of lung metastasis-immune system competition”, *Lecture Notes in Computer Science*, **5666**, 1-3.

## Un algoritmo genético para un problema de horarios con restricciones especiales<sup>I</sup>

CARLOS PÉREZ<sup>II</sup>      Javier Ramírez<sup>III</sup>

México

---

En el año 2001 uno de los autores (Ramírez) introdujo el problema de coloración robusta generalizado (PCRG), el cual resuelve problemas de horarios que consideran restricciones del tipo: dos eventos no pueden realizarse el mismo día y debe haber al menos  $d$  días entre dos eventos. El PCRG es una coloración robusta en que, dada una gráfica y un número fijo de colores, no necesariamente el número cromático, considera la distancia entre colores como penalización de las aristas complementarias. Se demostró que el problema es NP-completo, por lo que es necesario utilizar métodos aproximados para encontrar buenas soluciones. En este trabajo se presenta un algoritmo genético en casos de 30 a 120 horas por semana que —en problemas para los que se conoce la solución óptima— la encuentra. En otros problemas el algoritmo encuentra soluciones muy prometedoras.

**Palabras clave:** horarios, restricciones especiales, heurísticas.

**Keywords:** schedule, special restrictions, heuristics.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO2: MARTES / TUESDAY 16, 3:50 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. E-Mail: [larsoinde@hotmail.com](mailto:larsoinde@hotmail.com).

<sup>III</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [jararo@correo.azc.uam.mx](mailto:jararo@correo.azc.uam.mx).

## Aplicación de técnicas multi-criterio y tecnologías BPA en la mejora de procesos empresariales<sup>I</sup>

SURELYS PÉREZ<sup>II</sup>      Joan Puldón<sup>III</sup>

Cuba

---

Las tecnologías gerenciales se consideran uno de los servicios de más rápido crecimiento a nivel empresarial. Los cambios acelerados en este entorno han puesto en crisis los paradigmas que durante décadas han prevalecido sobre los enfoques gerenciales. Sobre cada uno de estos se han propuesto herramientas informáticas a fin de dar soporte y facilitar la toma de decisiones ejecutivas.

Actualmente los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS) son las herramientas que implementan el paradigma de la administración de procesos de negocios. En este trabajo se analizan las principales tendencias de esta tecnología, teniendo como base el análisis de técnicas multi-criteriales y en especial la aplicación de la técnica AHP (“Analytic Hierarchy Process” o Proceso Analítico Jerárquico) para la toma de decisiones. Al finalizar, se expone un ejemplo para demostrar la modelación de un proceso utilizando la herramienta TIBCO iMODELER.

**Palabras clave:** BPMS, BPA, técnicas multi-criterio, AHP, TIBCO iModeler.

**Keywords:** BPMS, BPA, multi-criteria techniques, AHP, TIBCO iModeler.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO3: MARTES / TUESDAY 16, 6:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echevarria, CUJAE, Facultad Ing. Industrial, Ciudad de La Habana, Cuba. E-Mail: [sperezj@ind.cujae.edu.cu](mailto:sperezj@ind.cujae.edu.cu).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Cuba. E-Mail: [yjaime@ceis.cujae.edu.cu](mailto:yjaime@ceis.cujae.edu.cu).

## Estimaciones de tránsito sobre la autopista Rosario-Santa Fe utilizando el análisis de series temporales y modelos causales<sup>I</sup>

ALICIA PICCO<sup>II</sup>      María Álvarez<sup>III</sup>

Argentina

---

Se realiza un estudio para evaluar el comportamiento del tránsito sobre el corredor Rosario-Santa Fe, con la intención de proyectar la demanda y proveer a las autoridades de la provincia de información adecuada que les permitan tomar decisiones eficientes en el marco del análisis de las condiciones requeridas para la nueva concesión de la Autopista AP01 - provincia de Santa Fe, Argentina.

El transporte no se demanda por sí mismo, sino que su importancia se deriva de permitir la satisfacción de otras demandas. A tal fin, los desplazamientos de las diferentes personas y bienes se van a orientar hacia aquellas vinculaciones que generen menores costos.

Este trabajo tiene por objetivo determinar la demanda de viajes sobre los puestos principales y secundarios de peaje en el corredor Rosario-Santa Fe, desagregada por categoría vehicular. Analizar la demanda sobre esta red nos lleva a estudiar las características y el comportamiento del tránsito actual.

Para conocer el comportamiento se recurre a las series históricas de vehículos pasantes en los distintos puestos de peajes. El transcurso de tiempo elegido es sumamente importante para analizar la demanda. La misma, sin embargo, puede brindar también útil información para su proyección en el tiempo.

Para pronosticar se emplean los siguientes métodos cuantitativos:

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD1: MARTES / TUESDAY 16, 2:40 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Instituto de Estudios de Transporte, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. E-Mail: [aliciapicco@gmail.com](mailto:aliciapicco@gmail.com).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [florap85@hotmail.com](mailto:florap85@hotmail.com).

1. Series de tiempo: se basan en la hipótesis de que el futuro seguirá las tendencias del pasado.
2. Modelos causales: se trata de modelos econométricos utilizando variables explicativas que caracterizan el sistema. Las proyecciones de la variable dependiente se realizan a partir de proyecciones de las variables independientes.

Asimismo, para el desarrollo del trabajo se utilizan los datos de tránsito provistos por la empresa concesionaria y se apoya en información económica recabada, tanto de fuentes oficiales como privadas. El programa informático empleado para el procesamiento de la información fue el E-views.

El trabajo pretende realizar un análisis de demanda empleando información brindada por las mismas series de tránsito y su relación con otras variables de la economía. Se busca utilizar una metodología que genere nuevo conocimiento sobre la temática del tránsito, que pueda utilizarse de manera permanente en el futuro control de la concesión y que permita la toma de decisiones eficientes manteniendo el equilibrio del sistema.

**Palabras clave:** tránsito, demanda, modelos causales, series de tiempo.

**Keywords:** traffic, demand, causal models, time series.

## Métodos cuantitativos aplicados en la ingeniería forestal<sup>I</sup>

JÉSSICA PORTUGUEZ<sup>II</sup>      Milagro Monge<sup>III</sup>

Costa Rica

---

Se utilizarán algunas de las bases de investigación de operaciones, entre ellas análisis estadísticos, las teorías de pronóstico, entre otros; para optimizar un programa utilizado por la empresa FUNDECOR llamado “Programa de Compra de Madera por Adelantado” (PCMA). Lo anterior con el objetivo de apoyar y dar un soporte matemático a la misma y dar a conocer una de las aplicaciones de la matemática en la ingeniería forestal.

**Palabras clave:** optimización, métodos cuantitativos, modelo matemático, programa de compra de madera por adelantado (PCMA).

**Keywords:** optimization, quantitative methods, program of wood purchase in advance (PWPA).

### Referencias

- [1] AZOFEIFA, C. (2007): “Simulación y optimización”, Memorias del V Congreso sobre enseñanza de la matemática asistida por Computadora, ITCR. Costa Rica.
- [2] HILLER, F. & LIEBERMAN, G. (2002): “Investigación de operaciones”, McGraw-Hill / Interamericana Editores, México, D.F.
- [3] OBANDO, G. (2001): “El uso de computadoras, programas e instrumentos electrónicos en la planificación y seguimiento de planes de manejo del bosque húmedo tropical”, Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES5: JUEVES / THURSDAY 18, 3:50 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central, Heredia, Costa Rica. E-Mail: jmpm09@yahoo.es.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Costa Rica. E-Mail: mimofa@gmail.com.

## Modelización de tiempos de supervivencia mediante procesos de conteo<sup>I</sup>

JOSÉ MANUEL QUESADA<sup>II</sup>   Julia García<sup>III</sup>   Esteban Navarrete<sup>IV</sup>  
María José Del Moral<sup>V</sup>   María Jesús Rosales<sup>VI</sup>

España

---

Gran parte de la teoría moderna de análisis de supervivencia se trata mediante procesos de conteo. La importancia de este planteamiento radica en que para un tiempo de supervivencia podemos definir un proceso de conteo a partir del cual, utilizando el teorema de descomposición de Doob-Meyer, se puede enlazar directamente con la teoría de martingalas. Por lo que, debido a este planteamiento, se pueden utilizar unas herramientas muy poderosas, unas relacionadas con la teoría de martingalas y otras con la integración estocástica, que facilitan enormemente el estudio de las propiedades asintóticas de los estimadores de los parámetros, lo que ha permitido un gran avance en el análisis de supervivencia durante los últimos años.

Este tratamiento del análisis de supervivencia mediante procesos de conteo tiene sus orígenes en el trabajo de Aalen (1978). Posteriormente Andersen y Gill (1982) integraron el modelo de Cox en el marco de procesos de conteo, generalizando de esta forma el tratamiento habitual de los modelos de supervivencia. En este trabajo analizamos algunos modelos de supervivencia, bajo el supuesto de que el proceso de intensidad del proceso de conteo posee estructura multiplicativa.

**Palabras clave:** análisis de supervivencia, procesos de conteo.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Dpto. de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada, España. E-Mail: [quesada@ugr.es](mailto:quesada@ugr.es).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [juliagl@ugr.es](mailto:juliagl@ugr.es).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [estebang@ugr.es](mailto:estebang@ugr.es).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [delmoral@ugr.es](mailto:delmoral@ugr.es).

<sup>VI</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [mrosales@ugr.es](mailto:mrosales@ugr.es).

**Keywords:** survival analysis, counting processes.

## Referencias

- [1] AALEN, O.O. (1978): “Nonparametric inference for a family of counting processes”, *Annals of Statistics*, **6** (4): 701–726.
- [2] ANDERSEN, P.K. & BORGAN, Ø. & GILL, R.D. & KEIDING, N. (1993): “Statistical Models Based on Counting Processes”, Springer-Verlag, New York.
- [3] ANDERSEN, P.K. & GILL, R.D. (1982): “Cox’s regression model for counting processes: A large sample study”, *Annals of Statistics*, **10**: 1100–1120.
- [4] COX, D.R. (1972): “Regression models and life-tables (with discussion)”, *J. Roy. Statist. Soc.*, **34**: 187–220.
- [5] QUESADA, J.M. & GARCÍA, J. & LARA, A.M. & NAVARRETE, E. (2001): “An Additive Intensity Model in a Multivariate Process Counting”, to appear in *Revista de Estatística*, Portugal, **2**.



## Valoración de ciertos instrumentos exóticos de renta fija<sup>I</sup>

JOSÉ ALEXANDER RAMÍREZ<sup>II</sup>      Santiago Cambroner<sup>III</sup>  
Vanessa Ivankovich<sup>IV</sup>

Costa Rica

---

Los ARS (Auction Rate Securities) son instrumentos de renta fija cuya tasa se determina, bajo condiciones normales, por medio de una subasta. En el caso en que la subasta fracase, existe un mecanismo complejo para el cálculo de la tasa. Hasta hace algún tiempo los inversionistas compraban estos instrumentos con la certeza de que eran instrumentos líquidos. Recientemente, como consecuencia de la crisis de los mercados financieros, todas las subastas de ARS han fallado con lo que estos instrumentos han perdido casi por completo su liquidez.

Mostraremos una metodología para la valoración de ciertos tipos de ARS. Nos basaremos en árboles trinomiales puesto que estos instrumentos tienen características de opción bermuda. Esto incrementa significativamente la complejidad del cálculo de los cupones, especialmente en el caso en que ellos dependan de información histórica.

En este trabajo, ajustamos los árboles trinomiales al modelo estocástico de Hull-White para la tasa corta  $r$ , es decir

$$dr = [\theta(t) - ar] dt + \sigma dz,$$

donde  $z$  es movimiento browniano y  $\theta(t)$ ,  $a$  y  $\sigma$  son parámetros. Asimismo, se

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC1: JUEVES / THURSDAY 18, 2:00 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Banco Nacional de Costa Rica y Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [aramirezgo@bncr.fi.cr](mailto:aramirezgo@bncr.fi.cr).

<sup>III</sup>Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [santiaglo.cambroner@ucr.ac.cr](mailto:santiaglo.cambroner@ucr.ac.cr).

<sup>IV</sup>Banco Nacional de Costa Rica, Costa Rica. E-Mail: [vivankovich@bncr.fi.cr](mailto:vivankovich@bncr.fi.cr).

incluyen las expectativas futuras de tasas de interés por medio de las curvas de tasas forward.

**Palabras clave:** opciones, Black-Scholes, Hull-White, árboles trinomiales, tasas de interés.

**Keywords:** options, Black-Scholes, Hull-White, trinomial trees, interest rates.

*Minicurso / Tutorial*  
Structural equation modeling with *Mplus*<sup>I</sup>

JOST REINECKE<sup>II</sup>

Alemania

---

The tutorial will give a basic introduction into the techniques of structural equation modeling and show how a substantive model containing causal relationships can be represented by a so-called path diagram and translated into a structural equation model. Different specifications of so-called measurement models are tested with confirmatory factor analysis. We will then deal with measurement models relating single or multiple indicators to latent variables. The usefulness of such models for measuring attitudinal and behavioral aspects will be emphasized. We will expand these models to allow measurement and structural relations in the model simultaneously.

Techniques of model estimation will be shown by the program *Mplus*. A free demo version is available under the webpage <http://www.statmodel.com>. Data from several cross-sectional as well as longitudinal studies will be used for the examples. Participants are encouraged to bring their own data for the possibility to test their own models.

**Keywords:** structural equation models, causal models, cross-sectional data, longitudinal data.

**Palabras clave:** modelos de ecuaciones estructurales, modelos de causalidad, datos sectoriales-transversales, datos longitudinales.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 1: MARTES / TUESDAY 16, 11:15 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Faculty of Sociology, University of Bielefeld, Germany. E-Mail: [jost.reinecke@uni-bielefeld.de](mailto:jost.reinecke@uni-bielefeld.de).

## Diseño de zonas compactas con celdas cuadradas<sup>I</sup>

ERIC RINCÓN<sup>II</sup> Miguel Ángel Gutiérrez<sup>III</sup> Sergio de los Cobos<sup>IV</sup>  
Pedro Lara<sup>V</sup>

México

---

En este trabajo se propone un nuevo método para medir la compactidad, mediante la transformación de los espacios geográficos originales, en figuras formadas con celdas cuadradas.

Este procedimiento fue aplicado para diseñar zonas electorales compactas, conexas y con equilibrio poblacional, dando como resultado zonas de buena calidad tanto por su forma como por el número de habitantes que contiene.

**Palabras clave:** distritación, compactidad, recocido simulado, SIG.

### Abstract

This paper propose a new method to measure compactness, by means of the transformation of the original geographical spaces, into figures formed with square cells. The proposed method was applied to design electoral zones, which must satisfy constraints of compactness, contiguity and population balance.

The results show that the new method favors the creation of zones with straight forms, without an important effect to the population balance, which are considered zones of high quality.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO7: JUEVES / THURSDAY 18, 2:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. E-Mail: [caracol\\_loco@yahoo.com](mailto:caracol_loco@yahoo.com).

<sup>III</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F. E-Mail: [gamma@xanum.uam.mx](mailto:gamma@xanum.uam.mx).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: [cobos@xanum.uam.mx](mailto:cobos@xanum.uam.mx).

<sup>V</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, México. E-Mail: [pedro\\_lara@correo.azc.uam.mx](mailto:pedro_lara@correo.azc.uam.mx).

**Keywords:** redistricting, compactness, simulated annealing, GIS.

**Mathematics Subject Classification:** 90C59, 90C29, 68T20, 91F10.

## Referencias

- [1] ALTMAN, M. (1997): “Is automation the answer: The Computational Complexity of Automated Redistricting”, *Rutgers Computer and Law Technology Journal*, Vol. 23(1), 81–141.
- [2] BERGEY, P. & RAGSDALE, C. & HOSKOTE, M. (2003): “A decision support system for the electrical power districting problem”, *Decision Support Systems*, Vol. 36, 1–17.
- [3] CHOU, C. & LI, S.P. (2007): “Spin systems and political districting problem”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Vol. 310, 2889–2891.
- [4] KIRKPATRICK, S. & GELLAT, C.D. & VECCHI, M.P. (1983): “Optimization by simulated annealing”, *Science*, Vol. 220, 671–680.
- [5] RÍOS-MERCADO, R.Z. & FERNÁNDEZ, E. (2009): “A reactive GRASP for comercial territory design problem with multiple balancing requirements”, *Computers & Operations Research*, Vol. 36, 755–776.
- [6] SHIRABE, TAKESHI (2005): “A Model of Contiguity for Spatial Unit Allocation”, *Geographical Analysis*, Vol. 37, 2–16.

## Multimedia para sistemas de ecuaciones lineales<sup>I</sup>

LUIS DIEGO RODRÍGUEZ<sup>II</sup>

Costa Rica

---

La sociedad moderna requiere de nuevas estrategias para difundir el conocimiento y la información. En este nuevo escenario, el matemático debe contar con herramientas que faciliten su labor, y para ello la tecnología ha revolucionado la comunicación y la ejecución de las tareas.

En el vasto mundo del conocimiento humano, las diferentes disciplinas intercambian información, complementando y enriqueciendo sus aplicaciones. Aprovechando recursos tecnológicos que están al alcance de gran parte de la población, se desarrolla un multimedia dirigido a todas aquellas personas que requieran conocer las herramientas básicas de los sistemas de ecuaciones lineales.

Este multimedia es un instrumento en el cual se implementa elementos básicos del diseño y desarrollo de aplicaciones multimediales que buscan captar el interés de los usuarios a través del movimiento, color y sonido, además de brindar la información precisa que concierne a la teoría formal del álgebra lineal.

Esta aplicación se desarrolló utilizando las facilidades que proporciona el PowerPoint 2007, con el fin de mostrar que es posible desarrollar proyectos de este tipo utilizando herramientas simples y de amplia difusión.

**Palabras clave:** multimedia, desarrollo de aplicaciones, sistemas de ecuaciones lineales, álgebra lineal, PowerPoint.

**Keywords:** multimedia, application development, system of linear equations, linear algebra, PowerPoint.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM3: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:40 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad de Costa Rica. E-Mail: [luis.d.rodriguez@emate.ucr.ac.cr](mailto:luis.d.rodriguez@emate.ucr.ac.cr).

## Sobre las funciones de $p$ -variación acotada<sup>I</sup>

RITA ROLDÁN<sup>II</sup>      Rolby Milian<sup>III</sup>

Cuba

---

La investigación que nos ocupa se dedica a dar continuidad a los estudios sobre la dualidad de los espacios de las funciones de  $p$ -variación acotada y absolutamente  $p$ -continuas, ahora teniendo en cuenta la estructura de álgebra de Banach conmutativa y unitaria de estos espacios con la norma, el producto y la unidad, debidamente definidos. Se obtienen teoremas de representación para las álgebras y se da una respuesta a la cuestión de la regularidad.

**Palabras clave:** álgebra de Banach, representación, ideales maximales, funciones de  $p$ -variación acotada, funciones absolutamente  $p$ -continuas.

### Abstract

This investigation dedicates to give continuity to the studies about the duality of the spaces of the functions of bounded  $p$ -variation and absolutely  $p$ -continuous, now keeping in mind the structure of commutative Banach algebra with unit of these spaces with the norm, the product and the unit, properly defined. Theorems of representation are obtained for the algebras and an answer is given to the question of the regularity.

**Keywords:** functional analysis, operators, functions of bounded  $p$ -variation, absolutely  $p$ -continuous functions.

**Mathematics Subject Classification:** 46E15.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO3: JUEVES / THURSDAY 18, 6:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba. E-Mail: rroldan@matcom.uh.cu.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: german11@lab.matcom.uh.cu.

# Modelo geoestadístico espacio-temporal del crimen en El Salvador: análisis estructural y predictivo<sup>I</sup>

WELMAN ROSA ALVARADO<sup>II</sup>

El Salvador

---

En la actualidad, estudiar un fenómeno espacial y espacio-temporal requiere de la búsqueda de herramientas estadísticas que permitan analizar la dependencia de espacio, tiempo e interacciones. La ciencia que aborda este tipo de temas es la denominada Geoestadística cuya finalidad es predecir fenómenos espaciales. Esta ciencia es considerada el pilar para la modelización de fenómenos que involucran las interacciones de espacio y tiempo.

En los últimos 10 años la geoestadística ha tenido gran aplicación en áreas como la geología, la edafología, tratamiento de imágenes, la epidemiología, la agronomía, la ecología, economía, etc. En esta investigación se aplica para construir un mapa predictivo de la criminalidad en El Salvador; para ello, se estudia la variabilidad conjunta del espacio y tiempo para predecir o generar escenarios delincuenciales: focalizar áreas geográficas de inseguridad, determinar grupos vulnerables a sufrir hechos delictivos, incentivar la formulación de políticas públicas y facilitar la toma de decisiones en el tema de inseguridad.

**Palabras clave:** geoestadística, espacio-temporal, no-separable, crimen, estructural, variabilidad, autocorrelación.

**Keywords:** geostatistics, space-time, non-separable, crime, structural, variability, autocorrelation.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM4: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:30 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Fiscalía General de la República de El Salvador. E-Mail: [E-Mail: wcrosa@fgr.gob.sv](mailto:wcrosa@fgr.gob.sv).



# Prolongaciones de $G$ -estructuras de tipo finito<sup>I</sup>

JOSÉ ROSALES<sup>II</sup>

Costa Rica

---

En este trabajo probamos el siguiente resultado fundamental:

**Teorema:** *Sea  $P(M, G, \pi)$  una  $G$ -reducción de  $L(M)$ . Si  $P_{(1)} \subset L(P)$  es el conjunto de marcos de  $P$  determinados por espacios horizontales  $H \subset T_u(P)$ , con  $u \in P$ , tales que  $c(u, H) \in C$ , entonces  $P_1$  es una  $G_1$ -reducción de  $L(P)$ .*

Para este fin vamos a definir el mapeo  $\partial : \mathfrak{g} \otimes V^* \rightarrow V \otimes \wedge^2(V^*)$  dado por  $\partial(f)(v_1, v_2) = f(v_1)v_2 - f(v_2)v_1$  y luego elegimos  $C$  como subespacio de  $V \otimes \wedge^2(V^*)$  tal que  $\partial(\mathfrak{g} \otimes V^*) \oplus C = V \otimes \wedge^2(V^*)$ .

**Palabras clave:** prolongaciones de  $G$  estructuras, espacios horizontales.

**Keywords:** extension of  $G$  structures, horizontal spaces.

## Referencias

- [1] AMORES, A.M. (1979): “Vector fields of a finite type  $G$ -structures”, *J. Differential Geometry*, 14: 1–6.
- [2] D’AMBRA, G. & GROMOV, M. (1991): “Lectures in transformations groups: geometry and dynamics”, *Surveys in Differential Geometry*, Lehigh Univ. Bethlehem, PA, Cambridge, MA, 19–111.
- [3] FERES, R. (1998): “Dynamical systems and semisimple groups, *Tracts in Mathematics* 126, Cambridge University, Press, New York.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM2: MARTES / TUESDAY 16, 3:10 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica e Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
E-Mail: rosalesortega@gmail.com.

- [4] GROMOV, M. (1988): “Rigid transformations groups”, *Géométrie différentielle, Travaux en Cours*, 33, Hermann, Paris, 1988, 65–139.
- [5] KOBAYASHI, S. (1972) “Transformations groups in differential geometry”, Springer-Verlag.

# Pseudo Riemannian bi-invariant metrics on semisimple Lie groups<sup>I</sup>

JOSÉ ROSALES<sup>II</sup>

Costa Rica

---

En este trabajo damos una descripción completa de las métricas pseudo Riemannianas bi-invariantes sobre un grupo de Lie semisimple y luego las empleamos para demostrar un comentario de Gromov.

**Palabras clave:** complexificación, métrica pseudo Riemanniana, álgebra de Lie semisimple.

## Abstract

In this work, we provide a complete description of the bi-invariant pseudoRiemannian metrics on a semisimple Lie group, and then we utilize it to prove a remark of Gromov. We mainly prove the following result:

**Theorem:** *Let  $G$  be a semisimple Lie group such that  $\text{Lie}(G) = \mathfrak{g} = \mathfrak{g}_1 \oplus \mathfrak{g}_2 \oplus \cdots \oplus \mathfrak{g}_l$ , where each  $\mathfrak{g}_i$  is a simple ideal of the Lie algebra  $\mathfrak{g}$ . We shall suppose the following*

- *The complexification of each  $\mathfrak{g}_i$ , for  $i = 1, \dots, k$  is simple, and*
- *The complexification of each  $\mathfrak{g}_i$ , for  $i = k + 1, \dots, l$  is not simple and so there exist a complex structure  $J_i$  for each  $\mathfrak{g}_i$ .*

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM1: MARTES / TUESDAY 16, 2:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica e Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
E-Mail: rosalesortega@gmail.com.

Then every bi-invariant pseudoRiemannian metric  $\phi$  on  $\mathfrak{g}$  is given by the following

$$\begin{aligned} \phi = & \lambda_1 B_{\mathfrak{g}_1} \oplus \cdots \oplus \lambda_k B_{\mathfrak{g}_k} \\ & \oplus (\mu_1^{k+1} B_{\mathfrak{g}_{k+1}} + \mu_2^{k+1} B_{\mathfrak{g}_{k+1}}^{J_{k+1}}) \oplus \cdots \oplus (\mu_1^l B_{\mathfrak{g}_l} + \mu_2^l B_{\mathfrak{g}_l}^{J_l}), \end{aligned}$$

where each  $B_{\mathfrak{g}_i}$  is the Killing-Cartan form on  $\mathfrak{g}_i$ , for  $i = 1, \dots, l$ , and each  $\lambda_i$  and  $\mu_i^j$  are real numbers, and  $B_{\mathfrak{g}_j}^{J_i}(X, Y) = B_{\mathfrak{g}_j}(X, J_i Y)$ .

**Keywords:** complexification, pseudo-Riemannian metric, semisimple Lie algebra.

## Referencias

- [1] KOBAYASCHI, S. & NOMIZU, K. (1980): “Foundations in differential geometry”, John Wiley, New York.
- [2] ZEGHIB, A. (1998): “On affine actions of Lie groups”, *Mathematische Zeitschrift*, **227**: 245–262.

# Aplicación de modelos binarios de coeficientes fijos y aleatorios en las finanzas agropecuarias de Nicaragua<sup>I</sup>

ANA CRISTINA ROSTRÁN<sup>II</sup>      Petr Mariel<sup>III</sup>

Nicaragua – España

---

En este trabajo se utilizan modelos logit binarios que nos permiten obtener una medida de probabilidad asociada a los beneficiarios del financiamiento en la agricultura nicaragüense así como el efecto que tiene recibir o no asistencia técnica por sexo. La expectativa es que estos resultados sirvan como base a futuras investigaciones, así como a los tomadores de decisión de política económica.

**Palabras clave:** coeficientes aleatorios, coeficientes fijos, Monte Carlo, logit binario, análisis de correspondencias múltiples.

**Keywords:** random coefficients, fixed coefficients, Monte Carlo, binary logit, multiple corresponding analysis.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 5:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Departamento Matemática, Estadística y Actuariales de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León). E-Mail: [acrostran@yahoo.com](mailto:acrostran@yahoo.com)].

<sup>III</sup>Universidad del País Vasco UPV/EHU, Bilbao, España. E-Mail: [petr.mariel@ehu.es](mailto:petr.mariel@ehu.es).

## Determining a cash register opening policy to maximize profit in convenience stores chains<sup>I</sup>

EILEEN RUELAS<sup>II</sup>    Jorge Limón<sup>III</sup>    Neale Smith<sup>IV</sup>

México

---

A mayor concern for convenience store managers is lost sales due to balking. Convenience stores customers pay high margins expecting fast service. If queue is long enough for his tolerance level at his arrival, he balks and the sale is lost. In order to reduce lost sales, queue length is usually controlled opening additional cash registers when queue exceeds a specified number of customers and maintaining open until it is empty. This paper presents an applied approach to model the probability that customers actually enters to the store and define the optimal opening level ( $\mathcal{N}$ -policy) of the second cash register based on several factors including the particular queue size tolerance level of usual customers, the average hourly arrival rate of the store and the average gain per customer transaction. Several performance measures are computed. Total expected cost function per unit time is proposed to determine the optimal operating  $\mathcal{N}$ -policy at minimum cost. Model is applied in a real case of convenience store chain.

**Keywords:** balking process, stochastic process, queueing control, removable servers, customer service model.

**Palabras clave:** procesos estocásticos, proceso de balking, aplicaciones de teoría de colas, modelo de servicio al cliente.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO3: MARTES / TUESDAY 16, 4:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>ITESM Campus Monterrey, México. E-Mail: [A00744107@itesm.mx](mailto:A00744107@itesm.mx).

<sup>III</sup>Industrial Engineering Department. ITESM Campus Monterrey, México. E-Mail: [jorge.limon@itesm.mx](mailto:jorge.limon@itesm.mx).

<sup>IV</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [nsmith@itesm.mx](mailto:nsmith@itesm.mx).

## Referencias

- [1] WANG, K.Y. (2003): “Optimal control of an M/Hk/1 queueing system with a removable server”, *Mathematical Methods of Operations Research*, **57**, 255–262.
- [2] BOOTS, K.T. (1999): “A multiserver queueing system with impatient customers”, *Management Science*, **45** (3), 444–448.
- [3] YADIN, M.N. (1967): “On Queueing Systems with Variable Service Capacities”, *Nav. Res. Log. Quart.*, **14**, 43–54.
- [4] MODER, J.P. (1962): “Queueing with fixed and variable channels”, *Operations Research*, **10**, 218–231.
- [5] HEYMAN, D.P. (1968): “Optimal operating policies for M/G/1 queueing systems”, *Operation Research*, **16**, 362–382.

## Estimación y test de hipótesis en la distribución Dirichlet multinomial<sup>I</sup>

JUAN CARLOS SAAVEDRA<sup>II</sup>

Chile

---

Es de uso frecuente, en muchas disciplinas de investigación, el estudio de variables de naturaleza categórica o de la transformación de su escala continua a discreta. Los métodos para el análisis de este tipo de datos, han sido desarrollados extensivamente bajo el supuesto que la información recolectada (datos de conteo) proviene o puede ser modelada a través de una distribución probabilística multinomial (Altham 1976, Cohen 1976). Bajo este supuesto, es bien conocido que los estadísticos usuales de bondad de ajuste, como el estadístico de Pearson chi-cuadrado o el chi-cuadrado de razón de verosimilitud, tienen asintóticamente una distribución chi-cuadrado si el modelo es correcto (Brier 1980).

No obstante cuando este supuesto no puede ser sostenido, debido al esquema de muestreo utilizado para la selección de los datos o debido a variaciones adicionales introducidas en la distribución multinomial, donde el vector de parámetros  $p^T = p_1, \dots, p_r$  es un vector aleatorio generado desde alguna distribución multivariada, la inferencia basada en estos estadísticos podría no ser válida.

Bajo esta premisa se expone un procedimiento metodológico alternativo de estimación y prueba de hipótesis, que permite considerar el esquema de muestreo utilizado o la variabilidad incorporada en la muestra dado el esquema de muestreo, basado en el supuesto que la muestra es generada desde una distribución Dirichlet-multinomial.

Presentamos sus principales propiedades e inferencia y realizamos una aplicación a datos reales comprando los resultados con el esquema de inferencia clásico. Los datos utilizados corresponden al estudio de las composiciones de tamaño de

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES7: VIERNES / FRIDAY 19, 2:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Instituto de Fomento Pesquero, Chile. E-Mail: [jsaavedra@ifop.cl](mailto:jsaavedra@ifop.cl).



las capturas de anchoveta (*Engraulis ringens*) obtenidas desde los muestreos de la operación de la flota cérquera del norte de Chile.

**Palabras clave:** Dirichlet multinomial, multinomial, Pearson chi-cuadrado, razón de verosimilitud, composición de tamaños de las capturas.

**Keywords:** Dirichlet multinomial, multinomial, Pearsons chi-square, likelihood ratio, size composition of catches.

### Referencias

- [1] ALTHAM, P.M.E. (1976): “Discrete variables analysis for individuals grouped into families”, *Biometrika*, **63**, 263–269.
- [2] BRIER, S.S. (1980): “Analysis of contingency tables under cluster sampling”, *Biometrika*, **67**, 591–596.
- [3] COHEN, J.E. (1976): “The Distribution of the chisquare statistic under clustered sampling from contingency tables”, to appear in *JASA*, **71**, 665–670.

## On equipotential surfaces of gravity in the coastal areas<sup>I</sup>

ALEXEY L. SADOVSKI<sup>II</sup> Gary Jeffress<sup>III</sup> Hong-Zhi Song<sup>IV</sup>

Estados Unidos

---

This paper deals with the outline of some mathematical problems for the precise Geoid determination in the coastal areas. It is the report of the ongoing long term research, which includes some results from statistical models and Stokes-Helmert approach as well as description of the expected future results. In this paper we are mostly concentrated on the behavior of equipotential surfaces of gravity in the coastal regions where water meets land and both media have rather different densities, which in turn distorts gravitational equipotential surfaces. The downward correction due to the gravity distortion in the coastal areas is defined and quantitatively evaluated.

**Keywords:** geoid, Stokes-Helmert equation, gravity, free-air anomalies, coastal areas.

**Palabras clave:** geodésicas, ecuación de Stokes-Helmert, gravedad, anomalías libres de aire, áreas costeras.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO3: JUEVES / THURSDAY 18, 4:40 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Department of Mathematics and Statistics and Conrad Blucher Institute Texas A&M, University-Corpus Christi, USA. E-Mail: [Alexey.Sadovski@tamucc.edu](mailto:Alexey.Sadovski@tamucc.edu); [www.tamucc.edu](http://www.tamucc.edu).

<sup>III</sup>Same address. E-Mail: [gary.jeffress@tamucc.edu](mailto:gary.jeffress@tamucc.edu)

<sup>IV</sup>Same address. E-Mail: [hongzhi.song@tamucc.edu](mailto:hongzhi.song@tamucc.edu)

## On dynamical models of multi-species plant populations in Marshlands<sup>I</sup>

ALEXEY SADOVSKI<sup>II</sup>      Paul Montagna<sup>III</sup>

Estados Unidos

---

Because wetland habitats are declining worldwide, decision support tools for conservation and restoration are needed. One approach is to create models of population dynamics. Suppose we have an area of marshlands bounded by boundary  $\Omega$ . There are  $N$  different plant species in which growth depends on the hydroperiod of the water supply, which regulates water levels on the surface of marshes. We will consider population dynamics in the form of density of given species over the surface of marshlands. The system of  $N$  equations has the following form:

$$\frac{\partial u_i(x, y, z)}{\partial t} = r_i u_i \left( 1 - \sum_{k=1}^N \frac{u_k}{L_k(x, y)} \right) + \epsilon D_i \nabla^2 u_i.$$

Here we have:  $u_i$ , which is the density of the the  $i$ -th species,  $r_i$  is the rate of reproduction,  $L_i(x, y)$  is the maximum possible density of the  $i$ -th species at the point  $(x, y)$ ,  $D_i$  is the diffusion coefficient, and  $\epsilon$  is a parameter (usually selected to be very small or 1). This is a nonlinear system of partial differential equations. In this lecture we consider some particular 1D and 2D cases and corresponding systems of difference equations. The results of computer simulations show existence of attractive equilibrium for such nonlinear systems. Another result of such simulations lead us to believe that diversity of the species preserves such a diversity over the long run even when initial sizes of populations of different species are quite small.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO2: JUEVES / THURSDAY 18, 3:10 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Texas A&M University-Corpus Christi, USA. E-Mail: [Alexey.Sadovski@tamucc.edu](mailto:Alexey.Sadovski@tamucc.edu).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [Paul.Montagna@tamucc.edu](mailto:Paul.Montagna@tamucc.edu).

**Keywords:** multi-species population dynamics, system of diffusion equations, equilibrium, diversity.

**Palabras clave:** dinámicas de poblaciones de especies múltiples, sistema de difusión de ecuaciones, equilibrio, diversidad.

## Parallelization of a quantum-classic hybrid model for nanoscale semiconductor devices<sup>I</sup>

OSCAR SALAS<sup>II</sup>    Piero Lanucara<sup>III</sup>    Paola Pietra<sup>IV</sup>  
Sergio Rovida<sup>V</sup>    Giovanni Sacchi<sup>VI</sup>

Costa Rica – Italia

---

The ongoing progress of industrial semiconductor device technologies during last fifty years has been focused on minimizing the size of electronic components. Nowadays nanometric devices can be used in a very large number of integrated circuits, resulting in remarkable performances improvement. In this task, modeling and numerical simulations play an important role in the determination of the limit size of a nanoscale device, as well as in the design of new devices. Particularly the massive research activities brought these devices to nanometric scale.

When the sizes become so small ( $< 100\text{nm}$ ), quantum phenomena, like interferences, confinement, and tunnelling effect occur. Therefore, it is necessary to develop new models able to take into account these phenomena.

We present the development of the parallel implementation of a code for the numerical simulations of the electron transport in nanoscale semiconductor devices. We are specifically interested in a nanoscale Double-Gate MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), which is a very small structure  $Si/SiO_2$  consisting of two highly doped regions near the Ohmic contacts (source and drain) and an active region, called channel, with lower doping.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, MO3: JUEVES / THURSDAY 18, 5:40 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. E-Mail: [oscar.salas@unipv.it](mailto:oscar.salas@unipv.it).

<sup>III</sup>Consortium for the Application of Super-Computing for Universities and Research (CASPUR), Roma, Italia. E-Mail: [lanucara@caspur.it](mailto:lanucara@caspur.it).

<sup>IV</sup>Institute of Applied Mathematics and Information Technologies-CNR, Pavia, Italia. E-Mail: [pietra@imati.cnr.it](mailto:pietra@imati.cnr.it).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [rovida@imati.cnr.it](mailto:rovida@imati.cnr.it).

<sup>VI</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [gianni.sacchi@imati.cnr.it](mailto:gianni.sacchi@imati.cnr.it).

We consider a mathematical model named Drift-Diffusion-Schrödinger-Poisson, which introduces a quantum modelization in the direction perpendicular to the transport and a fluid model in the other directions. The Schrödinger equations and the Poisson equations are discretized with conforming  $P^1$  finite elements, while for the Drift-Diffusion equation the Scharfetter-Gummel scheme is used.

Starting from an existing serial code developed in Fortran90 and based on Sparse Linear Algebra Package version 2.0 (SLAP ver 2.0), Linear Algebra Package (LAPACK), we study a rapid parallelization strategy on shared memory architectures able to avoid an heavy reengineering of the procedure. After an evaluation of the performances of the serial code and the observation that the natural parallelism of the algorithm is achieved in the computation of the eigenvalues and eigenfunctions of the Schrödinger operator, we initially decided to implement a naive parallelism using the OpenMP programming environment. The OpenMP Application Program Interface (OpenMP API) defines a standard that allow users to create and manage parallel programs, assuring portability across shared memory architectures at the same time.

Numerical experiments have been carried out on the AMD Opteron cluster at Institute of Applied Mathematics and Information Technologies in Pavia and on the AMD Barcelona cluster at the Inter-University Consortium for the Application of Super-Computing for Universities and Research in Rome. The performances obtained by the parallel code are encouraging especially considering the simplicity of the parallel programming approach offered by the OpenMP API. The expected speedup and the speedup obtained appear very close and the chosen parallelization strategy exhibits good scalability properties. Unfortunately this strategy allows users to exploit only inter-node parallelism on the two clusters. This means that the intra-node parallelism which is necessary, for instance, for the parallel solution of the Poisson equations can not be directly achieved as it requires other parallelization approaches.

The feasibility of the intra-node parallelization approach is still under investigation. In fact it could require a complete algorithm reengineering and a deep modification of the complex data structures of the sequential code. This operation must be carefully evaluated both in terms of the simulation problems one can deal with, of the resources used and of the improvements, in terms of performance, one can obtain.

**Keywords:** parallelization, shared memory paradigm, Schrödinger equation, drift-diffusion system, Subband model, nanotransistor.

**Palabras clave:** paralelización, paradigma de la memoria compartida, ecuación de Schrödinger, sistema de difusión a la deriva, modelos de Subband, nanotransistor.

## Sistema para encriptación y firma digital usando curvas elípticas<sup>I</sup>

ALBA SÁNCHEZ<sup>II</sup> Izaí Vanegas<sup>III</sup> Melesio Marquez<sup>IV</sup>  
Rogelio González<sup>V</sup>

México

---

En este trabajo se presentan dos criptosistemas: uno realiza encriptación con curvas elípticas y el otro firma digital, ambos usan curvas elípticas.

El sistema de encriptación presenta la implementación en Java del algoritmo de ELGAMAL en su versión elíptica, así como una librería de soporte para realizar las operaciones aritméticas necesarias para tales operaciones. Se probó la implementación encriptando/desencriptando mensajes utilizando diferentes curvas elípticas definidas sobre campos de  $GF(p)$ , recomendadas para uso gubernamental de los Estados Unidos para observar el desempeño

El sistema de firma digital fue diseñado para permitirle a un usuario emisor, firmar un documento digitalmente y enviarlo sobre un canal inseguro de comunicación como lo puede ser internet o alguna red local, etc., dando al usuario receptor las garantías de seguridad que ofrece una firma digital. Estas garantías son: integridad del documento autenticidad de la firma digital y no repudio de la firma digital por parte del firmante.

**Palabras clave:** aritmética modular, teoría de números, aritmética de curva elíptica, función resumen.

**Keywords:** modular arithmetic, number theory, synthesis function, elliptic curve arithmetic.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO7: JUEVES / THURSDAY 18, 2:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [agalvez@cs.buap.mx](mailto:agalvez@cs.buap.mx).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [izai.vanegas@hotmail.com](mailto:izai.vanegas@hotmail.com).

<sup>IV</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [melev3.0@gmail.com](mailto:melev3.0@gmail.com).

<sup>V</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [rgonzalez@csbuap.mx](mailto:rgonzalez@csbuap.mx).

## Sistemas esteganográficos en software y hardware<sup>I</sup>

ALBA SÁNCHEZ<sup>II</sup>    Sully Sánchez<sup>III</sup>    Fernando Piñal<sup>IV</sup>

Paola Aldana<sup>V</sup>    Ricardo Álvarez<sup>VI</sup>

México

---

En este trabajo se presenta e implementa técnicas de esteganografía en imágenes digitales, utilizando el método de la Transformada Discreta de Coseno (DCT), el cual trabaja en el dominio de las frecuencias y el método del Bit Menos Significativo (LSB), en el dominio espacial. Ambos métodos consisten en insertar información, en este caso, en la imagen digital mediante la realización de modificaciones sobre la misma. La ejecución de este proceso sobre la imagen deberá ser imperceptible para el ojo humano, no afectando su calidad. La información insertada se sometió previamente a un proceso de encriptación, utilizando RSA, con ello se proporciona una mayor seguridad a la información. Las imágenes portadoras de la información tienen el formato JPEG. El sistema se programó en el lenguaje JAVA. Se realizaron algunas pruebas de ataques a las imágenes generadas por los métodos de LSB y DCT, las cuales consistieron en rotar la imagen, agregar ruido, como es el de tipo *salt and pepper* con un porcentaje de 10, escalar la imagen, y se sometió la imagen a un proceso de estegoanálisis. Para esta etapa de estegoanálisis, se utilizó el software STEGSPY V2.1.

También se implementó en un FPGA, la técnica del bit menos significativo; para ello se utilizó el software Matlab para realizar la interfaz del usuario. Con

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IOS: JUEVES / THURSDAY 18, 3:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>FCC-BUAP, Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [agalvez@cs.buap.mx](mailto:agalvez@cs.buap.mx).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [ssanchez@cs.buap.mx](mailto:ssanchez@cs.buap.mx).

<sup>IV</sup>FCE-BUAP, Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. E-Mail: [ferpimo@hotmail.com](mailto:ferpimo@hotmail.com).

<sup>V</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [maplax@hotmail.com](mailto:maplax@hotmail.com).

<sup>VI</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [algor@ece.buap.mx](mailto:algor@ece.buap.mx).



ayuda de este, se realizó el preprocesamiento de la imagen y la transmisión de esta a través del puerto serial a la FPGA. Usando el microcontrolador PICOBLAZE© se implementó el módulo del proceso esteganográfico; en él se efectuaron todos los cálculos matemáticos y el control de la memoria SRAM de la tarjeta de desarrollo SPARTAN 3 de Xilinx. Una vez realizado el proceso, se envía por el puerto serial de la tarjeta al puerto serial de la computadora, la imagen ya procesada.

Con la ayuda de MATLAB se realiza el posprocesamiento de la imagen para mostrarla en pantalla, ya que cuando enviamos y recuperamos la imagen a la FPGA, la tenemos en forma de un arreglo unidimensional y para verla otra vez como imagen, hay que llevarla a forma de matriz. Todo esto se realizó de esa forma y además de ofrecerle al usuario una interfaz fácil de usar y muy atractiva, es casi “automatizado el proceso” pues ahora el usuario sólo le tiene que dar clic al mouse y se tiene como resultado la imagen ya procesada, aunque, claro, tenemos que esperar algunos minutos.

La interfaz que se creó también ofrece la opción de añadir ruido para evitar la detección del mensaje. Se agregó la opción de visualizar el histograma en los espacios de colores RGB y HSV, antes y después de agregar el mensaje a fin de poder analizarlos y apreciar la diferencia de las imágenes con la ayuda de sus histogramas, ya que no se aprecia a simple vista. De esa forma se realizó un sistema electrónico capaz de empotrar un mensaje dentro de una imagen digital. Asimismo, el usuario tiene la opción, mediante el uso del software y el FPGA, de analizar una imagen que probablemente porte un mensaje empotrado con este sistema y poder recuperar el mensaje si es que existe.

**Palabras clave:** esteganografía, MATLAB, PICOBLAZE, transformada discreta de coseno, método del bit menos significativo, histogramas.

**Keywords:** steganography, MATLAB, PICOBLAZE, discrete cosine transform, least significant bit method, histograms.

## Evaluating a new European logistic-type option pricing model<sup>I</sup>

JAVIER SANDOVAL<sup>II</sup>      Jaime Londoño<sup>III</sup>

Colombia

---

This paper aims at studying properties of a new option pricing model inspired by logistic equations. The model belongs to a generalized new family of valuation models developed by Londoño. The first section will summarize the most relevant asset pricing models. The second section will develop the proposed model and introduce the numerical methodology used to approximate asset prices as solutions to SDEs (stochastic differential equations). The third section introduces calibration results compared to results obtained from the Heston model. The fourth section will describe model characteristics. The calibration process will be run on option prices from the CBOE starting in December 1997 until December 2008. Conclusions will summarize findings.

**Keywords:** option pricing, logistic-type models, Wong-Zakai.

**Palabras clave:** valoración de opciones, modelos logísticos, Wong-Zakai.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, EC3: JUEVES / THURSDAY 18, 5:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad Externado de Colombia. E-Mail: javiersn@yahoo.com.

<sup>III</sup>Universidad Nacional de Colombia. E-Mail: jaime.a.londono@gmail.com.

## Probabilidades de intersección inicial en estimación de proporciones<sup>I</sup>

JUAN DE JESÚS SANDOVAL<sup>II</sup>

Colombia

---

Algunas veces en la teoría del muestreo, la metodología es limitada a que la selección de las unidades dependa de una condición inicial previamente establecida. Por ejemplo, en el proceso de selección muestral de hogares afro colombianos de la ciudad de Medellín, se tuvo la condición inicial “ser un hogar afro colombiano”. Esta circunstancia limitó el muestreo a que la condición se cumpliera y ésta, se cree, solo es de solo el 19 % en dicha población. El investigador sabía que espacialmente no era fácil la consecución de hogares afro colombianos en la población, debido a que estos estaban esparcidos en la misma, de forma desconocida. En nuestra investigación se utilizó la metodología del muestreo adaptativo por conglomerados (Thompson, S. K., 2002). El procedimiento de selección de las unidades de muestreo llevó rigurosamente a que se cumpliera la condición inicial lo que lo dio origen a un muestreo condicional. Los estimadores clásicos acá no fueron adecuados. El propósito de nuestra investigación fue el de caracterizar la población afro colombiana de la ciudad de Medellín, Colombia y realizar una estimación de su densidad en la población. Con el fin de obtener una estimación más precisa de la proporción de hogares afro colombianos en la población, fue utilizado el estimador por probabilidades iniciales de intersección. En este artículo se presentan los resultados iniciales de nuestro estudio y la metodología estadística para la estimación de dicha proporción.

**Palabras clave:** probabilidad, muestreo adaptativo, población afrocolombiana, muestreo de conglomerados.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES6: JUEVES / THURSDAY 18, 4:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín Colombia. E-Mail: [juansandoval@itm.edu.co](mailto:juansandoval@itm.edu.co).

### **Abstract**

Sometimes in sampling theory, the methodology is limited to selection of units depends on a predetermined initial condition. For example, in the process of sample selection of Afro-Colombian households in the city of Medellín, it was the initial condition “to be afro-Colombian home”. This restricts the sample to the condition to be fulfilled and it is believed, is only just 19 % in this population. The researcher knew that spatially it wasn't easy to achieve Afro-Colombian households in the population, because these were scattered in the same, so unknown. In our research methodology was used adaptive cluster sampling (Thompson, S. K., 2002). The procedure for selecting sampling units led to comply strictly with the initial condition which gave rise to a conditional sampling. The classical estimators here weren't adequate. Our purpose was to characterize the population of Afro-Colombian city of Medellín, Colombia; and make an estimate of their population density. To obtain a more correct estimate of the proportion of households in the Afro-Colombian population, we were using the estimator initial intersection probabilities. In this paper we present the initial results of our study and the statistical methodology for estimating this proportion.

**Keywords:** probability, adaptive cluster analysis, afro-Colombian people.

# Mathematics of happiness<sup>I</sup>

RAKESH SARIN <sup>II</sup>

Estados Unidos

---

In this talk I will lay out laws of happiness that are universal across all people. These laws permit the use of mathematical methods to evaluate consumption and life decisions that optimize happiness. Our central premise is that the very essence of attaining a happier life is choice. I will provide findings from scientific experiments, examples from ancient literature, and pearls of wisdom from the world's religions that support our laws of happiness. Once one understands the nature of happiness and masters the Laws of Happiness, one can lay the groundwork for building an amazing life brimming with happiness.

**Keywords:** utility, well-being, decision analysis.

**Palabras clave:** utilidad, leyes de la felicidad, análisis de decisiones.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 8: JUEVES / THURSDAY 18, 10:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>UCLA Anderson School, USA. E-Mail: [rakesh.sarin@anderson.ucla.edu](mailto:rakesh.sarin@anderson.ucla.edu).

## A numerical method for equilibrium problems<sup>I</sup>

SUSANA SCHEIMBERG<sup>II</sup>      Paulo Santos<sup>III</sup>

Brasil

---

In this work we consider an Equilibrium Problem (EP) for a differentiable bifunction which is not necessarily monotone. This problem provides a unified framework for a wide class of problems. Convex Optimization, variational problems, nonlinear complementarity problems, vector optimization problems and Nash Equilibrium problems can be regarded as instances of (EP). We present an implementable projection method. At each iteration, only one inexact projection onto a simple approximation of the constraint set is evaluated, such as a polyhedron, which renders it numerically attractive. The algorithm can identify in practice a subsequence that converges to a solution of the problem under a weak cocoercivity condition and some classical continuous requirement on the function or on the differential operator. Some numerical results are reported showing the performance of our algorithm.

**Keywords:** equilibrium problems, convex optimization, differentiable bifunction.

**Palabras clave:** problemas de equilibrio, optimización convexa, bifunciones diferenciables.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN2: MARTES / TUESDAY 16, 3:10 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/IM-COPPE, Brasil. E-Mail: [susana@cos.ufrj.br](mailto:susana@cos.ufrj.br).

<sup>III</sup>Universidade Federal do Piauí, UGP/DM, Brasil. E-Mail: [psergio@ufpi.edu.br](mailto:psergio@ufpi.edu.br).

# Generalización multivariada de la distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1<sup>I</sup>

FABIO, SEPÚLVEDA<sup>II</sup>      Daya Nagar<sup>III</sup>

Colombia

Se dice que una variable aleatoria  $X$  tiene distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1, denotada por  $X \sim \text{CH}(\nu, \alpha, \beta; \text{tipo1})$ , si su función de densidad de probabilidad está dada por (Gupta y Nagar [1]),

$$\frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta-\nu)}{\Gamma(\nu)\Gamma(\beta)\Gamma(\alpha-\nu)} x^{\nu-1} {}_1F_1(\alpha; \beta; -x), \quad x > 0, \quad (1)$$

donde  $\beta > \nu > 0$ ,  $\alpha > \nu > 0$  y  ${}_1F_1$  es la función hipergeométrica confluyente tipo 1 (Luke [3]). La distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1 se obtiene del cociente de dos variables Gamma y Beta independientes. Si  $\alpha = \beta$  la densidad en (1) se reduce a la distribución Gamma dada por

$$\frac{1}{\Gamma\nu} x^{\nu-1} e^{-x}. \quad (2)$$

En este trabajo primero estudiamos las propiedades de la distribución de la función hipergeométrica confluyente tipo 1 y luego se generaliza a nivel multivariado esta distribución, observando que es un nuevo miembro de la familia de distribuciones multivariadas de Liouville propuesta por Marshall y Olkin [2]. La distribución Liouville se puede observar en una variedad de contextos, incluyendo el análisis Bayesiano, modelamiento de datos multivariados, estadísticos de orden, análisis multivariado y procesos estocásticos. Estas distribuciones se usan frecuentemente en geología, biología, química, ciencia forense y genética estadística.

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, PR2: VIERNES / FRIDAY 19, 3:50 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. E-Mail: [fabiosepulveda@itm.edu.co](mailto:fabiosepulveda@itm.edu.co).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [dayaknagar@yahoo.com](mailto:dayaknagar@yahoo.com).

**Palabras clave:** funciones especiales, distribución Beta, distribución Gamma, función hipergeométrica confluyente tipo 1, integral de Liouville, distribución de Liouville.

**Keywords:** special functions, Beta distribution, Gamma distribution, hypergeometrical confluent type 1 function, Liouville function, Liouville distribution.

### Referencias

- [1] GUPTA, A.K. & NAGAR, D.K. (2000): “Matrix Variate Distributions”, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.
- [2] MARSHALL, A.W. & OLKIN, I. (1979) “Inequalities: theory of majorization and its applications”, *Mathematics in Science and Engineering*, **143**, Academic Press, Inc. (Harcourt Brace Jovanovich, Publishers), New York-London.
- [3] LUKE, Y.L. (1969): “The Special Functions and Their Approximations”, Vol. 1 , Academic Press, New York.



## Algoritmo conjunto KalmanHaar aplicado al procesamiento de señales<sup>I</sup>

EDUARDO SERRANO<sup>II</sup> Alejandro Viegner<sup>III</sup> Ricardo Sirne<sup>IV</sup>  
Marcela Fabio<sup>V</sup> Carlos D’Attellis<sup>VI</sup>

Argentina

---

En el marco del análisis de señales perturbadas por ruido, en esta presentación proponemos una metodología de trabajo orientada a aprovechar la estimación óptima del filtrado de Kalman, combinándola con la caracterización que se logra aplicando “wavelets” (onditas u ondeletas) en el marco de un análisis de multi-resolución (AMR). El método de análisis que proponemos permite procesar la señal segmentándola en intervalos sucesivos no solapados, combinando el proceso de cálculo para el filtrado óptimo con los algoritmos relativos a un AMR basado en la ondita de Haar. Esta metodología de trabajo aprovecha la utilización conjunta de ambas herramientas (Kalman-Haar) con bajo costo computacional y está exenta de problemas de borde relacionados con la segmentación de la señal.

El algoritmo de Kalman resuelve el problema de estimar los estados de un proceso estocástico cuyo modelo es un sistema lineal discreto del tipo

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= Ax_k + Bu_k + w_k \\ y_k &= Hx_k + v_k,\end{aligned}\tag{1}$$

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Escuela Superior Técnica del Ejército “Gral. M.N. Savio”, I.E.S.E., Argentina. E-Mail: [eserrano@unsam.edu.ar](mailto:eserrano@unsam.edu.ar).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [a.viegner@yahoo.com.ar](mailto:a.viegner@yahoo.com.ar).

<sup>IV</sup>Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina. E-Mail: [rsirne@aleph.fi.uba.ar](mailto:rsirne@aleph.fi.uba.ar).

<sup>V</sup>Escuela Superior Técnica del Ejército “Gral. M.N. Savio”, I.E.S.E., Argentina. E-Mail: [puchuli@arnet.com.ar](mailto:puchuli@arnet.com.ar).

<sup>VI</sup>Centro de Matemática Aplicada, Universidad de San Martín, Argentina. E-Mail: [cdate11is@yahoo.com.ar](mailto:cdate11is@yahoo.com.ar).

donde  $x_k$ ,  $u_k$  e  $y_k$  representan respectivamente el *estado*, el *control* y la *observación* del sistema en el tiempo discreto  $k \in \mathbb{Z}$ . Aquí  $w_k$  y  $v_k$  representan ruidos blancos gaussianos y en este trabajo se considera que las matrices  $A$ ,  $B$  y  $H$  son constantes.

Por su parte, en un esquema de multirresolución, una señal  $s_0$  de energía finita puede expresarse como  $s_0 = r_1 + \dots + r_J + s_J$ . Siendo  $\phi$  la función de escala del AMR y  $\psi$  la wavelet,

$$r_j(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} d_{j,k} \psi(2^{-j}t - k), \quad s_J = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_{J,k} 2^{-j/2} \phi(2^{-j}t - k). \quad (2)$$

donde  $r_j$  es la señal residual del nivel de resolución  $j$  y  $s_J$  la señal con las componentes de más baja frecuencia de  $s_0$  que no se representan en las señales residuales. Usando la ondita de Haar, los coeficientes se calculan en forma recursiva mediante:

$$c_{j,k} = 2^{-1/2}(c_{j-1,2k} + c_{j-1,2k+1}), \quad d_{j,k} = 2^{-1/2}(c_{j-1,2k} - c_{j-1,2k+1}), \quad (3)$$

donde suponemos que la señal se analiza en bloques de  $2^j N$  valores, correspondiendo entonces  $2^{j-1} N$  coeficientes de cada tipo en el nivel  $j$  de resolución ( $j = 1, \dots, J$ ). En particular, desde (2), para  $t = n \in \mathbb{N}$  se obtiene  $s_0(n) = \sum_k c_{0,k} \phi(n-k) = \sum_k c_{0,k} \delta_{n-k} = c_{0,n}$ , es decir, el proceso inicia tomando los valores de la señal muestreada como coeficientes de nivel 0. Dado el modelo especificado anteriormente, se plantea el problema de la estimación del estado  $x_k$  a partir de la observación (salida)  $y_k$  perturbada por ruido.

Suponiendo que las matrices  $A$  y  $H$  aseguran condiciones de estabilidad y observabilidad, destacamos tres alternativas para el filtrado de la salida y estimación del estado del sistema: (a) filtrado de Kalman, (b) eliminación de ruido aplicando transformada ondita y (c) estrategia mixta Kalman-Haar, que constituye la propuesta de este artículo. Desde el punto de vista de Kalman dicho procedimiento mixto es cuasi-óptimo. Sin embargo, la modificación que se introduce permite la aplicación simultánea y adicional del esquema de “denoising” con “wavelets”. Con esto se disminuye el costo computacional de aplicar ambos procedimientos por separado. También se evitan problemas de borde causados por la segmentación de la señal, permitiendo un procesamiento por intervalos consecutivos y no solapados.

**Palabras clave:** procesamiento de señales, filtro de Kalman, eliminación de ruido con wavelets, análisis de multirresolución.

**Keywords:** signal processing, Kalman filter, wavelet denoising, multiresolution analysis

## Graphical representation of approximated likelihoods<sup>I</sup>

AHMET SEZER<sup>II</sup>

Turquía

---

Likelihood plays an important role in the frequentist and Bayesian statistical paradigms. In many areas it is important to display information about a parameter obtained from several independent studies, such as obtained in meta-analysis. However, instead of displaying a collection of likelihoods, it is more common to display point estimates with corresponding bars representing confidence intervals. This traditional display is sometimes misinterpreted by users as implying that all values within a confidence interval are equally supported by the data as possible values of the parameters.

This traditional display of point estimates with confidence intervals is sufficient if the log-likelihood or log density is close to being normal. But with small sample sizes and in nonlinear models departures from normality may occur, and the traditional display may be uninformative or even misleading. In contrast, the likelihood ratio provides the relative plausibility of different values of  $\theta$  and allows for asymmetry. For this reason a graphical display of the likelihood would be desirable.

Barrowman and Myers (2003) also showed how to use raindrop plots to display distributions. Instead of the log-likelihood, they used the log density, with a cutoff corresponding to a probability of 0.95. They call this an high density region-raindrop (HDR) plot. HDR-raindrop plots provide information on where distributions have the bulk of their mass and also skewness and kurtosis. Although an HDR-raindrop plot does not show the extreme tails of a distribution, the shape of the sides of an HDR-raindrop are suggestive of the tail behavior. In this study

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES4: JUEVES / THURSDAY 18, 2:00 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Anadolu University, Turkey. E-Mail: [ahsst12@yahoo.com](mailto:ahsst12@yahoo.com).

we modify the HDR-raindrop plot for the approximation of the log-likelihoods. Our modified raindrop plot will reflect the region from the highest density region of the approximated log-likelihood. Edge of the modified raindrop plot will give the upper and lower bound of the highest density region of the approximation.

**Keywords:** approximation, likelihood, raindrop plot.

**Palabras clave:** aproximaciones, verosimilitud, ploteo “raindrop”.

## A hybrid random number generator (HRNG)<sup>I</sup>

OSVALDO SKLIAR<sup>II</sup>    Ricardo E.Monge<sup>III</sup>    Víctor Medina<sup>IV</sup>  
Sherry Gapper<sup>V</sup>    Guillermo Oviedo<sup>VI</sup>

Costa Rica

---

Se presenta un generador híbrido de números aleatorios que será denominado, de manera abreviada, HRNG. Mediante el calificativo “híbrido” se hace referencia al hecho de que la construcción de dicho generador requiere recurrir a 1) unos entes de carácter físico —textos— y un procedimiento físico y a 2) un procedimiento matemático. El HRNG permite generar genuinos números aleatorios que pueden ser utilizados tanto para la simulación computacional de sistemas probabilísticos como en el campo de la criptografía.

Se aporta los resultados de un estudio comparativo de cadenas binarias generadas con el HRNG y cadenas binarias generadas por dos implementaciones —ampliamente utilizadas— de un algoritmo congruencial diseñado para generar números pseudoaleatorios: a) la implementación incorporada a la versión 1.6 de la plataforma Java 2 y b) la implementación incorporada a la biblioteca de ejecución del compilador Microsoft Visual C++ 2008.

**Palabras clave:** generador de números aleatorios, generador de números pseudoaleatorios, generador híbrido de números aleatorios.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN1: MARTES / TUESDAY 16, 2:20 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Escuela de Informática, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. E-Mail: [oskliar@racsa.co.cr](mailto:oskliar@racsa.co.cr).

<sup>III</sup>Universidad Interamericana, Heredia, Costa Rica. E-Mail: [rmongeg@interamericana.edu](mailto:rmongeg@interamericana.edu).

<sup>IV</sup>Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. E-mail: [vmedinabaron@yahoo.es](mailto:vmedinabaron@yahoo.es).

<sup>V</sup>Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. E-mail: [sgapper@hotmail.com](mailto:sgapper@hotmail.com).

<sup>VI</sup>Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), San José, Costa Rica. E-Mail: [oviedogmo@gmail.com](mailto:oviedogmo@gmail.com).

### **Abstract**

The purpose of this paper is to present a novel Hybrid Random Number Generator (abbreviated here as HRNG). By “hybrid”, reference is made to the fact that to construct this generator it is necessary to use 1) physical components — texts— and a physical process, and 2) a mathematical procedure. This HRNG makes it possible to generate genuine random numbers which may be used both for computer simulation of probabilistic systems and in the field of cryptography.

The results of a comparative study of the binary strings generated by this HRNG and of those generated by two highly used implementations of a congruential algorithm designed to generate pseudorandom numbers are given here. One of the latter is the implementation incorporated into the Java 2 platform (version 1.6), and the other is the implementation incorporated into the runtime library of Microsoft Visual C++ 2008 compiler.

**Keywords:** random number generator, pseudorandom number generator, hybrid random number generator.

**Mathematics Subject Classification:** 11K45, 65C10.

*Conferencia / Lecture*  
Algebraic theory of DNA recombination<sup>I</sup>

SERGEI SVERCHKOV<sup>II</sup>

Rusia

---

The DNA recombination provides transfer of the genetic information and realization of the genetic program of development and functioning of all living organisms. The algebraic formalization of DNA recombination is represented in the form of linear space  $F(R)$  over a field  $F$  of characteristic 0, where  $R$  is an infinite free semigroup generated by the set of DNA nucleotides  $\{A, G, C, T\}$ .

Possibility of research of DNA recombination in theoretical genetic by means of non associative algebras goes back to Thomas Hant Morgan's (1916) classical work [1]. Morgan's DNA recombination (exchange of DNA segments) defines the algebraic  $n$ -ary operation and transform  $F(R)$  in an  $n$ -ary algebra  $J(n)$ , where  $n$  is a number of DNA segments, participating in recombination. Algebra  $J(n)$  is called Morgan  $n$ -algebra. The algebras from the variety generated by  $J(n)$  are called  $n$ -algebras of DNA recombination. In case  $n = 2$ , they are special Jordan algebras with the single defining identity of degree 4 [3].

The aim of this lecture is to construct the algebraic theory for DNA recombination and to bring together two areas: theoretical genetics and theory of non-associative algebras. In this paper we investigate the structure and representation of  $n$ -ary algebras arising from DNA recombination, where  $n$  is a number of DNA segments participating in recombination. For the algebraic formalization of DNA recombination we will use the basic idea of the formalization of an algebra of observables in quantum mechanics, which was first realized by Pascual Jordan (1933) in classical work [2]. Our methods involve this generalization in  $n$ -ary splicing algebras.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 11: VIERNES / FRIDAY 19, 8:00 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Rusia. E-Mail: [SverchkovSR@yandex.ru](mailto:SverchkovSR@yandex.ru).

We show that the splicing algebras are an  $n$ -ary envelope for algebras of DNA recombination. We have constructed the basis for free algebra of the variety of the  $n$ -ary splicing algebras and found the defining identities for  $n$ -ary splicing operations. Using the relationship between algebras and its enveloping algebras, we have constructed the basis of the free algebra of the variety of  $n$ -ary algebras of DNA recombination. It is proved that every polynomial identity satisfied by  $n$ -ary DNA recombination, with no restriction on the degree, is consequence of  $n$ -ary commutativity and the special  $n$ -ary identity of the degree  $3n - 2$ .

We obtain a criterion, analogous to the Specht-Wever Lie criterion, for determining whether an element of  $n$ -ary free splicing algebra is an element of the algebra of DNA recombination. Using this criterion, it is proved that all  $n$ -ary algebras of DNA recombination are special by module of  $n$ -ary splicing algebra (analog of the Poincare-Birkhoff-Witt theorem).

The skew-symmetrization of  $n$ -ary splicing operation converts the splicing algebras into  $n$ -ary skew-symmetric algebras. In case  $n = 2$ , they are Lie algebras. It is proved that every polynomial identity of these algebras, with no restriction on the degree, is consequence of centrally metabelian identity. In case  $n > 2$ , they are nilpotent of index 3. The non-homologous recombination is formalized by the algebras of simplified insertions. It is shown that all identities of the algebra of simplified insertion follow from the right-symmetric identity. We construct an infinite series of relations in the algebra of simplified insertion which hold for the words of length  $n$  and are not consequences of the right-symmetric identity.

**Keywords:** DNA recombination, theoretical genetics, theory of groups.

**Palabras clave:** recombinación de DNA, genética teórica, teoría de grupos.

## Referencias

- [1] MORGAN, T.H. (1916): “A critique of the theory of evolution”, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- [2] JORDAN, P. (1933): “Über Verallgemeinerung smoglichkeiten des Formalismus quanten Mechanik”, *Nachr. Ges. Wiss.*, Gottingen, 209–214.
- [3] SVERCHKOV, S.R. (2009): “Structure and representation of Jordan algebras arising from intermolecular recombination”, *Contemporary Mathematics Series, AMS*, **483**, 261–285.
- [4] SVERCHKOV, S.R. (2009): “Basis for identities of the algebra of simplified insertion”, *Siberian Mathematical Journal*, **50** (6).



# Enfoque numérico al problema de identificación de dominio en un problema de valor en la frontera con condición Dirichlet<sup>I</sup>

ALEJANDRO TORRES<sup>II</sup>

México

---

La plática esta dedicada al problema de identificar el dominio de definición, en dimensión dos, de una ecuación elíptica con condición Dirichlet en la frontera. La identificación se plantea como un problema de optimización, donde la función objetivo está definida sobre la clase de todos los conjuntos abiertos y conexos contenidos en un conjunto acotado en dimensión dos. Debido al trabajo pionero de Vladimir Sverak, es bien conocido que el problema de optimización está bien planteado si la clase de conjuntos está equipada con la topología Hausdorff complementaria. Nosotros presentaremos el enfoque numérico del problema de identificación, utilizando para ello los siguientes elementos: la función distancia introducida por J. P. Zolesio, el concepto de ultracontractividad intrínseca definido por E. B. Davies y B. Simon, y la aproximación de problemas de optimización en el sentido de Gamma-convergencia. Finalmente, discutiremos las diferencias de nuestro enfoque con algunos trabajos que tienen fines similares.

**Palabras clave:** optimización de forma, ultracontractividad intrínseca, función distancia, Gamma convergencia.

## Abstract

This talk is devoted to the numerical approach, in dimension two, to the problem of domain identification in an elliptic boundary value problem. The domain

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN2: MARTES / TUESDAY 16, 3:30 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, México. E-Mail: [artorod@yahoo.com](mailto:artorod@yahoo.com).

identification is posed as an optimization problem with objective functional defined on the class of open and connected sets that are contained in a large ball. Since the pioneering work of V. Sverak, it is known the optimization problem is well posed if the class of sets is endowed with the complementary Hausdorff topology. The numerical approach has the following ingredients: the distance function setting of J. P. Zolesio, the notion of intrinsic ultracontractivity defined by E. B. Davies and B. Simon, and the gamma convergence approximation of optimization problems. Some related and similar works will be discussed at the end of the talk.

**Keywords:** shape optimization, intrinsic ultracontractivity, distance function, gamma convergence.

## De qué sirven las señas de un mudo para un ciego o la voz hablada para un sordo<sup>I</sup>

SAULO DE JESÚS TORRES<sup>II</sup>

Colombia – España

---

Como una investigación reflexiva sobre la accesibilidad WEB para discapacitados en Colombia y como una primera parte de la investigación tutelada sobre una metodología para la evaluación de la accesibilidad de las páginas WEB en el doctorado de informática: ingeniería del software con la Universidad Pontificia de Salamanca en Madrid (UPSAM), aplicando conceptos de la metodología de la investigación se reflexiona la hipótesis: “Gran parte de la información que hay en Internet no es accesible porque falta sensibilidad y conocimiento en los diseñadores WEB, así como falta de una legislación estricta que exija el diseño de páginas Web accesibles en Colombia”.

Se muestran los resultados de una encuesta de opinión con 10 preguntas que apuntan a medir la falta de sensibilidad ( $x$ ), la falta de conocimiento de técnicas ( $y$ ) y de una legislación ( $z$ ) que exija el diseño de páginas WEB accesibles para 70 profesionales diseñadores WEB en distintas ciudades de Colombia. Buscando obtener la mayor dependencia causal o mayor convergencia (mínima desviación estándar) de la hipótesis más dependiente de las demás, con objeto de conocer las causas primarias que podrían impactarse para mejorar las condiciones de una internet muda para un nutrido grupo de personas y sorda porque no escucha las recomendaciones de expertos para volver la WEB accesible a todos.

**Palabras clave:** discapacidad, accesibilidad, wai, wcag, sidar, tutelas.

**Keywords:** disability, accessibility, wai, wcag, sidar, tutelage.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES6: JUEVES / THURSDAY 18, 5:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidades Tecnológica de Pereira, Colombia y Pontificia de Salamanca, Madrid, España.  
E-Mail: saulotor@etp.net.co.



Meier estimator (Kaplan and Meier, 1958). The methods are compared via simulation obtaining maximum likelihood estimates of survival function for Weibull, exponential and lognormal distributions. The criteria for comparison are standard error, coverage rates and length of interval.

The method is applied to a sample of students, where an estimated length of stay in a university. The event interest is the loss of quality of student under performance or other cause and censorship occurs when a student satisfactorily completes his course of study.

**Keywords:** Kaplan-Meier estimator, censored data, survival function, confidence interval.

## Referencias

- [1] BORGES, R.E. (2005): “Análisis de sobrevivencia utilizando el lenguaje  $R$ ”, XV Simposio de Estadística, Universidad Nacional de Colombia, Paipa.
- [2] COLOSIMO, E.A. & GIOLO, S.R. (2006): “Análise de sobrevivência aplicada”, Edgard Blucher, Sao Paulo.
- [3] KAPLAN, E.L. & MEIER, P. (1958): “Nonparametric estimation from incomplete observations”, to appear in *Journal of the American Statistical Association*, **53** (284): 457–481.
- [4] MEEKER, W.Q. & ESCOBAR, L.A. (1998): “Statistical methods for reliability data”, to appear in John Wiley and Sons, New York.

## Mathematics applied to the detection of genetic regularities in the yeast *Yarrowia lipolytica*<sup>I</sup>

ALEJANDRO UGALDE<sup>II</sup>   Yuri Morales<sup>III</sup>   Tatiana Láscaris<sup>IV</sup>

Costa Rica

---

Hemos previamente introducido ([2]) un método computacional para ser aplicado a la detección de regularidades de posible interés genético, basado en un índice de máxima regularidad ( $i_{max,r}$ ). Hasta el momento, las levaduras han proporcionado mucha de la información referente a los orígenes eucarióticos de la replicación. Se estudiaron genomas de la levadura *Yarrowia lipolytica* que contienen secuencias autónomamente replicativas, con números de acceso M91601 y M91600 en Gene Bank. El análisis por tamaños de ventana menores o iguales que la longitud de la correspondiente secuencia replicativa señaló, en todos los casos analizados, que la región para la cual se obtuvo el mayor  $i_{max,r}$  está totalmente contenida en la correspondiente secuencia autorreplicativa. El análisis de la secuencia EU340887 —definida como la región “centromérica” del cromosoma 1 de esta levadura— permitió identificar zonas con valores máximos de regularidad no documentadas en la base de datos. Igualmente, la aplicación del índice permitió detectar la zona de mayor regularidad en la secuencia —de al menos 2000 bp—, zona no documentada en la base de datos. Esta región está constituida por una combinación de las subsecuencias documentadas en la base de datos y las subsecuencias más cortas detectadas por el  $i_{max,r}$ .

**Palabras clave:** índice de máxima regularidad, replicación, *Yarrowia lipolytica*.

### Abstract

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, BIO1: VIERNES / FRIDAY 19, 2:20 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. E-Mail: [augald@una.ac.cr](mailto:augald@una.ac.cr).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, Costa Rica. E-Mail: [ymorales@una.ac.cr](mailto:ymorales@una.ac.cr).

<sup>IV</sup>Mismo lugar de trabajo, Costa Rica. E-Mail: [tlascaris@una.ac.cr](mailto:tlascaris@una.ac.cr).

We have previously introduced ([2]) a computational method to be applied to the detection of regularities of possible genetic interest, which is based on an index of maximum regularity ( $i_{max,r}$ ). So far, yeast has provided much of the information about eukaryotic origins of replication. We studied genomes of yeast *Yarrowia lipolytica* containing autonomously replicating sequences, with access numbers M91601 and M91600 in Gene Bank. The analysis considering subsequences of a length smaller or equal to the length of the corresponding autonomously replicating sequences indicated that in all the studied cases the region with the highest  $i_{max,r}$  is completely contained in the respective replicative sequence. Analysis of the sequence EU340887—defined as the *Yarrowia lipolytica* chromosome 1 “centroameric” region—allowed to identify regions with maximum regularity values not documented in the data base. It also allowed to detect the zone of highest regularity in the sequence—of at least 2000 bp—, which is not documented in the data base. This region is constituted by a combination of the subsequences documented in the data base and the shorter ones detected by  $i_{max,r}$ .

**Keywords:** maximum regularity index, replication, *Yarrowia lipolytica*.

## Referencias

- [1] FOURNIER, P. ET AL. (1993). “Colocalization of centromeric and replicative functions on autonomously replicating sequences isolated from the yeast *Yarrowia lipolytica*”, *Cell Biology*, Vol.90, 4912--4916.
- [2] LÁSCARIS, T. & SKLIAR, O. & MEDINA, V. (1999): “Determinación de valores del índice de máxima regularidad correspondientes a diversas secuencias de bases de ADN. Un nuevo método computacional en Genética”, *Memorias del IX Congreso Internacional de BioMatemática*, Concepción, Chile.
- [3] MATSUOKA, M. ET AL. (1993): “Analysis of Regions Essential for the Function of Chromosomal Replicator Sequences from *Yarrowia lipolytica*”, *Molecular Genetics and Genomics* **237**(3), 327–333.
- [4] VERNIS, L. ET AL. (1999). “Short DNA Fragments without Sequence Similarity are Initiation Sites for Replication in the Chromosome of the Yeast *Yarrowia lipolytica*”, *Molecular and Cellular Biology*, **10** (3), 757–769.

## Testing differences between environmental monitoring records when censored data exist<sup>I</sup>

FIDEL ULÍN<sup>II</sup>    Robert Flowers<sup>III</sup>    Rosa María Salinas<sup>IV</sup>

México

---

The public has become quite vocal about decreasing their exposure to environmental contaminants. This considerable interest, due in part to widespread media coverage of environmental concerns, has influenced regulatory action to limit exposure risks. The result has been expansions in monitoring programs to include many more chemical constituents. The stringency of environmental quality standards has increased to the point that the maximum concentrations limit allowable is at or very near the detection capability of laboratory instrumentation for some constituents. The upshot for statistical analysis is that monitoring programs contain numerous censored data entries; that is, concentrations are reported as “non-detects” or “less than” a detection limit (DL).

Maximum likelihood estimation has been used sporadically in environmental studies. It uses three pieces of information to perform computations: a) numerical values above DL, b) the proportion of data below each DL, and c) the mathematical formula for an assumed distribution. Data both below and above the DL are assumed to follow a distribution such as the lognormal. Parameters are computed that best match a fitted distribution to the observed values above each DL and the percentage of data below each limit. The maximum likelihood estimator (MLE) procedure as a way of incorporating the effect of less than in censored data sets is based on an assumption of the underlying distribution of the entire data set. MLE

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES5: JUEVES / THURSDAY 18, 3:10 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Ciencias Básicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. E-Mail: fidel.ulin@basicas.ujat.mx.

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: robert.flowers@basicas.ujat.mx.

<sup>IV</sup>Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. E-Mail: rosalinasmx@yahoo.com.mx.



estimators of distributional parameters can then be derived from the uncensored observations. This procedure is useful for data with censored values and is best accomplished when there are not small data sets. MLE estimates standard errors of parameters, so that confidence intervals around them can be constructed. Standard errors of coefficients are the square root of the main diagonal of the covariance matrix. Likelihood methods also can be used when performing a hypothesis test. The test is set up to determine whether  $\beta = 0$ , where  $\beta$  is the parameter of interest. This could be an estimate of the difference between two population means. Likelihood-ratio tests or Wald's tests are used.

The objective of this work is to propose a parametric alternative to compare pollutant mean concentrations of lognormal populations in presence of non-detects data and covariates. A criterion of comparison is stated by means of approximate confidence regions and intervals. It first illustrates the procedure to compare independent populations. The procedure is extended to population containing continuous and random covariates due to monitoring periods, sampling designs or grouped data. A modification of the EM algorithm is used to fit lognormal models, handle non-detects, obtaining estimators and approximate regions of 95 % confidence. The procedure is implemented in *R* and application examples are developed using data from environmental studies.

**Keywords:** EM algorithm, lognormal model, likelihood, Wald's method, non-detects.

**Palabras clave:** algoritmo EM, distribución lognormal, función de verosimilitud, método de Wald, datos no detectados.

## Standard error estimation of partially adaptive estimator of regression models<sup>I</sup>

ILHAN USTA<sup>II</sup>    Sukru Acitas<sup>III</sup>    Yeliz Mert Kantar<sup>IV</sup>

Turquía

---

Ordinary least squares (OLS) for estimating regression parameters is an efficient method if the error terms are independent and identically normally distributed and independent of the regressors. But, it is well known that OLS is not the most efficient way to estimate regression parameters if error terms is not normally distributed. One of alternative approaches to estimate the regression parameters with non normal errors is partially adaptive estimators (PAE). However, standard errors of regression parameters obtained by PAE are not estimated analytically. Therefore, in this study, we focus on the methods for estimating standard errors of partially adaptive estimators of regression models. Also, we discuss and evaluate these methods on real life regression problems.

**Keywords:** linear regression model, non-normal error terms, partially adaptive estimation, standard errors.

**Palabras clave:** modelo de regresión lineal, términos de error no normales, estimación parcialmente adaptativa, errores estándar.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES2: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:30 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Anadolu University, Science Faculty, Department of Statistics, Turkey. E-Mail: [iusta@anadolu.edu.tr](mailto:iusta@anadolu.edu.tr).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [sacitas@anadolu.edu.tr](mailto:sacitas@anadolu.edu.tr).

<sup>IV</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [ymert@anadolu.edu.tr](mailto:ymert@anadolu.edu.tr).

## Sistemas auxiliares de Barabanov para cierta clase de ecuaciones diferenciales perturbadas<sup>I</sup>

EFRÉN VÁZQUEZ<sup>II</sup>      Rosa Isabel Urquiza<sup>III</sup>

Cuba

---

En el presente trabajo se usa un resultado de Barabanov (teorema de) para hallar expresiones analíticas para ciertos sistemas de ecuaciones diferenciales, que son extremales y cuya estabilidad asintótica garantiza la estabilidad asintótica de la solución trivial de determinada familia de ecuaciones diferenciales.

**Palabras clave:** perturbaciones lineales estructuradas, sistemas auxiliares de Barabanov, radio de estabilidad.

**Keywords:** linear structured perturbations, auxiliary Barabanov's systems, stability radius.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN1: MARTES / TUESDAY 16, 2:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba. E-Mail: [vazquezsilva@uci.cu](mailto:vazquezsilva@uci.cu).

<sup>III</sup>Universidad de Holguín, Cuba. E-Mail: [rurquiza@facinf.uho.edu.cu](mailto:rurquiza@facinf.uho.edu.cu).

# Curso de muestreo en R<sup>I</sup>

HÉCTOR VÁZQUEZ<sup>II</sup>

México

---

El objetivo de este curso es presentar los principios de algunos procedimientos básicos de muestreo como el aleatorio simple, muestreo sistemático, muestreo por estratos o el muestreo por conglomerados, mediante ejemplos. Para esto se usará el programa R, que es un paquete de cómputo estadístico para el análisis de datos disponible para las plataformas: UNIX, WINDOWS, y MACINTOSH.

**Palabras clave:** muestreo, R.

**Keywords:** sampling, R.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 8: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 8:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México D.F. E-Mail: [hjv@correo.azc.uam.mx](mailto:hjv@correo.azc.uam.mx).

## Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones no lineales basados en cuadratura gaussiana<sup>I</sup>

MARÍA VASSILEVA<sup>II</sup>    Alicia Cordero<sup>III</sup>    Juan Torregrosa<sup>IV</sup>

República Dominicana – España

---

La búsqueda de variantes del método clásico de Newton para resolver sistemas de ecuaciones no lineales tiene como objetivo acelerar la convergencia del método, o bien reducir el número de operaciones o evaluaciones funcionales en cada paso del proceso iterativo. En [1] y [2] los autores sugieren la extensión a varias variables de la aplicación de fórmulas de cuadratura en el desarrollo de nuevos métodos de resolución de sistemas no lineales, por medio de fórmulas de cuadratura abiertas y cerradas cuyo error de truncamiento es de orden 5. Los métodos obtenidos de este modo son de tercer orden bajo las mismas condiciones que el método de Newton y de quinto orden si las derivadas parciales segundas de las funciones coordenadas del sistema se anulan en la solución. Por otra parte, dichos métodos son casos particulares de la familia de variantes del método de Newton de orden 3 definida por Frontini et al. en [3], obtenida mediante una fórmula de cuadratura interpolatoria genérica de nodos equiespaciados.

En este trabajo se desarrolla un conjunto de familias de variantes del método clásico de Newton basado en los métodos de cuadratura de Gauss. Demostramos que la convergencia es de tercer orden bajo ciertas condiciones impuestas a los polinomios ortogonales que definen la familia de cuadratura gaussiana correspondiente, y de quinto orden dependiendo del comportamiento de la derivada parcial segunda de las funciones coordenadas que definen el sistema no lineal.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:10 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>INTEC, Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana. E-Mail: maria.vassilev@gmail.com.

<sup>III</sup>Universidad Politécnica de Valencia, España. E-Mail: acordero@mat.upv.es.

<sup>IV</sup>Universidad Politécnica de Valencia, España. E-Mail: jrtorre@mat.upv.es.

Para analizar y comparar la eficiencia de los métodos hacemos uso de diferentes índices, algunos de ellos muy utilizados en la literatura. El índice de eficiencia  $I = p^{1/d}$ , introducido por Ostrowski en [4], donde  $p$  es el orden de convergencia y  $d$  el número de evaluaciones funcionales en cada iteración. El índice operacional  $I_0 = p^{1/\text{oper}}$  (ver [5]), donde “oper” representa el número de productos/cocientes que se necesitan en cada paso del proceso iterativo. A estos dos índices nosotros añadimos el que denominamos *índice de eficiencia computacional*  $I_c = p^{1/(d+\text{oper})}$ , donde  $d$  y “oper” representan lo mismo que en los índices anteriores.

Con este nuevo índice pretendemos conjugar la información proporcionada por los dos anteriores. Asimismo, las distintas pruebas numéricas incluidas confirman los resultados teóricos y nos permiten compararlos con el método clásico de Newton.

**Palabras clave:** sistemas no lineales, método de Newton, cuadratura de Gauss, orden de convergencia, índice de eficiencia.

**Keywords:** non-linear systems, Newton method, Gaussian quadrature, convergence order, efficiency index.

## Referencias

- [1] CORDERO, A. & TORREGROSA, J. (2006): “Variants of Newton’s method for functions of several variables”, *Applied Mathematics and Computation*, **183**, 199–208.
- [2] CORDERO, A. & TORREGROSA, J. (2007): “Variants of Newton’s Method using fifth-order quadrature formulas”, *Applied Mathematics and Computation*, **190**, 686–698.
- [3] FRONTINI, M. & SORMANI, E. (2004): “Third-order methods from quadrature formulae for solving systems of nonlinear equations”, *Applied Mathematics and Computation*, **149**, 771–782.
- [4] OSTROWSKI, A.M. (1996): “Solutions of equations and systems of equations”, Academic Press, New York-London.
- [5] TRAUB, J.F. (1982): “Iterative methods for the solution of equations”, Chelsea Publishing Company, New York.

## Regresión PLS y PCA como solución al problema de multicolinealidad en regresión múltiple<sup>I</sup>

JOSÉ CARLOS VEGA<sup>II</sup>      Josué Guzmán<sup>III</sup>

Puerto Rico

---

En la construcción de un modelo de regresión lineal múltiple se pueden presentar dos problemas: multicolinealidad y alta dimensionalidad de sus variables predictoras. En este trabajo se revisan dos metodologías relativamente similares y usadas en la solución de estos problemas: la metodología de Wold (1975) llamada Regresión PLS, Partial Least Squares, o Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales y la Regresión por Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés). Ambos métodos transforman las variables predictoras en componentes ortogonales, los cuales representan la solución al problema de multicolinealidad y permiten hacer una reducción de la dimensionalidad del espacio de variables predictoras.

El objetivo del presente trabajo es difundir la teoría y aplicación de la regresión PLS, muy usada en un área de la química llamada Chemometrics, para que pueda ser aplicada en toda disciplina que trabaja con datos caracterizados por muchas variables medidas sobre cada una de pocas observaciones.

**Palabras clave:** análisis de componentes principales, mínimos cuadrados parciales, reducción de la dimensionalidad, regresión PCA, regresión PLS.

**Keywords:** principal components analysis, partial least squares, dimensionality reduction, PLS regression, PCA regression.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AD2: MARTES / TUESDAY 16, 3:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Instituto de Estadística Facultad de Administración de Empresas Universidad de Puerto Rico. E-Mail: [josecvega07@gmail.com](mailto:josecvega07@gmail.com).

<sup>III</sup>Facultad de Administración de Empresas, Universidad del Turabo, Gurabo, Puerto Rico. E-Mail: [jguzmanphd@gmail.com](mailto:jguzmanphd@gmail.com).

## Referencias

- [1] FRANK, I.E. & FRIEDMAN, J.H. (1993): “A statistical view of some chemometrics regression tools”, *Technometrics* **35**, 109–148.
- [2] GARTHWAITE, P.H. (1994): “An Interpretation of Partial Least Squares Regression”, *Journal of the American Statistical Association*, **89** (425), 122–127.
- [3] HELLAND, I. (1990): “Partial Least Squares Regression and Statistical Models”, *Scandinavian Journal of Statistics*, **17**, 97–114.
- [4] HOSKULDSSON, A. (1988): “PLS Regression Methods”, *Chemometrics*, **2**, 211–228.
- [5] WOLD, H. (1975): “Soft Modeling by Latent Variables: the Nonlinear Iterative Partial Least Square Approach”, *Perspectives in Probability and Statistics*, Papers in Honour of M. S.



*Minicurso / Short course*  
Análisis de Microdatos con STATA<sup>I</sup>

FORTINO VELA<sup>II</sup>      Juan Francisco Islas<sup>III</sup>

México

---

**Objetivo general:**

Que el participante aplique el paquete estadístico STATA a fin de realizar análisis de datos vinculados con temas demográficos, económicos y sociales, fortaleciendo el uso de la herramienta computacional en la aplicación de los métodos estadísticos de regresión.

**Metodología de trabajo:**

Se busca ilustrar el empleo del análisis de regresión utilizando variables sociodemográficas en el estudio de los fenómenos demográficos, económicos y sociales, mediante el uso de microdatos.

**Temario:**

1. Clasificación de la información y variables: escalas de medición, tipos y categorías de datos.
2. Manejo de los microdatos en STATA.
3. Análisis exploratorio descriptivo y análisis de regresión.

**Palabras clave:** microdatos, paquete estadístico, análisis de datos, análisis de regresión, STATA.

**Keywords:** microdata, statistical software, data analysis, regression analysis, STATA.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 10: JUEVES / THURSDAY 18, 10:30 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México. E-Mail: [fvela@correo.xoc.uam.mx](mailto:fvela@correo.xoc.uam.mx).

<sup>III</sup>Misma lugar de trabajo. E-Mail: [jfisl@correo.xoc.uam.mx](mailto:jfisl@correo.xoc.uam.mx).

# Caracterización del *BLUP* de la media poblacional finita en el modelo lineal general mixto por medio de proyectores<sup>I</sup>

FERNANDO VELASCO<sup>II</sup>      Mario Miguel Ojeda<sup>III</sup>

México

Estimación en áreas pequeñas ha recibido considerable atención en los últimos años. Uno de los enfoques para obtener estimadores de la media poblacional finita para un área pequeña es el basado en el Modelo Lineal General Mixto (MLGM)  $\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \mathbf{e}$ . Este modelo permite tratar una amplia diversidad de situaciones con datos que presentan estructura jerárquica. Al usar el MLGM es de vital importancia para realizar procesos de inferencia contar con resultados de estimación y prueba de hipótesis para los efectos fijos y aleatorios. La teoría del álgebra lineal relacionada con la teoría de estimación y prueba de hipótesis en el modelo lineal general (MLG)  $\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{e}$ , no satisface totalmente los requerimientos de la teoría de predicción en áreas pequeñas basadas en el MLGM. La teoría de predictores proporciona el Mejor Predictor Lineal Insesgado (*BLUP*) de la cantidad de interés a partir del teorema general de predicción; tal predictor está dado por

$$\gamma_s^t \mathbf{y}_s + \gamma_s^t \left[ \mathbf{X}_r \hat{\beta}_s + \mathbf{V}_{rs} \mathbf{V}_{ss}^{-1} \left( \mathbf{y}_s + \mathbf{X}_s \hat{\beta}_s \right) \right].$$

En este trabajo se considera la caracterización del *BLUP* de la media poblacional finita  $\bar{Y}_j$  para la  $j$ -ésima área en el contexto del MLGM en términos del operador proyector oblicuo

$$\mathbf{P}_{\mathbf{XV}} = \mathbf{X} (\mathbf{X}^t \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^t \mathbf{V}^{-1}$$

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES7: VIERNES / FRIDAY 19, 2:40 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. E-Mail: fvelasco@uv.mx.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo, México. E-Mail: mojeda@uv.mx.

sobre el espacio  $S(\mathbf{X})$  y del operador proyector ortogonal  $\mathbf{P}_{\mathbf{Z}} = \mathbf{Z}(\mathbf{Z}^t\mathbf{Z})^{-1}\mathbf{Z}^t$  sobre el espacio  $S(\mathbf{Z})$ . Se presenta la condición que debe cumplir la matriz de diseño  $\mathbf{Z}$  para que el *BLUP* de  $\bar{Y}_j$  se exprese en términos de  $\mathbf{P}_{\mathbf{XV}}$  y  $\mathbf{P}_{\mathbf{Z}}$ . Se consideran casos particulares del MLGM con dos componentes de la varianza para ilustrar los resultados.

**Palabras clave:** efectos mixtos, estimación en áreas pequeñas, operador proyector ortogonal, operador proyector oblicuo.

**Keywords:** mixed effects, small area estimation, orthogonal projection operator, oblique projection operator.

## Comparación de dos sistemas de control de calidad multivariados<sup>I</sup>

HAROLD VELÁSQUEZ<sup>II</sup> Diana Moreno<sup>III</sup>

Colombia

---

Mediante el presente proyecto se pretende verificar la efectividad de un sistema de control de calidad multivariante, construido bajo un enfoque no paramétrico versus su contraparte paramétrica, la cual es desarrollada mediante el gráfico  $T^2$  de Hotelling y la descomposición MTY (Mason, Tracy y Young 1995). El enfoque no paramétrico se ve representado en este proyecto a través del gráfico denominado gráfico de comparación de rangos, propuesto por Liu (1995), el cual permitirá identificar situaciones fuera de control, acompañado de un gráfico de contribuciones propuesto por Zertuche, Cantú y Piña (2007), que se apoya en la teoría de componentes principales para identificar la(s) variable(s) que genera dicha situación. Estos gráficos serán comparados a través de distintos escenarios de simulación desarrollados bajo el software estadístico R y utilizando las medidas de comparación propuestas por González, Vargas y Yáñez (2002), se analizará la efectividad de cada sistema.

**Palabras clave:** control de calidad multivariado, Hotelling  $T^2$ , profundidad de datos, descomposición MTY, análisis de componentes principales.

### Abstract

Throughout the following project we intend to verify the effects of the quality control of the multivariate system, focused under a non-parametric structure versus the opposite parametric, which unfolds through Hotellings  $T^2$  graphic and

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES4: JUEVES / THURSDAY 18, 2:40 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. E-Mail: haroldv29@gmail.com.

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: paomoreno.0727@hotmail.com.

the decomposition MTY (Mason, Tracy and Young 1995). The non-parametric is represented in this project through a graphic known as the Comparison of Rank, created by Liu (1995). This graphic allows identify situations which are out of control, with the Contribution graphic created by Zertuche, Cantu and Pina (2007), which supports the principal components that identify variables that cause these situations. These graphics will be compared through different scenes of simulation unfolded under the statistic software R and using the measures of comparison created by Gonzalez, Vargas and Yanez(2002), The effects of each system will be analyzed.

**Keywords:** multivariate quality control, Hotellings  $T^2$ , data depth, MTY decomposition, principal components analysis.

## Routing location multi-criteria metaheuristics<sup>I</sup>

MARGARITA VILLAGRÁN<sup>II</sup>

Guatemala

---

Location and routing problems appear in many applications with different constraints, depending on the application, which are studied by several algorithms in OR. Consider a multi-criteria routing location problem analyzing economical, as well as social criteria, deriving a metaheuristic solution for a travel touristic management plan (MCRLTTP).

To solve multi-criteria location problems with windows (distance and time), first we explain how a tourist traveller can plan using Information Technologies (IT), to decide the interval of time for their visit and allocation for each Point of Interest (POI) using different parameters. Proximal point and geometrical (combinatorial algorithms) for the routing location are used.

The most important goal is to use multi-criteria continuous optimization (MCDO) to solve using Pareto optimality criteria, creating a data base structure, using hierarchical structure platform program in Java.

An application for Guatemala of MCRLTTP, using bilingual tables, shows the advantages of GIS application for maps, locations, routes, GPS and IT for satellital images. This important problem reminds us of the travel agent searching for minimum optimal time and distance.

**Keywords:** multi-criteria routing location optimization, geographical information system, multi-criteria decision optimization, multi-criteria routing for a travel touristic plan.

**Palabras clave:** optimización multicriterio de localización de rutas, sistemas de información geográfica, optimización multicriterio de decisiones, ruteo multicriterio para un plan de viajes turístico.

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ECADIM1: MARTES / TUESDAY 16, 2:40 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Universidad de San Carlos, Guatemala. E-Mail: [margavilla2008@hotmail.com](mailto:margavilla2008@hotmail.com).

## Modelaje de siniestros derivados de riesgos catastróficos de la naturaleza<sup>I</sup>

JOSÉ ÁNGEL VILLALOBOS<sup>II</sup>

Costa Rica

---

Introducción al modelo actuarial usado para analizar la siniestralidad de los seguros de corto plazo. Obtención de los momentos de la variable aleatoria  $S$  definida como la suma de  $N$  reclamos (variable aleatoria discreta) de la variable aleatoria  $X$  que representa los montos indemnizatorios. Distribuciones compuestas; distribución compuesta Poisson, distribución Binomial compuesta. Mención de distribuciones para valores extremos.

Convolución y el uso de simulación para derivar resultados empíricos, ejemplos prácticos desarrollados con el software  $R$  y @RISK. Definición de eventos catastróficos de la Naturaleza; situación de Costa Rica, problemas asociados con el modelaje, sus principales características. Modelos determinísticos vs. modelos estocásticos. Esquema general del modelo estocástico. Caso de riesgo de terremoto y de riesgos hidro-meteorológicos. Distribuciones generalmente usadas, funciones de daño, funciones de atenuación, funciones de amplificación. Definición y determinación de la pérdida anual esperada, pérdida máxima probable, curvas de excedencia y déficit esperado. Ejemplos con CAPRA y derivación de un Vehículo para la Transferencia de Riesgo Catastrófico (VTRC) para el estado costarricense.

**Palabras clave:** seguros generales, distribuciones compuestas, distribuciones para valores extremos, convolución, simulación, catástrofe natural, momentos, modelo determinístico, modelo estocástico, prima de riesgo, pérdida máxima probable, curvas de excedencia probabilística, déficit esperado,  $R$ , Central American probabilistic risk assessment (CAPRA), vehículo para la transferencia de riesgo catastrófico (VTRC).

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, TUTORIAL 13: VIERNES / FRIDAY 19, 8:00 AM, AULA 3.

<sup>II</sup>Instituto Nacional de Seguros, Costa Rica. E-Mail: [jvillalobos@ins-cr.com](mailto:jvillalobos@ins-cr.com).

### Abstract

Introduction to the actuarial model used to analice losses arising from short-term insurance. Derivation of the moments of the random variable  $S$  defined as the sum of  $N$  claims (discrete random distribution) of the random variable  $X$  which represents the indemnizatory amounts. Compound distributions; compound Poisson distribution, compound binomial distribution. Mention of some distributions for extreme values.

Convolution and the use of simulation to derive empirical results, practical examples developed with the software  $R$  and  $@RISK$ . Definition of natural catastrophic events; position of Costa Rica, problems associated with modeling, main characteristics. Deterministic models vs. stochastic models. General scheme of stochastic model. Case of earthquake and hydrometeorological risks. Distributions generally used, functions of damage, functions of attenuation, functions of amplification. Definition and determination of the expected anual loss, probable maximum loss, exceedance probability curves and expected shortfall. Practical examples with CAPRA and the derivation of a Catastrophe Risk Transfer Vehicle (CRTV) for the Costa Rican State.

**Keywords:** short-term insurance, compound distributions, extreme value distributions, convolution, simulation, natural catastrophe, deterministic model, stochastic model, probable maximum loss (PML), exceedance probability curves, expected shortfall,  $R$ , Central American probabilistic risk, assessment (CAPRA), catastrophe risk transfer vehicle (CRTV).

**Mathematics Subject Classification:** 62P05.



# Novel approaches for solving clustering problems: Hyperbolic smoothing and partition into boundary and gravitational regions<sup>I</sup>

ADILSON ELIAS XAVIER<sup>II</sup> Vinicius Layter Xavier<sup>III</sup>

Brasil

---

Clustering analysis can be done according to numerous criteria, through different mathematical formulations. The presentation considers four methodologies for clustering problems that have a common component: the measure of a distance, which can be done following different metrics.

The first methodology, called hyperbolic smoothing, has a wider scope, and can be applied to clustering according to distances measured in different metrics, such as those known as Euclidian, Minkowski, Manhattan and Chebychev norms. Furthermore, this first methodology is the basis for the other ones. The core focus of the approach is the smoothing of the min-sum-min e problem engendered by the modeling of the clustering problem. By smoothing we fundamentally mean the substitution of an intrinsically nondifferentiable two-level problem by a completely differentiable single-level alternative.

The second methodology considers the partition of the set of observations into two groups: “data in the frontier.” and “data in gravitational regions”. This method is particularly useful in combination with the first method. The resulting effect is a desirable substantial reduction of the computational effort necessary to solve the clustering problem.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, CONFERENCIA 1: MARTES / TUESDAY 16, 10:30 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Dept. of Systems Engineering and Computer Science, Graduate School of Engineering (COPPE), Federal University of Rio de Janeiro Rio de Janeiro, Brazil. E-Mail: [adilson@cos.ufrj.br](mailto:adilson@cos.ufrj.br).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [vinicius@cos.ufrj.br](mailto:vinicius@cos.ufrj.br).

The third methodology involves a specific combination of the two previous methodologies considering the case of the minimum sum-of-squares clustering (MSSC) formulation. It achieves a faster response time when compared to the second methodology, while keeping the full robustness of the first methodology.

The fourth methodology does the same as the third methodology for the  $L_1$  norm, keeping the robustness and increasing the speed of the response.

**Keywords:** cluster analysis, min-sum-min problems, Manhattan metric, non-differentiable programming, smoothing.

**Palabras clave:** clasificación automática, problemas min-sum-min, métricas  $L_1$ , programación no-diferenciable, suavizado.

# Modelling non-linear asymmetric dependence with dynamic copula-garch approach: a study of pre-crisis and post-crisis period for the international stock market<sup>I</sup>

LING XIAO<sup>II</sup>      Gurjeet Dhesi<sup>III</sup>

Reino Unido

---

Dependence structure is a ubiquitous but still not fully understood problem in modern finance. The misinterpretation of linear correlation and the inaccuracy of applying multinormal distribution to model various financial assets return have been emphasized. Copulas became a buzzword since last decade in the field of statistics and finance. It is a generous implement that could be used to construct multivariate distribution; and it is more often applied to investigate the entire dependence structure between variables without the standard multivariate normal independent identically distributed (i.i.d.) return distributions restriction. The relationship between different international stock markets is of crucial importance for both financial practitioners and academicians in order to diversify risks. However, measuring and modelling dependence structure become even more complicated when asset returns present nonlinear, nongaussian and dynamic features.

In this paper, we firstly investigate volatility spillover effect between different stock indices. Strong lagged volatility of stock market itself and asymmetric spillover effect between different stock markets are found out based on the multivariate GARCH-BEKK model with de-mean log-daily returns as inputs. We advocate two steps copula-garch model to examine the dependence structure.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, ES1: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 2:20 AM, AULA 1.

<sup>II</sup>London South Bank University, United Kingdom. E-Mail: [xiao12@lsbu.ac.uk](mailto:xiao12@lsbu.ac.uk).

<sup>III</sup>Mismo lugar de trabajo. E-Mail: [dhesig@lsbu.ac.uk](mailto:dhesig@lsbu.ac.uk).

Firstly, we filter log-return daily data using ARMA(1,1)-GJR(1,1) model to construct the marginal distributions. Hansen's skewed-t distribution has been employed for the likelihood estimation. Post estimations proved that filter has eliminated auto-correlation of time-series data which are suitable to build up robust models.

Secondly, couples of static with constant parameters and time-varying copulas with dynamic parameters are selected as candidates to join the estimated marginal distributions. Kendall's tau ( $\tau$ ) and Spearman's rho ( $\rho$ ) are selected as candidates of rank correlation statistics in our study.

Subsequently, the correlation parameters corresponding to each copula are calculated based on the estimated Kendall's  $\tau$ ; whilst some other parameters involved in copulas are computed by Maximum Likelihood Estimation (MLE) method. With the parameters needed for copulas, we calibrate copulas and demonstrate them by density (cumulative density) diagrams. We simulate the equity log-returns and scatterplots using the copulas that we have calibrated. The Akaike information criteria (AIC) and Bayesian information criteria (BIC) method is then adopted to determine which copula provides best fitness to the market data.

In general, time varying copulas performance superior to the static copulas. T copula and SJC (Symmetric Joe Clayton) copula with the capability to capture tail dependence are more appropriate for post-crisis period. Which reveals that significant asymmetric tail dependence widely exist between different stock market.

Finally, some interesting results of comovement between different stock markets are critically discussed.

**Keywords:** copula-GARCH, dependence structure, time-varying, volatility spillover effect, Akaike information criteria (AIC).

**Palabras clave:** cópula-GARCH, estructura de dependencia, efecto contagio de volatilidad, criterios de información de Akaike (AIC).

## Variants of the mixed postman problem solvable using linear programming<sup>I</sup>

FRANCISCO ZARAGOZA<sup>II</sup>      Rafael López<sup>III</sup>

México

---

Given a connected mixed graph with costs on its edges and arcs, the mixed postman problem consists of finding a minimum cost closed tour of the mixed graphs traversing all of its edges and arcs. It is well-known that this problem is NP-hard. However, under certain additional conditions, the problem can be solved in polynomial time using linear programming, in other words, the corresponding polyhedra are integral. Some of these conditions are: the mixed graph is series-parallel or the mixed graph is even. Also, we show that if we add the constraint that each edge is traversed exactly once then the problem can be solved if the set of arcs forms a forest.

**Keywords:** Postman problems, linear programming, integral polyhedra, computational complexity.

**Palabras clave:** problemas de cartero, programación lineal, polihedros enteros, complejidad computacional.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, IO5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:10 AM, AUDITORIO.

<sup>II</sup>Departamento de Sistemas, UAM Azcapotzalco, México. E-Mail: [franz@correo.azc.uam.mx](mailto:franz@correo.azc.uam.mx).

<sup>III</sup>Misma dirección de trabajo. E-Mail: [r1b@correo.azc.uam.mx](mailto:r1b@correo.azc.uam.mx).

## Chromatic derivatives and their applications<sup>I</sup>

AHMED ZAYED<sup>II</sup>

Estados Unidos

---

Chromatic derivatives were introduced in communication engineering few years ago. The  $n$ -th chromatic derivative is a linear combination of the  $k$ -th ordinary derivatives with  $k = 0, 1, 2, \dots, n$ , where the coefficients of the linear combination depend on a system of orthogonal polynomials. In this talk we introduce chromatic derivatives and chromatic series expansions and discuss some of their applications in science and engineering.

**Keywords:** chromatic derivatives, chromatics series, orthogonal polynomials, numerical approximations.

**Palabras clave:** derivadas cromática, series cromáticas, polinomios ortogonales, aproximaciones numéricas.

---

<sup>I</sup>XVII SIMMAC, AN5: MIÉRCOLES / WEDNESDAY 17, 3:50 AM, AULA 2.

<sup>II</sup>Department of Mathematical Sciences, DePaul University, Chicago, USA. E-Mail: [ahmedzay@earthlink.net](mailto:ahmedzay@earthlink.net).

## Índice de palabras clave

*De acuerdo a la información proporcionada por los autores*

- accesibilidad, 273
- actitudes ecológicas, 56
- administración de inventarios, 90
- ADN, 142
- AHP, 225
- ajedrez computacional, 169
- Al-Salam&Chihara, polinomios de, 59
- albergues, 128
- álgebra
  - de Banach, 237
  - de Lie semisimple, 241
  - lineal, 114, 236
- algoritmo
  - de ahorros, 147
  - EM, 279
  - evolutivo, 216
  - genético, 48, 145
  - heurístico, 86
  - primal-dual, 123
- alineamiento múltiple de, 197
- anomalías libres de aire, 248
- ANOVA, 82
- ansiedad, 191
- análisis
  - asintótico, 62
  - de componentes principales, 285, 290
  - de conglomerados, 200
  - de correspondencias múltiples, 243
  - de datos, 111, 140, 287
  - de decisiones, 259
  - de estabilidad lineal, 162
  - de la covarianza, 40
  - de multirresolución, 264
  - de regresión, 287
  - de sobrevivencia, 73, 126
  - de supervivencia, 132, 229
  - dicriminante, 104
  - en componentes principales, 104
  - estadístico multivariado, 56
  - global de datos, 159
  - multirresolución, 109, 181
  - wavelet, 125
- aplicaciones
  - a la ingeniería, 119
  - de teoría de colas, 244
  - Dirichlet-to-Neumann, 118
  - médicas, 175
- apriori, 66
- aproximaciones, 266
  - de contorno, 216
  - de orden superior, 92
  - de Pade, 62
  - numéricas, 300
- Apéry, irracionalidad del número de, 103
- árboles
  - de decisión, 191
  - semi-balanceados, 205
  - trinomiales, 232
- áreas costeras, 248
- aritmética
  - de curva elíptica, 253

- modular, 253
- Askey-Wilson, operadores de diferencia  $q$  dividida, 59
- aumento de cuota, 179
- autocorrelación, 210, 238
- autómata celular, 88, 189
- Banach
  - espacios de , 38
  - variedades de, 38
- Barabanov, 281
- BDS, 101
- Bellman-Harris, procesos de, 172
- Benford, ley de, 150
- bienes indivisibles, 206
- bifunciones diferenciables, 260
- Black-Scholes, 232
- BPA, 225
- BPMS, 225
- búsqueda
  - activa de contactos, 60
  - de la armonía, 197
  - de vecindad variable, 71
- cadena de abastecimiento, 133
- calentamiento global, 47
- calidad de energía, 109
- caminatas al azar con rumbo negativo, 129
- campo vectorial, 195
- cáncer, 223
- caos, 101
- carteras de crédito, 75
- catástrofe natural, 293
- censura, 95
  - aleatoria, 64
- Central American probabilistic risk assessment (CAPRA), 293
- centralidad, 212
- ciudades, 200
- clasificación, 88, 106
  - automática, 296
  - de fases, 171
- coeficientes
  - aleatorios, 243
  - fijos, 243
- colas  $GI/G/1$  generalizadas, 129
- coloración
  - de grafos, 167
  - de gráficas, 166
  - robusta, 166
  - robusta de grafos, 165
- compacidad, 234
- competencias de gestión, 89
- complejidad, 142
  - computacional, 299
  - estocástica, 44
- complexificación, 241
- composición de tamaños de las capturas, 247
- compra de madera por adelantado (PCMA), 228
- computación explícita, 114
- concepciones incorrectas, 103
- conglomerado, 145
- conjuntos
  - difusos, 89
  - imprecisos, 171
- conjuntos borrosos, 45
- cono truncado de Newton, 103
- consistencia, 64
- control
  - óptimo, 107, 194
  - de calidad multivariado, 290
- convergencia  $O(\ln(m))$ , 205
- convolución, 293
- coordenadas homogéneas, 192
- cópula-GARCH, 298



- correlaciones cruzadas, 220
- Crank-Nicolson, 213
- crimen, 238
- criterios de información de Akaike (AIC), 298
- cromáticas
  - derivadas, 300
  - series, 300
- cuadratura de Gauss, 284
- curvas
  - de excedencia probabilística, 293
  - de indiferencia, 208
  - de rendimiento cero cupón, 157
  - Kaplan Meier, 126
  - ROC, 106
- Darcy, ley no-lineal de, 187
- datos
  - censurados, 274
  - faltantes, 210
  - longitudinales, 233
  - no detectados, 279
  - sectoriales-transversales, 233
- daño celular, 73
- déficit esperado, 293
- demanda, 227
- demencias, 171
- derivada
  - cromática, 300
  - fraccional, 187
- desarrollo de aplicaciones, 236
- descenso, 149
- descomposición
  - en valores singulares, 212
  - MTY, 290
- detección de fraudes, 150
- diagnósticos empresariales, 144
- didáctica, 186
- difusión, 62
- difusión de contaminantes, 189
- dígitos decrecientes, 128
- dimensión fractal, 142
- dinámicas de poblaciones de especies múltiples, 250
- Dirichlet
  - multinomial, 247
  - to-Neumann, aplicación de, 118
- discapacidad, 273
- diseño de Box-Benhken, 71
- dispersión de la luz, 36
- distribuciones
  - Beta, 262
  - compuestas, 293
  - de Liouville, 262
  - elípticas, 134
  - Gamma, 262
  - lognormales, 279
  - para valores extremos, 293
  - posteriores, 95
  - predictivas, 66
  - sesgadas, 40
  - simétricas, 40
- distribución
  - del espaciamiento, 137
  - uniforme, 137
- distritación, 234
- diversidad, 250
- división sintética, 46
- DNA, recombinación de, 270
- economía, 208
- economías singulares, 38
- ecuaciones
  - características, 182
  - diferenciales, 181
  - diferenciales parciales, 213
  - estructurales, modelos de, 233

- hiperbólicas, 163
- integrales, 217
- y operadores diferenciales, 57
- ecuación
  - de Fisher, 213
  - de Schrödinger, 252
  - de Stokes-Helmert, 248
  - integral de Fredholm de primer tipo, 36
  - Navier-Stokes fraccional, 187
- efectos
  - contagio de volatilidad, 298
  - mixtos, 289
- eficiencia
  - relativa, 132
  - técnica, 42
- elasticidad, 118
- elicitación, 66
- eliminación
  - de ruido con wavelets, 264
  - Gaussiana, 163
- emociones sintéticas, 169
- enfoque
  - de Negishi, 38
  - iterativo, 123
  - MIP, 203
- ensayos clínicos, 132
- enseñanza de la estadística, 186
- entropía topológica, 198
- equilibrio, 250
  - competitivo, 206
  - de Nash, 155
  - general dinámico estocástico, 81
- error
  - cuadrático medio, 157
  - estándar, 280
- espacio-temporal, 238
- espacios
  - de Banach, 38
  - horizontales, 239
  - lenticulares, 198
- esquema
  - de diferencia, 163
  - numérico, 213
- estabilidad, 163
- estabilización, 162
- estadística
  - en negocios, 140
  - multivariada, 111
- estadísticos de orden, 137
- esteganografía, 255
- estimación, 107, 220
  - de la densidad del núcleo, 95
  - de modelos GARCH, 138
  - de parámetros, 60
  - en áreas pequeñas, 289
  - no-paramétrica, 64
  - parcialmente adaptativa, 280
- estimador de Kaplan-Meier, 274
- estructural, 238
- estructuras
  - de dependencia, 298
  - de meta-materiales, 50
  - lineales, 101
- estudio de casos, 140
- etapas, 120
- expansión asintótica de integrales, 218
- exponente Hölder puntual, 125
- Exton  $q$ -exponencial function, 59
- felicidad, leyes de la, 259
- fiabilidad, 120
- filtrado colaborativo, 165
- filtros
  - activos, 107
  - de Kalman, 84, 264

- Fisher, ecuación de, 213
- flicker, 109
- formas
  - aerodinámicas, 103
  - normales, 93
- Fourier, series de, 118
- Fredholm, ecuación integral de primer tipo, 36
- fricción hidráulica, 187
- frontera estocástica de producción, 42
- funciones
  - absolutamente  $p$ -continuas, 237
  - cuasiperiódicas, 53
  - de  $p$ -variación acotada, 237
  - de distancia estocástica, 42
  - de membresía, 48
  - especiales, 262
  - Exton's  $q$ -exponencial, 59
  - translogarítmicas, 42
- función
  - de detectabilidad, 44
  - de evaluación, 169
  - de supervivencia, 274
  - de transferencia, 220
  - de verosimilitud, 279
  - discriminante, 104
  - distancia, 271
  - gamma, 57
  - hipergeométrica confluyente tipo 1, 262
  - hipergeométrica de Gauss, 57
  - resumen, 253
  - ventana, 101
- Gamma-convergencia, 271
- Gauss, función hipergeométrica, 57
- generador
  - de números aleatorios, 268
  - híbrido, 268
  - genética teórica, 270
  - geodésicas, 195, 248
  - geoestadística, 238
  - geometría sub-Riemanniana, 195
  - gestión de ingresos, 123
  - grandes sistemas de ecuaciones, 205
  - gravedad, 248
  - grupo
    - cíclico, 178
    - nilpotente de Lie, 194
    - y álgebra de Lie, 195
  - gráficas Kneser, 177
  - hábitat para faunas silvestres, 161
  - Hahn, del dual continuo, 59
  - Hamiltonianos, sistemas, 93
  - Hermite
    - polinomios continuos, 59
    - polinomios de, 57
  - heurísticas, 171, 224
  - Hilbert, teorema de, 216
  - Hinich Portmanteau, 101
  - histogramas, 255
  - homografía, 192
  - homotopía y homología, 198
  - horarios, 224
  - Hotelling  $T^2$ , 290
  - Hull-White, 232
  - ideales maximales, 237
  - imágenes, 134
  - indicadores
    - claves, 113
    - de gestión, 144
  - índice
    - bursátil, 125
    - Davies-Bouldin, 145
    - de eficiencia, 284

- de máxima regularidad, 276
- de riesgos, 104
- inferencias Bayesiana y de fiabilidad, 95
- instrumentos de renta fija, 157
- integral de Liouville, 262
- interconexión, 120
- interfaces intangibles, 192
- interruptores, 120
- intervalo
  - de confianza, 274
  - de predicción, 95
- introducción de técnicas de programación, 114
- inverso de la distancia, 210
- investigación de operaciones, 51
- irracionalidad
  - de  $\pi$ , 103
  - del número de Apéry, 103
- Jacobi, polinomios de, 57
- juego
  - cooperativo, 117
  - cooperativos, 45
  - de asignación, 206
  - de flujo, 117
  - diferencial, 130
- K-medias, 145
- K-NN, 106
- Kalman, 107
  - filtro de, 264
- Kravchuk, polinomios de, 57
- Laguerre, polinomios de, 57
- Laplace, método de, 218
- lemniscatas, 216
- ley
  - (es) de la felicidad, 259
  - de Benford, 150
  - de Darcy no-lineal, 187
- líderes Wavelet, 125
- límites, 120
- lluvia, 47
- logística, 113
- lógica difusa, 48
- logit binario, 243
- mallas no conformes, 92
- mapeos auto-organizados, 88
- matching, 121, 179, 206
- matemática financiera, 77
- MATLAB, 81, 255
- matrices, 114
- matriz de sensibilidad, 182
- máxima verosimilitud modificada, 40
- medidas de riesgo, 77, 79
- medio poroso, 189
- meta
  - heurísticas, 165–167, 197
  - materiales, estructuras de, 50
- método
  - de colocación, 181
  - de Newton, 150, 284
  - de Wald, 279
  - del bit menos significativo, 255
  - del sub-gradiente, 133
  - elipsoidal, 149
- métodos
  - cuantitativos, 228
  - de adaptación, 92
  - de agrupamiento, 82
  - de elementos finitos, 118
  - de Galerkin discontinuo, 92
  - de Laplace, 218
  - de punto de ensilladura, 218
  - de puntos interiores, 149
  - de theta-Maruyama, 162

- métrica pseudo Riemanniana, 241
- métricas Manhattan, 296
- metástasis, 223
- mezcla óptima de productos, 51
- microdatos, 287
- minería de datos, 82, 165
- mínimos
  - cuadrados parciales, 285
  - cuadrados ponderados, 60
- modelo
  - basado en aproximaciones, 106
  - de regresión lineal, 280
  - de servicio al cliente, 244
  - de trasbordo, 147
  - determinístico, 293
  - estocástico, 293
  - inverso de Gauss, 95
  - LAPDI, 144
  - logístico, 144
  - MoLETOI, 144
  - MoLoBaC, 144
  - MoLoBaICa, 144
  - no lineal, 130
  - SCOR, 113
- modelos
  - A, B & C, 128
  - ARIMA, 220
  - basados en agentes, 223
  - biológicos, 183
  - causales, 227
  - cognitivos, 169
  - de causalidad, 233
  - de ecuaciones estructurales, 233
  - de Subband, 252
  - de tasas, 79
  - deformables, 216
  - epidemiológicos, 60
  - GARCH, 138
  - híbridos, 223
  - logísticos, 256
  - multi-criterios, 144
  - multinomiales, 68
  - no lineales, 183
- modernización de la agricultura, 200
- momentos, 293
- Monte Carlo, 243
- MS Excel, 159
- muerte celular, 73
- muestreo, 282
  - a distancia, 44
  - adaptativo, 257
  - de conglomerados, 257
  - de Gibbs, 95
- multietapa, 120
- multimedio, 236
- multinomial, 247
- múltiples tiempos de paro óptimos, 152
- Murty, 149
- NAC, 63
- nanotransistor, 252
- Negishi, enfoque de, 38
- neurociencia cognitiva, 84
- Newton
  - cono truncado de, 103
  - método de, 150
- nivel de umbral, 73
- no
  - linealidad, 101
  - separable, 238
- nucleolo, 117
- números
  - asintóticos, 198
  - pseudoaleatorios, 268
- observaciones meteorológicas, 47

- ondas tsunami, 135
- opciones, 232
  - americanas con múltiples ejercicios, 152
- operador
  - “shift”, 59
  - Askey-Wilson de diferencia  $q$  dividida, 59
  - OWA, 89
  - proyector oblicuo, 289
  - proyector ortogonal, 289
- optimización, 51, 97, 228
  - combinatoria, 86, 177
  - convexa, 260
  - de forma, 271
  - de líneas de programación, 203
  - discreta, 86
  - multicriterio de decisiones, 292
  - multicriterio de localización de rutas, 292
  - robusta, 90
- orden de convergencia, 284
- paquete estadístico, 287
- paradigma de la memoria compartida, 252
- paralelización, 252
- PCA, regresión, 285
- Pearson chi-cuadrado, 247
- pérdida máxima probable, 293
- perturbaciones lineales estructuradas, 281
- PICOBLAZE, 255
- ploteo “raindrop”, 266
- PLS, regresión, 285
- plus-maze elevado, 191
- población afrocolombiana, 257
- política macroeconómica, 81
- polihedros enteros, 299
- polinomios
  - continuos  $q$ -Hermite, 59
  - continuos  $q$ -Hermite de Rogers, 57
  - de Al-Salam&Chihara, 59
  - de Jacobi, Laguerre y Hermite, 57
  - de Kravchuk, 57
  - del dual continuo  $q$ -Hahn, 59
  - hipergeométricos, 57
  - hipergeométricos básicos, 59
  - ortogonales, 300
  - zonales, 134
- portafolio de inversiones, 79
- potencia, 40
- potenciales evocados cerebrales, 84
- PowerPoint, 236
- precondicionadores de varios niveles, 92
- predicor-corrector, 213
- prima de riesgo, 293
- principio máximo de Pontryaguin, 194, 195
- probabilidad, 140, 257
  - de ruina, 217
  - normalizada, 44
- problema
  - ambiental, 130
  - bin-packing, 86
  - de agrupamiento geográfico, 71
  - de la coloración robusta, 167
  - de los tres cuerpos, 93
  - del primer dígito, 150
  - inverso, 117
- problemas
  - de cartero, 299
  - de difracción, 50
  - de equilibrio, 260

- de recubrimiento, 50
- min-sum-min, 296
- sociales, 128
- procesamiento
  - de señales, 84, 264
- procesos, 113
  - críticos, 172
  - de balking, 244
  - de Bellman-Harris, 172
  - de conteo, 229
  - de Levy, 201
  - de riesgo descontado, 217
  - estocásticos, 244
  - markovianos, 63
- profundidad de datos, 290
- programación, 81
  - borrosa, 97
  - cuadrática, 149
  - difusa posibilística, 175
  - dinámica, 152
  - entera, 177
  - entera mixta, 147
  - lineal, 51, 119, 123, 175, 299
  - lineal entera, 178
  - matemática, 175
  - no-diferenciable, 296
  - posibilística, 97
- programas curriculares, 186
- prolongaciones de  $G$  estructuras, 239
- propagación crack, 62
- proporción divina, 103
- prueba Logrank, 132
- puntos
  - fijos, 198
  - finales compuestos, 132
- q
  - core, 121
  - estable, 121
  - extensiones, 57
- R, 282, 293
- radio de estabilidad, 281
- ratas, 191
- razón
  - áurea, 103
  - de verosimilitud, 247
- recocido simulado, 71, 234
- recombinación de DNA, 270
- red, 120
- red social, 212
- redes
  - neuronales, 84
  - neuronales artificiales, 48
- reducción de la dimensionalidad, 285
- regateo, 155
- regresión, 140
  - lineal borrosa, 99
  - logística, 68, 75
  - PCA, 285
  - PLS, 285
- regularidad local, 125
- relaciones asimétricas, 212
- relajación lagrangiana, 133
- reparación celular, 73
- replicación, 276
- representación, 237
- residuales estandarizados, 138
- residuos electrónicos, 56
- restricciones
  - de cuota, 121
  - especiales, 224
  - no-holonómicas, 195
- restricción, 179
- retículo, 206
- robustez, 40

- ROC, 104
- ruteo multicriterio para un plan de viajes turístico, 292
- sag, 109
- Saint-Venant fraccional, 187
- Schrödinger, ecuación de, 252
- sección dorada, 103
- sector de transporte de carga seca, 147
- segundos momentos finitos, 172
- seguros generales, 293
- selección de personal, 89
- semigrupos, 178
- series
  - cromáticas, 300
  - de Fourier, 53, 118
  - de tiempo, 227
  - de tiempo heteroscedástica, 138
- servicio hospitalario, 42
- Shapley, valor de, 117
- sidar, 273
- SIG, 234
- simulación, 81, 135, 191, 293
  - de Montecarlo, 63
- sistemas
  - aditivos, 178
  - auxiliares de Barabanov, 281
  - de difusión a la deriva, 252
  - de difusión de ecuaciones, 250
  - de ecuaciones diferenciales estocásticas, 162
  - de ecuaciones lineales, 236
  - de información geográfica, 292
  - de intervalos, 178
  - dinámicos, 150, 198
  - discretos bilineales, 107
  - Hamiltonianos, 93
  - inmunes, 223
  - invariantes, 195
  - no lineales, 284
  - ralos, 205
  - suelo-agua, 189
- software, 114
- solución numérica, 163
- splines, 181
  - cúbicos, 157
- STATA, 287
- Stokes-Helmert, ecuaciones de, 248
- suavizado, 296
- subasta combinatoria, 123
- Subband, modelos de, 252
- subgrupos invariantes, 198
- supervivencia bivariada, 64
- swell, 109
- tamaño de partícula, 36
- tasas de interés, 232
- técnicas multi-criterio, 225
- teoría
  - de colas, 129
  - de fondos de préstamos, 208
  - de formas, 134
  - de grupos, 270
  - de juegos, 155
  - de números, 253
  - de precios, 208
  - dual, 123
- teorema
  - de Gelfand-Wiener, 53
  - de Hilbert, 216
- terapia de ración en tumores, 175
- términos de error no normales, 280
- theta-Maruyama, método de, 162
- TIBCO iModeler, 225
- tiempo de graduación, 126
- toma
  - de decisiones, 140



- de decisiones multi-experta, 89
- de decisiones multicriterio, 159
- transferencia de conocimiento, 68
- transformación proyectiva, 192
- transformada
  - de Fourier, 201
  - discreta de coseno, 255
  - inversa, 63
  - ondita, 109
- transmisión por engranajes, 203
- tránsito, 227
- tutelas, 273
  
- ultracontractividad intrínseca, 271
- uso de bibliotecas de programas, 114
- utilidad, 259
  
- vacunas, 223
- valor de Shapley, 117
- valoración
  - de opciones, 201, 256
  - emotiva, 169
- variabilidad, 238
  - climática, 47
- variables clave, 182
- variedad
  - central, 93
  - de Banach, 38
  - de colisión, 93
  - diferenciable, 195
- vehículo para la transferencia de riesgo catastrófico (VTRC), 293
- verosimilitud, 266
- vinculación academia-industria, 68
  
- wai, 273
- wcag, 273
  
- WEKA, 82
- Wong-Zakai, 256
  
- Yarrowia lipolytica, 276

XVII SIMMAC, SAN JOSÉ, COSTA RICA § 16–19 FEBRERO DEL 2010 § UCR

## Index of keywords

*According with the information given by the authors*

- absolutely  $p$ -continuous functions, 237
- academy-industry linkages, 69
- accessibility, 273
- active filters, 107
- adaptive
  - cluster analysis, 258
  - methods, 92
- additive systems, 178
- aerodynamic forms, 103
- afro-Colombian people, 258
- agent based models, 223
- agricultural modernization, 200
- AHP, 225
- Akaike information criteria (AIC), 298
- Al-Salam&Chihara polynomials, 58
- algorithm of savings, 148
- almost periodical functions, 54
- ANCOVA, 40
- angular light scattering, 37
- ANOVA, 82
- anxiety, 191
- applications
  - development, 236
  - of engineering, 119
- approximation, 266
- AQL, 63
- ARCH, 101
- ARIMA model, 220
- army, pursuit of, 197
- artificial neural networks, 48
- Askey-Wilson divided  $q$ -difference operator, 58
- assessment (CAPRA), 294
- assignment game, 206
- asymmetric relationships, 212
- asymptotic
  - analysis, 62
  - expansion of integrals, 218
  - number, 198
- autocorrelation, 210, 238
- auxiliary Barabanov's systems, 281
  
- balking process, 244
- Banach
  - manifolds, 38
  - spaces, 38
- Barabanov, 281
- bargaining, 155
- basic hypergeometric polynomials, 58
- Bayesian and fiducial inferences, 95
- Bellman-Harris process, 173
- Benford's law, 150
- Beta distribution, 262
- bicorrelation, 101
- bilinear discrete systems, 107
- bin-packing problem, 86
- binary logit, 243
- biological models, 183
- bivariate survival, 64
- Black-Scholes, 232
- bounds, 120
- Box-Benhken design, 71
- BPA, 225
- BPMS, 225

- business statistics, 140
- cancer, 223
- car switching, 212
- case study, 140
- catastrophe risk transfer vehicle (CRTV), 294
- causal models, 227, 233
- cell
  - damage, 73
  - death, 73
  - repair, 73
- cellular automata, 88, 190
- censored data, 275
- censoring, 95
- center manifold, 93
- Central American probabilistic risk, 294
- centrality, 212
- chaos, 101
- characteristics equations, 182
- chromatic
  - derivatives, 300
  - series, 300
- cities, 200
- classification, 88, 106
- climatic variability, 47
- clinical trials, 132
- cluster, 146
  - analysis, 200, 296
- clustering, 82
- coastal areas, 248
- coating problems, 50
- cognitive
  - models, 169
  - neuroscience, 84
- collaborative filtering, 165
- collision manifold, 93
- collocation methods, 181
- combinatorial
  - auction, 123
  - optimization, 86, 177
- compactness, 235
- competitive equilibrium, 206
- complexification, 242
- complexity, 142
- composite endpoints, 132
- compound distributions, 294
- computational complexity, 299
- computer chess, 169
- confidence interval, 275
- consistency, 64
- constraint, 179
- contact tracing, 61
- continuous
  - big  $q$ -Hermite polynomials, 58
  - dual  $q$ -Hahn polynomials, 58
  - $q$ -Hermite polynomials of Rogers, 57
- contour approximation, 216
- convergence order, 284
- convex optimization, 260
- convolution, 294
- cooperative game, 45, 117
- copula-garch, 298
- counting processes, 230
- crack propagation, 62
- Crank-Nicolson, 214
- crime, 238
- critical process, 173
- cross
  - correlation, 220
  - sectional data, 233
- cubic splines, 157
- cuota restriction, 121
- curriculum, 186
- customer service model, 244
- cyclical groups, 178

- Darcy’s law, non-linear, 187
- data
  - analysis, 111, 140, 287
  - depth, 291
  - envelopment analysis, 159
  - mining, 82, 165
- Davies-Bouldin index, 146
- decision
  - analysis, 259
  - making, 140
  - trees, 191
- decreasing digits, 128
- deformable models, 216
- demand, 227
- dementias, 171
- dependence structure, 298
- descent, 149
- destabilization, 162
- detectability function, 44
- deterministic model, 294
- diagnostics business, 144
- didactic, 186
- difference
  - equations and operators, 57
  - scheme, 163
- differentiable bifunction, 260
- differential
  - equations, 181
  - game, 130
- diffraction problems, 50
- diffusion, 62
- dimensionality reduction, 285
- Dirichlet
  - multinomial, 247
  - to-Neumann mapping, 118
- disability, 273
- discounted risk process, 217
- discrete
  - cosine transform, 255
  - optimization, 86
- discriminant analysis, 105
- distance
  - function, 272
  - sampling, 44
- distribution of spacing, 137
- diversity, 250
- divine proportion, 103
- DNA, 142
  - recombination, 270
- drift-diffusion system, 252
- dual theory, 123
- dynamic
  - programming, 153
  - stochastic general equilibrium, 81
- dynamical systems, 150, 198
- e-waste, 56
- ecological attitude, 56
- economics, 208
- efficiency index, 284
- elasticity, 118
- elevated plus-maze, 191
- elicitation, 67
- ellipsoidal method, 149
- elliptic curve arithmetic, 253
- elliptical distributions, 134
- EM algorithm, 279
- emotive elicitation, 169
- entire mixed programming, 148
- environmental problem, 130
- epidemiologic models, 61
- equilibrium, 250
  - problems, 260
- estimation, 107, 220
- evaluation function, 169
- event related potentials, 84
- evolutionary algorithms, 216

- exceedance probability curves, 294
- expected shortfall, 294
- explicit computation, 114
- extension of  $G$  structures, 239
- Exton's  $q$ -exponential function, 58
- extreme value distributions, 294
  
- financial mathematics, 77
- finite
  - element method, 118
  - second moments, 173
- first-digit problem, 150
- Fisher's equation, 214
- fixed
  - coefficients, 243
  - income instruments, 157
  - points, 198
- flicker, 109
- flow game, 117
- Fourier
  - series, 54, 118
  - transform, 201
- fractal dimension, 142
- fractional
  - derivative, 187
  - Navier-Stokes equation, 187
  - Saint-Venant, 187
- fraud detection, 150
- Fredholm integral equation of the
  - first kind, 37
- free-air anomalies, 248
- functional
  - analysis, 237
- functions of bounded  $p$ -variation,
  - 237
- fuzzy
  - linear regression, 99
  - logic, 48
  - possibilistic programming, 175
  - programming, 97
  - sets, 45, 89
  
- Galerkin discontinuous methods,
  - 92
- game theory, 155
- Gamma
  - convergence, 272
  - distribution, 262
  - function, 57
- GARCH, 101
  - models, 139
  - models estimation, 139
- Gaussian
  - elimination, 163
  - hypergeometric function, 57
  - quadrature, 284
- gear transmission, 203
- Gelfand-Wiener theorems, 54
- generalized  $GI/G/1$  queue, 129
- genetic algorithms, 48, 146
- geodesics, 195
- geographical
  - clustering problem, 71
  - information system, 292
- geoid, 248
- geostatistics, 238
- Gibbs sampling, 95
- GIS, 235
- global warming, 47
- golden
  - ratio, 103
  - section, 103
- graduation time, 126
- grand scale equation systems, 205
- graph coloring, 166, 167
- gravity, 248
  
- habitat for wildlife, 161

- Hamiltonian systems, 93
- health service, 42
- Hermite polynomials, 57
- heteroscedastic time series, 139
- heuristic algorithm, 86
- heuristics, 171, 224
- high order approximations, 92
- Hilberts theorem, 216
- Hinich, 101
- histograms, 255
- homogeneous coordinates, 192
- homography, 192
- homotopy and homology, 198
- horizontal spaces, 239
- hostels, 128
- Hotellings  $T^2$ , 291
- Hull-White, 232
- hybrid
  - models, 223
  - random number generator, 268
- hydraulic friction, 187
- hyperbolic equation, 163
- hypergeometric
  - confluent type 1 function, 262
  - polynomials, 57
- images, 134
- immune system, 223
- indifference curves, 208
- indivisible goods, 206
- intangible interfaces, 192
- integer
  - linear programming, 178
  - programming, 177
- integral
  - equations, 217
  - polyhedra, 299
- interconnection, 120
- interest rates, 232
- interior points methods, 149
- interval systems, 178
- intrinsic ultracontractivity, 272
- introduction to programming techniques, 114
- invariant
  - subgroups, 198
  - system, 195
- inventory management, 90
- inverse
  - Gaussian model, 95
  - of the distance, 210
  - problem, 117
  - transformed function, 63
- investment portfolio, 79
- irrationality
  - of  $\pi$ , 103
  - of Apéry's number, 103
- iterative approach, 123
- Jacobi polynomials, 57
- K-means, 146
- K-NN, 106
- Kalman, 107
  - filter, 84, 264
- Kaplan-Meier
  - curves, 126
  - estimator, 275
- kernel density estimation, 95
- key
  - indicators, 113
  - variables, 182
- Kneser graphs, 177
- knowledge transfer, 69
- Kravchuk polynomials, 57
- Lagrangian relaxation, 133
- Laguerre polynomials, 57
- Laplace's method, 218

- lattice, 206
- least significant bit method, 255
- lemniscates, 216
- lenticular spaces, 198
- Levy processes, 201
- Lie groups and algebras, 195
- likelihood, 266, 279
  - ratio, 247
- linear
  - algebra, 114, 236
  - programming, 52, 119, 123, 175, 299
  - regression model, 280
  - stability analysis, 162
  - structured perturbations, 281
- Liouville
  - distribution, 262
  - function, 262
- loan
  - funds theory, 208
  - portfolios, 75
- local regularity, 125
- logistic
  - model, 144
  - regression, 69, 75
  - type models, 256
- logistics, 113
- lognormal model, 279
- Logrank test, 132
- longitudinal data, 233
  
- macroeconomic policy, 81
- management
  - competences, 89
  - indicators, 144
- Manhattan metric, 296
- Markovian processes, 63
- matching, 121, 179, 206
- mathematical programming, 175
  
- MATLAB, 81, 255
- matrices, 114
- maximum regularity index, 277
- mean squared error, 157
- medical applications, 175
- membership functions, 48
- metaheuristics, 165–167, 197
- metamaterial structures, 50
- metastasis, 223
- meteorological observations, 47
- microdata, 287
- min-sum-min problems, 296
- MIP approach, 203
- misconceptions, 103
- missing data, 210
- mixed
  - effects, 289
- model
  - A, B & C, 128
  - based approach, 106
  - of change (transfer), 148
- modified maximum likelihood, 40
- modular arithmetic, 253
- Monte Carlo, 243
  - simulation, 63
- MS Excel, 159
- MTY decomposition, 291
- multi-criteria
  - decision making, 159
  - decision optimization, 292
  - models, 144
  - routing for a travel touristic plan, 292
  - routing location optimization, 292
  - techniques, 225
- multi-expert making decision, 89
- multi-species population dynamics, 250



- multilevel preconditioners, 92
- multimedia, 236
- multinomial, 247
  - model, 69
- multiple
  - American exercise, 153
  - corresponding analysis, 243
- multiresolution analysis, 109, 264
- multistage, 120
- multivariate
  - quality control, 291
  - statistical analysis, 56
  - statistics, 111
- Murty, 149
  
- nanotransistor, 252
- Nash equilibrium, 155
- natural catastrophe, 294
- Negishi approach, 38
- network, 120
- neural networks, 84
- Newton
  - frustum, 103
  - method, 150, 284
- nilpotent Lie group, 194, 195
- non
  - conforming meshes, 92
  - detects, 279
  - differentiable programming, 296
  - holonomic constraints, 195
  - linear Darcy’s law, 187
  - linear model, 130
  - linear models, 183
  - linear systems, 284
  - normal error terms, 280
  - parametric estimation, 64
  - separable, 238
- normal forms, 93
- normalized likelihood, 44
  
- nucleolus, 117
- number theory, 253
- numerical
  - approximations, 300
  - solutions, 163
  - scheme, 214
- $O(\ln(m))$  convergence, 205
- oblique projection operator, 289
- operations research, 52
- operators, 237
- optimal
  - control, 107, 194
  - multiple stopping, 153
- optimization, 52, 97, 228
- option pricing, 256
- options, 232
- order statistics, 137
- orthogonal
  - polynomials, 300
  - projection operator, 289
- OWA operators, 89
  
- Pade approximation, 62
- parallelization, 252
- parameter estimation problem, 61
- partial
  - differential equation, 214
  - least squares, 285
- partially adaptive estimation, 280
- PCA regression, 285
- Pearsons chi-square, 247
- personnel selection, 89
- phases clasification, 171
- PICOBLAZE, 255
- PLS regression, 285
- pointwise Hölder exponent, 125
- pollutant diffusion, 190
- Pontryaguin maximum principle, 194, 195

- porous medium, 190
- possibilistic programming, 97
- posterior distribution, 95
- Postman problems, 299
- power, 40
  - quality, 109
- PowerPoint, 236
- prediction interval, 95
- predictive distribution, 67
- predictor-corrector, 214
- price theory, 208
- pricing options, 201
- primal-dual algorithm, 123
- principal components analysis, 105, 285, 291
- prior, 67
- probability, 140, 258
- probable maximum loss (PML), 294
- processes, 113
- product mix, 52
- production stochastic frontier, 42
- program of wood purchase in advance (PWPA), 228
- programming, 81
- projective transformation, 192
- pseudo
  - random number generator, 268
  - Riemannian metric, 242
- q
  - core, 121
  - extension, 57
  - stable, 121
- quadratic programming, 149
- quantitative methods, 228
- queue theory, 129
- queueing control, 244
- quota increase, 179
- R, 282, 294
- radiation therapy of tumors, 175
- raindrop plot, 266
- rainfall, 47
- random
  - ensorship, 64
  - coefficients, 243
  - number generator, 268
  - walks with negative drift, 129
- rate models, 79
- rats, 191
- redistricting, 235
- regression, 99, 140
  - analysis, 287
- relative efficiency, 132
- reliability, 120
- removable servers, 244
- replication, 277
- revenue management, 123
- risk
  - mesures, 77, 79
  - score, 105
- robust
  - coloring, 166
  - coloring problem, 167
  - graph coloring, 165
  - optimization, 90
- robustness, 40
- ROC, 105
  - curves, 106
- rough set, 171
- ruin probability, 217
- saddle point method, 218
- sag, 109
- sampling, 282
- schedule, 224
- scheduling line optimization, 203
- Schrödinger equation, 252

- SCOR model, 113
- sector of transport of load dries, 148
- self-organizing mapping, 88
- semi-balanced trees, 205
- semigroups, 178
- semisimple Lie algebra, 242
- sensibility matrix, 182
- sequence, multiple alignment of, 197
- shape
  - optimization, 272
  - theory, 134
- Shapley value, 117
- shared memory paradigm, 252
- shift operator, 58
- short-term insurance, 294
- sidar, 273
- signal processing, 84, 264
- simulated annealing, 71, 235
- simulation, 81, 136, 191, 294
- singular
  - economies, 38
  - value decomposition, 212
- size composition of catches, 247
- sizing particles, 37
- skew distributions, 40
- small area estimation, 289
- smooth manifold, 195
- smoothing, 296
- social
  - network, 212
  - problems, 128
- software, 114
- soil-water system, 190
- space-time, 238
- sparse systems, 205
- special functions, 262
- special restrictions, 224
- splines, 181
- stability, 163
  - radius, 281
- stabilization, 162
- stages, 120
- standard errors, 280
- standardized residuals, 139
- STATA, 287
- statistical
  - education, 186
  - software, 287
- steganography, 255
- stochastic
  - complexity, 44
  - distance function, 42
  - model, 294
  - process, 244
- stock market indexes, 125
- Stokes-Helmert equation, 248
- structural, 238
  - equation models, 233
- sub
  - gradient method, 133
  - Riemannian geometry, 195
- Subband model, 252
- supply chain, 133
- survival
  - analysis, 73, 126, 132, 230
  - function, 275
- swell, 109
- switches, 120
- symmetric distributions, 40
- synthesis function, 253
- synthetic
  - division, 46
  - emotions, 169
- system
  - of diffusion equations, 250
  - of linear equations, 236

- of stochastic differential equations, 162
- technical efficiency, 42
- theoretical genetics, 270
- theory of groups, 270
- theta-Maruyama method, 162
- three-body problem, 93
- threshold level, 73
- TIBCO iModeler, 225
- time
  - series, 227
  - varying, 298
- topological entropy, 198
- traffic, 227
- transfer function, 220
- translogarithmic function, 42
- trinomial trees, 232
- tsunami waves, 136
- tutelage, 273
  
- uniform distribution, 137
- usage of program libraries, 114
- utility, 259
  
- vaccine, 223
- variability, 238
- variable neighborhood search, 71
- vector field, 195
- volatility spillover effect, 298
  
- wai, 273
- Wald's method, 279
- wavelet
  - analysis, 125
  - denoising, 264
  - leaders, 125
  - multiresolution, 181
  - transform, 109
- wcag, 273
  
- weighted least squares, 61
- WEKA, 82
- well-being, 259
- window function, 101
- Wong-Zakai, 256
  
- Yarrowia lipolytica, 277
  
- zero coupon yield curves, 157
- zonal polynomials, 134

## Índice de autores de contribuciones

*Se incluyen los coautores de las contribuciones*

- Abad, José, 12, 36  
Abdel-Karim, Hassan, 16, 149  
Accinelli, Elvio, 13, 38  
Acitas, Sukru, 15, 40, 280  
Aguirre, Medardo, 22, 41  
Aldana, Paola, 19, 254  
Alpizar-Jara, Russell, 20, 43  
Alvarado, Raúl, 14, 16, 45, 46  
Álvarez, Luis, 21, 47  
Álvarez, María, 9, 226  
Álvarez, Ricardo, 14, 19, 48, 254  
Anyutin, Alexander, 17, 49  
Arango, Jaime, 10, 51  
Arguedas, Vernor, 12, 53  
Arriaga, María Mercedes, 11, 213  
Arrollo, Pilar, 20, 55  
Arunachalam, Viswanathan, 22, 72  
Atakishiyev, Natig, 12, 13, 17, 57, 58  
Atakishiyeva, Mesuma, 12, 58
- Baguer, Marta, 17, 60  
Balueva, Alla, 12, 62  
Barbosa, Rodrigo, 17, 63  
Barrera, Carlos, 23, 66  
Barrios, Jorge, 17, 60  
Batún, José Luis, 16, 64  
Becerra, Noé, 17, 68  
Bermüller, Mathias, 18, 108  
Bernábe, Beatriz, 12, 70  
Blanco, Liliana, 22, 72  
Bologaro, Andrea, 21, 47  
Branco, Hugo, 16, 274  
Brun, Lorena, 16, 274
- Bula, Roberto, 11, 185
- Calderón, Lizbeth, 23, 74  
Cambronero, Santiago, 18–20, 76, 78, 156, 231  
Campos, Esteban, 18, 22, 80  
Canós, Lourdes, 13, 89  
Capilla, José Santiago, 12, 82  
Carabio, Antonio, 10, 107  
Cardo, Romina, 22, 83  
Caro, Francisco, 22, 134  
Carrera, Luis, 15, 85  
Carreón, Gustavo, 19, 87  
Casasús, Trinidad, 13, 89  
Castillo, Ileana, 16, 90  
Castillo, Marco, 16, 133  
Castillo, Paul, 13, 91  
Castro, Alberto, 19, 93  
Castro, Edwin, 12, 53  
Ceia, Fernando, 20, 43  
Cerda, Arcadio, 22, 41  
Chhikara, Raj, 16, 94  
Chávez, María de los Ángeles, 23, 183  
Contreras, Antonio, 19, 87  
Cordero, Alicia, 15, 283  
Coronado, Semei, 18, 100  
Correa, Cristian, 16, 274  
Correa, Juan Carlos, 23, 66  
Correón, Gustavo, 22, 141  
Corvalán, Álvaro, 22, 83  
Crespo, Enric, 13, 89  
Cruz, Jaime, 13, 17, 102

- Cuevas, Carlos, 10, 21, 22, 104, 106
- D'Attellis, Carlos, 10, 18, 107, 108, 263
- de Arazoza, Héctor, 17, 60
- De Burgos, Jerónimo, 9, 14, 143
- De los Cobos, Sergio, 13–15, 18, 20, 96, 98, 165, 166, 234
- Deignan, Paul, 9, 110
- Del Moral, María José, 16, 229
- Dhesi, Gurjeet, 14, 297
- Di Mare, Adolfo, 11, 114
- Díaz, Alina, 16, 112
- Díaz, José Antonio, 22, 134
- Dragan, Irinel, 13, 17, 116
- Duque, Jairo, 19, 118
- El Sayed, Abd Elaziz, 23, 119
- Elizondo, Mayra, 19, 197
- Elsayed, Hassan, 16, 149
- Espinosa, José, 12, 70
- Fabio, Marcela, 10, 263
- Fard, Nasser, 17, 120
- Femenia, Delfina, 11, 121
- Fernández, Maritza, 22, 41
- Figliola, Alejandra, 21, 124
- Figueroa, Geovanni, 15, 85
- Flowers, Robert, 19, 278
- Fornaguera, Jaime, 23, 191
- Funes, José, 15, 220
- Gallardo, Eugenia, 16, 126
- Gallardo, Lizbeth, 13, 20, 165, 166
- Gapper, Sherry, 10, 267
- García, Julia, 16, 229
- García, Leidy, 22, 41
- García, María J., 9, 14, 20, 127, 143
- García, Martha, 23, 160
- Gatica, Leonardo, 18, 100
- Gaytán, Juan, 20, 55
- Germanovich, Leonid, 12, 62
- Ghahramani, Saeed, 23, 129
- Goddard, John, 15, 98
- Gómez, Lupe, 18, 131
- González, Beatriz, 20, 165
- González, Fernando, 16, 133
- González, Graciela, 22, 134
- González, Rodrigo, 21, 135
- González, Rogelio, 12, 18, 70, 253
- Grigorieva, Ellina, 13, 130
- Guerra, Valia, 12, 36
- Gunawan, Indra, 17, 120
- Gutiérrez, Miguel Ángel, 10, 13–15, 18, 20, 96, 98, 165–167, 176, 234
- Guzmán, Josué, 10, 285
- Hamedani, Gholamhossein, 22, 137
- Hamman, Colin, 16, 94
- Hayter, Anthony, 14, 140
- Henao, Alvin, 14, 138
- Hernández, Diego, 20, 168
- Hernández, Enrique, 22, 141
- Hernández, Franklin, 10, 192
- Hernández, Gilberto, 20, 127
- Hernández, José, 9, 14, 20, 127, 143
- Hernández, Mayra, 12, 36
- Herrera, Eddy, 11, 19, 145, 209
- Herrera, Oscar, 15, 147
- Hesham, Osman, 16, 149
- Hill, Ted, 24, 150
- Ibarra, Víctor Hugo, 21, 152
- Imai, Haruo, 12, 154
- Íñiguez, Mauro, 19, 187

- Islas, Juan Francisco, 18, 22, 287  
 Ivankovich, Vanessa, 18–20, 78, 156, 231
- Jablonsky, Josef, 10, 158  
 Jaume, Daniel, 12, 206  
 Jeffress, Gary, 21, 248  
 Jiménez, Germán, 160  
 Jiménez, Germán, 23  
 Jiménez, Raquel, 10, 106
- Kantar, Yeliz Mert, 15, 280  
 Kelly, Conall, 9, 162  
 Khailov, Evgenii, 13, 130  
 Koksál, Mehmet Emir, 14, 163
- Lanucara, Piero, 21, 251  
 Lara, Pedro, 14, 15, 18, 20, 96, 98, 165, 167, 234  
 Lara, Tomás, 13, 89  
 Láscaris, Tatiana, 22, 276  
 Laureano, Ana, 12, 20, 168, 170  
 Limón, Jorge, 12, 244  
 Linares, Gladys, 12, 82  
 Llinás, Humberto, 23, 172  
 Lo Goudice, Emmanuelle, 12, 36  
 Lodwick, Weldon, 13, 17, 174  
 Londoño, Jaime, 21, 256  
 López, José, 12, 218  
 López, Rafael, 10, 15, 20, 167, 176, 299
- Macías, Joviel, 20, 215  
 Madriz, Eleazar, 10, 178  
 Manoranjan, Valipuram, 11, 213  
 Marí, Mabel, 11, 179  
 Mariel, Petr, 17, 243  
 Márquez, Melesio, 253  
 Marrero, Aymeé, 17, 60  
 Martín, María Teresa, 14, 180
- Massó, Jordi, 12, 206  
 Matarrita, Rodrigo, 19, 182  
 Mederos, María, 23, 183  
 Medina, Víctor, 10, 267  
 Méndez, Iris, 12, 170  
 Mendoza, Elisa, 11, 185  
 Mercado, José Roberto, 19, 187  
 Merino, Glicina, 20, 189  
 Mino, Gerardo, 14, 48  
 Miramontes, Pedro, 22, 141  
 Molina, Mauricio, 23, 191  
 Monge, Jorge, 10, 192  
 Monge, Milagro, 19, 228  
 Monge, Ricardo, 10, 267  
 Monroy-Pérez, Felipe, 9, 14, 18, 193, 195  
 Montagna, Paul, 20, 249  
 Mora, Roman, 19, 197  
 Morales, Yuri, 22, 276  
 Moreira, Fernando, 199  
 Moreira, Manuel, 11, 15, 198  
 Moreno, Diana, 18, 290  
 Moreno, John, 21, 201  
 Motta, Santo, 23, 222  
 Muiño, Federico, 10, 107  
 Murrieta, Beatriz, 16, 90, 202  
 Márquez, Melesio, 18
- Nagar, Daya, 23, 261  
 Navarrete, Esteban, 16, 229  
 Navarro, Douglas, 15, 204  
 Neme, Alejandro, 12, 206
- Oak, Achyut, 23, 207  
 Obregó, Nelson, 19, 209  
 Ojeda, Mario Miguel, 22, 288  
 Okada, Akinori, 9, 211  
 Olmos, Miguel Ángel, 11, 213  
 Olvera, Ernesto, 19, 187

- Ormazabal, María, 22, 41  
 Ortiz, Modesto, 21, 135  
 Osorio, María, 12, 70  
 Otero, Juan Manuel, 20, 215  
 Oviedo, Guillermo, 10, 267
- Pacheco, Carlos, 19, 217  
 Padilla, Michael, 23, 191  
 Pagola, Pedro, 12, 218  
 Palacios, José, 15, 220  
 Pappalardo, Francesco, 23, 222  
 Pennisi, Marzio, 23, 222  
 Pentiado, Rafael, 199  
 Perea, Hugo, 19, 187  
 Pérez, Carlos, 11, 224  
 Pérez, Paulino, 12, 82  
 Pérez, Rolby, 21, 237  
 Pérez, Surelys, 12, 225  
 Pérez-Cantó, Juan, 13, 89  
 Petr, Fiala, 12, 122  
 Picco, Alicia, 9, 226  
 Pietra, Paola, 21, 251  
 Piñal, Fernando, 19, 254  
 Portuguese, Jéssica, 19, 228  
 Puchet, Martín, 13, 38  
 Puldón, Joan, 12, 225
- Quesada, José Manuel, 16, 229
- Ramírez, Javier, 10–12, 19, 20, 70,  
 167, 170, 176, 187, 197, 224  
 Ramírez, José Alexander, 18–20,  
 23, 74, 78, 156, 231  
 Reinecke, Jost, 9, 14, 233  
 Reyes, Hortensia, 12, 82  
 Rincón, Eric, 14, 15, 18, 96, 98,  
 234  
 Rodríguez, Carmen, 11, 185  
 Rodríguez, Luis Diego, 15, 236
- Rodríguez, María Guadalupe, 10,  
 176  
 Rojo, Javier, 16, 64  
 Roldán, Rita, 21, 237  
 Rosa, Welman, 16, 238  
 Rosales, José, 10, 11, 239, 241  
 Rosales, María Jesús, 16, 229  
 Rosenblatt, Mariel, 21, 124  
 Rostrán, Ana Cristina, 17, 243  
 Rovida, Sergio, 21, 251  
 Rueda, Jheny, 14, 138  
 Ruelas, Eileen, 12, 244
- Saavedra, Juan Carlos, 22, 246  
 Saavedra, Patricia, 21, 152  
 Sacchi, Giovanni, 21, 251  
 Sadovski, Alexey, 20, 21, 248, 249  
 Salas, Emir, 23, 183  
 Salas, Oscar, 21, 251  
 Salinas, Rosa María, 19, 278  
 Salonen, Hannu, 12, 154  
 Sánchez, Alba, 19, 254  
 Sánchez, Sully, 19, 254  
 Sandoval, Javier, 21, 256  
 Sandoval, Juan de Jesús, 20, 257  
 Santos, Paulo, 11, 260  
 Sarin, Rakesh, 17, 259  
 Sarmiento, Antonio, 21, 47  
 Scheimberg, Susana, 11, 260  
 Senoglu, Birdal, 15, 40  
 Sepúlveda, Fabio, 23, 261  
 Serrano, Eduardo, 10, 14, 21, 124,  
 180, 263  
 Sezer, Ahmet, 18, 265  
 Sirne, Ricardo, 10, 263  
 Skliar, Osvaldo, 10, 267  
 Smith, Neale, 12, 244  
 Solano, Claudia, 14, 48  
 Song, Hong-Zhi, 21, 248



Soria, Isidro, 16, 133  
Sverchkov, Sergei, 21, 269  
Sánchez, Alba, 14, 18, 48, 253

Tarifa, Gabriel, 18, 108  
Tejuca, Mayra, 23, 183  
Terceño, Antonio, 14, 15, 96, 98  
Tetlalmatzi, Margarita, 13, 17, 102  
Torregrosa, Juan, 15, 283  
Torres, Alejandro, 11, 271  
Torres, Saulo de Jesús, 20, 273  
Torres, Vicente, 21, 47  
Tovar, Roger, 16, 274

Ugalde, Alejandro, 22, 276  
Ulín, Fidel, 19, 278  
Urquiza, Rosa Isabel, 281  
Usta, Ilhan, 15, 280

Vampa, Victoria, 14, 180  
Vanegas, Izaí, 18, 253  
Vasquez, Efrén, 281  
Vassileva, María, 15, 283  
Vega, José C., 10, 285  
Vela, Fortino, 17, 18, 22, 68, 287  
Velasco, Fernando, 22, 288  
Velásquez, Harold, 18, 290  
Velázquez, Pedro, 13, 166  
Viegner, Alejandro, 10, 263  
Villagrán, Margarita, 10, 292  
Villalobos, José Ángel, 21, 23, 293  
Volkmer, Hans, 22, 137  
Vázquez, Héctor, 13, 17, 282

Xavier, Adilson Elias, 9, 295  
Xavier, Vinicius Layter, 9, 295  
Xiao, Ling, 14, 297

Zaragoza, Francisco, 15, 299  
Zayed, Ahmed, 15, 300

XVII SIMMAC, SAN JOSÉ, COSTA RICA § 16–19 FEBRERO DEL 2010 § UCR

## Índice de contribuciones por países

- Alemania, 233  
Argentina, 83, 107, 108, 121, 124, 179, 180, 206, 226, 263
- Brasil, 178, 199, 260, 295
- Chile, 41, 80, 246  
Colombia, 51, 63, 66, 72, 118, 134, 138, 145, 147, 160, 172, 201, 209, 256, 257,  
261, 273, 274, 290  
Costa Rica, 45, 46, 53, 74, 76, 78, 85, 114, 126, 156, 182, 191, 192, 204, 228,  
231, 236, 239, 241, 251, 267, 276, 293  
Cuba, 36, 60, 112, 183, 215, 225, 237, 281
- Egipto, 119, 149  
El Salvador, 220, 238  
España, 89, 96, 98, 131, 143, 206, 218, 229, 243, 273, 283  
Estados Unidos, 62, 64, 94, 110, 116, 120, 129, 130, 137, 140, 150, 174, 187,  
213, 248, 249, 259, 300
- Finlandia, 154
- Guatemala, 198, 292
- India, 207  
Italia, 222, 251
- Jamaica, 162  
Japón, 154, 211
- México, 38, 47, 48, 55, 57, 58, 64, 68, 70, 82, 87, 90, 93, 96, 98, 100, 102, 104,  
106, 133–135, 141, 152, 165–168, 170, 176, 187, 189, 193, 195, 197, 202,  
213, 217, 224, 234, 244, 253, 254, 271, 278, 282, 287, 288, 299
- Nicaragua, 243  
Nueva Zelandia, 120
- Panamá, 185  
Portugal, 43  
Puerto Rico, 91, 285

Reino Unido, 297  
República Checa, 122, 158  
República Dominicana, 283  
Rusia, 49, 130, 269  
  
Turquía, 40, 163, 265, 280  
  
Venezuela, 127, 143