



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

CIMPA

Centro de Investigación en
Matemática Pura y Aplicada

XX SIMMAC



Simposio Internacional de Métodos
Matemáticos Aplicados a las Ciencias

Programa y Resúmenes
Del 23 al 26 de Febrero, 2016
San José, Costa Rica
Sede Rodrigo Facio

INSTITUT
FRANÇAIS
AMERIQUE CENTRALE



XX Simposio Internacional de Métodos Matemáticos
Aplicados a las Ciencias

XX International Symposium on Mathematical Methods
Applied to the Sciences

San José, 23-26 Febrero, 2016/ February, 2016



Comité Organizador / Organizing Committee

Javier Trejos (UCR) **Chairman**, Alex Murillo (UCR), Álvaro Guevara (UCR), Eduardo Piza (UCR), Luis Barboza (UCR), Esteban Segura (UCR), Mario Villalobos (UCR), Oficina de Divulgación (UCR).

Comité Científico / Scientific Committee

Mario Villalobos Arias (UCR), Javier Trejos (UCR), **Chairman**, Adilson Xavier (Rio de Janeiro, Brasil), Alex Murillo (CIMPA, UCR), Alexey L Sadovski (Texas A&M, U.S.A.), Álvaro Guevara (CIMPA, UCR), Andreas Griewank (Berlin, Germany), Álvaro Corvalan (Buenos Aires, Argentina), Eduardo Piza (CIMPA, UCR), Edwin Diday (Paris IX, France), Ellina Grigorieva (Texas WU, U.S.A.), Graciela González (CIMAT, México), Javier Rojo (U.S.A.), José A. Ramírez (UCR), Juan Manuel Otero (Havana, Cuba), José Hernández (Caracas, Venezuela), Luis Barboza (CIMPA, UCR), Luka Neralic (Zagreb, Croatia), Manuel Núñez (Connecticut, U.S.A.), Marlos Viana (Illinois, U.S.A.), Michel Théra (Limoges, France), Oldemar Rodríguez (CIMPA, UCR), Onésimo Hernández (CINVESTAV, Mexico), Patrick Groenen (Rotterdam, Netherlands), Pedro Méndez (UCR), Raul González de Paz (Guatemala), Romina Cardo (Buenos Aires, Argentina), Rosanna Verde (Napoli, Italy), Santiago Cambronero (UCR), Sergio de los Cobos (UAM, México), Theodore Hill (Georgia Tech, U.S.A.)

Asistentes de Organización

Adler Moisés Rodríguez, Arlene Artavia, Bryan Ramírez, Carlos Trejos, Carlos Madrigal, Cesar Rojas, Diego Benavides, Eddy Zúñiga, Gabriela Herrera, Hady Alvarez, Jerson Valverde, Joann Gómez, Jocelyn Calderón, Jorge Arroyo, Jorge Eduardo Loría, Juan Carlos Chavarría, Juan Carlos Trejos, Karina Rivera, Keilor Armando Soto, Luis Fernando Mejias, Marcia Monge, Marisela Valverde, Max Solano, Melissa Gutierrez, Moisés Méndez, Sileni Cortés, Wilman Muñoz, Yois Campos Vega.

Editores Científicos / Scientific Editors:

Mario Villalobos, Javier Trejos, Luis Barboza y Esteban Segura,

Asistente de Edición en LaTeX: Keilor Soto.

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 XX Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias:

- Rectoría de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Administración de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Vida Estudiantil de la Universidad de Costa Rica.
- Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica.
- Facultad de Educación de la Universidad de Costa Rica.
- Facultad de Ciencias de la Universidad de Costa Rica.
- Sede del Atlántico de la Universidad de Costa Rica.
- Oficina de Divulgación e Información de la Universidad de Costa Rica.
- Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa.
- Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica.
- Sección de Seguridad y Tránsito de la Oficina de Servicios Generales de la Universidad de Costa Rica.
- Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica.
- El Instituto francés para América Central (L'Institut français d'Amérique Centrale – IFAC)
- Sociedad Latinoamericana de Clasificación y Análisis de Datos (SoLCAD).
- Sociedad Costarricense de Optimización e Investigación de Operaciones (SoCOIO).

Dr. Javier Trejos
Coordinador, SIMMAC



Sesiones / Sessions

Bio	Biomathematics	Biomatemáticas
AD	Data Analysis & Classification	Análisis de Datos y Clasificación
ED	Differential Equations	Ecuaciones Diferenciales
Fin	Financial Mathematics	Matemáticas Financieras
Mod	Modeling	Modelos
Prob	Probability	Probabilidad
AN	Numerical Analysis	Análisis Numérico
Opt	Optimization	Optimización
STAT / Est	Statistics	Estadística
IO	Operations Research	Investigación de Operaciones
MF	Financial Mathematics	Matemática Financiera

Aulas / Rooms

Auditorio (ED) / *Auditorium*
 Aula 111 (ED) / *Room 111*
 Aula 112 (ED) / *Room 112*
 Aula 113 (ED) / *Room 113*
 Laboratorio / *Laboratory*

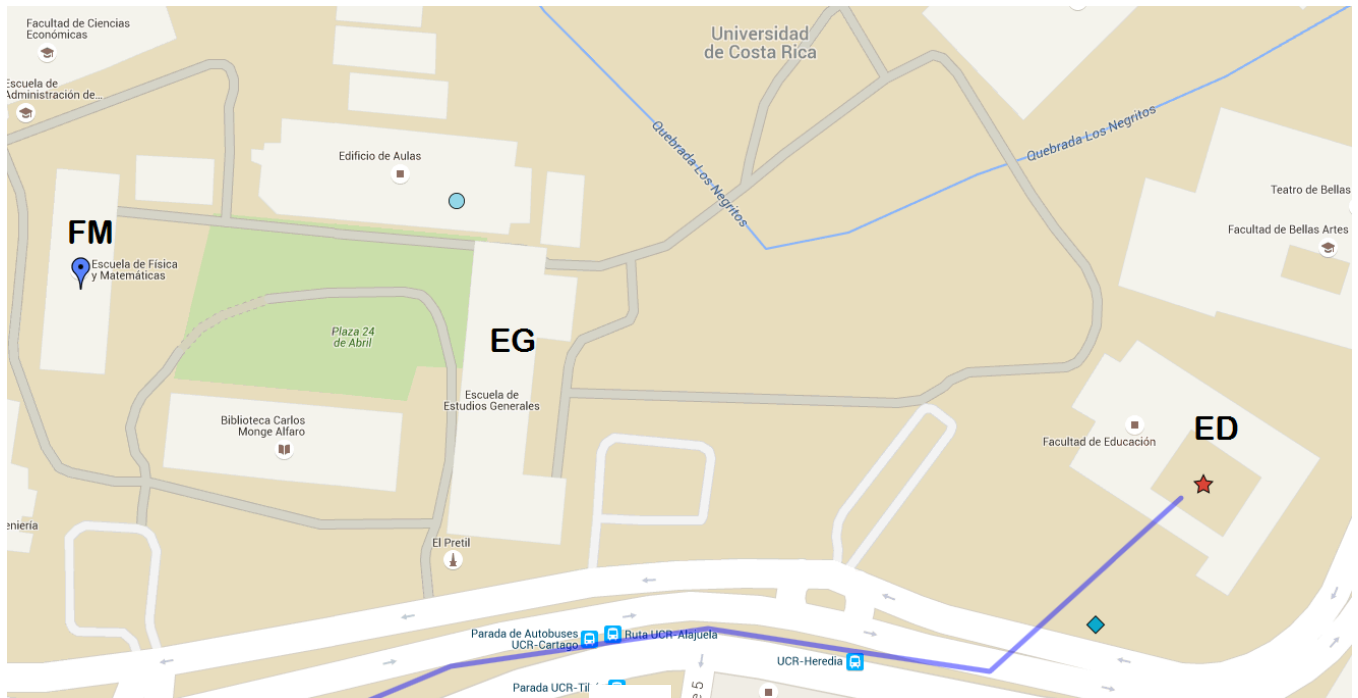
Primer piso ED / *first floor ED*
 Primer piso ED / *first floor ED*
 Primer piso ED / *first floor ED*
 Primer piso ED / *first floor ED*
 Primer piso ED / *first floor ED*

Oficina del SIMMAC / *SIMMAC desk*
 Oficina del CIMPA / *CIMPA office*

Primer piso ED / *first floor ED*
 Edificio CIMPA-Matemática,
 Ciudad de la Investigación

ED: Facultad de Educación / *Education Faculty*

FM: Edificio de Escuelas de Física y Matemática / *School of Physics and Mathematics Building*





XX SIMMAC: Martes / Tuesday 23

Auditorium			
8:00 --> ∞ Inscripciones / Inscription			
9:30 10:00 am Inauguración / Opening ceremony			
10:00 10:30 am Café / Coffee break			
10:30 11:15 am Opening conference Rodríguez, Oldemar Relación entre "big data", minería de datos, análisis d Chair:			
11:15 12:00 Conference 2 Nonsmooth Dynamical Systems through Concrete Exa S. Adly Chair:			
12:00 2:00 pm Almuerzo / Lunch			
Auditorium	Room 111	Room 112	Room 113
Session PROB1: Probability 1 Chair: 1 2:00 2:20 pm Walsh, Alexan: Fluid limits of many 2 2:20 2:40 pm Mahdi, S: Transmuted Rayleig 3 2:40 3:00 pm Gutierrez, J: One dimensional...	Session EST1: Statistics 1 Chair: 4 2:00 2:20 pm Pérez, JA: On the homology.. 5 2:20 2:40 pm Cruz, C: Modelos DSGE... 6 2:40 3:00 pm Granados, JJ: Generación de...	Session OPT1: Optimization 1 Chair: 7 2:00 2:20 pm Morales, LB: Construcción... 8 2:20 2:40 pm Bernábe, B: Problema de... 9 2:40 3:00 pm Calderón, C: Optimización...	Session MOD1: Modeling 1 Chair: 10 2:00 2:20 pm Agüero, N: Simetría... 11 2:20 2:40 pm Sánchez, I: Un modelo... 12 2:40 3:00 pm Solís, H: Using the ...
Session AD1: Data Analysis 1 Chair: 13 3:05 3:25 pm Chacón, A: Clasificación... 14 3:25 3:45 pm Jiménez, A: Clasificación... 15 3:45 4:05 pm Amaya, L: Clasificación...	Session EST2: Statistics 2 Chair: 16 3:05 3:25 pm Gordillo, M: Optimización... 17 3:25 3:45 pm Castro, ME: Un enfoque... 18 3:45 4:05 pm Araya, J: Estrategias de...	Session OPT2: Optimization 2 Chair: 19 3:05 3:25 pm Mora, RA: Modification... 20 3:25 3:45 pm Vázquez, A: Composición... 21 3:45 4:05 pm Mora, RA: Hybrid...	Session MF1: Financial Mathematics 1 Chair: 22 3:05 3:25 pm González, O: Una conexión... 23 3:25 3:45 pm España, A: El índice... 24 3:45 4:05 pm Fernández, LD: A portfolio...
4:05 4:30 pm Café / Coffee break			
Session AD2: Data Analysis 2 Chair: 25 4:30 4:50 pm Pulido, J: Clasificación... 26 4:50 5:10 pm Arce, J: Principal curves... 27 5:10 5:30 pm Jiménez, F: Creación de un... 28 5:30 5:50 pm García, JA: Clasificación...	Session EST3: Statistics 3 Chair: 29 4:30 4:50 pm Fernández, A: Un modelo... 30 4:50 5:10 pm Bartels, S: Costa Rica and... 31 5:10 5:30 pm Céspedes, A: Medición de... 32 5:30 5:50 pm Arguedas, S: La inteligencia...	Session OPT3: Optimization 3 Chair: 33 4:30 4:50 pm Urbán, L: Anticoloraciones 34 4:50 5:10 pm Lara, P: Clustering... 35 5:10 5:30 pm Guido, R: Diagnóstico... 36 5:30 5:50 pm De los Cobos, S.SC: an efficient...	Session MOD2: Modeling 2 Chair: 37 4:30 4:50 pm Mercado, JR: Characters ... 38 4:50 5:10 pm Gómez, JM: Pluvial flood... 39 5:10 5:30 pm Gómez, W: Application... 40 5:30 5:50 pm Bernal, R: Regionalización...
6:10 7:30 pm Brindis de Bienvenida / Welcome Toast			



XX SIMMAC: Miércoles / Wednesday 24			
Auditorium	Room 111	Room 112	Laboratory
	8:00 10:00 am Tutorial 1 Barkatou, Moulay Solving linear ordinary differential systems in close (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 2 Sulisz, Wojciech On wave instabilities and freak waves (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 3 Quintas, Isabel Taller introducción al lenguaje R, una herramienta pa (session 1)
10:00 10:30 am Café / Coffee break			
10:30 11:15 am Conference 4 Una escogencia adaptiva de restricciones primale Calvo, Juan Gabriel Chair:	10:30 11:15 am Conference 3 Chair:		
11:15 12:00 Conference 5 Narrow framing, expected utility, and ambiguity Sarin, Rakesh Chair:	11:15 12:00 Conference 6 Un problema inverso de frontera libre en electrost González, Raúl Chair:		
	12:00 1:00 pm Tutorial 1 Barkatou, Moulay Solving linear ordinary differential systems in close (session 2)	12:00 1:00 pm Tutorial 2 Ariungerel, Jargal Extension to a stochastic optimal control problem (session 2)	12:00 1:00 pm Tutorial 3 Quintas, Isabel Taller introducción al lenguaje R, una herramienta pa (session 2)
1:00 2:00 pm Almuerzo / Lunch			
Auditorium	Room 111	Room 112	Room 113
Session STAT4: Statistics 4 Chair:	Session BIO1: Biomathematics 1 Chair:	Session AN1: Numerical Analysis 1 Chair:	Session PROB2: Probability 2 Chair:
41 2:00 2:20 pm Bonilla, R: Uso de modelos 42 2:20 2:40 pm Reinecke, J: The estimation... 43 2:40 3:00 pm	44 2:00 2:20 pm González, O: El método... 45 2:20 2:40 pm Molina, JA: Modelado... 46 2:40 3:00 pm Alvarado, F: Comparación...	47 2:00 2:20 pm Horacek, J: Branch and... 48 2:20 2:40 pm Guerrero, JA: Operadores... 49 2:40 3:00 pm Arguedas, V: Una demostraci	50 2:00 2:20 pm Barboza, L: Dos distintos... 51 2:20 2:40 pm Santamaría, F: Aplicación de... 52 2:40 3:00 pm
Session STAT5: Statistics 5 Chair:	Session BIO2: Biomathematics 2 Chair:	Session ED1: Differential Equations 1 Chair:	Session IO: Operations Research Chair:
53 3:05 3:25 pm Gordillo, M: Spatial... 54 3:25 3:45 pm Hernández, G: Interpolación... 55 3:45 4:05 pm Ureña, P: Nuevos...	56 3:05 3:25 pm Silvere, N: Diabetes... 57 3:25 3:45 pm Centeno, O: Factores... 58 3:45 4:05 pm	59 3:05 3:25 pm Otero, JA: Aproximación... 60 3:25 3:45 pm González, O: Solución de... 61 3:45 4:05 pm Aguirre, B: Estabilidad...	62 3:05 3:25 pm Rada, M: Several aspects... 63 3:25 3:45 pm Castillo, I: Análisis de la... 64 3:45 4:05 pm Pérez, H: Uso eficiente...
4:05 4:30 pm Café / Coffee break			
Session STAT6: Statistics 6 Chair:	Session BIO3: Biomathematics 3 Chair:	Session ED2: Differential Equations 2 Chair:	Session MOD3: Modeling 3 Chair:
65 4:30 4:50 pm Černý, M: EIV regression... 66 4:50 5:10 pm Martínez, JL: Estadística... 67 5:10 5:30 pm Chan, F: Especificación... 68 5:30 5:50 pm	69 4:30 4:50 pm Morales, M: Modelo... 70 4:50 5:10 pm Chavarría, J: Estudio de ... 71 5:10 5:30 pm Ramírez M: Bio-Dena... 72 5:30 5:50 pm García, PV: Depresión...	73 4:30 4:50 pm Bernard, S: Optimal control... 74 4:50 5:10 pm Ereú, T: Order of... 75 5:10 5:30 pm Aziz, W: A remark... 76 5:30 5:50 pm Grigorieva, E. Optimal Control	77 4:30 4:50 pm Pérez, JA: Using allegories... 78 4:50 5:10 pm Quintero, L: Descriptor... 79 5:10 5:30 pm 80 5:30 5:50 pm



XX SIMMAC : Jueves/Thursday 25

Auditorium	Room 111	Room 112	Laboratory
	8:00 10:00 am Tutorial 4 Amaya, Jorge Mathematical modeling of industrial optimizat (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 5 Pérez, Juan Antonio La topología algebraica en los sistemas elector (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 6 González, Víctor M. Interbattery factor analysis via PLS: the missir (session 1)
10:00 10:30 am Café / Coffee break			
	10:30 11:30 am Tutorial 4 Amaya, Jorge Mathematical modeling of industrial optimizat (session 2)	10:30 11:30 am Tutorial 5 Pérez, Juan Antonio La topología algebraica en los sistemas elector (session 2)	10:30 11:30 am Tutorial 6 González, Víctor M. Interbattery factor analysis via PLS: the missir (session 2)
11:30 12:15 Conference 7 Sánchez, Fabio Nonlinear ordinary differential equation models o	11:30 12:15 Conference 8 Boito, Paola Eigenvalue computation using quasiseparable s		
12:15 12:50 pm Almuerzo / Lunch			
1:00 pm Salida para el Paseo del Evento/Departure for Conference Tour			
3:00 4:00 pm Paseo del evento/ Conference tour			
5:00 9:00 pm Cena del evento / Conference Dinner			



XX SIMMAC : Viernes/Friday 26

Auditorium	Room 111	Room 112	Laboratory
	8:00 10:00 am Tutorial 7 Sarmiento, Ramón Las matemáticas financieras, su importancia en la tom (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 8 Reyes, Enrique Árboles filogenéticos usando estadística algebraica (session 1)	8:00 10:00 am Tutorial 9 Reyes, Alan G. Introducción al procesamiento digital de imágenes (session 1)
10:00 10:30 am Café / Coffee break			
	10:30 11:30 am Tutorial 7 Sarmiento, Ramón Las matemáticas financieras, su importancia en la tom (session 2)	10:30 11:30 pm Tutorial 8 Reyes, Enrique Árboles filogenéticos usando estadística algebraica (session 2)	10:30 11:30 pm Tutorial 9 Reyes, Alan G. Introducción al procesamiento digital de imágenes (session 2)
11:30 12:30 Conference 9 Tovar, Luis Manuel Haciendo mapas Chair:	11:30 12:15 Conference 10 Hernández, Jesús Soluciones positivas y de frontera libre para problema Chair:		
12:15 2:00 pm Almuerzo / Lunch			
Auditorium	Room 111	Room 112	Room 113
Session MF2: Financial Mathematics 2 Chair:	Session BIO4: Biomathematics 4 Chair:	Session AN2: Numerical Analysis 2 Chair:	Session MOD4: Modeling 4 Chair:
81 2:00 2:20 pm Quirós, A: Estimación de...	84 2:00 2:20 pm Castellanos, V: Limit cyles...	87 2:00 2:20 pm Navarro, D: Functions	90 2:00 2:20 pm Bonatti, J: Geodesiccs...
82 2:20 2:40 pm Viales, J: Optimizar el ...	85 2:20 2:40 pm Argüello, O: Emergent...	88 2:20 2:40 pm Segura, E: Polynomial...	91 2:20 2:40 pm Frutos, F: Innermost...
83 2:40 3:00 pm Viquez, JJ: Metodología...	86 2:40 3:00 pm Saucedo, AL: BioRacket	89 2:40 3:00 pm Lobo, J: Funciones esp...	92 2:40 3:00 pm González, F: El fenómeno...
3:00 3:05 pm Breve descanso / Short break			
3:05 3:50 pm Conference 11 Soria, Isidro Formación de familias y secuenciación de productos p Chair:	3:05 3:50 pm Conference 12 Monroy, Felipe Optimal control of Goursat systems: hyperelliptic inp Chair:		
3:50 4:35 pm Closing Conference Solís, Maikol Rates of convergence in conditional covariance matrix Chair:			
4:35 5:00 pm Café / Coffee break			
5:00 6:00 pm Clausura / Closing session			

Programa / Program

Lunes/Monday, 22

8:00 – ∞: Inscripciones / Registration: CIMPA.

Martes/Tuesday, 21

8:00 – ∞: Inscripciones / Registration.

9:30 – 10:00 : Inauguración / Opening ceremony Auditorium.

10:00 – 10:30 : Café / Coffee break.

10:30 – 11:15: **Conferencia Inaugural / Opening Plenary Talk** : Auditorium.

RODRÍGUEZ, O.: Relación entre “Big Data”, Minería de Datos, Análisis de Datos y Estadística (pág. 138).

11:15 A.M. – 12:00 P.M.: **Plenary Talk 2 (C2)** : Auditorium.

ADLY, S: Nonsmooth Dynamical Systems through Concrete Examples. (pág. 23).

12:00 – 2:00 p.m.: Almuerzo / Lunch.

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Probability (Prob1)** : Auditorium.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. WALSH, A.: Fluid limits of many-server queues with abandonments, general service time and continuous patience distributions (pág. 160).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. MAHDI, S.: Transmuted Rayleigh Distribution: Model Estimation and Applications (pág. 109).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. GUTIÉRREZ, J.: One dimensional diffusion processes and orthogonal polynomials (pág. 99).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Statistics (Est1)** : Room 111.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. PÉREZ, J.: On the homology of Tanaka preferences (pág. 126).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. CRUZ, C. & MIGON, H.: Modelos DSGE con varianza no estructurada (pág. 68).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. GRANADOS, J. & CORDERO, G.: Generación de evidencia para la estructura de la gobernabilidad en Costa Rica mediante un análisis factorial confirmatorio de ... (pág. 93).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Optimization (Opt1)** : Room 112.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. MORALES, L.: Construcción de diseños sobresaturados de niveles mixtos óptimos vía una búsqueda tabú (pág. 120).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. BERNÁBE, M. & MUÑOZ, F. & GONZÁLEZ, R. & RUIZ, J. & ESTRADA, M.: Problema de la mochila usando Lingo comparando con algoritmos genéticos en Python (pág. 42).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. CALDERÓN, C.: Optimización multiobjetivo: Problemas con funciones objetivo particulares (pág. 49).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Modeling (Mod1)** : Room 113.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. AGUERO, N. & PÉREZ, A.: Simetría y dualidad en la teoría matemática de la música (pág. 24).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. SÁNCHEZ, I. & BACA, G.I.: Un modelo para la acción colectiva: El caso del movimiento de San Salvador Atenco (pág. 140).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. SOLÍS, H. & BARRANTES, E.: Using the Coupled Logistic Map in the Distributed Dynamics Encryption (pág. 149).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Data Analysis (AD1)** : Auditorium.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. CHACÓN, A. & TREJOS, J.: Clasificación de Datos Simbólicos tipo Histograma mediante Sobrecalentamiento Simulado – Clustering of Histogram type Symbolic Data using Simulated Annealing (pág. 62).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. JIMÉNEZ, A. & TREJOS, J.: Clasificación de datos binarios mediante heurísticas poblacionales (pág. 106).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. AMAYA, L. & TREJOS, J.: Clasificación de Datos Binarios aplicando un Algoritmo de Umbrales de Aceptación basado en Vecindarios (pág. 29).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Statistics (Est2)** : Room 111.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. GORDILLO, M. & GONZALEZ, P.: Optimización de la blancura de un bagazo de caña para producción de pulpa blanca (pág. 89).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. CASTRO, M.: Un enfoque bayesiano para pronosticar la incidencia de derrames de hidrocarburos en la operación de tanques de almacenamiento Caso: Empresa SOCRAM, problemas en relación a derrames de hidrocarburo en operación de tanques. (pág. 55).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. ARAYA, J. & TREJOS, J.: Estrategias de Aprendizaje Supervisado para la Detección de Fraudes en Seguros (pág. 30).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Optimization (Opt2)** : Room 112.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. MORA, R. & VÁZQUEZ CORTÉS, A.A. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & PONSICH,, A. & LARA, P. & RAMÍREZ, J.: Modification of the Method of Musical Composition based on principles of evolutionary psychology (pág. 116).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. VÁZQUEZ, A. & MORA, R. & PONSICH,, A.: Composition process in a society of musician (pág. 156).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. MORA, R. & CRUZ, C.J. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & PONSICH,, A. & LARA, P. & RAMÍREZ, J.: Hybrid algorithm for generating functions with applications in psychiatry (pág. 118).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Financial Mathematics (MF1)** : Room 113.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. GONZÁLEZ, O.: Una Conexión Entre la Matemática Financiera y la Física Cuántica (pág. 84).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. ESPAÑA, A. & PÉREZ, J.A.: El índice de Gini (pág. 70).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. FERNÁNDEZ, L.: A portfolio allocation study: copula-GARCH approach (pág. 72).

4:05 – 4:30 pm: Café / Coffee break.

4:30 P.M. – 5:50 P.M.: **Session: Data Analysis (AD2)** : Auditorium.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. PULIDO, J. & CUEVAS, C.: Clasificación Estadística Dinámica (pág. 128).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. ARCE, J.: Principal Curves and Surfaces to Interval Valued Variables (pág. 31).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. JIMÉNEZ, F.: Creación de un prototipo para detectar contenido web asociado a temas de lavado de activos y financiación del terrorismo (pág. 104).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. GARCIA, J. & OBREGON, N. & HERRERA, E.: Clasificación Bayesiana de Hidrometeoros Bayesian Classification Hydrometeors (pág. 74).

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Statistics (Est3)** : Room 111.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. FERNÁNDEZ, A.: Un modelo de ecuaciones estructurales Bayesiano: aplicación al rendimiento matemático en PISA 2012 (pág. 71).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. BARTELS, S.: Costa Rica and Colombia in the Latin American context: Multi-level analysis of the variables associated with performance in mathematical literacy in PISA 2012 (pág. 40).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. CESPEDES, A. & FERNÁNDEZ, L.: Medición de la percepción de la inseguridad en los estudiantes de secundaria en Costa Rica: una aplicación de los modelos multinivel (pág. 60).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. ARGUEDAS, S.: La inteligencia fluida como predictor del rendimiento académico de estudiantes de primer en cursos iniciales de matemática universitaria: Diseño de un modelo estructural (pág. 32).

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Optimization (Opt3)** : Room 112.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. URBÁN, L. & RAMÍREZ, J. & LÓPEZ, R.: Anticoloraciones en gráficas (pág. 154).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. LARA, P. & GUTIÉRREZ, M.A. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.: Clustering of Iberic Languages using Soft Graph Coloring (pág. 107).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. GUIDO, R.: Diagnóstico de la circulación vehicular en el sector Nor-Este de la ciudad de León (pág. 98).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. DE LOS COBOS, S. & GUTIÉRREZ, M.A. & RINCÓN, E.A.: SC: An Efficient Algorithm for Continuous Optimization (pág. 67).

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Modeling (Mod2)** : Room 113.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. MERCADO, J. & GUIDO, P.A. & MAY, G.: Characters droplet spray processes (pág. 112).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. GÓMEZ, J. & GONZÁLEZ, A.: Pluvial Flood 3D Simulation by Cellular Automata (pág. 78).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. GOMEZ, W. & MORENO, D. & BENJAMIN, R. & SALVATORE, G. & SERINALDI, F.: Application of Archimedean copulas functions for the joint construction of IDF curves in a watershed from Baranoa municipality in the Department of the Atlantic (pág. 79).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. BERNAL, E.: Regionalización hidrológica de caudales máximos instantáneos anuales y caudales medios anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana (pág. 43).

Miércoles/Wednesday, 24

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial1 (T1)** : Room 111.

BARKATOU, M.: Solving Linear Ordinary Differential Systems in Closed Form (pág. 38).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial2 (T2)** : Room 112.

SULISZ, W.: On wave instabilities and freak waves (pág. 151).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial3 (T3)** : Labo.

QUINTAS, I.: Taller introducción al lenguaje R, una herramienta para el análisis de datos (pág. 129).

10:00 – 10:30 : Café / Coffee break.

10:30 A.M. – 11:15 A.M.: **Session: Plenary Talk 4 (C4)** : Auditorium.

CALVO, J. & WIDLUND, O.: Una escogencia adaptiva de restricciones primales para algoritmos BDDC (pág. 50).

10:30 A.M. – 11:15 A.M.: **Session: Plenary Talk 3 (C3)** : Room 111.

11:15 A.M. – 12:00 P.M.: **Session: Plenary Talk 5 (C5)** : Auditorium.

SARIN, R.: Narrow Framing, Expected Utility, and Ambiguity (pág. 143).

11:15 A.M. – 12:00 P.M.: **Session: Plenary Talk 6 (C6)** : Room 111.

GONZALEZ, R.: Un problema inverso de frontera libre en electrostática (pág. 81).

12:00 P.M. – 1:00 P.M.: **Session: Tutorial1 (T1)** : Room 111. BARKATOU, M.: Solving Linear Ordinary Differential Systems in Closed Form (pág. 38).

12:00 P.M. – 1:00 P.M.: **Session: Tutorial2 (T2)** : Room 112.

SULISZ, W.: On wave instabilities and freak waves (pág. 151).

12:00 P.M. – 1:00 P.M.: **Session: Tutorial3 (T3)** : Labo.

QUINTAS, I.: Taller introducción al lenguaje R, una herramienta para el análisis de datos (pág. 129).

1:00 – 2:00 p.m.: Almuerzo / Lunch.

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Statistics (Est4)** : Auditorium.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. BONILLA, R.: Uso de modelos log-lineales de Poisson para el estudio de los homicidios en jóvenes inmigrantes nicaragüenses en Costa Rica (pág. 48).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. REINECKE, J. & KLEINKE, K.: The estimation of trajectories of delinquency considering missing data techniques (pág. 135).

2:40 P.M. – 3:00 P.M.

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Biomathematics (Bio1)** : Room 111.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. GONZÁLEZ, O.: El método de Adomian en la descripción del crecimiento de un tumor cerebral (pág. 85).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. MOLINA, J.: Modelado matemático híbrido con ecuaciones diferenciales, mezclas gaussianas y lógica difusa para modular la vía de esfingolípidos y la respuesta a la quimioterapia de una línea celular de leucemia (pág. 113).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. ALVARADO, F. & CHAVARRÍA, J.: Comparación de la fracción de eyección ventricular izquierda y la deformación del miocardio para la temprana detección de disfunción sistólica: un enfoque de sobrevivencia bayesiano (pág. 26).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Numerical Analysis (AN1)** : Room 112.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. HORÁČEK, J. & RADA, M. & HLADÍK: Branch and Bound Approaches for Parametric Interval Linear Systems (pág. 103).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. GUERRERO, J. & AZIZ, W. & MALDONADO, K. & MERENTES, N.: Operadores de Composición (Nemytskij) - Operadores Localmente Definidos (pág. 96).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: Una demostración analítica de que $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$, $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/2^n)$ representan funciones no acotadas (pág. 34).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Probability (Prob2)** : Room 113.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. BARBOZA, L.: Dos distintos enfoques en la estimación de procesos de memoria larga (pág. 37).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. SANTAMARÍA, J.: Aplicación de Series de Tiempo en la Evaluación de Regímenes de Pensiones (pág. 142).

2:40 P.M. – 3:00 P.M.

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Statistics (Est5)** : Auditorium.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. GORDILLO, M. & VARGAS, G.A. & OSPINA, J.A. & LEYTON, S. & GONZALEZ, P.: SPATIAL ANALYSIS Diatraea SPP, In crops of sugar cane (part 1) (pág. 91).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. HERNÁNDEZ, G.: Interpolación espacial óptima: el método kriging (pág. 102).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. UREÑA, P. & ALFARO, E.: Nuevos avances en la aplicación de metodologías de rellenado de datos ausentes geofísicos. (pág. 155).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Biomathematics (Bio2)** : Room 111.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. SILVERE, N. & BERNARD, S. & PIETRUS, A.: Diabetes, Complications and Limit cycles (pág. 147).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. CENTENO, O. & GONZÁLEZ, A.: Factores de riesgo en la incidencia de diabetes en adultos mayores de Costa Rica (pág. 57).

3:45 P.M. – 4:05 P.M.

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Differential Equations (ED1)** : Room 112.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. OTERO, J. & KRAVCHENKO, V. & TORBA, S.: Aproximación analítica a soluciones de ecuaciones parabólicas usando operadores de transmutación (pág. 124).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. GONZÁLEZ, O.: Solución de la ecuación de Schrödinger con un potencial atractivo-repulsivo (pág. 86).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. AGUIRRE, B.: Estabilidad de sistemas por medio de polinomios Hurwitz Stability of Systems by means Hurwitz polynomials (pág. 25).

3:05 P.M. – 3:25 P.M.: **Session: Operations Research (IO)** : Room 113.

3:05 P.M. – 3:25 P.M. RADA, M. & HLADÍK, M. & CERNÝ, M.: Several Aspects of Generalized Linear-Fractional Programming without Nonnegativity Condition (pág. 132).

3:25 P.M. – 3:45 P.M. CASTILLO, I. & MARÍN, G.: Análisis de la eficiencia de las unidades académicas de la Universidad de Costa Rica (pág. 53).

3:45 P.M. – 4:05 P.M. TORRES, R. & PEREZ, H.: Uso eficiente de técnicas de pronósticos en un modelo de programación lineal para la planeación de la producción en una planta de manufactura (pág. 152).

4:05 – 4:30 p.m.: Café / Coffee break.

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Statistics (Est6)** : Auditorium.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. CERNÝ, M. & HLADÍK, M. & HORÁČEK, J.: EIV regression with uniformly bounded error distributions (pág. 59).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. MARTÍNEZ, J.: Estadística PRESS en la regresión PLS (pág. 110).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. CHAN, F. & BONILLA, M.: Especificación de un modelo de regresión logística de respuesta binaria mediante la aplicación de heurísticas de optimización combinatoria (pág. 64).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. Libre

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Biomathematics (Bio3)** : Room 111.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. MORALES, M. & PENNINGTON, P.: Modelo Epidemiológico de Compartimientos para el Mal de Chagas para una comunidad en Jutiapa, Guatemala (pág. 121).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. CHAVARRÍA, J. & FALLAS, J.J.: Estudio de modelos de propagación de enfermedades infectocontagiosas mediante algoritmos heurísticos/ (pág. 65).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. RAMÍREZ, M. & PRENDAS, J.P. & FIGUEROA, G. & MONTERO, M.: BIO-DENA. Detección de esporas de nosema en abejas africanizadas mediante el procesamiento de imágenes digitales (pág. 133).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. GARCIA, P.: Depresión en adultos mayores (pág. 76).

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Differential Equations (ED2)** : Room 112.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. BERNARD, S. & BOUZA, G. & PIETRUS, A.: Optimal control approaches for e-rumor (pág. 45).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. EREU, T.: Order de Magnitude of Multiple Walsh-Fourier coefficients of functions of bounded p -variation on the sense Riesz (pág. 69).

5:10 P.M. – 5:30 P.M. AZIZ, W.: A remark about of the Composition Operators in the Space of bounded Λ -variation functions in Waterman sense (pág. 36).

5:30 P.M. – 5:50 P.M. GRIGORIEVA, E. & EVGENII, L.: Optimal Control Problem for a Control Model of Ebola Epidemics (pág. 95).

4:30 P.M. – 4:50 P.M.: **Session: Modeling (Mod3)** : Room 113.

4:30 P.M. – 4:50 P.M. PÉREZ, J. & GARCÍA, A. & VELASCO, P. & MAURICIO, J.M.: Using allegories to design pattern characterization (pág. 127).

4:50 P.M. – 5:10 P.M. QUINTERO, L.: Descriptor invariante a posición y escala en imágenes digitales utilizando la transformada de Fourier-Mellin (pág. 130).

Jueves/Thursday, 23

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial4 (T4)** : Room 111. AMAYA, J.: Mathematical Modeling of Industrial Optimization Problems (pág. 27).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial5 (T5)** : Room 112. PÉREZ, J. & MÁRQUEZ, A.L.: La Topología Algebraica en los Sistemas Electorales (pág. 125).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial6 (T6)** : Labo. GONZALEZ, V.: Interbattery Factor Analysis via PLS: the missing data case (pág. 87).

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

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial4 (T4)** : Room 111. AMAYA, J.: Mathematical Modeling of Industrial Optimization Problems (pág. 27).

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial5 (T5)** : Room 112. PÉREZ, J. & MÁRQUEZ, A.L.: La Topología Algebraica en los Sistemas Electorales (pág. 125).

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial6 (T6)** : Labo. GONZALEZ, V.: Interbattery Factor Analysis via PLS: the missing data case (pág. 87).

11:30 A.M. – 12:15 P.M.: **Session: Plenary Talk 7 (C7)** : Auditorium. SANCHEZ, F.: Nonlinear ordinary differential equation models of vector-borne diseases (pág. 139).

11:30 A.M. – 12:15 P.M.: **Session: Plenary Talk 8 (C8)** : Room 111. BOITO, P.: Eigenvalue Computation using Quasiseparable Structure (pág. 46).

12:15 – 1:00 p.m. : Almuerzo / Lunch.

1:00 p.m. Salida para el Paseo del Evento / Departure for Conference Tour

3:00 – 4:00 p.m.: Paseo del evento / Conference tour
Tour at Poas Volcano, Alajuela.

4:30 Transfer to “¿Quieres?” Restaurant

5:00 – 9:00 p.m.: Cena del evento / Conference Dinner.

Viernes/Friday, 28

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial7 (T7)** : Room 111.

SARMIENTO, R. & GONZALEZ, F. & FLORES,, N.Y. & FALOPE,, E.M.: Las matemáticas financieras, su importancia en la toma de decisiones (pág. 144).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial8 (T8)** : Room 112.

REYES, E.: Árboles filogenéticos usando estadística algebraica (pág. 136).

8:00 A.M. – 10:00 A.M.: **Session: Tutorial9 (T9)** : Labo.

REYES, A.: Introducción al procesamiento digital de imágenes (pág. 137).

10:00 – 10:30 : Café / Coffee break.

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial7 (T7)** : Room 111.

SARMIENTO, R. & GONZALEZ, F. & FLORES,, N.Y. & FALOPE,, E.M.: Las matemáticas financieras, su importancia en la toma de decisiones (pág. 144).

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial8 (T8)** : Room 112.

REYES, E.: Árboles filogenéticos usando estadística algebraica (pág. 136).

10:30 A.M. – 11:30 A.M.: **Session: Tutorial9 (T9)** : Labo.

REYES, A.: Introducción al procesamiento digital de imágenes (pág. 137).

11:30 A.M. – 12:30 P.M.: **Session: Plenary Talk 9 (C9)** : Auditorium.

TOVAR, L.: Haciendo Mapas (pág. 153).

11:30 A.M. – 12:15 P.M.: **Session: Plenary Talk 10 (C10)** : Room 111.

HERNÁNDEZ, J. & DÍAZ, J. & ILYASOV,, Y.: Soluciones positivas y de frontera libre para problemas elípticos singulares y ecuación lineal de Schrödinger (pág. 101).

12:15 – 2:00 p.m.: Almuerzo / Lunch.

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Financial Mathematics (MF2)** : Auditorium.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. QUIRÓS, A. & TREJOS, J.: Estimación de la curva de rendimiento para Costa Rica usando metaheurísticas de optimización (pág. 131).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. VIALES, J.: Optimizar el stock de dinero en cajeros automáticos: Una aplicación de Redes Neuronales Artificiales (pág. 158).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. VÍQUEZ, J.: Metodología de Cálculo de Sostenibilidad para las Universidades Vía Cadenas de Markov (pág. 159).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Biomathematics (Bio4)** : Room 111.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. CASTELLANOS, V.: Limit cycles in a tritrophic food chain model with Holling functional responses (pág. 52).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. ARGÜELLO, O.: Emergent properties in biological systems: The irreversible behavior of the cell cycle Propiedades emergentes de los sistemas vivos: la irreversibilidad del ciclo celular (pág. 35).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. SAUCEDO, A. & GÓMEZ, J.M.: BioRacket (pág. 145).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Numerical Analysis (AN2)** : Room 112.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. NAVARRO, D.: Functions representation for a CAS (pág. 122).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. SEGURA, E.: Polynomial root finding via structured matrices (pág. 146).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. LOBO, J. & VILLALOBOS, M.: Funciones especiales y aproximación de la clotoide (pág. 108).

2:00 P.M. – 2:20 P.M.: **Session: Modeling (Mod4)** : Room 113.

2:00 P.M. – 2:20 P.M. BONATTI, J. & OLIVA, A. & FRUTOS, F.: Geodesics of the Kerr-like Metric (pág. 47).

2:20 P.M. – 2:40 P.M. FRUTOS, F. & GONZÁLEZ, K. & BONATTI, J.: Innermost Stable Circular Orbit of the Kerr-like Metric (pág. 73).

2:40 P.M. – 3:00 P.M. GONZÁLEZ, F. & GARCÍA, R. & FLORES, N.Y. & FALOPE, E.M.: El fenómeno del Espín Semientero, Cuaternios, y Matrices de Pauli (pág. 83).

3:00 P.M. – 3:45 P.M.: **Session: Plenary Talk 11 (C11)** : Auditorium.

SORIA, I.: Formación de familias y secuenciación de productos para 4 líneas de empaque de una empresa farmacéutica (pág. 150).

3:00 P.M. – 3:45 P.M.: **Session: Plenary Talk 12 (C12)** : Room 111.

MONROY, F. & GAUTHIER, J.P.: Optimal control of Goursat systems: hyperelliptic inputs for path planning (pág. 115).

3:50 P.M. – 4:35 P.M.: **Session: Plenary Talk 13 (C13)** : Auditorium.

SOLÍS, M. & LOUBES, J. & MARTEAU, C.: Rates of convergence in conditional covariance matrix estimation (pág. 148).

4:35 – 5:00 p.m.: Café / Coffee break.

5:00 – 6:00 p.m.: Clausura / Closing session.

Lista de contribuciones¹

1	ADLY, S.: Nonsmooth Dynamical Systems through Concrete Examples	23
2	AGUERO, N. & PÉREZ, A.: Simetría y Dualidad en la Teoría Matemática de la Música	24
3	AGUIRRE, B.: Estabilidad de sistemas por medio de polinomios Hurwitz Stability of Systems by means Hurwitz polynomials	25
4	ALVARADO, F. & CHAVARRÍA, J.: Comparación de la fracción de eyección ventricular izquierda y la deformación del miocardio para la temprana detección de disfunción sistólica: un enfoque de sobrevida bayesiano	26
5	AMAYA, J.: Mathematical modeling of industrial optimization problems	27
6	AMAYA, L. & TREJOS, J.: Clasificación de Datos Binarios aplicando un Algoritmo de Umbrales de Aceptación basado en Vecindarios	29
7	ARAYA, J. & TREJOS, J.: Estrategias de Aprendizaje Supervisado para la Detección de Fraudes en Seguros	30
8	ARCE, J. & RODRÍGUEZ, O.: Principal curves and surfaces to interval valued variables	31
9	ARGUEDAS, S.: La inteligencia fluida como predictor del rendimiento académico de estudiantes de primer en cursos iniciales de matemática universitaria: diseño de un modelo estructural	32
10	ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: Una demostración analítica de que $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$, $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/2^n)$ representan funciones no acotadas	34
11	ARGÜELLO, O.: Emergent properties in biological systems: the irreversible behavior of the cell cycle Propiedades emergentes de los sistemas vivos: la irreversibilidad del ciclo celular	35
12	AZIZ, W.: A remark about of the composition operators in the space of bounded Λ -variation functions in Waterman sense	36
13	BARBOZA, L.: Dos distintos enfoques en la estimación de procesos de memoria larga	37
14	BARKATOU, M.: Solving linear ordinary differential systems in closed form	38
15	BARTELS, S.: Costa Rica and Colombia in the Latin American context: Multilevel analysis of the variables associated with performance in mathematical literacy in PISA 2012	40
16	BERNÁBE, M. & MUÑOZ, F. & GONZÁLEZ, R. & RUIZ, J. & ESTRADA, M.: Problema de la mochila usando Lingo comparando con algoritmos genéticos en Python	42
17	BERNAL, E.: Regionalización hidrológica de caudales máximos instantaneos anuales y caudales medios anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana.	43
18	BERNARD, S. & BOUZA, G. & PIETRUS,, A.: Optimal control approaches for e-rumor	45
19	BOITO, P.: Eigenvalue computation using quasiseparable structure	46
20	BONATTI, J. & OLIVA, A. & FRUTOS, F.: Geodesics of the Kerr-like Metric	47
21	BONILLA, R.: Uso de modelos log-lineales de Poisson para el estudio de los homicidios en jóvenes inmigrantes nicaragüenses en Costa Rica	48
22	CALDERÓN, C.: Optimización multiobjetivo: Problemas con funciones objetivo particulares	49
23	CALVO, J. & WIDLUND, O.: Una escogencia adaptiva de restricciones primales para algoritmos BDDC	50

¹En estricto orden alfabético de acuerdo con el nombre del expositor de la contribución.

24	CASTELLANOS, V.: Limit cycles in a tritrophic food chain model with Holling functional responses .	52
25	CASTILLO, I. & MARÍN, G.: Análisis de la eficiencia de las unidades académicas de la Universidad de Costa Rica	53
26	CASTRO, M.: Aplicación del Teorema de Bayes. Caso: Empresa SOCRAM, problemas en relación a derrames de hidrocarburo en operación de tanques.	55
27	CENTENO, O. & GONZÁLEZ, A.: Factores de riesgo en la incidencia de diabetes en adultos mayores de Costa Rica	57
28	CERNY, M. & HLADÍK, M. & HORÁČEK, J.: EIV regression with uniformly bounded error distributions.	59
29	CESPEDES, A. & FERNÁNDEZ, L.: Medición de la percepción de la inseguridad en los estudiantes de secundaria en Costa Rica: una aplicación de los modelos multinivel	60
30	CHACÓN, A. & TREJOS, J.: Clasificación de datos simbólicos tipo histograma mediante sobrecalentamiento simulado	62
31	CHAN, F. & BONILLA, M.: Especificación de un modelo de regresión logística de respuesta binaria mediante la aplicación de heurísticas de optimización combinatoria	64
32	CHAVARRÍA, J. & FALLAS, J.J.: Estudio de modelos de propagación de enfermedades infectocontagiosas mediante algoritmos heurísticos/	65
33	DE LOS COBOS, S. & GUTIÉRREZ, M.A. & RINCÓN, E.A.: SC: an efficient algorithm for continuous optimization	67
34	CRUZ, C. & MIGON,, H.: Modelos DSGE con varianza no estructurada	68
35	EREU, T.: Order de Magnitude of Multiple Walsh-Fourier coefficients of functions of bounded p -variation on the sense Riesz	69
36	ESPAÑA, A. & PÉREZ, J.A.: El índice de Gini	70
37	FERNÁNDEZ, A.: Un modelo de ecuaciones estructurales Bayesiano: aplicación al rendimiento matemático en PISA 2012	71
38	FERNÁNDEZ, L.: A portfolio allocation study: copula-GARCH approach	72
39	FRUTOS, F. & GONZÁLEZ, K. & BONATTI, J.: Innermost Stable Circular Orbit of the Kerr-like Metric	73
40	GARCIA LEAL, J. & OBREGON, N. & HERRERA, E.: Clasificación Bayesiana de Hidrometeoros Bayesian Classification Hydrometeors	74
41	GARCIA, P.: Depresión en adultos mayores	76
42	GÓMEZ, J. & GONZÁLEZ, A.: Pluvial flood 3D simulation by cellular automata	78
43	GOMEZ, W. & MORENO, D. & BENJAMIN, R. & SALVATORE, G. & SERINALDI,, F.: Application of Archimedean copulas functions for the joint construction of IDF curves in a watershed from Baranoa municipality in the Department of the Atlantic.	79
44	GONZALEZ, R.: Un problema inverso de frontera libre en electrostática	81
45	GONZÁLEZ, F. & GARCÍA, R. & FLORES, N.Y. & FALOPE, E.M.: El fenómeno del espín semientero, cuaternios, y matrices de Pauli	83
46	GONZÁLEZ, O.: Una conexión entre la matemática financiera y la física cuántica	84
47	GONZÁLEZ, O.: El método de Adomian en la descripción del crecimiento de un tumor cerebral	85
48	GONZÁLEZ, O.: Solución de la ecuación de Schrödinger con un potencial atractivo-repulsivo	86

49	GONZALEZ, V.: Interbattery factor analysis via PLS: the missing data case	87
50	GORDILLO, M. & GONZALEZ, P.: Optimización de la blancura de un bagazo de caña para producción de pulpa blanca	89
51	GORDILLO, M. & VARGAS, G.A. & OSPINA, J.A. & LEYTON, S. & GONZALEZ, P.: Spatial analysis diatraea spp., in crops of sugar cane	91
52	GRANADOS, J. & CORDERO, G.: Generación de evidencia para la estructura de la gobernabilidad en Costa Rica mediante un análisis factorial confirmatorio de segundo orden	93
53	GRIGORIEVA, E. & EVGENII, L.: Optimal Control Problem for a Control Model of Ebola Epidemics	95
54	GUERRERO, J. & AZIZ, W. & MALDONADO, K. & MERENTES, N.: Operadores de composición (Nemytskij) - Operadores localmente definidos	96
55	GUIDO, R.: Diagnóstico de la circulación vehicular en el sector Nor-Este de la ciudad de León	98
56	GUTIÉRREZ, J.: Difusiones en una dimensión y polinomios ortogonales	99
57	HERNÁNDEZ, J. & DÍAZ, J. & ILYASOV,, Y.: Soluciones positivas y de frontera libre para problemas elípticos singulares y ecuación lineal de Schrödinger	101
58	HERNÁNDEZ, G.: Interpolación espacial óptima: el método kriging	102
59	HORÁČEK, J. & RADA, M. & HLADÍK, M.: Branch and bound approaches for parametric interval linear systems	103
60	JIMÉNEZ, F.: Creación de un prototipo para detectar contenido web asociado a temas de lavado de activos y financiación del terrorismo	104
61	JIMÉNEZ, A. & TREJOS, J.: Clasificación de datos binarios mediante heurísticas poblacionales	106
62	LARA, P. & GUTIÉRREZ, M.Á. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.: Clustering of iberic languages using soft graph coloring	107
63	LOBO, J. & VILLALOBOS, M.: Funciones especiales y aproximación de la clotoide	108
64	MAHDIS, S.: Transmuted Rayleigh distribution: model estimation and applications	109
65	MARTÍNEZ, J.: Estadística PRESS en la regresión PLS	110
66	MERCADO, J. & GUIDO, P.A. & MAY, G.: Characters droplet spray processes	112
67	MOLINA, J.: Modelado matemático híbrido con ecuaciones diferenciales, mezclas gaussianas y lógica difusa para modular la vía de esfingolípidos y la respuesta a la quimioterapia de una línea celular de leucemia.	113
68	MONROY, F. & GAUTHIER,, J.P.: Optimal control of Goursat systems: hyperelliptic inputs for path planning	115
69	MORA, R. & VÁZQUEZ-CORTÉS, A.A. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & PONSICH,, A. & LARA, P. & RAMÍREZ, J.: Modification of the Method of Musical Composition based on principles of evolutionary psychology	116
70	MORA, R. & CRUZ, C.J. & DE LOS COBOS, S. & RINCÓN, E.A. & GUTIÉRREZ, M.A. & PONSICH,, A. & LARA, P. & RAMÍREZ, J.: Hybrid algorithm for generating functions with applications in psychiatry / Algoritmo híbrido para la generación de funciones con aplicaciones en psiquiatría	118
71	MORALES, L.: Construcción de diseños sobresaturados de niveles mixtos óptimos vía una búsqueda tabú	120
72	MORALES, M. & PENNINGTON,, P.: Modelo epidemiológico de compartimientos para el mal de Chagas para una comunidad en Jutiapa, Guatemala.	121

73	NAVARRO, D.: Functions representation for a CAS	122
74	OTERO, J. & KRAVCHENKO, V. & TORBA, S.: Aproximación analítica a soluciones de ecuaciones parabólicas usando operadores de transmutación.	124
75	PÉREZ, J. & MÁRQUEZ, A.L.: La topología algebraica en los sistemas electorales	125
76	PÉREZ, J.: On the homology of Tanaka preferences.	126
77	PÉREZ, J. & GARCÍA, A. & VELASCO, P. & MAURICIO, J.M.: Using allegories to design pattern characterization	127
78	PULIDO, J. & CUEVAS, C.: Clasificación estadística dinámica.	128
79	QUINTAS, I.: Taller introducción al lenguaje R, una herramienta para el análisis de datos	129
80	QUINTERO, L.: Descriptor invariante a posición y escala en imágenes digitales utilizando la transformada de Fourier-Mellin.	130
81	QUIRÓS, A. & TREJOS, J.: Estimación de la curva de rendimiento para Costa Rica usando metaheurísticas de optimización.	131
82	RADA, M. & HLADÍK, M. & CERNÝ, M.: Several aspects of generalized linear-fractional programming without nonnegativity condition	132
83	RAMIREZ, M. & PRENDAS, J.P. & FIGUEROA, G. & MONTERO, M.: BIO-DENA. Detección de esporas de Nosema en abejas Africanizadas mediante el procesamiento de imágenes digitales.	133
84	REINECKE, J. & KLEINKE, K.: The estimation of trajectories of delinquency considering missing data techniques	135
85	REYES, E.: Árboles filogenéticos usando estadística algebraica	136
86	REYES, A.: Introducción al procesamiento digital de imágenes	137
87	RODRÍGUEZ, O.: Relación entre "big data", minería de datos, análisis de datos y estadística	138
88	SANCHEZ, F.: Nonlinear ordinary differential equation models of vector-borne diseases: the case of Chikungunya in Costa Rica	139
89	SÁNCHEZ, I. & BACA, G.I.: Un modelo para la acción colectiva: el caso del movimiento de San Salvador Atenco.	140
90	SANTAMARÍA, J.: Aplicación de series de tiempo en la evaluación de regímenes de pensiones	142
91	SARIN, R.: Narrow framing, expected utility, and ambiguity	143
92	SARMIENTO, R. & GONZALEZ, F. & FLORES, N.Y. & FALOPE, E.M.: Las matemáticas financieras, su importancia en la toma de decisiones	144
93	SAUCEDO, A. & GÓMEZ, J.M.: BioRacket	145
94	SEGURA, E.: Polynomial root finding via structured matrices	146
95	SILVERE, N. & BERNARD, S. & PIETRUS, A.: Diabetes, complications and limit cycles	147
96	SOLÍS, M. & LOUBES, J. & MARTEAU, C.: Rates of convergence in conditional covariance matrix estimation	148
97	SOLÍS, H. & BARRANTES, E.: Using the coupled logistic map in the distributed dynamics encryption	149
98	SORIA, I.: Formación de familias y secuenciación de productos para 4 líneas de empaque de una empresa farmacéutica	150
99	SULISZ, W.: On wave instabilities and freak waves	151

100 TORRES, R. & PEREZ, H.: Efficient use of forecasting techniques in linear programming model for production planning in a manufacturing plant	152
101 TOVAR, L.: Haciendo Mapas	153
102 URBÁN, L. & RAMÍREZ, J. & LÓPEZ, R.: Anticoloraciones en gráficas	154
103 UREÑA, P. & ALFARO, E.: Nuevos avances en la aplicación de metodologías de relleno de datos ausentes geofísicos.....	155
104 VÁZQUEZ, A. & MORA, R. & PONSICH, A.: Composition process in a society of musician.....	156
105 VIALES, J.: Optimizar el stock de dinero en cajeros automáticos: Una aplicación de Redes Neuronales Artificiales	158
106 VÍQUEZ, J.: Metodología de Cálculo de Sostenibilidad para las Universidades Vía Cadenas de Markov	159
107 WALSH, A.: Fluid limits of many-server queues with abandonments, general service time and continuous patience distributions.....	160

Nonsmooth Dynamical Systems through concrete examples^I

Sistemas Dinámicos no suaves a través de ejemplos concretos

ADLY, SAMIR^{II}

France

Nonsmooth dynamical systems is a part of differential inclusions. With the emergence of many engineering applications, nonsmooth dynamical systems have played a central role in the understanding of many phenomena. The mathematical formulation of the unilateral dynamical system involved inequality constraints and necessarily contains natural nonsmoothness. The nonsmoothness could originate from the discontinuous control term, or from the environment of the system e.g. impact with dry friction in mechanical systems. Due to the lack of smoothness, classical mathematical methods are applicable only to a limited amount and require naturally extensions for both analytical and numerical methods by using modern tools of variational analysis. In this talk, we will review the following class of problems: i) Linear Complementarity Systems and their applications in electrical circuits ii) Evolution Variational inequalities and their applications in mechanics iii) Moreau's sweeping process

Keywords: Optimization, nonsmooth dynamics, variational analysis,

^IMartes/Tuesday, 11:15 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 2

^{II}Laboratoire XLIM, Université de Limoges, 123, avenue Albert Thomas, France, samir.adly@unilim.fr

Simetría y Dualidad en la Teoría Matemática de la Música^I

AGÜERO, NANCY^{II}

Pérez, Juan Antonio^{III}

México

Mathematics and Musica share some properties that characterize them in a natural way, and the most notorious of these coincidences is that both of them are abstract. This abstraction is, of course, the responsible for their enormous power in their respective fields.

This work is devoted to develop some other common properties as duality and symmetry, based on Bartok's chromatic scale. The attention is concentrated in the Mathematics Music Theory proposed by Guerino Mazola, who's foundations can be found in the Mathematics Theory of Toposes. We develop some algebraic and geometric properties of the chromatic scale based on the equivariant properties of musical objects such as motives and triads. Duality extends to the Riemman's group PLR as it is shown.

Keywords: Categories, groups, manifolds, scales.

Resumen

La matemática y la música comparten características que las identifican de forma natural y la más notable de las coincidencias es la abstracción, misma que además les proporciona el gran poder que ambas poseen en sus respectivos ámbitos.

El presente trabajo se explotan otras similitudes como son la dualidad y la simetría, tomando como base la escala cromática de Bartok, con orígenes en la escala pitagórica. Se concentra la atención en la propuesta de Teoría Matemática de la Música de Guerino Mazzola, que tiene sus cimientos en la Teoría Matemática de Toposes. Desarrollamos algunas propiedades algebraicas y geométricas de la escala cromática en base a las características equivariantes de objetos musicales como los motivos y las triadas. Se muestra que la dualidad se extiende al grupo Riemmaniano PLR.

Palabras clave: Categorías, grupos, variedades, escalas.

References

- [1] Mazzola, G. (2002) "The Topos of Music: Geometric Logic of concepts, Theory and Performance". Birkhäuser, Basel.
- [2] Bigo, L. et al (2013) "Computation and visualization of Musical Structures in chord-based simplicial complexes". MCM 2013, Springer Verlag, Heildeberg.
- [3] Crans, A. S. et al. (2008) "Musical Actions of Dihedral Groups" arXiv:0711.1873v2.

^IMartes/Tuesday, 2:00 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. a La Bufa S. N., México, mailto:nancy_5762@hotmail.com

^{III}Univeridad Autónooma de Zacatecas, Carr. a La Bufa S. N., México, japerez@uaz.edu.mx

Stability of Systems by means Hurwitz polynomials^I

Estabilidad de sistemas por medio de polinomios Hurwitz

AGUIRRE HERNÁNDEZ, BALTAZAR^{II}

México

A polynomial is Hurwitz polynomial if all of its roots have negative real part. The importance of the Hurwitz polynomials is due to the stability of linear systems can be verified by means of them: if the corresponding characteristic polynomial is Hurwitz polynomial then the system is stable.

In this talk we will give different criteria for checking if a polynomial is Hurwitz polynomial.

Keywords: Hurwitz polynomial, stable system.

Resumen

Se dice que un polinomio es polinomio Hurwitz si todas sus raíces tienen parte real negativa. La importancia de los polinomios Hurwitz es debido a que la estabilidad de un sistema lineal de ecuaciones diferenciales puede estudiarse por medio de ellos: si el correspondiente polinomio característico es polinomio Hurwitz entonces el sistema es estable.

En esta conferencia daremos varios criterios para saber si un polinomio es Hurwitz o no.

Palabras clave: polinomios Hurwitz, sistemas estables.

^IMiércoles/Wednesday, 3:45 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana, Avenida San Rafael Atlixco #186, Colonia Vicentina, México, bahe@xanum.uam.mx

Comparación de la fracción de eyección ventricular izquierda y la deformación del miocardio para la temprana detección de disfunción sistólica: un enfoque de sobrevida bayesiano^I

ALVARADO, FERNANDA^{II} Chavarría, Jorge^{III}

Costa Rica

The purpose of the study is to analyze the association between the measures of myocardial deformation and fraction ejection and the development of secondary cardiotoxicity after the use of anthracyclines and/or Trastuzumab, to show if any of the measures used gives earlier evidence systolic dysfunction. The cases of 26 women diagnosed with breast cancer and positive HER-2 receptor, candidates to be prescribed anthracyclines and/or Trastuzumab according to the hospital medical criterions were analyzed. To contrast the detection power of the methods of systolic dysfunction the time until the first detection of cardiotoxicity is used. Through Bayesian estimation these times are described using a parametric survival model with Weibull distribution. It is concluded that the myocardial deformation provides earlier evidence of systolic dysfunction than the ejection fraction obtained through 3D echocardiogram. The survival median for the first method is less than 3 months and for the second is almost 10 months.

Keywords: Cardiotoxicity, ejection fraction, myocardial deformation, survival, bayesian estimation.

Resumen

El objetivo del estudio es analizar la asociación entre las mediciones de la deformación miocárdica y fracción de eyección ventricular y el desarrollo de cardiotoxicidad secundaria al uso de antraciclina y/o Trastuzumab, con el fin de mostrar si alguna de las medidas brinda evidencia más temprana de disfunción sistólica. Se analizaron 26 casos de mujeres diagnosticadas con cáncer de Mama receptor HER-2 positivo candidatas a recibir trastuzumab según los criterios médicos del centro hospitalario. Se propone como medida objetivo para contrastar la detección temprana de disfunción sistólica el tiempo de sobrevida a la primera detección de cardiotoxicidad de acuerdo con los dos indicadores utilizados. Mediante estimación bayesiana se describen estos tiempos a través un modelo de sobrevivencia paramétrico con distribución Weibull. Se obtiene que la deformación miocárdica brinda información más temprana sobre disfunción sistólica que la fracción de eyección ventricular obtenida mediante ecocardiograma 3D. La mediana de sobrevida para el primer método es de menos de 3 meses, mientras que para el segundo es de casi 10.

Palabras clave: Cardiotoxicidad. fracción de eyección, deformación miocárdica, sobrevivencia, estimación bayesiana.

^IMiércoles/Wednesday, 2:40 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, feralvarado48@gmail.com

^{III}CCSS, Costa Rica, jorgechv@yahoo.com

Mathematical modeling of industrial optimization problems^I

AMAYA, JORGE^{II}

Chile

We address three optimization problems arising from the industry: Mine Planning Production Scheduling; Crew Scheduling for Train Transportation; and Optimal Resource Allocation in Public Education Systems.

Keywords: Real World Optimization Problems, Linear and Combinatorial Optimization.

Resumen

Mostraremos tres aplicaciones de Optimización a problemas reales: Planificación minera; Asignación de Tripulaciones en Transporte Ferroviario; y Asignación Óptima de Recursos en Educación Pública.

Palabras clave: Problemas reales de Optimización, Optimización Lineal y Combinatorial.

Contenido:

a) Planificación minera

Cuatro versiones del problema de extracción de mineral a cielo abierto (visto como problema de optimización binaria de gran tamaño).

- Envolverte final
- Envolverte final con capacidad máxima
- Problema de secuencia de extracción
- Modelo con reserva a la vista

Se estudiará la forma de escribir matemáticamente estos problemas de optimización binaria, así como sus desafíos de resolución numérica.

b) Asignación de Tripulaciones en Transporte Ferroviario

Se plantea, a través un modelo matemático de optimización entera, el problema de asignación de conductores a viajes en tren. El modelo considera las restricciones y requerimientos operacionales, legales y contractuales, ente otros. Se trata de modelos de gran tamaño, que deben ser resueltos de manera aproximada usando una combinación entre Programación Lineal Entera heurísticas.

- Modelo matemático de diagramación de viajes
- Modelo de asignación de conductores al diagrama
- Uso de “local search” para balancear equilibrar la asignación

^IJueves/Thursday, 8:00 a.m., Room 111, Session: Tutorial4

^{II}Center for Mathematical Modeling, Universidad de Chile, Av. Beauchef 851, Edif. Norte, of. 711, Santiago, Chile, jamaaya@dim.uchile.cl

c) Asignación Óptima de Recursos en Educación Pública

Dada una distribución espacial de la demanda por educación (población infantil en una región geográfica), se plantea el problema de localizar las escuelas de manera óptima en el territorio considerado. Se determina además la estructura de esta oferta educacional, es decir, los ciclos o niveles ofrecidos, las vacantes disponibles en cada escuela y grado, así los recursos humanos (hora docentes) necesarios para entregar el servicio educacional

- Modelo matemático de optimización entera mixta
- Heurísticas de resolución
- Posibles extensiones del modelo

Clasificación de Datos Binarios aplicando un Algoritmo de Umbrales de Aceptación basado en Vecindarios^I

AMAYA BRICEÑO, LUIS EDUARDO^{II} Trejos Zelaya, Javier^{III}

Costa Rica

Classification methods consist of a series of strategies that seek to determine groups, under the general principle that objects (individuals) belonging to the same group, present characteristics more similar to each other (with respect to some selected criteria previously), compared with individuals who were assigned to other groups. Because the methods are optimal partitioning optimize local criterion, we have sought to improve the use of heuristics optimización combinatorial methods as Simulated overheating, tabu search, or acceptance thresholds among others, have provided superior results to those obtained with classical methods such as k-means, clouds or dynamic ranking. In this paper we focus on the classification of binary data using an algorithm acceptance thresholds, since the implementation of this objective has metaheurísticas It has been very limited. Based on the concept of neighborhood algorithm was implemented using two aggregation criteria

Keywords: Data classification, acceptance thresholds, aggregation criteria..

Resumen

Los métodos de clasificación consisten en una serie de estrategias que buscan determinar grupos, bajo el principio generalizado de que los objetos (individuos) pertenecientes a un mismo grupo, presenten características de mayor similitud entre sí (con respecto a algún criterio seleccionado previamente), comparado con los individuos que quedaron asignados a otros grupos. Debido a que los métodos de particionamiento encuentran óptimos locales del criterio a optimizar, se ha buscado mejorarlos con el uso de heurísticas de optimización combinatoria, métodos como el sobrecalentamiento simulado, búsqueda tabú, o umbrales de aceptación entre otros, han brindado resultados superiores a los que se obtienen con los métodos clásicos como k-medias, nubes dinámicas o clasificación jerárquica. En el presente trabajo nos enfocamos en la clasificación de datos binarios aplicando un algoritmo de umbrales de aceptación, ya que la implementación de metaheurísticas con dicho objetivo ha sido muy escasa. Se implemento un algoritmo basado en el concepto de vecindarios, utilizando dos criterios de agregación.

Palabras clave: Clasificación de datos, umbrales de aceptación, criterios de agregación..

^IMartes/Tuesday, 3:45 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}Universidad de Costa Rica, Liberia, Guanacaste, Costa Rica, solomandalo@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica,Decano Facultad de Ciencias Universidad de Costa Rica. javier.trejos@ucr.ac.cr

Estrategias de aprendizaje supervisado para la detección de fraudes en seguros^I

ARAYA QUIRÓS, JENNIFER IRENE^{II} Trejos Zelaya, Javier^{III}

Costa Rica

Este proyecto se desarrolla con datos proporcionados por el Instituto Nacional de Seguros, sobre reclamos del seguro voluntario de automóviles que han sido investigados por sospecha de fraude y para los cuales se cuenta con el resultado de la investigación (fraude o no fraude).

Entre los datos recopilados se cuenta con variables cualitativas y cuantitativas ordinales, por lo que se prepararon dos bases de datos, una con variables cualitativas y otra con variables cuantitativas. En el primer caso se programó el algoritmo de Fisher para la partición óptima de datos en el software estadístico R, lo que permitió crear categorías agrupadas para los valores en cada una de las variables cuantitativas, convirtiéndolas en cualitativas. En el segundo caso, las variables cualitativas se cuantificaron mediante el código disyuntivo completo.

Con las variables predictoras cualitativas se crearon los árboles de decisión C5.0 y CART, así como el modelo Bayes ingenuo, mientras que las variables predictoras cuantitativas permitieron crear los modelos de k vecinos más cercanos y regresión logística. Para esto se utilizaron paquetes y funciones de R, tales como la función `C5.0()` del paquete `C50`, la función `rpart()` del paquete `rpart`, `naiveBayes()` del paquete `e1071`, la función `knn()` de `class`, y `glm()` del paquete `stats`, entre otros.

Finalmente, se aplican los algoritmos sobre registros que no se utilizaron en la fase de entrenamiento y de esta forma se obtienen indicadores como el porcentaje de clasificaciones correctas y el área bajo la curva ROC, que permiten comparar la eficacia en la predicción.

Keywords: Supervised learning, software R, optimal classification, Fisher algorithm, C5.0, CART, naive Bayes, k nearest neighbors, logistic regression, percentage of correct classifications, ROC curve.

Palabras clave: Aprendizaje supervisado, software R, clasificación óptima, algoritmo de Fisher, C5.0, CART, Bayes ingenuo, k vecinos más cercanos, regresión logística, porcentaje de clasificaciones correctas, curva ROC.

References

- [1] Lantz, B. (2013) *Machine Learning with R*. Packt Publishing, Birmingham.
- [2] Ledolter, J. (2013) *Data Mining and Business Analytics with R*. Wiley, Iowa City.
- [3] Trejos, J.; Castillo, W.; González, J. (2014) *Análisis Multivariado de Datos: Métodos y Aplicaciones*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.

^IMartes/Tuesday, 3:45 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}UCR, La Trinidad de Moravia, Costa Rica, jennifer.arayaquiros@ucr.ac.cr

^{III}Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. javier.trejos@ucr.ac.cr

Principal curves and surfaces to interval valued variables^I

ARCE GARRO, JORGE^{II} Rodríguez Rojas, Oldemar^{III}

Costa Rica

In this paper we propose a generalization to symbolic interval valued variables of the Principal Curves and Surfaces method proposed by T. Hastie in [4]. Given a data set X with n observations and m continuous variables the main idea of Principal Curves and Surfaces method is to generalize the principal component line, providing a smooth one-dimensional curved approximation to a set of data points in R^m . A principal surface is more general, providing a curved manifold approximation of dimension 2 or more. In our case we are interested in finding the main principal curve that approximates better symbolic interval data variables. In [2] and [3], the authors proposed the Centers and the Vertices Methods to extend the well known principal components analysis method to a particular kind of symbolic objects characterized by multi-valued variables of interval type. In this paper we generalize both, the Centers and the Vertices Methods, finding a smooth curve that passes through the middle of the data X in an orthogonal sense. Some comparisons of the proposed method regarding the Centers and the Vertices Methods are made, these were done using the RSDA package using Ichino and Interval Iris Data sets, see [8] and [1]. To make these comparisons we have used the cumulative variance and the correlation index.

Keywords: Interval-valued variables, Principal Curves, Symbolic Data Analysis.

Palabras clave: Variables tipo intervalo, curvas principales, análisis de datos simbólicos.

References

- [1] Hastie, T. (1984). *Principal Curves and Surface* Ph.D Thesis Stanford University.
- [2] Rodríguez, O. (2000). *Classification et Modèles Linéaires en Analyse des Données Symboliques*. Ph.D. Thesis, Paris IX-Dauphine University.
- [3] Billard, L. & Diday, E. (2006). *Symbolic Data Analysis: Conceptual Statistics and Data Mining* John Wiley & Sons Ltd, United Kingdom.
- [4] Rodríguez, O. with contributions from Calderon, O. and Zuñiga, R. (2014). "RSDA - R to Symbolic Data Analysis. R package version 1.2." <http://CRAN.R-project.org/package=RSDA>.
- [5] Hastie, T. & Weingessel, A. (2014). "princurve - Fits a Principal Curve in Arbitrary Dimension. R package version 1.1–12" <http://cran.r-project.org/web/packages/princurve/index.html>.

^IMartes/Tuesday, 4:50 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}BNCR, Heredia, Costa Rica, jaag2486@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, CIMPA, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, oldemar.rodriguez@ucr.ac.cr

La inteligencia fluida como predictor del rendimiento académico de estudiantes de primer en cursos iniciales de matemática universitaria: diseño de un modelo estructural^I

ARGUEDAS, SILVIA MARÍA^{II}

Costa Rica

Desde diferentes posiciones teóricas y con distintas técnicas de análisis de datos se ha logrado obtener evidencia empírica sobre los factores que afectan dicho rendimiento, sin embargo, son escasos los estudios que abordan los posibles factores explicativos del rendimiento académico en cursos iniciales de matemática universitaria. La inteligencia fluida (IF) ha sido considerada como predictor del rendimiento académico en matemática (Primi, Ferrão y Almeida, 2010). Se entiende por inteligencia fluida la capacidad de resolver problemas nuevos y pocos estructurados que no requieren de procedimientos aprendidos previamente; en caso contrario, la inteligencia cristalizada (Gc) se refiere a la capacidad de aplicar métodos y procedimientos previamente aprendidos para enfrentar a situaciones problemáticas (Colom, 2012).

La IF es un requisito previo para la resolución de problemas nuevos y para hacer frente a situaciones desconocidas, principalmente para aquellas situaciones que exigen al estudiante nuevos conocimientos y consecuentemente, la obtención de nuevas ideas; se caracteriza por la capacidad de percibir y manipular las relaciones (Cattell, 1963; De Juan-Espinosa, 1997).

Actualmente se desconocen las variables que contribuyen a predecir el bajo rendimiento académico en cursos iniciales de matemática, de los estudiantes de primer ingreso a la universidad que han mostrado alto potencial académico y poseen insuficientes conocimientos matemáticos. La teoría y la investigación previa sobre las diferencias de rendimiento académico señalan a la inteligencia fluida como un predictor potencial. Sin embargo, la evidencia disponible en el contexto costarricense es escasa, por lo que surge la necesidad de obtener información para dar respuesta a esa laguna.

A través de modelos de ecuaciones estructurales (Structural Equation Modeling, SEM) se ha logrado identificar que la teoría de inteligencia fluida está asociada con la capacidad de almacenamiento de información que posee un individuo, permitiéndole mantener activamente trozos distintos de información y construir flexiblemente enlaces relevantes para la tarea entre ellos (Chuderski, Taraday, Necka y Smolén, 2011). Cuanto mayor conocimiento un estudiante tenga almacenado en su memoria, mayor será el potencial para enfrentar situaciones clasificadas como problema. En matemática sin acceso a una base sólida de conceptos matemáticos no es posible abordar el pensamiento matemático (Fossati, 2007). Los SEM requieren conocimientos sobre álgebra de matrices, solución de sistemas de ecuaciones lineales, métodos estadísticos de estimación de modelos y bondad ajuste. Es conocida como una de las técnicas multivariantes más potentes para el estudio de relaciones causales sobre datos no experimentales cuando las relaciones son de tipo lineal.

Después de un profundo estudio teórico se estableció una matriz hipotética con las posibles relaciones causales entre un conjunto de variables latentes, entre las cuales se consideraron a la inteligencia fluida y al rendimiento académico. Se pretende comprobar que la teoría de inteligencia fluida tiene un efecto en el rendimiento controlando variables no cognitivas como la autoeficacia, la ansiedad matemática, la impulsividad y la responsabilidad.

^IMartes/Tuesday, 5:30 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}UCR, Heredia, Costa Rica, smarguedas@gmail.com

El modelo establece 7 variables latentes (no observables directamente), dos endógenas (η) y 5 exógenas (ξ). Por un lado, entre las variables endógenas se encuentran la inteligencia cristalizada (IC, “[Warning: Image ignored]”) y el rendimiento académico (RA, “ η_2 ”); por otro lado, las variables exógenas corresponden a la inteligencia fluida (IF, “ ξ_1 { }”), responsabilidad (RESP, “ ξ_2 ”), ansiedad matemática (ANS, “ ξ_3 ”), autoeficacia general (AU, “ ξ_4 ”) e impulsividad (IMP, “ ξ_5 ”). Las variables endógenas tienen asociado un error de medición “ ζ_q ” ($q = 1$ a $q = 2$) y para sus respectivos indicadores endógenos (j) se le asocia un error “ ε_j ”. A las variables exógenas se le asocia el error de medición a cada uno de sus respectivos indicadores exógenos (i), representados por “ δ_i ” ($i=1$ a $i=17$).

Los modelos estructurales incluyen dos componentes: el modelo estructural (compuesto por las variables latentes) y el modelo de medición (incluye las variables latentes con sus indicadores X_i y Y_j). Se debe reiterar que las variables latentes son variables no observadas las cuales resultan de las covarianzas entre dos o más indicadores. Por lo que las ecuaciones del modelo de medición y estructural se resumen en el siguiente cuadro.

Modelo de medición variable exógena	Modelo de medición variable endógena
$X_i = \lambda_{i1}X*IF + \delta_i \quad (i = 1,2,3,4)$	$Y_j = \lambda_{j1}Y*IC + \varepsilon_j \quad (j = 1,2,3)$
$X_i = \lambda_{i2}X*RESP + \delta_i \quad (i = 5,6,7,8)$	$Y_j = \lambda_{j2}Y*IC + \varepsilon_j \quad (j = 4,5,6,7,8)$
$X_i = \lambda_{i3}X*ANS + \delta_i \quad (i = 9,10,11)$	
$X_i = \lambda_{i4}X*AU + \delta_i \quad (i = 12,13,14)$	
$X_i = \lambda_{i5}X*IMP + \delta_i \quad (i = 15,16,17)$	
λ_{ip} = Coeficientes factoriales de X en ξ	λ_{jq} = Coeficientes factoriales de Y en η
Modelo Estructural	
$\eta_1 = \gamma_{11}*IF + \zeta_1$	
$\eta_2 = \beta_{21}*IC + \gamma_{21}*IF + \gamma_{22}*RESP + \gamma_{23}*ANS + \gamma_{24}*AU + \gamma_{25}*IMP + \zeta_2$	
γ_{qp} : Relación entre las variables latentes exógenas “ ξ ” con las endógenas “ η ”	
β_{21} : Relación entre las variables latentes endógenas RA e IC	

Con este modelo se pretende probar la hipótesis de que los estudiantes de primer ingreso a la educación superior con alta inteligencia fluida tendrán mejor rendimiento académico en cursos iniciales de matemática que aquellos estudiantes con niveles menores de inteligencia fluida, al controlar posibles efectos de variables mediadoras. Se pretende estimar los parámetros del modelo con el método de máxima verosimilitud (ML), ya que este método maximiza la probabilidad de los parámetros a partir de los datos empíricos y trata de minimizar las discrepancias entre cada elemento de la matriz de varianzas – covarianzas observada (“ S ”) y el correspondiente en la matriz predicha de varianzas y covarianzas (“ $\hat{\Sigma}$ ”). En el modelado de ecuaciones estructurales se utiliza la matriz de covarianza de las variables observadas y está en función de ocho matrices: B (relaciones entre las variables η); Γ (relaciones entre las variables ξ con las variables η); Φ (matriz de varianzas – covarianzas entre variables ξ); Λ_x (matriz con los coeficientes factoriales de X en ξ); Λ_y (matriz con los coeficientes factoriales de Y en η); Θ (δ (matriz de varianzas-covarianzas errores δ); Θ_ε (matriz de varianzas-covarianzas de los errores de medición ε)).

Con este modelo se pretende concluir que la inteligencia fluida explica el rendimiento académico a través de la inteligencia cristalizada, es decir tiene un efecto indirecto sobre el rendimiento académico en cursos iniciales de matemática universitaria. No obstante, se tendría evidencia que el nivel de inteligencia fluida que posee un estudiante de primer ingreso a la universidad, tiene un efecto positivo sobre el rendimiento académico en cursos iniciales de matemática universitaria, a pesar de una deficiente formación matemática en la educación secundaria.

Keywords: Fluid intelligence, crystallized intelligence, academic performance, initial university mathematics courses, structural equation modeling.

Palabras clave: Inteligencia fluida, inteligencia cristalizada, rendimiento académico, cursos iniciales de matemática universitaria, modelos de ecuaciones estructurales.

Una demostración analítica de que $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$, $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/2^n)$ representan funciones no acotadas^I

ARGUEDAS TROYO, VERNOR^{II} Castro Fernández, Edwin^{III}

Costa Rica

The original Hardy function $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$ is a very interesting example of a non bounded slow growing function that closely resembles an almost periodic function. It has a sin expansion, a countably spectral values and it is a uniformly continuous function. We present an analytical proof that $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$ and $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/2^n)$ are unbounded. We define two methods: downwards and upwards in order to proof the results.

Keywords: Almost periodic functions, Hardy functions slow growing function, Haraux theorem.

Resumen

La función original de Hardy $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$ es un ejemplo muy interesante de una función no acotada de crecimiento lento que se parece mucho a una función cuasiperiódica: admite una expansión en senos, tiene una cantidad numerable de valores espectrales y es uniformemente continua. En este artículo demostramos por medio de métodos analíticos que $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/n)$ and $\sum \frac{1}{n} \text{sen}(x/2^n)$ son funciones no acotadas. Para ello definimos dos métodos: hacia abajo y hacia arriba.

Palabras clave: funciones cuasiperiódicas, funciones de Hardy, funciones de crecimiento lento, teorema de Haraux.

References

- [1] Arguedas, Vernor, Castro Edwin (2012) “Las funciones del tipo Hardy-Littlewood y su relación con las funciones cuasiperiódicas”, *XVIII SIMMAC*, San José, Costa Rica.
- [2] Arguedas, Vernor, Castro Edwin (2014) “Un teorema del tipo Gelfand-Wiener para funciones cuasiperiódicas de varias variables”, *XIX SIMMAC*, San José, Costa Rica.

^IMiércoles/Wednesday, 2:40 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}UCR, San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica, vernor.arguedas@ucr.ac.cr

^{III}UCR, Costa Rica, hyperion32001@gmail.com

Emergent properties in biological systems: the irreversible behavior of the cell cycle^I

Propiedades emergentes de los sistemas vivos: la irreversibilidad del ciclo celular

ARGÜELLO MIRANDA, ORLANDO^{II}

Costa Rica

Cells usually grow and divide following a precise sequence of events. First, they replicate their DNA, and then, they undergo cell division. The transitions between these cellular processes seem to be intuitively irreversible. However, is the cell cycle really irreversible? What properties in a living system produce such a behavior? By representing biochemical reactions as ordinary differential equations, we created a generic model for cell cycle transitions. In this context, irreversibility is shown to be an emergent property of the system.

Keywords: Bio-mathematics, cell cycle, cell division.

Resumen

Las células crecen y se dividen siguiendo una secuencia de eventos. Primero, el material genético es replicado y luego la división celular ocurre. Las transiciones entre estos procesos celulares parecen ser irreversibles a primera vista, sin embargo, lo son realmente? que tipo de propiedades en un sistema vivo son responsable de crear irreversibilidad? En este estudio hemos creado un modelo matemático de las transiciones del ciclo celular. Las reacciones bioquímicas esenciales de la célula son representadas como ecuaciones ordinarias diferenciales. De acuerdo con el modelo, la irreversibilidad es una propiedad emergente del sistema.

Palabras clave: Bio-matemáticas, ciclo celular, división celular.

^IViernes/Friday, 2:20 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}LANOTEC, , Costa Rica, alejandrolvido@gmail.com

A remark about of the composition operators in the space of bounded Λ -variation functions in Waterman sense^I

AZIZ, WADIE^{II}

Venezuela

Mostramos una generalización uniformemente continua del operador de composición (Nemytskij) que actúa en el espacio de las funciones de Λ -variación acotada como en los artículos [1, 2]. En este artículo también extendemos los resultados obtenidos recientemente in [1, 2] y [4] para el espacio de Λ -variación acotada en el sentido de Waterman.

Keywords: Λ -variation in the sense of Waterman, uniformly continuous operator, regularization.

Resumen

We demonstrate the generalization of uniform continuous of the composition operators in the space of the bounded Λ -variation functions [1, 2]. In this paper we extend the result obtained recently in [1, 2] and [4] the space of bounded Λ -variation in the sense Waterman [?].

Palabras clave: Funciones con Λ -variación acotada en el sentido de Waterman, operador uniformemente continua.

References

- [1] J. A. Guerrero, J. Matkowski, N. Merentes and J. L. Sánchez, *Uniformly continuous set-valued composition operators in the spaces of functions of the Wiener bounded p -variation*, J. Math. Appl. (2009) 1–5.
- [2] J. A. Guerrero, H. Leiva, J. Matkowski and N. Merentes, *Uniformly continuous composition operators in the space of bounded φ -variation functions*, Nonlinear Analysis, (2010) 3119–3123.
- [3] V. V. Chistyakov, *Mappings of Generalized Variation and Composition Operators*, Journal of Math. Sci. (2002), no. 2, 2455–2466.
- [4] J. Matkowski, *Uniformly continuous superposition operators in the space of bounded variation functions*, Math. Nach., Vol. 283, Iss. 7, (2010), 1060–1064.
- [5] V. V. Chistyakov and O.M. Solycheva *Lipschitzian Operators of Substitution in the Algebra ΛBV* , J. Diff. Equat. and Applic. (2003), 407–416.
- [6] M. I. Dyachenko, *Waterman classes and spherical partial sums of double Fourier series*, Anal. Math., (1995), 3–21.

^IMiércoles/Wednesday, 5:10 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Universidad de Los Andes, Urb. El Prado, Edif. Guamacho, Piso 03, Apart. 3-A3, Trujillo Estado Trujillo, Venezuela, wadi@ula.ve

Dos distintos enfoques en la estimación de procesos de memoria larga^I

BARBOZA CHINCHILLA, LUIS^{II}

Costa Rica

In this talk we give two alternatives under the parameter estimation of long-memory processes in two particular cases: the frequentist solution using GMM methods of the fractional Ornstein-Uhlenbeck SDE and the Bayesian solution of hierarchical linear models driven by fractional Gaussian noise. In the latter case, we give a brief description of the application published in [1].

Keywords: Statistics, Long Memory processes, Bayesian hierarchical models.

Resumen

En esta charla se dará dos alternativas de la estimación paramétrica de procesos de memoria larga en dos casos particulares: la solución frecuentista usando métodos GMM para la SDE fraccional de Ornstein-Uhlenbeck y la solución bayesiana de modelos lineales jerárquicos dirigidos por un ruido Browniano fraccional. En este último caso, se dará un breve descripción de la aplicación publicada en [1].

Palabras clave: Estadística, procesos de memoria larga, modelos Bayesianos jerárquicos.

References

- [1] Barboza, L., Li, B., Tingley, M. and Viens, F. (2014) “Reconstructing past temperatures from natural proxies and estimated climate forcings using short- and long-memory models”. *Annals of Applied Statistics*. **8**:4, 1966-2001.

^IMiércoles/Wednesday, 2:00 p.m., Room 113, Session: Probability

^{II}Universidad de Costa Rica, CIMPA, Costa Rica, luisalberto.barboza@ucr.ac.cr

Solving linear ordinary differential systems in closed form^I

BARKATOU, MOULAY^{II}

France

We will consider linear *scalar* differential equations of arbitrary order n of the form:

$$(E) \quad y^{(n)}(x) + a_{n-1}(x)y^{(n-1)}(x) \dots + a_0(x)y(x) = b(x)$$

where b and the coefficients a_i 's are in some *differential field* \mathbf{K} , e.g. $\mathbf{K} = \mathbb{C}(x)$, or, systems of first order linear differential equations:

$$(S) \quad Y' = AY + \mathbf{b}$$

with $Y = {}^t(y_1, \dots, y_n)$, $A = (a_{ij}) \in M_n(\mathbf{K})$, $\mathbf{b} = {}^t(b_1, \dots, b_n) \in \mathbf{K}^n$.

A solution of (E) (resp. (S)) is a function y (resp. a vector Y whose components are) in \mathbf{K} or in an differential extension of \mathbf{K} , which satisfies (E) (resp. (S)).

Closed form solutions are solutions that can be written in terms of functions in some differential extension of \mathbf{K} using: field operations (+, −, ×, /), algebraic extensions $\sqrt{}$, composition \circ , differentiation $'$, integration $\int dx$.

For example the solutions of the second-order differential equation:

$$y'' + \frac{x}{x^2 - 1}y' - \frac{1}{2\nu^2(x^2 - 1)}y = 0?$$

are given by

$$y = c_1 \exp\left(\int \frac{dx}{2\nu\sqrt{x^2 - 1}}\right) + c_2 \exp\left(\int \frac{-dx}{2\nu\sqrt{x^2 - 1}}\right)$$

This is an example of the so-called *Liouvillian solutions*.

More *general closed form solutions* can be expressed in terms of well know special functions (see [1]): Airy, Bessel, Hermite, Legendre, Laguerre, Kummer, Whittaker, ${}_2F_1$ -hypergeometric functions, etc.

For example the solutions of the equation $y''' - 4xy' - 2y = 0$ can be written as

$$y = c_1(A_1(x))^2 + c_2A_1(x)A_2(x) + c_3(A_2(x))^2$$

where A_1, A_2 are two linearly independent solutions of $y'' - xy = 0$ (*Airy Equation*).

Open Problem: Given any linear differential equation with rational function coefficients, decide if it is solvable in closed form, and if so, find its closed form solutions.

Note that it is possible to decide with the help of differential Galois theory whether or not *Liouvillian* solutions exist ([?]).

The main purpose of this mini-course is to present an overview of various methods to compute closed form solutions of systems of linear differential equations with rational function coefficients. We describe briefly the

^IMiércoles/Wednesday, 8:00 a.m., Room 111, Session: Tutorial I

^{II}XLIM CNRS, University of Limoges, 123 Avenue Albert Thomas 87060 Limoges Cedex France, France, moulay.barkatou@unilim.fr

main ideas with emphasis on the algorithms and their implementation in computer algebra systems.

Keywords: Computer Algebra, Closed form solutions, linear differential equations, singularities, asymptotic solutions.

References

- [1] M. Abramowitz and I. A. Stegun. *Handbook of mathematical functions*. New York: Dover, 1965.
- [2] M. A. Barkatou. An algorithm to compute the exponential part of a formal fundamental matrix solution of a linear differential system, *AAECC*, 8-1 (1997) 1-23.
- [3] M. A. Barkatou. On Rational Solutions of Systems of Linear Differential Equations. *Journal of Symbolic Computation* 28, 547–567, 1999.
- [4] M. A. Barkatou. Factoring systems of linear functional equations using eigenrings. I. S. Kotsireas and E. V. Zima, editors, *Latest Advances in Symbolic Algorithms*, pages 22–42. World Scientific, 2007.
- [5] M. A. Barkatou, E. Pflügel. *On the Equivalence Problem of Linear Differential Systems and Its Application for Factoring Completely Reducible Systems*. *ISSAC 1998*: 268-275.
- [6] M. A. Barkatou, E. Pflügel. “The ISOLDE package, a SourceForge Open Source project”, <http://isolde.sourceforge.net>.

Costa Rica and Colombia in the Latin American context: Multilevel analysis of the variables associated with performance in mathematical literacy in PISA 2012^I

Costa Rica & Colombia en el contexto latinoamericano: Análisis Multinivel
de las variables asociadas con el rendimiento en alfabetización matemática
en la prueba PISA 2012

BARTELS, SOFÍA^{II}

Costa Rica

Tests done by the Programme for International Student Assessment (PISA) were initially directed to evaluate the education system from member countries from the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Later, other countries are incorporated, including some from Latin America, Colombia and Costa Rica among them. However, the performance of the Latin American countries is not within the limits of the PISA outstanding results. The aim of this work is to compare the variables that are related to the math academic performance according to the results launched by the PISA test in Costa Rica and Colombia. Even though both countries are different in many aspects, they are immersed in the same Latin American reality. As a consequence, a multilevel regression model of fixed and random effects is suggested because it is appropriate for this problem by including variables related to the individual and his context, getting close to the reality. As a result, it is shown that the model for both countries explains more than 57% (R-squared) of the score variability in math alphabetization. Furthermore, it is concluded that the profile of the students with the highest performance in Costa Rica and Colombia is related to: male gender, a highest rate of coherent tenure goods with better education opportunities, father's higher education, a great amount of books at home, and the highest score in the math self-sufficiency scale. Finally, an important discovery was detected since the relationship of the attendance preschool variable and the math alphabetization score are minimized or maximized depending on the school the student attends.

Keywords: Multilevel regression models, PISA, Mathematical Literacy, Associated Factors, Latin American.

Resumen

Las pruebas PISA inicialmente estaban dirigidas a evaluar los sistemas escolares de los países miembros de la OCDE, posteriormente se incorporan otros países, incluyendo algunos de Latinoamérica, entre ellos Colombia y Costa Rica; sin embargo, el rendimiento de los países latinoamericanos no está dentro de los sobresalientes en los resultados de PISA. El objetivo de este trabajo es comparar las variables que están relacionadas con el rendimiento académico en matemática según los resultados arrojados por la prueba PISA de Costa Rica y Colombia, ya que, aunque los países difieren en varios aspectos, están inmersos en la misma realidad latinoamericana.

^IMartes/Tuesday, 4:50 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, , Costa Rica, sofiabartels@gmail.com

Por lo expuesto, se plantea un modelo de regresión multinivel de efectos fijos y aleatorios, el cual es apropiado para este problema, al incorporar variables propias del individuo y su contexto, acercándose a la realidad. Como resultado, se evidencia que el modelo para ambos países explica más del 57% de la variabilidad del puntaje en alfabetización matemática. Además, se concluye que el perfil de los estudiantes con puntajes más altos en Costa Rica y Colombia, se relaciona con: sexo hombre, un mayor índice de tenencia de bienes coherente con mejores oportunidades educativas, educación del padre alta, mayor cantidad de libros en la casa (capital cultural), y mayor puntaje en la escala de autoeficiencia en matemática. Finalmente, se detecta un hallazgo importante, ya que, la relación de la variable asistencia a preescolar y el puntaje de alfabetización matemática se minimizan o maximiza dependiendo del colegio donde asiste el estudiante.

Palabras clave: Modelos de Regresión Multinivel, Pruebas PISA, Alfabetización Matemática, Factores Asociados.

References

- [1] Özkan, Y. Ö., Güvendir, M. A. (2014). “Socioeconomic Factors of Students’ Relation to Mathematic Achievement: Comparison of PISA and ÖBBS”. *International Online Journal Of Educational Sciences*, 6(3), 776-789. doi:10.15345/iojes.2014.03.020
- [2] Ruiz, G. R., Arrebola, I. A., Gómez, M. O. (2011). Influence of family factors in school drop-out: a study within a multicultural context. *Electronic Journal Of Research In Educational Psychology*, 9(3), 1377-1402.
- [3] Zhao, Ningning, Martin Valcke, Annemie Desoete, JeanPierre Verhaeghe, and Xu Kun. 2011. “A Multilevel Analysis on Predicting Mathematics Performance in Chinese Primary Schools: Implications for Practice”, *Asia-Pacific Education Researcher (De La Salle University Manila)*20, no. 3: 503-520. *Education Research Complete, EBSCOhost* (accessed November 25, 2015).
- [4] Ruiz de Miguel, C., Castro Morera, M. (2006). Un Estudio Multinivel Basado en PISA 2003: Factores de Eficacia Escolar en el área de Matemáticas. *Education Policy Analysis Archives*, 14(29), 1-24
- [5] Montero, E., Rojas, S., Zamora, E., Rodino, A. (2015). CUARTO INFORME DEL ESTADO DE LA EDUCACIÓN, Costa Rica en las pruebas PISA 2012

Problema de la mochila usando Lingo comparando con algoritmos genéticos en Python^I

BERNÁBE LORANCA, MARÍA BEATRÍZ^{II} Muñoz Esquivel, Fermín^{III}
González Velázquez, Rogelio^{IV} Ruiz Vanoye, Jorge^V Estrada Analco, Martín^{VI}

México

The knapsack problem is a problem known in combinatorial optimization and in this work we developed the classic model in Lingo and with Python using genetic algorithms.

The classic model is implemented to solve the problem, where there are N objects and each object is associated with its weight/benefit, such that it is possible to choose those objects to carry in the sack, which has a weight limit.

We have compared results for small instances observing that good results are obtained with the proposal implemented with Python.

Keywords: Genetic, Backpack, Combinatorial Optimization, Python.

Resumen

El problema de la mochila es un problema conocido en optimización combinatoria y en este trabajo se desarrolló el modelo clásico en Lingo y con Python utilizando algoritmos genéticos.

Se implementa el modelo clásico para resolver el problema, donde se tienen N objetos y a cada objeto se le asocia su peso/beneficio, de tal modo que sea posible escoger aquellos objetos para llevar en la mochila, la cual tiene un límite de peso.

Se han comparado resultados para instancias pequeñas observando que buenos resultados son conseguidos con la propuesta implementada en Python. Palabras clave: algoritmos genéticos, mochila, Lingo, Python

Palabras clave: Genéticos, Mochila, Optimización Combinatoria, Python.

References

- [1] I. Dorta, A. Rojas, C. León, P. Dorta, “Utilización de Software en la docencia de Técnicas Algorítmicas”, sin publicar

^IMartes/Tuesday, 2:20 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, beatriz.bernabe@gmail.com

^{III}Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, kesbec@gmail.com

^{IV}Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, rogelio.gzzvzz@gmail.com

^VBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, jorge@ruizvanoye.com

^{VI}Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, estradajose660@gmail.com

Regionalización hidrológica de caudales máximos instantáneos anuales y caudales medios anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana.^I

BERNAL CAÑON, ERLENDY^{II}

Colombia

This research aims to estimate instantaneous peak flows and annual average flows in river areas of the Amazon and Orinoco Colombian using the concept of hydrological regionalization RH. The materials required for the conduct of the investigation correspond to the time series data of selected LG stations and watershed areas of the LG selected stations. Database of hydrometeorological stations operated by the IDEAM selecting LG 67 stations was used to select the hydrological information. Additional limnigráfica information were consulted in the countries of Brazil and Venezuela, in the border area, representing a significant contribution to the development of research increasing specialization station coverage because in Colombia there is not a large network monitoring flow in the border area with Brazil and Venezuela.

50000 about: watershed to each of the stations LG selected using the ArcGIS software freehand using a scale of 1 delimited. For the determination of homogeneous hydrologic regions of the Amazon and Orinoco, these were subdivided into two sub-regions corresponding to the basins that are located in the upper part and lower part of the so-called upper Amazon basin areas (AA), low Amazon (AB), Orinoco High (OA) and Orinoco low (OB). In total seven scenarios for the territory to analyze which correspond to the Amazon and the Orinoco, Amazon, Orinoco, Amazon High, Low Amazon, Orinoco and Upper Orinoco Baja defined. With these divisions is to improve estimates using information specific to these homogeneous hydrological regions.

The regional model for the determination of the equations that estimate the annual instantaneous peak flow QMIA using the index methodology of increasing the flow rate obtained for a return period of 2.33 years was applied, the maximum flows are also obtained for 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 and 500 years, the correlation coefficient and the value of the mean square error RMSE. There are also Increasing rates which allow estimating based on the catchment area and the flow rate Q 2.33 to different return periods at a specific point. These equations have correlation coefficients greater than 0.862 which adequately represent the instantaneous annual peak flows in river areas of the Colombian Amazon and Orinoco.

Hydrological model in the second annual average flows are identified for each station and are related to the area afferent to each station, plotting areas of the basins vs QMA annual average flow of each station for potential regression equations. These equations show higher correlation coefficients 0.958 which successfully represent annual average flows in river areas of the Colombian Amazon and Orinoco.

Keywords: Hydrology, flow, regionalization, Amazon, Orinoco.

Resumen

Esta investigación pretende estimar caudales máximos instantáneos y caudales medios anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana utilizando el concepto de regionalización hidrológica

^IMartes/Tuesday, 5:30 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Nacional de Colombia, Calle 38 A sur No. 72 M - 77, Colombia, ebernalc@unal.edu.co

RH. Los materiales requeridos para el desarrollo de la investigación corresponden a los datos de las series históricas de las estaciones LG seleccionadas y a las áreas de las cuencas hidrográficas de las estaciones LG seleccionadas. Para seleccionar la información hidrológica se utilizó la base de datos de las estaciones hidrometeorológicas operadas por el IDEAM seleccionando 67 estaciones LG.

Se consultó información limnigráfica adicional en los países de Brasil y Venezuela, en la zona fronteriza, representando un aporte significativo para el desarrollo de la investigación aumentando la especialización de la cobertura de las estaciones ya que en Colombia no se cuenta con una red amplia de monitoreo de caudales en la zona fronteriza con Brasil y Venezuela.

Se delimitaron las cuencas hidrográficas hasta cada una de las estaciones LG seleccionadas utilizando el software ArcGIS a mano alzada utilizando una escala 1:50000 aproximadamente. Para la determinación de las regiones hidrológicas homogéneas de la Amazonía y Orinoquía, estas se subdividieron en 2 subregiones correspondientes a las cuencas que se encuentran ubicadas en la parte alta y en la parte baja de las áreas hidrográficas denominadas Amazonía alta (AA), Amazonía baja (AB), Orinoquía alta (OA) y Orinoquía baja (OB). En total se definieron 7 escenarios para el territorio a analizar los cuales corresponden a la Amazonia y la Orinoquía, Amazonía, Orinoquía, Amazonía Alta, Amazonía Baja, Orinoquía Alta y Orinoquía Baja. Con estas divisiones se busca mejorar las estimaciones utilizando información específica de estas regiones hidrológicas homogéneas.

Se aplicó el modelo regional para la determinación de las ecuaciones que estiman el Caudal Máximo Instantáneo Anual QMIA utilizando la metodología del índice de crecientes obteniendo el caudal para un período de retorno de 2,33 años, también se obtienen los caudales máximos para 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, el coeficiente de correlación y el valor del error cuadrático medio RMSE. También se encuentran los Índices de Crecientes los cuales permiten estimar con base en el área de la cuenca y el Q 2,33 el caudal para diferentes periodos de retorno en un punto específico. Estas ecuaciones presentan coeficientes de correlación superiores a 0,862 los cuales representan adecuadamente los caudales máximos instantáneos anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana.

En el segundo modelo hidrológico se identifican los caudales medios anuales para cada estación y se relacionan con el área aferente a cada estación, graficando las áreas de las cuencas vs el caudal medio anual QMA de cada estación para obtener las ecuaciones de regresión potenciales. Estas ecuaciones presentan coeficientes de correlación superiores a 0,958 los cuales representan satisfactoriamente los caudales medios anuales en las áreas hidrográficas de la Amazonía y Orinoquía Colombiana.

Palabras clave: Hidrología, caudal, regionalización, Amazonía, Orinoquía.

References

- [1] Campos D. 2012. Estimación de la creciente media anual en la Región Hidrológica Núm. 10 de México con base en ecuaciones de regresión potencial.
- [2] Ganancias F. 2010. Evaluación de Metodologías de Regionalización Hidrológica: Aplicación a los Caudales Máximos de Cuencas Representativas de la Región Sur - Oeste de la Provincia de Córdoba.
- [3] Campos D. 2011. Transferencia de información hidrológica mediante regresión lineal múltiple, con selección óptima de regresores.
- [4] Reyes T. 2009. Regionalización de los Caudales Máximos Instantáneos Anuales de la Cuenca del Río Santa.
- [5] Fattorelli S., Fernández P. 2011. Diseño Hidrológico Segunda edición.

Optimal control approaches for e-rumor^I

BERNARD, SEVERINE^{II} Bouza, Gemayqzel^{III} Pietrus, Alain^{IV}

Guadeloupe, France

With the growing phenomenon of online social networks, a new kind of rumor, mainly e-rumor nowadays, occurs and progress significantly. Such kinds of rumor are big challenges for communities, organizations and states, since the spread of rumors can rapidly jeopardise their public opinion and their economic and financial markets. In these last decades, many mathematical theories have been developed on this topic both in algebraic and numerical terms. In the present talk, some optimal control approaches will be presented on a rumor's dynamical model in order to restrict the rumor's propagation. After a theoretical study, some numerical results will be given in order to strengthen it.

Keywords: e-rumor, optimal control, Cauchy-Lipschitz's theorem, Pontryagin's maximum principle.

Palabras clave: e-rumor, control óptimo, teorema de Cauchy-Lipschitz, principio del máximo de Pontryagin.

^IMiércoles/Wednesday, 4:30 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Universite des Antilles, LAMIA, Campus de Fouillole, BP 250, 97159 Pointe A Pitre Cedex, Guadeloupe, France, severine.bernard@univ-ag.fr

^{III}Universidad de la Habana, Facultad de Matemática y Computación, San Lazaro y L. Vedado, Ciudad de La Habana, CP 10400, Cuba, gema@matcom.uh.cu

^{IV}Universite des Antilles, Laboratoire de Mathematiques Informatique et Applications, Campus de Fouillole, BP 250, 97159 Pointe-A-Pitre cedex, Guadeloupe FWI, alain.pietrus@univ-ag.fr

Eigenvalue computation using quasiseparable structure^I

BOITO, PAOLA^{II}

France

Let $P(x)$ be a real or complex polynomial of degree n . How can we compute its roots? One widespread approach to univariate polynomial rootfinding consists in computing the eigenvalues of the associated companion matrix. Classical methods for eigenvalue computation, such as Francis and Kublanovskaya's QR method, have an asymptotic arithmetic complexity of $O(n^3)$, with $O(n^2)$ storage. However, one may exploit the special structure of the companion matrix, namely its quasiseparable structure, to reduce this complexity to $O(n^2)$, with $O(n)$ memory. The first part of this talk will be a quick introduction to the definition, motivation and applications of quasiseparable matrix structure. The second part will be devoted to fast structured variants of the QR and QZ algorithms that have been developed in the last years for companion matrices and pencils. This is joint work with Yuli Eidelman (University of Tel-Aviv) and Luca Gemignani (University of Pisa).

Keywords: Matrices, Polynomials, Roots, Quasiseparable, QR.

Palabras clave: Matrices, polinomios, ceros, cuasi separable, QR.

^IJueves/Thursday, 11:30 a.m., Room 111, Session: Plenary Talk 8

^{II}XLIM-DMI Université de Limoges, 123 avenue Albert Thomas 87060 Limoges, France, paola.boito@unilim.fr

Geodesics of the Kerr-like Metric^I

BONATTI GONZALEZ, JAVIER^{II} Oliva Mercado, André^{III} Frutos Alfaro, Francisco^{IV}
Costa Rica

A spacetime representing a Kerr-like metric with three parameters (mass, rotation and small quadrupole) was found recently. The null geodesics of this metric are analyzed and visualized. A comparison of this spacetime with the Kerr, the Hartle-Thorne, and the Quevedo-Mashhoon metrics is also done. Currently, there are software developed to solve the geodesic equations. A brief discussion about these kind of softwares is presented. Our computer program is employed to solve these equations.

Keywords: General relativity, geodesic equation.

Resumen

Un espacio-tiempo que representa una métrica con tres parámetros (masa, rotación y cuadrupolo pequeño) fue encontrada recientemente. Las geodésicas nulas de esta métrica son analizadas y visualizadas. Una comparación de este espacio-tiempo con las métricas de Kerr, Hartle-Thorne y Quevedo-Mashhoon se realiza. Actualmente, hay software desarrollados para resolver las ecuaciones de las geodésicas. Un breve discusión de este tipo de programas se presenta. Nuestro programa de computadora se emplea para resolver estas ecuaciones.

Palabras clave: Relatividad general, ecuación de las geodésicas.

^IViernes/Friday, 2:00 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Escuela de Física, UCR, San Pedro, Costa Rica, jbonatti2011@gmail.com

^{III}misma dirección, gandreoliva@gmail.com

^{IV}misma dirección, frutos@fisica.ucr.ac.cr

Uso de modelos log-lineales de Poisson para el estudio de los homicidios en jóvenes inmigrantes nicaragüenses en Costa Rica^I

BONILLA, ROGER^{II}

Costa Rica

Según Bonilla & Chavarría (2015), los jóvenes nicaragüenses tienen el doble de riesgo relativo de morir por homicidios que los costarricenses. Se utilizó un modelo de regresión *log-lineal* de Poisson a nivel cantonal para describir la tasa de homicidios de jóvenes inmigrantes Y_i , dadas las covariables X (Agresti 2002, Cameron & Trivedi 1998, Neter et. al. 1996). En este modelo de regresión *log-lineal* de Poisson: $Y_i = \frac{n_i}{P_i}$ en donde n_i son

los homicidios y P_i es la población del cantón i , es decir, $Y_i \sim Poisson(\lambda)$, $E(Y_i) = \frac{\lambda_i}{P_i}$

Un modelo de regresión *log-lineal* de Poisson para la tasa esperada tiene la forma:

$$\log\left(\frac{\lambda_i}{P_i}\right) = \alpha + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \hat{\beta}_3 x_3 + \dots$$

Que es equivalente a:

$$\log \lambda_i - \log P_i = \alpha + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \hat{\beta}_3 x_3 + \dots$$

La pobreza, la composición de la población y las actividades económicas del sector terciario de la economía son las variables que describen mejor los homicidios de los jóvenes nicaragüenses (Razones de incidencia de 1.04, 1.05 y 1.05 respectivamente).

Palabras clave: Homicidios, modelo log-lineales, inmigrantes, Costa Rica.

^IMiércoles/Wednesday, 2:00 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, roger.bonilla@ucr.ac.cr

Optimización multiobjetivo: Problemas con funciones objetivo particulares^I

CALDERÓN ARCE, CINDY^{II}

Costa Rica

La optimización multiobjetivo en sí es un proceso complejo, más aún cuando las funciones objetivo que definen los problemas no están bien condicionadas o no cumplen con requerimientos mínimos para garantizar la convergencia de algoritmos clásicos, como convexidad, continuidad y diferenciabilidad. El estudio de técnicas de optimización para problemas definidos por funciones con características particulares, por ejemplo, que el costo de su evaluación sea elevado, no convexas o no diferenciables es de gran relevancia. Por lo que la intención en esta charla es presentar una visión general de las principales técnicas de optimización multiobjetivo que se han estado utilizando recientemente para tratar problemas de ese tipo. Al finalizar se presentará un análisis de algunas técnicas implementadas y sus principales resultados.

Palabras clave: Optimización multiobjetivo, métodos clásicos de optimización, algoritmos evolutivos, superficies de pseudo-respuesta, escalarización.

^IMartes/Tuesday, 2:40 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Instituto Tecnológico de Costa Rica, , Costa Rica, ccalderon@itcr.ac.cr

Una escogencia adaptiva de restricciones primales para algoritmos BDDC^I

CALVO ALPÍZAR, JUAN GABRIEL^{II} Widlund, Olof^{III}

Costa Rica

An adaptive choice based on parallel sums for the primal space of BDDC [1] deluxe methods [2] is analyzed. The primal constraints of a BDDC algorithm provide the global, coarse part of such a preconditioner and is of crucial importance for obtaining rapid convergence of these preconditioned conjugate gradient methods for the case of many subdomains.

For problems in three dimensions, there is a need to develop algorithms and results for equivalence classes with three or more elements, e.g., subdomain edges. For this purpose, parallel sums for general equivalence classes are considered. The use of parallel sums for equivalence classes with two elements (subdomain faces) has proven very successful; see [3].

An upper bound of the square of the norm of a jump operator P_D acting on the elements in a product space related to the subdomains is derived; it has been known that such a bound provides an estimate of the condition number of the BDDC algorithm; see [4]. This bound is given in terms of parallel sums of single Schur complements and sums of other Schur complements. Hence, generalized eigenvalue problems with parallel sums related to the faces and edges of the subdomains are formulated. A few eigenvectors associated with the smallest eigenvalues are selected and they generate a primal constraint. These generalized eigenvalue problems are defined in terms of the relevant Schur complements and Schur complements of these Schur complements associated with a minimal energy extension, e.g., from a subdomain edge of a three-dimensional finite element problem.

Numerical results for elliptic problems verify the performance of the algorithm, using a series of experiments with regular subdomains as well as subdomains generated by a METIS mesh partitioner. There is also fast convergence for problems with a quite irregular coefficient inside the subdomains.

Keywords: Domain decomposition, BDDC deluxe preconditioners, adaptive primal constraints, elliptic problems.

Palabras clave: Descomposición de dominios, preconditionares BDDC deluxe, restricciones primales adaptivas, problemas elípticos.

References

- [1] Li, J. and Widlund, O. B. FETI-DP, BDDC, and Block Cholesky Methods. *Internat. J. Numer. Methods Engrg.*, 66(2):250–271, 2006.
- [2] Widlund, O. B. and Dohrmann, C. R. BDDC deluxe domain decomposition. In *Proceedings of the Twenty-second International Conference on Domain Decomposition Methods*, 2014. Held in Lugano, Switzerland, September 16-20, 2013. To appear.

^IMiércoles/Wednesday, 10:30 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 4

^{II}Universidad de Costa Rica, CIMPA, UCR, San Pedro, Costa Rica, juan.calvo@ucr.ac.cr

^{III}Courant Institute, New York University, widlund@cims.nyu.edu

- [3] Pechstein, C. and Dohrmann, C. R. Modern domain decomposition methods, BDDC, deluxe scaling, and an algebraic approach. Talk by Pechstein in Linz, Austria, December 2013, URL: <http://people.ricam.oeaw.ac.at/c.pechstein/pechstein-bddc2013.pdf>.
- [4] Klawonn, A., Widlund, O. B, and Dryja, M. Dual-primal FETI methods for three-dimensional elliptic problems with heterogeneous coefficients. *SIAM J. Numer. Anal.*, 40(1):159–179, April 2002.

Limit cycles in a tritrophic food chain model with Holling functional responses^I

CASTELLANOS VARGAS, VÍCTOR^{II}

México

We are interested in the coexistence of three species forming a tritrophic food chain model. Considering a linear growth for the lowest trophic species, Holling III and Holling II functional response for the predator and the top-predator, respectively. We prove that this model has stable periodic orbits for adequate values of its parameters. Also we prove the existence of a double zero-Hopf bifurcation in the case of Holling II functional response for the predator and top-predator.

Keywords: periodic orbit, Hopf bifurcation, population dynamics, Lyapunov coefficient, zero-Hopf.

Resumen

Estamos interesados en la coexistencia de tres especies formando una cadena alimentaria tritrófica. Considerando un crecimiento lineal para la especie en el nivel más bajo de la cadena, respuestas funcionales de Holling tipo III para el depredador y Holling II para el súper-depredador. Probamos que este modelo tiene una órbita periódica estable para valores adecuados de los parámetros. También probamos la existencia de una doble bifurcación de Hopf en el caso de respuesta funcional de Holling tipo II para el depredador y súper-depredador.

Palabras clave: Órbitas periódicas, bifurcación de Hopf, dinámica de poblaciones, coeficiente de Lyapunov, cero-Hopf.

References

- [1] V. Castellanos, J. Llibre and I. Quilantan. *Simultaneous Periodic Orbits Bifurcating from Two Zero-Hopf Equilibria in a Tritrophic Food Chain Model* J. of Applied Math and Phys. **1**, 7 (2013), 1–38.
- [2] G. Blé, V. Castellanos and J. Llibre *Existence of limit cycles in a tritrophic food chain model with Holling functional responses of type II and III* Preprint (2015).
- [3] J.P. Francoise and J. Llibre, *Analytical study of a higher-order hopf bifurcation in a tritrophic food chain model*, Appl. Math. Comput. **217** (2011), 7146–7154.
- [4] Yu. A. Kuznetsov, *Elements of applied bifurcation theory*, third ed., Applied Mathematical Sciences, vol. **12**, Springer–Verlag, New York, 2004.

^IViernes/Friday, 2:00 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad s/n Zona de la Cultura. Villahermosa Centro, Tabasco, México, vicas@ujat.mx

Análisis de la eficiencia de las unidades académicas de la Universidad de Costa Rica^I

CASTILLO ARIAS, ILEANA^{II} Marín Raventós, Gabriela^{III}

Costa Rica

In this paper an analysis of technical and scale efficiency of the academic units of the University of Costa Rica is presented. The methodology used is data envelopment analysis (DEA), since it allows to measure relative efficiency and provides information on how to improve each academic unit that is inefficient. The results are reported for three groupings: one based on the training process, another based on size (according to three indicators or *inputs* and obtained through the statistical technique *k*-means) and the third based on the knowledge area, only possible for the area of Social Sciences. Six indicators are used in total, three inputs and three outputs, obtained as an average of a five year period. A sensitivity analysis through the development of four models is performed, one with three output indicators and three excluding one output at a time. The emphasis is on the mathematical model used for the output-oriented model and with variable returns of scale, solved each time with normalized data. The main conclusion is that the academic units may strengthen its management, knowing in what place they are compared with those of their group and with percentages (provided by DEA) in which they must increase their outputs. In addition, the university authorities can make better decisions about how to allocate resources to the academic units in an environment in which the whole country demands an efficient use of public resources.

Keywords: Data envelopment analysis, efficiency, higher education.

Resumen

En esta ponencia se presenta un análisis de la eficiencia técnica y de escala de las unidades académicas de la Universidad de Costa Rica. La metodología utilizada es el Análisis Envoltante de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), pues permite medir eficiencia relativa y proporciona información sobre cómo debe mejorar cada unidad académica que resulta ineficiente. Se reportan los resultados para tres agrupaciones: una basada en el proceso formativo, otra en el tamaño (de acuerdo a tres indicadores de entrada o *inputs* y que se obtuvo por medio de la técnica estadística *k*-medias) y la tercera basada en área de conocimiento, únicamente posible para el área de Ciencias Sociales. Se usan seis indicadores en total, tres de entrada y tres de salida, obtenidos como un promedio de un periodo de cinco años. Se realiza un análisis de sensibilidad por medio de la formulación de cuatro modelos, uno con los tres indicadores de salida y los otros tres sin incluir uno de ellos. Se hace énfasis en el modelo matemático utilizado, correspondiente al modelo *output-oriented* y con rendimientos de escala variables, el cual se resuelve con los datos normalizados. La principal conclusión del estudio es que las unidades académicas pueden fortalecer su gestión, conociendo en qué lugar están en comparación con las de su grupo y con los porcentajes (que proporciona DEA) en los que deben aumentar sus salidas. Además, las autoridades universitarias pueden tomar mejores decisiones sobre cómo asignar recursos a las unidades académicas en un ambiente en el que el país entero reclama un uso eficiente de los recursos públicos.

Palabras clave: Análisis envoltante de datos, eficiencia, educación superior.

^IMiércoles/Wednesday, 3:25 p.m., Room 113, Session: Operations Research

^{II}UCR, San Pedro, San José, Costa Rica, ileana.castillo@ecci.ucr.ac.cr

^{III}UCR, San Pedro, San José, Costa Rica

References

- [1] Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S. y Shale, E.A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research* 132, 245-259.
- [2] Martín, E. (s.f.). An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the Performance Assessment of the Zaragoza University Departments. Documento DTECONZ 2003-06 E. Martín. <http://www.dteconz.unizar.es/DT2003-06.pdf>.
- [3] Martín, R. (2007). La Eficiencia Productiva en el Ámbito Universitario: Aspectos Claves para su Evaluación. *Estudios de Economía Aplicada* 25 (3), 793-811.
- [4] Martín, R. (2008). La Medición de la Eficiencia Universitaria: Una Aplicación del Análisis Envolvente de Datos. *Formación Universitaria* 1(2), 17-26.
- [5] Mirkin, B. (2005). *Clustering for data mining*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.

Un enfoque bayesiano para pronosticar la incidencia de derrames de hidrocarburos en la operación de tanques de almacenamiento^I

CASTRO MARTINEZ, MARIA EUGENIA^{II}

México

El objetivo de este trabajo es presentar la aplicabilidad del Teorema de Bayes para pronosticar la incidencia de derrames de hidrocarburo en la operación de tanques de almacenamiento en instalaciones petroleras, utilizando los registros del histórico de este tipo de incidentes que impactan de manera negativa a la organización y el medio. El uso de esta herramienta estadística permitió determinar la probabilidad de eventos, con la finalidad de identificar las causas que los provocan, y además poder utilizar herramientas de la calidad como el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto para atender el 80-20 bajo la toma de decisiones.

Introducción

Cada vez son más numerosas las investigaciones que trabajan con un amplio número de variables donde existen relaciones complejas entre ellas. Las redes bayesianas son herramientas estadísticas que nos permiten afrontar situaciones de investigación de estas características. La ventaja más importante que ofrecen las redes bayesianas respecto a otros métodos de análisis multivariante es que permiten representar al unísono la dimensión cualitativa y cuantitativa de un problema en un entorno gráfico inteligible (Edwards, 1998; Heckerman, 1995; López, García, y De la Fuente, 2005, en López, 2007).

Experimento bajo un enfoque bayesiano

La motivación para desarrollar la presente metodología surge del caso de una empresa de la industria petrolera en la cual se han suscitado diferentes incidentes en la operación de los tanques de almacenamiento de crudo. De manera anual se tiene un registro de los incidentes ocurridos, que se van recolectando de manera mensual por el área de Seguridad y Protección Ambiental, para cada incidente se realiza un Análisis Causa Raíz para identificar donde ocurrieron las fallas, esto con la finalidad de establecer acciones de mejora en los procesos operacionales. Un enfoque bayesiano permite incorporar tanto información correspondiente a un escenario de interés, como información sobre experiencias pasadas. Una de esas herramientas utilizadas en esta metodología es el “diagrama de causa-efecto”, conocido también “espina de pescado”, por la similitud de su apariencia física con la de un esqueleto de un pez, o como diagrama de Kaoru Ishikawa, en honor a su creador, desarrollado por este profesor en 1943 en Tokio; tiene como fin permitir la organización de grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar exactamente las posibles causas y, finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales. (Romero y Díaz, 2010) Otra herramienta metodológica con enfoque

^IMartes/Tuesday, 3:25 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE COMALCALCO, Ave del Paraíso, manzana 14 casa 28, Paraíso Tabasco, México, maucama1978@hotmail.com

retrospectivo utilizada fue el Diagrama de Priorización o Pareto, una vez hecho lo anterior, se determina su número de prioridad por el riesgo que implica y así, establecer también por orden de prioridad, las medidas correctivas y preventivas por implantar.

Como resultado de la aplicación de la metodología propuesta, se logra:

- Pronosticar incidentes durante la operación de tanques de almacenamiento.
- Identificación de posibles causas y causas principales.
- Priorizar los riesgos y establecer acciones correctivas y preventivas.

Keywords: Risk, spills, oil.

Palabras clave: Riesgo, Derrame, Hidrocarburo.

References

- [1] López J., García J., De la Fuente L. y De la Fuente E.(2007).“Las redes bayesianas como herramientas de modelado en psicología”. *Revista anales de Psicología* vol. 23, n° 2, 307-316
- [2] Romero, E., Díaz, J.(2010)). “El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)”, *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)* vol. XL, núm. 3-4, 2010, pp. 127-142 Centro de Estudios Educativos, A.C. Distrito Federal, México.

Factores de riesgo en la incidencia de diabetes en adultos mayores de Costa Rica^I

CENTENO MORA, OSCAR^{II} González, Alejandra^{III}

Costa Rica

Porpuse. Determine the incidence of diabetes mellitus in terms of age and its relationship with different variables or risk factors such as educational level, sex, area of residence, marital status snuff consumption and / or alcohol and the presence of hypertension and high cholesterol . Such results will be estimated by two methods: Cox regression and parametric regression of log-logistic distribution so eventually the medianes results are compared both techniques. **Methodology.** The data were analyzed to 2658 elderly Costa Ricans CRELES study participants: "Costa Rica: Study of Longevity and Healthy Aging" in 2004-2006. To meet the stated objective data were analyzed using survival analysis techniques. **Results.** The variables cholesterol, hypertension, sex and marital status were statistically significant in both models. It was observed that the risk of being diagnosed with diabetes has increased when hypertension and / or cholesterol. From the point of view parametric, have any of these conditions reduces the age at diagnosis. Be similar for women and for people in conjugal union relationship. **Conclusions.** The results are shown chords as expected and the issues raised by other authors. However utmost care must be deepened with the relationship between marital status and the incidence of diabetes, as well as detailing the relationship between age and the incidence of this disease.

Keywords: risk factors, survival analysis, CRELES, Cox regression, parametric regression AFT.

Resumen

Objetivo. Determinar la incidencia de diabetes mellitus en función de la edad y su relación con diversas variables o factores de riesgo como el nivel educativo, sexo, zona de residencia, estado conyugal consumo de tabaco y/o alcohol así como la presencia de hipertensión y colesterol alto. Tales resultados serán se estimaran mediante dos métodos: La regresión de Cox y regresión paramétrica de distribución log-logística por lo que finalmente se comparan los resultados obtenidos mediante ambas técnicas. **Metodología.** Se analizaron los datos correspondientes a 2658 adultos mayores costarricenses participantes en el estudio CRELES: "Costa Rica: Estudio de Longevidad y Envejecimiento Saludable" en el periodo 2004-2006. Para cumplir con el objetivo planteado los datos fueron analizados empleando técnicas de análisis sobrevivencia. **Resultados.** Las variables colesterol, hipertensión, sexo y estado conyugal resultaron estadísticamente significativas en ambos modelos. Se observó que el riesgo de ser diagnosticado con diabetes aumenta cuando se tiene hipertensión y/o colesterol. Desde el punto de vista paramétrico, tener alguna de estas condiciones reduce la edad al diagnóstico. Esta relación similar para las mujeres y para las personas en unión conyugal. **Conclusiones.** Los resultados encontrados se muestran acordes de acuerdo a lo esperado y con lo planteado por otros autores. Sin embargo debe ahondarse con mayor cuidado la relación entre el estado conyugal y la incidencia de diabetes, así como detallar la relación entre la edad y la incidencia de este padecimiento.

Palabras clave: Diabetes, factores de riesgo, análisis de sobrevivencia, CRELES, regresión de Cox, regresión paramétrica, AFT.

^IMiércoles/Wednesday, 3:25 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca, San José, COSTA RICA, Costa Rica, oscarcenteno86@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, San Pedro, Montes de Oca, San José, COSTA RICA, Costa Rica

References

- [1] Klein, J., Moeschberger, M. (2003). *Survival Analysis, Techniques for censored and truncated data*.
- [2] Liese, A.; Mayer, D., Haffner, S. (1998). Development of the multiple metabolic syndrome: an epidemiologic perspective. *Epidemiologic Reviews*. 20, 157-172.
- [3] Ministerio de Salud (MINSAL), Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2005). *Encuesta de Multinacional de diabetes mellitus, hipertensión arterial y factores de riesgo asociados. Área metropolitana de San José, 2004*.
- [4] Organización Mundial de la Salud (OMS). (2010) *Diabetes* [Web Page]. [2010].
- [5] Reaven GM (2001). Insulin resistance: why is it important to treat?. *Diabetes and Metabolism*. 27 (2), 247–253

EIV regression with uniformly bounded error distributions^I

ČERNÝ, MICHAL^{II}

Hladík, Milan^{III}

Horáček, Jaroslav^{IV}

República Checa

We consider the linear regression model $y = X\beta + \varepsilon$ with a stochastic design matrix X . Here, β stands for the vector of regression parameters to be estimated, y stands for the endogenous variable and ε stands for the vector of additive random errors in the (observations of) the endogenous variable. The matrix X is assumed to be unobservable; instead, what is observable is its contaminated form $\tilde{X} = X + \Xi$, where Ξ is the random error in the (observations) of regressors.

The traditional EIV theory imposes certain assumptions on the random variables (X, ε, Ξ) and then constructs estimators of β , based e.g. on Total Least Squares (details can be found in [3]). In our talk we discuss our recent results based on [2], where a consistent estimator is derived under some non-traditional (but quite general) assumptions. In particular, it is interesting that we need neither independence, nor identical distributions, nor zero means of errors (ε, Ξ) . Said roughly, our assumptions are: (i) we need a certain form of asymptotic regularity of regressors; (ii) we assume that all error distributions share a uniform bound $\gamma > 0$ (which is unknown and is to be estimated), meaning that every error $\zeta \in \{\varepsilon_i, \Xi_{ij}\}$ satisfies $-\gamma \leq \zeta \leq \gamma$ a.s., (iii) we assume that the error bounds $\pm\gamma$ can be approached arbitrarily closely with probability tending to one as $n \rightarrow \infty$. Here, n stands for the number of observations.

Under the assumptions described above, we construct a consistent estimator of β from the observable variables (\tilde{X}, y) . The estimator can be formulated as the optimization problem “find $(\hat{\beta}, \hat{\Xi}, \hat{\varepsilon})$ such that (i) the linear system $y - \hat{\varepsilon} = (\tilde{X} - \hat{\Xi})\hat{\beta}$ is solvable and (ii) the number $\|\hat{\varepsilon}, \hat{\Xi}\|_{\max}$ is minimal”, where $\|Z\|_{\max} = \max_{i,j} |Z_{ij}|$ is the Chebyshev matrix norm. Note that this estimator can be seen as an analogy to Total Least Squares, where the Frobenius norm is used instead.

In our talk, we derive some further properties of the estimation method and show how it is related to interval analysis and mathematical programming. We also describe an algorithm for computation of $\hat{\beta}$ based on [1] and discuss its complexity-theoretic properties. Also further statistical properties of the method will be of interest.

Keywords: Errors-in-variables, linear regression, total least squares, Chebyshev matrix norm, bounded error distributions.

Palabras clave: Errores-en-variables, regresión lineal, mínimos cuadrados totales, norma matricial de Chebyshev, distribuciones de error acotados.

References

- [1] M. Hladík and M. Černý (2015). Total least squares with Chebyshev norm. *Procedia Computer Science* **51**, 1791–1800.
- [2] M. Hladík, M. Černý and J. Antoch (2015). Linear regression with bounded errors in data: Total “least squares” with Chebyshev norm. Sumbitted. Preprint: <http://nb.vse.cz/~cernym/tls.pdf>.
- [3] S. Van Huffel and J. Vandewalle (1991). *The Total Least Squares Problem: Computational Aspects and Analysis*. SIAM, Philadelphia.

^IMiércoles/Wednesday, 4:30 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}University of Economics in Prague, Department of Econometrics, Winston Churchill Square 4, Česká Republika, cernym@vse.cz

^{III}same address, milan.hladik@matfyz.cz

^{IV}same address, horacek@kam.mff.cuni.cz

Medición de la percepción de la inseguridad en los estudiantes de secundaria en Costa Rica: una aplicación de los modelos multinivel^I

CÉSPEDES SOLÍS, ANDREA^{II} Fernández Gómez, Luis Diego^{III}

Costa Rica

In order to evaluate which are the main factors associated with the perception of insecurity on enrolled students into the formal secondary education system of Costa Rica, a multilevel model is proposed. Using the data collected from the survey ENCOL-08 (Encuesta de Convivencia en Colegios de Secundaria 2008) individual and school level observations are obtained to fitting a multilevel model which takes into account the intra class correlation effect on the estimates associated to factors as gender, victimization, presence of drugs and firearms, troubles with classmates and parents, a self-evaluation of the performance in high school and a variable that indicates if the student was enrolled on the public education system. The results show that the perception of insecurity is affected especially by victimization, presence of drugs and firearms, troubles with classmates and parents, and also by the public education system indicator. The study was conducted using 914 students of the first level and 834 of the last level of the formal secondary education system. Results by level of education are presented and compared with the results obtained using a simple linear regression model.

Keywords: Multilevel regression, insecurity, violence, school.

Resumen

Con el fin de evaluar cuáles son los principales factores asociados a la percepción de inseguridad de los estudiantes matriculados en el sistema de educación secundaria formal de Costa Rica, se propone un modelo multinivel.

Utilizando los datos obtenidos de la encuesta Encol 08 (Encuesta de Convivencia en Colegios de Secundaria 2008) con las observaciones a nivel del individuo y del colegio se ajusta un modelo multinivel que toma en cuenta el efecto de la correlación intraclase en los cálculos asociados a factores como el género, victimización, la presencia de drogas y armas de fuego, problemas con compañeros de clase y los padres, una autoevaluación del desempeño en la escuela secundaria y una variable que indica si el estudiante estaba inscrito en el sistema de educación pública.

Los resultados muestran que la percepción de inseguridad se ve afectada especialmente por la victimización, la presencia de drogas y armas de fuego, problemas con compañeros de clase y los padres, y también por el indicador de estar inscrito en el sistema de educación pública.

El estudio se realizó utilizando 914 estudiantes del primer grado y 834 del último grado de la educación secundaria formal. Los resultados por nivel de educación se presentan y se comparan con los resultados obtenidos utilizando un modelo de regresión lineal simple.

Palabras clave: Regresión Multinivel, inseguridad, violencia, secundaria.

^IMartes/Tuesday, 5:10 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, ancelis.07@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, ldfergo@gmail.com

References

- [1] Berkman, H.2007. “Social Exclusion and Violence in Latin America and the Caribbean”. *Technical report, Inter-American Development Bank*.
- [2] Cepeda, E. Moncada, E, and Álvarez, V. “Violencia Intrafamiliar que afecta a Estudiantes de Educación Básica y Media en Bogotá”. *Revista salud pública*, 9(4):516–528, 2007.
- [3] Cerezo, F. “Agresores y víctimas del bullying. Desigualdades de género en la violencia entre escolares”. *Revista Información Psicológica*, 94:49–59, 2008.
- [4] De Lima, M., Sergio Souza Da Cunha, and Delma P Oliveira De Souza. Violence behavior and factors associated among students of Central-West Brazil. *Revista de saude publica*, 45(6):1054–1061, 2011.

Clustering of histogram type symbolic data using simulated annealing^I

Clasificación de datos simbólicos tipo histograma mediante sobrecalentamiento simulado

CHACÓN VARGAS, ALEJANDRO^{II} Trejos Zelaya, Javier^{III}

Costa Rica

In this research work the problem of clustering of histogram type symbolic data is addressed by developing an algorithm using simulated annealing. The performance of this algorithm is compared with that of an algorithm using k-means.

As stated by Billard and Diday, symbolic data differs from classical data in that in symbolic data each data has internal variation and can be structured. Also, that internal variation and structure is considered in the analysis and it affects the results obtained. In this work histogram type data are used, which means that the data is modelled as coming from a multivalued modal variable along with a frequency, probability or weight associated to each interval.

Regarding the clustering algorithm, it is based on a partition method using the concept of transference of objects from one cluster to another as a mechanism for searching the optimal partition. Simulated annealing is used as the way of controlling the search. The Mallows L^2 dissimilarity is used. The implementation of this dissimilarity that was developed by Billard and Košmelj is used.

In the process of searching for the best partition possible it is important to know which is the best number of cluster for that partition. For this objective the Hubert and Levine index, the Baker and Hubert index and the Caliński - Harabasz index are compared and used.

The testing and validation of the algorithm was done using the monthly temperature USA data set. This data set corresponds to the monthly average temperature for the 48 continental US states, as measured from 1895 to 2004. This data has already been classified as histogram type symbolic data by other researchers previously using a k-means type algorithm. This data set for the 110 years of temperature measurements was transformed in a way so that the data set is for 48 objects (each one of the states) and 12 variables (each month of the year).

Once validated, the algorithm was applied to another data set, that is formed by the heaviest storm that hit in 24 hours for the entire year, in 14 different locations in the highest part of the Reventazón river watershed in Turrialba, Costa Rica. For each of those locations the data for 40 years was available and for each storm the temporal distribution of the rainfall and the total rain was measured.

The importance of applying symbolic data clustering to the temporal distribution of rainfall is that it allows to have a new methodology that permits to obtain a classification of the storm temporal distributions for specific regions of the country. This information is very important for hydraulic design of structures like reservoirs, bridges and culverts, and it is not available for most of the country.

Keywords: Clustering of Symbolic Data, Mallows L^2 dissimilarity, simulated annealing, Calinski-Harabasz index, Hubert and Levin index, Baker and Hubert index. Temporal distribution of rainfall.

^IMartes/Tuesday, 3:05 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}DEHC Ingenieros Consultores, Costa Rica, achacon@dehc.cr

^{III}Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada, Universidad de Costa Rica, javier.trejos@ucr.ac.cr

Resumen

En este trabajo se aborda el problema de la clasificación de datos simbólicos tipo histograma utilizando la metaheurística de sobrecalentamiento simulado y se compara el desempeño de este algoritmo con una implementación del método de nubes dinámicas sobre datos simbólicos.

Tal y como lo indican Billard y Diday, los datos simbólicos se diferencian de los datos convencionales, en que en el análisis de datos simbólicos cada punto contiene variación interna y puede estar estructurado. Además, esa variación interna y estructura se toman en cuenta en los análisis y afecta los resultados. En particular, en esta investigación se utilizan datos tipo histograma, es decir, son datos que se obtienen a partir de una variable modal multivaluada (intervalos) con una frecuencia, probabilidad o peso asociada a cada intervalo.

Con respecto al algoritmo de clasificación, se propone utilizar un método basado en particiones. Además, se propone utilizar el concepto de transferencia de elementos de una clase a otra como mecanismo para buscar la partición óptima, aplicando sobrecalentamiento simulado como herramienta para controlar el avance de la búsqueda.

Como criterio que permite juzgar sobre la pertenencia y cercanía entre elementos del conjunto de datos en estudio se utiliza la disimilitud de L^2 de Mallows, la cual es una medida basada en la función de densidad acumulada. En particular se sigue la implementación de esta medida de disimilitud que hacen Billard y Košmelj.

En el proceso de búsqueda de la mejor partición, no solamente interesa la asignación de los objetos del conjunto en estudio a la clase que tenga la menor disimilitud con el objeto, sino también interesa poder determinar cuál es el número de clases más adecuado. Para esto se utilizan los índices de Hubert y Levine, el de Baker y Hubert y por último el de Caliński - Harabasz.

En esta investigación se hizo un proceso de prueba y validación del algoritmo desarrollado sobre un conjunto de datos que antes ha sido clasificado en el ámbito del análisis simbólico de datos por otros investigadores. Estos datos corresponden a los registros de temperatura promedio mensual medidas para los 48 estados continentales de los Estados Unidos de América, desde 1895 hasta el 2004. Estos datos se representan como histogramas que muestran la variación mensual de la temperatura para cada mes a lo largo de esos 110 años. De manera tal que se cuenta con un conjunto de datos multivariados con 48 objetos (estados) y 12 variables (los 12 meses del año).

Una vez validado el algoritmo, se aplicó a otro conjunto de datos. Estos datos están formados por los registros de la mayor tormenta registrada en 24 horas para todo el año, para 14 estaciones meteorológicas y para un periodo de 40 años. Es decir, se cuenta con la información de 560 tormentas. Las estaciones meteorológicas se ubican en la parte alta de la cuenca del río Reventazón, lo que se define como la cuenca que drena desde su inicio en la cordillera de Talamanca hasta la ciudad de Turrialba.

La importancia de la aplicación de la clasificación de datos simbólicos a estos datos de distribución temporal de lluvia radica en el hecho de que se busca implementar una metodología que permita obtener una clasificación de las formas de lluvia que se registran en una estación meteorológica específica. Esta información en la actualidad es escasa y en algunas zonas del país completamente inexistente.

Con esta clasificación se pretende obtener las formas o histogramas característicos que representan la forma como ocurre la lluvia en la área geográfica de la cual es representativa esa estación. Con estos histogramas característicos es con los que es posible llevar a cabo diseños más precisos y seguros de las obras hidráulicas como embalse, alcantarillas y puentes.

Palabras clave: Clasificación de Datos Simbólicos, Disimilitud L^2 de Mallows, Sobrecalentamiento Simulado, Índice de Calinski-Harabasz, Índice de Hubert y Levin, Índice de Baker y Hubert. Distribución temporal de la lluvia.

Especificación de un modelo de regresión logística de respuesta binaria mediante la aplicación de heurísticas de optimización combinatoria^I

CHAN NAVARRETE, FEDERICO^{II} Bonilla Gomez, Minor^{III}

Costa Rica

The use of logistic models for binary response is widespread across industries due to the great value that this type of methodology brings to solve complex problems. When the problem to face has a theoretical basis, the same theory serves as a guide to determine the specification of the models, however, not every problem has a theoretical basis and the specification of these models entails major challenges among which is to determine which is the best combination of all available variables that may be relevant estimates.

The increase in the generation and capture of information and the increased availability of it has opened the range of variables in a very significantly way. Thus the problem of variable selection for the logistic models has gained importance as the number of combinations increases exponentially with increasing the amount of available variables.

Keywords: Heuristics, Optimization, Model specification, logistic regression.

Resumen

El uso de modelos logísticos de respuesta binaria está ampliamente difundido en diferentes industrias debido al gran valor que este tipo de metodologías aporta al resolver problemas complejos. Cuando el problema a afrontar tiene un sustento teórico, esa misma teoría sirve de guía para determinar la especificación de los modelos, sin embargo, no todo problema tiene una base teórica y la especificación de dichos modelos conlleva mayores retos entre los cuales está determinar cuál es la mejor combinación entre todas las variables disponibles que se estima pueden ser relevantes.

El aumento en la generación y captura de información, así como la mayor disponibilidad de la misma ha abierto el abanico de variables de manera considerable. Es así como el problema de selección de las variables para los modelos logísticos ha tomado relevancia ya que la cantidad de combinaciones aumenta exponencialmente a medida que aumenta la cantidad de variables disponibles.

Palabras clave: Heurísticas, Optimización, Especificación de modelos, regresión logística.

^IMiércoles/Wednesday, 5:10 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Mercedes de Montes de Oca, Costa Rica, chan.federico@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, mbonillacr@hotmail.com

Estudio de modelos de propagación de enfermedades infectocontagiosas mediante algoritmos heurísticos^I

CHAVARRÍA MOLINA, JEFFRY GERARDO^{II} Fallas Monge, Juan José^{III}

Costa Rica

Mathematical modeling for the study of the behavior of the transmission of an infectious disease has become important among scientists and professionals from various fields. Using simulation of the spread of disease through the use of mathematical models to analyze the feasibility, costs, and benefits, a control measure can be evaluated before its implementation, allowing adjustments to optimize the ultimate benefit in the mitigation and control of the outbreak. Also, the analysis allows us to explore different scenarios and analyze the results in each case, without incurring high costs or, worse, damaging health.

Control measures can be adjusted at each time step, making them more or less aggressive as required in accordance with the costs generated by the implementation of the measures and the presence of infection. How to adjust control measures at each time step is not an easy problem to model, as each modification generates a different stage in the spread of the disease. This paper presents the preliminary results of an investigation in which two combinatorial optimization heuristics are applied to minimize overall costs generated during the spread of an infectious disease, by adjusting the control measures at every time step. The results obtained with a population heuristic (a genetic algorithm) and a heuristic for neighborhoods (simulated overheating) applied to both models of disease spread to two coupled populations are analyzed. The models chosen were the metapopulation SIR model and the SIS metapopulation model, both in the presence of two populations interacting.

Keywords: MultiSpreading, infectious disease, heuristics, optimizationlevel regression, insecurity, violence, school.

Resumen

La modelación matemática para el estudio del comportamiento de la transmisión de una enfermedad infecciosa ha tomado importancia entre los científicos y profesionales de diversas áreas. La simulación de la propagación de una enfermedad, mediante el empleo de modelos matemáticos, permite analizar la viabilidad, el costo y el beneficio que una medida de control puede tener asociado aún antes de la puesta en marcha de la misma, lo que permite realizar ajustes para optimizar el beneficio final en la mitigación y el control del brote. Además, el análisis permite explorar diferentes escenarios y analizar los resultados obtenidos en cada caso, sin que eso implique en incurrir en altos gastos o, peor aún, exponer la integridad física de personas.

En cada paso del tiempo, las medidas de control pueden ser ajustadas, haciéndolas más o menos agresivas, según se requiera de acuerdo con los costos generados por la aplicación de las medidas y la presencia de infectados. Cómo realizar los ajustes de las medidas de control en cada paso del tiempo no es un problema fácil de modelar, pues cada modificación genera un escenario distinto en la propagación de la enfermedad. En esta ponencia se expondrán los resultados preliminares de una investigación en la que se aplican dos heurísticas

^IMiércoles/Wednesday, 4:50 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, jchavarria@itcr.ac.cr

^{III}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, jfallas@itcr.ac.cr

de optimización combinatoria, cuyo objetivo es minimizar los costos totales generados durante la propagación de una enfermedad infecciosa, mediante el ajuste de las medidas de control en cada paso del tiempo. En dicha investigación se analizan los resultados obtenidos con una heurística poblacional (Algoritmos genéticos) y con una heurística por vecindarios (Sobrecalentamiento simulado) aplicados a dos modelos de propagación de enfermedades para dos poblaciones acopladas. Los modelos escogidos fueron el modelo SIR metapoblacional y el modelo SIS metapoblacional, ambos en presencia de dos poblaciones que interactúan entre sí.

Palabras clave: propagación, enfermedades infecciosas, heurísticas, optimización.

SC: an efficient algorithm for continuous optimization^I

DE LOS COBOS SILVA, SERGIO GERARDO^{II} Gutiérrez Andrade, Miguel A.^{III}
Rincón García, Eric A.^{IV}

México

In this paper a novel system of convergence (SC) is presented as well as its fundamentals and computing experience. An implementation using a novel mono-objective PSO algorithm with three phases (PSO-3P): stabilization, generation with broad-ranging exploration and generation with in-depth exploration, is presented and tested in a diverse benchmark problems. Evidence shows that the three-phase PSO algorithm along with the SC criterion (SC-PSO-3P) can converge to the global optimum in several difficult test functions for multiobjective optimization problems, constrained optimization problems and unconstrained optimization problems with 2 until 120,000 variables.

Keywords: particle swarm optimization, unconstrained optimization, constrained optimization, multiobjective optimization, fuzzy numbers.

Resumen

En este trabajo se presenta un novedoso sistema de convergencia (SC), sus fundamentos y la experiencia computacional. Se implementó en un algoritmo PSO monoobjetivo de tres fases (PSO-3P): Estabilización, generación y búsqueda en amplitud, generación y búsqueda a profundidad, el cual se probó con diversos problemas benchmark. La evidencia muestra que el algoritmo PSO de 3 fases junto con el criterio SC (SC-PSO-3P) convergen al óptimo global para diversas funciones consideradas como difíciles para problemas de optimización multiobjetivo, para problemas de optimización con restricciones y para problemas de optimización sin restricciones que van desde 2 hasta 120,000 variables.

Palabras clave: optimización por enjambres de partículas, optimización sin restricciones, optimización con restricciones, optimización multiobjetivo, números borrosos.

References

- [1] De-los-Cobos, S (2015), “SC–System of Convergence: Theory and Foundations”, Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones, 22(2), 341-367, On line

^IMartes/Tuesday, 5:30 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, México D.F., CP 09340, México, cobos@xanum.uam.mx

^{III}misma dirección que de-los-Cobos-Silva, gamma@xanum.uam.mx

^{IV}Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Departamento de Sistemas, Av. San Pablo 180, Colonia Reynosa Tamaulipas, México D.F., C.P.

Modelos DSGE con varianza no estructurada^I

CRUZ TORRES, CRISTIAN^{II}

Migon, Helio^{III}

Honduras

In this paper we develop full Bayesian inference for a rich class of DSGE models (Dynamics Stochastic General Equilibrium). It is well known that any DSGE model after being log-linearized could be written as a state space model with Gaussian shocks in the state equation, in this context we propose a mixture of normal-gamma to obtain a correlated Student-t distribution and a novel approach that generalize the multivariate Student-t distribution. A simulation study is presented, the methodologies are applied to real data and is compared with the traditional approach.

Keywords: DSGE models, Student-t distributions, non structure variance.

Resumen

En este artículo desarrollamos un modelo completo Bayesiano para los modelos DSGE (Dynamics Stochastic General Equilibrium). Es bien conocido que todo modelo DSGE después de ser log-linealizado puede ser escrito como un modelo en espacio de estado con choques Gaussianos en la ecuación de estado, en este contexto proponemos una mezcla de normal-gamma para obtener la distribución t-Student correlacionada y la generalización de la distribución t-Student multivariada. Un estudio de simulación es presentada, esta metodología es aplicada a datos reales y es comparada con procedimientos tradicionales.

Palabras clave: Modelos DSGE, distribución t-Student, varianza no estructurada.

^IMartes/Tuesday, 2:20 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Tegucigalpa M.D.C., Honduras, cristiancruz@yahoo.com

^{III}Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, migon@im.ufrj.br

Order de Magnitude of Multiple Walsh–Fourier coefficients of functions of bounded p –variation on the sense Riesz^I

EREÚ ALVARADO, TOMÁS ELIÉSER^{II}

Venezuela

In this section we recall some facts which have been used by the authors V. Fülöp and B. Ghodadra. We will use the technique employed by these authors for the case of the p -variation bounded generalized in the sense of Riesz.

Keywords: Bounded variation, p -variation, Order de Magnitude, Walsh-Fourier coefficients.

Resumen

In this section we recall some facts which have been used by the authors V. Fülöp and B. Ghodadra. We will use the technique employed by these authors for the case of the p -variation bounded generalized in the sense of Riesz.

Palabras clave: Variación acotada, p -variación, Orden de Magnitud, Coeficiente Walsh-Fourier.

References

- [1] Fülöp V. and Móricz “Order of magnitude of multiple Fourier coefficients of functions of bounded variation”, *Acta Math. Hungar*, 104 (1–2), (2004), 95–104.
- [2] Ghodadra, B., L., “Order of magnitude of multiple Fourier coefficients of functions of bounded p -variation”, *Acta Math. Hungar*, 128, No. 4, (2010), 328–343.
- [3] Ghodadra, B., L., “Order of magnitude of multiple Walsh-Fourier coefficients of functions of bounded p -variation”, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*. Volume 82, No 3, (2013), 399–408.

^IMiércoles/Wednesday, 4:50 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Independiente, Carrera 2 entre calles 3 y 7, casa No. 3–50, Barrio San José, Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela, tomasereu@gmail.com

El índice de Gini^I

ESPAÑA TINAJERO, ANDREA ARLETTE^{II} Pérez, Juan Antonio^{III}

México

Although the Gini index has been considered for a long time a sort of universal measure of inequality, it does not measure poverty parameters accurately. Since a Gini index does not correspond uniquely to a Lorenz curve, this number is a global measure which is not capable to detect some aspects of local behavior. Farris [Farris, 2010] propose a sequence of Gini indexes in order to fix this lack accuracy. This work is devoted to develop some mathematical properties of this Farris sequence giving an interpretation in terms of social issues.

Keywords: Gini index, poverty measure, local behavior, integration theory,

Resumen

A pesar de que el índice de Gini ha sido considerado durante un largo período como una medida universal de la inequidad, no mide con precisión los parámetros de la pobreza. Dado que el índice de Gini no se corresponde unívocamente con una curva de Lorenz, éste número es una medida global que carece de la capacidad de medir comportamientos locales. Farris [Farris, 2010] propone una sucesión de índices de Gini con le propósito de resolver esta falta de precisión. El presente trabajo se dedica al desarrollo de algunas propiedades matemáticas de esta sucesión de Farris, ofreciendo una interpretación de ella en términos de fenómenos sociales.

Palabras clave: índice de Gini, medición de la pobreza, comportamiento local, teoría de la integración.

References

- [1] Farris, F. A. (2010) “The Gini Index and Measures of Inequality”. The American Mathematical Monthly 117, December 2010 (851–864).
- [2] Golden, J. (2008) “A simple geometric approach to approximating the Gini coefficient”. Journal of Economic Education, 39 (68–77)
- [3] Jnatzter, R. T. and Volpert, K. (2012) “On the Mathematics of Income Inequality: splitting the Gini Index in Two”. The American Mathematical Monthly 119, December 2012 (824–837).
- [4] Lorenz, M. O. (1905) “Methods of measuring the concentration of wealth”. J. Amer. Statist. Assco. 9 (209–219).

^IMartes/Tuesday, 3:25 p.m., Room 113, Session: Financial Mathematics

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, México, andrellita_94@hotmail.com

^{III}Universidad Autónoma de Zacatecas, México, japerez@uaz.edu.mx

Un modelo de ecuaciones estructurales Bayesiano: aplicación al rendimiento matemático en PISA 2012^I

FERNÁNDEZ, ANDRÉS^{II}

Costa Rica

The aim of this study is to evaluate the causal hypothesis that the socioeconomic status of students and student attitudes toward mathematics are factors that largely determine the academic performance of Costa Rican students in PISA 2012. A path diagram of the three-factor measurement model is defined and the structural equation model is estimated from both the classical approach and the Bayesian approach to compare both types of estimates. The results show that differences in the socio-economic background of students and personal attitude they have toward math area is a good starting point to develop a more comprehensive model that includes better the complexity of the social, institutional and context that affect the academic performance of young people.

Keywords: confirmatory factor analysis, a priori distribution, Monte Carlo Markov Chain.

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar la hipótesis causal de que el estatus socioeconómico de los estudiantes y la actitud de los estudiantes hacia la matemática son factores que determinan en gran medida los resultados académicos de los estudiantes costarricenses, medido a través del resultado en la prueba de alfabetización matemática de PISA 2012. Para esto, se define un modelo de medición de los constructos latentes y se estima el modelo estructural, tanto desde el enfoque clásico como desde el enfoque Bayesiano, para comparar ambos tipos de estimaciones. Los resultados muestran que las diferencias en la extracción socioeconómica de los estudiantes y en la actitud personal que estos tienen hacia el área matemática son un buen punto de partida para formular un modelo más extenso que contemple de mejor manera la complejidad de los factores sociales, institucionales y de contexto que inciden en el rendimiento académico de los jóvenes.

Palabras clave: análisis factorial confirmatorio, distribución a priori, cadenas de Markov Monte Carlo.

References

- [1] Lee, S.-Y. (2007). *Structural Equation Modeling: A Bayesian Approach*. Wiley Series in probability and statistics.
- [2] Mulaik, S. A. (2009). *Linear causal modeling with structural equations*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

^IMartes/Tuesday, 4:30 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, affa17@gmail.com

A portfolio allocation study: copula-GARCH approach^I

FERNÁNDEZ GÓMEZ, LUIS DIEGO^{II}

Costa Rica

According to the usual characteristics studied and observed on financial time series, non normal behavior is expected. Departures from normality affects the traditional mean-variance Markowitz optimization, so in order to take those features into account, the use of Copula models is proposed. A Copula-GARCH model is presented as a tool that allow the investors build cumulative joint distributions and simulate returns. Those will be used to optimize mean-CVaR portfolio. Gaussian, t-Student and Archimedean Copula Models (including Canonical Vines) are used. The traditional Mean-Variance approach will be used as a benchmark. Data is related to three types of financial assets: a short term Treasury index, a stock index and a latin america Government Bond Index.

Keywords: Copula-GARCH, asset allocation, non-normality, bonds, stocks.

Palabras clave: copula-GARCH, asignación de activos, no-normalidad, bonos, acciones.

References

- [1] Cherubini, U et al (2004). *Copula Methods in Finance. The Wiley Finance Series* . Wiley.
- [2] Cont, R (2001). “Empirical properties of asset returns : stylized facts and statistical issues”. *Quantitative Finance*, 1:223.
- [3] Embrechts, P et al (1999). “Correlation And Dependence In Risk Management: Properties And Pitfalls” . *Risk Management: Value at Risk and Beyond*, pages 176-223. Cambridge University Press.
- [4] Jondeau, E et al (2006). “The Copula-GARCH model of conditional dependencies: An international stock market application”. *Journal of International Money and Finance*, 25 (5):827853.

^IMartes/Tuesday, 3:45 p.m., Room 113, Session: Financial Mathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística , Costa Rica, fernandezgd@bccr.fi.cr

Innermost Stable Circular Orbit of the Kerr-like Metric ^I

FRUTOS ALFARO, FRANCISCO^{II} González, Kevin ^{III} Bonatti González, Javier ^{IV}
Costa Rica

The innermost stable circular orbit is very important feature of the compact objects, such as the neutron stars. It represents the minimal radius at which stable circular motion is still possible, i.e. the inner edge of the accretion disk. Here, an equation to it is derived for a Kerr-like spacetime with three parameters (mass, rotation and small quadrupole). The results are compared with the following spacetimes, the Kerr, the Hartle-Thorne, and the Quevedo-Mashhoon metrics.

Keywords: General relativity, neutron stars.

Resumen

La órbita estable mas interna es una característica muy importante de los objetos compactos como las estrellas de neutrones. Estas representan el radio mínimo en el cual el movimiento circular estable todavía es posible, es decir el borde interior del disco de acreción. En este artículo una ecuación para obtenerlo es derivada para un espacio-tiempo tipo Kerr con tres parámetros (masa, rotación y cuadrupolo pequeño). Los resultados son comparados con los siguientes espacio-tiempos, la métricas de Kerr, Hartle-Thorne, y Quevedo-Mashhoon.

Palabras clave: Relatividad general, estrellas de neutrones.

^IViernes/Friday, 2:20 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}UCR, San Pedro, Costa Rica, frutos62@gmail.com

^{III}kevin-gonzalez@hotmail.com

^{IV}jbonatti2011@gmail.com

Bayesian classification hydrometeors^I

Clasificación bayesiana de hidrometeoros

GARCIA LEAL, JULIO ALBERTO^{II} Obregon Neira, Nelson^{III} Herrera Daza, Eddy^{IV}
Colombia

The classification of hydrometeors from polarimetric measurements provides among other storm detection, the study of cloud microphysics, the optimization of algorithms for the retrieval of rainfall, assistance on a flight for weather monitoring and water content estimation and Nowcasting. This work presents and discusses a method hydrometeors Bayesian classification using polarimetric radar data band C. The model is based mainly on the construction of the set of class hydrometeors which are associated with polarimetric measurements ranges as reflectivity (Z), differential reflectivity (Z_{DR}) and copolar correlation coefficient (ρ_{HV}), and determining the degree of association between classes and the measures obtained from the knowledge expert. The experimental results show a good performance of the model in terms of sensitivity and specificity metrics reducing the dimensionality of the set of classes

Keywords: Copuhydrometeors, polarimetric radar data, Bayesian classificationla-GARCH, asset allocation, non-normality, bonds, stocks.

Resumen

La clasificación de hidrometeoros a partir de medidas polarimétricas, facilita entre otras la detección de tormentas, el estudio de la microfísica de las nubes, la optimización de los algoritmos para la recuperación de pluviometría, la asistencia en un vuelo para la vigilancia meteorológica y la estimación del contenido de agua y la predicción inmediata. Este trabajo presenta y discute un método Bayesiano de clasificación de hidrometeoros usando datos de radar Polarimétrico. El modelo fundamentalmente se basa en la construcción del conjunto de clases de hidrometeoros asociadas a los rangos de las medidas polarimétricas como Reflectividad (Z), Diferencial de Reflectividad (Z_{DR}) y Coeficiente de Correlación Copolar (ρ_{HV}), determinando los grados de asociación obtenidos a partir del conocimiento experto. Los resultados experimentales muestran un buen desempeño del modelo en cuanto a las métricas de sensibilidad y especificidad reduciendo la dimensionalidad del conjunto de clases.

Palabras clave: Hidrometeoros, Radar Polimétrico, Clasificación Bayesiana.

References

- [1] Balakrishnan, N. and Zrníc, D. S (1990). “Estimation of rain and hail rates in mixed-phase precipitation”, *J. Atmos. Sci*, n° 47 , p. 565–583.

^IMartes/Tuesday, 5:30 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}Instituto Geofísico Pontificia Universidad Javeriana, Cra 7 N0. 42-27 piso 7, Colombia, julio-garcia@javeriana.edu.co

^{III}Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia, nobregon@javeriana.edu.co

^{IV}Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia, eherrera@javeriana.edu.co

- [2] Doviak, R. J. and Zrníc, D. S (1993). *Doppler Radar and Weather Observations*, San Diego, California: Academic Press.
- [3] Marzano, F. Botta, G and Montopoli, M. (2010) “Iterative Bayesian Retrieval of Hydrometeor Content From X-Band Polarimetric Weather Radar”, *Geoscience and Remote Sensing*, IEEE Transactions, vol. 48, n° 2, pp. 3059–3074.
- [4] Vivekanandan, J. Ellis, S. Oye, R. Zrníc, D. Ryzhkov, A y Straka, J. “Cloud Microphysics Retrieval Using S–band Dual–Polarization Radar Measurements”, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, vol. 80, n° 3, p. 381–388, 199.
- [5] Wen, G. Wang, X. Moran, W and May, P(2012). “A Bayesian Approach for Hydrometeor Classification of Polarimetric Weather Radar Variables”, *De Radar Systems (Radar 2012)*, IET International Conference on, Glasgow.

Depresión en adultos mayores^I

GARCÍA MADRIGAL, PAULA VIVIANA^{II}

Costa Rica

Mental health in older people has been in the focus of attention in many countries, and particularly in Costa Rica, since it is a country where its population is getting older at an accelerated pace; it is expected to have a one million elderly people by 2050. There are many studies that have been made about this topic; they show that these people have their own variables that show they are more inclined to get depressed, but also the context where they live has to be taken in account.

The purpose of this study is to determine the relationship among some variables, either individual's or taking in account the context of every province where elderly adults live and the incidence of depression in these people. As variables of their own the following were taking in account: sex, if he or she lives alone or with someone, if he or she earns some pension, if he or she performs regular physical activities during the last twelve months, the amount of visits to doctors during the last three months and the marital status. As context variables we have: their poverty level and the rate of criminal facts in every one of the seven provinces of Costa Rica.

By means of a mixed linear model the relationship between the predictor variables and the depression is studied. On the mixed model we can see that the significant variables at 5% are related with: if the person earns some pension, if he or she performs physical activity, the number of visits to doctors, his or her marital status and his or her poverty level. The elderly adults who have a pension, those who live with someone and have physical activities during the last twelve months at least three times a week, reduce their possibilities of suffering from depression.

On the other hand, the visits to the doctor and to have to live in places with high rates of poverty and crime, increase their chances of suffering from depression. Moreover, those who never got married nor were into some civil union and also widow, divorced or separated people, show more depression than those who are married.

A very important issue that can be seen in the random part is that depression is different in every province of Costa Rica, as much as the random coefficient of the number of visits to the doctor, situation that tells us that mixed models allow to model the data nature.

Keywords: Mixed linear model, depression, elderly adults, variables context.

Resumen

La salud mental de los adultos mayores ha estado entre los focos de atención en muchos países, y particularmente en Costa Rica, ya que es un país donde la población envejece a un ritmo acelerado; se espera que para el 2050 haya un millón de personas mayores. Existen numerosos estudios que se han realizado acerca de este tema, que muestran que existen variables propias del individuo que hacen que este sea más vulnerable a deprimirse, así como el contexto en el que viven las personas.

El presente estudio se realizó con el fin de determinar la relación de algunas variables tanto individuales, como del contexto de cada provincia, en la que viven los adultos mayores y la incidencia de la depresión en ellos. A nivel individual se contemplaron las variables: el sexo, si vive solo o acompañado, si recibe pensión,

^IMiércoles/Wednesday, 5:30 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, pauvivi0788@hotmail.com

si realizó actividades físicas regularmente en los últimos doce meses, el número de consultas a doctores en los últimos tres meses y el estado civil. A nivel de contexto se incorporó el nivel de pobreza y la tasa de actos delictivos de las siete provincias de Costa Rica.

Por medio de un modelo lineal mixto se estudia la relación entre las variables predictoras y la depresión. En el modelo mixto se observa que las variables significativas al cinco por ciento se relacionan con: si recibe pensión, si realiza actividad física, el número de consultas a doctores, el estado civil y la pobreza.

Las personas adultas mayores que reciben pensión, que viven acompañadas y que realizan ejercicios o actividad física regular en los últimos doce meses al menos tres veces a la semana, reducen la posibilidad de tener depresión.

Por otro lado, las visitas al doctor y vivir en un lugar con altos niveles de pobreza y altas tasas de delincuencia, incrementan la posibilidad de sufrir depresión. Además, las personas que nunca contrajeron matrimonio ni estuvieron en unión civil y las personas viudas, separadas y divorciadas, presentan más riesgo de sufrir depresión que los adultos mayores casados.

Un punto muy importante que se aprecia en la parte aleatoria que la depresión varía de acuerdo con cada una de las siete provincias de Costa Rica, así como también el coeficiente aleatorio del número de visitas al doctor, por lo que se observa que los modelos mixtos permiten modelar la naturaleza de los datos.

Palabras clave: Modelos lineales mixtos, variables de contexto, depresión, adultos mayores.

Pluvial flood 3D simulation by cellular automata^I

GÓMEZ SOTO, JOSÉ MANUEL^{II} González Cáceres, Abdiel^{III}

México

This talk presented a flood 3D model using Cellular Automata, we applied this model in small towns flooding risk at dams building. We create several scenarios in order that the best decision can be taken. Model is based in Digital elevation data and 3D Cellular Automata.

Keywords: Pluvial flood simulation, 3D Cellular Automata, Dams building.

Resumen

Esta conferencia trata de la simulación pluvial en 3D utilizando autómatas celulares, se aplica particularmente el modelo para analizar riesgos de inundación en pequeños poblados cuando se crea una presa en sus cercanías. Se generan varios escenarios para que se tome la mejor decisión antes de construir la presa. El modelo se basa en Modelos de elevación digital proporcionados por satélites y autómatas celulares en 3 Dimensiones.

Palabras clave: Simulación de inundaciones pluviales, autómatas celulares 3D, creación de presas.

^IMartes/Tuesday, 4:50 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, México, jmgomezum@gmail.com

^{III}Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco, México, abdielc@gmail.com

Application of Archimedean copulas functions for the joint construction of IDF curves in a watershed from Baranoa municipality in the Department of the Atlantic.^I

GOMEZ RIOS, WILMAR^{II} Moreno Chavarro, Diana^{III} Benjamin, Renard^{IV}
Salvatore, Grimaldi^V Serinaldi, Francesco^{VI}

Colombia

Statistical analysis of data extremes is important in several disciplines, including hydrology and engineering. By analyzing the spatial and temporal variability of extreme precipitation events we can prevent or reduce the threat and risk. The IDF curves are able to show the mathematical relationship between rainfall intensity (I), the duration (D) and the return period (T, annual exceedance frequency). Most of the IDF curves are constructed using predetermined durations at given time intervals where these do not represent actual duration of precipitation events. The IDF curves generally obtained from univariate approaches which only takes into account the intensity of the rain at fixed intervals of time. It is for this reason that the construction of IDF curves must be made jointly by bivariate frequency analysis. This is accomplished through the use of the relationship between storm intensity and durations using copula functions. The approach of Archimedean copula functions is a flexible method to work dependence structures used in multivariate problems, due to this is proposed a new methodology by applying copula functions in the construction of IDF curves and for a given return period, assess the simultaneous occurrence in several weather stations in a watershed.

Keywords: copula function, return period, IDF curve, dependent variables.

Resumen

El análisis estadístico de los datos extremos es importante en varias disciplinas, incluyendo la hidrología y la ingeniería. Mediante el análisis de la variabilidad espacial y temporal de los eventos extremos de precipitación se puede prevenir o reducir la amenaza y el riesgo. Las curvas IDF son capaces de mostrar la relación matemática entre la intensidad de la precipitación (I), la duración (D) y el periodo de retorno (T, frecuencia anual de excedencia). La mayoría de las curvas IDF se construyen utilizando duraciones predeterminadas en intervalos de tiempo dados donde éstas no representan duraciones reales de los eventos de precipitación. Las curvas IDF generalmente, se obtienen a partir de enfoques univariados en donde sólo se tiene en cuenta la intensidad de la lluvia a intervalos de tiempo fijos. Es por esto, que la construcción de las curvas IDF se deben realizar conjuntamente por medio de análisis de frecuencia bivariados. Esto se logra a través del uso de la relación entre la intensidad de las tormentas y las duraciones utilizando las funciones cópula. El enfoque de las funciones cópula arquimedianas es un método flexible que permite trabajar estructuras de dependencia que se utilizan en problemas multivariados, debido a esto se propone una nueva metodología por medio de la aplicación de

^IMartes/Tuesday, 5:10 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Nacional de Colombia, Calle 130c # 121c-84, Colombia, wjgomezr@unal.edu.co

^{III}Universidad Nacional de Colombia, Colombia, dicmorenoc@unal.edu.co

^{IV}Francia, renard@lyon.cemagref.fr

^VUniversity of Tuscia, Italia, salvatore.grimaldi@unitus.it

^{VI}University of Rome, Italia

funciones cópula en la construcción de curvas IDF y para un periodo de retorno dado, evaluar la simultaneidad de ocurrencia en varias estaciones climatológicas de una cuenca.

Palabras clave: Función cópula, periodo de retorno, curva IDF, dependencia de variables.

References

- [1] Guangtao Fu, D. B. (2012). “Copula-based frequency analysis of overflow and flooding in urban drainage systems”. *Journal of Hydrology ELSEVIER*, 10.
- [2] Michele, G. S. (2007). “On the Use of Copulas in Hydrology: Theory and Practice”. *JOURNAL OF HYDROLOGIC ENGINEERING*, 12.
- [3] Renard, B M. L. (2006). “Use of a Gaussian copula for multivariate extreme value analysis: Some case studies in hydrology”. *Journal of Hydrology ELSEVIER*, 16.
- [4] Salvatore Grimaldi, “F. S. (2005). Asymmetric copula in multivariate flood frequency analysis”. *Journal of Hydrology ELSEVIER*, 13.
- [5] Zhang, L. (2005). *MULTIVARIATE HYDROLOGICAL FREQUENCY ANALYSIS AND RISK MAPPING*. Beijing.

Un problema inverso de frontera libre en electrostática.^I

GONZALEZ DE PAZ, RAUL^{II}

Guatemala

We present some results on the analysis of an inverse problem in electrostatics: given overdetermined measurements on the boundary of a conducting medium, we aim to determine the shape of an unknown inclusion within the medium. Mathematically, given a bounded, regular domain $D \subset \mathbb{R}^2$, we assume the Dirichlet and Neumann conditions are given on ∂D for an electrostatic potential u . It is known that if both boundary conditions are given for the same boundary, the corresponding boundary value problem for the Laplace equation with such conditions is overdetermined and the solution u exists only for special domains.

Our goal is to find a subdomain $\Omega \subset D$ with boundary Γ so that, besides the Dirichlet-Neumann conditions on D , the potential u solves

$$\begin{aligned}\Delta u &= 0 \text{ in } D - \Omega, \\ u &= 0 \text{ on } \Gamma.\end{aligned}$$

If such domain exists, the inclusion will be described by Ω

We replace the Neumann condition by an integral constraint. It allows to apply our approach, which is based on a relaxation method related to variational analysis and convex optimization. It has been successfully applied in several domain optimization and free boundary value problems related to potential theory. Theoretical results already known can be applied in a direct way to the solution of the inverse problem stated above and a numerical algorithm is proposed.

Keywords: Inverse problems, free boundary, optimization and optimal control.

Resumen

Presentamos algunos resultados sobre el análisis de un problema inverso en electrostática: dados datos sobredeterminados sobre la frontera de un material conductor, se busca determinar la forma de una inclusión desconocida dentro del material. Matemáticamente, dado un dominio regular acotado $D \subset \mathbb{R}^2$, se suponen dadas condiciones de Dirichlet y Neumann para un potencial u sobre la frontera de ∂D . Es sabido que si ambas condiciones son dadas sobre la misma frontera, el problema de valor en frontera correspondiente para la ecuación de Laplace se encuentra sobredeterminado y la solución u sólo existe para ciertos dominios.

El objetivo es encontrar un subdominio $\Omega \subset D$ con frontera Γ tal que, además de las condiciones Dirichlet-Neumann sobre D , la función de potencial u resuelve:

$$\begin{aligned}\Delta u &= 0 \text{ in } D - \Omega, \\ u &= 0 \text{ on } \Gamma.\end{aligned}$$

Si tal dominio existe, la inclusión será descrita por Ω .

^IMiércoles/Wednesday, 11:15 a.m., Room 111, Session: Plenary Talk 6

^{II}Universidad del Valle de Guatemala, 18Ave. 11-95 Zona 15, Vista Hermosa III, Guatemala, rbgp@banguat.gob.gt

Si se reemplaza la condición de Neumann por una condición integral, eso permite aplicar un método de relajación, basado en análisis variacional y optimización convexa, el cual ha sido aplicado en varios problemas de optimización y frontera libre relacionados con teoría del potencial. Un marco teórico desarrollado previamente puede ser aplicado directamente a la solución del problema inverso modificado y se propone un algoritmo numérico.

Palabras clave: Problemas inversos, frontera libre, optimización y control óptimo.

References

- [1] Artemev, A., Parnowski, I., Polterovich.(July 2013). “Inverse Electrostatic and Elasticity Problems for Checkered Distributions”, *Inverse Problems*, 29.
- [2] Gonzalez, R.(1994). “A Relaxation Approach applied to Domain Optimization”, *SIAM J. on Control and Optimization*, 32 , p.p. 154-169
- [3] Gonzalez, R.(1999). “On a Variational Principle for Shape Optimization and Elliptic Free Boundary Problems”, *Revista de Matematica: Teoria y Aplicaciones* 6,,p.p. 67-85
- [4] Neittaanmakii, P. Sprekels, J and Tiba, D (2006), *Optimization of Elliptic Systems*, Springer Science, New York, 2006

El fenómeno del espín semientero, cuaternios, y matrices de Pauli^I

GONZÁLEZ DÍAZ, FERNANDO RICARDO^{II} García Salcedo, Ricardo^{III}
Flores Izaguirre, Norman Yovani^{IV} Falope Cortez, Elvia Magdalena^V

Honduras

In this paper the phenomenon of half-integer spin exemplification Paul AM Dirac made with a pair of scissors, an elastic cord and chair play. Four examples in which the same phenomenon appears and the algebraic structure of quaternions is related to one of the examples are described . Mathematical proof of the phenomenon using known topological and algebraic results are explained. The basic results of algebraic structures are described quaternions H , and an intrinsic relationship with the phenomenon half-integer spin and the Pauli matrices is established.

Keywords: half-integer spin, quaternions, Pauli matrices, fundamental group.

Resumen

En este trabajo se reproduce el fenómeno del espín semientero de la ejemplificación que hizo Paul A. M. Dirac con un par de tijeras, una cuerda elástica y una silla. Se describen cuatro ejemplos más en el que aparece el mismo fenómeno y se relaciona la estructura algebraica de los cuaternios con uno de los ejemplos. Se explica la demostración matemática del fenómeno utilizando resultados algebraicos y topológicos conocidos. Se describen los resultados básicos de las estructuras algebraicas de los cuaternios H , y se establece una relación intrínseca con el fenómeno espín semientero y las matrices de Pauli.

Palabras clave: Espín semientero, Cuaternios, matrices de Pauli, grupo fundamental.

References

- [1] Gregory L. Naber.(2003). *The Geometry of Minkowski Space time: An Introduction to the Mathematics of the Special Theory of Relativity*. Dover Publications.
- [2] Louis H. Kauffman.(2001). *Knots and Physics*. World Scientific Publishing Company; 3rd edition.
- [3] C. Kosniowski.(1980). *Algebraic Topology*. Cambridge University Press, 1st ed.
- [4] S. Helgason.(1978). “Differential geometry, Lie groups and symmetric spaces”. *Pure and Applied Mathematics*, vol. 80, Academic Press, New York-San Francisco-London.
- [5] M. W. Hirsch.(1988). *Differential topology*. Springer-Verlag, New York.

^IViernes/Friday, 2:40 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Escuela Agrícola Panamericana Inc., Zamorano, partido Postal 93, Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente. Francisco Morazán, Honduras, C.A., Honduras, fgonzalez@zamorano.edu

^{III}Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Legaria del IPN, México D.F., México. rgsalcedo@gmail.com

^{IV}Misma que primer autor, nflores@zamorano.edu

^VMisma que primer autor, efalope@zamorano.edu

Una conexión entre la matemática financiera y la física cuántica^I

GONZÁLEZ GAXIOLA, OSWALDO^{II}

México

En el presente trabajo se considerará la ecuación de Black-Scholes en su versión lineal y se estudiará su relación con ciertos Hamiltonianos que surgen de manera natural en la mecánica cuántica. También se construirá una mecánica cuántica supersimétrica generalizada a través de una generalización del operador de momento y se establecerá su relación con la ecuación de Black-Scholes.

Keywords: Black-Scholes Equation, Quantum Physics, Supersymmetric Quantum Mechanics.

Resumen

En el presente trabajo se considerará la ecuación de Black-Scholes en su versión lineal y se estudiará su relación con ciertos Hamiltonianos que surgen de manera natural en la mecánica cuántica. También se construirá una mecánica cuántica supersimétrica generalizada a través de una generalización del operador de momento y se establecerá su relación con la ecuación de Black-Scholes.

Palabras clave: Ecuación de Black-Scholes, Física Cuántica, Mecánica Cuántica Supersimétrica.

^IMartes/Tuesday, 3:05 p.m., Room 113, Session: Financial Mathematics

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, , México, ogonzalez@correo.cua.uam.mx

El método de Adomian en la descripción del crecimiento de un tumor cerebral^I

GONZÁLEZ GAXIOLA, OSWALDO^{II}

México

En el presente trabajo se mostrará un modelo que representa el crecimiento de un tumor cerebral que se encuentra bajo tratamiento médico, dicho modelo es descrito por una ecuación no lineal en derivadas parciales que se resuelve mediante el método de descomposición de Adomian. También se observará que el término no lineal de la ecuación diferencial es el resultado de combinar eficientemente los efectos de ciertas terapias combinadas, las cuales inhiben el crecimiento del tumor.

Keywords: Burgess equation, Adomian polynomials, Glioblastoma.

Resumen

En el presente trabajo se mostrará un modelo que representa el crecimiento de un tumor cerebral que se encuentra bajo tratamiento médico, dicho modelo es descrito por una ecuación no lineal en derivadas parciales que se resuelve mediante el método de descomposición de Adomian. También se observará que el término no lineal de la ecuación diferencial es el resultado de combinar eficientemente los efectos de ciertas terapias combinadas, las cuales inhiben el crecimiento del tumor.

Palabras clave: Ecuación de Burgess, Polinomios de Adomian, Glioblastoma.

^IMiércoles/Wednesday, 2:00 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Av Vasco de Quiroga 4871, Cuajimalpa de Morelos, Santa Fe Cuajimalpa, 05348 Ciudad de México, D.F., México, ogonzalez@correo.cua.uam.mx

Solución de la ecuación de Schrödinger con un potencial atractivo-repulsivo^I

GONZÁLEZ GAXIOLA, OSWALDO^{II}

México

La ecuación de Schrödinger con potencial tipo Kratzer es un elemento fundamental en la Mecánica Cuántica, específicamente en el estudio de la Química Cuántica el potencial de Kratzer juega un papel fundamental tanto en la estructura molecular como en la interacción atómica. En el presente trabajo se abordará el estudio de dicha ecuación diferencial haciendo uso de funciones especiales y transformadas integrales.

Keywords: Schrodinger Equation, Laplace Transform, Kratzer-type Potentials.

Resumen

La ecuación de Schrödinger con potencial tipo Kratzer es un elemento fundamental en la Mecánica Cuántica, específicamente en el estudio de la Química Cuántica el potencial de Kratzer juega un papel fundamental tanto en la estructura molecular como en la interacción atómica. En el presente trabajo se abordará el estudio de dicha ecuación diferencial haciendo uso de funciones especiales y transformadas integrales.

Palabras clave: Ecuación de Schrodinger, Transformada de Laplace, Potencial de Kratzer, Operador de Casimir.

^IMiércoles/Wednesday, 3:25 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Av Vasco de Quiroga 4871, Cuajimalpa de Morelos, Santa Fe Cuajimalpa, 05348 Ciudad de México, D.F., México, ogonzalez@correo.cua.uam.mx

Interbattery factor analysis via PLS: the missing data case^I

GONZALEZ ROJAS, VICTOR MANUEL^{II}

Colombia

In this article, we develop the Interbattery Factor Analysis (IBA) through the use of PLS (Partial Least Squares) methods. As the PLS methods are algorithms that iterate until convergence, an adequate intervention in some of their stages allow to approach a solution to problems such as missing data. We specifically take the iterative stage of the PLS2 regression and implement the “available data” principle from the NIPALS algorithm to allow the algorithmic development of the IBA with missing data, providing the basic elements to correctly analyse and interpret the results. This new algorithm for IBA, developed under the R programming environment, fundamentally executes iterative convergent sequences of orthogonal projections of vectors coupled with the available data, and works adequately in bases with and without missing data.

To present the basic concepts of the IBA and cross-reference the results derived from the algorithmic application, we use the complete Linnerud database for the classical analysis; then we contaminate this database with a random sample that represents approximately 7% of the non available (NA) data for the analysis with missing data. We ascertain that the results obtained from the algorithm running with complete data are exactly the same as those obtained from the classic method for IBA, and that the results with missing data are similar, though this might not always be the case, as it depends on how much the “original” factorial covariance structure is affected by the absence of information; as such, the interpretation is only valid in relation to the available data.

Keywords: Interbattery, PLS2, NIPALS, missing data.

Resumen

En este artículo se desarrolla el Análisis Factorial Interbaterías (AIB) mediante el uso de métodos PLS. Ya que los métodos PLS son algoritmos que iteran hasta la convergencia, permiten ser intervenidos adecuadamente en algunas de sus etapas para tratar problemas tales como datos faltantes. Específicamente se toma la fase iterativa de la regresión PLS2 y se implementa el principio de “datos disponibles” del algoritmo NIPALS para permitir el desarrollo algorítmico del AIB con datos faltantes, proporcionando los elementos básicos para el análisis e interpretación de los resultados. Este nuevo algoritmo para AIB elaborado bajo el entorno de programación R, fundamentalmente realiza secuencias iterativas convergentes de proyecciones ortogonales de vectores emparejados con los datos disponibles y funciona adecuadamente en bases con y sin datos faltantes.

Para efectos de presentar los conceptos básicos del AIB y cotejar los resultados derivados de la aplicación algorítmica, se toma la base de datos completa de Linnerud para el análisis clásico; y luego esta base es contaminada con una muestra aleatoria que representa aproximadamente el 7% de los datos no disponibles (NA) para el análisis con datos faltantes. Se comprueba que con datos completos los resultados derivados del algoritmo son idénticos a los obtenidos mediante el desarrollo del método clásico para AIB, y que los resultados con datos faltantes son similares, aunque esto no siempre será así porque ello dependerá de que tanto se afecta la estructura de covarianza factorial “original” ante la cantidad de información ausente; por tanto la interpretación será válida solo en relación con los datos disponibles.

Palabras clave: Interbaterías, PLS2, NIPALS, datos faltantes.

^IJueves/Thursday, 8:00 a.m., Labo, Session: Tutorial6

^{II}Universidad del Valle, Calle 13 100-00 Cali, Colombia, victor.m.gonzalez@correounivalle.edu.co

References

- [1] Aluja, T., González, V. M. (2014), “GNM-NIPALS: General Nonmetric – Nonlinear Estimation by Iterative Partial Least Squares”, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones* 21(1), 85–106.
- [2] Martens, H., Nars, T. (1989), *Multivariate calibration*, John Wiley & Sons, New York.
- [3] Sanchez, G. (2012), plsdepot. *<https://cran.r-project.org/web/packages/plsdepot/plsdepot.pdf>
- [4] Tenenhaus, M. (1998), *La régression PLS théorie et pratique*, Editions Technip, Paris.
- [5] Wold, H. (1966), “Estimation of principal component and related models by Iterative Least Squares”, In P. R. Krishnaiah Ed., *Multivariate Analysis*, 391-420, Academic Press, New York.

Optimización de la blancura de un bagazo de caña para producción de pulpa blanca^I

GORDILLO SUAREZ, MARISOL^{II} Gonzalez, Paula Andrea^{III}

Colombia

The purpose of this article is to present the results of the optimization of the whiteness of sugarcane bagasse that is used to produce paper, in the process of bleaching pulp. Are considered as variables of study: Production (ton/hour), consumption soda (kg/ton), peroxide (kg/ton), liquor solids (%), drag soda in washing (kg/ton), temperature in peroxide (°C), Residual D1, pH in peroxide, permanganate number of potassium in digester and bleaching. The statistical evaluation of the whiteness of bagasse (%) was performed using response surface methodology (MRS). The application of this tool allows optimization the whiteness variable between 88 % and 90 %. This tool is considered as a great contribution in the analysis, since it allowed us to determine the values of the variables that will be used in the production of pulp. The best whiteness (%) occur when production is around 10.23 ton/hour, with applications soda 11.2 kg / ton, Peroxide 6.2 kg/ton, Drag Na₂ coffee pulp 2.2 kg / ton, Solid black liquor in coffee pulp 9.45% Residual D1 of 593.2 ppm, temperature (peroxide) at 72° C, pH (peroxide) of 9.7 and a permanganate number in bleaching (KMnO₄) 5.6 mL, showing a significant effect between these variables and the whiteness

Keywords: white pulp production, optimization, response surface methodology.

Resumen

El propósito de este artículo es dar a conocer los resultados de la optimización de la blancura del bagazo de caña de azúcar utilizado para producir papel, en el proceso de blanqueamiento de la pulpa. Se consideró como variables de estudio: Producción (toneladas/hora), Consumos de soda, Peróxido (kg./ton), Sólidos de licor (%), Arrastre de soda en lavadoras ((kg/ton), Temperatura en peróxido, Residual D1, pH en peróxido, Numero de permanganato de potasio en digester y blanqueo. La evaluación estadística de la blancura del bagazo (%) se realizó mediante la metodología de superficie de respuesta (M.R.S). La aplicación de esta herramienta permite la optimización de la variable blancura entre un 88% a un 90%. Esta herramienta se considera como un gran aporte dentro del análisis, dado que permitió determinar los valores de las variables que se usaran en la producción de pulpa. Las mejores blancuras (%) se producen cuando la producción está alrededor de 10,23 ton/hora, con aplicaciones de soda 11.2 kg/ton., Peróxido 6,2 kg/ton, Arrastre de Na₂ en pulpa café de 2.2 kg/ton, Solido Licor negro en pulpa café de 9.45 %, Residual D1 de 593.2 ppm, Temperatura (peróxido) de 72°C, pH (peróxido) de 9.7 y numero de permanganato en blanqueo (KMnO₄) de 5.6 mL, evidenciando que existe un efecto significativo entre las variables mencionadas y la blancura

Palabras clave: Producción de pulpa blanca, optimización, metodología de superficie de respuesta.

^IMartes/Tuesday, 3:05 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad Autonoma de Occidente, kra 125 No. 115-85, Colombia, Cali, mgordillo@uao.edu.co

^{III}Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, PAGONZALEZ@UAO.EDU.CO

References

- [1] Aguiar C. I. (2001). “biodegradación de celulosa de bagazo de caña de azúcar por hongos celulíticos”. *Cienc. Tecnol. Aliment.* Vol. 3, No. 2, pp. 117-121. ISSN 1135-8122.
- [2] Aguilar-Rivera N. (2011). “Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel”. *Ingeniería Investigación y Tecnología.* Vol. XII, Núm. 1, 189-197 ISSN 1405-7743 FI-UNAM.
- [3] Cartilla, (2008). *Carvajal pulpa y papel-Área fibra y pulpa.*
- [4] Departamento Nacional de Planeación. (DNP), (2007). “Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad”. *Documento sectorial, Cadena pulpa, papel, cartón, Industria Gráfica e Industrias Editoriales.* Bogotá.
- [5] Derringer, G., and Suich, R., (1980), “Simultaneous Optimization of Several Response Variables”. *Journal of Quality Technology*, 12, 4, 214-219.

Spatial analysis diatraea spp., in crops of sugar cane^I

GORDILLO SUAREZ, MARISOL^{II} Vargas, German A.^{III} Ospina, Johann A.^{IV}
Leyton, Sammy^V Gonzalez, Paula A.^{VI}

Colombia

There is, a large number of insects that attack crops of sugarcane, some little and others of great economic importance. Among these is the group of gender stemborers *Diatraea*, among which are *D. Saccharalis*, *D. Indigenella* and ultimately found crops with *D. Tabernella* and *D. Busckella*. This research was conducted on plots of sugarcane plantations located in the geographical Cauca River Valley. In order to determine both the sampling plan that will involve the collection of information for an upcoming investigation, as also perform spatial analysis *Diatraea* spp, In crops of sugar cane, which allows interpolate the pest within the plot. Were selected, 3 field (1 north, 1 center, and 1 south). Within each plot a grid of 120 m × 120 m, with points at a distance of 10 meters was selected, which generated 140 sampling points, for each plot. It was found that, with a reliability of 0.1, a tolerance of 0.0525 and spatial variability of 0.05, are required to take 50 points in each plot, a total of 150 points in each zone. With regard to spatial distribution, the variogram provides a good approximation of variance estimates and the spatial average and has a good knowledge that if there is a spatial relationship between the proportion of damage and distance.

Keywords: *Diatraea*, spatial analysis, sample size.

Resumen

Existe un gran número de insectos que atacan los cultivos de caña, algunos de poca y otros de mucha importancia económica, dentro de estos se encuentra el grupo de barrenadores del tallo del género *Diatraea*, entre los que están *D. saccharalis*, *D. indigenella* y últimamente se ha encontrado cultivos con *D. tabernella* y *busckella*. La presente investigación fue realizada en parcelas de cultivos de caña ubicadas en el Valle geográfico del río Cauca. Con el fin de determinar tanto el plan de muestreo que conlleve a la recopilación de información de una próxima investigación, como realizar el análisis espacial de *Diatraea* spp., en cultivos de caña de azúcar, que permita realizar interpolaciones de la plaga dentro de la parcela. Se seleccionaron 3 parcelas en cada zona, una en el norte, otra en el centro y otra en el sur, dentro de cada suerte se seleccionó una cuadrícula de 120 m × 120 m, con puntos a una distancia de 10 metros, lo que genero por cada suerte 140 puntos de muestreo, para un total de 450 puntos. Se halló que con una confiabilidad del 0.1, una tolerancia de 0.0525 y una variabilidad espacial de 0.05, se requieren tomar 50 puntos en cada suerte o parcela, en total por zona 150 puntos. Con respecto a la distribución espacial, con el Variograma se proporciona una buena aproximación de las estimaciones de la varianza y la media espacial y se tiene una buena certeza de que si hay una relación espacial entre la proporción de daño y la distancia.

Palabras clave: *Diatraea*, análisis espacial, tamaño de muestra.

^IMiércoles/Wednesday, 3:05 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}universidad autónoma de occidente, Kra 125 No. 115-85, colombia, mgordillo@uao.edu.co

^{III}Cenicaña, Cali, Colombia, gavargas@cenicaña.org.co

^{IV}Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombiajaospina@uao.edu.co

^VUniversidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, leyton311@hotmail.com

^{VI}Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia, PAGONZALEZ@UAO.EDU.CO

References

- [1] Amirinejad, A.A., Kamble, K., Aggarwal, P., Chakraborty, D., Pradhan, S., Mittal, R.B. (2011). “Assessment and mapping of spatial variation of soil physical health in a farm”. *Geoderma 160*: 292-303.
- [2] Bustillo, A. E. (2009). “Acciones para reducir las poblaciones de *Diatraea*”. *Carta Trimestral, Cenicaña (Colombia)*,31(3-4),10-15.
- [3] Gallardo A. (2006). “Geoestadística. Ecosistemas”. Recuperado de <https://fjferreer.webs.ull.es/Bibliog/Biblio/Geoestadistica.pdf>.
- [4] Giraldo. R. (2011). “Notas de clase Estadística espacial”. *Departamento de estadística. UNAL*.
- [5] IDEAM. (2014). “Informe del estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables 2012, 2013 y 2014”. *Tomo I: Variabilidad Climática y Cambio Climático*.
- [6] Londoño, L. F. (2014). Apuntando a la sostenibilidad. Aspectos generales del sector azucarero 2013-2014. ASOCAÑA. Cali- Colombia.
- [7] Oliver M.A. (2010) *Geostatistical applications for precision agriculture*. Springer, Berlín, pp 331.

Generación de evidencia para la estructura de la gobernabilidad en Costa Rica mediante un análisis factorial confirmatorio de segundo orden^I

GRANADOS SALAZAR, JOSÉ JESÚS^{II}

Cordero Mora, Gabriel^{III}

Costa Rica

The study of governance has gained importance in the last 40 years, why the issue has been addressed by many authors, who agree that this study should focus on the analysis of two main factors, the legitimacy and efficiency, as many point and very sensibly, that governance is simply the ability of a government to exercise both these functions. Additionally there is a third factor, socioeconomic status, which is expected to have an indirect relation to governance, through the legitimacy and effectiveness. To measure these relationships data Sociopolitical Opinion Survey, conducted by the Center for Research and Policy Studies (CIEP) at the University of Costa Rica is used. The information used corresponds to the application of the survey in April and August 2015, with 793 and 800 respondents respectively and a confirmatory factor analysis was applied to verify the raised relationships between these three factors. Among the main results, the structural part of the model, showing consistency with the hypotheses from the theory. Associations show satisfactory for measuring the “legitimacy” (0.73) and also to the “Effectiveness” (0.44) values. Corroborating as “governance” can be measured by the degree of legitimacy that reflect state institutions and the efficiency with which they work. The model with data from a different period was replicated to determine if there stability estimation, consistency was determined in the case of adjustment indices and the measurement model regarding the factor loadings and an important result is consistency between the relationship of the structural part, specifically for the legitimacy and effectiveness. By analyzing the measurement invariance, subgroup were used by sex and work sector (Public - Private). The models for women and private sector, have problems of identification so that the estimate of the relationship is not achieved. Structurally differences were found, but these are acceptable, maintaining theoretical consistency. Where greater discrepancy is in the relationship of socioeconomic status, a trend that persisted since the previous analysis is appreciated. Being able to reflect and check through a model as argued in theory, it represents a breakthrough in the study of such phenomena and motivates further in subsequent analyzes. It is worth mentioning the existence of a third construct, which can represent causally to the “Governance” and is defined as “stability” or ability of a system to keep in time and have the potential to adapt to any challenge. However, this is a factor unable to be measured in this study, because they do not have indicators to measure it, and it would be very useful to include in future surveys, reagents provide information for modeling of the relationship.

Keywords: Confirmatory factor analysis, governance, measurement invariance.

Resumen

El estudio de la gobernabilidad ha tomado mucha importancia en los últimos 40 años, razón por la cual el tema ha sido abordado por gran cantidad de autores, quienes coinciden en que el estudio de esta debe enfocarse

^IMartes/Tuesday, 2:40 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, Costa Rica, jgranadosj88@gmail.com

^{III}Escuela de Estadística, gabro_cor85@hotmail.com

en el análisis de 2 factores principalmente, la legitimidad y la eficacia, pues muchos señalan y con mucha sensatez, que la gobernabilidad consiste simplemente en la capacidad de un gobierno de ejercer a la vez estas dos funciones. Adicionalmente se incluye un tercer factor, el estatus socioeconómico, el cual se espera tenga una relación indirecta hacia la gobernabilidad, a través de la legitimidad y la eficacia. Para medir estas relaciones se utiliza los datos de la Encuesta de Opinión Sociopolítica, a cargo del Centro de Investigación y Estudios Políticos (CIEP) de la Universidad de Costa Rica. La información utilizada corresponde a las aplicaciones de la encuesta en los meses de abril y agosto del 2015, con 793 y 800 personas entrevistadas respectivamente y se aplica un análisis factorial confirmatorio para comprobar las relaciones planteadas entre estos 3 factores. Entre los principales resultados obtenidos, la parte estructural del modelo, muestra consistencia con las hipótesis planteadas a partir de la teoría. Las relaciones muestran valores satisfactorios para la medición de la “Legitimidad” (0.73) y también para la “Eficacia” (0.44). Corroborando como la “Gobernabilidad” se puede medir a través del grado de legitimidad que reflejen las instituciones del estado y la eficacia con la cual se desempeñan. Se replicó el modelo con datos de un periodo distinto para determinar si existe estabilidad en la estimación, se determinó consistencia en el caso de los índices de ajuste y en el modelo de medición respecto a las cargas factoriales y un resultado importante, es la consistencia entre las relaciones de la parte estructural, específicamente para la legitimidad y la eficacia. Al analizar la invarianza de la medición, se utilizaron subgrupos según sexo y sector laboral (Público – Privado). Los modelos para mujeres y sector privado, presentan problemas de identificación por lo que no se logra la estimación de las relaciones. A nivel estructural se aprecian diferencias, pero estas resultan aceptables, manteniendo consistencia teórica. Donde se aprecia una mayor discrepancia es en la relación del estatus socioeconómico, tendencia que arrastra desde los análisis anteriores. El hecho de poder reflejar y comprobar por medio de un modelo lo argumentado en la teoría, significa un avance en el estudio de este tipo de fenómenos y motiva a profundizar en posteriores análisis. Cabe mencionar la existencia de un tercer constructo, el cual puede representar de forma causal a la “Gobernabilidad” y se define como la “Estabilidad” o capacidad de un sistema de mantenerse en el tiempo y tener el potencial para adaptarse a cualquier desafío. Sin embargo, esta es una relación incapaz de medirse en el presente estudio, debido a que no cuenta con indicadores para su medición, por lo cual sería de mucha utilidad incluir en futuras encuestas, reactivos que proporcionen información para el modelamiento de dicha relación.

Palabras clave: Análisis factorial confirmatorio, Gobernabilidad, Invarianza de medición.

References

- [1] Fernández, M., Juárez, A., Merino, C. (2015). *Análisis estructural e invarianza de medición del MBI-GS en trabajadores Peruanos*. Universidad de San Martín de Porres, Perú. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México.
- [2] Heredia, M. (2002). “Gobernabilidad: Una aproximación teórica”. *VII Congreso Internacional del CLAD sobre Reforma del Estado y de la Administración Pública*. Lisboa, Portugal.
- [3] León, C. (2010). *La seguridad ciudadana y su impacto en la gobernabilidad y convivencia democráticas en Centroamérica*. FLACSO Secretaría General.
- [4] Lipset, S. (1992). *Repensando los requisitos sociales de la democracia*. George Mason University.
- [5] Ruiz, M., Pardo, A., San Martín, R. (2010). “Modelos de Ecuaciones Estructurales”. *Papeles del Psicólogo*, vol. 31, num. 1. pp. 34-45.

Optimal Control Problem for a Control Model of Ebola Epidemics^I

GRIGORIEVA, ELLINA^{II} Evgenii Khailov, Lomonosov^{III}

USA

A SEIR type control model describing the Ebola epidemic in a population of a constant size is considered over a given time interval. This model is an extension of the well-known SEIR model and is a better suitable one to study the control mechanism of Ebola epidemics. Along with the traditional compartments (susceptible, exposed, infected and recovered), such model contains the isolated infectious compartment representing the number of the infected and exposed individuals that have been isolated from susceptible individuals. The considered model contains two intervention controls reflecting efforts to protect susceptible individuals from infected and exposed individuals. It also contains two control functions that define efforts on detection and isolation of infected and exposed individuals. For control model the problem of minimizing the weighted sum of the total fractions of infected and exposed individuals and total costs of intervention control constraints at a given time interval is stated. For the analysis of the corresponding optimal controls, the Pontryagin maximum principle is used. According to it, these controls are bang-bang functions and are determined using the corresponding switching functions. Linear non-autonomous systems of differential equations, to which these functions satisfy together with the corresponding auxiliary functions are found. In order to estimate the number of zeros of the switching functions, the matrices of the linear non-autonomous systems are transformed to an upper triangular form on the entire time interval and the generalized Rolle's theorem is applied to the converted systems of differential equations. The estimates of the number of switchings of the optimal controls for the original problem are found. This allows the reduction of the original complex optimal control problem to the solution of a much simpler problem of conditional minimization of a function of the finite number of variables. Results of the numerical solution to this problem and their detailed analysis are provided.

Keywords: SEIR type Ebola epidemic model, nonlinear control system, Pontryagin Maximum Principle, non-autonomous quadratic differential system.

^IMiércoles/Wednesday, 5:30 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Texas Woman's University, PO BOX 425262 Denton TX 76204, USA, egrigorieva@twu.edu

^{III}Moscow State University, khailov@cs.msu.su

Operadores de composición (Nemytskij) - Operadores localmente definidos^I

GUERRERO, JOSE ATILIO^{II} Aziz, W.^{III} Maldonado, K.^{IV} Merentes, N.^V

Venezuela

Resumen

Sean $\Omega \subset \mathbb{R}$ y $h : \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ una función. Dada una función $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, aplicando (componiendo) h se genera otra función $y(t)$ sobre Ω , definida por $y(t) = h(t, f(t))$. De esta manera, la función h genera un operador $H : \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \Omega \times \mathbb{R}$, dado por

$$H(f)(t) = h(t, f(t)), \quad (1)$$

el mismo es denominado *operador de Nemytskij* (*operador de Composición*, *operador de Superposición*, *operador de Substitución*). Estos operadores de Nemytskij (1) poseen una serie de propiedades notables. Es de mencionar la *propiedad algebraica* la cual es conocida como la *propiedad de la determinación local* de H :

“Si dos funciones f_1 y f_2 coinciden en algún subconjunto $D \subseteq \Omega$, entonces las funciones Hf_1 y Hf_2 también coinciden sobre D ”.

En la actualidad, cuando un operador satisface esta propiedad algebraica se le denomina *operador localmente definido*. Durante el XXIII Simposio Internacional sobre Ecuaciones Funcionales (23-th ISFE, Gargano-Italy, June 1985), F. Neuman, planteó la siguiente interrogante:

“¿Cada operador localmente definido $H : C^n(I) \rightarrow C^0(I)$ tiene que ser de la forma

$$H(f)(t) = h(t, f(t), f'(t), \dots, f^{(n)}(t)), \quad f \in C^n(I), \quad t \in I$$

para una cierta función $h : I \times \mathbb{R}^{n+1} \rightarrow \mathbb{R}$?”.

En la presente exposición, se hablará sobre la actuación de estos operadores definidos localmente actuando entre espacios de funciones de variación acotada y se responde afirmativamente la inquietud planteada por Neuman.

Palabras clave: Operador de Nemytskij, operador localmente definido, variación acotada.

References

- [1] Aziz, W., Guerrero, J., Maldonado, K. and Merentes, N.(2015). *Locally defined operators in the space of functions of bounded Riesz Variation*, Hindawi Publishing Corporation J. Math..

^IMiércoles/Wednesday, 2:20 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, jaguerrero4@gmail.com

^{III}Universidad de los Andes, Departamento de Física y Matemática, Trujillo-Venezuela wadie@ula.ve

^{IV}misma que autor 1, keithmaldonado@gmail.com

^VUniversidad Central de Venezuela, Escuela de Matemáticas, Caracas-Venezuela. nmer@ciens.ucv.ve

- [2] Lichawski, K., Matkowski, J and Miś, J.(1989). “Locally defined operators in the space of differentiable functions”, *Bulletin of the Polish Acad. Sci. Math.*, Vol, N° 1-6 , 315-325.
- [3] Matkowski, J. and Wrobel, M.(2009). “Representation theorem for locally defined operators in the space of Whitney differentiable functions”, *Manuscripta Math.*, , 437-448.
- [4] Wrobel, M. (2012-2013).“Locally defined operators in the space of functions of bounded φ -variation”, *Real Anal. Exch.* N° 1(2013), 79-94.

Diagnóstico de la circulación vehicular en el sector Nor-Este de la ciudad de León^I

GUIDO CARCACHE, ROMMEL ANTONIO^{II}

Nicaragua

In the city of Leon, the vehicle fleet has increased, causing an increase in the use of roads and streets by drivers, especially in the north-east sector of the city (area of study). This sector is located the largest municipal market; which the other local markets well supplied and the Intercity Terminal (buses, minibuses) is what makes the circulation of all vehicles is increased in that sector. The present study was conducted to make a reorganization of the commercial sector, considering the traffic flow.

Type of vehicle travel speeds on roads, preferences turns performing drivers in this sector and the types of vertical and horizontal signage and who have been your visibility and found: the information was taken.

Equivalence: Nodes (Corners), Roads (Streets), Sectors (set of nodes and routes). 35 of 115 selected nodes on higher flow paths, equivalent to 30.4% of the total. Certain two types of days (day of week and weekend day), the daily observation periods he 7am. to 6pm. Dividing it into sub-periods of 20 minutes to collect information turns preference drivers nodes (corners) and congestion of roads. 8 types of vehicles was considered. Data Speeds (m / s) of the vehicles were registered in sections of 50 m. and horizontal and vertical signaling that exists in the study area. In addition secondary data provided by the National Police in the Department of León, on Accidents by type of vehicle and causes relating to the study area were used. The data were digitized and processed for analysis in the SPSS statistical program.

Keywords: Nodes, routes, sectors, type of vehicle.

Resumen

En la ciudad de León, ha aumentado el parque vehicular, provocando un aumento en el uso de vías y calles por parte de los conductores, sobre todo en el sector Nor-Este de la ciudad (área de Estudio). En este sector se encuentra localizado el mercado municipal más grande; del cual se abastecen los otros mercados locales y además se encuentra la Terminal Interurbana (buses, microbuses), lo que hace que la circulación de todo tipo de vehículo se incrementa en ese sector. El presente estudio se realizó con el objetivo de hacer un reordenamiento del sector comercial, considerando la circulación vehicular. Se tomó la información sobre: Tipo de vehículo, Velocidades de desplazamiento por vías, preferencias de giros que realizan los conductores en este sector y los tipos de señalización vertical y horizontal de que se disponen y su visibilidad y estado en que se encuentran.

Equivalencias: Nodos – Esquinas, Vías – Calles, Sectores – Conjunto de Nodos y Vías. Seleccionados 35 de 115 nodos sobre vías de mayor flujo, equivalente al 30.4% del total. Determinados dos tipos de días (día de Semana y día de fin de semana), los Periodos diarios de observación se dio de 7am. a 6pm. dividiéndolo en sub-períodos de 20 minutos para recolectar información de giros de preferencia de los conductores en nodos (esquinas) y congestión de vías. Se Consideró 8 tipos de vehículos. Se registraron Datos de Velocidades (m/s) de los vehículos en tramos de 50 m. y de señalización horizontal y vertical que existe en el área de estudio. Además se utilizaron datos secundarios proporcionados por la Policía Nacional en el Departamento de León, sobre Accidentalidad por tipo de vehículos y causas en relación con el área de estudio. Los datos se digitalizaron y procesaron para su análisis en el programa estadístico SPSS.

Palabras clave: Nodos, Vías, Sectores, Tipo de vehículo.

^IMartes/Tuesday, 5:10 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}UNAN-León, Contigo a la Iglesia La Merced, León, Nicaragua, fespermorlife@hotmail.com

Difusiones en una dimensión y polinomios ortogonales^I

GUTIÉRREZ PAVÓN, JONATHAN JOSUÉ^{II}

México

In this work, we will study the so-called **diffusion processes** in one dimension. The diffusion processes allow us to model some natural phenomena, such as random motion of particles. A diffusion is a random process that has two important features: **continuous paths** and the **Markov property**. This last property is characterized by the loss of memory, which means that one can make estimates of the future of the process based solely on its present state just as one could know the full history of the process. In other words, by conditioning on the present state of the system, its future and past are independent.

It turns out that a process X_t with the Markov property, is characterized by its **infinitesimal generator**, which is specified by the following operator

$$Af(x) := \lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{E(f(X_t)|X_0 = x) - f(x)}{t}, \text{ for some functions } f.$$

In this work we construct the infinitesimal generator using the **scale function** and the **speed measure**; these two objects characterize the infinitesimal generator. The scale function is a function s increasing that satisfies

$$P_x(T_b < T_a) = \frac{s(x) - s(a)}{s(b) - s(a)}, \quad (2)$$

where $T_\alpha := \inf\{t > 0 : X_t = \alpha\}$.

And the speed measure m satisfies that

$$m((w, z]) = \left(\frac{-d(m_I(z))_+}{ds} \right) - \left(\frac{-d(m_I(w))_+}{ds} \right).$$

where $m_I(x) := E_x(T_a \wedge T_b)$, and $\frac{df_+}{ds}(x) := \lim_{y \rightarrow x^+} \frac{f(y) - f(x)}{s(y) - s(x)}$.

If (l, r) , an interval in \mathbb{R} , is the state space of the process X_t , then the scale function is the probability that the process first reaches r before l . On the other hand, the speed measure can be written in terms of the expectation of the first time the process reaches either l or r .

Under appropriate assumptions on the scale function and the speed measure one can obtain that the infinitesimal generator can be written as a differential operator of order 2, also called a Sturm-Liouville operator, given by

$$Af(x) = \mu(x)f'(x) + \frac{\sigma^2(x)}{2}f''(x), \text{ where } \mu \text{ and } \sigma \text{ are certain functions.}$$

In this case, the scale function is solution of the following equation:

$$\mu(x)s'(x) + \frac{1}{2}\sigma^2(x)s''(x) = 0, \quad s(l) = 0, \quad s(r) = 1. \quad (3)$$

^IMartes/Tuesday, 2:40 p.m., Auditorium, Session: Probability

^{II}Cinvestav, Distrito federal, Mexico, jjgp82@hotmail.com

And the speed measure m can be obtained from the solution of the following equation

$$f'(x) \cdot \mu(x) + \frac{\sigma^2(x)}{2} \cdot f''(x) = -1, \quad f(l) = 0, \quad f(r) = 0. \quad (4)$$

This type of operators, with suitable conditions, are associated with diffusion processes that are solutions of a **stochastic differential equations**. This differential operator has particular interest because it is related to some **orthogonal polynomials**. More precisely, if we consider the functions $\mu(x)$ and $\sigma^2(x)$ to be polynomials of degree at most 1 and 2 respectively, then there exist orthogonal polynomials that are eigenfunctions of the operator, and the process associated with this operator has a density probability function that can be written in terms of these orthogonal polynomials.

We consider the following polynomials

The Jacobi polynomials, that are solution of the differential equation

$$(1 - x^2)J_n''(x) + [\beta - \alpha - (\alpha + \beta + 2)x]J_n'(x) + n(n + \alpha + \beta + 1)J_n(x) = 0. \quad (5)$$

The Laguerre polynomials are solution of

$$xL_n''(x) + [\alpha + 1 - x]L_n'(x) + nL_n(x) = 0. \quad (6)$$

The Hermite polynomials are solution of

$$H_n''(x) - 2xH_n'(x) + 2nH_n(x) = 0. \quad (7)$$

We characterize the probability density of the Ornstein-Uhlenbeck, the Cox-Ingersoll-Ross and Jacobi diffusions through Hermite, Laguerre and Jacobi orthogonal polynomials respectively.

On the other hand, this work is mainly based on Chapter VII of D. Revuz, and M. Yor. We show the results that allow us to write the infinitesimal generator of a diffusion process X in terms of the scale function s and the speed measure m . We prove the following result

$$\frac{d}{dm} \frac{d}{ds} f_+ = \frac{d}{dm} \frac{d}{ds} f_- = \lim_{t \rightarrow 0^+} \frac{E(f(X_t)|X_0 = x) - f(x)}{t},$$

where on the left hand side we have derivatives with respect to the function s and the measure m .

Keywords: Diffusion process, Orthogonal polynomials, Infinitesimal generator, Scale function, Speed measure.

References

- [1] Revuz, D. & Yor, M. (1999) *Continuous Martingales and Brownian Motion*. Springer- Verlag.
- [2] Klebaner, F. (2005) *Introduction to Stochastic Calculus with Applications*. Imperial College Press.
- [3] Marcus, M. B. & Rosen, J. (2006) *Markov Processes, Gaussian Processes, and Local Times*. Cambridge University Press.
- [4] Schoutens, W. (2000) *Stochastic Processes and Orthogonal Polynomials*. Springer- Verlag.
- [5] Bhattacharya, R. N. & Waymire, E. C. (1990) *Stochastic Processes with Applications*. Wiley.

Soluciones positivas y de frontera libre para problemas elípticos singulares y ecuación lineal de Schrödinger^I

HERNÁNDEZ ALONSO, JESÚS^{II} Díaz, J.I.^{III} Ilyasov, Y.^{IV}

España

We give an overview on some recent work concerning existence and qualitative properties of positive and free boundary (with compact support) solutions for some semilinear singular elliptic problems with Dirichlet boundary conditions. Some of these problems are related with solutions to the linear Schrödinger equations. We also obtain multiplicity results in some cases. In the one-dimensional case it is possible to provide a complete description of the solution set by using energy (ODE) methods. Stability results are obtained as well. Existence is proved by using variational methods (Nehari manifolds) and linearization.

Keywords: Positive solution, compact support solution, singular problem, variational methods, Schrödinger equation.

Resumen

Damos un panorama general de algunos resultados recientes referentes a la existencia y propiedades cualitativas de las soluciones positivas y de frontera libre (con soporte compacto) de ciertos problemas elípticos semilineales singulares con condiciones de contorno de Dirichlet. Algunos de estos problemas están relacionados con las soluciones de la ecuación lineal de Schrödinger. Obtenemos también resultados de multiplicidad. En el caso unidimensional es posible dar una descripción completa del conjunto de soluciones utilizando métodos de energía (EDO). Es posible tener igualmente resultados de estabilidad. La existencia se demuestra empleando métodos variacionales (variedades de Nehari).

Palabras clave: Solución positiva, solución con soporte compacto, problema singular, métodos variacionales, ecuación de Schrödinger.

References

- [1] Díaz, J. and Hernández, J. (2015). “Positive and nodal solutions bifurcating from infinity for a semilinear equation with compact support”. *Portugaliae Mathematica* 72, 145–160.
- [2] Díaz, J. Hernández, J and Ilyasov, Y. (2015). “On the existence of positive solution and solutions with compact support for a spectral nonlinear elliptic problem with strong absorption”. *Nonl. Anal.* 119, 484–500.
- [3] Díaz, J. Hernández, J and Ilyasov, Y. Stability criteria and compactly supported ground states of some non-Lipschitz autonomous semilinear equations. *Chinese J. Math.*, to appear.

^IViernes/Friday, 11:30 a.m., Room 111, Session: Plenary Talk 10

^{II}Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Matemáticas, España, jesus.hernande@telefonica.net

^{III}Universidad Complutense, Madrid

^{IV}Ufa, Rusia

Interpolación espacial óptima: el método kriging^I

HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, GREIVIN^{II}

Costa Rica

Un problema central en geostatística es la estimación de una variable de interés sobre cierto dominio, sobre la base de valores observados en un número limitado de puntos. Desde un punto de vista determinístico ese es un problema de interpolación. La variable de interés es aproximada por una función paramétrica cuya forma se postula por adelantado, ya sea explícita o implícitamente. Los parámetros son seleccionados para optimizar algún criterio de mejor ajuste a los datos puntuales.

En el presente trabajo se realizará dicha interpolación con un enfoque probabilístico, conocido como *kriging*, un término usado por George Matheron en 1963, en honor a Danie G. Krige. Este método produce una interpolación basada en un modelo de variograma o de covarianza derivado desde los datos, en lugar de un modelo a priori de la función de interpolación.

Se presentarán resultados obtenidos sobre datos de precipitación y temperaturas obtenidos para la isla principal de Puerto Rico, donde el enfoque será isotrópico, es decir, para la correlación entre ubicaciones distintas se asumirá que sólo depende de la distancia entre ellas. Para realizar tales estimaciones, se deben realizar algunos supuestos sobre el posible comportamiento de la variable aleatoria que deseamos estimar en determinados puntos del espacio, entre los supuestos mas comunes que podemos encontrar en la literatura, es el estacionariedad, lo que significa que la estructura probabilística luce similar en distintos lugares del espacio.

Keywords: interpolation, geostatistical, kriging, variogram.

Palabras clave: interpolación, geoestadística, kriging, variograma.

References

- [1] Chiles, P and Delfiner, P. (1999). *Geostatistics: modeling spatial uncertainty*. Wiley, New York,
- [2] Diggle, P and Ribeiro, P. (2007). *Model-based Geostatistics*. Springer Series in Statistics. Springer,
- [3] Stein, M. (1999) *Interpolation of spatial data*. Springer Series in Statistics. Springer-Verlag, New York, .
Some theory for Kriging.

^IMiércoles/Wednesday, 3:25 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Universidad de Costa Rica, Costa Rica, greivin.hernandez@hotmail.com

Branch and bound approaches for parametric interval linear systems^I

HORÁČEK, JAROSLAV^{II} Rada, Miroslav^{III} Hladík, Milan^{IV}

República Checa

In many engineering applications, an uncertainty can occur due to e.g. rounding errors, inaccuracy of measurement or imprecisions of our model. There are many ways to deal with uncertainty (classical probability, fuzzy approaches). To deal with uncertainty we use interval analysis. The basic idea is that we enclose variables in a problem with verified intervals safely containing their desired values. In this talk we will focus on interval linear systems. An interval linear system

$$[A]x = [b]$$

is a linear system where the real coefficients are replaced with verified intervals. We can imagine it as a set of all real systems that occur by all possible independent selections of real numbers from all intervals. It is necessary to specify, what do we mean by a solution set of an interval linear system. It is a set

$$\Sigma = \{x \mid Ax = b, A \in [A], b \in [b]\}.$$

This set is generally non-convex, however it is convex in each orthant. The solution set is usually of a complex shape, therefore we enclose it with an n -dimensional box aligned with axes. There are many algorithms for computing boxes tightly enclosing the solution set.

Nevertheless, in most of applications (technical engineering, electrical engineering) the numbers selected from individual intervals are not independent. This way the problem becomes more difficult. The solution set becomes non-convex. Some methods and algorithms computing boxes containing the parametric solution set have been proposed. In our talk we introduce a new approach – we show various methods based on the branch and bound principle that return a set of boxes safely containing the parametric solution set. This way we are able to compute more exact and more expressive description of the parametric solution set.

Keywords: interval analysis, parametric linear systems, branch and bound.

^IMiércoles/Wednesday, 2:00 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}Department of Applied Mathematics, Charles University in Prague, Czech Republic, jarda.horacek@centrum.cz

^{III}University of Economics, Department of Financial Accounting and Auditing, W. Churchill Sq. 4, 130 67, Prague, Czech Republic, miroslav.rada@vse.cz

^{IV}Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Applied Math, Prague, Czech Republic, milan.hladik@mffyz.cz

Creación de un prototipo para detectar contenido web asociado a temas de lavado de activos y financiación del terrorismo^I

JIMÉNEZ LEANDRO, FELIPE^{II}

Costa Rica

This document describes the methodology and results to create a prototype which estimates the probability that a news of the web has content money laundering, terrorist financing or related topics (worldwide and in several languages) , so it can detect entities related to a financial group (customers and suppliers) that have content related to these issues in order to perform due diligence of such entities and determine whether they should be reported to the authorities.

By creating web spiders, for automatic information extraction, natural language processing to obtain the relevant information from texts and finally a process of consensus of various statistical learning algorithms (boosting, bagging, random forests and support vector machines) to generate the models that assign the probability and classify the texts , successfully achieved the target with high accuracy (ROC curve 98% in the test sample) in classification models and high discrimination in external validation testing using individuals known for their issues confirmed in money laundering and other individuals from other areas not related to the topic.

The application range is wide, such as the inclusion of this engine within the monitoring systems to measure the probability that each customer has web content linked to money laundering and terrorist financing , generating alerts that help strengthen compliance programs. Another application are the queries to specific individuals for special investigations. Also it can be used for automatic monitoring of news that in many cases is done manually and finally measuring risks of money laundering by geographical area, depending on the density of news by area.

Keywords: text analytics, natural language processing, statistical learning, web crawling, R.

Resumen

En este documento se detalla la metodología y resultados para la creación de un prototipo que estima la probabilidad de que una noticia de la _web_ tenga contenido de lavado de activos, financiación del terrorismo ó temas conexos(en todo el mundo y en diversos de idiomas), de tal manera que se puedan detectar entidades vinculadas a un grupo financiero (clientes, gestores, proveedores) que tengan contenido relacionadas a esos temas, para poder realizar la debida diligencia de dichas entidades y determinar si deben ser reportadas a las autoridades.

Mediante la creación de arañas _web_, para la extracción de información automática, el procesamiento del lenguaje natural para obtener la información relevante de los textos y un procedimiento de consenso de diversos algoritmos de aprendizaje estadístico(modelos de _boosting_, _bagging_, bosques aleatorios y máquinas vectoriales de soporte) para generar los modelos que asignan la probabilidad y clasifican los textos, se logra de manera exitosa el objetivo con una alta precisión (Curva ROC 98% en la muestra de prueba) en los modelos de clasificación y una alta discriminación en las pruebas de validación externa, utilizando individuos ya conocidos

^IMartes/Tuesday, 5:10 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}Universidad de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, felipe_jimenez_l@yahoo.com

por sus actividades confirmadas en temas de lavado de dinero y otros individuos de otros ámbitos no vinculados al tema.

La gama de aplicación es amplia, como por ejemplo, la inclusión de este motor dentro de los sistemas de monitoreo de la institución bancaria, para medir la probabilidad de que cada uno de los clientes tenga contenido web relacionado al lavado de activos y financiación del terrorismo, generando alertas que ayuden a robustecer los programas de cumplimiento. Otra aplicación son las consultas de individuos específicos por investigaciones especiales. Además se puede utilizar para el monitoreo automático de noticias que en muchos casos se realiza de manera manual y por último la medición de riesgos de lavado de activos por área geográfica, en función de la densidad de noticias por área.

Palabras clave: analítica de textos, procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje estadístico, R.

Clasificación de datos binarios mediante heurísticas poblacionales^I

JIMÉNEZ ROMERO, ALEJANDRA^{II} Trejos Zelaya, Javier^{III}

Costa Rica

This research is oriented to the study of different types of data and management, especially directed towards binary data also called dichotomic data, for which the values of the observations made on individuals are 0 or 1. With this feature, this type of data require specific similarity measures which depend on the meaning or importance that is previously assigned to each of these two values.

Mainly, the research is based on the problem of clustering a set of individuals with binary observations in a predefined number of classes. The study of some clustering methods is made, including the classical *Hierarchical classification*, *Dynamical clusters* and *Partitioning around medoids* (PAM), and combinatorial optimization methods based on population behavior is performed, in this case the heuristics *Ant colony optimization* and *Genetic algorithms*. These methods are implemented, performing the proper calibration parameters in the case of heuristics, to ensure good results.

From a set of data tables generated by a Monte Carlo experiment, a comparison of the results obtained by classifying the individuals in each data table with the different methods is performed. Furthermore, the comparison of results using two measures of dissimilarities *Jaccard* and L_1 is done, and the use of two types of aggregations: *Sum* and L_1 .

Keywords: Clustering, Binary data, heuristics, Ant colony optimization, Genetic algorithms.

Resumen

La investigación se orienta hacia el estudio de distintos tipos de datos y su manejo, especialmente se dirige hacia los datos llamados binarios o dicotómicos cuya característica principal es que los valores de las observaciones realizadas a los individuos son 0 o 1. Debido a esta particularidad, requieren medidas de similitud específicas las cuales dependen del significado o importancia que previamente se le asigne a cada uno de sus dos valores.

Principalmente, se realiza la investigación sobre el problema de clasificación automática de un conjunto de individuos con observaciones binarias en una cantidad de clases predefinida. Para esto, se realiza el estudio de varios métodos de clasificación, entre ellos los métodos clásicos *Clasificación jerárquica*, *Nubes dinámicas* y *Particionamiento alrededor de medoides* (PAM), y métodos de optimización combinatoria basados en el comportamiento poblacional, en este caso las heurísticas *Colonia de hormigas* y *Algoritmos genéticos*. Estos métodos son implementados, realizándose la debida calibración de parámetros en el caso de las heurísticas, a fin de asegurar buenos resultados.

A partir de un conjunto de tablas de datos generadas mediante un experimento tipo Monte Carlo, se realiza una comparación de los resultados obtenidos al clasificar los individuos en cada tabla de datos con los distintos métodos. Además, se realiza la comparación de resultados con el uso de dos medidas de disimilitud: *Jaccard* y L_1 , así como el uso de dos tipos de medida de agregación: *Suma* y L_1 .

Palabras clave: Clustering, Datos binarios, heurísticas, optimización mediante colonias de hormigas, algoritmos genéticos.

^IMartes/Tuesday, 3:25 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, alejimenezr@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, javier.trejos@ucr.ac.cr

Clustering of iberic languages using soft graph coloring^I

LARA VELÁZQUEZ, PEDRO^{II} Gutiérrez Andrade, Miguel A.^{III}
De los Cobos Silva, Sergio^{IV} Rincón García, Eric Alfredo^V

México

The Iberian Peninsula is isolated from the rest of Europe by the Pyrenees Mountains. This partial isolation has created a very distinctive tapestry of cultures that share similar but independent languages. In this work a comparative statistical study considering the ten most utilized Iberic languages based on short texts is performed. This study shows which languages are more related than others and which languages can be considered representative of the general behavior.

Keywords: Linguistics, Classification, Soft graph coloring, Mathematical Optimization.

Resumen

La península ibérica se encuentra aislada del resto de Europa por los montes Pirineos. Este aislamiento parcial ha creado un tapiz de culturas que comparten lenguas similares, pero con personalidades distintas que las caracterizan. En este trabajo, se realiza un estudio estadístico, basado en textos cortos, considerando las diez lenguas más habladas en la península ibérica. Este estudio muestra cuáles se relacionan más con otros y cuáles lenguajes se pueden considerar representativos del comportamiento general.

Palabras clave: Lingüística, clasificación, coloración de gráficas suaves, optimización matemática.

^IMartes/Tuesday, 4:50 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}UAM-Iztapalapa, México D.F., México, plara@xanum.uam.mx

^{III}UAM-Iztapalapa, Mexico City, Mexico, gamma@xanum.uam.mx

^{IV}UAM-Iztapalapa, Mexico City, Mexico, cobos@xanum.uam.mx

^VUAM-Azcapotzalco, Mexico City, Mexico, rigaeral@correo.azc.uam.mx

Funciones especiales y aproximación de la clotoide^I

LOBO SEGURA, JAIME^{II} Villalobos Arias, Mario^{III}

Costa Rica

Se establece una aproximación de la clotoide mediante intervalos de aproximación para las funciones polares asociadas a la clotoide centrada en su punto límite en función del parámetro de longitud de arco. De esto se deducen estimaciones de los errores relativo y absoluto de la aproximación de la clotoide por aproximaciones racionales y estimaciones por intervalos de las integrales de Fresnel.

La espiral denominada clotoide (o espiral de Cornu , o espiral de Euler) se distingue por el hecho de que su curvatura es proporcional a la longitud de arco. En este trabajo tomamos como definición analítica de clotoide a la curva parametrizada

$$K(t) : t \longrightarrow C(t) + iS(t) = \int_0^t \exp(i\pi/2u^2) du$$

para valores positivos de t , siendo t el parámetro de arco (medida desde el origen). La curvatura en el punto de coordenada t vale πt . La curva K posee un *punto límite* L :

$$L = \lim_{t \rightarrow \infty} K(t) = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right)$$

Nuestro resultado principal consiste en una aproximación espacial de K mediante una aproximación por rectángulos de las coordenadas polares $(\rho(t), \theta(t))$. Denotamos por $\kappa(t) = \frac{1}{\pi t}$ el radio de curvatura de K en el punto de coordenada $t > 0$.

Teorema: *Existe una versión continua de la función $\theta : \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$, $t \rightarrow \theta(t)$ tal que el par ordenado $(\rho(t), \theta(t))$ se halla en el rectángulo abierto $I(t) = (R_1(t), R_2(t)) \times (A_1(t), A_2(t))$, donde*

$$R_1(t) = \kappa(t) \frac{\psi(t)^2}{(\psi(t)^2 + 3/4)}, \quad R_2(t) = \kappa(t)$$

$$A_1(t) = 3\pi/2 + \psi(t) - \arctan(\pi\kappa(t)^2), \quad A_2(t) = 3\pi/2 + \psi(t)$$

$$\text{donde } \psi : \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}_+, \quad \psi(t) = \frac{\pi}{2}t^2$$

Keywords: Clothoid, special functions, polar coordinates, Fresnel integrals, probabilistic methods.

Palabras clave: Clotoide, funciones especiales, coordenadas polares, integrales de Fresnel, métodos probabilísticos.

^IViernes/Friday, 2:40 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}CIMPA, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, jaimelobosegura@hotmail.com

^{III}same address & Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica, mario.villalobos@ucr.ac.cr, marvillalobos@itcr.ac.cr

Transmuted Rayleigh distribution: model estimation and applications^I

MAHDI, SMAIL^{II}

Barbados

Abstract: In this paper we consider diverse parameter estimators for the Transmuted Rayleigh distribution proposed in Merovci (2013). The distribution derives from the Rayleigh distribution, considered among others in Mahdi (2006), after application of the quadratic rank transmutation map (QRTM) advocated in Shaw and Buckley (2009). Rayleigh distribution, as a particular sub-model of the Weibull or Extreme Value Type III distribution, is often used in extreme value analysis as it suits, for instance, modeling wind speed data and hence their extremes. The moments (MM), the profile maximum likelihood (PML) and the weighted least square (WLSE) estimating methods are mainly considered. The performance of these estimating methods is investigated through Monte Carlo simulations and the obtained results are discussed and displayed. Overall, the results show that MM is outperformed by PML and WLSE. Afterward, we investigate the goodness of fit of the transmuted Rayleigh and Generalized Rayleigh distributions (Kundu and Raqab (2005)) on data sets consisting of daily average wind speed and cigarette nicotine contents. WLSE method is used in the fitting of the Generalized Rayleigh distribution as recommended in Kundu and Raqab (2005). Graphs illustrating the goodness of fits of the considered distributions and the QRTM effect on the skewness of the base Rayleigh distribution will be as well presented.

Keywords: Rayleigh distribution, Monte Carlo simulations, Generalized Rayleigh distribution, Transmuted distribution, Goodness-of-fit.

References

- [1] Kundu, D., Raqab, M. Z. (2005). “Generalized Rayleigh Distribution: Different. Methods of Estimation”, *Computational Statistics & Data Analysis* 49, 187-200.
- [2] Mahdi, S. (2006). “Improved parameter estimation in Rayleigh model”. *Metodoloski zvezki*,3, 63-74.
- [3] Merovci F. (2013), “Transmuted Rayleigh distribution”. *Austrian Journal of Statistics*, Volume 42 Number 1, 21–31
- [4] Shaw, W., and Buckley, I. (2009). *The alchemy of probability distributions: beyond Gram-Charlier expansions, and a skew-kurtotic-normal distribution from a Rank transmutation map*. arXiv preprint, arXiv:0901.0434.

^IMartes/Tuesday, 2:20 p.m., Auditorium, Session: Probability

^{II}University of West Indies, CMP Department Cave Hill Campus, UWI, Barbados, Barbados, mahdis89@hotmail.com

Estadística PRESS en la regresión PLS^I

MARTÍNEZ SALAZAR, JOSÉ LUIS^{II}

Colombia

In Models of latent factors it is necessary to choose the appropriate number of factors to select a parsimonious model that fits the data. In partial least squares regression (PLS) is frequently used cross-validation technique for the selection of the best predictive model. To select the appropriate number of latent factors according to the predictive ability of the model, we present a model based on Prediction Error Sum of Squares, (PRESS) for PLS regression. In this paper we show an alternative computational way to cross-validation, where it is not necessary to leave out an observation as is done with the leave-one -out cross-validation method. The computational formula proposed in this article for choosing the appropriate number of factors in the PLS regression is an important tool that is specifically for users of PLS regression. The computational formula shown in this paper is presented to users, academics and researchers as an important in choosing the appropriate number of latent factors to be used in PLS regression model instrument. In this research an important theoretical development for partial least squares regression was achieved. It is the statistical PRESS PLS which is used as a criterion for selecting the optimal model in PLS regression; this finding offers a new statistical tool to make a good decision on choosing the best prediction model in PLS regression

Keywords: Factor, prediction model.

Resumen

En los modelos de factores latentes es necesario escoger el número apropiado de factores para seleccionar un modelo parsimonioso que se ajuste a los datos. En la regresión por mínimos cuadrados parciales (Partial Least Squares Regression, PLSR) se usa frecuentemente la técnica de validación cruzada para la escogencia del mejor modelo con capacidad predictiva. Para seleccionar el número apropiado de factores latentes de acuerdo a la capacidad predictiva del modelo, presentamos un estadístico basado en la Suma de Cuadrados del Error de Predicción (Prediction Error Sum of Squares, PRESS) para la regresión PLS. En este trabajo mostramos una forma computacional alternativa a la validación cruzada, donde no es necesario dejar por fuera una observación como se hace con el método leave-one-out de la validación cruzada. La fórmula computacional propuesta en este artículo para la escogencia del número apropiado de factores en la regresión PLS es una importante herramienta que se propone para los usuarios de la regresión PLS. La fórmula computacional mostrada en este trabajo se presenta a usuarios, académicos e investigadores como un instrumento importante en la escogencia del número de factores latentes apropiados que se deben usar en un modelo de regresión PLS. En esta investigación se consiguió un importante desarrollo teórico para la regresión por mínimos cuadrados parciales. Se trata del estadístico PRESS PLS el cual se usa como un criterio para la selección del modelo óptimo en la regresión PLS; este hallazgo nos ofrece una nueva herramienta estadística que permite tomar una buena decisión sobre la escogencia del mejor modelo de predicción en la regresión PLS.

Palabras clave: Factor, predicción, modelo.

^IMiércoles/Wednesday, 4:50 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Universidad del Sinú, Montería, Barrio Juan XXIII, Colombia, estadisticajms@gmail.com

References

- [1] Morris L, Martin E. (2002). “Model selection for partial least squares regression”. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 64, (pp. 79-89).
- [2] Varmuza K., Filzmoser P. Dehmer. (2013). “Multivariate linear QSPR/QSAR models: Rigorous evaluation of variable selection for PLS”. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, vol. 5, (pp. 1-10)
- [3] Wold S., Sjöström M., Eriksson L. (2001a). “PLS-regression: a basic tool of chemometrics”. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, vol. 58, (pp. 109-130).

Characters droplet spray processes^I

MERCADO ESCALANTE, JOSÉ ROBERTO^{II} Guido Aldana, Pedro A.^{III}
May León, Gloria^{IV}

México

We represent the light scattering by drops, supposed transparent spheres, by an operator containing basic experimental process information and compare it with the operator quantum dispersion. We establish the various orders of the operator and put in correspondence with the Debye series. We also describe the Doppler effect through a fractional operator, which allows us to find the velocity of the droplets. By means of a generalized process of Cantor we found the Gamma distribution, as proposed probability density for the diameters of the drops, which is backed with known experimental results. The genesis and purpose of the study is its application to the dynamics of droplets in the clouds created artificially and convective flows generated in pilot scale models of downdraft energy towers; but also finds application in the agricultural sprays; in cavitation and in different industrial processes as flow of bubbles.

Keywords: spray analysis, size distributions, Gamma distribution, particle image velocimetry.

References

- [1] Bachalo W., Houser M., (1984). “Phase/Doppler spray analyzer for simultaneous measurements of drop size and velocity distributions”, *Optical Engineering* 23(5), 583–590.
- [2] Huang X., Bailly Y., Guerneur C., Lepiller V., (2012). “Simultaneous determination of velocity field and size distribution of water droplets generated by an atomizer from image analysis”. *15th International Symposium on Flow Visualization* June 25-28, Minsk, Belarus.
- [3] Tropea C.(2011). “Optical Particle Characterization in Flows”. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 43:399–426.
- [4] Taylor, J.(1972). *Scattering Theory: The Quantum Theory of Nonrelativistic Collisions*, Robert E. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida, pp. 476.
- [5] Mason, B.(1975). *Clouds, Rain, and Rainmaking*, Cambridge University Press, Cambridge.

^IMartes/Tuesday, 4:30 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, De la estación 419-3, México, rmercado@tlaloc.imta.mx, jrmercadoe@yahoo.com

^{III}Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, Jiutepec, Morelos, México, pedroguido@tlaloc.imta.mx

^{IV}Instituto de Energías Renovables, UNAM, Temixco, Morelos, México

Modelado matemático híbrido con ecuaciones diferenciales, mezclas gaussianas y lógica difusa para modular la vía de esfingolípidos y la respuesta a la quimioterapia de una línea celular de leucemia.^I

MOLINA MORA, JOSE ARTURO^{II}

Costa Rica

Sphingolipids perform functions in cell signaling, including the mechanisms involved in death / cell survival and are of vital importance to modulate the effects of cancer therapies. In the present study, a hybrid model was created for studying the route of sphingolipids and viability in the cell line CCRF-CEM (leukemia) in order to establish disturbances which allow modulating the pathway as a strategy to enhance death. The hybrid model was structured as the sum of three coupled models. First at all, disturbance-based model and differential equations was performed to explain the route of sphingolipids. For this purpose, a test by microscopy using an analogous of sphingomyelin with coupled fluorescent specie (SM-BODIPY) allowed to monitor the loss of fluorescence due to traffic and metabolism of the specie. With data from a binding assay, a second analysis was made with the study of the pattern of fluorescence in cells; a gaussian mixture algorithm let to establish the relationships between the disturbances and chemotherapy, letting to identify the steps in the pathway of sphingolipids where the chemotherapies Doxorubicin, Temozolomide, Methotrexate and Paclitaxel were sensed. Finally, applying a neuro-fuzzy model, it was possible to relate the different concentrations of the sphingolipids with the cell viability, in which, given the single or double perturbations, association rules were created. That information was used to optimize the conditions that allowed enhancing cell death. Concomitant use of inhibitors of ceramide kinase and sphingosine kinase was validated as the best mix to promote cell death in the cell line.

Keywords: sphingolipids, fuzzy-logic, gaussian-mixture-model, cancer, systems-biology.

Resumen

Los esfingolípidos cumplen funciones en la señalización celular, incluyendo los mecanismos involucrados en la muerte/supervivencia celular y que son de vital importancia para modular los efectos de las terapias en cáncer. En el presente estudio se estableció un modelo híbrido para el estudio de la vía de los esfingolípidos y la viabilidad en la línea celular CCRF-CEM (leucemia), con el fin de establecer las perturbaciones que permitieran modular la vía como estrategia para potenciar la muerte celular. El modelo híbrido se estructuró como la suma de tres modelos acoplados. Primero se estableció un modelo basado en perturbaciones y ecuaciones diferenciales para explicar la vía de los esfingolípidos. Para ello, se estandarizó un ensayo por microscopía con el uso de un análogo de esfingomielinea acoplado con una especie fluorescente (SM-BODIPY) y que permitió monitorear la pérdida de fluorescencia debido al tránsito y metabolismo de la especie. Con los datos de un ensayo de fijación, se realizó un análisis por el modelo de mezclas gaussianas como segundo modelo y para establecer las relaciones

^IMiércoles/Wednesday, 2:20 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, josemolina6@hotmail.com

entre las perturbaciones y quimioterapias, permitiendo identificar los pasos de la vía de los esfingolípidos en los que las quimioterapias Doxorubicina, Temozolomida, Metotrexato y Paclitaxel eran sensadas. Finalmente, la aplicación de un modelo neurodifuso permitió relacionar las diferentes concentraciones de la vía de los esfingolípidos con un ensayo de viabilidad, en el que, dadas las perturbaciones simples o dobles, se crearon reglas de asociación. Esa información fue usada para optimizar las condiciones que permitían potenciar la muerte celular. El uso concomitante de inhibidores de ceramida quinasa y esfingosina quinasa fue validada como la mejor combinación para favorecer la muerte celular en la línea celular.

Palabras clave: esfingolipidos, lógica-difusa, modelo-mezclas-gaussianas, cáncer, biología- de-sistemas.

Optimal control of Goursat systems: hyperelliptic inputs for path planning^I

MONROY PEREZ, FELIPE^{II} Gauthier, Jean Paul^{III}

México

In this lecture we address the general problem of approximating, in a certain optimal way, non admissible motions of a kinematic system with nonholonomic constraints. Since this kind of problems falls into the general subriemannian geometric setting, it is natural to consider optimality in the sense of approximating by means of subriemannian geodesics. We consider systems modeled by a subriemannian Goursat structure, a particular case being the well known system of a car with trailers, along with the associated parallel parking problem. Several authors approximate the successive Lie brackets by using trigonometric functions. By contrast, we show that the more natural optimal motions are related with closed hyperelliptic plane curves with a certain number of loops.

Keywords: optima control, non holonomic constraints, subriemannian geometry, hyper elliptic curves.

Resumen

En este trabajo abordamos el problema de la aproximación óptima de trayectorias no admisibles de un sistema cinemático con restricciones no-holónicas. Este tipo de problemas se ubica en el contexto de la geometría subriemanniana, por lo que es natural considerar la optimalidad en el sentido de las geodésicas. Consideramos el caso de el sistema de un carro arrastrando cierto número de trailers y el correspondiente problema de estacionamiento paralelo. En contraste con otros autores que han propuesto soluciones con funciones trigonométricas, nosotros proponemos una aproximación por medio de curvas hiperelípticas.

Palabras clave: Control óptimo, restricciones no-holónicas, geometría subriemanniana, curvas hiperelípticas.

^IViernes/Friday, 3:00 p.m., Room 111, Session: Plenary Talk 12

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 200, Azcapotzalco, Mexico D.F. 02200, México, fmp@correo.azc.uam.mx

^{III}LSIS, UMR CNRS 7296, Université de Toulon, UTLN, 83957 La Garde CEDEX, France, gauthier@univ-tln.fr

Modification of the method of musical composition based on principles of evolutionary psychology^I

Modificación del método de composición musical basado en principios de psicología evolutiva

MORA GUTIÉRREZ, ROMAN ANSELMO^{II} Vázquez-Cortés, Alberto A.^{III}
de los Cobos-Silva, Sergio^{IV} Rincón-García, Eric A.^V
Gutiérrez Andrade, Miguel A.^{VI} Ponsich, Antonin^{VII} Lara Velázquez, Pedro^{VIII}
Ramírez-Rodríguez, Javier^{IX}

México

The Method of Musical Composition (MMC) is a social metaheuristic based on a sociocultural creativity system, which was proposed in [3]. This technique uses an artificial society, which is integrated by a set of agents, called composers. Besides, creativity is defined as the tendency to generate or recognize ideas, alternatives, or possibilities that may be useful in solving problems [2]. Creative objects or ideas of each person, in human society, can be generated in two ways: a) improvement of the initial idea through of a recursive process (hard work) or b) creation through individual genius [1]. The creative process is affected by several elements e.g: age, flow of information and communication among persons [5]. In this work, a variant of the MMC is presented, which are based on principles of evolutionary psychology and the postulates of Simonton on modelling of creative process through Poisson distribution [4, 6]. This variant was tested on a set of ten benchmark instances of nonlinear optimization problems, proving a good behavior compared with that of the canonical MMC.

Keywords: modelling of creativity, creative process, nonlinear optimization problem.

Resumen

El Método de Composición Musical (MMC) es una metaheurística social, la cual se basa en un sistema de creatividad sociocultural, éste método fue propuesto en [3]. En el MMC se utiliza una sociedad artificial, la cual esta integrada por un conjunto de agentes, llamados compositores. Además, creatividad se define como la tendencia a generar o reconocer las ideas, alternativas, o posibilidades que pueden ser útiles en la solución de problemas de [2]. Cualquier idea u objeto creativo de cada persona, se pueden generar por dos maneras:

^IMartes/Tuesday, 3:05 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Avenida San Pablo 180, Azcapotzalco, Reynosa Tamaulipas, 02200 Ciudad de México, D.F., México, ing.romanmora@gmail.com

^{III}Posgrado en optimización, same address as Mora-Gutiérrez

^{IV}Departamento de ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340, México D. F., cobos@xanum.uam.mx

^VDepartamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, rigaeral@correo.azc.uam.mx

^{VI}Departamento de ingeniería Eléctrica, same address as de los Cobos-Silva, gamma@xanum.uam.mx

^{VII}Departamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, aspo@correo.azc.uam.mx

^{VIII}Departamento de ingeniería Eléctrica, same address as de los Cobos-Silva, plara@xanum.uam.mx

^{IX}Departamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, jararo@correo.azc.uam.mx

a) mejora de una idea inicial a través de un proceso recursivo (trabajo duro) o b) la creación a través genio individual [1]. El proceso creativo se ve afectada por varios elementos, por ejemplo: la edad, el flujo de la información y la comunicación entre las personas [5]. En este trabajo, se presenta una variante de la MMC, que se basan en los principios de psicología evolutiva y los postulados de Simonton sobre modelización de proceso creativo a través de la distribución de Poisson [4, 6]. Esta variante se probó en un conjunto de diez casos referenciales del problema de optimización no lineal, lo que demuestra un buen comportamiento en comparación con la de la MMC canónica.

Palabras clave: modelos de creatividad, procesos creativos, optimización no lineal.

References

- [1] De Bono, E.(2000) *El pensamiento práctico*. Ediciones Paidós Ibérica, S.A.,
- [2] Franken, R.(2007) *Human Motivation* .Thomson/Wadsworth.
- [3] Mora, R.; Ramírez, J and Rincón, E.(2012) “An optimization algorithm inspired by musical composition”. *Artificial Intelligence Review*. 1–15.
- [4] Simonton, D.(2003). “Scientific creativity as constrained stochastic behavior: the integration of product, person, and process perspectives”. *Psychological bulletin*, 129(4), 475. .
- [5] Simonton, D.(1984). “Creative productivity and age: A mathematical model based on a two-step cognitive process”. *Developmental Review*, 4(1), 77-111.
- [6] Simonton, D.(2004). “Exceptional creativity and chance: Creative thought as a stochastic combinatorial process”. *Beyond knowledge: Extracognitive aspects of developing high ability*, 39-72.

Hybrid algorithm for generating functions with applications in psychiatry ^I

Algoritmo híbrido para la generación de funciones con aplicaciones en psiquiatría

MORA GUTIÉRREZ, ROMAN ANSELMO^{II} Cruz Ulloa, Carlos Jesus^{III}
de los Cobos Silva, Sergio^{IV} Rincón García, Eric A.^V
Gutiérrez Andrade, Miguel Angel^{VI} Ponsich, Antonin^{VII} Lara Velázquez, Pedro^{VIII}
Ramírez Rodríguez, Javier^{IX}

México

Genetic programming (GP) was proposed by [1], it is a branch of evolutionary computation, which is inspired by biological evolution. The GP is used to solve problems without requiring the user to know or specify the form or structure of the solution in advance. Techniques based on GP use tree structures [4] for information. On the other hand, the Method of Musical Composition (MMC) is a social metaheuristic based on a sociocultural creativity system, which was proposed in [3]. Both methods have been used to solve several optimization problems. In this work, a hybrid algorithm, which combines GP and MMC, is developed. This method was used to generate a set of functions, which are implemented to classify psychiatric patients.

Keywords: classify, medical applications, hybrid algorithm.

Resumen

La programación genética (GP) fue propuesto por [1], es una rama de la computación evolutiva, la cual se inspira en la evolución biológica. La GP se utilizado para resolver varios problemas en donde el usuario no conoce su forma específica o bien estructura de la solución de antemano. Está técnicas generalmente usa la estructura de árboles para el manejo de información . Por otro lado, el Método de Composición Musical (MMC) es una metaheurística social basado en el sistema sociocultural de creatividad, esté fue propuesto en [3]. Ambos métodos se han utilizado para resolver varios problemas de optimización. En este trabajo, un algoritmo híbrido, que combina GP y MMC, se desarrolla. Este método desarrollado se utilizó para generar un conjunto de funciones, que se implementan para clasificar a los pacientes psiquiátricos.

Palabras clave: clasificación, aplicaciones medicas, algoritmos híbridos.

^IMartes/Tuesday, 3:45 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Avenida San Pablo 180, Azcapotzalco, Reynosa Tamaulipas, 02200 Ciudad de México, D.F., México, ing.romanmora@gmail.com

^{III}Secretaría de salud pública, neuropsiquiatría gaston877@hotmail.com

^{IV}Departamento de ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340, México D. F., cobos@xanum.uam.mx

^VDepartamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, rigaeral@correo.azc.uam.mx

^{VI}Departamento de ingeniería Eléctrica, same address as de los Cobos-Silva, gamma@xanum.uam.mx

^{VII}Departamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, aspo@correo.azc.uam.mx

^{VIII}Departamento de ingeniería Eléctrica, same address as de los Cobos-Silva, plara@xanum.uam.mx

^{IX}Departamento de Sistemas, same address as Mora-Gutiérrez, jararo@correo.azc.uam.mx

References

- [1] Koza, J. R. (1992). *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [2] Franken, R. E. (2007) *Human Motivation* .Thomson/Wadsworth. 464 pages
- [3] Mora-Gutiérrez, R.; Ramírez, J and Rincón, E.(2012) “An optimization algorithm inspired by musical composition”. *Artificial Intelligence Review*. 1–15.
- [4] Luke, S., and Spector, L. (1998). “A revised comparison of crossover and mutation in genetic programming”. *Genetic Programming*, 98(208-213), 55.

Construcción de diseños sobresaturados de niveles mixtos óptimos vía una búsqueda tabú^I

MORALES, LUIS B.^{II}

México

Supersaturated designs are very profitable for scientists and engineers in the primary stage of scientific research. We propose an algorithm Supersaturated designs are very profitable for scientists and engineers in the primary stage of scientific research. In this work, we propose a tabu search algorithm for constructing $X^2(D)$ –optimal mixed-level k –circulant supersaturated designs. The method of constructing designs is based on the cyclic development of k generator columns. Our algorithm was able to construct 19 new $X^2(D)$ –optimal mixed-level k –circulant supersaturated designs. It also found all $X^2(D)$ –optimal k –circulant designs available in literature.

Keywords: Cyclic generator, X^2 –optimality, Mixed-level, Supersaturated designs, Tabu search algorithm.

Resumen

Diseños sobresaturados son muy rentables para los científicos e ingenieros en la etapa primaria de la investigación científica. En este trabajo proponemos un algoritmo de búsqueda tabú para la construcción de diseños sobresaturados $X^2(D)$ –óptimos de niveles mixtos k –circulares. El método de construcción de los diseños se basa en el desarrollo cíclico de k vectores columnas. Nuestro algoritmo fue capaz de construir 19 nuevos diseños sobresaturados $X^2(D)$ –óptimos de niveles mixtos. También encontró todos los diseños k –circulares X^2 –óptimos disponibles en la literatura.

Palabras clave: Diseños sobresaturados de niveles mixtos, X^2 –optimalidad, búsqueda tabú.

^IMartes/Tuesday, 2:00 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}IMAS-UNAM, Av. Universidad 3000, Mexico, lbm@unam.mx

Modelo epidemiológico de compartimientos para el mal de Chagas para una comunidad en Jutiapa, Guatemala^I

MORALES, MICHAEL^{II} Pennington, Pamela^{III}

Guatemala

A mathematical model is proposed for the transmission dynamics of Chagas disease based on a SI compartment model (Susceptible-Infected). This model focuses in specific and traditional hosts in a population of Comapa, Jutiapa, in Guatemala, and the vector, *Triatoma dimidiata*, whose life cycle is taken into account, that is, beginning as an egg, followed by nymph stages, and finally the adult stage. This specific model aims to improve existing control measures to reduce or eliminate reservoirs of the vector.

Keywords: chagas, mathematical model, epidemiology, *Triatoma dimidiata*.

Resumen

Se propone un modelo matemático de compartimientos, Susceptibles-Infectados, para la dinámica de transmisión del Mal de Chagas, el cual toma en cuenta huéspedes encontrados tradicionalmente en una población de Comapa, Jutiapa, en Guatemala, y el desarrollo en etapas del vector *Triatoma dimidiata*. El modelo es comparado y ajustado con datos de campo reales para proponer mejores planes de control del vector, huéspedes, y de la enfermedad.

Palabras clave: chagas, modelo matemático, epidemiología, *Triatoma dimidiata*.

^IMiércoles/Wednesday, 4:30 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, Guatemala, mrmorales@uvg.edu.gt

^{III}pamelap@uvg.edu.gt

Functions representation for a CAS^I

NAVARRO GUEVARA, DOUGLAS^{II}

Costa Rica

This article presents a scheme of representation and treatment of functions criteria, for the development of scientific and engineering applications that require the implementation of symbolic and/or numerical computations. Such representation is based on a few types of power series characterized by a periodic sequence of numbers that allow the implementation of a dual version of diverse analytical operators. The objective is the development of the core of a CAS under an *object-oriented programming paradigm* implementation.

Introduction

This article shows how the “common transcendental functions” can be written in terms of a few types of power series, characterized by a periodic sequence of numbers. The induced discrete representation allows the definition of a natural isomorphism between some subsets of functions and the space \mathbb{C}^n .

For the data structure of the computer application, the *elementary complex variable functions* are represented by a “*classic binary tree*” structure, namely: operands (polynomials or “*Primitive Transcendental Functions*”[4]) in the leaves and operators in the interior nodes. When representation of a composition of functions is required, the “leaves” point to a sub-tree.

The Primitive Transcendental Functions are holomorphic functions classified by types. The types considered here are: *Exponential*, *Geometric and Arc* and consist of the functions whose power series expansion at the origin are of the form:

$$\sum_{i=0}^{\infty} b_i \frac{x^i}{i!}, \quad \sum_{i=\max\{0, -k\}}^{\infty} b_i (i+k)! \frac{x^i}{i!}, \quad \sum_{i=0}^{\infty} b_i ([i+k]!)^2 \frac{x^i}{i!} \quad (8)$$

where (b_i) is a periodic sequence of period n , $k \in \mathbb{Z}$, and

$$[m]! = \{1 \text{ if } m \leq 0; 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot m \text{ if } m \text{ is odd}; 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (m-1) \text{ if } m \text{ is even}\} \quad (9)$$

Coding: Coding of a function of the *X Type* is made by $X[k; b_0, b_1, \dots, b_{n-1}](x)$, where n is the period of this generating sequence. If there is no risk of confusion, the notation can be reduced to $[b_0, b_1, \dots, b_{n-1}]$.

Decoding: Decoding is based upon the fact that, for a given length n , a given k (if any) and a fixed type, the defined set of functions forms an n -dimensional vector space. As an example, for the *Exponential Type*, the isomorphism is given by the function $\varphi : \mathbb{C}^n \rightarrow B_n$:

$$\varphi[b_0, b_1, \dots, b_{n-1}] = \sum_{i=0}^{\infty} b_i \frac{x^i}{i!} \quad \text{where} \quad B_n = \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} b_i \frac{x^i}{i!} \text{ with } b_i = b_{i+n} \right\}. \quad (10)$$

^IViernes/Friday, 2:00 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}Universidad Nacional, San Isidro de El General, Costa Rica, navarro. Douglas@gmail.com

The sum and scalar multiplication in B_n corresponds to the usual vector operations in \mathbb{C}^n . The differentiation operator corresponds to a circular left shift of the generating sequence and the unitary increase of k (if any). The integration operator (with integration constant equal to b_{n-1}) corresponds to a circular right shift of the generating sequence and an unitary decrease of k (if any).
primitive transcendental functions, symbolic computation, computer algebra system..

References

- [1] Conway, J.(1978). *Functions of One Complex Variable I (Second Edition)*. Springer, New York
- [2] Davenport, J., Siret, Y., Tournier, E.(1987). *Calcul formel: systèmes et algorithmes de manipulations algébriques*. Masson, Paris.
- [3] Lang, S.(1977). *Complex Analysis*. Yale University, New Haven.
- [4] Navarro, D., Navarro, A.(2014). “Computer Aided Geometry”. *International Congress on Mathematical Software*, Seoul.
- [5] Navarro, D.(2015). “Functions representations for a CAS development”. *V Congreso de Matemática Aplicada Computacional e Industrial*, Argentina.
- [6] Richardson, D.(1968). “Some undecidable Problems Involving Elementary Functions of a Real Variable”. *The Journal of Symbolic Logic*, 33, 514–520.
- [7] Risch, R.(1969). “The problem of integration in finite terms”. *Transactions of American Mathematical Society*, 139, 167–189.

Aproximación analítica a soluciones de ecuaciones parabólicas usando operadores de transmutación.^I

OTERO JIMÉNEZ, JOSAFATH ALFREDO^{II} Kravchenko, Vladislav^{III} Torba, Sergii^{IV}

México

In the talk, an analytical approximation of solutions for a special class of parabolic equations and an algorithm for solving the reaction-diffusion equation with a periodic potential in time and mixed conditions within a rectangle of the plane is presented. The method is based on the use of an operator of transmutation for the recursive construction of a set of functions that approximate uniformly the solution in a region of the plane. The idea behind the scheme solution is to understand the behavior of the operator on functions that approximate solutions of the heat equation. First the basics of transmutation operators are shown, secondly use an operator to build a set of functions that approximate an analytical solution of the parabolic equation proving the uniform convergence. Finally, the advantages of the approach are shown by solving a pair of reaction-diffusion equations with mixed conditions for a rectangle in the plane.

Keywords: Transmutation operators, reaction-diffusion equation.

Resumen

En la plática se presenta una aproximación analítica de soluciones para una clase especial de ecuaciones parabólicas y un algoritmo para la solución de la ecuación de reacción-difusión con un potencial periódico en tiempo y condiciones mixtas dentro de un rectángulo del plano. El método esta basado en la construcción recursiva de un conjunto de funciones, que aproximan de manera uniforme la solución en una región del plano, utilizando un operador de transmutación. La idea detrás del esquema de solución es conocer el comportamiento del operador sobre funciones que aproximen soluciones de la ecuación de calor. Primero se muestran los conceptos básicos de operadores de transmutación. Segundo, como construir un conjunto de funciones que aproximen analíticamente una solución de la ecuación de reacción-difusión, usando dichos operadores y demostrando la convergencia uniforme de la aproximación. Finalmente se muestran las ventajas de la solución mediante la solución de un par ecuaciones de reacción-difusión con condiciones mixtas para un rectángulo del plano.

Palabras clave: Operadores de transmutación, ecuación de reacción difusión.

References

- [1] Colton. D. (1976). *Solution of boundary value problem by the method of integral operator*. Pitman Publishing.
- [2] Kira V. Khmelnytskaya, Vladislav V. Kravchenko, Sergii M. Torba, Sébastien Tremblay. (2012). “Wave polynomials, transmutations and Cauchy’s problem for the Klein–Gordon equation”. *J. Math. Anal. Appl.* 399. 191–212.

^IMiércoles/Wednesday, 3:05 p.m., Room 112, Session: Differential Equations

^{II}Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Playa Escondida 116, Desarrollo San Pablo, Querétaro, Querétaro, Mexico, josafath@math.cinvestav.edu.mx

^{III}CINVESTAV, Querétaro, México, vkravchenko@math.cinvestav.edu.mx

^{IV}CINVESTAV, Querétaro, México, storba@math.cinvestav.edu.mx

La topología algebraica en los sistemas electorales^I

PÉREZ, JUAN ANTONIO^{II} Márquez Sandoval, Angélica Leticia^{III}

México

Since the celebrated paper by Keneth Arrow on election systems, for which he received the Nobel Prize on Economic Sciences in 1968, there have appeared several mathematical formalizations on the subject. The combinatorial approach by Arrow has been reformulated in terms of Algebraic Topology by several authors with the Arrows original idea that there are only two types of social choice: political and economical. For the first time, Graciela Chichilniski wrote an agregation rule as a continuous map, introducing continuity and then topology in the study of election systems, until the proof of her celebrated resolution theorem inm a joint work with Heal. Interesting complements have been made by Eckman, Baryshnikov, Tanner and Tanaka, being the last one who introduced the idea of non strict preferences.

In this short course the general history of this ideas is developed, offering some new and original proofs, with particular interest in some results by Tanaka.

Keywords: social choice, agregation rule, homotopy, homology.

Resumen

A partir del célebre artículo de Keneth Arrow sobre sistemas electorales, mismo que lo hiciera acreedor al Premio Nobel de Economía de 1968, han ido apareciendo diversas formalizaciones matemáticas con esta temática. El enfoque combinatoria ha sido reformulado en términos de Topología Algebraica por varios autores, siguiendo la idea original de Arrow, según la cual existen únicamente dos formas de elección social: la económica y la política. Graciela Chichilniski fue la primera en escribir la regla de agregación como una aplicación continua, introduciendo la ciontinuidad, y en consecuencia la topología, en el estudio de los sistemas electroales, hasta llegar a su célebre resultado conocido como el teorema de resolución, publicado conjuntamente con Heal. Algunso interesantre complementos han sido elaborados por Eckman, Baryshnikov, Tanner y Tanaka, siendo éste último el responsable de la incorporación del concepto de preferencias no estrictas.

En este curso corto se presenta la historia de estas ideas, ofreciendo algunas demostraciones originales, con particular interés en los resultados de Tanaka.

Palabras clave: elección social, regla de agregación, homotopía, homología.

References

- [1] Lauwers, L. (1999) “Topological Social choice”. Discussion paper, Centre for Economic Studies, Katholieke Universiteit Leuven.
- [2] Tanaka, Y. (2006) “A topological Approach to the Arrow impissibility theorem when individual preferences are weak orders”. *Applied Mathematics and Computation* 174 (961-981).
- [3] Baigent, N. (2010) “Topological theories of social choice”. Institute of Public Economics, Graz University, Austria.
- [4] Chichilniski G., Heal, G (1983) “Necessary and sufficient conditions for a resolution of the social choice paradox”. *Journal of Economic Theory* 31 (68-87)

^IJueves/Thursday, 8:00 a.m., Room 112, Session: Tutorial5

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, Oequideas No. 91, México, japerez@uaz.edu.mx

^{III}SEDUZAC. Coordinación de Educación Media Superior y Superior, Departamento de Preparatorias Estatales. Gobierno del Estado de Zacatecas, México.

On the homology of Tanaka preferences^I

PÉREZ, JUAN ANTONIO^{II}

México

Since the celebrated resolution theorem was proved by Graciela Chichilniski and Geoffrey Heal [Chichilniski and Heal, 1982] some mathematical works have been done around the Kenneth Arrow's original idea of political social choice [Arrow, 1951], where Algebraic Topology is a major protagonist. Yashuito Tanaka [Tanaka, 2007] computes the homology of the non-strict preferences for the case of three choices, concluding that there is no a Chichilniski rule for this case. In this paper we simplify the computations by Tanaka using a topological filtration of nerves. Also, using the same technique we perform the calculation of the homology of the Tanaka generalized preferences.

Keywords: Homology, nerve, political preferences, aggregation rule.

Resumen

Desde que Graciela Chichilniski y Geoffrey Heal [Chichilniski and Heal, 1982] demostraron su célebre teorema de resolución, algunos trabajos matemáticos han sido desarrollados alrededor de la ideal original de Kenneth Arrow [Arrow, 1951], en los que la Topología Algebraica es protagonista fundamental. Yashuito Tanaka [Tanaka, 2007] calcula la homología de las preferencias no estrictas para el caso de tres opciones, concluyendo que no existe una regla de Chichilniski para este caso. En este trabajo simplificamos los cálculos de Tanaka mediante el uso de una filtración topológica de nervios. De la misma manera, y mediante el uso de la misma técnica, efectuamos el cálculo de la homología de las preferencias de Tanaka generalizadas.

Palabras clave: Homología, nervio, preferencias políticas, regla de agregación.

References

- [1] Arrow, K. (1951) "A difficulty in the concept of Social Welfare". *The Journal of Political Economy* 58 (328–346).
- [2] Chichilniski, G. and Heal, G. (1983) "Necessary and sufficient conditions for a resolution of the social choice paradox". *Journal of Economic Theory* 31 (68–87).
- [3] Tanaka, Y. (2007) "A topological approach to Wilson's impossibility theorem". *Journal of Mathematical Economics* 43 (184–191)
- [4] Tanaka, Y. (2006) "A topological approach to Arrow impossibility theorem when individual preferences are weak orders". *Applied Mathematics and Computation* (961–981).

^IMartes/Tuesday, 2:00 p.m., Room 111, Session: Statistics

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, Carr. a La Bufa S. N., México, japerez@uaz.edu.mx

Using allegories to design pattern characterization^I

PÉREZ, JUAN ANTONIO^{II} García Hernandez, Alejandra^{III} Velasco Elizondo, Perla^{IV}
Mauricio Zamarrón, Juan M.^V

México

Software systems are designed, and eventually implemented, in terms of a set of interdependent software components. Often this set contains structures of components and relationships among them that, in the area of Software Engineering, are known as design patterns. A design pattern is general reusable solution useful for solving a recurring software design problem. The identification of design patterns provides software engineers with considerable insight on a software system's structure and helps them to comprehend its behavior when no documentation is available (Subelj & Bajec, 2011).

Mathematical tools such as graph theory, particularly directed graphs, have been used to describe these relationships, since they mean oriented influence from an component to another. Some algebraic properties of these systems give rise to the use of the class of categories (Mac Lane, 1971) known as allegories (Freyd & Šcedrov, 1990), that capture in a more accurate way the nature of design patterns. This work is devoted to characterize design pattern in terms of allegories, in order to extract some algebraic properties of them from allegory theory.

One of the most important catalogs of patterns is the one proposed by Gamma et al., (Gamma, Helm, Johnson, & Vlissides, 1994), which describes 23 design patterns for object-oriented software systems. The patterns in this catalog are structures defined in terms of classes or objects and specific relationships among them, e.g., association, generalization, composition. We deal with these relationships as objects in the allegory of relations among sets of components (i.e. classes or objects), classified by their function inside a given software system.

Keywords: Design pattern characterization, category theory, allegories.

References

- [1] Freyd, P. J., Šcedrov, A. (1990). *Categories, Allegories*. North-Holland.
- [2] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. (1994). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Pearson Education.
- [3] Mac Lane, S. (1971). *Categories for the working mathematician (No. 5)*. Springer-Verlag.
- [4] Subelj, L., Bajec, M. (2011). "Community structure of complex software systems: Analysis and applications" . *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390 (16), 2968–2975.

^IMiércoles/Wednesday, 4:30 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Autonomous University of Zacatecas, México, pvelasco@uaz.edu.mx

^{III}Universidad Autónoma de Zacatecas, alegarcia@uaz.edu.mx

^{IV}Universidad Autónoma de Zacatecas, pvelascoe@gmail.com

^VCentro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), Zacatecas, jmauricio@cimat.mx

Clasificación estadística dinámica^I

PULIDO CEJUDO, JAVIER^{II} Cuevas Covarrubias, Carlos^{III}

México

We introduce a new approximation to statistical classification from a dynamic perspective. Our proposal is to build a linear combination of the gradient vectors of the class conditional densities, and to generate a vector field that classifies each new observation dynamically. We initially review the discrimination of two multivariate normal densities without restrictions on their covariance structure. Once this important case is analyzed, we explore the application of the resulting algorithm under less restrictive assumptions. The performance of this new proposal is assessed with a Monte Carlo study and with practical examples with real data sets. We think that this new perspective offers an alternative to the classical discriminant analysis approach. Therefore, its potential is not only practical, but also methodological.

Keywords: supervised classification, gradient vector, vector field, sensibility, specificity.

Resumen

Presentamos una aproximación novedosa al problema de clasificación estadística visto con un enfoque dinámico. La propuesta consiste en definir una ponderación adecuada a los gradientes de las densidades de cada categoría, y de esta forma conseguir un campo vectorial que clasifique a las nuevas observaciones en forma dinámica. Inicialmente revisamos el problema de discriminación entre dos distribuciones normales sin hacer restricciones a la estructura de covarianza. Después de revisar este importante caso particular, se explora el funcionamiento de este algoritmo en condiciones menos restrictivas. El desempeño de esta propuesta es evaluado con un estudio de Monte Carlo y mediante el desarrollo de ejemplos prácticos con datos reales. Pensamos que esta perspectiva abre una nueva ventana al enfoque clásico del análisis discriminante, por lo que su potencial es no sólo aplicativo, sino además metodológico.

Palabras clave: clasificación supervisada, vector gradiente, campo vectorial, sensibilidad, especificidad.

References

- [1] Duda R. O., Hart P.E. and Stork D.G. (2001); *Pattern classification*, Wiley Interscience.
- [2] Ghorpade S.R. and Limaye B.V. (2010); *A course in multivariate calculus and analysis*, Springer.
- [3] Trejos Zelaya J., Castillo Elizondo W. y González Varela J. (2014); *Análisis multivariado de datos*, Editorial UCR.

^IMartes/Tuesday, 4:30 p.m., Auditorium, Session: Data Analysis

^{II}Universidad Anáhuac México, Universidad Anahuac, México.

^{III}Universidad Anáhuac, México, ccuevas@anahuac.mx

Taller introducción al lenguaje R, una herramienta para el análisis de datos^I

QUINTAS, ISABEL^{II}

México

This R workshop will try to make an introduction to R language; this is an open free software used for the scientific community, the most oriented to data analysis, statistics and graphics. Because the shortage of the workshop the participants could make some basic exercises that will give them a better understanding of this tool. Some “notes will be given to the workshop participants, they can learn more by their own.

Keywords: data analysis, R language.

Resumen

Se trata de un taller introductorio al lenguaje R; se trata de un software abierto y libre, muy utilizado por la comunidad científica en variadas disciplinas, con capacidad para resolver una amplia variedad de problemas desde los niveles más básicos a problemas matemáticos muy especializados. El lenguaje fue desarrollado para realizar análisis de datos, análisis estadísticos y posee una riquísima interface gráfica para el análisis visual tanto de los datos como de los resultados de los modelos. Debido a lo corto del taller, se presentarán algunos ejercicios básicos para que interesados comprendan su forma de interactuar y luego puedan introducirse a las potencialidades de esta herramienta en forma más o menos autodidacta. Se entregarán unas notas para este fin a quienes estén interesados en avanzar en el dominio de esta poderosa herramienta. El temario básico consiste en:

- Introducción y antecedentes históricos
- Características de R
- Tipos de datos y asignación
- Funciones en R
- Matrices
- Marcos de datos (data frame)
- Lectura de archivos de datos
- Estadística
- Análisis preliminar de datos
- Regresión
- Graficación
- Instalación de paqueterías adicionales

Palabras clave: Análisis de datos, lenguaje R.

^IMiércoles/Wednesday, 8:00 a.m., Labo, Session: Tutorial3

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana, calzada del Hueso, Villa Quietud, Del. Coyoacan, México DF, México, iqintas@correo.xoc.uam.mx

Descriptor invariante a posición y escala en imágenes digitales utilizando la transformada de Fourier-Mellin^I

QUINTERO VARGAS, LISSETTE DEL CARMEN^{II}

Nicaragua

Pattern recognition based on Fourier-transformed analytical Mellin has had great interest for its multiple applications in civil and military areas. In this thesis the methodology of an invariant position and based on the Fourier transform and the Fourier-transformed analytical Mellin (AFM) scale descriptor comes. The first descriptor was validated with regular images in black and white geometric figures and then grayscale images of butterflies. Descriptor AFM implementation position and scale invariant was performed in Matlab programming language and using the Euclidean distance metrics and distance of maximum efficiency and robustness of the descriptor AFM was determined.

Keywords: Pattern recognition, invariant descriptor to position and scale, transformed Fourier-Mellin analytical.

Resumen

El reconocimiento de patrones basado en la transformada analítica de Fourier-Mellin ha tenido gran interés por sus múltiples aplicaciones en las áreas civil y militar. En esta tesis se presenta la metodología de un descriptor invariante a posición y escala basado en la transformada de Fourier y en la transformada analítica de Fourier-Mellin (AFM). El descriptor fue validado primeramente con imágenes en blanco y negro de figuras geométricas regulares y luego con imágenes en escalas de grises de mariposas. La implementación del descriptor AFM invariante a posición y escala se realizó en lenguaje de programación Matlab y mediante el uso de las métricas de la distancia euclidiana y de la distancia del máximo se determinó la eficiencia y robustez del descriptor AFM.

Palabras clave: Reconocimiento de patrones, descriptor invariante a posición y escala, transformada analítica de Fourier-Mellin.

References

- [1] Feldman, J., 2007. *Discrete-times Fourier Series and Fourier transforms*.
- [2] HSU, H., 1970. *Análisis de Fourier*, Prentice Hall, New York.
- [3] González R.C. y Woods R.E., 2002. *Digital Image Processing, 1ra Ed*, Prentice Hall, New York, NY.
- [4] González R.C. , Woods R.E., Eddins S.L., *Digital Image Processing Using MATLAB, 2da Ed*, Tata McGraw Hill Education Private Limited, New York, NY, 2010.

^IMiércoles/Wednesday, 4:50 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, Del puente del rastro 1 1/2 cuerdas al sur. -León, Nicaragua, sheislissethe@yahoo.com

Estimación de la curva de rendimiento para Costa Rica usando metaheurísticas de optimización.^I

QUIRÓS GRANADOS, ANDRÉS^{II} Trejos Zelaya, Javier^{III}

Costa Rica

La estructura temporal de tasas de interés o curva de rendimiento es una función que relaciona la tasa de interés con su respectivo plazo. En la economía de un país la curva de rendimiento es una herramienta muy utilizada para varios propósitos, podemos mencionar que es parte fundamental en la valoración de activos de renta fija, es un indicador de las expectativas de los agentes económicos en relación a la tasa de interés y la inflación futura y por lo tanto es un confiable indicador de la actividad económica de un país. Por su importancia los bancos centrales de muchos países se hacen cargo de la estimación de la curva de rendimiento.

En este trabajo se usan los modelos de regresión no lineal de Nelson-Siegel y Svensson para estimar la curva de rendimiento usando una muestra de datos históricos suministrados por la Bolsa Nacional de Valores de Costa Rica. El problema de optimización involucrado en el proceso de estimación de los parámetros de los modelos se enfrenta con el uso de las metaheurísticas: Algoritmo genéticos, Colonia de hormigas, Enjambre de partículas y Sobrecalentamiento simulado.

El objetivo del estudio es tratar de mejorar el mínimo local que se obtiene utilizando un método de optimización que usa dirección de descenso. Se logran buenos resultados con al menos dos de las metaheurísticas, Enjambre de partículas y Sobrecalentamiento simulado.

Palabras clave: Curva de rendimiento, Regresión no lineal, modelo Nelson-Siegel, modelo Svensson, Metaheurísticas.

^IViernes/Friday, 2:00 p.m., Auditorium, Session: Financial Mathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, , Costa Rica, andquigr@gmail.com

^{III}Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, javier.trejos@ucr.ac.cr

Several aspects of generalized linear-fractional programming without nonnegativity condition^I

RADA, MIROSLAV^{II} Hladík, Milan^{III} Cerný, Michal^{IV}

República Checa

Generalized linear-fractional programming (GLFP) is the problem of minimization the maximum of finite number of fractions, where both numerator and denominator are affine functions. The feasible region is a polyhedron with the property that it restricts all the denominators in the problem to nonnegativity. For GLFP, several polynomial (in terms of convergence rate) algorithms rate are known, see for example [3].

There is a natural generalization of GLFP: to relax the requirement of nonnegative denominators. This generalized GLFP (called GGLFP here) emerged recently when dealing with so-called range sets in multiobjective linear parametric programming (MOLP) (see [2]). Unfortunately, GGLFP can not be solved easily in general.

This talk focuses on several aspects of GGLFP and related problems. First, it introduces a natural way to solve one formulation of GGLFP: to decompose it into (in general exponentially many) GLFPs. Second, it interconnects the GGLFP decomposition with the notion of hyperplane arrangements, which allows to describe some interesting polynomial cases of the previously mentioned decomposition. The results on combinatorial complexity of hyperplane arrangements from [1] are used. Third, the relationship of GGLFP and range sets in MOLP is established. An open problem of adaptation the decompositive method for MOLP is stated. And fourth, the talk provides an insight to the nice geometry behind some of the problems addressed.

Keywords: generalized linear-fractional programming, hyperplane arrangements, range sets.

References

- [1] Edelsbrunner, H., O'Rourke, J., Seidel, R.(1986). "Constructing arrangements of lines and hyperplanes with applications". *SIAM J. Comput.* 15, 2, pp. 341–363. ISSN 0097-5397.
- [2] Hladík, M., Rada, M., Sitarz, S.(2015). "Range sets in multiobjective linear programming and parametric polytopes intersection problem". *preprint submitted to EJOR*.
- [3] Nesterov, Y., Nemirovskii, A.(1995). "An interior-point method for generalized linear-fractional programming". *Mathematical Programming.* , 69, 1-3, pp. 177–204.ISSN 0025-5610.

^IMiércoles/Wednesday, 3:05 p.m., Room 113, Session: Operations Research

^{II}University of Economics, Prague, nam. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3, Czech Republic, Czech Republic, miroslav.rada@vse.cz

^{III}Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Applied Mathematics, Prague, Czech Republic, hradik@kam.mff.cuni.cz

^{IV}University of Economics, Prague, Department of Econometrics, Prague, Czech Republic, cernym@vse.cz

BIO-DENA. Detección de esporas de *Nosema* en abejas Africanizadas mediante el procesamiento de imágenes digitales^I

RAMIREZ BOGANTES, MELVIN E^{II} Prendas Rojas, Juan Pablo^{III}
Figueroa Mata, Geovanni^{IV} Montero Ramírez, Marianyela^V

Costa Rica

Nosema is a disease caused by the microsporidian *Nosema* sp. (*Microspora*, *Nosematidae*), which affects the digestive tract of adult bees (Bailey and Ball, 1991).

Currently the presence of *N. ceranae* has been determined in honey bees in different European countries and has been related to Colony Collapse Disorder (CCD) (Higes et al., 2007).

The Pathology Laboratory of the Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), has been analyzing the incidence of diseases, specifically *Nosema* in adult bees. Traditionally, the identification and counting is done by observing the spores of *Nosema* in the microscopic. In this procedure the experience of the person that analyze the sample is very important, also this procedure is very laborious (Calderón y Ramírez, 2010).

The Project BIO-DENA of the School of Mathematics of ITCR has a main objective which is to develop an intelligent system which allows detection and counting of *Nosema* spores in samples processed Africanized bees. With this we pretend to know in a widest way the relation host- parasite between *Nosema* and Africanized bees from the procedure of digital videos.

In the current paper, we pretend to show the main results obtained from the project BIO-DENA until this moment.

Keywords: *Nosema*, pattern recognition, Africanized bees, image processing.

Resumen

La Nosemiasis es una enfermedad causada por el microsporidio *Nosema* sp. (*Microspora*, *Nosematidae*), el cual afecta el tracto digestivo de las abejas adultas (Bailey and Ball, 1991).

Actualmente se ha determinado la presencia de *N. ceranae* en abejas melíferas en diferentes países europeos (causando serios problemas), relacionándola como una de las principales causas del Síndrome de Desplazamiento de la colmena (SDC) (Higes et al., 2007).

El Laboratorio de Patología Apícola del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT), ha venido analizando la incidencia de enfermedades, específicamente de *Nosema*, en abejas adultas.

Tradicionalmente la identificación y el conteo se realizan observando las esporas de *Nosema* al microscopio. Este procedimiento es laborioso, y además es importante la experiencia de la persona que observa la muestra (Calderón y Ramírez, 2010).

^IMiércoles/Wednesday, 5:10 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, meramirez@itcr.ac.cr

^{III}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, jpprendas@itcr.ac.cr

^{IV}Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, gfigueroa@itcr.ac.cr

^VCINAT-UNA, Costa Rica, marianyela.ramirez.montero@una.cr

El proyecto BIO-DENA de la Escuela de Matemática de ITCR, tiene como objetivo principal desarrollar un sistema inteligente que permita la detección y el conteo de esporas de *Nosema* en muestras procesadas de abejas africanizadas. Con esto se pretende conocer de manera más amplia la relación hospedero-parásito entre *Nosema* y abejas africanizadas a partir del procesamiento de videos digitales.

En este trabajo se presentarán los principales resultados obtenidos del proyecto BIO-DENA a la fecha.

Palabras clave:

Nosema, Reconocimiento de patrones, Abejas africanizadas, procesamiento de imágenes.

References

- [1] Bailey, L., Ball B.V. 1991. *Honey Bee Pathology*. Second Edition. Academic Press, London, U.K., 193 pp
- [2] Chauzat, M.P.; Higes M.; Hernández R.M.; Meana A.; Cougoule N.; Faucon J.P. 2007. "Presence of *Nosema ceranae* in French honey bee colonies". *Journal of Apicultural Research* 46: 127-128.
- [3] Calderón, R.A., Ramírez F. 2010. *Enfermedades de las abejas melíferas, con énfasis en abejas africanizadas*. 1ed, Programa de Publicaciones, Heredia, Costa Rica, 125 pp.

The estimation of trajectories of delinquency considering missing data techniques^I

REINECKE, JOST^{II} Kleinke, Kristian^{III}

Germany

The paper addresses the possibilities to use different missing data techniques when researchers are confronted with *unit*-nonresponses in criminological panel data. Reinecke and Weins (2013) have shown that using only complete cases of a panel data reduces the number of cases dramatically and leads to an underestimation of the age-crime curve. Techniques like *Full-Information Maximum Likelihood* (FIML) or Multiple Imputation (MI) are able to reduce the underestimation. But using FIML or MI requires normality assumptions of the response variables and these variables are treated as continuous measurements.

But, prevalence and incidence measurements are measures of deviant and delinquent behavior and therefore count variables. Count variables should be treated under correct statistical distributional assumptions (e.g., the Poisson or the negative binomial model).

In addition, panel data are multilevel data by definition and clustering of the data are also usually not considered when using missing data techniques.

Kleinke and Reinecke (2013a, b) recently developed a program to impute missing data for count data (with the correct distributional assumptions) and, in addition, considering the clustering of the data as well. 9 wave panel data of the CrimoC-study (www.crimoc.org) are used to show benefits and pitfalls of several missing data techniques when estimating trajectories of delinquency.

Keywords: Missing Data, Panel Data, Full Information Maximum Likelihood, Multiple Imputation.

References

- [1] Reinecke, J. & Weins, C. (2013). “The development of delinquency during adolescence: A comparison of missing data techniques”. *Quality & Quantity*, 47 (6), 3319–3334.
- [2] Kleinke, K. & Reinecke, J. (2013a). countimp 1.0 - “A multiple imputation package for incomplete count data”. <http://www.uni-bielefeld.de/soz/kds/pdf/countimp.pdf>.
- [3] Kleinke, K. & Reinecke, J. (2013b). “Multiple imputation of incomplete zero-inflated count data”. *Statistica Neerlandica*, 67 (3), 311–336.

^IMiércoles/Wednesday, 2:20 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Faculty of Sociology, Postbox 100131, D-33501 Bielefeld, Germany, jost.reinecke@uni-bielefeld.de

^{III}University of Hagen Institute of Psychology Universitätsstr. 33, D-58097 Hagen Germany E-Mail: Kristian.Kleinke@fernuni-hagen.de

Árboles filogenéticos usando estadística algebraica^I

REYES, ENRIQUE^{II}

México

This course will give an introduction to algebraic statistics using toric varieties to describe phylogenetic trees. Such techniques could be used to study other physical and biological phenomena.

Keywords: Algebraic statistics, phylogenetic trees, toric varieties.

Resumen

En este curso daremos una introducción a la estadística algebraica usando técnicas de variedades tóricas afines para describir árboles filogenéticos. Este tipo de técnicas podrían ser usadas para estudiar otros fenómenos físicos o biológicos.

Palabras clave: Estadística algebraica, árboles filogenéticos, variedades tóricas.

^IViernes/Friday, 8:00 a.m., Room 112, Session: Tutorial8

^{II}CINVESTAV-IPN, Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508, Col. San Pedro Zacatenco, México, ereyes@math.cinvestav.mx

Introducción al procesamiento digital de imágenes^I

REYES FIGUEROA, ALAN GERARDO^{II}

Guatemala

El curso introduce las nociones básicas de formación de imágenes digitales, e introduce algunas técnicas espaciales y no-espaciales del procesamiento de imágenes, así como herramientas analíticas. Se trabajará ejemplos, incluyendo restauración y mejoramiento de imágenes. El curso está orientado principalmente a alumnos de pregrado y postgrado, y a profesores e investigadores que deseen iniciarse en este tema. Es una manera atractiva de conocer algunos aspectos del análisis digital de datos y señales.

Keywords: Image processing.

Palabras clave: Procesamiento de imágenes.

References

- [1] Elad, M., *Sparse and Redundant Representations: From Theory to Applications in Signal and Image Processing*. Springer.
- [2] González y Woods. *Digital Image Processing*. 3a ed. Prentice-Hall.
- [3] Rosenfeld, A., Avinash Kak. *Digital Picture Processing*. Academic Press
- [4] Sapiro, G., *Geometric Partial Differential Equations in Image Analysis*. Cambridge University Press.

^IViernes/Friday, 8:00 a.m., Labo, Session: Tutorial9

^{II}Universidad del Valle de Guatemala, 18 avenida 11–95 zona 15, V.H.III, Edificio B, Oficina B–221 – Guatemala, Guatemala, agreyes@uvg.edu.gt

Relación entre “big data”, minería de datos, análisis de datos y estadística^I

RODRÍGUEZ ROJAS, OLDEMAR^{II}

Costa Rica

Data Mining is the process of automatically discovering useful information in large data repositories. It sits at common frontiers of several fields including Statistics, Data Base Management, Machine Learning, Artificial Intelligence, Data Visualization and Mathematics. Big Data is more than merely big, it is not just about lots of data, it is actually a concept providing an opportunity to find new insight into your existing data as well guidelines to capture and analysis your future data. Big Data is defined by three dimensions Volume, Variety and Velocity, known as the 3 Vs. This paper explores the connection between these concepts and the classical concepts of Data Analysis and Statistics. In this sense it is clear that Statistics and Data Analysis can potentially have a major influence on Data Mining and Big Data, but in order to do so some of our basic paradigms should be modified.

Keywords: Data Mining, Big Data, Statistics, Data Analysis.

Resumen

Minería de Datos es un proceso que permite descubrir automáticamente la información útil en repositorios de datos de gran tamaño. Este concepto se encuentra en la frontera de varios campos, incluyendo Estadística, Bases de Datos, “Machine Learning”, Inteligencia Artificial, Visualización de Datos y Matemáticas. “Big Data” es más que simplemente muchos datos, no solo se trata de tener gran cantidad de datos, es realidad un nuevo concepto que proporciona una oportunidad de encontrar una nueva visión para el manejo de los datos, así como nuevas formas para capturar, almacenar y analizar los datos. “Big Data” se define basados en tres dimensiones Volumen, Variedad y Velocidad, conocido como la definición de las 3V’s. En este artículo se explora la relación entre estos conceptos y los conceptos clásicos de Análisis de Datos y Estadística. En este sentido es claro que la Estadística y el Análisis de Datos potencialmente pueden tener una gran influencia en la Minería de Datos y en “Big Data”, pero para que esto sea una realidad algunos de nuestros paradigmas básicos deben ser modificados.

Palabras clave: Minería de Datos, Datos Masivos, Estadística, Análisis de Datos.

References

- [1] Billard, L., Diday, E., (2003). From the statistics of data to the statistics of knowledge: symbolic data analysis. *J. Amer. Statist. Assoc.* 98 (462), 470-487.
- [2] Friedman, J. H. (1997) *Data Mining and Statistics: What’s the Connection?* Stanford University.
- [3] Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2008). *The Elements of Statistical Learning; Data Mining, Inference and Prediction.* New York: Springer.
- [4] Minelli M., Michele Chambers M., Ambiga Dhiraj A. (2013). *Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today’s Businesses.* Wiley CIO Series.
- [5] Tukey J. W. (1962). “The future of data analysis”. *Annals of statistics* 33, 1-67

^IMartes/Tuesday, 10:30 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 1

^{II}Universidad de Costa Rica, CIMPA, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, oldemar.rodriguez@ucr.ac.cr

Nonlinear ordinary differential equation models of vector-borne diseases: the case of Chikungunya in Costa Rica^I

SANCHEZ, FABIO^{II}

Costa Rica

The study of infectious diseases using mathematical models has been of great importance in understanding emerging infectious diseases. In these studies public health can help set policies to educate the population, combat and prevent these diseases. In general, models of nonlinear differential equations were created to do the analysis. Thresholds that will help determine the stability of the system were calculated. To study specific regions in Costa Rica available data from the Ministry of Health was used.

Keywords: mathematical modeling, epidemiology, vector-borne diseases, dengue, chikungunya.

Resumen

El estudio de enfermedades infecciosas usando modelos matemáticos ha sido de gran importancia en entender enfermedades infecciosas importantes. En salud pública estos estudios pueden ayudar a establecer políticas para educar a la población, combatir y prevenir estas enfermedades. En general, se crearon modelos de ecuaciones diferenciales no lineales para hacer el análisis. Se calcularon umbrales que ayudaran a determinar la estabilidad del sistema. Para estudiar regiones específicas en Costa Rica se utilizaron los datos disponibles del Ministerio de Salud.

Palabras clave:

modelos matematicos, epidemiologia, enfermedades infecciosas, dengue, chikungunya.

^IJueves/Thursday, 11:30 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 7

^{II}Universidad de Costa Rica, Costa Rica, fsanchez1019@gmail.com

Un modelo para la acción colectiva: el caso del movimiento de San Salvador Atenco.^I

SÁNCHEZ GUEVARA, IRENE^{II} Baca Lobera, Gloria Idalia^{III}

México

In 2001 the community of San Salvador Atenco (located in the central valley of Mexico) faced a conflict over the use of their land. By means of deception and using advantages, an agent G, the Federal Government and some businessmen, tried to build an airport. This situation generated a social dilemma.

In this paper, we present a model inspired on the work of Zapata (2013) who followed the work of Ostrom (1990: 56) to design a model which is based on the prisoner's dilemma game. For the modeling of the conflict as a set of n people, n families are considered within the community. This game has two parts, in the first one, each player F_j (the j -th family) has two options: to participate in collective action (P) or act alone (NP). In the subgames of the second part, each player has to decide whether to support the project A (NC) or reject it (C). Thus the model presented provides quantitative analysis of the organization origin, making it possible to identify the conditions that influenced collective action of this social movement.

Keywords: Collective action, social dilemma, game theory.

Resumen

La comunidad de San Salvador Atenco (localizada en el valle central de México) enfrentó un conflicto por sus tierras en el año de 2001. Un agente G, el gobierno federal y algunos empresarios, intentaron desarrollar un aeropuerto A de forma ventajosa y con engaños. Esto generó un dilema social.

En este trabajo, presentamos un modelo basado en el trabajo de Zapata (2013) que diseñó con base en Ostrom (1990:56) el cual consiste en un juego basado en el dilema del prisionero. Para la modelación del conflicto como un juego de n personas, se consideran n Familias dentro de la comunidad. Este juego tiene dos partes, en la primera cada jugador F_j (familia j) tiene dos opciones: participar en la acción colectiva (P) o actuar solo (NP). En los subjuegos de la segunda parte, cada jugador tiene que decidir si apoya al proyecto A (NC) o se opone (C). De esta forma el modelo que presentamos permite hacer análisis cuantitativos del origen de la organización, lo que hace posible identificar las condiciones que influyeron en la acción colectiva de este movimiento social.

Palabras clave: Acción colectiva, dilema social, teoría de juegos.

References

- [1] Ostrom E.(2008) *Governing the Commons Cambridge*, University Press.

^IMartes/Tuesday, 2:20 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad Autónoma Metropolitana, 4a CDA DE CAÑAVERALES 21 COL MAGISTERIAL COAPA, MEXICO, is-abiro@yahoo.com.mx

^{III}Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. Departamento de Producción Económica. México D. F. , México gbaca52@hotmail.com

- [2] Velázquez M.(2004) “La violencia y los movimientos sociales en el gobierno de Vicente Fox 2001-2006”, *Región y Socieda* Vol. XVI no. 29 Ed. El Colegio de Sonora.
- [3] Zapata P. (2008) “How does environment awareness arise? An evolutionary approach,” in J. Albiac, A. Dinar, and J. Sánchez-Soriano (eds), *Game Theory and Policymaking in Natural Resources and the Environment* (pp. 278–306), London: Routledge.
- [4] Zapata P. (2013) “The dynamics of collective actions that protect the environment against the worst effects of globalization” in Ariel Dinar, Amnon Rapoport (eds) *Analyzing Global Environmental Issues: Theoretical and Experimental applications and their policy implications* (pp 145–169), London: Routledge.

Aplicación de series de tiempo en la evaluación de regímenes de pensiones^I

SANTAMARÍA CHAVES, JOSÉ FABIO^{II}

Costa Rica

Time series and its application in the modeling of economical variables used in the actuarial valuations are studied in a hypothetical pension fund with hypothesized yield rate, inflation and wage variations. In order to model the first two variables ARIMA models are applied, while for wage changes we had to consider the effect of the age of the affiliate, so a multivariate model type VARMA was used. Given the age range of participants, it became necessary to use a k-means algorithm to reduce the number of model parameters to be estimated in the models.

Once we selected the models with best fit with respect to the sample data, we proceeded to perform 10,000 simulations of each of the series for a period of 115 years, which corresponds to the time period necessary to extinct all the lives of the collective up the last year of the life table employed. With these scenarios, we performed an equal number of actuarial evaluations and the respective empirical distribution of the actuarial balance is built and key percentiles were selected to define optimistic and pessimistic scenarios. Finally, we proceeded to fit a theoretical distribution to empirical results using a Gaussian mixture.

Keywords: Actuarial, ARIMA models, VARMA models, Gaussian mixture, Financial Mathematics.

Resumen

Se estudian las series temporales y su aplicación en la modelización de las variables económicas que se utilizan en las evaluaciones actuariales de un fondo de pensiones hipotético: el rendimiento del fondo, la inflación y las variaciones salariales de los afiliados a este. Para modelizar el rendimiento del fondo y la inflación se aplican modelos univariados tipo ARIMA, mientras que para las variaciones salariales hubo que considerar el efecto de la edad del afiliado, por lo que se ajustó un modelo multivariado tipo VARMA. Dado el rango de edades de los afiliados, se hizo necesario agrupar estas edades mediante un algoritmo de k-medias que redujera el número de parámetros del modelo a estimar.

Una vez seleccionados los modelos que presentaron el mejor ajuste a los datos muestrales, se procedió a realizar 10000 simulaciones de cada una de las series para un período de 115 años, que corresponde al período de tiempo necesario para llevar a todas las vidas del colectivo hasta el último año de vida de la tabla de mortalidad empleada. Con estos 10000 escenarios, se realizó el mismo número de evaluaciones actuariales. Con los resultados del balance actuarial de estos escenarios, se construyó la distribución empírica de la variable y se seleccionaron los percentiles clave para definir los escenarios optimista, pesimista y esperado. Finalmente, se procedió a ajustar una distribución teórica a los resultados empíricos. Al revisar el gráfico de la función de densidad, se observó que esta presenta colas asimétricas, por lo que se decidió utilizar una mezcla gaussiana para ajustar las colas por separado.

Palabras clave:

Actuarial, Modelos ARIMA, modelos Varma, mezcla de Gauss, Matemáticas Financieras.

^IMiércoles/Wednesday, 2:20 p.m., Room 113, Session: Probability

^{II}Banco Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica, jfsch02@gmail.com

Narrow framing, expected utility, and ambiguity^I

SARIN, RAKESH^{II}

USA

We examine conditions under which monetary decisions made in isolation provide an optimal strategy for the multi-period problem. We first consider the framework of expected utility under risk. We offer a direct proof that only log-arithmic utility permits narrow framing in the presence of learning. Without learning, we provide a direct proof that only CRRA utility is robust to narrow framing. Next, we consider ambiguous situations, and the KMM smooth recursive framework. We show that in learning environments, narrow framing and ambiguity aversion cannot coexist. Without learning, we show that there are five, and only five, admissible pairs of utility and ambiguity functions that permit narrow framing.

Keywords: Narrow framing, expected utility, ambiguity, parameter uncertainty.

^IMiércoles/Wednesday, 11:15 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 5

^{II}UCLA, , USA, rakesh.sarin@anderson.ucla.edu

Las matemáticas financieras, su importancia en la toma de decisiones^I

SARMIENTO MATUTE, RAMON EDGARDO^{II} Gonzalez Diaz, Fernando Ricardo^{III}
Flores, Norman Yovanny^{IV} Falope, Elvia Magdalena^V

Honduras

Financial mathematics have important applications in daily life , so it is essential a proper understanding of it . This work shows some applications of mathematics either on personal or business finances and the proper use of it that lead to better decisions.

Keywords: financial math, compound interest, amortizations.

Requirement: Bring Calculator

Resumen

Las matemáticas financieras tienen importantes aplicaciones en la vida cotidiana, por lo que es esencial una comprensión adecuada de la misma. Este trabajo muestra algunas aplicaciones de las matemáticas, ya sea en las finanzas personales o de negocios y el uso adecuado de la misma que llevan a mejores decisiones .

Palabras clave:

matemáticas financieras, interés compuesto, amortizaciones.

Requisito: Traer Calculadora

References

- [1] Lincoyan, P. (2005) *Matemáticas Financieras*, McGraw Hill Interamericana. 4ta edición.
- [2] Joshi, M. (2003) *The Concepts and practice of mathematical finance*, Cambridge, Second Edition

^IViernes/Friday, 8:00 a.m., Room 111, Session: Tutorial7

^{II}Escuela Agrícola Panamericana, Valle del Yegua, San Antonio de Oriente, Francisco Morazan, Honduras, rsarmiento@zamorano.edu

^{III}fgonzalez@zamorano.edu

^{IV}nflores@zamorano.edu

^Vefalope@zamorano.edu

BioRacket^I

SAUCEDO CARRANZA, ALMA GABRIELA^{II} Gómez Soto, Jose Manuel^{III}

México

Racket programming language is a highly expressive language that allow functional programming. We are interesting take advantages of this characteristic and apply it to DNA processing. Today the main Bioinformatic's programming languages are Phyton (BioPhyton) and R. With Racket we are implemented Bioinformatic's algorithms in order to create BioRacket, this talk show the advances that we have.

Keywords: Biology, Racket, Computing, DNA.

Resumen

El lenguaje de programación Racket es un lenguaje con gran nivel de expresividad que permite la programación funcional. Estamos interesados en aprovechar esta característica para procesar información del ADN. Los principales lenguajes de programación en la Bioinformática son Phyton (BioPhyton) y R. Con Racket estamos implementando algoritmos de Bioinformática para crear BioRacket, esta exposición muestra el avance que tenemos.

Palabras clave: Biología, Racket, Computación, ADN.

^IViernes/Friday, 2:40 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Universidad Autónoma de Zacatecas, And. San Juan Bautista #19 Col. Francisco Herrera, Zacatecas, Zac., México, madamecuca@hotmail.com

^{III}UAZ, Zacatecas, México, jmgomezuan@gmail.com

Polynomial root finding via structured matrices^I

SEGURA UGALDE, ESTEBAN^{II}

Costa Rica

We study the problem of approximating (up to machine precision) the zeros of an univariate polynomial of degree n :

$$P(x) = p_n x^n + p_{n-1} x^{n-1} + \dots + p_1 x + p_0$$

This is a classic problem in computational mathematics and still an active research topic.

Our starting point is Fortune’s Eigensolve algorithm (see [?], [?]). Eigensolve is an iterative method that approximates the roots of univariate polynomials (up to machine precision) and it is based on Weierstrass (Durand-Kerner) method. Each iteration involves a double precision computation of the eigenvalues of a Lagrange companion matrix (using the standard QR algorithm) and high precision for the computation of Lagrange coefficients.

The QR algorithm, however, requires $O(n^2)$ flops per iteration (resulting in $O(n^3)$ overall complexity) and quadratic memory space. Therefore this method may become too expensive for large matrices. But if the matrix whose eigenvalues are sought has a special structure (e.g., diagonal plus rank one (DPR1)), then one may replace classical QR-based eigensolvers with structured algorithms requiring $O(n^2)$ complexity and $O(n)$ storage.

Motivated by a remark in [1], we explore the feasibility and practical stability properties of structured methods in this context: in particular, we apply a structured version of the inverse power method ([1]) and show that the resulting algorithm retains the favorable properties (practical stability, convergence) of the original one, while decreasing computational cost and memory requirements (see [5]).

Keywords: Polynomial Root-finding, Eigensolve, Structured matrices, Inverse power method.

References

- [1] Bini, D. A., Gemignani, L., Pan, V. Y. (2004). “Inverse power and Durand-Kerner iterations for univariate polynomial root-finding”. *Computers & Mathematics with Applications*, 47(2), 447-459.
- [2] Fortune, S. (2002). “An iterated eigenvalue algorithm for approximating roots of univariate polynomials”. *of Symbolic Computation*, 33(5), 627-646.
- [3] Fortune, S. (2001, July). “Polynomial root finding using iterated eigenvalue computation”. *In Proceedings of the 2001 international symposium on Symbolic and algebraic computation* (pp. 121-128). ACM.
- [4] Tilli, P. (1998). “Convergence conditions of some methods for the simultaneous computation of polynomial zeros”. *Calcolo*, 35(1), 3-15.
- [5] Segura Ugalde, E. (2013). “Polynomial root-finding via structured matrices”. *ACM Communications in Computer Algebra*, 46(3/4), 118-119.

^IViernes/Friday, 2:20 p.m., Room 112, Session: Numerical Analysis

^{II}Universidad de Costa Rica, Tibas, Costa Rica, estebansu@gmail.com

Diabetes, complications and limit cycles^I

SILVERE PAUL, NUIRO^{II} Bernard, Sereine^{III} Pietrus, Alain^{IV}

Guadeloupe FWI

In this work, we consider a population of diabetics and divide it into two subcategories, one of diabetics with complications and another one of diabetics without complications. From a model examining the complications of individuals diagnosed with diabetes, we associate a nonlinear optimal control problem. Considering this last one, we prove that there is no cyclical behavior between diabetics with complications, diabetics without complications and the rate at which complications are cured. Moreover we characterize the state equilibrium via Hopf bifurcation theorem adapted to optimal control problem.

Keywords: two-dimensional optimal control model, limit cycle, equilibrium state, Hopf bifurcation theorem.

References

- [1] Bernard, S. and Pietrus, A.(2015). “Optimal glucose modelling for diabetes”,*e-Journal of the Caribbean Academy of Sciences*, Vol. 8, No. 1 .
- [2] Boutayeb, A., Boutayeb, W. and Lamlili, M.(2014). “Optimal control approach to the dynamics of population of diabetics”, *Applied Math. Sciences*, Vol. 8, No. 56 , 2773-2782.
- [3] Faria, J.(2003). “Limit cycles in an optimal control problem of diabetes”,*Appl. Math. Lett.*, 16, 127-130.
- [4] Feichtinger, G., Novak, A. and Wirl, F.(1994). “Limit cycles in intertemporal adjustment models”, *J. of Economic Dynamics and Control*, 18 , 353-380.
- [5] Wirl, F.(1992). “Cyclical strategies in two-dimensional optimal control models: necessary conditions and existence”, *Annals of Operations Research*, Vol. 37 , 345-356.

^IMiércoles/Wednesday, 3:05 p.m., Room 111, Session: Biomathematics

^{II}Université des Antilles, Campus de Fouillole, BP250, 97159, Pointe-à-pitre cedex., Guadeloupe FWI, paul.nuiro@univ-ag.fr

^{III}Université des Antilles, Laboratoire de Mathématiques Informatique et Applications, Campus de Fouillole, BP 250, 97159 Pointe-à-Pitre cedex, Guadeloupe FWI, severine.bernard@univ-ag.fr

^{IV}Université des Antilles, Laboratoire de Mathématiques Informatique et Applications, Campus de Fouillole, BP 250, 97159 Pointe-à-Pitre cedex, Guadeloupe FWI, alain.pietrus@univ-ag.fr

Rates of convergence in conditional covariance matrix estimation^I

SOLÍS CHACÓN, MAIKOL^{II} Loubes, Jean-Michel^{III} Marteau, Clement^{IV}

Costa Rica

Let $X \in \mathbb{R}^p$ and $Y \in \mathbb{R}$ be two random variables. We estimate the conditional covariance matrix $Cov(\mathbb{E}[\mathbf{X}|Y])$ using a plug-in kernel-based algorithm. Next, we investigate its performance under smoothness assumptions on the density function of (\mathbf{X}, Y) . Moreover, in a high-dimensional context, we improve the consistency of our estimator by imposing some structural conditions on $Cov(\mathbb{E}[\mathbf{X}|Y])$. We apply this technique in a sliced inverse regression setting to test its efficiency.

Keywords: Conditional covariance, Frobenius norm, Hölder functional class, Nonparametric estimator, Parametric rate.

^IViernes/Friday, 3:50 p.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 13

^{II}Universidad de Costa Rica, , Costa Rica, maikol.solis@ucr.ac.cr

^{III}Institut de Mathématiques de Toulouse, Francia, loubes@math.univ-toulouse.fr

^{IV}Institut Camille Jordan, France, marteau@math.univ-lyon1.fr

Using the coupled logistic map in the distributed dynamics encryption^I

SOLÍS SÁNCHEZ, HUGO^{II} Barrantes, Elena Gabriela^{III}

Costa Rica

The Dynamical Systems has been promised to create crypto-system due the close relation between them and the cryptographic requirements [1]. The Distributed Dynamics Encryption (DDE) represents the first mathematical method to generate a public key crypto-system [2]. But it has been described how DDE proposal has a weak point in the decryption process related with the efficiency and practicality [3]. In this work, we use the coupled logistic map to characterize the decryption mechanism of DDE to propose an improvement in its practicality and the describe the efficiency thereof.

Keywords:

Chaotic Systems, Logistic Map, Asymmetric Encryption, Distributed Dynamics Encryption.

References

- [1] Matthews, R. (1989). “On the derivation of a “chaotic” encryption algorithm”. *Cryptologia*, 13(1), 29–42.
- [2] Tenny, R., Tsimring, L., Larson, L., Abarbanel, H. (2003). “Using distributed nonlinear dynamics for public key encryption”. *Physical review letters*, 90(4), 047903.
- [3] Sun, J., Zhao, G., Li, X. (2013). “An improved public key encryption algorithm based on Chebyshev polynomials”. *TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering*, 11(2), 864–870.

^IMartes/Tuesday, 2:40 p.m., Room 113, Session: Modeling

^{II}Universidad de Costa Rica, , Costa Rica, hugo.solis@ucr.ac.cr

^{III}Universidad de Costa Rica, Costa Rica, gabriela.barrantes@ecci.ucr.ac.cr

Formación de familias y secuenciación de productos para 4 líneas de empaque de una empresa farmacéutica^I

SORIA ARGUELLO, ISIDRO^{II}

México

The scheduling problem to packaging lines is studied in a pharmaceutical company; the solution is obtained by constructing an optimization model which includes packaged products in families by compatibility attributes: blister size, types of formats and active substance, to make major changes in minor changes and reduce preparation time packing lines. Then applies a methodology to sequence the products within each family, minimizing the changeover time of product i to j , to increase the productivity of the production system and continue the growth of the pharmaceutical business. The results obtained are compared with the production plan of the company, in order to establish the quality of the solution found and report the profits.

Keywords: Product Families, setup times, scheduling, optimization, plan production.

Resumen

El problema de programación de productos a líneas de empaque de una compañía farmacéutica es estudiado; la solución se obtiene construyendo un modelo de optimización que agrupa los productos empacados en familias, mediante la compatibilidad de los atributos: tamaño del blíster, tipos de formatos y sustancia activa, para convertir los cambios mayores en cambios menores y disminuir los tiempos de preparación en las líneas de empaque. Posteriormente, se aplica una metodología para secuenciar los productos dentro de cada familia, para mejorar el plan de producción incrementando la productividad del sistema productivo y dar continuidad al crecimiento del negocio farmacéutico. Los resultados obtenidos, se comparan con la operación de la compañía, con la finalidad de establecer la calidad de la solución encontrada y reportar los beneficios obtenidos.

Palabras clave: Familias de productos, tiempos de preparación, secuenciación, optimización, plan de producción.

^IViernes/Friday, 3:05 p.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 11

^{II}Universidad Anáhuac, México Norte, Av. Lomas Anáhuac No. 46. Piso 6. CAIDE., México, isoria@anahuac.mx

On wave instabilities and freak waves^I

SULISZ, WOJCIECH^{II}

Poland

A theoretical approach is applied to study nonlinear wave instabilities. The studies show that the evolution of unstable waves may lead to the formation of freak waves. The analysis shows that these phenomena cannot be described properly by the nonlinear Schrödinger equation or its modifications. Theoretical results are in a fairly good agreement with experimental data. A reasonable agreement between theoretical results and experimental data is observed also for the formation and evolution of freak waves.

Keywords: wave instabilities, nonlinear waves, freak waves.

^IMiércoles/Wednesday, 8:00 a.m., Room 112, Session: Tutorial2

^{II}Polish Academy of Sciences, Koscierska 7, Poland, sulisz@ibwpan.gda.pl

Uso eficiente de técnicas de pronósticos en un modelo de programación lineal para la planeación de la producción en una planta de manufactura^I

PEREZ VICENTE, HUGO ALEXER^{II} Torres Escobar, Rafael^{III}

México

In this article the efficient use of classical forecasting techniques for the study of the demand for installation of a multinational manufacturing company is exposed. In particular, it considers the demand for products in three families that facilitates the application of forecasting techniques studied as moving average, simple and double exponential smoothing and Holt-Winters method. In the aggregate planning linear programming model that considers maximize profits under the constraints of production capacity of the plant is proposed subject to availability of manufactured components, purchased components and raw materials of the company during the planning horizon. The experimentation process indicates that the appropriate selection of the prediction method allows you to set inventory levels and reduce levels backorder.

Keywords: Forecasting, linear programming, aggregate planning, inventory, prediction.

Palabras clave: Pronósticos, programación lineal, planificación agregada, inventario, predicción.

^IMiércoles/Wednesday, 3:45 p.m., Room 113, Session: Operations Research

^{II}Universidad Anáhuac México Norte, Huixquilucan, México, hugo.perez@anahuac.mx

^{III}Universidad Anahuac México Norte, , MEXICO, rafal.torrese@anahuac.mx

Haciendo Mapas^I

TOVAR SÁNCHEZ, LUIS MANUEL^{II}

México

What kind of mathematics are implicit in the old problem of making land maps? You can make good maps of regions on earth? What about Google Maps?

Keywords: Isometry, geodesic, map.

Resumen

Que clase de matemáticas están implícitas en el viejo problema de hacer mapas terrestres? Se pueden hacer buenos mapas de regiones en la tierra? Que pasa con Google Maps?

Palabras clave: Isometría, geodésica, mapa.

References

- [1] Porter, M. (1983) *Superficies de Riemann*, Notas Cinvestav-IPN.

^IViernes/Friday, 11:30 a.m., Auditorium, Session: Plenary Talk 9

^{II}Instituto Politécnico Nacional, Caldas 562-101 C.P. 07740 Cd. de México, México, tovar@esfm.ipn.mx

Anticoloraciones en gráficas^I

URBÁN RIVERO, LUIS EDUARDO^{II} Ramírez Rodríguez, Javier^{III}
López Bracho, Rafael^{IV}

México

The graph coloring problem is probably the most knowing problem in graph theory. There are many variants of this, The best know variant is likely where the objective is to find the minimum number of colors which the vertices of certain graph can be coloring such that adjacent vertices have assigned different colors. Unless this time we use the opposite rule, where adjacent vercices must be coloring with the same color or in otherwise a vertex with certain color can be neighbor of a vertex without color. This type of coloring is know as anticoloring. It is know that let G a graph, decide if G can be anticoloring is NP-Complete even with few colors. In this time we talk about state of the art of this problem and the recently results as part of my PhD research.

Keywords: Graph Coloring, Anticoloring, Graph Theory.

Resumen

El problema de coloración de gráficas es quizá uno de los problemas más conocidos de la teoría de gráficas. Existen diversas variantes de este, la más conocida es posiblemente colorear los vértices de una gráfica con el menor número de colores, de tal forma que vértices adyacentes tengan colores distintos. Esta última característica nos permite decir cuándo la coloración es propia. Sin embargo en esta ocasión, se usará una regla opuesta en donde se va a permitir que dos vértices sean adyacentes si tienen el mismo color o si son adyacentes a un vértice sin color. A este tipo de coloración se le conoce como anticoloración y se sabe que si dada una gráfica G decidir si se puede anticolorar o no es un problema NP-completo aun cuando se emplean pocos colores. En esta ocasión hablaremos del estado del arte y de avances alcanzados como resultado de mi investigación doctoral.

Palabras clave: Coloración de gráficas, Anticoloración, Teoría de gráficas.

^IMartes/Tuesday, 4:30 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco, Av. San Pablo 180 Col. Reynosa-Tamaulipas Delegación Azcapotzalco C.P. 02200 México, D.F. México, lurbanrivero@gmail.com

^{III}Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco, Departamento de Sistemas, jararo@correo.azc.uam.mx

^{IV}Universidad Autonoma Metropolitana Azcapotzalco, Departamento de Sistemas, rlb@correo.azc.uam.mx

Nuevos avances en la aplicación de metodologías de rellenado de datos ausentes geofísicos.^I

UREÑA MORA, PABLO^{II} Alfaro, Eric^{III}

Costa Rica

In a recent paper, Alfaro and Soley (2009) presented two methods for filling missing data in geophysical time series. The first one was based on principal component decomposition of the correlation matrix build with common time series records of the same variable. The second method adjusts an auto-regressive model to the time series which is then used to estimate the missing data. In this paper as a first approximation of the missing data, we fill the data with the autoregressive method which is then used iteratively by the principal components method. As an example, this approach is then compared with the original principal components methodology used by Alfaro and Soley (2009), using data from the grid points of the Costa Rican Caribbean slope from Johnson et al. (2003). The program used for the production of these routines is SCILAB, which has the advantage of being open source.

Keywords: missing data, autoregressive filters, principal component analysis, free software applications.

Resumen

En un trabajo reciente, Alfaro y Soley (2009), presentaron dos metodologías para el rellenado de datos ausentes, enfocadas hacia su uso en series de tiempo geofísicas. La primera se basó en la descomposición en componentes principales de la matriz de correlación de datos de una misma variable. El segundo método consistió en ajustar un modelo autoregresivo a la serie de tiempo y utilizar ese modelo como estimador de los datos ausentes. En el presente trabajo se propone utilizar el método autoregresivo como una primera aproximación de rellenado que luego es utilizada en forma iterativa por el método de componentes principales. A modo de ejemplo, esta aproximación se compara luego con la propuesta original del método de rellenado por componentes principales utilizado por Alfaro y Soley (2009), usando los datos de los puntos de rejilla del Caribe costarricense de Johnson et al. (2003). El programa utilizado para la elaboración de estas rutinas es SCILAB, el cual tiene la ventaja de que es open source.

Palabras clave: datos faltantes, filtros auto regresivos, análisis de componentes principales, aplicaciones de software libre.

References

- [1] Alfaro, E. and Soley, F.(2009). “Descripción de dos métodos de rellenado de datos ausentes en series de tiempo meteorológicas”, *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 16, 60–75, .
- [2] Johnson M., Matsuura K, Willmott C., Zimmermann P. “Tropical Land–Surface Precipitation: Gridded Monthly and Annual Climatologies”, <http://climate.geog.udel.edu/climate/html–pages/Tropics–files/README.tropic–precip–clim.html>

^IMiércoles/Wednesday, 3:45 p.m., Auditorium, Session: Statistics

^{II}Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica, Ciudad de la Investigación, San Pedro, Costa Rica, Costa Rica, jpablm@gmail.com

^{III}Centro de Investigaciones Geofísicas, Escuela de Física y Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar Limnología Universidad de Costa Rica, Ciudad de la Investigación, Costa Rica, erick.alfaro@ucr.ac.cr

Composition process in a society of musician^I

Composición en una sociedad de músicos

VÁZQUEZ CORTES, ALBERTO ALEJANDRO^{II} Mora Gutiérrez, Roman Anselmo^{III}
Ponsich, Antonin^{IV}

México

The metaheuristic “Composition process in a society of musician” is based on the behavior of composers in the musical industry. This metaheuristic mimics the follows behaviors of composers: a) a subset of artists decides to associate with other musicians to be productive and collaborate, so they divide the work and they exploit their talents and knowledge; b) other subset of composers decides working by themselves, because in this way, they don’t get distracted and get focus; they concentrate on their own talent and experiences; and c) finally, other subset of composers steals the work of others, compiling the best melodies, with the purpose to deny working, producing their own melodies; they just modify a little and passing off the work by themselves; their works has good quality but they are too little original; nevertheless, because they were a success in the past, a good acceptance is guaranteed. All the members of the society have in common that they can learn of their experiences and they can react accord the behavior of the musical industry in that moment, adapting to the new challenges of the industry. Also a common attribute of all composers, independently of the way that they work, is that anybody gives up; for that each composer uses his different techniques and his abilities with the purpose to get the best solution.

This method has been tested over a set of 6 instances of the benchmark of nonlinear optimization problems without restrictions. Based on the results that we have gotten, we can say that the society will be distributed in specific proportion to search the best solutions. It gets better solutions than other techniques in the literature.

This technique is base on the Musical Composition Method, Harmonic Search, Scatter Search, Differential Evolution, Genetic Algorithm and Swarm Bees Colony.

Keywords: Nonlinear Optimization Problem, Agent Learning, Reactivity, Behavior of the Agents into Society.

Resumen

La metaheurística “Composición en una sociedad de músicos” se basa en el comportamiento de una sociedad artística para producir melodías y bellas composiciones musicales. Este metaheurística imita los siguientes comportamientos de la industria musical. Se observa que algunos compositores deciden ser productivos asociándose con otros para colaborar, dividir el trabajo y compartir su talento y conocimiento. Por otro lado, otro subconjunto de compositores decide trabajar en solitario, ya que así se enfocan y no se distraen, concentrándose en su propio talento y experiencias. Finalmente, un subconjunto de compositores roban el trabajo de los demás, compilando las mejores melodías, con ello se ahorran el trabajo de producir sus propias melodías y solo alteran pocos elementos de las mismas para hacerlas pasar por propias; su trabajos son de buena calidad, pero poco originales; sin embargo, al ser un éxito pasado les garantiza una buena aceptación. Todos los

^IMartes/Tuesday, 3:25 p.m., Room 112, Session: Optimization

^{II}UAM - Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas CP. 02200, México, aavazque@gmail.com

^{III}Departamento de Sistemas UAM Azcapotzalco, misma dirección que Vázquez Cortés. mgra@correo.azc.uam.mx

^{IV}Departamento de Sistemas UAM Azcapotzalco, misma dirección que Vázquez Cortés. aspo@correo.azc.uam

miembros de la sociedad poseen como elementos comunes que son capaces de aprender de sus experiencias y reaccionan de acuerdo a como se comporte la industria musical en ese momento, adaptándose a los nuevos retos y requerimientos. Además, una cualidad que tienen en común todos los compositores, independiente de su método de trabajo, es que nunca se dan por vencidos ya que emplean diferentes técnicas y habilidades. Esto es lo que hace que los resultados sean tan buenos.

Este método fue probado sobre un conjunto de 6 instancias del problema de programación no lineal sin restricciones. Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que la sociedad se distribuirá de cierta proporción para ejecutar la búsqueda de mejores soluciones, lo que conlleva a alcanzar mejores soluciones que con otras técnicas reportadas en la literatura.

Cabe mencionar que esta técnica esta basada en el Método de composición musical, Búsqueda Armónica Búsqueda Dispersa, Evolución Diferencial, Algoritmo Genético y Colonia de Abejas Artificiales.

Palabras clave: Problemas de Optimización no lineal. Aprendizaje de agentes, Reactividad, Comportamiento de agentes en la sociedad.

References

- [1] Papadimitriou C., Steiglitz K. (1982) *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Dover Publications, INC.
- [2] Mora R., Ramirez J., Rincón E., (2012) “An optimization algorithm inspired by musical composition”. *Artificial Intelligence Review*.
- [3] Mora R., Ramirez J., Rincón E., Ponsich A., Herrera O. (2012) *An optimization algorithm inspired by social creativity systems*. Springer.
- [4] Battiti R., Brutano M., Mascia F. (2010) *Reactive Search and Intelligent Optimization*. Springer.

Optimizar el stock de dinero en cajeros automáticos: una aplicación de Redes Neuronales Artificiales^I

VIALES ABELLÁN, JEFFREY^{II}

Costa Rica

Money management ATM is an important component in the administration on liquidity risk managing banks. Given this, the treasurers of the Banks, whether regional or local, should make a sufficient assesment of money to ATMs. In the practical usual, the treasurers use his expertise itself to executing the task. In response and complement to the management, the need arises with a methodology to allow make a projection on the assignment on cash a cashier, in order to minimize excess or surplus in transit. To achieve this objective, this work present a methodology based on to implementation on artiftitial neural networks, which will allow to predict the amount of money demanded, and minimize excess or surplus, without compromising the service of the ATM.

Keywords: Automatic Tellers Machine, Artiftitial Neural Networks.

Resumen

La administración del dinero en ATMs es un componente importante en la administración de la gestión de riesgo de liquidez de los bancos. Ante esto, los tesoreros de los bancos, ya sean regional o local, deben hacer una asignación eficiente del dinero a los cajeros automáticos. En la práctica habitual, los tesoreros utilizan su propia experiencia para la ejecución de la tarea. En respuesta y complemento a la gestión, surge la necesidad de una metodología que permite hacer una proyección sobre la asignación de dinero futura al cajero, con el fin de minimizar el exceso o superavit en tránsito. Para lograr este objetivo, este trabajo presenta una metodología basada en la implementación de redes neuronales artificiales, que permitirá predecir la cantidad de dinero demandada, y minimizar el exceso o superavit en tránsito, sin comprometer el servicio del cajero automático.

Palabras clave: Cajeros Automáticos, Redes Neuronales Artificiales.

References

- [1] Andrawis R. y Atiya E.(2011). “Forecast combinations of computational intelligence and linear models for the nn5 time series forecasting competition”, *International Journal of Forecasting*.
- [2] Castillo, W. y Trejos, J (eds.).(1994). “Presentación de las redes de neuronas: aplicaciones al análisis de datos”, *VII-VIII Simposios de Métodos Matematicos Aplicados a las Ciencias*, Editorial de la Universidad de Costa Rica:117-136.
- [3] Kummar P.y Walia E.(2006). “Cash forecasting: An application of artiftitial neural networks in nance”, *International Journal of Computer Science and Applications*, Vol. III.
- [4] McNelis, P.(2005). “Neural networks in finance : gaining predictive edge in the market”, *Elsevier Academic Press*.
- [5] Simutis, R. y Dilijonas D. and Bastina L. and Friman J. and Drovinov P.(2007). “Optimization of cash management for atm network”, *Journal of Information Technology and Control*, Vol. 36,.

^IViernes/Friday, 2:20 p.m., Auditorium, Session: Financial Mathematics

^{II}Banco de Costa Rica, Oficinas Centrales, San José, Costa Rica, Costa Rica, jeffviales@bancobcr.com

Metodología de cálculo de sostenibilidad para las universidades vía cadenas de Markov^I

VÍQUEZ RODRÍGUEZ, JUAN JOSÉ^{II}

Costa Rica

We count with ten years of information, which represents a very small sample with respect to the quantity of time series we are dealing with. It is analyzed the components of incomes and expenses for the costarrican public universities, in order to obtain a way to study their sustainability regardless the small size of the sample. We use a multivariate Markov-Chain to model the expenditure on wages, which represents the 80 % of their outlays, leveraging in the fact that this information is recorded monthly. Its main source of income is the so-called FEES, therefore, it is given for each institution, an interval of sustainable FEES via three scenarios, each one associated with a probability of occurrence of α .

Keywords:

Markov Chains, Time Series, Probability, Value at Risk, Conditional Value at Risk, Stationarity.

Resumen

Contamos con diez años de información, lo que representa una muestra muy pequeña con respecto a la cantidad de series de tiempo que nos ocupa. Se analizaron los componentes de los ingresos y gastos de las universidades públicas de Costa Rica, con el fin de obtener una forma de estudiar su sostenibilidad a pesar del pequeño tamaño de la muestra. Utilizamos una Markov Chain multivariada para modelar el gasto en salarios, lo que representa el 80% de sus gastos, aprovechando el hecho de que esta información es registrada mensualmente. Su principal fuente de ingresos es el llamado FEES, por lo tanto, se da para cada institución, un intervalo de FEES sostenible a través de tres escenarios, cada uno asociado con una probabilidad de ocurrencia de α .

Palabras clave: Cadenas de Markov, Series Temporales, Probabilidad, Valor en Riesgo, Valor en Riesgo Condicional, Estacionariedad.

^IViernes/Friday, 2:40 p.m., Auditorium, Session: Financial Mathematics

^{II}Universidad de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, viquezejin@gmail.com

Fluid limits of many-server queues with abandonments, general service time and continuous patience distributions.^I

WALSH, ALEXANDER^{II}

Costa Rica

We extend the works of Kang & Ramanan and Kaspi & Ramanan, removing the hypothesis of absolute continuity of the service requirement and patience time distributions. We consider a many-server queueing system with reneging. The dynamics are represented in terms of a process that describes the total number of customers and a couple of processes that records the age in service of each of the customers being served and the “potential” waiting times. When the number of servers goes to infinity, fluid limit is established for this triple of processes.

Keywords: Many-server queues, fluid limits, measure-valued processes, valued processes, reneging.

Resumen

Extendemos los trabajos de Kang & Ramanan y Kaspi & Ramanan, eliminando el supuesto de continuidad absoluta de la distribución de los tiempos de paciencia y servicios. Consideramos un sistema de colas con varios servidores. El sistema se describe con un proceso que describe el número total de clientes y un par de procesos que describe cuánto llevan los clientes en los servidores y cuánto llevan esperando en la fila. Se obtienen límites cuando el número total de servidores crece hacia infinito.

Palabras clave: límites de fluidos, procesos valorados, renegar.

^IMartes/Tuesday, 2:00 p.m., Auditorium, Session: Probability

^{II}Universidad de Costa Rica, , Costa Rica, awalshz@gmail.com

Índice de palabras clave

- X^2 —optimalidad, 120
 k vecinos más cercanos, 30
 árboles filogenéticos, 136
 índice de Gini, 70
- Abejas africanizadas, 134
 Acción colectiva, 140
 Actuarial, 142
 ADN, 145
 adultos mayores, 77
 AFT, 57
 Alfabetización Matemática, 41
 algoritmo de Fisher, 30
 algoritmos evolutivos, 49
 algoritmos genéticos, 106
 algoritmos híbridos, 118
 Amazonía, 44
 amortizaciones, 144
 análisis de componentes principales, 155
 Análisis de Datos, 138
 Análisis de datos, 129
 análisis de sobrevivencia, 57
 Análisis envolvente de datos, 53
 análisis espacial, 91
 Análisis factorial confirmatorio, 94
 análisis factorial confirmatorio, 71
 analítica de textos, 105
 Anticoloración, 154
 aplicaciones de software libre, 155
 aplicaciones medicas, 118
 aprendizaje estadístico, 105
 Aprendizaje supervisado, 30
 autómatas celulares 3D, 78
- búsqueda tabú, 120
 Backpack, 42
 Bayes ingenuo, 30
 bifurcación de Hopf, 52
 Bio-matemáticas, 35
 Biología, 145
 biología- de-sistemas, 114
- C5.0, 30
 cáncer, 114
 Cadenas de Markov, 159
- cadenas de Markov Monte Carlo, 71
 Cajeros Automáticos, 158
 campo vectorial, 128
 Cardiotoxicidad. fracción de eyección, 26
 CART, 30
 Categorías, 24
 caudal, 44
 cero-Hopf, 52
 ceros, 46
 chagas, 121
 chikungunya, 139
 ciclo celular, 35
 clasificación, 107, 118
 clasificación óptima, 30
 Clasificación Bayesiana, 74
 Clasificación de datos, 29
 clasificación supervisada, 128
 Clotoide, 108
 Clustering, 106
 coeficiente de Lyapunov, 52
 Coeficiente Walsh-Fourier, 69
 Coloración de gráficas, 154
 coloración de gráficas suaves, 107
 Combinatorial Optimization, 42
 Comportamiento de agentes en la sociedad, 157
 comportamiento local, 70
 Computación, 145
 control óptimo, 45
 Control optimo, 115
 coordenadas polares, 108
 Costa Rica, 48
 creación de presas, 78
 CRELES, 57
 criterios de agregación., 29
 cuasi separable, 46
 Cuaternios, 83
 cursos iniciales de matemática universitaria, 33
 Curva de rendimiento, 131
 curva IDF, 80
 curva ROC, 30
 curvas hiperelípticas, 115
- Datos binarios, 106
 datos faltantes, 87, 155

- Datos Masivos, 138
 deformación miocárdica, 26
 dengue, 139
 dependencia de variables, 80
 depresión, 77
 Derrame, 56
 Descomposición de dominios, 50
 descriptor invariante a posición y escala, 130
 Diabetes, 57
 Diatraea, 91
 dilema social, 140
 dinamica de poblaciones, 52
 Diseños sobresaturados de niveles mixtos, 120
 distribución a priori, 71
 distribución t-Student, 68
 distribuciones de error acotados, 59
 división celular, 35

 e-rumor, 45
 Ecuación de Black-Scholes, 84
 Ecuación de Burgess, 85
 ecuación de las geodésicas, 47
 ecuación de reacción difusión, 124
 ecuación de Schrödinger, 101
 Ecuación de Schrodinger, 86
 educación superior, 53
 eficiencia, 53
 elección social, 125
 enfermedades infecciosas, 66, 139
 epidemiología, 121
 epidemiología, 139
 Errores-en-variables, 59
 escalarización, 49
 escalas, 24
 esfingolipidos, 114
 Espín semientero, 83
 Especificación de modelos, 64
 especificidad, 128
 Estacionariedad, 159
 Estadística, 37, 138
 Estadística algebraica, 136
 estimación bayesiana, 26
 estrellas de neutrones, 73

 Física Cuántica, 84
 Factor, 110
 Factores Asociados, 41
 factores de riesgo, 57
 Familias de productos, 150

 filtros auto regresivos, 155
 frontera libre, 82
 Función cópula, 80
 Funciones con Λ -variación acotada en el sentido de Waterman, 36
 funciones cuasiperiódicas, 34
 funciones de crecimiento lento, 34
 funciones de Hardy, 34
 funciones especiales, 108

 Genéticos, 42
 Genetic, 42
 geodésica, 153
 geoestadística, 102
 geometría subriemanniana, 115
 Glioblastoma, 85
 Gobernabilidad, 94
 grupo fundamental, 83
 grupos, 24

 heurísticas, 66, 106
 Heurísticas, 64
 Hidrocarburo, 56
 Hidrología, 44
 Hidrometeoros, 74
 Homicidios, 48
 Homología, 126
 homología, 125
 homotopía, 125

 inmigrantes, 48
 inseguridad, 60
 integrales de Fresnel, 108
 inteligencia cristalizada, 33
 Inteligencia fluida, 33
 interés compuesto, 144
 Interbaterías, 87
 interpolación, 102
 Invarianza de medición, 94
 inventario, 152
 Isometría, 153

 kriging, 102

 lógica-difusa, 114
 límites de fluidos, 160
 lenguaje R, 129
 Linguística, 107

 métodos clásicos de optimización, 49

- métodos probabilísticos, 108
 métodos variacionales, 101
 mínimos cuadrados totales, 59
 mapa, 153
 Matemáticas Financieras, 142
 matemáticas financieras, 144
 Matrices, 46
 matrices de Pauli, 83
 Mecánica Cuántica Supersimétrica, 84
 medición de la pobreza, 70
 Metaheurísticas, 131
 metodología de superficie de respuesta, 89
 mezcla de Gauss, 142
 Minería de Datos, 138
 Mochila, 42
 modelo, 110
 modelo log-lineales, 48
 modelo matemático, 121
 modelo Nelson-Siegel, 131
 modelo Svensson, 131
 modelo-mezclas-gaussianas, 114
 Modelos ARIMA, 142
 modelos Bayesianos jerárquicos, 37
 modelos de creatividad, 117
 modelos de ecuaciones estructurales, 33
 Modelos de Regresión Multinivel, 41
 Modelos DSGE, 68
 Modelos lineales mixtos, 77
 modelos matematicos, 139
 modelos Varma, 142

 números borrosos, 67
 nervio, 126
 NIPALS, 87
 Nodos, 98
 norma matricial de Chebyshev, 59
 Nosema, 134

 Operador de Casimir, 86
 Operador de Nemytskij, 96
 operador localmente definido, 96
 operador uniformemente continua, 36
 Operadores de transmutación, 124
 optimización, 66, 89, 150
 Optimización Combinatoria, 42
 optimización con restricciones, 67
 Optimización Lineal y Combinatorial, 27
 optimización matemática, 107
 optimización mediante colonias de hormigas, 106

 Optimización multiobjetivo, 49
 optimización multiobjetivo, 67
 optimización no lineal, 117
 optimización por enjambres de partículas, 67
 optimización sin restricciones, 67
 Optimizacion, 64
 optimizacion y control óptimo, 82
 Orbitas periódicas, 52
 Orden de Magnitud, 69
 Orinoquía, 44

 p-variación, 69
 periodo de retorno, 80
 plan de producción, 150
 planificación agregada, 152
 PLS2, 87
 polinomios, 46
 Polinomios de Adomian, 85
 polinomios Hurwitz, 25
 porcentaje de clasificaciones correctas, 30
 Potencial de Kratzer, 86
 precondicionares BDDC deluxe, 50
 predicción, 110, 152
 preferencias políticas, 126
 principio del máximo de Pontryagin, 45
 Probabilidad, 159
 problema singular, 101
 Problemas de Optimización no lineal. Aprendizaje de agentes, 157
 problemas elípticos, 50
 Problemas inversos, 82
 Problemas reales de Optimización, 27
 Procesamiento de imágenes, 137
 procesamiento de imágenes, 134
 procesamiento de lenguaje natural, 105
 procesos creativos, 117
 procesos de memoria larga, 37
 procesos valorados, 160
 Producción de pulpa blanca, 89
 programación lineal, 152
 Pronósticos, 152
 propagación, 66
 Pruebas PISA, 41
 Python, 42

 QR, 46

 R, 105
 Racket, 145

- Radar Polimétrico, 74
- Reactividad, 157
- Reconocimiento de patrones, 130, 134
- Redes Neuronales Artificiales, 158
- regionalización, 44
- regla de agregación, 125, 126
- regresión de Cox, 57
- regresión lineal, 59
- regresión logística, 30
- Regresión Multinivel, 60
- Regresión no lineal, 131
- regresión paramétrica, 57
- regresión logística, 64
- Relatividad general, 47, 73
- rendimiento académico, 33
- renegar, 160
- restricciones no-holonómicas, 115
- restricciones primales adaptivas, 50
- Riesgo, 56

- Sectores, 98
- secuenciación, 150
- secundaria, 60
- sensibilidad, 128
- Series Temporales, 159
- Simulación de inundaciones pluviales, 78
- sistemas estables, 25
- sobrevivencia, 26
- software R, 30
- solución con soporte compacto, 101
- Solución positiva, 101
- superficies de seudo-respuesta, 49

- tamaño de muestra, 91
- Teoría de gráficas, 154
- teoría de juegos, 140
- teoría de la integración, 70
- teorema de Cauchy-Lipschitz, 45
- teorema de Haraux, 34
- tiempos de preparación, 150
- Tipo de vehículo, 98
- transformada analítica de Fourier-Mellin, 130
- Transformada de Laplace, 86
- Triatoma dimidiata, 121

- umbrales de aceptación, 29

- Vías, 98
- Valor en Riesgo, 159

- Valor en Riesgo Condicional, 159
- variables de contexto, 77
- Variación acotada, 69
- variación acotada, 96
- varianza no estructurada, 68
- variedades, 24
- variedades tóricas, 136
- variograma, 102
- vector gradiente, 128
- violencia, 60

Index of keywords

- X^2 —optimality, 120
 Λ -variation in the sense of Waterman, 36
 k nearest neighbors, 30
 p -variation, 69
 3D Cellular Automata, 78

 a priori distribution, 71
 academic performance, 33
 acceptance thresholds, 29
 acciones, 72
 Actuarial, 142
 adaptive primal constraints, 50
 Adomian polynomials, 85
 Africanized bees, 133
 Agent Learning, 156
 aggregate planning, 152
 aggregation criteria., 29
 aggregation rule, 126
 agregation rule, 125
 Algebraic statistics, 136
 allegories, 127
 Almost periodic functions, 34
 Amazon, 43
 ambiguity, 143
 amortizations, 144
 análisis de datos simbólicos, 31
 Ant colony optimization, 106
 Anticoloring, 154
 ARIMA models, 142
 Artificial Neural Networks, 158
 asignación de activos, 72
 asset allocation, 72, 74
 Associated Factors, 40
 Asymmetric Encryption, 149
 asymptotic solutions, 39
 Automatic Tellers Machine, 158
 autoregressive filters, 155

 Bayesian classificationla-GARCH, 74
 bayesian estimation, 26
 Bayesian hierarchical models, 37
 BDDC deluxe preconditioners, 50
 Behavior of the Agents into Society, 156
 Big Data, 138
 Binary data, 106

 Bio-mathematics, 35
 Biology, 145
 Black-Scholes Equation, 84
 bonds, 72, 74
 bonos, 72
 bounded error distributions, 59
 Bounded variation, 69
 branch and bound, 103
 Burgess equation, 85

 C5.0, 30
 cancer, 113
 Cardiotoxicity, 26
 CART, 30
 Categories, 24
 category theory, 127
 Cauchy-Lipschitz's theorem, 45
 cell cycle, 35
 cell division, 35
 chagas, 121
 Chaotic Systems, 149
 Chebyshev matrix norm, 59
 chikungunya, 139
 Classification, 107
 classify, 118
 Closed form solutions, 39
 Clothoid, 108
 Clustering, 106
 Collective action, 140
 compact support solution, 101
 compound interest, 144
 Computer Algebra, 39
 computer algebra system., 123
 Computing, 145
 Conditional covariance, 148
 Conditional Value at Risk, 159
 Confirmatory factor analysis, 93
 confirmatory factor analysis, 71
 constrainedoptimization, 67
 Copuhydrometeors, 74
 copula function, 79
 Copula-GARCH, 72
 copula-GARCH, 72
 Cox regression, 57

- creative process, 116
 CRELES, 57
 crystallized intelligence, 33
 curvas principales, 31
 Cyclic generator, 120
- Dams building, 78
 Data Analysis, 138
 data analysis, 129
 Data classification, 29
 Data envelopment analysis, 53
 Data Mining, 138
 dengue, 139
 dependent variables, 79
 depression, 76
 Design pattern characterization, 127
 Diatraea, 91
 Diffusion process, 100
 Distributed Dynamics Encryption, 149
 DNA, 145
 Domain decomposition, 50
 DSGE models, 68
- e-rumor, 45
 efficiency, 53
 Eigensolve, 146
 ejection fraction, 26
 elderly adults, 76
 elliptic problems, 50
 epidemiology, 121, 139
 equilibrium state, 147
 Errors-in-variables, 59
 expected utility, 143
- Factor, 110
 financial math, 144
 Financial Mathematics, 142
 Fisher algorithm, 30
 flow, 43
 Fluid intelligence, 33
 fluid limits, 160
 Forecasting, 152
 freak waves, 151
 free boundary, 81
 free software applications, 155
 Fresnel integrals, 108
 Frobenius norm, 148
 Full Information Maximum Likelihood, 135
 fundamental group, 83
- fuzzy numbers, 67
 fuzzy-logic, 113
- game theory, 140
 Gamma distribution, 112
 Gaussian mixture, 142
 gaussian-mixture-model, 113
 General relativity, 47, 73
 generalized linear-fractional programming, 132
 Generalized Rayleigh distribution, 109
 Genetic algorithms, 106
 geodesic, 153
 geodesic equation, 47
 geostatistical, 102
 Gini index, 70
 Glioblastoma, 85
 Goodness-of-fit, 109
 governance, 93
 gradient vector, 128
 Graph Coloring, 154
 Graph Theory, 154
 groups, 24
- Hölder functional class, 148
 half-integer spin, 83
 Haraux theorem, 34
 Hardy functions, 34
 Heuristics, 64
 heuristics, 65, 106
 higher education, 53
 Homology, 126
 homology, 125
 homotopy, 125
 Hopf bifurcation, 52
 Hopf bifurcation theorem, 147
 Hurwitz polynomial, 25
 hybrid algorithm, 118
 Hydrology, 43
 hyper elliptic curves, 115
 hyperplane arrangements, 132
- IDF curve, 79
 Image processing, 137
 image processing, 133
 infectious disease, 65
 Infinitesimal generator, 100
 initial university mathematics courses, 33
 insecurity, 60, 65
 integration theory, 70

- Interbattery, 87
- interpolation, 102
- interval analysis, 103
- Interval-valued variables, 31
- invariant descriptor to position and scale, 130
- inventory, 152
- Inverse power method, 146
- Inverse problems, 81
- Isometry, 153

- Kratzer-type Potentials, 86
- kriging, 102

- Laplace Transform, 86
- Latin American, 40
- limit cycle, 147
- Linear and Combinatorial Optimization, 27
- linear differential equations, 39
- linear programming, 152
- linear regression, 59
- Linguistics, 107
- local behavior, 70
- Logistic Map, 149
- logistic regression, 30, 64
- Long Memory processes, 37
- Lyapunov coefficient, 52

- manifolds, 24
- Many-server queues, 160
- map, 153
- Markov Chains, 159
- Mathematical Literacy, 40
- mathematical model, 121
- mathematical modeling, 139
- Mathematical Optimization, 107
- Matrices, 46
- measure-valued processes, 160
- measurement invariance, 93
- medical applications, 118
- Missing Data, 135
- missing data, 87, 155
- Mixed linear model, 76
- Mixed-level, 120
- Model specification, 64
- modelling of creativity, 116
- Monte Carlo Markov Chain, 71
- Monte Carlo simulations, 109
- Multilevel regression, 60
- Multilevel regression models, 40

- multiobjective optimization, 67
- Multiple Imputation, 135
- MultiSpreading, 65
- myocardial deformation, 26

- naive Bayes, 30
- Narrow framing, 143
- natural language processing, 104
- nerve, 126
- neutron stars, 73
- NIPALS, 87
- no-normalidad, 72
- Nodes, 98
- non holonomic constraints, 115
- non structure variance, 68
- non-autonomous quadratic differential system, 95
- non-normality, 72, 74
- nonlinear control system, 95
- Nonlinear Optimization Problem, 156
- nonlinear optimization problem, 116
- nonlinear waves, 151
- Nonparametric estimator, 148
- nonsmooth dynamics, 23
- Nosema, 133

- oil, 56
- optima control, 115
- optimal classification, 30
- optimal control, 45
- Optimization, 23, 64
- optimization, 89, 150
- optimization and optimal control, 81
- optimizationlevel regression, 65
- Order de Magnitude, 69
- Orinoco, 43
- Orthogonal polynomials, 100

- Panel Data, 135
- parameter uncertainty, 143
- parametric linear systems, 103
- Parametric rate, 148
- parametric regression AFT, 57
- particle image velocimetry, 112
- particle swarm optimization, 67
- Pattern recognition, 130
- pattern recognition, 133
- Pauli matrices, 83
- percentage of correct classifications, 30

- periodic orbit, 52
 phylogenetic trees, 136
 PISA, 40
 plan production, 150
 PLS2, 87
 Pluvial flood simulation, 78
 polar coordinates, 108
 polarimetric radar data, 74
 political preferences, 126
 Polynomial Root-finding, 146
 Polynomials, 46
 Pontryagin Maximum Principle, 95
 Pontryagin's maximum principle, 45
 population dynamics, 52
 Positive solution, 101
 poverty measure, 70
 prediction, 152
 prediction model, 110
 primitive transcendental functions, 123
 principal component analysis, 155
 Principal Curves, 31
 probabilistic methods, 108
 Probability, 159
 Product Families, 150
- QR, 46
 Quantum Physics, 84
 Quasiseparable, 46
 quaternions, 83
- R, 104
 R language, 129
 Racket, 145
 range sets, 132
 Rayleigh distribution, 109
 reaction-diffusion equation, 124
 Reactivity, 156
 Real World Optimization Problems, 27
 regionalization, 43
 regularization, 36
 reneging, 160
 response surface methodology, 89
 return period, 79
 Risk, 56
 risk factors, 57
 ROC curve, 30
 Roots, 46
 routes, 98
- sample size, 91
 Scale function, 100
 scales, 24
 scheduling, 150
 school, 60, 65
 Schrödinger equation, 101
 Schrodinger Equation, 86
 sectors, 98
 SEIR type Ebola epidemic model, 95
 sensibility, 128
 setup times, 150
 singular problem, 101
 singularities, 39
 size distributions, 112
 slow growing function, 34
 social choice, 125
 social dilemma, 140
 Soft graph coloring, 107
 software R, 30
 spatial analysis, 91
 special functions, 108
 specificity, 128
 Speed measure, 100
 sphingolipids, 113
 spills, 56
 spray analysis, 112
 stable system, 25
 Stationarity, 159
 statistical learning, 104
 Statistics, 37, 138
 stocks, 72, 74
 structural equation modeling, 33
 Structured matrices, 146
 Student-t distributions, 68
 subriemannian geometry, 115
 Supersaturated designs, 120
 Supersymmetric Quantum Mechanics, 84
 supervised classification, 128
 Supervised learning, 30
 survival, 26
 survival analysis, 57
 symbolic computation, 123
 Symbolic Data Analysis, 31
 systems-biology, 113
- Tabu search algorithm, 120
 text analytics, 104
 Time Series, 159
 toric varieties, 136

total least squares, 59
transformed Fourier-Mellin analytical, 130
Transmutation operators, 124
Transmuted distribution, 109
Triatoma dimidiata, 121
two-dimensional optimal control model, 147
type of vehicle, 98

unconstrained optimization, 67
uniformlycontinuous operator, 36

Value at Risk, 159
valued processes, 160
variables context, 76
Variables tipo intervalo, 31
variational analysis, 23
variationalmethods, 101
variogram, 102
VARMA models, 142
vector field, 128
vector-borne diseases, 139
violence, 60, 65

Walsh-Fourier coefficients, 69
wave instabilities, 151
web crawling, 104
white pulp production, 89

zero-Hopf, 52

Índice de autores

- Díaz, J.I., 16, 101
 Figueroa Mata, Geovanni, 14, 133
 Hladík, Milan, 14, 59
 Montero Ramírez, Marianyela, 133
 Montero Ramírez, Marianyela, 14
- Adly, Samir, 9, 23
 Agüero, Nancy, 10, 24
 Aguirre Hernández, Baltazar, 13, 25
 Alfaro, Eric, 13, 155
 Alvarado, Fernanda, 12, 26
 Amaya Briceño, Luis Eduardo, 10, 29
 Amaya, Jorge, 15, 27
 Araya Quirós, Jennifer Irene, 30
 Araya, Jennifer Irene, 10
 Arce Garro, Jorge, 11, 31
 Argüello Miranda, Orlando, 16, 35
 Arguedas Troyo, Vernor, 13, 34
 Arguedas, Silvia María, 11, 32
 Aziz Abed, Wadie, 14
 Aziz, W., 13
 Aziz, Wadie, 36, 96
- Baca Lobera, Gloria Idalia, 10, 140
 Barboza Chinchilla, Luis, 13, 37
 Barkatou, Moulay, 12, 38
 Barrantes, Elena Gabriela, 10, 149
 Bartels, Sofía, 11, 40
 Benjamin, Renard, 11, 79
 Bernábe Loranca, María Beatriz, 9, 42
 Bernal Cañon, Erlendy, 11, 43
 Bernard, Sereine, 13, 147
 Bernard, Severine, 14, 45
 Boito, Paola, 15, 46
 Bonatti González, Javier, 17, 47, 73
 Bonilla Gomez, Minor, 14, 64
 Bonilla, Roger, 12, 48
 Bouza, Gemayqzel, 14, 45
- Calderón Arce, Cindy, 9, 49
 Calvo Alpizar, Juan Gabriel, 12, 50
 Castellanos Vargas, Víctor, 16, 52
 Castillo Arias, Ileana, 14, 53
 Castro Fernández, Edwin, 13, 34
 Castro Martínez, Maria Eugenia, 10, 55
- Centeno Mora, Oscar, 13, 57
 Cerný, Michal, 14, 59, 132
 Cespedes Solís, Andrea, 11, 60
 Chacón Vargas, Alejandro, 10, 62
 Chan Navarrete, Federico, 14, 64
 Chavarría Molina, Jeffry Gerardo, 14, 65
 Chavarría, Jorge, 12, 26
 Cordero Mora, Gabriel, 9, 93
 Cruz Torres, Cristian, 9, 68
 Cruz Ulloa, Carlos Jesus, 10, 118
 Cuevas Covarrubias, Carlos, 11, 128
- De los Cobos Silva, Sergio, 10, 11, 67, 107,
 116, 118
- Ereu Alvarado, Tomás Eliéser, 14, 69
 España Tinajero, Andrea Arlette, 10, 70
 Estrada Analco, Martín, 9, 42
 Evgenii Khailov, Lomonosov, 95
- Fallas Monge, Juan José, 14, 65
 Falope Cortez, Elvia Magdalena, 17, 83
 Falope, Elvia Magdalena, 16, 144
 Fernández Gómez, Luis Diego, 10, 11, 60, 72
 Fernández, Andrés, 11, 71
 Flores Izaguirre, Norman Yovani, 17, 83
 Flores, Norman Yovanny, 16, 144
 Frutos Alfaro, Francisco, 17, 47, 73
- Gómez Soto, José Manuel, 11, 16, 78, 145
 García Hernandez, Alejandra, 14, 127
 García Salcedo, Ricardo, 17, 83
 García Leal, Julio Alberto, 11
 Garcia Madrigal, Paula Viviana, 14, 76
 Garcia, Julio Alberto, 74
 Gauthier, Jean Paul, 17, 115
 Gomez Rios, Wilmar, 11, 79
 González Cáceres, Abdiel, 11, 78
 González Díaz, Fernando Ricardo, 17, 83
 González Gaxiola, Oswaldo, 10, 12, 13, 84–86
 González Velázquez, Rogelio, 9, 42
 González, Alejandra, 13, 57
 González, Kevin, 17, 73
 Gonzalez de Paz, Raul, 12, 81
 Gonzalez Diaz, Fernando Ricardo, 16, 144

- Gonzalez Rojas, Victor Manuel, 15, 87
 Gonzalez, Paula A., 10, 13, 89, 91
 Gordillo Suarez, Marisol, 10, 13, 89, 91
 Granados Salazar, José Jesús, 9, 93
 Grigorieva, Ellina, 95
 Guerrero, Jose Atilio, 13, 96
 Guido Aldana, Pedro A., 11, 112
 Guido Carcache, Rommel Antonio, 11, 98
 Gutiérrez Andrade, Miguel Angel, 118
 Gutiérrez Andrade, Miguel Ángel, 11
 Gutiérrez Andrade, Miguel A, 10, 11, 67, 107, 116
 Gutiérrez Pavón, Jonathan Josué, 9, 99
- Hernández Alonso, Jesús, 16, 101
 Hernández González, Greivin, 13, 102
 Herrera Daza, Eddy, 11, 74
 Hladík, Milan, 103
 Hladík, Milan, 14, 132
 Hladik, Milan, 13
 Horáček, Jaroslav, 13, 14, 59, 103
- Ilyasov, Y., 16, 101
- Jiménez Leandro, Felipe, 11, 104
 Jiménez Romero, Alejandra, 10, 106
- Kleinke, Kristian, 12, 135
 Kravchenko, Vladislav, 13, 124
- López Bracho, Rafael, 11, 154
 Lara Velázquez, Pedro, 10, 11, 107, 116, 118
 Leyton, Sammy, 13, 91
 Lobo Segura, Jaime, 17, 108
 Loubes, Jean-Michel, 17, 148
- Márquez Sandoval, Angélica Leticia, 15, 125
 MahdiS, Smail, 9, 109
 Maldonado, K., 13, 96
 Marín Raventós, Gabriela, 14, 53
 Martínez Salazar, José Luis, 14, 110
 Marteau, Clement, 17, 148
 Mauricio Zamarrón, Juan M., 14, 127
 May León, Gloria, 11, 112
 Mercado Escalante, José Roberto, 11, 112
 Merentes, N., 13, 96
 Migon, Helio, 9, 68
 Molina Mora, Jose Arturo, 12, 113
 Monroy Perez, Felipe, 17, 115
- Mora Gutiérrez, Roman Anselmo, 10, 116, 118, 156
 Morales, Luis B., 9, 120
 Morales, Michael, 14, 121
 Moreno Chavarro, Diana, 11, 79
 Muñoz Esquivel, Fermín, 9, 42
- Navarro Guevara, Douglas, 17, 122
- Obregon Neira, Nelson, 11, 74
 Oliva Mercado, André, 17, 47
 Ospina, Johann A., 13, 91
 Otero Jiménez, Josafath Alfredo, 13, 124
- Pérez, Juan Antonio, 9, 10, 14, 15, 24, 70, 125–127
 Pennington, Pamela, 14, 121
 Perez Vicente, Hugo Alexer, 14, 152
 Pietrus, Alain, 13, 14, 45, 147
 Ponsich, Antonin, 10, 116, 118, 156
 Prendas Rojas, Juan Pablo, 14, 133
 Pulido Cejudo, Javier, 11, 128
- Quintas, Isabel, 12, 129
 Quintero Vargas, Lissette del Carmen, 14, 130
 Quirós Granados, Andrés, 16, 131
- Rada, Miroslav, 13, 14, 103, 132
 Ramírez Rodríguez, Javier, 116, 118
 Ramírez Rodríguez, Javier, 11, 154
 Ramirez Bogantes, Melvin E, 14, 133
 Reinecke, Jost, 12, 135
 Reyes Figueroa, Alan Gerardo, 16, 137
 Reyes, Enrique, 16, 136
 Rincón García, Eric A, 11, 67
 Rincón García, Eric Alfredo, 11, 107
 Rincón García, Eric A., 10, 116, 118
 Rodríguez Rojas, Oldemar, 9, 31, 138
 Ruiz Vanoye, Jorge, 9, 42
- Sánchez Guevara, Irene, 10, 140
 Salvatore, Grimaldi, 11, 79
 Sanchez, Fabio, 15, 139
 Santamaría Chaves, José Fabio, 13, 142
 Sarin, rakesh, 12, 143
 Sarmiento Matute, Ramon Edgardo, 16, 144
 Saucedo Carranza, Alma Gabriela, 16, 145
 Segura Ugalde, Esteban, 17, 146
 Serinaldi, Francesco, 11, 79
 Silvere Paul, Nuiro, 13, 147

Solís Chacón, Maikol, 17, 148
Solís Sánchez, Hugo, 10, 149
Soria Arguello, Isidro, 17, 150
Sulisz, Wojciech, 12, 151

Torba, Sergii, 13, 124
Torres Escobar, Rafael, 14, 152
Tovar Sánchez, Luis Manuel, 16, 153
Trejos Zelaya, Javier, 10, 16, 29, 30, 106, 131
Trejos Zelaya, Javier, 10, 62

Urbán Rivero, Luis Eduardo, 11, 154
Ureña Mora, Pablo, 13, 155

Vázquez Cortés, Alberto A., 116
Vázquez Cortes, Alberto Alejandro, 10, 156
Vázquez-Cortés, Alberto A., 10
Viquez Rodríguez, Juan José, 16, 159
Vargas, German A., 13, 91
Velasco Elizondo, Perla, 14, 127
Viales Abellán, Jeffrey, 16, 158
Villalobos Arias, Mario, 17, 108

Walsh, Alexander, 9, 160
Widlund, Olof, 12, 50

Índice de contribuciones por país

Barbados, 109

Chile, 27

Colombia, 43, 74, 79, 87, 89, 91, 110

Costa Rica, 26, 29–32, 34, 35, 37, 40, 47–50, 53, 57, 60, 62, 64, 65, 71–73, 76, 93, 102, 104, 106, 108, 113, 122, 131, 133, 138, 139, 142, 146, 148, 149, 155, 158–160

España, 101

France, 23, 38, 46

Germany, 135

Guadeloupe FWI, 147

Guadeloupe, France, 45

Guatemala, 81, 121, 137

Honduras, 68, 83, 144

México, 24, 25, 42, 52, 55, 67, 70, 78, 84–86, 99, 107, 112, 115, 116, 118, 120, 124–129, 136, 140, 145, 150, 152–154, 156

Nicaragua, 98, 130

Poland, 151

República Checa, 59, 103, 132

USA, 95, 143

Venezuela, 36, 69, 96