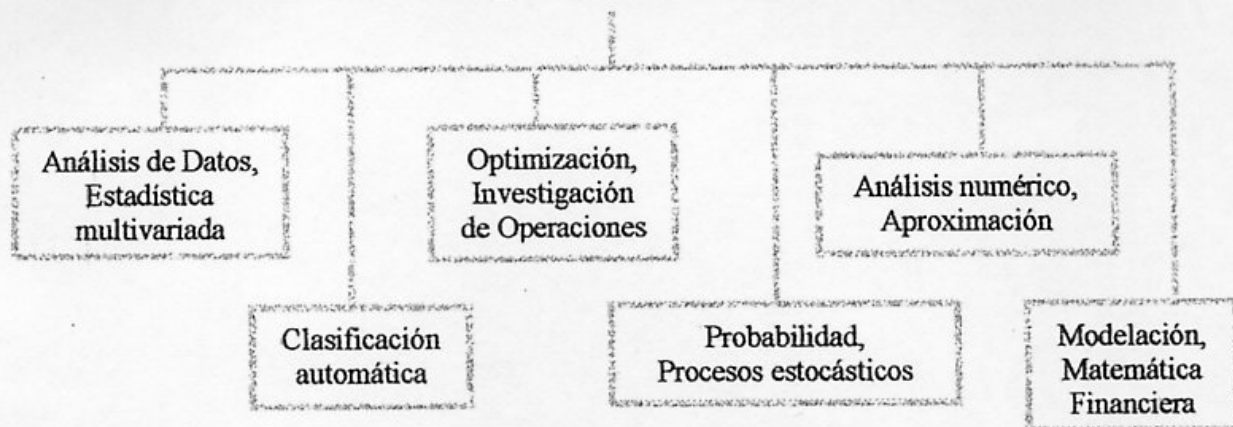


XIII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias



Programa y Resúmenes



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

San José, 23–25 Enero, 2002

XIII Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias

XIII International Symposium on Mathematical Methods Applied to Sciences

San José, Costa Rica, 23–25 Enero 2002 / January 2002



Comité Científico / Scientific Committee

Javier Trejos (Coordinador / Chairman), Anne Bellido (Limoges, Francia), Santiago Cambroner (UCR), Michel Carbon (Rennes II, Francia), William Castillo (UCR), Sergio De los Cobos (UAM, México), Edwin Diday (París IX, Francia), José Luis Espinoza (ITCR), Raúl González de Paz (Del Valle, Guatemala), Jorge González (UCR), Jürgen Guddat (Humboldt, Berlín), Patrick Groenen (Leiden, Holanda), Hubertus Jongen (RWTH Aachen, Alemania), Jaime Lobo (UCR), Pablo Olivares (La Habana, Cuba), Eduardo Piza (UCR), Jean-Paul Rasson (Namur, Bélgica), Oldemar Rodríguez (UCR), Mario Villalobos (UCR).

Comité Organizador / Organizing Committee

Eduardo Piza (Coordinador / Chairman), William Castillo (UCR), Asdrúbal Duarte (UCR), José Luis Espinoza (ITCR), Jorge González (UCR), Jaime Lobo (UCR), Alexandra Mora (UCR, Oficina de Divulgación e Información), Walter Mora (ITCR), Alex Murillo (UCR), Javier Trejos (UCR), Laura Barquero, Silvia Jiménez, Tania Madrigal, Vanessa Maroto, Merylyn Méndez, Melissa Prieto, Adriana Rodríguez (Asistentes).

Editores Científicos / Scientific Editors: Eduardo Piza y Javier Trejos.

AGRADECIMIENTOS

El 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 XIII Simposio de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias:

- Sociedad Centroamericana y del Caribe de Clasificación y Análisis de Datos (SoCCCAD).
- Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD).
- Instituto Costarricense de Turismo (ICT).
- Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).
- Escuela de Matemáticas de la Universidad de Costa Rica.
- Escuela de Matemáticas del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Rectoría de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
- Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica.
- Oficina de Asuntos Internacionales de la Universidad de Costa Rica.
- Oficina de Divulgación e Información de la Universidad de Costa Rica.



Eduardo Piza
Director del CIMPA

Programa / Program

Martes 22 / Tuesday 22

2:00 – 6:00 PM: Inscripciones / Registration: Oficina 208 FM / Office 208 FM.

6:00 – 8:00 PM: Brindis de bienvenida / Welcome toast: Plaza 24 de Abril.

Miércoles 23 / Wednesday 23

8:00 – 10:00 AM: Inscripciones / Registration: Oficina 208 FM / Office 208 FM.

10:00 – 11:00 AM: Inauguración / Opening: Auditorium.

11:00 – 11:50 AM: Conferencia inaugural / Opening conference: Auditorium.

RODRIGUEZ, O.: *Clasificación y modelos lineales en análisis de datos simbólicos* (ver pág. 29).

2:00 – 3:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium.

VELÁSQUEZ B., J. M.: *Planificación estratégica de riesgos financieros* (ver pág. 19).

3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium.

HERNÁNDEZ, J. G. & GARCÍA, M. J. : *Hacia la resolución del problema de salto de transporte de múltiples productos* (ver pág. 15).

3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Sala 102.

VALDÉS, J. E. : *Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales* (ver pág. 17).

4:00 – 4:20 PM: Pausa café / Coffee break.

Probabilidad / Probability: Auditorium.

4:20 – 4:40 PM: DOMÍNGUEZ M., J. A. & GONZÁLEZ F., G. & GUPTA, A. K.: *Una generalización de la distribución normal sesgada multivariada* (ver pág. 62).

4:40 – 5:00 PM: GONZÁLEZ, G. F. & DOMÍNGUEZ M., A. & RODRÍGUEZ D., R. M.: *Un procedimiento práctico para estimar el parámetro de forma de la distribución gaussiana generalizada* (ver pág. 70).

5:00 – 5:20 PM: AUSSEM, A.: *Segmentation of switching dynamics with a hidden markov model of neural prediction experts* (ver pág. 35).

5:20 – 5:40 PM: MORA, W. & MARÍN, M.: *Desarrollo de un curso virtual de probabilidades* (ver pág. 91).

5:40 – 6:00 PM: GARCÍA, M. J. & HERNÁNDEZ, J. G.: *Análisis del rango de aplicación del factor β en el modelo EMA* (ver pág. 66).

Aplicaciones de Investigación de Operaciones / Operations Research applications: Sala 102.

4:20 – 4:40 PM: ODDERSHEDE, A. & ARIAS, A.: *Modelo de toma de decisiones aplicado al desarrollo de una región* (ver pág. 95).

4:40 – 5:00 PM: BRAVO C., J. & ALVAREZ P., M. & ARANEDA V., C.: *Desarrollo de un modelo matemático de mezcla de carbones para una empresa del sector energético* (ver pág. 41).

5:00 – 5:20 PM: SKLIAR, O. & MEDINA, V. & POVEDA, J. S.: *Un método para la caracterización exhaustiva de formas de figuras planas, tanto simple como múltiplemente conexas* (ver pág. 106).

5:20 – 5:40 PM: VILLAGRÁN, M.: *La guerra terrorista: un problema de optimización lineal; su historia* (ver pág. 114).

5:40 – 6:00 PM: VALDÉS C., J. E.: *Aplicación del orden de la tasa de fallo en la ubicación de reservas en un sistema serie* (ver pág. 109).

Jueves 24 / Thursday 24

Análisis de datos y estadística I / Data analysis and statistics I: Auditorium.

9:00 – 9:20 AM: GARAT, P.: *A switching semiparametric logistic model for the analysis of ozone exceedance data* (ver pág. 64).

9:20 – 9:40 AM: TREJOS, J. & CASTILLO, W.: *Tabu search for two-mode clustering* (ver pág. 107).

9:40 – 10:00 AM: GONZÁLEZ, J. & CASTILLO, W. & RODRÍGUEZ, O.: *Escalamiento multidimensional de disimilitudes de intervalo usando sobrecalentamiento simulado* (ver pág. 72).

10:00 – 10:20 AM: DE LOS COBOS, S. & TREJOS, J. & PÉREZ, B. R. & GODDARD, J., GUTIÉRREZ, M. A.: *Heurística para estimar el número de clases en particionamiento* (ver pág. 57).

10:20 – 10:40 AM: CASTRO, G.: *Identification of periodically correlated and multivariate AR models* (ver pág. 47).

10:40 – 11:00 AM: Pausa café / Coffee break.

Análisis numérico / Numerical analysis: Sala 102

- 9:00 – 9:20 AM: MONTES DE OCA, F. & GONZÁLEZ-LIMA, M. D.: *Experiencia computacional con un método de Newton centrado* (ver pág. 90).
- 9:20 – 9:40 AM: DRISSI, D.: *Stability estimated in the numerical solution of initial value problems* (ver pág. 61).
- 9:40 – 10:00 AM: DELGADO A., V.: *Un proceso de estabilización de sistemas de control no lineales en el plano* (ver pág. 59).
- 10:00 – 10:20 AM: AVILA, J. F.: *¿Un nuevo resultado sobre los métodos de Runge-Kutta?* (ver pág. 36).
- 10:20 – 10:40 AM: VÍLCHEZ Q., E. & MONGE F., J.: *Aplicación de los valores y vectores propios a sucesiones definidas por una relación de recurrencia homogénea lineal con coeficientes constantes* (ver pág. 112).
- 10:40 – 11:00 AM: Pausa café / Coffee break.

Conferencias / Conferences.

- 11:00 – 11:50 AM: Conferencia / Conference: Auditorium.
CASASÚS, T. & CRESPO, E. & JUAN, C. & OLMOS, F. & PÉREZ, J. C.: *Herramientas matemáticas para la valoración de la ampliación de una infraestructura portuaria* (ver pág. 25).
- 11:00 – 11:50 AM: Conferencia / Conference: Sala 102.
ALLENDE A., S. & GUDDAT, J. & NOWACK, D.: *On modified penalty and standard embeddings for linear complementarity problems* (ver pág. 21).

Minicursos / Short courses.

- 2:00 – 3:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium.
VELÁSQUEZ B., J. M.: *Planificación estratégica de riesgos financieros* (ver pág. 19).
- 3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium.
HERNÁNDEZ, J. G. & GARCÍA, M. J.: *Hacia la resolución del problema de transporte de múltiples productos* (ver pág. 15).
- 3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Sala 102.
VALDÉS C., JOSÉ E.: *Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales* (ver pág. 17).
- 4:00 – 4:20 PM: Pausa café / Coffee break.

Investigación operativa I / Operations research I: Auditorium.

- 4:20 – 4:40 PM: GUTIÉRREZ, M. A. & DE LOS COBOS, S. & PÉREZ, B. R. & GODDARD, J.: *El problema del multicubrimiento: una aplicación para la selección de paradas en la red de transporte de la ciudad de México* (ver pág. 76).

- 4:40 – 5:00 PM: LÓPEZ B., R. & GUTIÉRREZ A, M. A. & ORTUÑO, M. P. & RAMÍREZ R., J.: *El problema del conjunto independiente en la selección de horarios de cursos* (ver pág. 80).
- 5:00 – 5:20 PM: MUÑOZ, S.: *An enumerative procedure for identifying maximal covers* (ver pág. 93).
- 5:20 – 5:40 PM: MORALES, L.: *Constructing some PBIBD(2)s by tabu search algorithm* (ver pág. 92).
- 5:40 – 6:00 PM: GAYTÁN, J. & ARROYO, P. & WOJCIK, A. & CABRER, W.: *Comparison of the impact of three forecasting methods on the bullwhip effect* (ver pág. 68).

Análisis de datos y estadística II / Data analysis and statistics II: Sala 102.

- 4:20 – 4:40 PM: CASTILLO, W. & GONZÁLEZ, J. & RODRÍGUEZ, O.: *Representaciones simbólicas de variables tipo intervalo* (ver pág. 45).
- 4:40 – 5:00 PM: RODRÍGUEZ, C. C. & COBA, E. DEL C.: *Análisis de los registros continuos de nacimientos en Panamá del año 1999, a través del análisis de componentes principales* (ver pág. 102).
- 5:00 – 5:20 PM: MONTERO, E. & VILLALOBOS, J.: *Más allá de la regresión múltiple en Ciencias Sociales: el análisis multinivel* (ver pág. 88).
- 5:20 – 5:40 PM: MONGE F., J. & VÍLCHEZ Q., E.: *Aplicación de los valores y vectores propios al análisis de los sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo* (ver pág. 87).
- 5:40 – 6:00 PM: CHAVES, E. & ROSERO, L.: *Valoración del riesgo de deforestación futura en Costa Rica* (ver pág. 49).
- 6:00 – 6:20 PM: POLTRONIERI, J.: *Utilización de modelos de pobreza: Perfiles de la población IMAS (SIPO) según el modelo de puntaje* (ver pág. 100).

Procesos estocásticos / Stochastic processes: Sala 217.

- 4:20 – 4:40 PM: LOBO, J. & CAMBRONERO, S.: *Los valores del juego de parada óptima para medias aritméticas de variables de Bernoulli* (ver pág. 78).
- 4:40 – 5:00 PM: MERCADO, J. R. & BRAMBILA, F. & ALDANA, A. A.: *Sobre el problema inverso de difusión* (ver pág. 85).
- 5:00 – 5:20 PM: MEDINA, V. & SKLIAR, O. & LÁSCARIS C., T. & POVEDA, J.: *Una variante del método que utiliza la simulación de un proceso de difusión para la caracterización de formas de figuras planas* (ver pág. 84).

Análisis y Combinatoria / Analysis & Combinatorics: Sala 217.

- 5:20 – 5:40 PM: ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: *Funciones casi periódicas N-dimensionales II* (ver pág. 33).
- 5:40 – 6:00 PM: PIZA, E.: *Sobre los números de Hal y Lah* (ver pág. 99).

Viernes 25 / Friday 25

Investigación Operativa II / Operations Research II: Auditorium.

- 9:00 – 9:20 AM: PÉREZ, B. R. & DE LOS COBOS, S.: *Programación cuadrática resuelta como un problema de optimización combinatoria* (ver pág. 97).
- 9:20 – 9:40 AM: GONZÁLEZ-LIMA, M. D.: *On central-path proximity measures in interior point methods* (ver pág. 74).
- 9:40 – 10:00 AM: CINTRÓN-ARIAS, A. & WILLIAMS, P. J.: *Using filter methods in a nonlinear interior-point algorithm* (ver pág. 51).
- 10:00 – 10:20 AM: VELÁSQUEZ B., J. M.: *Stochastic optimization, including conditional value at risk constraints, of long term electricity trading* (ver pág. 110).
- 10:40 – 11:00 PM: Pausa café / Coffee break.

Aplicaciones Estadísticas / Statistical Applications: Sala 102.

- 9:00 – 9:20 AM: ALDAMA, A. & VÁSQUEZ, H. J. & CHACALO, A. & GRABINSKY, J.: *Metodología estadística: bases para el establecimiento de políticas adecuadas para el manejo del arbolado urbano en la ciudad de México* (ver pág. 31).
- 9:20 – 9:40 AM: AYALA, S. D.: *Aplicación de la regresión de Poisson a los casos de defunción por SIDA en las ciudades de Panamá y Colón en 1998* (ver pág. 38).
- 9:40 – 10:00 AM: SÁNCHEZ, D. & COBA, E.: *Aplicación del análisis de conglomerados en la clasificación de los corregimientos ubicados en las comarcas indígenas de la República de Panamá* (ver pág. 104).
- 10:00 – 10:20 AM: CARRASCO, G. & MEJÍA, A. & SÁNCHEZ, D.: *Aplicación del análisis multivariado de varianza en el estudio comparativo de dos modalidades de enseñanza a nivel de postgrado que se ha utilizado en la Universidad de Panamá* (ver pág. 43).
- 10:20 – 10:40 AM: COBA, E. DEL C. & RODRÍGUEZ, C. C.: *Análisis de los resultados de los censos nacionales de población y vivienda obtenidos para los corregimientos que forman parte de las comarcas indígenas de la república de Panamá, a través del análisis de componentes principales* (ver pág. 53).
- 10:40 – 11:00 PM: Pausa café / Coffee break.

Conferencias / Conferences: Auditorium.

- 11:00 – 11:50 AM: Conferencia / Conference: Auditorium.
GÓMEZ A., G.: *Problemas matemáticos sugeridos por la genética y la ecología de poblaciones* (ver pág. 27).
- 11:00 – 11:50 AM: Conferencia / Conference: Aula 102.
CARBON, M.: *Kernel regression estimation for random fields* (ver pág. 24).

11:00 – 11:50 AM: Conferencia / Conference: Aula 217.

BANK, B. & LEHMANN, L.: *Wavelets and real polynomial equation solving* (ver pág. 40).

Minicursos / Short courses: Auditorium.

2:00 – 3:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium

VELÁSQUEZ B., J. M.: *Planificación estratégica de riesgos financieros* (ver pág. 19).

3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Auditorium

HERNÁNDEZ, J. G. & GARCÍA, M. J.: *Hacia la resolución del problema de transporte de múltiples productos* (ver pág. 15).

3:00 – 4:00 PM: Minicurso / Short course: Sala 102

VALDÉS C., JOSÉ E.: *Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales* (ver pág. 17).

4:00 – 4:20 PM: Pausa café / Coffee break.

Conferencia de clausura / Closing conference: Auditorium.

4:20 – 5:10 PM: Conferencia de clausura / Closing Conference: Auditorium

CAMBRONERO, S.: *El operador de Schrödinger unidimensional con potencial aleatorio* (ver pág. 22).

Clausura y Cena / Closing Session and Dinner

5:20 – 5:30 PM: Clausura / Closing Session: Auditorium.

8:00 PM: Cena / Dinner: Restaurante y Mirador Ram Luna, Aserrí. Autobuses salen a las 7:00 pm del parqueo del edificio de Matemática. Costo de la Cena: \$25 (incluye transporte) / Bus leaves at 7:00 pm in front of the Mathematics building. Price: \$25 (includes transportation).

Miércoles 30 Enero / Wednesday 30

Coloquio Franco – Costarricense en Análisis de Datos y Psicología

Franco – Costarican Colloquium on Data Analysis and Psychology

Aula 217 FM

10:00 – 10:40 AM: MARIVAIN, T.: *La modélisation en croissance latente par la méthode des équations structurales* (ver pág. 82).

10:40 – 11:20 PM: COSNEFROY, O.: *Dynamiques d'apprentissage et caractérisation de la variabilité* (ver pág. 55).

Lista de contribuciones¹

A. Minicursos:

- 1 HERNÁNDEZ, J. G. & GARCÍA, M. J.: Hacia la resolución del problema de transporte de múltiples productos 15
- 2 VALDÉS C., JOSÉ E.: Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales 17
- 3 VELÁSQUEZ B., J. M.: Planificación estratégica de riesgos financieros ... 19

B. Conferencias:

- 4 ALLENDE A., S. & GUDDAT, J. & NOWACK, D.: On modified penalty and standard embeddings for linear complementarity problems..... 21
- 5 CAMBRONERO, S.: El operador de Schrödinger unidimensional con potencial aleatorio 22
- 6 CARBON, M.: Kernel regression estimation for random fields 24
- 7 CASASÚS, T. & CRESPO, E. & JUAN, C. & OLMOS, F. & PÉREZ, J. C.: Herramientas matemáticas para la valoración de la ampliación de una infraestructura portuaria 25
- 8 GÓMEZ A., G.: Problemas matemáticos sugeridos por la genética y la ecología de poblaciones 27
- 9 RODRÍGUEZ, O.: Clasificación y modelos lineales en análisis de datos simbólicos 29

C. Ponencias:

- 10 ALDAMA, A. & VÁSQUEZ, H. J. & CHACALO, A. & GRABINSKY, J.: Metodología estadística: bases para el establecimiento de políticas adecuadas para el manejo del arbolado urbano en la ciudad de México 31
- 11 ARGUEDAS, V. & CASTRO, E.: Funciones casi periódicas N -dimensionales II 33
- 12 AUSSEM, A. & FUENTES, M.: Segmentation of switching dynamics with a hidden markov model of neural prediction experts 35

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

| | | |
|----|--|----|
| 13 | AVILA, J. F.: ¿Un nuevo resultado sobre los métodos de Runge-Kutta? .. | 36 |
| 14 | AYALA, S. D.: Aplicación de la regresión de Poisson a los casos de defunción por SIDA en las ciudades de Panamá y Colón en 1998 | 38 |
| 15 | BANK, BERND & LEHMANN, LUTZ: Wavelets and real polynomial equation solving | 40 |
| 16 | BRAVO C., J. & ALVAREZ P., M. & ARANEDA V., C.: Desarrollo de un modelo matemático de mezcla de carbones para una empresa del sector energético | 41 |
| 17 | CARRASCO, G. & MEJÍA, A. & SÁNCHEZ, D.: Aplicación del análisis multivariado de varianza en el estudio comparativo de dos modalidades de enseñanza a niveles de postgrado que se ha utilizado en la Universidad de Panamá | 43 |
| 18 | CASTILLO, W. & GONZÁLEZ, J. & RODRÍGUEZ, O.: Representaciones simbólicas de variables tipo intervalo | 45 |
| 19 | CASTRO, G.: Identification of periodically correlated and multivariate AR models | 47 |
| 20 | CHAVES, E. & ROSERO, L.: Valoración del riesgo de deforestación futura en Costa Rica | 49 |
| 21 | CINTRÓN-ARIAS, A. & WILLIAMS, P. J.: Using filter methods in a non-linear interior-point algorithm | 51 |
| 22 | COBA, E. DEL C. & RODRÍGUEZ, C. C.: Análisis de los resultados de los censos nacionales de población y vivienda obtenidos para los corregimientos que forman parte de las comarcas indígenas de la república de Panamá, a través del análisis de componentes principales | 53 |
| 23 | COSNEFROY, O.: Dynamiques d'apprentissage et caracterisation de la variabilité | 55 |
| 24 | DE LOS COBOS, S. & TREJOS, J. & PÉREZ, B. R. & GODDARD, J., GUTIÉRREZ, M. A.: Heurística para estimar el número de clases en particionamiento | 57 |
| 25 | DELGADO A., V.: Un proceso de estabilización de sistemas de control no lineales en el plano | 59 |
| 26 | DRISSI, D.: Stability estimated in the numerical solution of initial value problems | 61 |

| | | |
|----|--|----|
| 27 | DOMÍNGUEZ M., J. A. & GONZÁLEZ F., G. & GUPTA, A. K.: Una generalización de la distribución normal sesgada multivariada | 62 |
| 28 | GARAT, P.: A switching semiparametric logistic model for the analysis of ozone exceedance data | 64 |
| 29 | GARCÍA, M. J. & HERNÁNDEZ, J. G.: Análisis del rango de aplicación del factor β en el modelo EMA | 66 |
| 30 | GAYTÁN, J. & ARROYO, P. & WOJCIK, A. & CABRER, W.: Comparison of the impact of three forecasting methods on the bullwhip effect | 68 |
| 31 | GONZÁLEZ, G. F. & DOMÍNGUEZ M., A. & RODRÍGUEZ D., R. M.: Un procedimiento práctico para estimar el parámetro de forma de la distribución gaussiana generalizada | 70 |
| 32 | GONZÁLEZ, J. & CASTILLO, W. & RODRÍGUEZ, O.: Escalamiento multidimensional de disimilitudes de intervalo usando sobrecalentamiento simulado | 72 |
| 33 | GONZÁLEZ-LIMA, M. D.: On central-path proximity measures in interior point methods | 74 |
| 34 | GUTIÉRREZ, M. A. & DE LOS COBOS, S. & PÉREZ, B. R. & GODDARD, J.: El problema del multicubrimiento: una aplicación para la selección de paradas en la red de transporte de la ciudad de México | 76 |
| 35 | LOBO, J. & CAMBRONERO, S.: Los valores del juego de parada óptima para medias aritméticas de variables de Bernoulli | 78 |
| 36 | LÓPEZ B., R. & GUTIÉRREZ A, M. A. & ORTUÑO, M. P. & RAMÍREZ R., J.: El problema del conjunto independiente en la selección de horarios de cursos | 80 |
| 37 | MARIVAIN, T.: La modélisation en croissance latente par la méthode des équations structurales | 82 |
| 38 | MEDINA, V. & SKLIAR, O. & LÁSCARIS C., T. & POVEDA, J.: Una variante del método que utiliza la simulación de un proceso de difusión para la caracterización de formas de figuras planas | 84 |
| 39 | MERCADO, J. R. & BRAMBILA, F. & ALDANA, A. A.: Sobre el problema inverso de difusión | 85 |
| 40 | MONGE F., J. & VÍLCHEZ Q., E.: Aplicación de los valores y vectores propios al análisis de los sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo | 87 |

| | | |
|----|---|-----|
| 41 | MONTERO, E. & VILLALOBOS, J.: Más allá de la regresión múltiple en Ciencias Sociales: el análisis multinivel | 88 |
| 42 | MONTES DE OCA, F. & GONZÁLEZ-LIMA., M. D.: Experiencia computacional con un método de Newton centrado | 90 |
| 43 | MORA, W. & MARÍN, M.: Desarrollo de un curso virtual de probabilidades | 91 |
| 44 | MORALES, L.: Constructing some PBIBD(2)s by tabu search algorithm . | 92 |
| 45 | MUÑOZ, S.: An enumerative procedure for identifying maximal covers ... | 93 |
| 46 | ODDERSHEDE, A. & ARIAS, A.: Modelo de toma de decisiones aplicado al desarrollo de una región | 95 |
| 47 | PÉREZ, B. R. & DE LOS COBOS, S.: Programación cuadrática resuelta como un problema de optimización combinatoria | 97 |
| 48 | PIZA, E.: Sobre los números de Hal y Lah | 99 |
| 49 | POLTRONIERI, J.: Utilización de modelos de pobreza: Perfiles de la población IMAS (SIPO) según el modelo de puntaje..... | 100 |
| 50 | RODRÍGUEZ, C. C. & COBA, E. DEL C.: Análisis de los registros continuos de nacimientos en Panamá del año 1999, a través del análisis de componentes principales | 102 |
| 51 | SÁNCHEZ, D. & COBA, E.: Aplicación del análisis de conglomerados en la clasificación de los corregimientos ubicados en las comarcas indígenas de la República de Panamá | 104 |
| 52 | SKLIAR, O. & MEDINA, V. & POVEDA, J. S.: Un método para la caracterización exhaustiva de formas de figuras planas, tanto simple como múltiplemente conexas | 106 |
| 53 | TREJOS, J. & CASTILLO, W.: Tabu search for two-mode clustering | 107 |
| 54 | VALDÉS C., J. E.: Aplicación del orden de la tasa de fallo en la ubicación de reservas en un sistema serie | 109 |
| 55 | VELÁSQUEZ B., J. M.: Stochastic optimization, including conditional value at risk constraints, of long term electricity trading | 110 |
| 56 | VÍLCHEZ Q., E. & MONGE F., J.: Aplicación de los valores y vectores propios a sucesiones definidas por una relación de recurrencia homogénea lineal con coeficientes constantes | 112 |
| 57 | VILLAGRÁN, M.: La guerra terrorista: un problema de optimización lineal; su historia | 114 |

Hacia la resolución del problema de transporte de múltiples productos[†]

Minicurso

José G. Hernández R.[‡] María J. García G.[§]

Venezuela

Se persigue con este curso presentar el problema de transporte de múltiples productos, destacando su aplicabilidad práctica, su representación gráfica y modelización.

Como curso corto lo primero que se perseguirá es ubicar el problema en su contexto, por lo cual se hará una presentación de los problemas de Programación Lineal y luego se verá el problema de transporte de un solo producto como un caso particular de problemas de Programación Lineal, presentando a la vez problemas afines, como lo son el problema de transbordo y el problema de asignación.

Se detallarán algunos métodos para la resolución del problema de transporte de un solo producto y se presentarán algunos ejemplos. Seguidamente se presentará el problema de transporte de múltiples productos haciendo analogía con el de transporte de un solo producto.

Después de entendido el modelo, será fácil presentar caminos posibles de solución, pero también se podrán ver una serie de simplificaciones, que se presentan comúnmente en el mundo empresarial, que permitirán abordar el problema desde otro punto de vista, lo que llevaría a conseguir soluciones simplificadas y eficientes. Se presentarían algunos ejemplos para cada una de las simplificaciones.

[†]XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 3:00 PM, AUDITORIUM.

[‡]Universidad Metropolitana, Escuela de Ingeniería de Sistemas. Caracas Venezuela. Email: jhernandez@unimet.edu.ve.

[§]Minimax Consultores C. A. Gerencia General. Apartado 78239. Caracas 1074, Venezuela. Email: MJGarcia.Minimax@mercaglob.com.

Finalmente se presentará un método que permitirá resolver el problema en forma general, aunque no se presente ninguna de las simplificaciones antes señaladas. El programa a seguir será:

1. Introducción a la Programación Lineal: características de un problema de PL, el modelo general de un PPL, el método Simplex para resolver problemas de PL.
2. El problema de transporte: características generales, representación del modelo de transporte, el modelo del problema de transporte, métodos para resolver el problema de transporte, métodos tradicionales, otros métodos, problemas afines al problema de transporte.
3. El problema de transporte múltiple: representación gráfica del problema, el modelo del problema de transporte múltiple, simplificaciones que se pueden realizar al problema de transporte múltiple y sus soluciones, métodos recomendados para resolver el problema de transporte múltiple.

Palabras clave: programación lineal, problema de transporte, transporte múltiple.

Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales*

Minicurso

José E. Valdés Castro[†]

Cuba

Objetivos

Analizar modelos estocásticos de gran significado en la solución de diversos problemas de industrias y empresas.

Justificación

La planificación y organización de sistemas y procesos es una acción de toma de decisión imprescindible en muchos sistemas de producción y de manufactura, y también en sistemas de procesamiento de información, transporte, servicios y distribución de recursos. Junto con los análisis de fiabilidad de los sistemas industriales, la planificación y organización en las industrias y empresas constituyen tareas insoslayables en la elevación de su eficiencia.

Es conocido el amplio desarrollo de teorías y métodos matemáticos acerca de estos temas, pero su utilización es limitada debido fundamentalmente a la casi ausencia de entendimiento y de estrecha colaboración entre ingenieros, matemáticos y economistas, y también entre universidades y empresas. Esta situación es típica en muchos países, especialmente en los de menor desarrollo.

En el curso se examinarán, de forma comprensible para especialistas de variados perfiles, algunos modelos estocásticos comunes a las siguientes áreas: confiabilidad,

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 3:00 PM, SALA 102.

[†]Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba. Email: vcastro@mat.com.uh.cu.

líneas de espera, inventarios, producción y planificación.

Contenido

- Modelos para evaluar la confiabilidad de sistemas con reservas y reparación. Interpretación como modelos de problemas de línea de espera, inventario y producción. Distribución asintótica del tiempo de trabajo hasta el fallo del sistema. Cálculos aproximados. Cálculo del número de reservas. Uso de la simulación.
- Modelo para evaluar la disponibilidad de un equipo. Proceso de reposición. Interpretación como modelo de problemas de líneas de espera, inventario y producción. Señal de telégrafo.
- Tres modelos de envejecimiento. Aplicación en los cálculos aproximados para la solución de problemas de confiabilidad e inventario.

Bibliografía

1. BARLOW, R. E. & PROSCHAN, F. : *Statistical theory of reliability and life testing: probability models*. To Begin With, Silver Spring, MD, 1981.
2. BUZACOTT, J. A. & SHANTHIKUMAR, J. G.: *Stochastic models of manufacturing systems*. Prentice Hall, 1993.
3. GNEDENKO, B. & USHAKOV, I.: *Probabilistic reliability engineering*. John Wiley & Sons, New York, 1995.
4. NELSON, R.: *Probability, stochastic processes, and queueing theory*. Springer-Verlag, New York, 1995.
5. ROSS, S. M.: *Simulación*. Prentice Hall, México, 1999.
6. VALDÉS, J. E.: *Modelos estocásticos en sistemas industriales y empresariales*. Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, 2001.
7. ZIPKIN, P. H.: *Foundations of inventory management*. Mc Graw-Hill, 2000.

Planificación estratégica de riesgos financieros*

Minicurso

Jesús M. Velásquez Bermudez[†]

Colombia

Objetivos

Capacitar a los participantes en el desarrollo, la implantación y el uso de modelos de optimización estocástica como apoyo a los procesos de planificación estratégica de riesgos financieros.

Tópicos

- Procesos estocásticos
- Optimización
- Matemática financiera

Plan de temas

1. Medición de los riesgos: valor en Riesgo (Value at Risk -VaR-); otras medidas del riesgo (CVaR: Conditional Value-at-Risk (Mean Excess Loss); MvaR: Marginal Value-at-Risk; IvaR: Incremental Value-at-Risk).
2. Medidas de rendimiento: NPV - Net Present Value; EVATM - Economic Value Added; RAROCTM - Risk Adjusted Return on Capital; valor de las acciones; valor de la empresa al final del periodo; benchmarks (realidad versus "target").

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 2:00 PM, AUDITORIUM.

[†]Decisionware Ltda., Av. 15 119 A-43, of. 402, Bogotá, Colombia. Fax +(57) 1 6081195.
Email: jvelasquez@decisionware-ltd.com.

3. Funciones de utilidad: Valor esperado; mean-variance; minimax; máximo arrepentimiento; valor esperado y restricciones al VaR.
4. Generación de escenarios.
5. Optimización estocástica.
6. Aplicaciones: integrated financial risk management; portfolio optimization; financial planning models; Assets/Liabilities Management (ALM); credit risk optimization; capital allocation; financial trading;

Bibliografía

1. MULVEY, J. M. & ROSEBAUM, D. P. & SHETTY, B.: *Strategic Financial Risk Management and Operation Research*, European Journal of Operations Research, 97: 1-16, 1997.
2. CARIÑO D. R. & ZIEMBA W. T.: *Formulation of the Rusell-Yasuda Kasai financial planing model*, Operations Research, 4, 1998.
3. VELÁSQUEZ, J. M.: *Stochastic optimization, including conditional value at risk constraints, of long term electricity trading*. Working Paper DW-012-01, 2001.

On modified penalty and standard embeddings for linear complementarity problems*

Conferencia

Sira Allende Allonso[†] Jürgen Guddat[‡] Dieter Nowack[§]

Cuba / Alemania

We propose a modified penalty embedding for solving the linear complementarity problem (LCP). This embedding is a special one-parametric optimization $P(t), t \in [0, 1]$.

Under the conditions (A4) (an Enlarged Mangasarian-Fromovitz constraint qualification), (A5) ($P(t)$ is Jongen-Jonker-Twilt regular) and three technical assumptions (A1), (A2) and (A3) there exists a path in the set of stationary points connecting the chosen starting point for $P(0)$ with a certain point for $P(1)$ and this point is a solution for LCP. The path may include some types of singularities.

We can follow this path by using pathfollowing procedures (program package PAFO). The assumption (A5) will be justified by two theorems. Since the penalty embedding has the disadvantage that we have many more variables than in the original embedding, we investigate a modified standard embedding, too.

Keywords: Linear complementarity problem, penalty embedding, standard embedding, non-degenerate critical points, singularities, Jongen-Jonker-Twilt regularity, Mangasarian-Fromovitz constraint qualification, pathfollowing methods.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 11:00 AM, SALA 102.

[†]Universidad de La Habana, Facultad de Matemática y Computación.

[‡]Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Mathematik.

[§]Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Mathematik.

El operador de Schrödinger unidimensional con potencial aleatorio*

Conferencia de clausura

Santiago Cambroneró[†]

Costa Rica

El operador de Schrödinger unidimensional tiene la forma

$$H = -\frac{d^2}{dx^2} + q.$$

Consideramos este operador en el círculo de perímetro 1, donde el potencial q es aleatorio. El espectro de este operador —y en particular el primer valor propio $\lambda_0(q)$ — resulta de gran interés en Física del estado sólido y en la Teoría de Sistemas Desordenados. De particular interés es la distribución del “Ground-State” o primer valor propio. El caso en que el potencial es *ruido blanco* es estudiado con detalle en [6], donde se relaciona la medida de probabilidad del ruido blanco y la medida (infinita) del movimiento browniano circular. Como corolario se obtienen dos maneras de expresar la densidad de λ_0 :

$$\begin{aligned} f(\lambda) &= \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_{[\bar{p} \geq 0]} (\lambda + \int_0^1 p^2) \exp \left[-\frac{1}{2} \int_0^1 (\lambda + p^2)^2 \right] \sinh \left(\int_0^1 p \right) d\mu_* \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{[\bar{p}=0]} \exp \left[-\frac{1}{2} \int_0^1 (\lambda + p^2)^2 \right] \left(\int_0^1 e^{-2 \int_0^x p} dx \int_0^1 e^{2 \int_0^x p} dx \right) dP_0, \end{aligned}$$

donde $\bar{p} = \int_0^1 p d\mu_*$ es la medida del movimiento browniano circular y dP_0 es la medida de probabilidad inducida por $d\mu_*$ en $[\bar{p} = 0]$.

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 4:20 PM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA).

Al comparar las dos versiones se obtiene una serie de identidades en el espacio del movimiento browniano circular, las cuales son de gran ayuda a la hora de estudiar el comportamiento de $f(\lambda)$ para valores grandes del espectro. El caso $\lambda \rightarrow \infty$ se trata en [6], obteniendo

$$f(\lambda) \simeq \sqrt{\frac{\lambda}{\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\lambda^2 - \frac{1}{2}\sqrt{2\lambda}\right).$$

El caso $\lambda \rightarrow -\infty$ es objeto de estudio en un trabajo conjunto con José A. Ramírez, usando técnicas de la Teoría de las Grandes Desviaciones. Hasta el momento se ha obtenido que

$$f(\lambda) \simeq \exp\left(-\frac{8}{3}|\lambda|^{3/2}\right),$$

en el sentido que $|\lambda|^{-3/2} \log f(\lambda) \rightarrow -\frac{8}{3}$. En el caso de potenciales del tipo Ornstein-Uhlenbeck se obtienen fórmulas similares para la densidad (ver [6], [2] y [3]), pero el estudio del comportamiento asintótico de la densidad no se ha abordado.

Referencias

- [1] CAMBRONERO, S.: *La ecuación de Hill con potencial irregular*. Revista de Matemáticas, Teoría y Aplicaciones, CIMPA, Universidad de Costa Rica, Vol. III, No. 1, 1996.
- [2] CAMBRONERO, S.: *Algunos potenciales del tipo Ornstein-Uhlenbeck para el operador de Schrödinger*. Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones, CIMPA, Universidad de Costa Rica, Vol. IV, No. 1, 1997.
- [3] CAMBRONERO, S.: *Some Ornstein-Uhlenbeck potentials for the one-dimensional Schrödinger operator. Part II: position dependent drift*. Pre-Print CIMPA-14-2001, ISSN 1409-3820, 2001.
- [4] MCKEAN, H. P.: *A limit law for the ground state of Hill's equation*. J. of Stat. Phys., 74, Nos. 5/6, pp. 1227-1232, 1994.
- [5] MCKEAN, H. P. & CAMBRONERO, S.: *Valores propios de Dirichlet asociados a la ecuación de Hill con potencial ruido blanco*. Revista de Matemáticas, Teoría y Aplicaciones, CIMPA, Universidad de Costa Rica, Vol II, No. 2, 1995.
- [6] MCKEAN, H. P. & CAMBRONERO, S.: *The ground state eigenvalue of Hill's equation with white noise potential*. Comm. in pure and applied Mathematics, Vol. LII, 1277-1294, 1999.

Kernel regression estimation for random fields*

Conferencia

Michel Carbon†

Francia

Consider a d -valued stationary random field $\{X_n\}$ indexed by a N -dimensional lattice points space. Assume the existence of the regression function

$$r(\mathbf{x}) = E \{ \varphi(X_n) | (X_{n_1}, \dots, X_{n_p}) = \mathbf{x} \},$$

where φ is a continuous real-valued function which is not necessary bounded, $\{n_1, \dots, n_p\}$ is a finite set of lattice points, and $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{pd}$.

Kernel-type estimators of the regression function $r(\mathbf{x})$ are investigated. Sufficient conditions for kernel estimators to converge uniformly on compact sets are obtained. The estimators can attain the optimal rates L_∞ of convergence. The results apply to a large class of spatial processes.

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 11:00 AM, AULA 102.

†Rennes University and ENSAI, France.

Herramientas matemáticas para la valoración de la ampliación de una infraestructura portuaria*

Conferencia

T. Casasús[†] E. Crespo C. Juan F. Olmos J. C. Pérez

España

Nuestro problema consiste en la valoración de un proyecto de ampliación de una infraestructura portuaria que conlleva una inversión a largo plazo. Para ello es necesario recurrir a instrumentos de análisis capaces de recoger y sistematizar, en la medida de lo posible, la incertidumbre que sobre el futuro provocan aspectos como la evolución del volumen de los tráficos de mercancías, el efecto de la competencia entre puertos, etc., y que los métodos tradicionales no aproximan en toda su dimensión. Existe, además, un problema de decisión de política óptima de gestión del proyecto que depende de variables de decisión que modelizan las opciones presentes en el mismo y que es preciso abordar para una correcta gestión del proyecto.

Las oportunidades de inversión han sido consideradas en la literatura como similares a una colección de opciones americanas sobre activos reales. En nuestro caso se ha optado por una variación novedosa del método de simulación de Monte Carlo para la fase de valoración combinada con la opcionalidad del proyecto.

Se trata de una infraestructura portuaria ya consolidada, cuyo proyecto de ampliación consiste en la posible construcción de tres nuevos muelles que recogerían los excedentes de tráfico actual y futuro. Para la solución de nuestro problema por el método de las Opciones Reales modelizamos la dinámica en el tiempo de cada uno de los tráficos que circularán por el puerto mediante un proceso de difusión el cual introduce en su parte estocástica la incertidumbre sobre el tráfico futuro.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 11:00 AM, AUDITORIUM.

[†]Departament d'Economia Financera i Matemàtica, Universitat de València, Spain. Email: trinidad.casasus@uv.es.

El método que proponemos es una modificación de lo que llamaríamos VAN (en inglés, Net Present Value, NPV) estocástico, ya que calcula el VAN tomando como datos los generados por las trayectorias aleatorias obtenidas según las dinámicas anteriores, aplicando Montecarlo. El procedimiento propuesto genera la figura de unos escenarios, los cuales incrementan la cantidad de información disponible sobre el comportamiento del tráfico. Esta novedad nos permite considerar, en el año de puesta en marcha del nuevo muelle, una gran cantidad de posibles puntos de partida para la generación de trayectorias de los subyacentes, y todos ellos con una probabilidad de ocurrencia asociada. El método proporciona un número (VAN esperado), pero también la probabilidad de que este VAN esperado sea positivo y la de que sea negativo, lo cual amplía la información que el gestor del proyecto posee.

Abordamos a continuación el problema de decisión de fecha óptima de ejecución de un muelle. Dado que se trata de elegir entre un número finito de fechas de comienzo de una inversión, nos encontramos con un problema discreto, en el que en cada una de las fechas intermedias se puede elegir entre comenzar la inversión o posponerla. En la última fecha posible, existen dos casos: 1) el caso de que la inversión sea obligatoria, en el cual, si se ha diferido la inversión progresivamente no cabrá otra opción que invertir; 2) el caso de que la inversión sea opcional, en el cual es posible abandonar el proyecto definitivamente si el gestor lo estima conveniente.

Para la obtención de la fecha óptima de construcción de cada muelle, o la desestimación de su construcción, y el porcentaje de participación del capital privado proponemos un método metaheurístico basado en la Búsqueda Dispersa (Scatter Search). Esta decisión se basa en dos razones principales: 1) el hecho de que disponemos una gran cantidad de puntos, cada uno de los cuales tiene asociados dos valores (el VAN y el riesgo de abandono del proyecto) de muy costoso cálculo computacional (una media hora en un AMD a 650 Mhz). Aún más, en función de los criterios de los gestores puede ser necesario ampliar los puntos en los que se valoran los tres elementos que determinan esta parrilla y también algunos de los parámetros que determinan los escenarios en los cuales se realizan los cálculos. En estas condiciones una exploración exhaustiva de los puntos con el cálculo de sus valores asociados es imposible en un tiempo de computación razonable por lo que creemos que un procedimiento metaheurístico es el más adecuado; 2) la utilización de estos métodos suele exigir la realización de un elevado número de evaluaciones de puntos del espacio lo que, en el caso estudiado, es inviable. Por ello, la Búsqueda Dispersa nos parece la estructura metaheurística más adecuada a las limitaciones señaladas. En nuestro trabajo seguimos el esquema general del Scatter Search con algunas variaciones ajustadas a nuestra situación.

Problemas matemáticos sugeridos por la genética y la ecología de poblaciones*

Conferencia

Guillermo Gómez Alcaraz[†]

México

La finalidad de la presente conferencia consiste en esbozar un paralelo entre las ecuaciones de la Física Matemática y problemas generados en otra rama del conocimiento que bien podría llamarse de la Biología Matemática.

La conferencia se divide en 2 partes. En la primera parte se discute un problema del comportamiento de una población diseminada en una cierta área. En la segunda parte se intenta desarrollar métodos numéricos en las integrales continuas y las solución de problemas de dicho tipo.

Referencias

- [1] FELLER, W.: *An introduction to probability theory and its applications*. New York, 1950.
- [2] MORAN, P.: *Statisticheskie protsessy evolyutsionnoi teorii*. Nauka, Moscú, 288 p., 1973.
- [3] ITO, K.: *Veroyatnostnye protsessy*, Vyp. I, II, trd. del Japonés por Ventsel y Dynkin, IL, Moscú, 1960.
- [4] STROOK, D., VARADHAM, R. S.: *Diffusion processes with continuous coefficients, 1, 2*. *Communs Pure and Appl. Math.*, 22, 345-400, 479-530, 1969.

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 11:00 AM, AUDITORIUM.

[†]gomal@servidor.unam.mx.

- [5] TROTTER, H. F.: *On the product of semi-groups of operators*. Proc. Am. Math. Soc., 10, No. 4, 545-551, 1959.
- [6] KAC, M.: *On some connections between probability and integral equations*. Proc. 2nd Berkeley Simpos. Math. Stat. and Probab., Berkeley, pp. 189-215, 1951.

Clasificación y modelos lineales en análisis de datos simbólicos*

Conferencia inaugural

Odemar Rodríguez[†]

Costa Rica

Este trabajo se enmarca dentro del análisis de datos simbólicos. El objetivo es generalizar al caso simbólico ciertas técnicas de la clasificación automática, así como ciertos modelos lineales. Estas generalizaciones serán siempre realizadas siguiendo dos principios fundamentales del análisis de datos simbólicos, a saber: el análisis de datos clásico debe ser siempre un caso particular del análisis de datos simbólico y en un análisis de datos simbólico, tanto la salida como la entrada deben ser simbólicas.

Nosotros presentamos dos nuevos algoritmos, que generalizan al caso simbólico el algoritmo CAP, el algoritmo CAPS y el algoritmo CAPSO. Generalizamos, para variables de tipo intervalo, la media, la mediana, la media de los valores extremos, la desviación estándar, la desviación cuartil, las cajas de dispersión (boxplot) y la correlación.

Tres nuevos métodos son también presentados para realizar la regresión lineal para variables de tipo intervalo. Se generaliza el método del análisis en componentes principales para datos de tipo histograma y también generalizamos el círculo de correlaciones al caso de variables de tipo intervalo. Se propone un método para el análisis de tablas de proximidad (multidimensional scaling) para datos de tipo intervalo, el cual hemos denominado INTERSCAL.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 11:00 AM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA), Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: oldemar_rodriguez@yahoo.com.

Para cada uno de los métodos presentados en este artículo una herramienta de software fue implementada. Dicho sistema fue denominado **PIMAD-Simbolique** (Programa Integrado de Métodos de Análisis de Datos Simbólicos).

Bibliografía

1. BOCK, H-H. & DIDAY, E. (EDS.): *Analysis of symbolic data. Exploratory methods for extracting statistical information from complex data*. Springer Verlag, Heidelberg, 2000.
2. BRITO, P. & DIDAY, E & RODRÍGUEZ, O.: *Algoritmos para la clasificación piramidal simbólica*. Por aparecer en Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones, CIMPA, Universidad de Costa Rica, 2000.
3. CAZES, P. & CHOUAKRIA, A. & DIDAY, E. & SCHEKTMAN Y.: *Extension de l'analyse en composantes principales à des données de type intervalle*, Rev. Statistique Appliquée, Vol. XLV Num. 3, pág. 5-24, Francia, 1997.
4. CHOUAKRIA, A.: *Extension des méthodes d'analyse factorielle à des données de type intervalle*, Thèse de doctorat, Université Paris IX Dauphine, 1998.
5. DIDAY, E.: *Introduction à l'approche symbolique en analyse des données*. Premières Journées Symbolique-Numérique, Université Paris IX Dauphine, Francia, 1987.
6. DIDAY, E.: *Introduction à l'approche symbolique en analyse des données*. RAIRO (Revue d'Automatique, d'Informatique et de Recherche Opérationnelle), vol. 23, núm. 2, 1989.
7. DIDAY, E. & RODRÍGUEZ, O. (EDS.): *Workshop on symbolic data analysis PKDD-Lyon*, 2000.
8. LAURO, C. & VERDE, R. & PALUMBO, F.: *Factorial discriminant analysis on symbolic objects*. In Bock, H. H. and Diday, E. (eds): *Analysis of symbolic data*, Springer Verlag, Heidelberg, 1999.
9. RODRÍGUEZ, R.: *Classification et modèles linéaires en analyse des données symboliques*, Thèse de doctorat, Université Paris IX Dauphine, Francia, 2000.
10. RODRÍGUEZ, O. & DIDAY, E.: *Symbolic pyramidal clustering: an algorithm and software*, IFCS 2000.
11. RODRÍGUEZ, O. & DIDAY, E. & WINSBERG, S.: *Multidimensional scaling for interval data*, IFCS 2000.

Palabras clave: pirámide, ACP simbólico, objeto simbólico, grado de generalidad, objeto completo, componente conexa, tablas de datos simbólica.

Metodología estadística: bases para el establecimiento de políticas adecuadas para el manejo del arbolado urbano en la ciudad de México*

Alejandro Aldama[†] Héctor J. Vázquez[‡] Alicia Chacalo[§]
Jaime Grabinsky[¶]

México

Durante las últimas décadas se ha observado que la plantación de árboles en la ciudad de México ha carecido de una planificación adecuada. Los árboles en un sistema urbano juegan un papel preponderante para controlar los niveles de contaminación atmosférica. Por otra parte, forman un elemento esencial en la arquitectura del paisaje y en el buen funcionamiento de microclimas urbanos. Varios programas extensivos de plantación de árboles se han implementado. Sin embargo estos han fracasado por no considerar las características de los sitios de plantación, por no considerar elementos para mantener una densidad y una diversidad adecuadas, y por no integrar programas de sensibilización para el buen cuidado y conservación de los árboles

El objetivo principal de este estudio es proponer los principios de una metodología estadística para estudiar los bosques urbanos, con la intención de conocer las características individuales de cada árbol; evaluar relaciones entre diferentes individuos de la población y entre diferentes factores, tomados aisladamente o en su conjunto; y establecer prácticas adecuadas para el buen desarrollo del arbolado. El objetivo final es proponer lineamientos necesarios para construir un bosque

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:00 AM, SALA 102.

[†]Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, 02200, México D. F. Tel: 53 18 90 94, Fax: 53 9 445 34. Email: alao@correo.azc.uam.mx.

[‡]Misma dirección. Email: hjv@correo.azc.uam.mx.

[§]Misma dirección; Departamento de Energía. Email: ach@correo.azc.uam.mx.

[¶]Misma dirección; Departamento de Ciencias Básicas. Email: jaimeg@aztlan.azc.uam.mx.

urbano sano, con una adecuada diversidad de especies y una buena distribución de las mismas.

Inicialmente se efectuó un muestreo representativo en las 16 delegaciones del Distrito Federal. La muestra consistió de 1261 árboles distribuidos de manera proporcional al tamaño de cada una de las 16 delegaciones. Se consideraron solamente árboles localizadas sobre las banquetas, quedando excluidos aquellos plantados en las jardineras viales (camellones), parques públicos o reservas ecológicas. Para cada árbol se reconocieron 67 variables (primarias y secundarias), entre las cuales destacan la localización y evaluación de sitio, las características del árbol, la condición general de salud, las enfermedades, presencia de insectos, heridas, tratamientos recomendados y nivel socioeconómico de cada una de las 229 manzanas donde se encontraron árboles.

El levantamiento de la información y el trabajo de campo fue realizado por 17 estudiantes de ingeniería ambiental, como parte de su formación en Administración y manejo de arbolado urbano. Después de un curso de iniciación sobre las técnicas de medición, identificación y valoración de las variables definidas, se capturó y depuró la información. Posteriormente se obtuvieron las estadísticas descriptivas básicas para todo el Distrito Federal, por Delegación, por Manzana y por Especie. Entre las más significativas destacan: especies dominantes, distribución de diámetros a la altura del pecho, distribución de estaturas, problemas de salud, evaluación del sitio y tratamientos requeridos. Los resultados de este estudio permitieron obtener una buena idea de la severidad de la problemática planteada anteriormente, confirmando algunas de las observaciones expuestas en algunos medios de comunicación.

En una segunda fase se contempló la evaluación de asociaciones y correlaciones entre variables y diferentes unidades estadísticas (manzana, delegación, especie). Como resultados relevantes se mencionan: la existencia de grandes diferencias entre las delegaciones y entre manzanas en cuanto al número de árboles; una asociación significativa entre la calidad del sitio de plantación y la condición de los árboles; una falta de relación directa entre el nivel socioeconómico y la condición de los árboles; asociación entre el diámetro del árbol y la especie; bajos niveles de diversidad para ciertas delegaciones, distribuciones de densidad de árboles por manzana y por delegación inadecuadas.

Dadas las limitaciones de los análisis uni y bi variados y con el fin de analizar la información en forma integral se procedió a realizar análisis multivariados con las técnicas de Componentes Principales, Análisis de Conglomerados y Análisis de Correspondencias. Se identificaron grupos de especies, delegaciones y manzanas.

Finalmente, en base a hipótesis planteadas, se realizó un estudio causal para verificar posibles relaciones de causa efecto entre diversos factores.

Funciones casi periódicas N -dimensionales II*

Vernor Arguedas Troyo[†] Edwin Castro Fernández[‡]

Costa Rica

En este trabajo demostramos teoremas del tipo estructural a lo Bochner, Ascoli, Haraux, para funciones casi periódicas, dentro del contexto de una nueva definición n -dimensional que proponen los autores. Se establece una caracterización de la periodicidad por medio del núcleo de Bochner. El artículo termina con un teorema integral para funciones casi periódicas.

Primeramente se demuestra que si $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ es una función continua, entonces f es casi periódica si y sólo si $A = \{f[x_{-} \pm y], y \in \mathbb{R}^N\}$ es relativamente compacto en $C(\mathbb{R}^N, \|\cdot\|_{\infty})$. A continuación se caracterizan las funciones casi periódicas con el siguiente resultado: f es casi periódica si y sólo si para cualquier sucesión $(y_n)_{n \in \mathbb{N}}$ existe una subsucesión $(y_{n_k})_{k \in \mathbb{N}}$ y una función $g: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ tal que $f[x_{-} + y_{n_k}]$ converge a g en $C(\mathbb{R}^n, \|\cdot\|_{\infty})$. La condición que Haraux encontró en una variable la pudimos generalizar a \mathbb{R}^N .

Luego demostramos el siguiente teorema: Sea $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ una función continua y acotada. Sea $E \subset \mathbb{R}^N$ relativamente denso y $\bigcup_{y \in E} \{f[x_{-} + y]\}$ relativamente compacto en $C_b(\mathbb{R}^N, \|\cdot\|_{\infty})$. Entonces f es casi periódica.

El operador de Bochner nos resulta útil en otro resultado donde probamos: si $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ es una función casi periódica, entonces f tiene rango compacto si y sólo si f alcanza su máximo y su mínimo. Como consecuencia de lo anterior podemos caracterizar a las funciones periódicas o *periódicas con los siguientes resultados (conjetura de Fischer): Sea $f: \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}$ una función casi periódica. Entonces f es periódica si y sólo si f tiene rango compacto de Bochner.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:20 PM, SALA 217.

[†]Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA). Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: vargueda@cariari.ucr.ac.cr.

[‡]Misma dirección.

En el caso de \mathbb{R}^N obtenemos el siguiente resultado: Sea $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ casi periódica. Entonces, f es $*$ periódica si y sólo si f tiene rango compacto de Bochner.

Además demostramos el siguiente resultado: Si $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ es una función casi periódica y $E \subset \mathbb{R}^N$, con E relativamente denso y $\bigcup_{y \in E} \{f[x_- + y]\}$ compacto en $C_b(\mathbb{R}^N, || ||_\infty)$, entonces f^* es periódica.

Con estos resultados un teorema de estructura que los autores presentaron en otro artículo previo se demuestra de una manera bastante más simple.

El trabajo termina con una primera aproximación a promedios integrales y funciones casi periódicas, demostrando el siguiente resultado: Sea $f: \mathbb{R}^N \mapsto \mathbb{R}$ casi periódica. Entonces existe el límite

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2^N T^N} \int_{[-T, T]^N} f[x_- + t] dt$$

y es una función casi periódica.

Segmentation of switching dynamics with a hidden markov model of neural prediction experts*

Alex Aussem[†] Marc Fuentes[‡]

France

We discuss a framework for modeling the switching dynamics of a time series based on hidden Markov models (HMM) of prediction experts, here neural networks. Learning is treated as a maximum likelihood problem.

In particular, we present an Expectation-Maximization (EM) algorithm for adjusting the expert parameters as well as the HMM transition probabilities.

Based on this algorithm, we develop a heuristic that achieves a hard segmentation of the time series into distinct dynamical modes and the simultaneous specialization of the prediction experts on the segments. We present examples of the application of this algorithm to the segmentation of artificial and financial time series.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:00 PM, AUDITORIUM.

[†]LIMOS (FRE CNRS 2239) - University Blaise Pascal, Clermont II, B.P. 125, 63173 Aubiere Cedex, France. Email: alex@isima.fr, <http://pcaussem.isima.fr>.

[‡]Misma dirección.

¿Un nuevo resultado sobre los métodos de Runge-Kutta?*

Juan Félix Avila Herrera[†]

Costa Rica

Consideremos el problema

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y), \quad a \leq t \leq b, \quad y(a) = \alpha.$$

Aunque existen métodos exactos para resolver este tipo de problemas para una cantidad de funciones $f = f(t, y)$, estamos interesados en hallar una solución numérica de este problema. En la práctica no se obtendrá una aproximación continua para la solución $y = y(t)$; por el contrario se generarán aproximaciones a esta solución en varios valores que llamaremos puntos de red. La forma de lograr esto es mediante una recurrencia $w = (w_i)$. Supongamos que dividimos el intervalo $[a, b]$ en n subintervalos, y tomemos $h = (b-a)/n$. Si definimos $t_i = a + ih$, la recurrencia $w = (w_i)$ debe permitir aproximar $y(t_i)$. Por supuesto definimos $w_0 = y(a) = \alpha$.

Existen muchos métodos para hallar distintas sucesiones $w = (w_i)$, citemos por ejemplo el método de Euler, el de Taylor, los de Runge-Kutta, los del tipo multipaso de Adams-Bashforth y Adams-Moulton, etc. Los métodos de Runge-Kutta destacan porque se pueden programar con relativa facilidad y típicamente generan “buenos” resultados.

Veamos en detalle los métodos de Runge-Kutta:

1. *Método del punto medio*: $w_0 = \alpha, w_{i+1} = w_i + hf(t_i + \frac{h}{2}, w_i + \frac{hf(t_i, w_i)}{2})$.
2. (*Euler Modificado*) $w_0 = \alpha, w_{i+1} = w_i + h/2 \cdot [f(t_i, w_i) + f(t_{i+1}, w_i + hf(t_i, w_i))]$.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 10:00 AM, SALA 102.

[†]Escuela de Informática, Universidad Nacional. Email: javila@una.ac.cr.

3. (Heun) $w_0 = \alpha$, $w_{i+1} = w_i + \frac{h}{4}[f(t_i, w_i) + 3f(t_i + 2h/3, w_i + 2h/3 \cdot f(t_i, w_i))]$.
4. (Runge-Kutta de orden 4) $w_0 = \alpha$, $k_1 = hf(t_i, w_i)$, $k_2 = hf(t_i + h/2, w_i + k_1/2)$, $k_3 = hf(t_i + h/2, w_i + k_2/2)$, $k_4 = hf(t_{i+1}, w_i + k_3)$, $w_{i+1} = w_i + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6$.

Para $y' = f(t, y)$, $a \leq t \leq b$, $y(a) = \alpha$, $h = \frac{b-a}{n}$, n dado, designemos con $W1$ el lado derecho en el método de punto medio, a saber

$$W1 = w_i + hf(t_i + h/2, w_i + h/2 \cdot f(t_i, w_i)),$$

con $W2$ el lado derecho en el método Euler Modificado, a saber

$$W2 = w_i + h/2 \cdot [f(t_i, w_i) + f(t_{i+1}, w_i + hf(t_i, w_i))],$$

con $W3$ el lado derecho en el método Heun, a saber

$$W3 = w_i + \frac{h}{4}[f(t_i, w_i) + 3f(t_i + 2h/3, w_i + 2h/3 \cdot f(t_i, w_i))]$$

y con $W4$ el lado derecho en el método Runge-Kutta de orden 4, a saber

$$W4 = w_i + (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6.$$

La pregunta es ¿Qué relación hay entre estos W 's? El autor estudia los casos $f(t, y) = Dt + Ey + F$ y $f(t, y) = At^2 + Bty + Cy^2 + Dt + Ey + F$, y encuentra relaciones interesantes entre las cantidades $W1$, $W2$, $W3$ y $W4$.

Del estudio se propone un resultado como posible teorema novedoso. En resumen se puede asegurar que una vez que se ha calculado la recurrencia para el punto medio y para Euler modificado, la fórmula para Heun puede ser deducida a partir de éstas, o mas generalmente, una vez hecho el cálculo para dos de estos métodos, el tercero se puede obtener mediante la fórmula propuesta.

Aplicación de la regresión de Poisson a los casos de defunción por SIDA en las ciudades de Panamá y Colón en 1998*

Saskia Dayana Ayala[†]

Panamá

El modelo de Regresión de Poisson está diseñado para evaluar el comportamiento de una respuesta o variable dependiente asociado al número de eventos ocurridos en una población expuesta. En el caso de esta investigación es una gran herramienta para estudiar las defunciones ocurridas por el flagelo social del SIDA en los individuos que residen en las ciudades de Panamá y Colón en 1998, según grupos etarios.

Objetivos:

1. Describir, de manera estadística, las características de los individuos que han fallecido por SIDA, según grupos etarios en las ciudades de Panamá y Colón en 1998.
2. Obtener dos modelos para las defunciones por SIDA, según grupos etarios en las ciudades de Panamá y Colón en 1998 utilizando la Regresión de Poisson.
3. Comparar el comportamiento de las defunciones por SIDA entre las ciudades de Panamá y Colón en 1998.

El SIDA es una enfermedad que produce un número de defunciones que aumenta cada año. No discrimina sexo, edad, residencia o clase social. En Panamá

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:20 AM, SALA 102.

[†]Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Departamento de Estadística.

las defunciones por esta terrible enfermedad van en aumento en especial en las ciudades de mayor concentración y tránsito como Panamá y Colón. La Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá brinda las Estadística Vitales anualmente de las defunciones por SIDA; sin embargo, para los últimos años esta información no estaba completa. Por esa razón se realiza la investigación con los datos de 1998, que siguen siendo actuales.

La regresión de Poisson es un método matemático aplicable a casos de enfermedades o de defunciones ocurridas en una o varias poblaciones durante un período de tiempo determinado. Las defunciones por SIDA, según los grupos etarios y la regresión de Poisson son una combinación excelente de la aplicación de la matemática.

Este trabajo pretende presentar un modelo que compara las defunciones entre ambas ciudades para calcular la probabilidad de morir por SIDA en 1998; y también ofrece otro modelo que estudie las defunciones según las ciudades y la edad para calcular la probabilidad de morir por SIDA con respecto a la ciudad y al grupo etario.

Bibliografía

1. PAGANO, MARCELLO Y KIMBERLEE GAUVREAU. *Fundamentos de Bioestadística*. Editorial Thomson. 1998.
2. MORTON RICHARD, J. RICHARD, R. McCARTER. *Bioestadística y Epidemiología*. Interamericana McGraw Hill. 1993.
3. GARRETT, JOANNE. *Quantitative Methods: Logistic Regression, Survival Analysis and Poisson Regression*. University of North Carolina. 1995.

Wavelets and real polynomial equation solving*

Bernd Bank[†] Lutz Lehmann[‡]

Alemania

During the last two decades, wavelet transforms have become a major tool for data compression, and particularly image compression. Developing and reinterpreting certain aspects of standard wavelet theory, we are able to establish systems of polynomial equations which characterize the global behaviour of one-dimensional discrete wavelet transforms.

The real solutions of such a system can be used to construct optimal image compression filters. This is the setting in which we use recent results from computational algebraic and semi-algebraic geometry and theoretical computer science [1],[2]. These results are integrated in the MAGMA based *Kronecker software package*, that we use to solve efficiently the arising real polynomial equation systems and obtain the desired wavelet transforms [3].

References

- 1 BANK, B.; GIUSTI, M.; HEINTZ, J.; MBAKOP, G.M.: *Polar varieties, real equation solving and data structures: The hypersurface case*. J. Complexity 13, No.1, 5-27, (1997), Best Paper Award J. Complexity 1997.
- 2 BANK, B.; GIUSTI, M.; HEINTZ, J.; MBAKOP, G.M.: *Polar Varieties and Efficient Real Elimination*, Mathematische Zeitschrift, Vol. 237, 4, 2001.
- 3 LEHMANN, L.; WAISSBEIN, A.: *Wavelets and Semi-Algebraic Sets*, Lecture Notes in Computer Science, Wait 2001, Buenos Aires, Argentina, Sept. 2001, Springer 2001.

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 10:20 AM, AUDITORIUM.

[†]Institut für Mathematik, Humboldt-Universität zu Berlin. Email: bank@mathematik.hu-berlin.de.

[‡]Misma dirección.

Desarrollo de un modelo matemático de mezcla de carbones para una empresa del sector energético*

Jorge Bravo Chacón[†] Maricella Alvarez Pereira[‡]

Claudia Araneda Villalobos[§]

Chile

Este artículo muestra el desarrollo de un modelo matemático de programación lineal de mezcla de carbones, para la resolución de una situación problema originada en una empresa del sector energético en un puerto de Chile.

Existe la necesidad de dosificar las diferentes calidades de carbones que los proveedores entregan a la empresa, con el fin de satisfacer de manera óptima los requerimientos que los clientes industriales demandan, los cuales poseen diferentes especificaciones técnicas, químicas y termodinámicas.

El modelo matemático utilizado presenta una función de minimización de costos de mezcla, con las siguientes restricciones:

- *Demanda*: asegura la satisfacción de la demanda de todos los clientes.
- *Poder Calorífico*: los clientes requieren diferentes calidades de carbones en cuanto al poder calorífico mínimo que deben poseer.
- *Pocentaje de Cenizas*: los clientes requieren diferentes calidades de carbones relacionado con el porcentaje máximo de cenizas que pueden contener.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 4:40 PM, SALA 102.

[†]Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Casilla 10233, tel: 56-2-776.22.60, fax: 56-2-779.97.23. Email: jbravo@lauca.usach.cl.

[‡]Dirección de Aeropuertos, Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile, tel: 56-2-361.20.62, fax: 56-2-698.50.48. Email: maricella_alvarez@yahoo.com.

[§]Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, tel: 56-2-238.16.35, Email: claudia.araneda@123mail.cl.

- *Porcentaje de Materia Volátil*: los clientes requieren diferentes calidades de carbones en lo relacionado con el mínimo de materia volátil que deben poseer.
- *Porcentaje de Azufre*: los clientes requieren diferentes calidades de carbones relacionado con el porcentaje máximo de azufre que pueden contener.
- *Dureza del Carbón*: los clientes requieren diferentes calidades de carbones en lo relacionado con la dureza mínima o máxima que deben poseer.
- *De Stock*: se refiere a la cantidad de carbón que dispone la empresa, en toneladas, para satisfacer los requerimientos de sus clientes.
- *Carbones de Granulometría Rom*: se refiere a que el total de toneladas de rom, (un tipo de granulometría de los carbones), de un carbón determinado que se asigna a los diferentes clientes no puede exceder el stock rom de ese carbón.
- *Carbones de Granulometría Fino*: se refiere a que el total de toneladas de fino, (un tipo de granulometría de los carbones), de un carbón determinado que se asigna a los diferentes clientes no puede exceder el stock de fino de ese carbón.
- *Carbones de Granulometría Grano*: se refiere a que el total de toneladas de grano, (un tipo de granulometría de los carbones), de un carbón determinado que se asigna a los diferentes clientes no puede exceder el stock de grano de ese carbón.
- *Central Ventanas*: debido a exigencias ambientales, existe un caso especial relacionado con la cantidad máxima de azufre en función del poder calorífico para el cliente Central Ventanas, una central refinadora de cobre piro metalúrgica de Chile.
- *Carbones Especiales*: se refiere principalmente al carbón que tiene doble comportamiento en cuanto a su granulometría, en especial el carbón tipo New Zealand, lo que lo hace variar según el cliente.

A través de este modelo se logra optimizar la mezcla de carbones para los diferentes clientes construyéndose, además, una interfase para el usuario. En la actualidad el modelo se encuentra operando satisfactoriamente en la empresa, lo que ha reportado un significativo ahorro económico.

Palabras clave: Problema de mezcla, optimización, recurso energético.

Aplicación del análisis multivariado de varianza en el estudio comparativo de dos modalidades de enseñanza a niveles de postgrado que se ha utilizado en la Universidad de Panamá*

Gonzalo Carrasco[†] Aurora Mejía[‡] Daniel Sánchez[§]

Panamá

El presente trabajo busca comparar dos modalidades de enseñanza que se han utilizado en la Universidad de Panamá a nivel de estudios de postgrado, que son el tradicional que consiste en dar todas las asignaturas simultáneamente durante un semestre (dieciséis semanas) y el modular que consiste en tomar las asignaturas de un semestre una a la vez. Para tal fin se compararon dos grupos consecutivo de un postgrado uno por el método tradicional y el segundo tipo modular. Ambos grupos heterogéneos, nocturnos y atendidos por el mismo profesor.

En primer instancia se aplicó un diseño irrestricto al azar para medir el efecto de los tratamientos (métodos de enseñanza tradicional y el método modular) dentro de la evaluación obtenida en los trabajos de grupo, dentro de la evaluación obtenida en los parciales y dentro de la evaluación en el promedio final (trabajos en grupos y parciales). En el primer caso no se observa una diferencia significativa en el rendimiento de los trabajos en grupos, en el segundo se observa una diferencia significativa en el rendimiento de los exámenes parciales causado por las modalidades de enseñanza y en el promedio final no existe diferencia significativa.

Finalmente se compararon las dos modalidades en enseñanza sobre las tres variables medidas que son los trabajos en grupos, exámenes parciales y el promedio

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 10:00 AM, SALA 102.

[†]Centro de Investigación y Consultoría Estadística, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología Universidad de Panamá. Email: estadist@ancon.up.ac.pa.

[‡]Misma dirección.

[§]Misma dirección.

final. Se puede observar que existe diferencia significativa entre las modalidades de enseñanza a un nivel de significación de 0.05.

Bibliografía

1. DALLAS, E. JOHNSON: *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. International Thomson Editores, 1998.
2. HAIR, ANDERSON, TATHAN Y BLACK: *Análisis multivariante*. Prentice Hall, 1999.
3. JOHNSON, R.; WICHERN, D.: *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice Hall, 1982.
4. MARDIA, K.V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M.: *Multivariate analysis*. Academic-Press, 1979.
5. MONTGOMERY, DOUGLAS: *Diseño y análisis de experimentos*. Grupo Editorial Iberoamericano, 1991.
6. VIVANCO, MANUEL: *Análisis estadístico multivariable; teoría y práctica*. Universidad de Chile, 1999.

Representaciones simbólicas de variables tipo intervalo*

William Castillo[†] Jorge González[‡] Oldemar Rodríguez[§]

Costa Rica

En [2] se presentan el Método de los Centros y el Método de los Vértices los cuales extienden el Análisis en Componentes Principales (ACP) a una clase particular de objetos simbólicos caracterizados por variables multivalor de tipo intervalo. La representación óptima de los objetos simbólicos por medio de rectángulos en el caso bidimensional es, coherentemente, simbólica. Para el caso de las variables se utilizó un círculo de correlación clásico para representarlas.

Nosotros deducimos una relación de dualidad para el ACP con datos de tipo intervalo y proponemos una representación simbólica geométrica de las variables, usando dicha relación de dualidad. Sin embargo esta representación no puede ser interpretada como correlaciones dado que los vértices de los hipercubos no son centrados. Por este motivo proponemos un segundo método donde la representación simbólica se interpreta como una variación máxima y mínima de las correlaciones. Finalmente proponemos un método recursivo para calcular los vértices de un hipercubo, el cual reduce considerablemente el tiempo de ejecución de los algoritmos.

Referencias

- [1] BOCK, H-H. & DIDAY, E. (EDS.): *Analysis of Symbolic Data. Exploratory*

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:20 PM, SALA 102.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA). Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: wcastill@cariari.ucr.ac.cr.

[‡]Misma dirección. Email: jgonzale@cariari.ucr.ac.cr.

[§]Misma dirección. Email: oldemar_rodriguez@yahoo.com.

methods for extracting statistical information from complex data. Springer Verlag, Heidelberg, 425 pages, ISBN 3-540-66619-2, 2000.

- [2] CAZES, P. & CHOUAKRIA, A. & DIDAY, E. & SCHEKTMAN, Y.: *Extension de l'analyse en composantes principales à des données de type intervalle*, Rev. Statistique Appliquée, Vol. XLV Num. 3 pag. 5-24, Francia, 1997.
- [3] DIDAY, E.: *Introduction l'approche symbolique en Analyse des Donnés*. Première Journées Symbolique-Numérique. Université Paris IX Dauphine. Décembre 1987.
- [4] DIDAY, E.: *L'Analyse des Données Symboliques: un cadre théorique et des outils*. Cahiers du CEREMADE, 1998.
- [5] RODRÍGUEZ, R.: *Classification et modèles linéaires en analyse des données symboliques*, Thèse de doctorat, Université Paris IX Dauphine, 2000.

Identification of periodically correlated and multivariate AR models*

Glaysar Castro[†]

Venezuela

Periodically correlated data are often encountered in applications. For instance in pollution study, in econometrical time series, in meteorological studies, in geophysical data. Their modeling by stationary time series may bring problems, hence the interest of PC processes.

An univariate unidimensional second order (finite covariances) nonstationary time series Y is said to be periodically correlated (or PC) if there exists an integer d such that

$$\mathbf{E}Y(t) = \mathbf{E}(t + d) \quad \text{and} \quad \mathbf{E}Y(s)Y(t) = \mathbf{E}Y(s + d)Y(t + d), \quad (s, t) \in \mathbf{Z}^2.$$

An univariate (or scalar) unidimensional PC process may be uniquely linked to a multivariate unidimensional process. Really, let $X_k(t) = Y(k + dt)$ define the k^{th} component of a d -variate process X . Gladyshev proved that Y is PC(d) if and only if X is weakly stationary, since

$$\mathbf{E}X_k(t)X_l(t - n) = \mathbf{E}Y(k + dt)Y(l + d(t - n)) = \mathbf{E}Y(k + dn)Y(l) = \mathbf{E}X_k(n)X_l(0).$$

Being stationary, X admits a spectral density H that may be considered as a spectral density for Y which, being non-stationary does not generally admit a natural spectral density. By exploiting this relationship between PC and multivariate processes, results proved for one may be transferred to the other.

We are here interested in the identification of the univariate second order PC model that realizes a given covariance, we will identify AR models from the autocorrelation matrices of the related stationary multivariate model. We use a

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 10:20 AM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemáticas, Universidad Central de Venezuela. A.P. 20513, Caracas 1020A, Venezuela. Email: gcastro@euler.ciens.ucv.ve.

nonstationary version of the Levinson algorithm. Some numerical examples will be presented.

Bibliografía

1. BROCKWELL P. & DAVIS, D.: *Introduction to time series and forecasting*. Springer texts in Statistics, Springer, New-York, 1996.
2. CASTRO, G. & GIRARDIN, V. : *Maximum entropy and extension of covariance matrices for periodically correlated and multivariate processes*. Submitted for publication in Prob. and Stat. Letters, 2001.
3. GLADYSHEV, E.: *Periodically correlated random sequences*. Sov. Math. Dokl., 2 (1961), pp 385-388. J. Econom. V9, pp 137-53, 1979.

Valoración del riesgo de deforestación futura en Costa Rica*

Edwin Chaves Esquivel[†] Luis Rosero Bixby[‡]

Costa Rica

El presente artículo expone un procedimiento que permite estimar los riesgos de deforestación futura de las áreas boscosas de Costa Rica. Se utiliza una serie de capas de información en formato raster que divide el territorio nacional en aproximadamente 100.000 celdas de 750 m. de lado, de las cuales alrededor de 34.000 contenían bosque a inicios de los ochentas. Utilizando regresión logística, el estudio identifica un modelo que muestra la relación entre la deforestación en el período 1984-96 y otros factores tales como: variables poblacionales, acceso al bosque, el clima y otros elementos físicos. Por medio de la aplicación del modelo obtenido a datos demográficos actualizados a 1996 y conservando ciertos elementos físicos, se estiman las probabilidades esperadas de deforestación de las celdas con bosque en 1996. De esta manera, el riesgo futuro depende de los valores de estas probabilidades para el período 1996-2010. Los resultados indican que para 1996 se habían deforestado aproximadamente un 20% de las celdas que contenían bosque en 1984. El estudio dejó en evidencia que la protección legal de las áreas boscosas reduce significativamente el riesgo de deforestación. Se determinó una importante relación entre población y deforestación con una elasticidad de la presión demográfica y el riesgo de deforestación de 0,1. También mostraron efectos significativos: la accesibilidad del bosque, el porcentaje de pendiente del terreno y el tipo de zona de vida donde se ubica la celda.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:40 PM, SALA 102.

[†]Escuela de Matemática, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica, Email: echa@una.ac.cr.

[‡]Centro Centroamericano de Población CCP, Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica. Email: lrosero@ccp.ucr.ac.cr.

Se determinó que 4.281 km² con bosque en 1996 está en riesgo de deforestación para los siguientes 15 años. De los restantes 15.114 km² de áreas boscosas que aparecen con bajo riesgo de deforestación, el 73% se encuentra en zonas que tienen algún tipo de protección legal. Estas cifras evidencian que la mayoría de los bosques fuera de las áreas protegidas se encuentran en grave peligro de ser deforestadas en los próximos 15 años. Las áreas más propensas a ser deforestadas están ubicadas en la zona Pacífico Norte, en el Caribe y en la zona Norte. Según el modelo, los sitios que están en riesgo de deforestación tienen una probabilidad del 44% que efectivamente se deforestarán, siempre y cuando ciertas condiciones pasadas se mantengan. Estos resultados son un aviso sobre lo que podría suceder si no se buscan estrategias para mitigar las probables consecuencias de una discriminada deforestación.

Using filter methods in a nonlinear interior-point algorithm*

Ariel Cintrón-Arias[†] Pamela J. Williams[‡]

Estados Unidos

In optimization problems, arising from large-scale engineering simulations, a function evaluation may take several hours. Typical problems are the optimal design and control of physical systems and thermal design for extreme ultraviolet lithography.

These problems can be modeled as constrained nonlinear least squares problems. The role of a merit function in nonlinear programming algorithms is to measure progress towards the solution. For constrained optimization problems, it must balance decrease in the objective function with constraint satisfaction. However, it is difficult to define a merit function that works well for all problems. In this work, we address the question of whether a line search with merit function is the most efficient globalization strategy. We measure efficiency by the total number of objective function evaluations until convergence.

Fletcher and Leyffer first proposed filter methods for use in sequential quadratic programming algorithms. As with merit functions, two components are taken into consideration, reduction of the objective function and progress towards feasibility. A filter accepts a step if either the objective function or constraint violation is reduced. If the filter rejects a step, we reduce the steplength until an acceptable step is computed. An advantage of the filter approach is the elimination of the penalty parameter update required by some merit functions. The goal of the present work is to determine whether replacing a merit function with our proposed

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:40 AM, AUDITORIUM.

[†]Center for Applied Mathematics, 657 Rhodes Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853. Email: arielcam.cornell.edu.

[‡]Sandia National Laboratories, MS 9217, P.O. Box 969, Livermore, CA 94551-0969. Email: pwilliasandia.gov.

filter method is a viable globalization strategy in a nonlinear interior-point method. We implement our filter method approach in NIPSM, a MATLAB implementation of a nonlinear interior point algorithm developed by El-Bakry. We will compare our filter method approach with two merit functions: the L2 norm of the first order optimality conditions, and a modified augmented Lagrangian function by Argaez and Tapia.

Análisis de los resultados de los censos nacionales de población y vivienda obtenidos para los corregimientos que forman parte de las comarcas indígenas de la república de Panamá, a través del análisis de componentes principales*

Elena del C. Coba[†] Carmen C. Rodríguez[‡]

Panamá

La población que vive en las áreas que han sido por Ley demarcadas como comarcas indígenas, según el último censo de población y vivienda, representa más del 5% de la población total del país y habitan un territorio que constituye más del 47% del que compone el país. No obstante, esta población convive en un ambiente que ha sido catalogado, por muchos estudiosos, como de extrema pobreza; y es que en la misma convergen una variedad de problemas relacionados con la dispersión, la tenencia de la tierra, el acceso a los servicios básicos y la calidad de la tierra, entre otros; que van generando en otros problemas ya más de tipo focal.

El propósito generar de este estudio es profundizar en las relaciones que se dan entre las variables de vivienda y poblacionales por separado, tal forma que se generen indicadores de tipo sintético a partir de las combinaciones lineales de las variables originales. De esta forma poder analizar, interpretar y clasificar los corregimientos que conforman las comarcas.

En el último Censo de Población y Vivienda que se llevo a cabo en nuestro país por la Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 10:20 AM, SALA 102.

[†]Universidad de Panamá, Departamento de Estadística.

[‡]Misma dirección.

se obtuvieron datos para los lugares poblados del todo el país, entre los que se encontraban los que integraban las comarcas indígenas existentes en Panamá, al momento del censo. Para esta investigación, y con el fin de facilitar el estudio, se dividieron los datos en dos grandes variables:

- Las de vivienda: Porcentaje de lugares poblados, Porcentaje de viviendas, Porcentaje de vivienda con piso de tierra, Porcentaje de viviendas sin agua potable, Porcentaje de viviendas sin servicio sanitario, Porcentaje de viviendas sin luz eléctrica, Porcentaje de viviendas en donde se cocina con leña, % de viviendas sin televisor, Porcentaje de viviendas sin radio y Porcentaje de viviendas sin teléfono residencial.
- Las de población: Porcentaje de población masculina, Porcentaje de la población femenina, Porcentaje de personas con menos de tercer grado de primaria, Porcentaje de personas ocupadas, Porcentaje de personas en actividades agrícolas, Porcentaje de personas con algún impedimento físico, Promedio de habitantes por vivienda, Porcentaje de población menor de 15 años, Porcentaje de población entre los 15 y 64 años, Porcentaje de población mayor de 65 años, Índice de masculinidad, Mediana de edad de la población total, Promedio de años aprobados, Porcentaje analfabetas, Porcentaje de desocupados, Mediana del ingreso mensual de la población de ocupada de 10 años y más, Mediana del ingreso del hogar, Porcentaje de hogares con jefe hombre, Porcentaje de hogares con jefe mujer y Promedio de hijos por mujer.

Bibliografía

1. DALLAS E. JOHNSON: *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. International Thomson Editores, México, 2000.
2. HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. 6L., BLACK, W. C.: *Análisis multivariante*. 5ta. Ed. Prentice-Hall, España, 1999.
3. VIVANCO, MANUEL: *Análisis estadístico multivariable, teoría y práctica*. Iera. Ed. Editorial Universitaria, Chile, 1999.
4. SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS, PANAMÁ: *Análisis conjunto del país*. Naciones Unidas, Panamá, 2000.
5. *Resultados finales, Censos nacionales de población y vivienda*. Dirección de Estadística y Censo, Panamá, junio de 2001.

Palabras clave: población indígena, pobreza, análisis de componentes principales.

Dynamiques d'apprentissage et caractérisation de la variabilité*

Olivier Cosnefroy[†]

Francia

Lorsque l'on s'intéresse à l'apprentissage, nombreux sont ceux qui s'entendent pour définir ce concept comme un changement stable dans le comportement ou la capacité à faire quelque chose. L'analyse de ce changement nécessite la mise en place d'études longitudinales comportant plus de deux moments de mesures; si l'on souhaite tenir compte, au-delà de la quantité de changement, de la forme de ce dernier. Prendre le parti de considérer les dynamiques d'apprentissage personnelles et non pas les courbes ou performances moyennes; laisse apparaître le plus souvent, des évolutions individuelles présentant de grandes différences entre elles, la courbe moyenne reflétant parfois la dynamique d'une minorité d'individus observés. Cette variabilité individuelle, semble d'autant plus digne d'intérêt dans l'étude de l'apprentissage que, si elle n'est pas considérée comme aléatoire; elle peut sous-tendre l'existence de différentes stratégies. Toutefois, porter son attention sur ces variations en situation d'apprentissage, peut inciter le chercheur à contraindre au minimum le dispositif de mesure: le sujet aura ainsi toute latitude pour exprimer sa ou ses stratégies préférentielles. Le corollaire à cette position, réside dans la nécessité de multiplier les moments de mesure, qui une fois analysés, signifieront pour l'un d'entre eux, la stabilité du comportement recherché.

Cette présentation portera sur la signification d'observations recueillies dans un dispositif de mesure dynamique. On tentera d'exposer deux difficultés relatives à la mise en place d'indices statistiques relatifs pour l'un, à la stabilité du comportement et pour l'autre, à la synthèse d'un ensemble d'actions.

*XIII SIMMAC Y COLOQUIO FRANCO - COSTARRICENSE EN ANÁLISIS DE DATOS Y PSICOLOGÍA: Miércoles 30 de Enero, 10:40 am, Aula 217 FM.

[†]Université de Haute-Bretagne, Rennes, France. Groupe de recherche en psychologie différentielle, Laboratoire de psychologie expérimentale, CRPCC Université de Rennes 2, 6, avenue G. Berger F35043 Rennes cedex. Email: olivier.cosnefroy@uhb.fr.

Les dispositifs de recueil de données informatisés permettent aujourd'hui de répondre aux contraintes auxquelles le psychologue est confronté lorsqu'il s'engage à opérationnaliser un concept tel que celui d'apprentissage. C'est le choix qui a été adopté dans une étude consacrée à l'analyse longitudinale de la diversité des stratégies observables chez des apprenants en situation d'initiation à l'utilisation d'un progiciel (EXCEL). Trois objectifs ont été suivis: a) L'élaboration d'un dispositif de mesure informatisé autorisant une analyse "on-line" des actions mises en œuvre par des participants devant résoudre un ensemble d'exercices, b) La réorganisation automatisée de la succession d'actions isolées en procédures individuelles interprétables c) La différenciation qualitative des procédures observées et la stabilité de ces dernières. Plus précisément, les sujets sont sollicités durant cinq minutes, toutes les heures, sur une période 20 sessions pour réaliser dix exercices. Cette épreuve se déroule sous une application similaire à EXCEL, programmée pour transcrire la totalité des actions individuelles (Temps de réaction, nombre de clics, localisation de l'action, etc.).

Une fois le programme informatique développé, la méthode d'analyse qualitative automatisée permet de déterminer, pour chaque exercice et chaque sujet, à quel moment une procédure est "stabilisée" (c'est-à-dire isolée une première fois, puis retrouvée dans les sessions suivantes). C'est l'analyse de ces différences individuelles observées, à la fois en ce qui concerne la qualité et le moment de cet "ancrage procédural", qui permettront en partie d'apprécier la qualité de l'apprentissage réalisé.

Les difficultés rencontrées se situent au niveau de la synthèse des observations recueillies après et avant la session mettant en évidence la stabilité comportementale:

—Bien que l'on puisse repérer le moment où une procédure se stabilise, il apparaît toutefois que la faculté de la répéter correctement est très différente d'un individu à l'autre. L'analyse des plages de données suivant une stabilisation procédurale présentent des variations qu'il devra s'agir, avant de les interpréter, d'en évaluer les caractéristiques. Comment évaluer la consistance du comportement? Comment dans notre étude opérationnaliser un indice de stabilité?

—Lors de l'analyse des sessions qui précèdent l'ancrage procédural, on constate qu'elles sont caractérisées par une variabilité forte dans les conduites inter et intra-individuelle. Ces différences peuvent être interprétées comme une signature du processus d'apprentissage. Pour différencier ces dynamiques sans procéder à une analyse systématique de l'ensemble des observations individuelles qui s'avèrerait trop fastidieuse; on peut tenter de synthétiser le comportement dans une fenêtre temporelle donnée. Comment formaliser un tel indice?

Différentes propositions d'indices seront présentées et l'on tentera de discuter leurs intérêts respectifs par le biais de quelques résultats empiriques.

Heurística para estimar el número de clases en particionamiento*

Sergio De los Cobos[†] Javier Trejos[‡] Blanca Rosa Pérez[§]

John Goddard[¶] Miguel Angel Gutiérrez^{||}

México

Muchos problemas en el análisis de datos requieren del particionamiento no supervisado de un conjunto de datos dentro de clases o conglomerados no vacíos que sean bien separados entre ellos y lo más homogéneos entre sí. Un particionamiento ideal es cuando se puede asignar cada elemento del conjunto a una clase sin que exista ambigüedades. Muchas técnicas se han propuesto para dicho análisis, considerando ya sea un esquema de separación bajo la suposición de que los conglomerados tienen una forma hiperesferoidal, como es el caso entre otros del uso de la suma de cuadrados. Si la separación de las fronteras entre los diferentes conglomerados no son lineales, entonces los métodos basados en la suma de cuadrados, como es el caso del método de k-medias, fallan, por lo que últimamente se han propuesto diferentes esquemas de solución para tratar de superar este problema, como es en [3] donde se propone el uso de núcleos, transformaciones no lineal es del conjunto de datos originales a un espacio característico de mayor dimensión donde los datos son linealmente separables y entonces se trabaja directamente en este espacio característico. También se han propuesto métodos que tratan de superar la dificultad anterior como en [4] mediante el proponer la minimización de la entropía y considerando una mezcla gaussiana de las funciones de densidad de probabilidad.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 10:00 AM, AUDITORIUM.

[†]Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, México D.F. Email: cobos@xanum.uam.mx.

[‡]Email: jtrejos@cariari.ucr.ac.cr.

[§]Depto. de Matemática, misma dirección que S. de los Cobos. Email: psbr@xanum.uam.mx.

[¶]Misma dirección postal que S. de los Cobos. E-Mail: jgc@xanum.uam.mx.

^{||}Email: gama@correo.azc.uam.mx.

En este trabajo se presenta una extensión del SCA (ver [1]) que es un método heurístico para encontrar la cantidad de clases en que se debe particionar un conjunto, obteniendo clases no vacías que son bien separadas entre ellas y lo más homogéneas entre sí, dada una función objetivo. El esquema propuesto no tan sólo proporciona un método para encontrar el número óptimo de conglomerados sino que además nos permite identificar los datos representativos o prototípicos de cada conglomerado, lo que nos permite utilizarlo como un método para encontrar soluciones iniciales "buenas". Como se observará, a diferencia de otros métodos, el esquema propuesto no depende del valor de los parámetros para estimar el número de conglomerados como en [3] ni se requiere seleccionar a priori la mezcla de gaussianas como en el caso de [4].

El algoritmo que se propone se puede considerar como un método de búsqueda dirigida para encontrar el número de particiones "naturales", tratando de escapar de la optimalidad local. El método además nos proporciona para cada clase, los elementos característicos de la misma, los cuales se pueden utilizar para el entrenamiento con algunos otros métodos (por ejemplo, redes neuronales), o como puntos iniciales para utilizar otros métodos como búsqueda tabú, recocido simulado, etcétera. Se presentan resultados computacionales.

Referencias

- [1] DE LOS COBOS, S. & GODDARD, J. & PÉREZ, B. R. Y GUTIÉRREZ, M. A.: *SCA: Sistema de Clasificación Aleatoria*. XV Foro Nacional de Estadística, 8-12 de octubre, Guadalajara, México, 2001.
- [2] GODDARD, J. & DE LOS COBOS, S.: *On a class of distance metrics for fuzzy C-Means*. Proc. VII Congress of SIGEF, Chania, Greece, pp. 577-584, 2000.
- [3] GIROLAMI, M.: *Mercer kernel based clustering in feature space*. I.E.E.E. Transactions on Neural Networks (to appear), 2001.
- [4] ROBERTS, S. J. & EVERSON, R. & REZEK, I.: *Maximum certainty data partitioning*. Patterns Recognition 33:5, 2000.
- [5] ROMESBURG, H. C.: *Cluster analysis for researchers*. Krieger Publishing Company, 1984.
- [6] TREJOS, J.: *Propiedades y aplicaciones de una medida de redundancia de la información: el número equivalente*. Mem. X Foro Nacional de Estadística y II Congreso Iberoamericano de Estadística, Oaxaca, México, pp. 221-226, 1996.

Un proceso de estabilización de sistemas de control no lineales en el plano*

Víctor Delgado Andrade[†]

Chile

Se considera un sistema de control no lineal en el plano

$$x' = f(x, y) \quad , \quad y' = g(x, y) + u, \quad (1)$$

donde f y g son de clase C^1 , con un estado de equilibrio aislado $(x^*, y^*, 0)$ que no es localmente asintóticamente estable. Se perturba el sistema con controles direccionales y se establecen condiciones que garantizan, para la nueva dinámica que se origina, la estabilidad asintótica local en torno al estado de equilibrio.

Si $J = J(x^*, y^*)$ es el jacobiano del sistema, con $\partial f / \partial y(x^*, y^*) \neq 0$, entonces su linealización en torno al estado de equilibrio es linealmente equivalente al siguiente:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\det J & \text{tr} J \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad (2)$$

donde $\det J$ es el determinante de J y $\text{tr} J$ es la traza de J .

Si se supone que el estado de equilibrio no es localmente asintóticamente estable para la dinámica del sistema $x' = f(x, y)$, $y' = g(x, y)$, entonces se origina la no estabilidad de la matriz J (es decir $\det J \leq 0$ o bien $\text{tr} J \geq 0$).

Para determinar condiciones que garanticen que un control direccional perturbe el sistema (1) de tal modo que se produzca una nueva dinámica que sea localmente asintóticamente estable en torno a su estado de equilibrio, es necesario recurrir a la dinámica de su linealización (2). Este sistema admite la posibilidad de transferir

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:40 AM, SALA 102.

[†]Proyecto S-20064. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile, I. Matemáticas, UACH, Casilla 567, Valdivia, Chile. Email: vdelgado@uach.cl.

un estado al punto de equilibrio en tiempo finito a través de un control direccional realimentado de la forma:

$$u = my + \det Jx - trJy \quad (3)$$

Para que el control (3) se active en el sistema (1) manteniendo el mismo estado de equilibrio, es necesario que $u(x^*, y^*) = 0$, es decir debe cumplirse:

$$m = trJ - (\det Jx^* / y^*) \quad (4)$$

Se reemplaza (4) en (3) y se activa el control resultante en el sistema (1) para obtener el sistema no lineal perturbado siguiente:

$$\begin{aligned} x' &= f(x, y) \\ y' &= g(x, y) + \frac{(\det J)x^*}{y^*}y \end{aligned} \quad (5)$$

En consecuencia, para que el sistema perturbado (5) sea localmente asintóticamente estable, es suficiente que $\det J^*(x^*, y^*)$ sea positivo y la $trJ^*(x^*, y^*)$ sea negativa, donde J^* es el respectivo jacobiano en el estado de equilibrio. Es decir:

$$\det J \left(\frac{\langle \nabla f(x^* y^*), (x^* y^*) \rangle}{y^*} \right) > 0 \quad , \quad \langle (-\det J, trJ), (x^*, y^*) \rangle < 0,$$

donde $\langle \cdot, \cdot \rangle$ es el producto interno usual y ∇f es el vector gradiente.

Referencias

1. BELTRAMI E.: *Mathematics of dynamic modeling*. Academic Press, New York, 1987.
2. DELGADO V.: *Estabilización del modelo poblacional de May a través de controles direccionales*. Rev. de Mat. T. y Apl, 8 (2), pp 79-83, CIMPA, UCR, 2001.
3. LEE, E. B & MARKUS, L.: *Foundations of optimal control theory*. John Wiley, New York, 1987.

Palabras clave: linealización, control direccional, estabilidad.

Stability estimated in the numerical solution of initial value problems*

Driss Drissi[†]

Kuwait

A widely used approach to numerically solve initial value problems leads to the finding of recursively approximations u_n of $u(hn)$. Convergence of this approximation is well known but no estimate for the speed of convergence in many cases.

In this talk we analyse this problem focusing on numerical range condition and a sectorial condition that leads to such estimates. As for applications to numerical analysis, we will provide stability estimates for some cases of one and multi-step finite difference schemes.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:20 AM, SALA 102.

[†]Dept. of Mathematics & Computer Science, Kuwait University, P.O. Box 5969, Safat 13060, Kuwait; Fax: (965)481-7201. Email: drissi@mcs.sci.kuniv.edu.kw; drissi99@yahoo.com.

Una generalización de la distribución normal sesgada multivariada*

J. Armando Domínguez-Molina[†] Graciela González-Farías[‡]

Arjun K. Gupta[§]

México – Estados Unidos

En el estudio paramétrico de observaciones multivariadas continuas la distribución por excelencia que se le asigna a las observaciones es la distribución normal multivariada. Sin embargo en algunos casos el supuesto de normalidad no es realista.

Para hacer más flexible la suposición distribucional sobre observaciones continuas multivariadas es necesario proponer distribuciones que compitan con la normal. Una alternativa a normalidad son las distribuciones elípticas, nombre que reciben por tener contornos elípticos, por lo que la distribución normal multivariada es una de éstas. Otra alternativa es la distribución normal sesgada la cual tiene la propiedad de modelar el sesgo mediante el efecto de un parámetro determinado, el efecto desaparece al igualar dicho parámetro a cero en cuyo caso tenemos nuevamente la distribución normal multivariada.

La distribución normal sesgada univariada fue introducida por Azzalini en 1985 y su versión multivariada fue propuesta por Azzalini y Dalla Valle en 1996. En esta

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 4:20 PM, AUDITORIUM.

[†]Facultad de Matemáticas, Universidad de Guanajuato – Guanajuato, Callejón de Jalisco s/n, Col. Valenciana, Del. Guanajuato, Guanajuato, C.P. 36240 México; Tel: +(52) 01.473.73.50.800, Fax: +(52) 01.473.73.25.749. EMail: jadguez@cimat.mx.

[‡]CIMAT, Centro de Investigación en Matemáticas, Guanajuato, Callejón de Jalisco s/n, Col. Valenciana, Del. Guanajuato, Guanajuato, C.P. 36240 México; Tel: +(52) 01.473.73.50.800, Fax: +(52) 01.473.73.25.749. EMail: farias@cimat.mx.

[§]Department of Mathematics & Statistics, Bowling Green State University, Bowling Green, OH 43403-0221 USA; Office: 416 MSC; Phone: 419/372-2820 Office (voice mail) -2636 Department -6092 FAX. EMail: gupta@bgsnet.bgsu.edu; Web: <http://www.bgsu.edu/gupta>.

plática presentamos una distribución normal sesgada multivariada que es una generalización de la propuesta por Azzalini y Dalla Valle (1996). Se presenta la construcción de dicha distribución paso a paso, iniciando con el caso de dimensión 1 introducido por Azzalini (1985), pasando por la de Azzalini y Dalla Valle y terminando con la nueva propuesta.

Además presentamos las siguientes funciones relacionadas con la nueva distribución: la función de densidad, la función de distribución y la función generadora de momentos, así como otras propiedades. La distribución de Azzalini y Dalla Valle (1996) es cerrada bajo cierto tipo de transformaciones lineales, bajo marginalización y, de manera aproximada, bajo condicionamiento. La distribución que proponemos también es cerrada bajo cierto tipo de transformaciones lineales, bajo marginalización y, ahora de manera exacta, bajo condicionamiento.

Referencias

1. AZZALINI, A.: *A class of distributions which includes the normal ones*. Scand. J. Statist., 171-178, 1985.
2. AZZALINI, A. & DALLA-VALLE, A.: *The multivariate skew-normal distribution*. Biometrika, 83, 715-726, 1996.

A switching semiparametric logistic model for the analysis of ozone exceedance data*

Philippe Garat†

France

Atmospheric ozone is a secondary pollutant generated by photochemical reactions on primary pollutants such as nitrogen oxides NO_x, carbon monoxide CO and other volatile organic compounds found in the air, specifically in urban or periurban areas. Health authorities in many countries are now faced with the obligation to alert the populations in case of exceedance of the ozone level over a *regulatory threshold*. (For instance in France, the regulatory threshold is of 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in average over one hour). Apart from the concentration of primary pollutants, the weather conditions (sunshine, high temperatures and low wind) are also critical parameters influencing the formation of atmospheric ozone; they should be taken into account in the modelization of ozone exceedance data.

The aim of the present work is to propose a regression model able to predict $\pi(y_0; x_1, x_2, \dots, x_p)$ the conditional probability that atmospheric ozone exceeds the threshold y_0 , given the set of exogenous meteorological variables (x_1, x_2, \dots, x_p) . The threshold y_0 is held fixed in the sequel. The exact influence of meteorological variables are not known in advance in the urban area under study, in particular the “wind” variable may have a positive or negative effect according to its direction. Also, the “temperature” variable is known to have a significant influence only when it ranges above a critical value T_0 (to be estimated). Thus, a convenient setting is a nonparametric approach in which each input variable X_j is introduced in a regression model via a nonlinear transformation function f_j : the primary model we use is the so-called *Additive Logistic Model*:

$$\text{logit } \pi(y_0; x_1, x_2, \dots, x_p) = \alpha_0 + f_1(x_1) + \dots + f_p(x_p). \quad (1)$$

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:00 AM, AUDITORIUM.

†Laboratoire de Statistique, Université de Haute Bretagne, 6 av. Gaston Berger, 35043 Rennes, France. Fax: +(33) 299 141785. EMail: philippe.garat@uhb.fr.

In this model, the transformation functions f_j are totally unknown, the only assumption being that they present reasonable smoothness (their first derivatives exist) over the range of variation of the x_j 's.

The following constraint is imposed to the f_j 's: $E f_j(x_j) = 0$, where E stands for the mathematical expectation. This is a natural way to normalize and also guarantee the uniqueness of the f_j 's. We mention the fact that additive models can be more sophisticated than what is shown by equation (1). We could allow interaction terms between input variables, replacing for instance $f_1(x_1) + f_2(x_2)$ with a bivariate function $f_{12}(x_1, x_2)$.

In the context of ozone exceedance data, a more complicated model is needed, due to the inobservance of a number of influential variables (climatic or anthropic) that cannot be easily measured or forecast: we include in our regression model a discrete ordinal *latent* variable ζ (i.e., unobserved state variable taking value in $\{1, 2, \dots, K\}$) which is supposed to account for the overall influence of the unobserved "agents" in regards to ozone. Then, model (1) is replaced by:

$$\text{logit } \pi(y_0; x_1, x_2, \dots, x_p, \zeta) = \alpha(\zeta) + f_1(x_1) + \dots + f_p(x_p). \quad (2)$$

In this new formulation, ζ plays the role of a *switching* index, allowing different possible baseline coefficients $\alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(K)$ with probabilities, respectively, p_1, p_2, \dots, p_K . In a more general form, we could replace some of the terms $f_j(x_j)$ with $f_j(x_j, \zeta)$, but this add unnecessary complexity in a first approach. In fact, model (2) is a *mixture* of K semiparametric logistic models, hence the name *switching semiparametric logistic model*.

In case of time series data, the latent variable ζ can be modeled as a Markovian process and (2) becomes a *dynamic switching model*. Again, for identifiability reasons, we impose the following constraint:

$$0 < \alpha(1) < \alpha(2) < \dots < \alpha(K) < 1.$$

Our contribution is to extend the statistical inference in the case of semiparametric models such as (2): starting from the classical EM algorithm and backfitting algorithm, we develop a new hybrid algorithm able to fit the parametric part (the p_i 's and the $\alpha(\zeta)$'s) simultaneously with the nonparametric part (the f_j 's) of the model. Under proper conjugate prior specifications of the parameters, we also give a "bayesian" version of our algorithm.

Keywords: switching regression, logistic regression, additive semiparametric models, ozone exceedance data.

Palabras clave: switching regresión, regresión logística, modelos semi-paramétricos aditivos, datos de excedentes de ozono.

Análisis del rango de aplicación del factor β en el modelo EMA*

María J. García G.[†] José G. Hernández R.[‡]

Venezuela

En un reciente trabajo se presentó un modelo para ayudar a la toma de decisiones bajo incertidumbre, cuya principal característica es que dicho modelo, más allá de lo que hacen los modelos tradicionales, toma en cuenta la dispersión.

En el mismo, el modelo de amplitud (EMA), consiste básicamente en evaluar los valores esperados de las alternativas y corregir estos valores al tomar en cuenta la dispersión de los pagos.

En particular se trabajó con la amplitud, debido a su sencillez y facilidad de aplicación. Al hacer uso de la dispersión en el modelo fue necesaria la construcción de un factor β , el cual se usa precisamente para castigar la amplitud.

Para validar el modelo se probó con algunos problemas particulares en su mayoría, tomados de la literatura especializada, quedando sentada su aplicabilidad, pero a la vez se notó que el rango de variación del factor β , no tenía sentido que fuese desde cero hasta uno, como se estableció en un principio, por lo cual como recomendación de dicha investigación se propuso, que se analizara con mayor profundidad el rango de variación de β .

Con este trabajo de investigación se presenta el resultado de este estudio, para el cual se siguió el método científico aplicado a la investigación de operaciones, donde primero se definió el problema, lo que se puede transcribir como los objetivos de la investigación: analizar la variabilidad del factor β , en las aplicaciones del

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:40 PM, AUDITORIUM.

[†]Minimax Consultores C. A., Gerencia General, Apartado 78239, Caracas 1074, Venezuela.
Email: MJGarcia.Minimax@mercaglob.com.

[‡]Universidad Metropolitana, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Caracas Venezuela. Email: jhernandez@unimet.edu.ve.

modelo de amplitud (EMA), para que los resultados obtenidos con su aplicación no pierdan sentido físico.

Seguidamente se buscaron datos, lo cual consistió en recabar información acerca de las posibilidades de variación del factor β . Luego se pasó a definir alternativas, que en este caso implica buscar métodos para llevar a cabo la investigación, estas alternativas se analizaron y se seleccionó la mejor de ellas, que fue la utilizada para llevar a cabo el estudio y resultó ser una combinación de las propuestas inicialmente.

Con la selección de la mejor alternativa se obtuvo el resultado deseado, que de acuerdo a la metodología implica cumplir con el paso de la implantación de la alternativa escogida y para la última etapa de la metodología, establecer controles, se hicieron varias pruebas, que permitieron concluir que el rango establecido era adecuado.

Desde el punto de vista de la estructura del trabajo, después del resumen, se inicia con una introducción, un marco teórico, acerca de la toma de decisiones bajo incertidumbre y el modelo de amplitud, para continuar con la presentación del estudio de las variaciones del factor β , seguir con la muestra de los resultados, conclusiones y algunas recomendaciones, y por supuesto, al final, se presentó la bibliografía utilizada, donde destacan páginas web, textos tradicionales de apoyo de decisiones, así como nuevos trabajos sobre este campo del saber.

Palabras clave: Toma de decisiones bajo incertidumbre, el modelo de amplitud, dispersión, factor β .

Comparison of the impact of three forecasting methods on the bullwhip effect*

Juan Gaytán[†] Pilar Arroyo[‡] Aleksander Wojcik[§]
William Cabrer[¶]

México

In the context of the supply chain management, it has been observed that as orders moves to upstream members in the supply chain, the orders variance increases comparing with the variability of the customers' demand. This phenomenon is called the bulwhip effect, and is defined as the ratio of two variances: orders and actual demand. One of the factors that is known has an impact on the bullwhip effect is the forecasting method used to predic the demand [1].

The impact of smoothing forecasting methods of the bullwhip effect has been studied by Chen et al. [2], [3], and the impact of autoregressive forecasting has been studied by Gaytan et al. [4]. In this work, under the assumptions of an AR(1) model for the demand and a simple order up to inventory policy, we compute the bullwhip effect for two smoothing methods: simple moving average (MA) and simple exponential smoothing (SES), and also for autoregressive forecasting.

It is found that the bullwhip effect for the three cases depends on three quantities: 1) the lead time, 2) the autocorrelation coefficient of demand, and 3) the variance of the difference between estimated standard deviation for errors at two consecutive periods. This last quantity is only relevant if a safety factor is considered in the inventory policy, i.e., orders are increased to assure a desired service

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:40 PM, AUDITORIUM.

[†]Departamento de Organización y Ciencias Sociales, ITESM Campus Toluca, Av. Eduardo Monroy 2000, Toluca México, CP 50110; Fax: +(52) 72 741178. Email: jgaytan@campus.tol.itesm.mx.

[‡]Misma dirección. Email: parroyo@campus.tol.itesm.mx.

[§]Misma dirección. Email: awojcik@campus.tol.itesm.mx.

[¶]Misma dirección. Email: wcabrer@campus.tol.itesm.mx.

level. For the smoothing forecasting methods, the bullwhip effect also depends on an additional parameter, the value of the smoothing constant. The impact of each parameter on the bullwhip effect was analyzed, providing the following results.

The effect increases with the lead time and decreases as the number of periods covered by MA increases, which is equivalent to selecting a small value (next to zero) for the smoothing constant in SES. The impact of autocorrelation coefficient is two folds. When the autocorrelation is positive the bullwhip effect increases with the coefficient value, with moving average outperforming (smaller bullwhip effect) single exponential smoothing and autoregressive forecasting. But when the autocorrelation coefficient is negative, the variance of the orders reduces significantly to a level below the actual demand variance, therefore the bullwhip effect is smaller than one.

This behavior, in addition to the conclusion about the simple average as the best forecast, suggests that the bullwhip effect definition as the ratio of the order variance over the demand variance is not taking in account the accuracy of the demand forecasts but only its variability. When MA is used, the effect is greater than one but the magnitude will be larger for odd values for the smoothing constant than for even ones. With respect to the safety factor considered by the inventory policy, the bootstrap results show that this factor has only a small contribution to the overall bullwhip effect.

Keywords: Forecasting, autoregressive forecasting, moving average, exponential smoothing, bullwhip effect supply chain management, inventory.

Referencias

- [1] LEE, H.; PADMANABHAN P.; WANG, S. (1997): *The bullwhip Effect in Supply Chains*, Sloan Management Rev., 38: 93-102.
- [2] CHEN, F., DREZNER, Z., RYAN, J.K., SIMCHI-LEVI, D. (2000): *Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting Lead Time and Information*, Management Science, 46, No. 3, March, 436-443.
- [3] CHEN, F. RYAN, J.K., SIMCHI-LEVI, D. (2000): *The Impact of Exponential Smoothing Forecasts on the Bullwhip Effect*, Naval Research Logistics, 47, 269-286.
- [4] GAYTAN, J., ARROYO P., WOJCIK, A. (2000): *Computation of the bullwhip Effect using AR(1) Process for Demand*, INFORMS San Antonio TX, USA.

Un procedimiento práctico para estimar el parámetro de forma de la distribución gaussiana generalizada*

Graciela González Farías[†] Armando Domínguez Molina[‡]
Ramón M. Rodríguez Dagnino[§]

México

La literatura de procesamiento de señales ha hecho un uso extensivo del supuesto de ruido Gaussiano. Sin embargo, se pueden encontrar numerosos ejemplos, como ruido atmosférico, señales con codificación en subbandas, etc., donde dicho supuesto no es válido, por lo que se han buscado alternativas para modelar ruidos no Gaussianos. Entre estas se pueden mencionar distribuciones K , distribuciones estables alpha, mezclas de Gaussianas, y Gaussiana generalizada. Como hacen notar K. Sharifi y A. Leon-García (1995), muchas señales, incluyendo audio/speech, resultan mejor modeladas por una distribución Gaussiana generalizada y muchos de los trabajos en el área de DOA (Direction Of Arrival), ICA (Independent Component Analysis, Choi et al, 2000), BSS (Blind Signal Separation, Wu & Principe, 1998), GARCH, (MathSoft, 1996), etc., hacen uso de esta distribución, por mencionar sólo algunas áreas de investigación actual.

La Gaussiana Generalizada (GG) se puede reparametrizar de forma tal que su media y varianza coincidan con la Gaussiana, esto es, μ y σ^2 . Se tiene además el

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 4:40 PM, AUDITORIUM.

[†]Departamento de Probabilidad y Estadística, Centro de Investigación en Matemáticas, Callejón de Jalisco s/n, Guanajuato, GTO. CP 36000, México. Fax: +(52) 473.49.57. Email: farias@cimat.mx.

[‡]Facultad de Matemáticas, Universidad de Guanajuato, Callejón de Jalisco s/n, Guanajuato, GTO. CP 36000, México. Fax: +(52) 473.49.57. Email: jadguez@cimat.mx.

[§]ITESM, Campus Monterrey, Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Monterrey N.L., CP 64849, México, Fax: +(52)8328-4324. Email: rmrodrig@campus.mty.itesm.mx.

parámetro de forma p , el cual mide el "peakednes" de la distribución y para el cual no se tiene un estimador con forma cerrada. El parámetro p determina la forma de la distribución, por ejemplo, la distribución normal ($p = 2$), la distribución de Laplace ($p = 1$), cuando $p \rightarrow 0$ se obtiene una distribución "cercana" a la uniforme. Debido a que en las aplicaciones de mayor interés, la media es típicamente 0, consideraremos sólo el caso de la estimación del parámetro de forma de una distribución GG con dos parámetros, esto es, bajo $\mu = 0$.

Varanasi y Aazhang (1989), discuten la estimación de los parámetros de la distribución GG, usando métodos de momentos (directamente sobre los parámetros) y máxima verosimilitud. Rodríguez-Dagnino y León-García (1998), presentan un estimador de forma cerrada, basado en la desigualdad de Gurland. En el primer caso, se advierten las dificultades computacionales para hacer estos cálculos debidos fundamentalmente al manejo de las funciones relacionadas con la función gama. En el segundo, la aproximación funciona sólo para un rango de valores de p de .3 a 3, el cual es importante para subbandas compresoras de señales de video (subband encoding of video signals) y otras aplicaciones relacionadas. Sin embargo no es un intervalo suficientemente ancho para cubrir satisfactoriamente a todos los casos. En particular, en el ejemplo de este trabajo obtuvimos valores de p entre 0.18 y 1.32.

Proponemos en este trabajo, un método de estimación muy sencillo que prescinde de las ecuaciones trascendentales en la estimación del parámetro de forma. Este método, que funciona para todo valor de p , se basa en estimadores de momentos, siguiendo en principio, las ideas de J. López (2000), quien presenta aproximaciones aceptable sólo para valores de p en (.3, 3). Mostramos además que el estimador por el método de momentos para p no siempre existe. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones prácticas que nos son de interés, se puede mostrar que la solución existe con una probabilidad muy alta. También se presenta un procedimiento numérico-analítico para obtener intervalos de confianza exactos para p . Finalmente se ilustran los procedimientos con datos obtenidos en una aplicación del codificador de Audio MP3. El programa en Splus está disponible previa requisición a jadguez@cimat.mx para p , con probabilidad de cobertura prefijada.

Escalamiento multidimensional de disimilitudes de intervalo usando sobrecalentamiento simulado*

Jorge González[†] William Castillo[‡] Oldemar Rodríguez[§]

Costa Rica

Denoeux and Masson ([1]) proponen una solución al problema del escalamiento multidimensional para variables de tipo intervalo. La configuración que mejor reproduce los datos se obtiene minimizando la función de stress

$$S = \sum_{i < j} \left\{ (d_{ij} - \underline{\delta}_{ij})^2 + (\bar{d}_{ij} - \bar{\delta}_{ij})^2 \right\}$$

por el método del descenso del gradiente.

Rodríguez ([2]) da otra solución que consiste en definir una matriz de distancias a partir de la matriz de distancias tipo intervalos para luego usar las transformaciones de Torgerson y obtener una imagen euclídea (el denominó este método como INTERCSAL.

Nosotros proponemos un método que minimiza la función de stress usando la técnica del sobrecalentamiento simulado. Al comparar en tres juegos de datos las configuraciones euclídeas obtenidas por este método se observa que tienen un stress mucho menor que el de las configuraciones obtenidas por INTERSCAL, sin embargo separa menos los objetos en representaciones planas.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:40 AM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA). Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: jgonzale@cariari.ucr.ac.cr.

[‡]Misma dirección. Email: wcastill@cariari.ucr.ac.cr.

[§]Misma dirección. Email: oldemar_rodríguez@yahoo.com.

Referencias

- [1] DENOEU, T. & MASSON, M.: *Multidimensional scaling of interval-valued dissimilarity data*. Université de Technologie de Compiègne, France, 1999.
- [2] RODRÍGUEZ, R.: *Classification et modèles linéaires en analyse des données symboliques*. Thèse de doctorat, Université Paris IX Dauphine, 2000.

On central-path proximity measures in interior point methods*

María D. González-Lima[†]

Venezuela

The concept of the central path has played a crucial role in the development and analysis of interior-point methods. All primal-dual interior-point methods for linear programming require the iterates to remain in an appropriate neighborhood of the central path. This adherence to the central path promotes global convergence of the duality gap sequence and it ensures a polynomial bound on the number of iterations required to produce an approximate solution of the problem. Different polynomial bounds are obtained for linear programming depending on which proximity measure, a function that measure the distance to the central path, is used in the analysis.

The concept of central path (or closely related definitions) has also been useful for designing interior-point algorithms for other optimization problems as linear complementarity, semidefinite programming, convex nonlinear programming and even general nonlinear programming problems. Although proximity measures have been extensively used in interior-point methods, there does not seem to be a comprehensive and unified presentation of them.

In this paper, we propose such a unified presentation using a standard linear optimization problem. Therefore, we formally define the concept of proximity measure in this context. We select several proximity measures from the literature and also introduce new measures in an attempt to sample the several categories of proximity measures. We study some of their properties and the relationship between these measures. We also give a description of them when evaluated in points close to the central path.

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:20 AM, AUDITORIUM.

[†]Universidad Simón Bolívar, Departamento de Cómputo Científico y Estadística, Apdo. 89000, Caracas 1080-A, Venezuela. Email: mgl@cesma.usb.ve.

We present a generic primal-dual interior-point algorithmic framework based in the Long-Step Shrinking-Neighborhoods Algorithm (LSSN) proposed by Gonzalez-Lima, Tapia, and Potra (Siam JOpt, 98) for effectively computing the analytic center of the solution set in linear programming. We show that the search direction of this algorithm is descent for all the measures considered and we investigate the numerical effect of the choice of the proximity measures. Because for this algorithm is crucial the closeness to the central path we consider it as a natural setting to study the different centrality measures. We demonstrate that the choice of the proximity measure can greatly affect the performance of the method. Based on the description of the measures, and the properties of the algorithm, we show that the central-path neighborhood radius (size) can be chosen so that comparable results are obtained for the considered measures.

El problema del multicubrimiento: una aplicación para la selección de paradas en la red de transporte de la ciudad de México*

M. A. Gutiérrez[†] S. De los Cobos[‡] B. R. Pérez[§] J. Goddard[¶]

México

Un problema importante en una red de transporte urbano, es la localización de los puntos en donde se van a colocar dispositivos para su monitoreo, o para cuantificar ciertos parámetros como la frecuencia de paso, carga, y otras características de las rutas de transporte. En este estudio se desea seleccionar 2 o más paradas de cada una de las rutas con el objeto de cuantificar las frecuencias de paso, corridas, tiempos de recorrido, sondeos de opinión, y evasión de pago, de la red de transporte urbano, para posteriormente hacer inferencia, de los parámetros antes mencionados, en la población.

El problema de seleccionar dos o más puntos de la red para cuantificar frecuencia de paso y carga se puede plantear de la siguiente manera: suponga que se tienen m rutas de transporte sobre la red que se desean monitorear y existen n puntos en donde se pueden monitorear las rutas. Se desea seleccionar un subconjunto de estos puntos con la característica que haya dos o más puntos de este subconjunto que pertenezcan a cada una de las m rutas. También se desea que este subconjunto de puntos sea, en cuanto a número de puntos, lo más chico que se pueda para monitorear la red sobre el menor número de puntos posibles. Este problema se puede plantear en términos de Programación Entera de la siguiente manera: Suponga que el conjunto de puntos es $\{1, 2, \dots, n\}$. Se definen las siguientes variables

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:20 PM, AUDITORIUM.

[†]Depto. de Sistemas, UAM-A, México. Email: gama@correo.azc.uam.mx.

[‡]Depto. de Ingeniería Eléctrica, UAM-I, México. Email: cobos@xanum.uam.mx.

[§]Depto. de Matemáticas, UAM-I, México.

[¶]Depto. de Ingeniería, UAM-I, México.

binarias:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{si el punto } i \text{ se selecciona para efectuar los aforos, } i = 1, 2, \dots, n, \\ 0, & \text{en otro caso.} \end{cases}$$

Así, que el problema se puede plantear como:

$$\begin{aligned} \min z &= x_1 + x_2 + \dots + x_n \\ \text{sugeto a: } &\sum_{O_i} x_j \geq 2, \quad \text{para todo } i = 1, \dots, m \\ &x_j \in \{0, 1\}, \quad \text{para todo } j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

donde O_i es el conjunto de puntos que están sobre la ruta $i = 1, 2, \dots, m$.

A este tipo de modelo se le conoce en la literatura como el Problema de Multicubrimiento. La función objetivo, minimiza el número de puntos a ser seleccionados para efectuar los aforos y esta función objetivo esta sujeta a que se seleccionen por lo menos dos puntos de cada ruta, esto es, hay una restricción para cada una de las m rutas del tipo mayor o igual a 2, finalmente se restringe a las variables a ser binarias (0 o 1).

Para una red con pocas rutas el problema resulta fácil de resolver, pero cuando el número de rutas y el número de puntos se incrementa, la solución del problema ya no resulta tan trivial, es más, resulta ser un problema difícil de resolver. Para resolver el problema del sistema (1), se hicieron pruebas con ejemplos de redes de transporte de alrededor de 100 rutas y 500 paradas. En la solución de las instancias propuestas, se usaron los paquetes LINDO (Linear, INteractive, and Discrete Optimizer) y GAMS (General Algebraic Modeling System) y no convergieron.

En este artículo se desarrolla un algoritmo heurístico y su correspondiente implementación para resolver un problema de muestreo en la red de rutas de transporte urbano de la Ciudad de México. El problema consiste en la selección de al menos 2 puntos (paradas de la ruta) en cada una de las 236 rutas en el estudio con un total de 8.390 paradas. El problema anterior, se plantea como un problema de multicubrimiento (multicover problem) con 236 restricciones y 8.390 variables binarias. Este problema es un problema NP-duro, por lo que se implementó un algoritmo heurístico para obtener los puntos de muestreo.

Los resultados del algoritmo arrojan soluciones en donde los puntos a muestrear se reducen a 348, es decir, se está seleccionando un promedio de 1.47 puntos por ruta. En general, las paradas seleccionadas por el algoritmo glotón, corresponden a puntos en la red por donde pasan varias rutas. Existen rutas donde la intersección con otras rutas es casi nula y de ahí la necesidad de seleccionar paradas por donde únicamente pasa dicha ruta. Para fines prácticos, en general, las paradas seleccionadas por el algoritmo son muy transitadas y de fácil acceso.

Los valores del juego de parada óptima para medias aritméticas de variables de Bernoulli*

Jaime Lobo Segura[†] Santiago Cambroner[‡]

Costa Rica

En la teoría de parada óptima (*optimal stopping theory*), se ha planteado el problema del juego de función de ganancias $W_n = S_n/n$ (problema de las medias aritméticas), donde S_n designa una caminata aleatoria de variables i. i. d. de ley común G . Los tiempos de parada son los definidos por la filtración natural de la caminata.

Si V, V_N designan los valores del juego para los problemas de horizonte infinito y finito de horizonte N respectivamente, se puede probar que bajo condiciones bastante generales sobre la ley G , la sucesión creciente V_1, V_2, V_3, \dots converge al valor V . Este último resultado permite en particular aproximar el valor V por los valores de horizonte finito de manera efectiva mediante el algoritmo de Bellman de programación dinámica.

Existen sin embargo muchas preguntas abiertas acerca del problema de la aproximación de los valores del juego de las medias aritméticas bajo condiciones más generales. En vista de ello hemos analizado más de cerca este problema en el caso de leyes G del tipo Bernoulli en $\{-1, 1\}$ con media $m = 2p - 1$. El problema es pues paramétrico de parámetro p . Para estudiar el problema de las medias aritméticas hemos considerado generalizar el problema al de las medias aritméticas generalizadas, donde la función de ganancias es de la forma

$$W_n = (a + S_n)/(m + n),$$

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:20 PM, SALA 217.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, investigador del CIMPA. Email: jl2814@racsa.co.cr.

[‡]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica, investigador del CIMPA. Email: chago@scratchy.emate.ucr.

siendo a un parámetro real y m un parámetro entero. Los valores del juego se ven así como funciones $V(a, m)$ de los parámetros.

Se establece, mediante resultados de descomposición de tiempos de parada, que los valores $V(a, m)$ correspondientes a diferentes parámetros a, m se relacionan entre sí mediante una relación recurrente. En el caso de horizonte finito la relación permite calcular recurrentemente el valor del juego de horizonte mediante otros de horizonte menor, mientras que en horizonte infinito permite deducir propiedades cualitativas de los valores del juego cuando se consideran como funciones de los parámetros.

Otro logro del estudio ha sido el encontrar una familia de cotas teóricas superiores $C(a, m)$ para los valores $V(a, m)$. Las cotas $C(a, m)$ tienen la característica de poder expresarse como funcionales de la caminata mediante funciones conocidas. Hallamos fórmulas cerradas para dichas cotas en el caso $p = 1/2$ (problema simétrico).

Se ofrecen comparaciones de estos resultados con los obtenidos por otros autores.

El problema del conjunto independiente en la selección de horarios de cursos*

Rafael López Bracho[†] Miguel Ángel Gutiérrez Andrade[‡]
María Paula Ortuño Sánchez[§] Javier Ramírez Rodríguez[¶]

México

Abstract

Supposing that different scheduled courses are proposed for every subject that an university student wants to take. A good selection of courses is a subset of the courses set with pairwise different subjects and timetables. The Choose Courses Problem is to find the maximal good selection of courses. A Graph Theory model of the problem and an algorithm to solve it will be shown.

Resumen

El proceso de inscripción de alumnos de la División de CBI de la UAM Azcapotzalco, tiene como fundamento la libertad de cada alumno de seleccionar las cursos que seguirá, así como los grupos en los que quedará inscrito. El éxito de este sistema, medido en términos del porcentaje de alumnos que pueden inscribirse en los cursos que seleccionaron, depende en gran medida tanto de las características de la oferta de grupos, relativas principalmente a la cantidad y a la variedad de horarios, como de la posibilidad por parte de los alumnos de hacer una adecuada selección de horarios para los cursos por los que optaron.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:40 PM, AUDITORIUM.

[†]Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco. Av. San Pablo 180, Colonia Reynosa Tamaulipas, México, D. F., C. P. 02200; Email: rlb@correo.azc.uam.mx.

[‡]misma dirección; Email: gama@correo.azc.uam.mx.

[§]misma dirección; E-mail: pos@correo.azc.uam.mx.

[¶]misma dirección; Email: jararo@correo.azc.uam.mx.

La gran diversidad de cursos que deben programarse y la libertad que tiene cada alumno de seleccionar los grupos en los que cursará cada curso de su interés, imposibilitan hacer una revisión exhaustiva de la pertinencia de la programación, en cuanto a las necesidades de cada estudiante en particular. Uno de los objetivos de este trabajo es mostrar un modelo de Teoría de Gráficas que puede ayudar a hacer el seguimiento de la oferta de cursos por medio de la solución del problema del Conjunto Independiente. Para efecto del planteamiento del problema y de la construcción del modelo, se proponen las siguientes dos definiciones:

- **Definición 1.** Dos horarios son compatibles si corresponden a diferente curso y su intersección es vacía (no se traslapan en algún día y hora).
- **Definición 2.** Una selección de grupos es inadecuada cuando excluye al menos un curso de los que originalmente se habían considerado, o cuando incluye horarios incompatibles.

En una instancia del problema de selección de horarios se tiene un conjunto de asignaturas seleccionadas por un alumno y un conjunto constituido por los grupos propuestos, con su horario asignado, para impartir los cursos seleccionados. El problema consiste en determinar, para las asignaturas escogidas, un conjunto de grupos con horarios dos a dos compatibles y de cardinalidad máxima. Se presentará además el algoritmo utilizado en la solución del problema de selección de horarios y otros problemas relacionados con éste.

La modélisation en croissance latente par la méthode des équations structurales*

Thierry Marivain[†]

Francia

Dans les années 1970, Wohwill (1970) demande aux psychologues développementaux de focaliser leurs questions sur l'étude des processus en s'intéressant tant aux changements intra-individuels qu'aux différences interindividuelles dans ces changements. Il critique en effet, le fait de considérer l'âge en tant que variable indépendante plutôt que dépendante. Wohwill n'a manifestement pas été entendu puisque presque 20 ans plus tard, Perlmutter (1988) fait le constat que beaucoup de recherches sur le développement cognitif utilisent des méthodes transversales dans lesquelles les performances cognitives servent de variables dépendantes et l'âge de variable indépendante. Les recherches longitudinales dans lesquelles les indices de changement cognitif plutôt que simplement les performances cognitives devraient servir de variables dépendantes et permettraient peut-être de mieux caractériser le développement cognitif. Cette problématique, n'a donc pas fait l'objet d'un vif intérêt de la part des psychologues, ces derniers se suffisant de méthodes "classiques" tout en ayant sans doute bien conscience du paradoxe de choisir des méthodes "simples" pour interroger un concept aussi complexe que celui du changement.

Une première mesure du changement consiste à calculer un score de différence sur la même variable à 2 moments différents ($X_2 - X_1$). On parle alors de score de changement, de changement brut ou de gain brut. Une autre manière de procéder consiste à appliquer une régression de Y_1 sur Y_2 . Le gain résiduel $Y = Y_2 - E(Y_2) = Y_2 - a - bY_1$ (Menard, 1991). Il y a eu beaucoup de discussions et de désaccords sur l'utilisation de ces scores de changement. Cronbach et Furby (1970) avancent

*XIII SIMMAC Y COLOQUIO FRANCO - COSTARRICENSE EN ANÁLISIS DE DATOS Y PSICOLOGÍA: Miércoles 30 de Enero, 10:00 am, Aula 217 FM.

[†]Université Rennes 2, 6, avenue Gaston Berger, 35043, Rennes Cedex, France.

que les scores de gain brut ou résiduel sont corrélés avec les erreurs de mesure et sont donc moins fidèles que les scores des variables X2 et X1. Si cette pratique peut être utilisée, beaucoup de réserves sont avancées pour notre discipline pour laquelle les mesures sont très imparfaites. Williams et Zimmerman (1996) pensent quant à eux que la baisse de la fidélité s'explique par le manque d'homogénéité des variances et que le score de gain ne doit pas être systématiquement écarté en tant que mesure du changement.

Les modèles autorégressifs sont sans doute les plus utilisés pour étudier le changement. Mais, Stoolmiller et Bank (1995) soulignent que ces modèles peuvent obscurcir la détection d'importants prédicteurs du changement, par exemple, lorsqu'on observe un pattern de croissance de type fan-spread. Les auteurs pensent que de larges scores de changement peuvent ne pas être pris en considération par les modèles autorégressifs. Ces derniers ne sont pas pour Rogosa & Willett (1985) des modèles explicites du changement, s'intéressent généralement à 2 moments seulement, et les analyses ne sont effectuées qu'à partir de la matrice des variances-covariances ce qui n'est pas un résumé suffisant des données longitudinales. Le plus grand reproche est sans doute l'utilisation systématique, donc non réfléchie, des modèles autorégressifs comme le modèle pertinent en psychologie du développement alors qu'il serait peut-être plus judicieux de les compléter par d'autres méthodes statistiques et se questionner sur les résultats obtenus. Les modèles en croissance latente (MCL) font l'objet d'un intérêt croissant depuis une quinzaine d'années parmi les spécialistes de l'analyse du changement comment étant un moyen, parmi d'autres, de répondre à des questions, qui le moins que l'on puisse dire, sont souvent mises en avant par les spécialistes comment étant non résolues pour répondre aux différences individuelles systématiques dans le changement (Willett & Sayer, 1994). Nous en présenterons les fondements, ses avantages et inconvénients à l'aide d'un modèle d'équations structurales, le LISREL.

Una variante del método que utiliza la simulación de un proceso de difusión para la caracterización de formas de figuras planas*

Víctor Medina[†] Osvaldo Skliar[‡] Tatiana Láscaris Comneno[§]
José S. Poveda[¶]

Costa Rica

Se presenta una variante de un método introducido previamente para la caracterización de formas de figuras planas. Dicha variante, además de mantener las ventajas del método original, presenta una más: no resulta imprescindible detener un proceso —simulado— de difusión durante el “transitorio” —o sea, antes de llegar a la etapa de equilibrio—. Por el contrario, cuanto mayor es el tiempo durante el cual tiene lugar dicho proceso más se hace notorio cuáles son las partes cóncavas y cuáles las partes convexas de los contornos de las figuras analizadas.

Palabras clave: caracterización de formas, contornos de figuras planas, proceso de difusión, concavidades, convexidades.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:00 PM, SALA 217.

[†]Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: vmedinab@racsa.co.cr.

[‡]Escuela de Informática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: oskliar@racsa.co.cr.

[§]Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: tlascaris@una.ac.cr.

[¶]Laboratorio de Matemática Aplicada y Simulación Computacional, Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: seniormaster@hotmail.com.

Sobre el problema inverso de difusión*

José Roberto Mercado Escalante[†] Fernando Brambila Paz[‡]

Álvaro Alberto Aldana Rodríguez[§]

México

El presente trabajo se inscribe dentro de la óptica de la modelación matemática. Se sabe que los procesos estocásticos pueden verse como la abstracción matemática de los procesos empíricos cuyas variables siguen un comportamiento aleatorio.

De otra parte, en el estudio del problema inverso de dispersión en física, el potencial aparece como un coeficiente en la ecuación diferencial, por lo que deviene genérico, el llamar problema inverso a la obtención de los coeficientes de las diversas ecuaciones diferenciales.

Dentro de los procesos estocásticos, son de especial importancia aquellos de carácter unigeneracional, conocidos como procesos de Márkov, para los que se cumple la ecuación de Chapman-Kolmogórov y conducen a la ecuación de Fokker-Planck. Esta ecuación tiene tres fenómenos componentes: el difusivo, el advectivo y el reactivo. Desde un punto de vista más general, la ecuación de difusión clásica es una ecuación de Fokker-Planck asociada con un movimiento browniano standard, para el que la velocidad advectiva es cero y el coeficiente de difusión es constante normalizado al valor $\frac{1}{2}$.

Cuando el fenómeno difusivo es el dominante o incluso con la contribución del fenómeno advectivo constante o promediado, se requiere abordar inicialmente el problema inverso de difusión, para modelar dicho coeficiente y luego poder

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:40 PM, SALA 217.

[†]Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), C. P. 62550, Jiutepec, Morelos, México, fax: (7)-3193544. Email: rmercado@tlaloc.imta.mx.

[‡]Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 04510 México, D. F., tel: (5)-6224858. Email: fbp@hp.ciencias.unam.mx.

[§]Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), C. P. 62550 Jiutepec, Morelos, México, fax: (7)-3194000. Email: aaldana@tlaloc.imta.mx.

estudiar el problema directo de difusión. Este problema inverso de difusión es el objeto principal del teorema M-B 1, que se enuncia, se demuestra en un contexto particular y se aplica en el presente trabajo.

El teorema da la solución para el problema inverso de difusión en términos fractales. En resumen, muchos fenómenos empíricos siguen la ecuación de Chapman-Kolmogorov y ésta conduce al estudio del coeficiente de difusión que se aborda con el teorema M-B 1.

En un trabajo recientemente publicado, se aplicó el teorema citado y los métodos del análisis de grupo de las ecuaciones diferenciales, al estudio de problemas inversos que surgen de la ecuación de Fokker-Planck. Allí se excluyó el caso del grupo de Boltzmann, tema denominado por algunos autores como difusión normal, pero en el presente trabajo, se aborda el análisis de esa situación para el problema inverso de difusión.

Posteriormente, se ilustra su importancia en los fenómenos de infiltración del agua en medios porosos, como uno de los muchos ámbitos de aplicación y se resuelve el problema directo por métodos fractales.

Con métodos de la teoría de grupos de Lie, aplicados al problema inverso del exponente de similaridad, también se encuentran soluciones al problema directo de difusión, aplicables a muchos campos de la modelación matemática, como son: drenaje horizontal, drenaje vertical, dispersión de una gota en el suelo y dispersión de insectos.

Aplicación de los valores y vectores propios al análisis de los sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo*

Jorge Monge Fallas[†] Enrique Vílchez Quesada[‡]

Costa Rica

En este trabajo, exponemos de forma convincente y adecuada a nuestra disciplina, la utilidad de la teoría de los valores y vectores propios dentro del análisis de los sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo.

Esta aplicación de los valores y vectores propios refleja la importancia vital del álgebra lineal particularmente en el área de ingeniería.

Nuestro esfuerzo consiste en exponer las bases más importantes de la teoría del análisis de los sistemas dinámicos lineales e invariantes en el tiempo, con un enfoque personalizado, bajo la perspectiva de estar dirigida a un lector más involucrado en la ciencia matemática que en la ingeniería.

La secuencia de las ideas en este apartado no profundizan en muchos aspectos técnicos relacionados propiamente con la ingeniería. Nos hemos permitido esta exoneración, por el objetivo primordial de nuestra investigación.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:20 PM, SALA 102.

[†]Escuela de Matemática, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica.

[‡]Misma dirección.

Más allá de la regresión múltiple en Ciencias Sociales: el análisis multinivel*

Eiliana Montero[†] Jeannette Villalobos[‡]

Costa Rica

Los supuestos estadísticos de un análisis clásico de regresión múltiple no permiten incluir válidamente variables independientes de diferentes niveles de agregación en una misma ecuación.

Así, esta herramienta estadística presenta una clara limitación cuando se aplica para explicar o predecir el comportamiento humano, pues en muchos casos la conducta individual está influenciada por variables del individuo pero también por variables de su contexto social. Por ejemplo: en programas de salud los comportamientos preventivos hacia cierta enfermedad pueden depender de dimensiones del individuo, como género, nivel educativo y condición socioeconómica, pero también de dimensiones de la comunidad en que vive, tales como acceso a servicios de salud y valores culturales.

Otra ilustración se refiere al estudio de los factores que afectan el rendimiento académico de un estudiante. Se puede decir que el rendimiento va a depender de factores intrínsecos del sujeto, como habilidad intelectual, satisfacción con los contenidos y aspectos familiares, así como de factores del profesor y del curso, entre los que se pueden incluir métodos pedagógicos, tamaño del grupo y recursos didácticos.

Si se intenta aplicar un modelo clásico de regresión múltiple para explicar el comportamiento en cualquiera de los casos anteriores, se debería recurrir a dos

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:00 PM, SALA 102.

[†]Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones Psicológicas, Escuela de Estadística; 2060 San José, Costa Rica; Telefax: +(506) 207-5636. E-mail: emontero@cariari.ucr.ac.cr.

[‡]Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones Psicológicas, Escuela de Matemática, 2060 San José, Costa Rica; Telefax: +(506) 207-5636. E-mail: jeavilpa@fcs.ucr.ac.cr.

ecuaciones de regresión disociadas, una que incluyera como variables independientes los factores individuales y otra que comprendiera los factores del contexto. De esta manera es imposible analizar conjuntamente los efectos de variables individuales y variables del contexto. Esta imposibilidad técnica del modelo de regresión tiene serias consecuencias prácticas pues no se puede realizar una interpretación integrada de los efectos simultáneos de dichas variables y se corre el riesgo de generar conclusiones sesgadas e inconsistentes.

Los modelos “multinivel”, “de niveles múltiples”, “jerárquicos” o de “análisis contextual”, superan esta limitación, pues permiten incluir en una misma ecuación de regresión variables de diferentes niveles de agregación.

A continuación se expresa matemáticamente el modelo de dos niveles, el más simple y más utilizado:

$$Y = (b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n) + (c_1W_1 + c_2W_2 + \dots + c_mW_m);$$

en donde:

- Y es la variable dependiente.
- X_1, X_2, \dots, X_n son las variables independientes del individuo (nivel 1).
- W_1, W_2, \dots, W_m son las variables independientes del contexto (nivel 2).
- b_1, b_2, \dots, b_n son los coeficientes del modelo asociados a las variables independientes individuales (nivel 1).
- c_1, c_2, \dots, c_m son los coeficientes del modelo asociados a las variables del contexto (nivel 2).

Este artículo presenta una justificación para el uso de los modelos de niveles múltiples en investigaciones de ciencias sociales y salud. Se describe su marco conceptual, sus propósitos, sus procedimientos de estimación y bondad de ajuste. Además, se dan ejemplos de su aplicación e interpretación con datos reales.

Experiencia computacional con un método de Newton centrado*

Flor Montes de Oca[†] Maria D. Gonzalez-Lima[‡]

Venezuela

La rapidez de convergencia (local) del método de Newton lo hace un método atractivo, y muchas veces de preferencia, en la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales. Es sin embargo conocido que este es un método no convergente globalmente, desventaja que se ha tratado de superar con técnicas de globalización como búsqueda lineal o regiones de confianza, aunque aun esas técnicas globalizadoras presentan ciertas desventajas.

En este trabajo presentaremos un método alternativo para la resolución de sistemas de ecuaciones no lineales. Este método, basado en un trabajo de Kunio Tanabe (CENTERED NEWTON METHOD, *Proceedings of the Annual Meeting, Japan Statistical Society*, 209-210, 1988) combina la dirección tradicional de Newton con otra dirección que apunta hacia una variedad central donde las componentes de la función que definen el sistema a resolver, son iguales en valor absoluto.

La motivación de esta dirección es mejorar el comportamiento global del método de Newton. En esta charla demostraremos que el comportamiento local de este método es el mismo que el del método de Newton, bajo la escogencia apropiada de ciertos parámetros. Estudiaremos el sentido de la dirección de centrado considerada y su efecto en diversos problemas resueltos, así como también el concepto de variedad central usado. Presentaremos resultados numéricos. Mostraremos también que este método puede entenderse como un método de Newton inexacto y presentaremos una idea de globalización para el mismo.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:00 AM, SALA 102.

†Universidad Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela.

‡Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Desarrollo de un curso virtual de probabilidades*

Walter Mora Florez[†] Mario Marín Sánchez[‡]

Costa Rica

Se describe el desarrollo de un curso de probabilidad para estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El desarrollo del mismo se hace con la intención de incorporar elementos de interacción a través del computador, para permitir al estudiante y al profesor el diseño, la implementación y el desarrollo de actividades que faciliten la exploración de conceptos.

La programación y el desarrollo del curso hace un uso importante de métodos numéricos y tiene un componente importante de programación en Java. Muchas de las propuestas o herramientas promueven un acercamiento de las prácticas educativas al paradigma constructivista.

Palabras clave: probabilidades, curso virtual, interacción humano-computador, métodos numéricos, programación Java.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:20 PM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemáticas, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Email: wmora@itcr.ac.cr.

[‡]Misma dirección. Email: mmarin@itcr.ac.cr.

Constructing some PBIBD(2)s by tabu search algorithm*

Luis B. Morales[†]

México

Some papers have dealt with the construction of 2-concurrence designs as an optimization problem.

In this paper we generalize these results to formulate also the construction of partially balanced incomplete block designs with 2 associate classes as a combinatorial optimization problem.

We will propose an algorithm based on tabu search to construct many of these designs. Our algorithm was able to construct 51 resolvable and 71 non-resolvable.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:20 PM, AUDITORIUM.

[†]IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 70-221, México, D. F., 04510, México. Email: lbm@servidor.unam.mx.

An enumerative procedure for identifying maximal covers*

Susana Muñoz[†]

España

Consider the 0-1 linear programming problem

$$\max z = \sum_{j \in J} c_j x_j, \quad \text{s.t.} \quad \sum_{j \in J} a_{ij} x_j \leq b_i, \quad \forall i \in I, x_j \in \{0, 1\}, \forall j \in J, \quad (3)$$

where $J = \{1, \dots, n\}$, $I = \{1, \dots, m\}$ and $\{c_j\}_{j \in J}$, $\{a_{ij}\}_{i \in I, j \in J}$, $\{b_i\}_{i \in I}$ are real numbers.

We say that two constraint systems $Ax \leq b$ and $A'x \leq b'$ are *equivalent* if $\{x \in \{0, 1\}^n \mid Ax \leq b\} = \{x \in \{0, 1\}^n \mid A'x \leq b'\}$. The system $A'x \leq b'$ is said to be *as tight* as the system $Ax \leq b$ if it is equivalent to $Ax \leq b$ and $x \in [0, 1]^n \mid A'x \leq b' \subseteq \{x \in [0, 1]^n \mid Ax \leq b\}$. The system $A'x \leq b'$ is said to be *tighter* than the system $Ax \leq b$ if it is equivalent to $Ax \leq b$ and $x \in [0, 1]^n \mid A'x \leq b' \subset \{x \in [0, 1]^n \mid Ax \leq b\}$.

Given a set of variables $\{x_1, \dots, x_n\}$ and a set $F \subseteq \{1, \dots, n\}$, we define $X(F) = \sum_{j \in F} x_j$.

Definition 1. A cover C is a set of indices of variables that induces the inequality $X(C^+) - X(C^-) \leq k_C - |C^-|$, where $C^+ \cup C^- = C$, $C^+ \cap C^- = \emptyset$ and k_C is an integer such that $1 \leq k_C \leq |C|$.

Definition 2. A *trivial cover* is a cover C such that $k_C = |C|$.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:00 PM, AUDITORIUM.

[†]Dpto. de Estadística e Investigación Operativa I, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. E-mail: smunoz@eucmax.sim.ucm.es.

We consider knapsack constraints from problem (1) of the form

$$\sum_{j \in J_0} a_j x_j \leq b, \quad (4)$$

where $0 < a_j \leq b, \forall j \in J_0, \sum_{j \in J_0} a_j > b$ and $a_j \leq a_{j'}, \forall j, j' \in J_0$ with $j < j'$.

Definition 3. The inequality $\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b$ is said to be **dominated** by the inequality $\sum_{j=1}^n a'_j x_j \leq b'$ if $\{(x_1, \dots, x_n) \in [0, 1]^n \mid \sum_{j=1}^n a'_j x_j \leq b'\} \subseteq \{(x_1, \dots, x_n) \in [0, 1]^n \mid \sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b\}$.

Definition 4. Given a set of covers \mathcal{C} , $C \in \mathcal{C}$ is a **maximal cover** from \mathcal{C} if its induced inequality is not dominated by the inequality induced by $C', \forall C' \in \mathcal{C}$ such that $C'^+ \neq C^+$ or $C'^- \neq C^-$ or $k_{C'} \neq k_C$.

There are several ways for tightening the formulation of problem (1) by using maximal covers whose induced inequalities are valid for its feasible region, namely, by appending those induced inequalities to the constraint system of (1) and by increasing or reducing the coefficients of some constraints in (1).

Definition 5. A non-trivial cover C implied by constraint (4) with induced inequality $X(C) \leq k_C$ is said to be **minimal** with respect to constraint (3) if $\sum_{j \in C \setminus \{k\}} a_j \leq b, \forall k \in C$.

Given a non-empty set $C \subseteq J_0$, we define $\underline{\gamma}(C) = \min \{j \mid j \in C\}$ and $\bar{\gamma}(C) = \max \{j \mid j \in C\}$.

Proposition 1. A set $C \subseteq J_0$ is a minimal cover with respect to constraint (4) with induced inequality $X(C) \leq |C| - 1$ if and only if $\sum_{j \in C} a_j > b$ and $\sum_{j \in C \setminus \{\underline{\gamma}(C)\}} a_j \leq b$.

Definition 6. Let C be a minimal cover with respect to constraint (4). The set $E(C) = C \cup \{j \in J_0 \mid j > \bar{\gamma}(C)\}$ is called the **extension** of C .

Our theorem 1 shows that every maximal cover from the set of covers implied by constraint (4) is the extension of a unique minimal cover with respect to (4). Accordingly, for identifying these maximal covers it suffices to identify the minimal covers with respect to (4). A characterization of those minimal covers whose extensions are maximal covers from the set of covers implied by constraint (4) is given in our theorem 2.

(Cortado a 2 páginas, por limitaciones de espacio)

Modelo de toma de decisiones aplicado al desarrollo de una región*

Astrid Oddershede[†] Arnoldo Arias[‡]

Chile

Este trabajo presenta un modelo de toma de decisiones con múltiples objetivos, que se basa en criterios, requerimientos y juicios subjetivos expresados por un equipo de expertos, para el desarrollo de una región costera. El desarrollo de una región costera debe planificarse dentro del marco de la estrategia nacional general. Dicho desarrollo consiste en una combinación de planificación a mediano y largo plazo y debido a la existencia de un puerto, se debe realizar un programa de medidas a corto plazo, para mejorar la gestión de las instalaciones y su utilización.

La zona en estudio comprende, además de actividades marítimo portuarias, actividades industriales, agrícolas y pesqueras, de turismo y comercio y de servicios. En cada una de estas actividades intervienen muchos factores y objetivos, los que a su vez son complejos y muchas veces están en conflicto entre sí. De tal manera que el logro de alguno de ellos se obtiene solo a expensas del otro.

En la práctica, cuando un problema involucra más de un objetivo a lograr, el modelar se torna más complejo. El Proceso Jerárquico Analítico (AHP) es un método que considera una multiplicidad de objetivos y es apropiado para apoyar a los tomadores de decisión a ordenar, establecer preferencias y decidir cuando se necesita considerar tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. Este enfoque entrega, además, la estructura y la operatoria matemática para obtener una priorización en función de los múltiples objetivos definidos para la situación problema en estudio. Se inicia representando la situación problema en una estructura

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 4:20 PM, SALA 102.

[†]Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Casilla 10233, tel: 56-2-776.22.60, fax: 56-2-779.97.23. Email: aoddersh@lauca.usach.cl

[‡]Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Casilla 10233, tel: 56-2-776.22.60, fax: 56-2-779.97.23. Email: aarias@lauca.usach.cl

jerárquica cuya meta deseada se descompone en objetivos o criterios los que a su vez se descomponen en sub-objetivos y/o sub-criterios hasta los cursos de acciones alternativos. Los decisores emiten juicios comparativos, de a pares, a través de la estructura jerárquica para obtener las prioridades globales de las alternativas. El problema puede involucrar factores sociales, políticos, técnicos y económicos.

El proceso se dividió en dos etapas principales. Durante la primera etapa, la tarea consistió en identificar todos los factores relevantes, la construcción de la estructura e identificar las categorías críticas en cada nivel y sus interrelaciones. Se elaboró un cuestionario para ser respondido por especialistas y personas que ocupan cargos gubernamentales, personas que se desempeñan en sectores productivos, como también personas de la comunidad.

La segunda etapa se concentra en la representación de la problemática a analizar mediante una estructura jerárquica basada en la información obtenida a través de la encuesta. Por consiguiente, se construyó una estructura jerárquica de cuatro niveles. Cada nivel tiene múltiples nodos respecto de las alternativas a ser comparadas en el siguiente nivel. La meta o el nivel 1 de la jerarquía indica el objetivo global que se aspira lograr. En este caso es identificar las acciones que producirían mayor trascendencia en el desarrollo de la región. El nivel 2 indica los sectores que contribuirán al desarrollo de la zona. Para la zona en estudio los sectores fueron agrupados en cuatro: Industrial, Servicios, Turismo, Marítimo y Portuario. El nivel 3 se representa por aquellas actividades o aspectos que estarían influyendo más específicamente sobre cada uno de los sectores del nivel anterior: El económico, la educación, la infraestructura y el Medio Ambiente. El nivel 4 se constituye por aquellas acciones y alternativas posibles de realizar que estarían contribuyendo más específicamente sobre cada uno de los factores del nivel anterior.

Una vez establecida la estructura básica, se orientó el esfuerzo a formar un Panel de Expertos para la Zona en cuestión, dicho panel se conformó de 30 personas relacionadas a cada uno de los sectores productivos.

Con la estructura jerárquica básica descrita se realizó la priorización. Esto consistió en someter a cada miembro del panel de experto a un proceso en que deben emitir juicios y expresar sus preferencias y/o importancia por cada factor de cada nivel, para el logro del objetivo, de tal manera que todos los elementos de un mismo nivel, son comparados y ponderados entre sí. A través del proceso jerárquico analítico se logra determinar las actividades prioritarias que apoyarán el desarrollo de esta región costera.

Palabras clave: toma de decisiones, proceso jerárquico analítico, prioridades, desarrollo regional.

Programación cuadrática resuelta como un problema de optimización combinatoria*

Blanca Rosa Pérez[†] Sergio De los Cobos[‡]

México

El problema de la programación cuadrática se puede resolver por medio del algoritmo de Kunn Tucker o el algoritmo del cono, sin embargo, ninguno de los dos algoritmos llega a la solución en el 100% de los casos, por esta razón es importante explorar otras formas de encontrar la solución.

Una alternativa es transformar el problema en uno de optimización combinatoria y resolverlo por métodos de programación entera como la técnica de ramificación y acotamiento; o por métodos heurísticos como el de búsqueda tabú, recocido simulado o algoritmos genéticos.

En este trabajo se presenta la transformación del problema de programación cuadrática en un problema de optimización combinatoria y la aplicación de la técnica de ramificación y acotamiento para llegar a la solución.

El problema de programación cuadrática, de manera canónica se establece como minimizar la función $\eta(x) = x^T x$, sujeta a las restricciones lineales dadas por $Rx \leq r$, donde R es una $k \times n$ matriz de rango completo ($k \leq n$). La solución está dada por $x_{op} = R^T (RR^T)^{-1} \omega$ donde ω está relacionado con el vector ν mediante $R^T R \omega = r - \nu$ con $\omega, \nu \geq 0$ y $\omega \cdot \nu = 0$.

Se pueden encontrar los vectores ω, ν usando los algoritmos clásicos de Kunn Tucker y el del Cono, sin embargo, estos algoritmos sólo llegan a la solución en

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:00 AM, AUDITORIUM.

[†]Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Rafael de Atlixco, No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, México D.F., CP 09340, México, Fax (55) 5804 4660. Email: psbr@xanum.uam.mx.

[‡]Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana, Av. San Rafael de Atlixco, No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, México D.F., CP 09340, México. Fax: +(52) 5804 4640. Email: cobos@xanum.uam.mx.

alrededor de un 95% de los casos. Una alternativa para encontrar estos vectores es transformar el problema en un ejemplo de optimización combinatoria y aplicar algunas técnicas conocidas para estos casos, como las heurísticas: búsqueda tabú, recocido simulado, algoritmos genéticos, o algoritmos de optimización combinatoria como la técnica de ramificación y acotamiento. Este es el objetivo del presente trabajo, transformar la programación cuadrática en un problema de optimización combinatoria y sentar las bases teóricas para alcanzar la solución.

Dado que la relación entre los vectores ω y ν es $\omega, \nu \geq 0$ y $\omega \cdot \nu = 0$, entonces se sigue que las correspondientes coordenadas de ω y de ν , no puede ser simultáneamente diferentes de cero. Si se conoce que coordenadas del vector ω son diferentes de cero, se pueden encontrar a los vectores ω y ν resolviendo una simple ecuación matricial.

Sea $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ tal que $c_i = 1$ si $\omega_i \neq 0$ y $c_i = 0$ si $\omega_i = 0$. El problema se reduce a encontrar el vector C correspondiente a ω que minimiza la función objetivo. El conjunto de posibles soluciones es finito de cardinalidad 2^n , por lo que se puede encontrar la solución por una búsqueda exhaustiva, o aplicando algunas técnicas de optimización combinatoria clásicas.

Se puede demostrar que existen propiedades de monoticidad de la función objetivo y ciertas relaciones de recurrencia entre los subconjuntos de soluciones factibles, esto hace factible que se pueda aplicar la técnica de ramificación y acotamiento de una manera muy eficiente.

Palabras clave: algoritmo de Kunn Tucker, algoritmo del cono, optimización combinatoria.

Sobre los números de Hal y Lah*

Eduardo Piza Volio[†]

Costa Rica

Resumen

En este trabajo se estudian algunas propiedades relativas a los números de Hal (H_n^k) y de Lah (L_n^k), que son aquellos números que surgen en combinatoria asociados con los polinomios factoriales hacia adelante y hacia atrás $[x]^n$ y $[x]_n$.

Se establecen las fórmulas por recurrencia, las funciones generadoras y las fórmulas cerradas para esta familia de números, entre otras propiedades.

Abstract

In this paper we study some properties concerning the Hal (H_n^k) and Lah numbers (L_n^k), which are those that arise in the theory of combinatorics in association with the 'up and down factorial polynomials' $[x]^n$ and $[x]_n$.

We establish the corresponding recurrence formulae, the generating functions and the close formulae for this family of numbers, among others properties.

Palabras clave: números de Hal, números de Lah, polinomios factoriales, funciones generadoras, combinatoria.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 5:40 PM, SALA 217.

[†]Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA) de la Universidad de Costa Rica. Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: epiza@cariari.ucr.ac.cr.

Utilización de modelos de pobreza: perfiles de la población IMAS (SIPO) según el modelo de puntaje*

Jorge Poltronieri†

Costa Rica

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Identificar diferentes subgrupos de la población nacional y de la población registrada en el SIPO, con base en la definición de intervalos de puntaje a lo largo de la escala que define el modelo SIPO-2001.
- Caracterizar la condición socioeconómica de cada uno de los subgrupos identificados en la población nacional y en la población registrada en el SIPO, con base en las variables que intervienen en el modelo del puntaje.

El trabajo inicia con el análisis de una muestra representativa de los hogares del país; posteriormente con base en esos resultados y considerando algunas particularidades se desarrolla un proceso similar para la base de datos del SIPO, con la información de todas las familias registradas y con datos completos al 1 de setiembre del 2000.

La construcción del perfil de la población nacional y de la población registrada en el SIPO constituyó un reto y a la vez la respuesta a un vacío existente en torno al método del puntaje, particularmente en relación con la aplicación práctica del mismo. Para la elaboración de este documento no se contó con un antecedente, tal como el que se tenía en la construcción del modelo del puntaje.

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 6:00 PM, SALA 102.

†Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA) de la Universidad de Costa Rica. Código Postal 2060, Costa Rica.

Con el estudio de los perfiles se cumplen los objetivos inicialmente propuestos y se logra ampliar dicha expectativa, mediante la aplicación de los resultados del mismo en la descripción de una población particular. También tiene relación con este trabajo la propuesta de un mecanismo de distribución geográfica y de asignación de los recursos a las familias para el año 2001.

En cuanto a la definición de grupos de población a través de la escala del puntaje, se parte de la población nacional, representada por los hogares incluidos en la Encuesta de Hogares de 1997. En esta población se logra identificar seis grupos, con características socioeconómicas bien diferenciadas, cinco de los cuales se ubican por debajo de los 500 puntos. La identificación y descripción de estos grupos se hace tanto con los resultados de técnicas estadísticas simples como la distribución de frecuencias y las tablas cruzadas; así como con la técnica multivariada conocida como Análisis de Componentes Principales (ACP).

Con base en la experiencia del procedimiento aplicado a los datos de la EHPM, se sigue en forma similar para la población registrada en el SIPO. Esta población, como es de esperar, manifiesta una clara concentración en puntajes bajos; pero dicha tendencia se diluye conforme el puntaje se aproxima a la media de la población nacional (500 puntos). Por esta razón, es posible hacer una clasificación más específica de los puntajes en este tramo de la escala, llegándose a un total de ocho grupos, siete de los cuales se ubican por debajo de los 500 puntos. La identificación de los ocho grupos se da tanto para la zona urbana como para la rural.

Análisis de los registros continuos de nacimientos en Panamá del año 1999, a través del análisis de componentes principales*

Carmen C. Rodríguez[†] Elena del C. Coba[‡]

Panamá

El nacimiento de un nuevo niño o niña representa para una población una esperanza, en la medida que esté vaya convirtiéndose en parte de la fuerza de trabajo que impulsa el desarrollo de la misma. No obstante, para que el producto (nacimiento) llegue a feliz término se conjugan varios factores ligados de manera directa con la madre y que de alguna manera o otra influyen en la madre y su gestante. Para estudiar estos factores partimos del instrumento de recolección de la información que sería en este caso el certificado de nacimiento vivo utilizado para recabar las estadísticas continuas de nacimiento en el país.

El propósito general de esta investigación es abordar el análisis, interpretación y clasificación de los nacimientos según la edad de la madre, tomando en cuenta para ello las variables sociales y de salud que han sido medidas a través del certificado de nacimiento vivo, utilizando para ello el método de componentes principales. Esto daría una idea acerca de las condiciones que se dan al momento del nacimiento de los niños y niñas en nuestro país.

Materiales y métodos

Con los registros continuos que realiza la Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República se obtienen los datos sobre estadísticas continuas de nacimientos. En nuestra investigación hemos colectado los datos

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 4:40 PM, SALA 102.

[†]Universidad de Panamá, Departamento de Estadística.

[‡]Misma dirección.

correspondientes a todos el país con relación a las siguientes variables: Grupo de Edad de la Madre, De padres casados o no casados entre si, Edad del Padre, Tasa de fecundidad, Orden de nacimientos, área de procedencia, Tipo de nacimiento, Nivel de Instrucción, Trabaja o no, Ocupación del padre.

Bibliografía

1. DALLAS E. JOHNSON: *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. International Thomson Editores, México, 2000.
2. HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L., BLACK, W. C.: *Análisis multivariante*. 5ta. Ed. Prentice-Hall, España, 1999.
3. VIVANCO, MANUEL: *Análisis estadístico multivariable, teoría y práctica*. Iera. Ed. Editorial Universitaria. Chile, 1999.
4. SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS, PANAMÁ: *Análisis conjunto del país*. Naciones Unidas, Panamá, 2000.
5. *Estadísticas vitales: Nacimientos vivos y defunciones fetales*. Sección Movimientos de la Población, Dirección de Estadística y Censo, Panamá, 1999.

Palabras clave: fecundidad, análisis de componentes principales.

Aplicación del análisis de conglomerados en la clasificación de los corregimientos ubicados en las comarcas indígenas de la República de Panamá*

Daniel Sánchez[†] Elena del Carmen Coba[‡]

Panama

Se tiene conocimiento de la generalización de las condiciones de pobreza en las que viven los habitantes de las áreas que comprenden las comarcas indígenas que existen en nuestro país. No obstante, a nivel interno de las comarcas debe existir un diferencial con el que se pueda clasificar la pobreza, tomando para ello la unidad geográfica de corregimiento. Es así que, y utilizando para ello los resultados finales de los últimos censos de población y vivienda que se realizó en nuestro país en el 2000, se presenta la aplicación del análisis por agrupación (cluster analysis) para determinar los agrupamientos de corregimientos que presenten características semejantes entre sí.

Estos agrupamientos fueron comprobados a través de los análisis de varianza multivariado MANOVA , análisis discriminante con en fin de asegurarse que los grupos de corregimientos formados realmente son significativamente distintos. Por otro lado el análisis de componente principales nos ayudará a representar gráficamente los grupos formados y observar las diferencia entre ellos. Con estos análisis multivariados de los datos censales de los corregimientos indígenas estudiados se persigue mostrar y explicar de una manera condensada la realidad vivida en lugares muchas veces de difícil acceso, en donde las políticas de desarrollo muchas veces se hacen imposibles de realizar.

La pobreza de las áreas que comprende las comarcas indígenas que existen en nuestro país, es un tema de mucha importancia para nuestra sociedad, nuestros

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 9:40 AM, SALA 102.

[†]Departamento de Estadística, Universidad de Panamá. Email: dsanchez68@hotmail.com.

[‡]Misma dirección.

gobernantes deben tomar decisiones basadas en las estadísticas que se obtienen de los censos cada diez años. Pero quizás se tuviera un panorama más concreto de cual es la realidad en todas zonas de pobreza, se tomarían mejores decisiones.

Nuestra investigación trata este tema con técnicas estadísticas sofisticadas como lo son el análisis de conglomerados y análisis de componentes principales. Estas técnicas se caracterizan por la manipulación de un significativo de número de variables las cuales describen el problema de manera separada, y a través del análisis estadístico multivariante se reduce este número de variables a menos y así podemos apreciar mejor cual es el comportamiento del problema en sí.

La reducción del número de variables, o la manipulación de todas a la vez, tomando en cuenta la correlación existente entre ellas, nos permitirá apreciar mejor el estado del problema, y poder sugerir una alternativa a las instituciones de cómo realizar políticas en bien de todas estas comunidades marginadas por la sociedad y las políticas de los gobiernos.

Bibliografía

1. DALLAS E. JOHNSON: *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. International Thomson, México, 2000.
2. SISTEMA DE LAS NACIONES UNIDAS, PANAMÁ: *Análisis conjunto del país*. Naciones Unidas, Panamá, 2000.
3. MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y POLÍTICA ECONÓMICA: *Seminario de pobreza indígena*. Panamá, 1984.
4. REVISTA FRONTERA NORTE: *La pobreza: aspectos teóricos, metodológicos y empíricos*. Colegio de la Frontera Norte, México, 1994.
5. CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA: *Resultados Finales - Total del país*. Dirección de Estadística y censo, Panamá, 2001.

Palabras clave: análisis de conglomerados, análisis de componentes principales, análisis de varianza múltiple, análisis discriminante.

Un método para la caracterización exhaustiva de formas de figuras planas, tanto simple como múltiplemente conexas*

Oswaldo Skliar[†] Víctor Medina[‡] José S. Poveda[§]

Costa Rica

Se presenta un método que posibilita, mediante ciertos entes matemáticos descriptores obtenidos a partir de figuras planas —que pueden ser simple o múltiplemente conexas— una caracterización exhaustiva de las formas de dichas figuras. En efecto; a partir de esos entes matemáticos —que serán denominados “curvas características” de las correspondientes figuras— resulta factible reconstruir las figuras en cuestión. Una vez especificado qué se entenderá por “distancia” entre dos “pixels” cualesquiera, cada una de dichas curvas características es generada como función de los elementos pertenecientes a dos conjuntos de distancias entre determinados “pixels”.

Las curvas características de las figuras consideradas resultan independientes de las posiciones de esas figuras respecto de cualquier sistema de referencia. En otras palabras, son invariantes al tener lugar desplazamientos y/o rotaciones cualesquiera de dichas figuras.

Palabras clave: caracterización de formas, contornos de figuras planas, centro de masa, reconocimiento de patrones.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:00 PM, SALA 102.

[†]Escuela de Informática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: oskliar@racsa.co.cr.

[‡]Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: vmedinab@racsa.co.cr.

[§]Laboratorio de Matemática Aplicada y Simulación Computacional, Escuela de Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica. Email: seniormaster@hotmail.com.

Tabu search for two-mode clustering*

Javier Trejos[†] William Castillo[‡]

Costa Rica

Two mode partitioning seeks a partition of a two-mode matrix, such that clusters of rows and clusters of columns are found and there is some connection between these clusters, which represents the intensity in the relation between both modes. Several authors have proposed methods for performing this task, such as Govaert (1983) and Baier et al. (1997) who propose a method of the k-means type, Gaul and Schader (1996) use an alternating exchanges method, Trejos and Castillo (2000) use the simulated annealing technique, and Castillo et al. (2001) follow a fuzzy-set approach.

We apply tabu search, as an optimization heuristic, to the problem of two-mode clustering for minimization of the two-mode variance criterion. States are two-mode partitions, neighborhoods are defined by transfers of a single row or column-mode object into a new class, and the tabu list contains the values of the criterion. We use the aspiration criterion that consists of removing the status tabu of a new state if the value of the variance criterion is better than any other found so far.

We compare the results obtained with those of other methods, such as alternating exchanges, k-means, simulated annealing and a fuzzy-set approach.

Bibliografía

1. BAIER, D., GAUL, W., AND SCHADER, M. (1997): Two-mode overlapping clustering with applications to simultaneous benefit segmentation and

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 9:20 AM, AUDITORIUM.

[†]Escuela de Matemática, Universidad de Costa Rica. Investigador del Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA). Código Postal 2060, San José, Costa Rica. Email: jtrejos@cariari.ucr.ac.cr

[‡]Misma dirección. Email: wcastill@cariari.ucr.ac.cr.

- market structuring. in: R. Klar, and O. Opitz (Eds.): *Classification and Knowledge Organization*. Springer, Heidelberg, 557-566.
2. CASTILLO, W., AND TREJOS, J. (2000): Recurrence properties in two-mode hierarchical clustering. In: W. Gaul, and R. Decker (Eds.): *Classification and Information at the Turn of the Millenium*. Springer, Heidelberg, 68-73.
 3. CASTILLO, W., GROENEN, P.J.F, AND TREJOS, J. (2001): Optimization of a Fuzzy Criterion for Partitioning Two-Mode Data. Submitted to *Annals of Operations Research*.
 4. ECKES, T., AND ORLIK, P. (1993): An error variance approach to two-mode hierarchical clustering, *Journal of Classification*, 10, 51-74.
 5. GAUL, W., AND SCHADER, M. (1996): A new algorithm for two-mode clustering. In: H.-H. Bock, and W. Polasek (Eds.): *Data Analysis and Information Systems*, Springer, Heidelberg, 15-23.
 6. GLOVER, F. (1989): Tabu search - Part I. *ORSA J. Comput.*, 1, 190-206.
 7. GLOVER, F. (1990): Tabu search - Part II. *ORSA J. Comput.*, 2, 4-32.
 8. GOVAERT, G. (1983): *Classification Croisée*. Thèse d'Etat, Université de Paris VI.
 9. HARTIGAN, J. (1974): *Clustering Algorithms*. John Wiley & Sons, New York.
 10. TREJOS, J., AND CASTILLO, W. (2000): Simulated annealing optimization for two-mode partitioning. In: W. Gaul, and R. Decker (Eds.): *Classification and Information at the Turn of the Millenium*, Springer, Heidelberg, 135-142.
 11. TREJOS, J., MURILLO, A., AND PIZA, E. (1998): Global stochastic optimization for partitioning. In: A. Rizzi, M. Vichi, and H.-H. Bock (Eds.): *Advances in Data Science and Classification*. Springer, Heidelberg, 185-190.

Aplicación del orden de la tasa de fallo en la ubicación de reservas en un sistema serie*

José E. Valdés Castro[†]

Cuba

Recientemente han adquirido gran importancia diferentes conceptos de orden estocástico, los cuales permiten comparar sistemas y determinar las estructuras y configuraciones óptimas desde el punto de vista de estos órdenes.

En este trabajo se considera un sistema serie con dos componentes y se supone que otro componente está disponible para ser usado de forma redundante con uno de estos componentes. Los tiempos de vida de los tres componentes se consideran variables aleatorias independientes.

Se investigan condiciones suficientes para que las tasas de fallo correspondientes a los sistemas que se obtienen al usar el componente redundante, con uno u otro de los componentes del sistema original, no se corten.

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:40 PM, SALA 102.

[†]Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana. Email: vcastro@mat.com.uh.cu.

Stochastic optimization, including conditional value at risk constraints, of long term electricity trading*

Jesús M. Velásquez Bermudez[†]

Colombia

Exist risk when there is more than one possible future yield associated with a decision. The relationship between yield and risk is close, and it can be synthesized as that the investor waits greater yield to greater assumed risk, if his decision is successful. The investor faces a great number of options; in the case of the electricity market exists an option of purchase, or of sale, by each hour of the planning horizon. The expected yield is determined based on the average of the incomes/expenditures under each decision option, and the risk is associated to the dispersion of the yield under different scenarios of the uncertainty conditions. The risk associated with a combination of decisions depends on the correlation structure between the yields.

The decisions associated with marketing electricity in the long run, through bilateral contracts or through standardized financial instruments, as options and forwards, are equivalent to those which are taken when the optimum distribution portfolio is optimized.

The decision maker, buyer or seller, must face at least two risks: the price risk and the volumetric risk. The combination of these two risks cause that the traditional tools oriented to the solution of simple cases will not be effective upon facing this type of problems; more yet if we have in the mind that the relationship of the previous risks with the hydro-meteorological processes, in the supply and in the demand side, establishes strong and complex correlation structures. The

*XIII SIMMAC: VIERNES 25 DE ENERO, 10:00 AM, AUDITORIUM.

[†]Decisionware Ltda., Av. 15 119 A-43, of. 402, Bogotá, Colombia. Fax +(57) 1 6081195. Email: jvelasquez@decisionware-ltd.com.

decision process is complicated upon considering that the negotiation modalities imply permanent commitments of purchase/sale electricity by long periods, what increases the magnitude of the extreme risks.

The use of stochastic optimization models to support financial decisions is wide. In electricity marketing, the decisions are the prices and the quantities. The stochastic optimization models combined with the appropriate measurement of the risks, as Value at Risk (VaR), are an appropriate way for this, since the primal variables are associated with the quantities, and the dual variables with the prices.

A model to optimize the decisions of electricity trading is described. The modeling process must consider that the regional regulatory entities have different conceptions about what "must be" a competitive electricity market. Therefore exist aspects of the models that depend on each specific market. In this study it is assumed a "simple" market in which the agents can accomplish long term transactions under different modalities and short term transactions in the spot market in which they should sell the surpluses, or buy the shortages, of electricity that result as consequence of the transactions consolidation in the long term market consider their supply and their demand.

In the long term commodities markets the main factor of the decisions are the expectations about the future price of the commodity in the spot market. If the probabilistic characteristics of the stochastic process that determines the spot price in the future are known, it is possible to generate synthetic series of prices to use them in the stochastic optimization process and thus to represent the random environment of the decision process.

This study does not has as objective to analyze the mathematical models that can be used to determine long run projections of the spot price. Obviously, the generation of this type of series makes part of a formal deep study since that the "optimum" decisions depend on the knowledge of the random environment; if this knowledge is weak, we can not wait "good" decisions.

The modeling assumes that exist synthetic series of spot prices that represent the technical-economic random environment of the decision making process. Each synthetic series is associated to a possible future scenario in an stochastic optimization model called OPTMER (in Spanish "OPTmización del MERcadero") that is a stochastic linear optimization model that supports the decisions of an electricity generator, of a distributor, of a trader and/or of a vertical integrated company.

In a stochastic optimization model therefore exist multiple possibilities to determine the decisions utility function. At least two functions can be considered to measure the kindness of the decision (yield measure): the revenue expected...

(Cortado a 2 páginas, por limitaciones de espacio)

Aplicación de los valores y vectores propios a sucesiones definidas por una relación de recurrencia homogénea lineal con coeficientes constantes*

Enrique Vilchez Quesada[†] Jorge Monge Fallas[‡]

Costa Rica

Una sucesión de números reales es una aplicación $S: \mathbb{N} \cup \{0\} \mapsto \mathbb{R}$, $S(n)$ se llama el término n -ésimo de la sucesión y se le suele denotar por S_n . Además, denotamos la sucesión por $(S_n)_{n \in \mathbb{N} \cup \{0\}}$.

A menudo es posible desarrollar relaciones entre el término n -ésimo de una sucesión y algunos de los términos anteriores; tales relaciones se llaman relaciones de recurrencia. Una relación de recurrencia para una sucesión $(S_n)_{n \in \mathbb{N} \cup \{0\}}$ es una ecuación que relaciona S_n , con alguno de sus antecesores $S_0, S_1, S_2, \dots, S_{n-1}$; es decir, define indirectamente el término n -ésimo de la sucesión, que puede evaluarse si antes conocemos los términos $S_0, S_1, S_2, \dots, S_{n-1}$.

Las relaciones de recurrencia, por su misma naturaleza, ponen de manifiesto la necesidad de determinar mediante algún criterio el término n -ésimo de la sucesión; ya que para valores de n muy grandes, este término puede depender de un gran número de términos anteriores, lo cual hace a dicho criterio, un descriptor invaluable del n -ésimo término de la sucesión, a partir de un n específico.

Bajo esta perspectiva, los métodos para poder resolver una relación de recurrencia; es decir, encontrar un criterio de asociación explícito que permita definir el término general S_n , son indispensables.

Este trabajo tiene por objetivo resolver este problema para un tipo especial de relación de recurrencia, llamada recurrencia homogénea lineal de orden k .

*XIII SIMMAC: JUEVES 24 DE ENERO, 10:20 AM, SALA 102.

[†]Escuela de Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica.

[‡]Misma dirección.

Una relación de recurrencia homogénea lineal de orden k con coeficientes constantes para una sucesión $(S_n)_{n \in \mathbb{N} \cup \{0\}}$, es aquella de la forma:

$$S_{n+k} = \beta_{k-1}S_{n+(k-1)} + \beta_{k-2}S_{n+(k-2)} + \cdots + \beta_1S_{n+1} + \beta_0S_n$$

siendo los β_j ($\beta_j \neq 0$) números reales fijos $\forall j$, $j \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, $0 \leq j \leq k-1$, que junto con las k condiciones iniciales:

$$S_j = c_j, \quad c_j \in \mathbb{R}, \quad \forall j, \quad j \in \mathbb{N} \cup \{0\}, \quad 0 \leq j \leq k-1$$

determinan de manera única los elementos de la sucesión. Pretendemos generar un método, mediante la aplicación de los valores propios, que nos permita caracterizar el término n -ésimo de una sucesión definida por una relación de recurrencia homogénea lineal de orden k , con coeficientes constantes.

Dada una relación de recurrencia: $S_{n+k} = \beta_{k-1}S_{n+(k-1)} + \beta_{k-2}S_{n+(k-2)} + \cdots + \beta_1S_{n+1} + \beta_0S_n$ junto con las k condiciones iniciales: $S_j = c_j$, $0 \leq j \leq k-1$ siendo los β_j , ($\beta_j \neq 0$) y los c_j números reales fijos $\forall j \in \mathbb{N} \cup \{0\}$, $0 \leq j \leq k-1$.

El método que aquí desarrollamos, se fundamenta en el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{aligned} S_{n+k} &= \beta_{k-1}S_{n+(k-1)} + \beta_{k-2}S_{n+(k-2)} + \cdots + \beta_1S_{n+1} + \beta_0S_n \\ S_{n+(k-1)} &= S_{n+(k-1)} \\ S_{n+(k-2)} &= S_{n+(k-2)} \\ &\vdots \\ S_{n+1} &= S_{n+1}. \end{aligned}$$

Este sistema, escrito en forma matricial, puede expresarse como $X_{n+1} = \mathbf{A} X_n$, siendo,

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \beta_{k-1} & \beta_{k-2} & \cdots & \beta_0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

una matriz $k \times k$ con entradas reales y

$$X_n = \begin{pmatrix} S_{n+(k-1)} \\ \vdots \\ S_n \end{pmatrix}$$

un vector en \mathbb{R}^k .

La guerra terrorista: un problema de optimización lineal; su historia*

Margarita Villagrán†

Guatemala

La guerra del 11 de septiembre 2001 tiene antecedentes históricos y su justificación política, geográfica por el territorio de Afghanistan y sus recursos económicos. La búsqueda de la solución óptima a un amplio rango de problemas de defensa militar ha intrigado a Rusia y EEUU.

La programación lineal se inicia en Rusia en 1939 para programas de estrategias militares de defensa. En 1947 George Dantzig crea el algoritmo simplex, eficiente y eficaz para encontrar la solución, de estos problemas hoy mediante CPLEX, LINDO, etc.

En nuestro caso, planteamos la función objetivo

$$\max f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4,$$

donde x_i , $i = 1, \dots, 4$ representan los 4 aviones utilizados. Esta función objetivo está sujeta al sistema de restricciones para 2 aviones American y 2 aviones United. Además existe una restricción adicional del tiempo de ataque. Definimos una región geográfica factible: Washington, Pittsburg, New York, como vertices estratégicos de un polígono convexo.

La estrategia de optimización planeada tuvo como efectividad el 75% de éxito con 3 aviones y un fracaso del 25%, por el avión de United que fue desviado del objetivo para atacar la Casa Blanca, obligado a caer en Pittsburg y penalizado. Este problema podría plantearse como optimización paramétrica multiobjetivo si consideramos:

*XIII SIMMAC: MIÉRCOLES 23 DE ENERO, 5:20 PM, SALA 102.

†Universidad de San Carlos de Guatemala y Universidad Galileo de Guatemala.

1. Ataque al centro mundial financiero Trade Center, de comercio, Bolsa de Valores.
2. Minimizar el ataque terrorista con 5 hombres por aereonave.
3. Ataque a la seguridad nacional de EEUU en el Pentágono.
4. Ataque utilizando 4 aviones como armas estratégicas, de transporte de pasajeros de EEUU.
5. Ataque al sistema de defensa militar de EEUU.
6. Atacar las misiones, objetivos y planes estrategicos de Wall Street, Bolsa de Valores destruyendo así archivos y bases de datos que han implicado la caída de los índices financieros.

Se formula el problema de optimización multiobjetivo y de programación lineal acorde a los datos.

Justificación: detrás de la guerra del terror. El avance del proyecto del petróleo y del gas del mar Carpio. El avance de Turkomislán y Kazajastán hacia Pakistán e India y más mercados. EEUU busca optimizar rutas largas y costosas y políticamente arriesgadas, por medio de Irán, el Cáucaso y Rusia. Existen intereses ocultos de Arabia Saudita en Afghanistan, un territorio codiciado por los rusos y americanos en el pasado. Sus objetivos estan centrados en la conducción del gas natural. La compañía Delta Oil tiene el plan de construir un gaseoducto de \$2.000 millones para transportar gas turkmeno hacia Pakistán. Esta representa una obra de ingeniería equivalente a 1.400 km.

Palabras clave: óptimo de Pareto, simplex, optimización paramétrica multiobjetivo.

Indice de autores

- Aldama, Alejandro, 7, 31
Aldana Rodríguez, Alvaro, 6, 85
Allende Allonso, Sira, 5, 21
Alvarez Pereira, Maricella, 4, 41
Araneda Villalobos, Claudia, 4, 41
Arguedas Troyo, Vernor, 6, 33
Arias, Arnoldo, 4, 95
Arroyo, Pilar, 6, 68
Aussem, Alex, 3, 35
Avila Herrera, Juan Félix, 5, 36
Ayala, Saskia Dayana, 7, 38
- Bank, Bernd, 7, 40
Brambila Paz, Fernando, 6, 85
Bravo Chacón, Jorge, 4, 41
- Cabrer, William, 6, 68
Cambronero, Santiago, 6, 8, 22, 78
Carbon, Michel, 8, 24
Carrasco, Gonzalo, 7, 43
Casasús, T., 5, 25
Castillo, William, 4, 6, 45, 72, 107
Castro Fernández, Edwin, 6, 33
Castro, Glaysar, 4, 47
Chacalo, Alicia, 7, 31
Chaves, Edwin, 6, 49
Cintrón-Arias, Ariel, 7, 51
Coba, Elena del Carmen, 6, 7, 53,
102, 104
Cosnefroy, Olivier, 9, 55
Crespo, E., 5, 25
- De los Cobos, Sergio, 4, 5, 7, 57, 76,
97
Delgado Andrade, Víctor, 5, 59
Domínguez, J. Armando, 3, 62, 70
- Drissi, D., 5, 61
- Fuentes, Marc, 3, 35
- Gómez Alcaraz, Guillermo, 8, 27
Garat, Philippe, 4, 64
García, María J., 3-5, 8, 15, 66
Gaytán, Juan, 6, 68
Goddard, John, 4, 5, 57, 76
González Farías, Graciela, 3, 62, 70
González, Jorge, 4, 6, 45, 72
González-Lima, María D., 5, 7, 74,
90
Grabinsky, Jaime, 7, 31
Guddat, Jürgen, 5, 21
Gupta, Arjun K., 3, 62
Gutiérrez, Miguel Angel, 4-6, 57, 76,
80
- Hernández, José G., 3-5, 8, 15, 66
- Juan, C., 5, 25
- Láscaris Comneno, Tatiana, 6, 84
López Bracho, Rafael, 6, 80
Lehmann, Lutz, 7, 40
Lobo, Jaime, 6, 78
- Marín Sánchez, Mario, 3, 91
Marivain, Thierry, 9, 82
Medina, Víctor, 4, 6, 84, 106
Mejía, Aurora, 7, 43
Mercado Escalante, Roberto, 6, 85
Monge Fallas, Jorge, 5, 6, 87, 112
Montero, Eiliana, 6, 88
Montes de Oca, Flor, 5, 90

- Mora Florez, Walter, 3, 91
Morales, Luis B., 6, 92
Muñoz, Susana, 6, 93
- Nowack, Dieter, 5, 21
- Oddershede, Astrid, 4, 95
Olmos, F., 5, 25
Ortuño Sánchez, María Paula, 6, 80
- Pérez, Blanca Rosa, 4, 5, 7, 57, 76,
97
Pérez, J. C., 5, 25
Piza, Eduardo, 6, 99
Poltronieri, Jorge, 6, 100
Poveda, José S., 4, 6, 84, 106
- Ramírez Rodríguez, Javier, 6, 80
Rodríguez Dagnino, Ramón M., 3, 70
Rodríguez, Carmen C., 6, 7, 53, 102
Rodríguez, Oldemar, 3, 4, 6, 29, 45,
72
Rosero, Luis, 6, 49
- Sánchez, Daniel, 7, 43, 104
Skliar, Osvaldo, 4, 6, 84, 106
- Trejos, Javier, 4, 57, 107
- Vásquez, Héctor J., 7, 31
Vílchez Quesada, Enrique, 5, 6, 87,
112
Valdés Castro, José E., 3-5, 8, 17,
109
Velásquez, Jesús M., 3, 5, 7, 8, 19,
110
Villagrán, Margarita, 4, 114
Villalobos, Jeanette, 6, 88
- Williams, Pamela J., 7, 51
Wojcik, Aleksander, 6, 68

Índice de contribuciones por país

Alemania, 21, 40

Chile, 41, 59, 95

Colombia, 19, 110

Costa Rica, 22, 29, 33, 36, 45, 49, 72, 78, 84, 87, 88, 91, 99, 100, 106, 107, 112

Cuba, 17, 21, 109

España, 25, 93

Estados Unidos, 51, 62

Francia, 24, 35, 55, 64, 82

Guatemala, 114

Kuwait, 61

México, 27, 31, 57, 62, 68, 70, 76, 80, 85, 92, 97

Panamá, 38, 43, 53, 102, 104

Venezuela, 15, 47, 66, 74, 90