

Universidad Peruana Unión

XI Congreso Internacional de
Matemática Aplicada y Computacional



SOCIEDAD PERUANA DE MATEMÁTICA APLICADA Y COMPUTACIONAL

XI Congreso Internacional
de Matemática Aplicada
y Computacional.

© Universidad Peruana Unión

© Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional

ISBN:

Cuidado de edición en \LaTeX : Dr. Luis Lara Romero
Diseño y concepto de cubierta: Dr. Obidio Rubio Mercedes

Perú, Agosto 2023

Comité Científico

Internacional

1. José E. Castillo, *San Diego State University*, USA.
2. Bernardo Cockburn, *University of Minnesota*, USA.
3. Julio Ruiz Claeysen, *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Brasil.
4. Fabián Flores Bazán, *Universidad de Concepción*, Chile.
5. Domingo A. Tarzia, *Universidad Austral*, Argentina.
6. Jose Alberto Cumminato, *Universidade de São Paulo*, Brasil.
7. Ernst Peter Stephan, *Leibniz Universität Hannover*, Alemania.
8. Eduardo González Olivares, *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, Chile.
9. Edith Seier, *East Tennessee State University*, USA.

Nacional

1. Roxana López Cruz, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
2. Gladys Maquera Sosa, *UPEU*, gladys.maquera@upeu.edu.pe
3. Edmundo Vergara Moreno, *Universidad Nacional de Trujillo*. evergara@unitru.edu.pe
4. Alfredo Palomino Infante, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, rpalominoi@unmsm.edu.pe
5. Emma Cambillo Moyano, *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
6. Luis Lara Romero *Universidad Nacional de Trujillo*, llara@unitru.edu.pe
7. María Del Pilar Álvarez R., *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. malvarezr1@unmsm.edu.pe
8. Mirtha Trejo Lopez, *Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión*. mtrejo@unjfsc.edu.pe
9. Dr. Juan Jesús Soria Quijaite, *Universidad Peruana Unión*. jesussoria@upeu.edu.pe

Comité Organizador

Internacional

1. Paulo Martín Rodríguez, *Universidade Federal de Pernambuco*, Brasil.
2. Mario Primicerio, *Universita Degli Studi FIRENZE*, Italia.
3. Haroldo Fraga de Campos Velho, *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*, Brasil.
4. Stefan Frei, *Universität Konstanz*, Alemania.
5. Yurilev Chalco Cano, *Universidad de Tarapacá*, Chile.
6. José Arzola Ruiz, *Universidad Tecnológica de la Habana*, Cuba.
7. Jorge Zavaleta Gavidia, Science Researcher, Rio de Janeiro, Brazil

Nacional

1. Obidio Rubio Mercedes, *UNT, Universidad Nacional de Trujillo*, SPMAC (Presidente).
2. Roxana López Cruz, *UNMSM, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, SPMAC (Vice Presidente).
3. Gladys Cruz Yupanqui, *UTS, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur*.
4. Franco Rubio López, *UNT, Universidad Nacional de Trujillo*.
5. Juan Montealegre Scott, *PUCP, Pontifica Universidad Católica del Perú*.
6. Guido Álvarez Jauregui, *UNSAAC, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco*.
7. Humberto Vargas Pichón, *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman*.
8. Betty Rimarachín López, *UNPRG, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
9. Juana Zavaleta Gómez, *UNAP, Universidad Nacional de Altiplano*.
10. Flabio Gutiérrez Segura, *UNP, Universidad Nacional de Piura*.
11. Melva Valverde Ayala, *UNP, Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
12. Martha Nina Escalante, *UNSCH, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
13. Irla Mantilla Núñez, *UNI, Universidad Nacional de ingeniería*.

14. Walter Julio Columna Rafael, *UNTRM, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.*
15. Jaime Melquiades Lizárraga, *UNAS, Tingo María, jaime.melquiades@unas.edu.pe*
16. Crecencio Amaro Quiñonez, *UNDAC, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.*
17. Sumaya Jaimes Reategui, *UNHEVAL, Huánuco, maya_jaymes@hotmail.com*
18. Luis Caucha Morales , *UNTUMBES, Tumbes, betto2020@hotmail.com*
19. Eli Monzon Briceño, *UNASAM, Huaraz, emonzonb@unasam.edu.pe*
20. Carlos Deudor Gomez, *URP, Lima, carlos.deudor@urp.edu*
21. Yessica Zárate Pedrera, *UNT, Trujillo, yessica.zp@gmail.com*

Local

1. David Sumire Qquenta, *Universidad Peruana Unión, dsumire@upeu.edu.pe.* (Presidente)
2. Joel Chavarri Becerra, *Universidad Peruana Unión, jchavarri@upeu.edu.pe.* (Secretario)
3. David Echerarría Miranda, *Universidad Peruana Unión, jchavarri@upeu.edu.pe.* (Tesorero)
4. Sergio Chupa Almanza, *Universidad Peruana Unión, jchavarri@upeu.edu.pe.*
5. Braulio Gutierrez Pari, *Universidad Peruana Unión.*
6. Walter Murillo Antón
7. María Vallejos Atalaya
8. Erika Acuña Salinas
9. Jaime Pérez Parraga

Presentación

La Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional (SPMAC), tiene la misión de promover a través de reuniones, congresos, conferencias cursos y publicaciones; informaciones y opiniones que tengan como objetivo la divulgación de la ciencia y los intereses de la comunidad de matemática aplicada y computacional. Promover la divulgación de conocimientos de la matemática aplicada y computacional, mediante la publicación de libros de texto y monografías y demás comunicaciones.

Esta vez presentamos el libro de resúmenes del evento emblema del SPMAC: El Congreso Internacional de Matemática Aplicada y Computacional - CIMAC, evento bianual que está en su décima versión; y que tiene como objetivo, el integrar a los científicos de la matemática, de la computación, ingeniería y de todas las ciencias; quienes de una u otra manera usan la matemática como instrumento básico y fundamental en su investigación.

El CIMAC se organiza desde el año 2001 en diferentes ciudades del País y teniendo como sede alguna de las universidades localizadas en estas ciudades; las que podemos mencionar en orden cronológico: la Universidad Nacional de Trujillo, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la Universidad Nacional del Callao, la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en Lambayeque, la Universidad Nacional San Antonio de Abad en Cuzco, la Universidad Nacional Jorge Basadre Groghman en Tacna, la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad Nacional Agraria de la Molina y, la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en esta oportunidad, la Universidad Peruana Unión (UPeU) ubicada en el distrito limeño de Ñaña.

El CIMAC XI consiste de 15 Plenarias en diferentes áreas temáticas, cursos cortos: Tópicos de análisis funcional y EDPs, El teorema de la aplicación abierta en espacios cuasimétrico y Optimización Convexa: un enfoque geométrico usando Mathematica. Workshops: Biomatemática, Optimización, Inteligencia artificial y Ciencia datos, Modelamiento matemático en medicina y epidemiología y Cálculo fraccionario aplicaciones.

También tenemos los artículos de contribución, presentadas investigadores del Perú y del exterior, han sido organizadas en Sesiones especiales según áreas, las mismas que quedaron según: Biomatemática (12 presentaciones), Criptografía(3 presentaciones), Economía matemática(3 presentaciones), Diferenciales Parciales y sus Aplicaciones (4 presentaciones), Educación Matemática (7 presentaciones), Estadística aplicada (3 presentaciones), Matemática Computacional (6 presentaciones), Modelamiento matemático(4 presentaciones) y finalmente Neurociencia(4 presentaciones). Este evento es un encuentro con todos los investigadores matemáticos y profesionales de computación, ingeniería y ciencias afines de diferentes partes del Perú, Sudamérica, Centro América y Norte América, así como de Europa y Oriente; los que cuentan sus experiencias y avances de sus respectivas investigaciones en la actualidad, lo que servirá de gran provecho a las futuras generaciones.

Dr. Obidio Rubio Mercedes
 Presidente SPMAC
 Lima -Perú
 Agosto 2023.

Índice

PLENARIAS	1
Plenaria Inaugural: Application of the sequential parametric convex approximation method for solving a regularized minimax probability machine formulation <i>Julio López</i>	2
Plenaria 1: Micromechanics-based continua for particulate media <i>Emilio Barchiesi</i>	3
Plenaria 2: Influencia de comportamientos colectivos en modelos de depredación. Revisión y perspectivas <i>Eduardo González-Olivares</i>	3
Plenaria 3: Numerical analysis of a family of simultaneous distributed-boundary mixed elliptic optimal control problems <i>Domingo Tarzia</i>	4
Plenaria 4: Horizontal Gene Transfer and Efficient Antibiotic Dosing <i>Adnan Ahmed Khan</i>	4
Plenaria 5: Caracterizando diagonalización simultánea para dos matrices <i>Fabián Flores-Bazán</i>	5
Plenaria 6: Inversion of the Vandermonde matrix through a differential change-of-basis <i>Julio Ruiz Claeysen</i>	5
Plenaria 7: Bifurcation and Hyperbolicity for a nonlocal quasilinear parabolic problem <i>Alexandre N. Carvalho</i>	6
Plenaria 8: Asymptotic behavior of an epidemic model with infinitely many variants <i>Quentin Griette</i>	6
Plenaria 9: COVID en el Perú – lo que aprendí con la Estadística <i>Edith Seier</i>	7
Plenaria 10: On a Graph-Theoretic Method in Global Stability Analysis of a Disease Epidemics Model <i>Jorge Rebaza Vasquez</i>	7
Plenaria 11: Optimización en espacios cuasilineales <i>Yurilev Chalco-Cano</i>	7
Plenaria 12: Numerical Methods for Feedback Stabilization of Unsteady PDE Problems <i>Peter Benner</i>	8
Plenaria 13: La importancia de las aplicaciones en la enseñanza de la Matemática <i>Michel Helfgott</i>	9
Plenaria 14: Modelación escolar. Un ejemplo de una categoría Socioepistemológica <i>María Méndez Guevara</i>	9

Plenaria 15: Ecuaciones semilineales elípticas, una aplicación a los problemas de frontera libre	
<i>Marco Calahorrano Recalde</i>	10
Special Conference 16: Adaptive methods for Hamilton-Jacobi equations	
<i>Bernardo Cockburn</i>	11
Special Conference 17: Severe Weather Prediction: Integrating Partial Differential and Machine Learning Models	
<i>Haroldo Fraga de Campos Velho</i>	11
MINICURSOS	12
Minicurso 1: Tópicos de Analisis Funcional y EDPs	
<i>Alexis Rodriguez Carranza, Obidio Rubio Mercedes</i>	13
Minicurso 2: El teorema de la aplicación abierta en espacios cuasimétrico	
<i>Peña Miranda Carlos Alberto</i>	14
Minicurso 3: Optimización Convexa: un enfoque geométrico usando Mathematica	
<i>Mariano González Ulloa, Roy Sánchez Gutiérrez</i>	14
MINIWORKSHOPS	17
Biomatemática	18
MW-BIOMAT-1: Elaboración de un sistema de alerta para infecciones respiratorias agudas.	
<i>Manuel Adrian Acuña Zegarra</i>	18
MW-BIOMAT-2: Modelación matemática del COVID-19 en México: cambios y limitaciones	
<i>Mayra Rosalia Tocto Erazo</i>	18
MW-BIOMAT-3: El formalismo Dubovitskii-Milyutin aplicado a un problema de control óptimo para un modelo de reacción-difusión epidémica SIS	
<i>Aníbal Coronel Pérez</i>	19
Optimización, Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos	21
MW-OIACD-1: Inteligência Artificial e Ciência de Dados: Impulsionando a Inovação e Transformação Digital	
<i>Daisy Albuquerque</i>	21
MW-OIACD-2: Using a Boolean gene regulatory network for the identification of therapeutic targets in breast cancer	
<i>Domenico Sgariglia</i>	21
MW-OIACD-3: Análisis de Sensibilidad usando valores de Shapley y Métodos de Machine Learning en Datos Médicos de COVID-19	
<i>Jorge Zavaleta Gavidia</i>	21
MW-OIACD-4: Desafios e oportunidades na Ciência de Dados com os avanços na IA Generativa	
<i>Carlos Ribeiro de Mello</i>	22
MW-OIACD-5: Serviço de entrega por drones e veículos terrestres: métodos heurísticos para a otimização/programação de rotas	
<i>José Claudio Arroyo</i>	22

MW-OIACD-6: Aplicaciones de la Ciencia de Datos, Inteligencia Artificial y Machine Learning a la Seguridad Urbana en Latinoamérica <i>Ernesto Cancho Rodríguez</i>	23
MW-OIACD-7: Orientaciones para la búsqueda de maestrías y doctorados <i>Ángel Coca Balta</i>	23
MW-OIACD-8: Investigación de Operaciones para apoyar decisiones de planificación de cosecha frutícola <i>Marcela González Araya</i>	23
MW-OIACD-9: Improving Kidney Exchange Programs <i>João Pedro Pedroso</i>	24
MW-OIACD-10: Optimización Cuasi-Convexa: Teoría y Aplicaciones <i>Erik Papa Quiroz</i>	24
MW-OIACD-11: Ciência de Dados no Instituto Militar de Engenharia: Exemplos de Projetos, Pesquisas e Aplicações <i>Ronaldo Ribeiro Goldschmidt</i>	24
MW-OIACD-12: El Análisis Envoltante de Datos y su aplicación en sustentabilidad y ecoeficiencia <i>Lidia Angulo Meza</i>	25
MW-OIACD-13: FAIR data applied to AI & ML <i>Sergio Serra da Cruz</i>	25
Modelación Matemática en Medicina y Epidemiología	26
MW-MMME-1: Mathematical model of stem cell therapy for cardiac infarction <i>Silvia Marconi</i>	26
MW-MMME-2: An orthotropic continuum model with substructure evolution for describing bone remodeling <i>Ivan Giorgio</i>	26
MW-MMME-3: Drug release systems through non-homogeneous materials <i>Giuseppe Pontrelli</i>	27
MW-MMME-4: Stochastic differential modeling of oscillatory biological mechanisms: the circadian rhythm model in <i>Drosophila</i> <i>Alberto Maria Bersani</i>	28
MW-MMME-5: Boltzmann-SIR equation: A kinetic theory approach to epidemic modeling <i>Alessandro Ciallella</i>	29
Cálculo Fraccionario y sus Aplicaciones	30
MW-FRA-1: Fractional Noether's Theorem with Classical and Caputo Derivatives <i>Gastao S. F. Frederico</i>	30
MW-FRA-2: Teorema fundamental del cálculo para los operadores fraccionarios con longitud de memoria fija <i>Josías Vera Baca</i>	30
MW-FRA-3: Lie point symmetry to generalized fractional Burgers' equation <i>Junior Cesar Soares</i>	30
MW-FRA-4: Existencia y unicidad de solución para una ecuación diferencial con derivada fraccionaria de memoria fija <i>Jesús A. Rodríguez</i>	30

MW-FRA-5: On the existence and no-existence of the fractional p -Logistic equation <i>José Vanterler da Costa Sousa</i>	30
SESIONES ESPECIALES	32
Biomática	33
BIOMAT-1: Modelación matemática de la insulino-terapia para el control de la diabetes <i>Jorge Ruiz Vera</i>	33
BIOMAT-2: Bifurcations in a Leslie-Gower model with constant and proportional prey refuge at high and low density <i>Christian Cortés García</i>	33
BIOMAT-3: Modelado computacional de la coinfección VIH-TB por autómatas celu- lares (Cell-DEVS) <i>Neisser Pino Romero</i>	34
BIOMAT-4: Children in the Dynamic of the HIV/AIDS spread <i>Juan Pacazuca Santiago</i>	34
BIOMAT-5: Grafos bipartitos, índices en grafos y una aplicación en ecología <i>Itzel Domínguez Alemán</i>	35
BIOMAT-6: Operadores diferenciales de orden fraccionario y una aplicación en un modelo depredador-presa con presencia de una enfermedad infecciosa <i>Ilse Domínguez Alemán</i>	36
BIOMAT-7: Un modelo poblacional tridimensional con estructura mixta <i>Marcelo Eduardo Alberto</i>	36
BIOMAT-8: Competencia entre cepas de SARS-CoV-2 en presencia de vacunación y mutación en un modelo SIR modificado <i>Angelo Ledesma</i>	37
BIOMAT-9: Simulación numérica del crecimiento de un tumor avascular con el método de elementos finitos basado en conjuntos de nivel <i>Luis Roca Galindo</i>	38
BIOMAT-11: Impacto de la competencia y la depredación en el éxito de una invasión biológica en un sistema nativo depredador-presa <i>Viviana Rivera-Estay</i>	39
BIOMAT-12: Analysis of a delayed mathematical model for tumor-immune cell inter- actions with Holling type II functional response <i>John Medina Diaz</i>	40
Criptografía	41
CRIPTO-1: New trapdoor functions for post-quantum cryptography <i>Moises Delgado Olortegui</i>	41
CRIPTO-2: The Frobenius Endomorphism and Elliptic Curves <i>Jaime Apaza Rodriguez</i>	41
Economía Matemática	42
ECOMAT-1: A proximal method for constrained quasi-convex multiobjective opti- mization and its application to Economics <i>Osmar Bermeo Carrasco</i>	42
Ecuaciones Diferenciales Estocásticas Aplicadas	43

ED-ESTO-AP-01: Numerical solution of some one-dimensional stochastic differential equations	
<i>Santos Enriquez-Remigio</i>	43
Ecuaciones Diferenciales Parciales Aplicadas	44
EDP-AP-2: Multiplicity of solutions for some classes of prescribed mean curvature equations with local conditions	
<i>César Torres Ledesma</i>	44
EDP-AP-3: A C^0 -nonconforming virtual element methods for the vibration and buckling problems of thin plates	
<i>Iván Velásquez</i>	44
Educación Matemática	46
ED-MAT-2: Application of the Apriori algorithm to the dropout of university students from indigenous backgrounds	
<i>Lenin Quiñones Huatangari</i>	46
ED-MAT-4: Desarrollo de habilidades geométricas a través de una experiencia interdisciplinaria	
<i>Ditmar Vicharra Lindo</i>	46
ED-MAT-6: Actividades de una sesión clase de la Transformada de Laplace	
<i>Heidi Chupayo Evangelista</i>	47
ED-MAT-7: Learning Based on CHallenges using software applied to Linear Algebra	
<i>Rodolfo Alcántara Rosales</i>	47
Estadística Aplicada	49
EST-1: Estimación de Procesos de Larga Dependencia en Presencia de Datos Faltantes y sus aplicaciones	
<i>Gladys Choque Ulloa</i>	49
EST-3: Decision tree learning based on the USDA system for the textural classification of soils	
<i>Luis Loaiza Guillen</i>	49
Matemática Computacional	51
MAT-COMP-1: Un paquete en octave que permite visualizar superficies de fase del sistema Sprott tipo A en la cuarta dimension	
<i>Rolando Ipanaque Silva</i>	51
MAT-COMP-2: Analisis cualitativo y grafica de superficies de fase del nuevo sistema de Rossler en la cuarta dimension	
<i>Karen Arias Abramonte</i>	51
MAT-COMP-4: Computational Tool for Obtaining Christoffel Symbols of the Tangent Bundle in Finite-Dimensional Riemannian Manifolds	
<i>Brayan Mujica Guzman</i>	52
MAT-COMP-5: Métodos computacionales en geometría algebraica	
<i>Joe Palacios Baldeon</i>	53
MAT-COMP-6: Simulation of Pulses Using Gaussian Functions with Special Function Envelopes: Analysis and Applications	
<i>Alfredo Palomino Infante</i>	53
Modelamiento Matemático	55

MOD-MAT-1: A mathematical model for the formation of oscillation marks in steel-making industry <i>Marcos Zambrano Fernández</i>	55
MOD-MAT-2: Modelado entre carga vs deformación en viga concreto armado 210 <i>Sergio Chupa Almanza</i>	55
MOD-MAT-3: Algunos Modelos Matemáticos en Ciencias de la Salud Implementados con Maple <i>Luis Collantes Santisteban</i>	56
MOD-MAT-4: Protección del medio ambiente basado en modelos matemáticos <i>Cesar Loza Rojas</i>	56
Neurociencia	58
NEUROC-1: Avances en simulación computacional de una corteza cerebral infantil durante el desarrollo <i>Enver M. Oruro</i>	58
NEUROC-2: Computational Neuroscience: GABA reversal potential during the post-sensitive period for infant attachment learning <i>Grace V. E. Pardo</i>	58
NEUROC-3: Model of brain aging: LTCC channels as a link between field plasticity and intrinsic properties in neurons of the piriform cortex <i>Paola L. A. Oruro-Cari</i>	59
NEUROC-4: Networks Neuroscience, Agent Based Neuroscience and High Performance Computing: Problems with Repast4py <i>Adriana Chira Ramirez</i>	60
Optimización	61
OPT-2: Un modelo dinámico no paramétrico para medir eficiencia <i>Kelly Patricia Murillo</i>	61

PLENARIAS

Plenaria 0

Application of the sequential parametric convex approximation method for solving a regularized minimax probability machine formulation

Julio López¹

julio.lopez@udp.cl

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile

Alfredo Canelas

acanelas@fing.edu.uy

Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Miguel Carrasco

micarrasco@uandes.cl

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de los Andes, Las Condes, Chile

Sebastián Maldonado

sebastianm@fen.uchile.cl

School of Economics and Business, University of Chile, Santiago, Chile.

Abstract

In this work, we study an algorithm recently proposed, which is called sequential parametric approximation method, that finds the solution of a differentiable nonconvex optimization problem by solving a sequence of differentiable convex approximations from the original one. We show as well the global convergence of this method under weaker assumptions than those made in the literature. The optimization method is applied to solving a regularized minimax probability machine formulation which is related to classification problem in the binary context.

Referencias

1. ALIZADEH, F., GOLDFARB, D., *Second-order cone programming*, Math. Program. **95** (2003), 3-51.
2. BAZARAA, M., SHERALI, H., SHETTY, C.M., *Nonlinear Programming*, 3rd edn. Wiley, Hoboken, 2006.
3. CANELAS, A., CARRASCO, M., AND LÓPEZ, J., *A new method for reliability analysis and reliability-based design optimization*, Struct. Multidiscip. Optim. , **59(5)**(2019), 1655-1671.
4. MALDONADO, S., CARRASCO, M. AND LÓPEZ, J., *Regularized minimax probability machine*, Knowledge-Based Systems, **177**(2019), 127-135.
5. MALDONADO, S., LÓPEZ, J. AND CARRASCO, M., *The Cobb-Douglas Learning Machine*, Pattern Recognition, **128**(2022), 108701.

¹Partially supported by FONDECYT Nro 1201403, 1200221, and 1230694, STIC-AMSUD 22-STIC-09

Plenaria 1

Micromechanics-based continua for particulate media

Emilio Barchiesi

ebarchiesi@uniss.it

Università degli Studi di Sassari- Italy

Abstract

Dr. Barchiesi's talk will illustrate a new continuum theory for materials with granular microstructure, capable of taking into account some dissipative phenomena such as damage and plasticity. The description of the continuum is constructed by means of purely mechanical concepts and is connected to the micromechanical one through Piola's ansatz. The field equations are deduced from a hemivariational principle, without incorporating any additional postulates such as flow rules.

Plenaria 2

Influencia de comportamientos colectivos en modelos de depredación.

Revisión y perspectivas

Eduardo González-Olivares

eduardo.gonzalez@pucv.cl

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile..

Resumen

El estudio de sistemas ecológicos en Dinámica Poblacional, como son las *cadena alimenticias* o *redes tróficas*, está principalmente basado en el análisis de modelos describiendo interacciones entre dos especies como son: la competencia [2, 6], la simbiosis o mutualismo [6], el comensalismo [6], el amensalismo [6], la relación huésped-parásito [8], y en particular, la dinámica depredador-presa [2, 4, 7, 9, 10].

Desde la aparición del primer modelo propuesto para la depredación por el matemático italiano Vito Volterra en 1925 [1, 10], descrito por un sistema bidimensional de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) no-lineales [2, 4], varios aspectos ecológicos han sido incorporados en la interacción entre los depredadores y sus presas.

De este modo y en forma paulatina se han ido añadiendo variedad a estas abstracciones, modificando los modelos básicos, obteniendo mayor veracidad en la descripción de las interacciones, pero mayor complejidad matemática en los sistemas describiendo los nuevos modelos [2, 7].

Un problema importante en sistemas de EDO no-lineales es establecer condiciones para la existencia, unicidad o multiplicidad de *ciclos límites* [3], particularmente en modelos de depredación [4]. Es bien sabido que el mundo real y en particular en la interacción entre ciertas especies, los eventos oscilatorios suceden con frecuencia, aún cuando no existan "fuerzas periódicas externas" influyendo en la interrelación [7, 10].

Estos sucesos pueden ser causados por alguna actitud social cuando:

1. Las presas asumen conductas anti-depredatorias (APB) como son la formación de grupos de defensa [9], o agregación, [9] el comportamiento de rebaño, el uso de refugios (físicos) [5, 8].
2. Los depredadores adoptan un proceder colectivo como la colaboración en la caza (hunting collaboration), la competición o interferencia en la cacería, o si no consumen a las presas (efectos inhibitorios).
3. La tasa de crecimiento de presas o depredadores es afectada por algún evento ecológico, como el miedo, la migración (traslados entre patches), o el efecto Allee.

En el sistema derivado podrían aparecer más ciclos límites, desaparecer estas oscilaciones o aumentar la cantidad de puntos de equilibrio, aparecer curvas homoclínicas o heteroclínicas, etc. Por lo tanto, la dinámica de los sistemas originales sufren importantes cambios [4, 6]. Cada nuevo sistema obtenido debe ser analizado, pues NO existe una teoría matemática general para establecer sus propiedades [3].

Referencias

1. N. BACAËR , *A short history of Mathematical Population Dynamics*, Springer-Verlag 2011.
2. A.D. BAZYKIN, *Nonlinear dynamics of interacting populations*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 1998.
3. F. DUMORTIER, J. LLIBRE AND J.C. ARTÉS, *Qualitative theory of planar differential systems*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.
4. H. I. FREEDMAN, *Deterministic mathematical model in Population Ecology*, Marcel Dekker. 1980.
5. G. F. GAUSE, *The struggle for existence*, Williamson & Wilkins, 1934.
6. B-S. GOH, *Management and analysis of biological populations*, Elsevier Scientific Publishing Company, 1980.
7. R. M. MAY. *Stability and complexity in model ecosystems* (2nd edition), Princeton University Press 2001.
8. J. MAYNARD SMITH, *Models in Ecology*. Cambridge University Press, 1974.
9. R. J. TAYLOR, *Predation*, Chapman and Hall, 1984.
10. P. TURCHIN, *Complex population dynamics. A theoretical/empirical synthesis*, Monographs in Population Biology 35 Princeton University Press 2003.

Plenaria 3

Numerical analysis of a family of simultaneous distributed-boundary mixed elliptic optimal control problems

Domingo Tarzia

DTarzia@austral.edu.ar

Universidad Austral - Rosario- Argentina

Abstract

In this paper, we consider a family of simultaneous distributed-boundary optimal control problems (P_α) on the internal energy and the heat flux for a system governed by a mixed elliptic variational equality with a parameter $\alpha > 0$ (the heat transfer coefficient on a portion of the boundary of the domain) and a simultaneous distributed-boundary optimal control problem (P) governed also by an elliptic variational equality with a Dirichlet boundary condition on the same portion of the boundary. We formulate discrete approximations ($P_{h\alpha}$) and (P_h) of the optimal control problems (P_α) and (P) respectively, for each $h > 0$ and for each $\alpha > 0$, through the finite element method with Lagrange's triangles of type 1 with parameter h (the longest side of the triangles). The goal of this paper is to study the convergence of this family of discrete simultaneous distributed-boundary mixed elliptic optimal control problems ($P_{h\alpha}$) when the parameters α goes to infinity and the parameter h goes to zero simultaneously. We prove the convergence of the family of discrete problems ($P_{h\alpha}$) to the discrete problem (P_h) when $\alpha \rightarrow +\infty$, for each $h > 0$, in adequate functional spaces. We study the convergence of the discrete problems ($P_{h\alpha}$) and (P_h), for each $\alpha > 0$, when $h \rightarrow 0^+$ obtaining a commutative diagram which relates the continuous and discrete simultaneous distributed-boundary mixed elliptic optimal control problems ($P_{h\alpha}$), (P_α), (P_h) and (P) by taking the limits $h \rightarrow 0^+$ and $\alpha \rightarrow +\infty$ respectively. We also study the double convergence of ($P_{h\alpha}$) to (P) when $(h, \alpha) \rightarrow (0^+, +\infty)$ which represents the diagonal convergence in the above commutative diagram.

This is a joint paper with Carolina Bollo and Claudia Gariboldi (UNRC, Argentina).

Plenaria 4

Horizontal Gene Transfer and Efficient Antibiotic Dosing

Adnan Ahmed Khan

adnan.khan@lums.edu.pk

Lahore University of Management Sciences.

Asgher Ali

asgher.ali@lums.edu.pk

Lahore University of Management Sciences.

Abstract

In this talk we will present models for in-vivo transfer of antimicrobial resistance and determine efficient antibiotic regimens in the presence of drug resistant bacteria. We consider two different models of resistance acquisition which have been identified as primary mechanisms for in-vivo drug resistance, both involve horizontal transfer of resistant genes from a resistant to a susceptible strain. We first look at a model where resistance is acquired via transformation, and the second model takes into account resistance acquisition via transduction. Using Floquet theory we show that periodic dosing at a constant level may not be successful in eradicating the bacteria in both the cases. We use a numerical optimization algorithm to determine the 'best' antibiotic dosing strategy. We study the effects of varying different model parameters on the qualitative behavior of the optimal dosing.

Plenaria 5

Caracterizando diagonalización simultánea para dos matrices

Fabián Flores-Bazán

fflores@ing-mat.udec.cl

Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Matemática, Concepción, Chile.

Felipe Opazo

felipeopazo@udec.cl

Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Matemática, Concepción, Chile.

Resumen

Se analiza cuándo dos matrices reales y simétricas son simultáneamente diagonalizables (DS via congruencia). Primero se presenta algunas condiciones suficientes (todas equivalentes entre si), que garantizan la validez de la propiedad de DS. Estas condiciones se derivan bajo una perspectiva distinta de aquellas que aparecen en la literatura; en cualquier caso tales condiciones clarifican otras similares.

Continuando nuestro punto de vista reflejado en un trabajo anterior [1], establecemos también condiciones suficientes y necesarias para tener SD. Estas condiciones son diferentes en su naturaleza de aquellas aparecidas en [3]. A partir de lo último se espera proponer un esquema para determinar SD. El caso bidimensional se analiza de modo especial e igualmente se provee algunas caracterizaciones muchos más precisas que en el caso de dimensión mayor.

The research was supported in part by ANID-Chile through FONDECYT 1212004 and Basal FB210005.

References

1. FLORES-BAZÁN, F.; OPAZO, F., Characterizing the convexity of joint-range for a pair of inhomogeneous quadratic functions and strong duality. *Minimax Theory Appl*, **1** (2016), 257-290.
2. FLORES-BAZÁN, F.; OPAZO, F., Characterizing convexity of images for quadratic-linear mappings with applications in nonconvex quadratic optimization, *SIAM J. Optim.* **31** (2021), 1774-1796.
3. JIANG, Q.; LI, D., Simultaneous diagonalization of matrices and its applications in quadratically constrained quadratic programming, *SIAM J. Optim.*, **26** (2016), 1649-1668.

Plenaria 6

Inversion of the Vandermonde matrix through a differential change-of-basis

Julio Ruiz Claeysen

julio@math.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

Abstract

The inverse of a Vandermonde matrix formed with distinct or repeated scalars appears in a change-of-basis on a linear differential equation whose characteristic polynomial has the scalars as roots and whose fundamental solution and its derivatives form a new basis. The process can be expressed in factored form, allowing one to calculate column by column the inverse of the Vandermonde matrix and to prove its known determinant identity. Aspects of Vandermonde's scientific career are presented.

Plenaria 7

Bifurcation and Hyperbolicity for a nonlocal quasilinear parabolic problem

Alexandre N. Carvalho

Universidade de Sao Paulo, Brasil.

José Arrieta

Universidad Complutense de Madrid, España.

Estefani Moreira & José Valero

Universidade de Sao Paulo, Brasil.

Abstract

We study a one-dimensional nonlocal quasilinear problem of the form $u_t = a(\|u_x\|^2)u_{xx} + \ni f(u)$, with Dirichlet boundary conditions on the interval $[0, 2\pi]$, where $0 < m \leq a(s) \leq M$ for all $s \in \mathbb{R}^+$ and f satisfies suitable conditions. We give a complete characterization of bifurcations and of the hyperbolicity of the corresponding equilibria. with respect to the bifurcations we extend the existing results to the cas $a(\cdot)$ is not necessary monotone increasing and show that bifurcations may be pitchfork or saddle-node, subcritical or supercritical. We also give a complete characterization of hyperbolicity specifying necessary and sufficient conditions for the presence of absence.

Plenaria 8

Asymptotic behavior of an epidemic model with infinitely many variants

Quentin Griette

quentin.griette@univ-lehavre.fr

Université Le Havre Normandie, France.

Jean-Baptiste Burie

jean-baptiste.burie@u-bordeaux.fr

Université de Bordeaux, France.

Arnaud Ducrot

arnaud.ducrot@univ-lehavre.fr

Université Le Havre Normandie, France.

Abstract

We investigate the long-time dynamics of a SIR epidemic model with infinitely many pathogen variants infecting a homogeneous host population. We show that the basic reproduction number \mathcal{R}_0 of the pathogen can be defined in that case and corresponds to a threshold between the persistence ($\mathcal{R}_0 > 1$) and the extinction ($\mathcal{R}_0 \leq 1$) of the pathogen. When $\mathcal{R}_0 > 1$ and the maximal fitness is attained by at least one variant, we show that the system reaches an equilibrium state that can be explicitly determined from the initial data. When $\mathcal{R}_0 > 1$ but none of the variants attain the maximal fitness, the situation is more intricate. We show that, in general, the pathogen is uniformly persistent and all families of variants that have a uniformly dominated fitness eventually get extinct. We derive a condition under which the total mass of pathogens converges to a limit which can be computed explicitly. We also find counterexamples that show that, when our condition is not met, the total mass of pathogen may converge to an unexpected value, or the system can even reach an eternally transient behaviour where the mass oscillates between several values. We illustrate our results with numerical simulation.

References

1. J.-B. BURIE, A. DUCROT, AND Q. GRIETTE, *Asymptotic behavior of an epidemic model with infinitely many variants*. arXiv preprint arXiv:2305.05699, 2023.

Plenaria 9

COVID en el Perú – lo que aprendí con la Estadística

Edith Seier

seier@etsu.edu

East Tennessee State University, USA.

Resumen

La Estadística es una herramienta muy útil para observar la realidad cuando un aspecto de esta cautiva nuestro interés. Lo devastador de la pandemia de COVID en el Perú me motivó a trabajar con bases de datos abiertos disponibles y escribir programas en R para contestar algunas de las preguntas que se me venían a la mente en diversos momentos como: Al terminar el año 2020, ¿cuántas personas habían fallecido por COVID realmente? ¿Reducieron las vacunas la mortalidad entre hospitalizados? ¿Cómo influyó el sexo y la edad en morir por COVID? ¿Fue la mortalidad por COVID la misma en todos los distritos de la provincia de Lima, o a que variables socio-económicas o demográficas estuvo relacionada? La pandemia también me hizo percatar de lo importante que es divulgar conocimiento básico en la población sobre algunos temas como el cálculo de la eficacia de una vacuna o el rol de los modelos matemáticos, para evitar la confusión que a veces generan comentarios hechos en los medios de comunicación.

Plenaria 10

On a Graph-Theoretic Method in Global Stability Analysis of a Disease Epidemics Model

Jorge Rebaza Vasquez

JRebaza@missouristate.edu

Missouri State University, USA.

Resumen

Método teórico gráfico que permite construir ciertas funciones de Lyapunov que permiten probar resultados de estabilidad de sistemas dinámicos, el modelo es usado para establecer conexiones acuáticas.

Plenaria 11

Optimización en espacios cuasilineales

Yurilev Chalco-Cano

ychalco@academicos.uta.cl

Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

Abstract

En esta conferencia presentamos y analizamos problemas de optimización en espacios cuasilineales. En particular, discutiremos sobre un problema donde la función objetivo posee valores en un espacio cuasilineales. Mostraremos algunos resultados de optimalidad y sus consecuencias en algunos espacios cuasilineales conocidos, tales como el espacio de intervalos y el espacio de los números difusos.

References

1. B. BEDE, L. STEFANINI, *Generalized differentiability of fuzzy-valued functions*, Fuzzy Sets and Systems 230 (2013) 119-141.
2. T.M. COSTA, Y. CHALCO-CANO, R. OSUNA-GÓMEZ, W.A. LODWICK, *Interval order relationships based on automorphisms and their application to interval optimization*, Information Sciences 615 (2022) 731-742.
3. Y. CHALCO-CANO, A. RUFÍAN-LIZANA, H. ROMÁN-FLORES, M.D. JIMÉNEZ-GAMERO, *Calculus for interval-valued functions using generalized Hukuhara derivative and applications*, Fuzzy Sets and Systems 219 (2013) 49-67.
4. Y. CHALCO-CANO, H. ROMÁN FLORES, M.D. JIMÉNEZ-GAMERO, *Generalized derivative and π -derivative for set-valued functions*, Information Sciences 181 (2011) 2177-2188.
5. A. KHASTAN, R. RODRÍGUEZ-LÓPEZ, M. SHAHIDI, *New differentiability concepts for set-valued functions and applications to set differential equations*, Information Sciences 575 (2021) 355-378.
6. A. KHASTAN, R. RODRÍGUEZ-LÓPEZ B, M. SHAHIDI, *New metric-based derivatives for fuzzy functions and some of their properties*, Fuzzy Sets and Systems 436 (2022) 32-54.
7. V. LUPULESCU, D. O'REGAN, *A new derivative concept for set-valued and fuzzy-valued functions. Differential and integral calculus in quasilinear metric spaces*, Fuzzy Sets and Systems 404 (2021) 75-110.
8. S. MARKOV, *On quasilinear spaces of convex bodies and intervals*, J. Comput. Appl. Math. 162 (2004) 93-112.
9. S. MARKOV, *Calculus for interval functions of a real variable*, Computing 22 (1979) 325-337.
10. R. OSUNA-GÓMEZ, T. M. COSTA, Y. CHALCO-CANO, B. HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, *Quasilinear approximation for interval-valued functions via generalized Hukuhara differentiability*, Computational and Applied Mathematics 44 (2022) 149.
11. R. OSUNA-GÓMEZ, B. HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, Y. CHALCO-CANO AND G. RUIZ-GARZÓN, *New optimality conditions for multiobjective fuzzy programming problems*, Iranian Journal of Fuzzy Systems 17 (2020) 19-31.
12. L. STEFANINI, M. ARANA-JIMÉNEZ, *Karush-Kuhn-Tucker conditions for interval and fuzzy optimization in several variables under total and directional generalized differentiability*, Fuzzy Sets and Systems 362 (2019) 1-34.

Plenaria 12

Numerical Methods for Feedback Stabilization of Unsteady PDE Problems

Peter Benner

benner@mpi-magdeburg.mpg.de

Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems, Magdeburg, Germany

Abstract

Influencing the behavior of a dynamical systems in such a way that a desired trajectory is followed or a target is reached is the central theme of control theory and an ubiquitous task in a huge variety of engineering problems. Designing a controller for this task in such a way that it is robust against external perturbations requests feedback control. If the dynamical system to be controlled is linear, the cost functional encoding the deviation from the desired target or trajectory is quadratic, and the control horizon is infinite (i.e., stabilization of the controlled system is the goal), then it has been known since the 1960ies that the optimal feedback control law can be obtained via an analytical expression involving the solution of an algebraic Riccati equation (ARE). This solution is commonly called the *linear-quadratic regulator (LQR)* and is implemented in many technical systems.

This talks reviews the extensions of the LQR control strategy to unsteady linear partial differential equations (PDEs) and its use in the stabilization of nonlinear PDEs like the unsteady Navier-Stokes equations. In particular, we focus on the numerical realization of this approach in the PDE setting which requires to solve large-scale AREs. We discuss recent developments in the numerical solution of AREs that nowadays allow to apply the LQR approach to real-world distributed control problems arising from thermodynamic and fluid mechanics applications and we illustrate the effectiveness of the newly developed methods using several numerical examples including the optimal cooling of steel profiles as well as suppressing transition to turbulence in fluid flow.

Plenaria 13

La importancia de las aplicaciones en la enseñanza de la Matemática

Michel Helfgott

michel.helfgott@gmail.com

East Tennessee State University, USA.

Abstract

Desde la antigüedad, matemáticos se han preocupado por las aplicaciones a las ciencias naturales, especialmente la física. Euclides, Descartes, Newton, Cauchy, Minkowski y Hilbert, entre otros grandes matemáticos, realizaron importantes investigaciones en el terreno de la matemática pura y aplicada. Este nexo se reflejó en la enseñanza de la matemática, especialmente en el nivel universitario, hasta comienzos del siglo XX. El proceso de especialización de diversas disciplinas, la matemática incluida, ha dejado de lado el nexo anteriormente mencionado. En aras de mejorar el aprendizaje de las ciencias exactas es necesario ligar nuevamente la enseñanza de la matemática a la biología, la física, y la química, entre otras ramas del conocimiento.

Plenaria 14

Modelación escolar. Un ejemplo de una categoría Socioepistemológica

María Esther Magali Méndez Guevara

memmendez@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero- Facultad de Matemáticas, México.

Abstract

La matemática es transversal a las disciplinas científicas, pero en cada especialidad adquiere sentido y significados propios del uso de esta en los diferentes contextos, sin embargo, su enseñanza suele ser indistinta y poco problematizada, causando nuevos fenómenos que implicaron la creación de una disciplina científica que se dedique a su estudio, en México le llamamos Matemática Educativa, en ella existen diversas posturas teóricas y metodológicas (Cantoral, 2014; Ávila, 2016). Una de ellas, la Socioepistemológica, reconoce que la problemática sobre la enseñanza de las matemáticas radica en el fenómeno de exclusión del discurso matemático escolar (Cantoral & Soto, 2014), y la falta de marcos de referencia que promuevan la construcción de conocimiento matemático (CCM) en el aula. Particularmente, se describirá una categoría socioepistemológica (Cordero, 2016) que concibe a la modelación, como una construcción del conocimiento matemático en sí misma, en donde lo fundamental es reconocer cuáles son los elementos que provocan la CCM, una epistemología de prácticas que provocan en el aula el desarrollo de usos de conocimientos matemáticos (Méndez, 2020) ante la toma de decisión sobre las variables que conviene analizar y las variaciones de las mismas desde donde se formulan modelos tabulares, gráficos y algebraicos (Méndez, Ferrari, y Trejo, 2018; Méndez y Zúñiga, 2017).

References

1. MURRAY, J. D. , *Mathematical Biology*, Vol. 1 y 2, 2nd ed., Springer, 2002.
2. OKUBO, A. Y LEVIN, S. A., *Diffusion and Ecological Problems, Modern Perspectives*. Interdisciplinary and Applied Mathematics, Springer, 2001.
3. AVILA, A.. *La investigación en educación matemática en México: una mirada a 40 años de trabajo*. *Educación Matemática*, 28(3). 31-59, 2016.
4. CANTORAL, R. (2014). *Matemática Educativa: RELME, CLAME y RELIME*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 17(2). 125-129.
5. CANTORAL, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa*. México: Gedisa.
6. CANTORAL, R. & SOTO, D. (2014). *Discurso Matemático Escolar y Exclusión. Una Visión Socioepistemológica*. *Boletim de Educação Matemática*, 28(50), 1525-1544.
7. CORDERO, F. (2016). *Modelación, funcionalidad y multidisciplinariedad: el eslabón de la matemática y el cotidiano*. En J. Arrieta y L. Díaz (coord.), *Investigaciones latinoamericanas en modelación: Matemática educativa* (pp. 59-88). Gedisa: México. ISBN: 978-84-9784-981-4
8. CORDERO, F. (2006). *La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento-apprendimento della matematica*. *La Matematica e la sua Didattica*, 20, 1, 59-79.
9. MÉNDEZ, M., FERRARI, M. & TREJO, M. (2018). *Modelación escolar: Análisis de las variaciones en gráficas*. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31,2(pp. 1512-1518). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. ISSN: 2448-6469.
10. MÉNDEZ, M. Y ZÚÑIGA, K. (2017). *Desarrollo del uso de las gráficas en una situación de modelación escolar*. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 30 (pp. 971-980). Colegio Mexicano de Matemática Educativa A.C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C. ISSN: 2448-6469.

Plenaria 15

Ecuaciones semilineales elípticas, una aplicación a los problemas de frontera libre

Marco Calahorrano Recalde

marco.calahorrano@epn.edu.ec

Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador.

Abstract

En este trabajo nos proponemos estudiar algunos ejemplos de problemas de frontera libre que pueden ser trabajados con técnicas usadas para la búsqueda de soluciones de ecuaciones semilineales elípticas con datos en la frontera.

Plenaria 16

Adaptive methods for Hamilton-Jacobi equations

Bernardo Cockburn

bcockbur@umn.edu

Minnesota University, USA.

Abstract

Hamilton-Jacobi equations appear in many areas of practical interest. Hence the importance of developing ways of obtaining a reliable upper bound of their numerical approximation. We show how to do that for a model equation. Numerical experiments showing the quality of the corresponding are displayed.

Plenaria 17

Severe Weather Prediction: Integrating Partial Differential and Machine Learning Models

Haroldo Fraga de Campos Velho

Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales - Brasil

Abstract

Weather and climate prediction is a permanent challenge. One remarkable scientific conquer was the numerical weather prediction (NWP), where the applied mathematics and scientific computing gave an important contribution. Nowadays, machine learning algorithms have present a very good results on many applications. The focus of our talk is to combine the forecasting from a partial differential equation atmospheric model with a machine learning algorithm to predict precipitation for severe episodes. The attributes from differential equation model are selected by employing the p-value statistical hypothesis test. The forecasting using combined approaches produces a better precipitation prediction, even for severe Weather.

MINICURSOS

Minicurso 1

Tópicos de Análisis Funcional y EDPs

Alexis Rodríguez Carranza

arodriguezca@unitru.edu.pe

Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Obidio Rubio Mercedes

orubio@unitru.edu.pe

Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Resumen

En el presente curso pretendemos presentar aspectos básicos sobre teoría de la medida e integración, análisis funcional y sus aplicaciones en ecuaciones diferenciales Parciales. Usando conceptos de medida construiremos los espacios L_p y estudiaremos sus propiedades que serán usadas para obtener resultados de existencia de soluciones débiles para ciertas ecuaciones clásicas. También pretendemos dar una introducción a la integral de Bochner y mostrar su aplicación a ecuaciones de evolución.

Contenido

Teoría de la Medida e Integración

- Semi Anillos.
- Anillos.
- Medidas σ - aditivas.
- Primeros ejemplos, conjuntos finitos y medida de contar.
- La integral de funciones simples.
- La integral superior.
- La extensión de Lebesgue.
- Conjuntos medibles.
- Funciones medibles.
- La integral de Riemann y Lebesgue.
- Teoremas fundamentales: Convergencia dominada, Fubini, derivación dominada.
- Espacios L_p .

Análisis Funcional

1. Espacios vectoriales topológicos.
 - Aplicaciones lineales.
 - Espacios finito dimensionales.
 - Seminormas y convexidad local. (d) Espacios cocientes.
2. Completitud.
 - Teorema de categoría de Baire.
 - Teorema de Banach-Steinhaus.
 - Teorema de la aplicación abierta.

- Teorema del gráfico cerrado.
3. Dualidad en espacios de Banach.
 - El espacio dual de espacios normados.
 - Adjunta de un operador lineal.
 - Operadores compactos.
 - Topologías débiles en espacios L_p .
 4. Aplicaciones a ecuaciones diferenciales Parciales.

Referencias

1. C. Isnard, *Introdução à Medida e Integração*. Projeto Euclides, 2013.
2. W. Rudin. 2a ed. *Functional Analysis*, Mc.Graw-Hill, Inc, 1991
3. H. Brezis, *Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations*. Springer, 2010.

Minicurso 2

El teorema de la aplicación abierta en espacios cuasimétrico

Peña Miranda Carlos Alberto

cpenam@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Resumen

En el minicurso daremos una introducción a los espacios cuasimétricos y normados asimétricos. Comenzaremos mostrando los conceptos básicos, así como también algunos ejemplos sencillos que nos permita entender algunos resultados básicos sobre análisis funcional en los espacios normados asimétricos. Finalmente, se demostrara el teorema de la aplicación abierta y el teorema del grafo cerrado en espacios normados asimétricos.

Referencias

1. COBZAS, S. , *Functional Analysis in Asymmetric Normed Spaces*, 2010.
2. GARCÍA-RAFFI, L.M., ROMAGUERA, S. Y SÁNCHEZ-PÉREZ, E.A., *The Dual Space of an Asymmetric Normed Linear Space*. *Quaestiones Mathematicae*, 2003, 83-96

Minicurso 3

Optimización Convexa: un enfoque geométrico usando Mathematica

Mariano González Ulloa

mgonzal@pucp.edu.pe

Pontificia Univerisdad Católica del Perú, Perú.

Roy Sánchez Gutiérrez

rwsanche@pucp.edu.pe

Pontificia Univerisdad Católica del Perú, Perú.

Abstract

En esta oportunidad presentaremos los conceptos básicos de la optimización convexa. Explicaremos cómo la geometría de los conjuntos convexos y las funciones convexas pueden ser aprovechadas para obtener las soluciones óptimas, destacando la importancia del enfoque geométrico para comprender y resolver dichos problemas.

Teniendo en cuenta que Mathematica es un entorno de programación y cálculo simbólico, que proporciona una amplia gama de funcionalidades para abordar y resolver problemas matemáticos, incluyendo la optimización convexa, podremos visualizar y analizar la estructura geométrica de los conjuntos y funciones involucrados en el problema de optimización, así como la relación entre la función objetivo y las restricciones. Las ventajas de este software nos permite explorar las propiedades, desde un punto de vista geométrico, de los objetos en la solución de problemas de optimización.

En resumen, Mathematica 13.0.1.0 es una buena herramienta para abordar la optimización convexa con un enfoque geométrico, debido a su capacidad para trabajar con conjuntos y funciones convexas, y su amplia gama de opciones de visualización atractivas.

Introducción

De acuerdo con Boyd, Stephen; Vandenberghe, Lieven (2004), la **optimización convexa** es una poderosa herramienta matemática que se aplica en diversos campos como ingeniería, economía, aprendizaje automático e investigación de operaciones. Esta metodología de optimización se ocupa de problemas en los que la función objetivo y las restricciones son convexas.

En esta presentación comenzaremos definiendo conjuntos convexos y funciones convexas, resaltando sus propiedades esenciales. Luego, profundizaremos en los problemas de optimización convexa, que implican minimizar una función convexa como función objetivo sujeta a restricciones convexas. Exploramos los fundamentos de la optimización convexa y su importancia en la resolución de problemas de optimización.

Una de las ventajas de la optimización convexa es la existencia de algoritmos eficientes que pueden encontrar la solución óptima global. Tratamos con algoritmos populares de optimización, como el descenso de gradiente, los métodos de puntos interiores y explicamos cómo se pueden aplicar a problemas convexas.

Además, ilustramos la amplia gama de aplicaciones de la optimización convexa. Ejemplos que incluyen la optimización de portafolios, donde las técnicas de optimización convexa pueden ayudar a construir carteras de inversión óptimas con un riesgo mínimo; y el aprendizaje automático, donde la optimización convexa desempeña un papel vital en el entrenamiento de modelos y la optimización de parámetros.

Finalmente, abordamos algunas extensiones y generalizaciones de la optimización convexa, como la programación semidefinida y la optimización cónica, que amplían el alcance de los problemas que se pueden abordar mediante técnicas de optimización convexa.

Al finalizar esta exposición, los participantes tendrán una comprensión sólida de la optimización convexa, sus principios y sus diversas aplicaciones usando Wolfram Mathematica. También apreciarán la importancia del aspecto geométrico en la resolución de problemas de optimización convexa.

Objetivos

Los principales objetivos de esta presentación son los siguientes:

1. Introducir los conceptos fundamentales de la optimización convexa y resaltar su importancia en la resolución de problemas del mundo real.
2. Mostrar cómo el enfoque geométrico puede ayudar a comprender y resolver problemas de optimización convexa.

3. Mostrar Mathematica como una herramienta eficiente y versátil para abordar la optimización convexa con un enfoque geométrico, explorando las capacidades de visualización de este software para representar gráficamente conjuntos convexos, funciones convexas y soluciones óptimas.
4. Destacar la importancia de la interpretación geométrica de los resultados de optimización convexa y cómo puede ayudar en el análisis de los problemas, promoviendo la comprensión y el interés por la optimización convexa y su aplicación práctica utilizando el software Mathematica.
5. Proporcionar recursos y referencias adicionales para que los participantes puedan profundizar en la optimización convexa y su implementación con Mathematica, proporcionando ejemplos concretos de aplicación de optimización convexa con enfoque geométrico utilizando Mathematica en diversas áreas, como finanzas e inversión, aprendizaje automático (machine learning) o procesamiento de señales.

Referencias

1. Bazaraa, Mokhar; Sherali, Hanif; Shetty, c. M. (2006) *Nonlinear Programming* Theory and algorithms. Third Edition. Wiley.
2. Boyd, Stephen; Vandenberghe, Lieven. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge University Press.
3. Christodoulos A. Floudas, Panos M. Pardalos. (2009). *Encyclopedia of Optimization*. 2nd Edition. Springer.
4. Goberna, Miguel Ángel. (2004). *Optimización Lineal*. Editorial Mc Graw Hill, España.
5. Luenberger, David. (1989). *Programación lineal y no lineal*. Editorial Addison Wesley Iberoamerica, S. A. Delaware E. U. A.
6. Osorio A., Javier. (1999). *Problemas de Programación Lineal*: Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones.
7. Soler F., Francisco; Molina F., Fabio; Rojas C., Lucio . *Álgebra Lineal y programación lineal con aplicaciones de ciencias Administrativas, contables y financieras*. ECOE Ediciones : México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.

MINIWORKSHOPS

Biomatemática

Conferencias

Elaboración de un sistema de alerta para infecciones respiratorias agudas

Manuel Adrian Acuña Zegarra

adrian.acuna@unison.mx

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora, México.

Saul Diaz-Infante

saul.diazinfante@unison.mx

Departamento de Matemáticas, CONACYT-Universidad de Sonora, México.

Jorge X. Velasco-Hernández

jx.velasco@im.unam.mx

Instituto de Matematicas, Universidad Nacional Autónoma de México - Juriquilla, México.

Abstract

La pandemia del COVID-19 ha mostrado que las intervenciones no farmacéuticas orientadas a hacer cumplir las políticas de distanciamiento social, la vacunación y los tratamientos seguirán siendo una parte esencial de las políticas de salud pública para mitigar y controlar la aparición de brotes epidémicos de las diversas enfermedades que surgen. Sin embargo, la implementación de algunas de estas políticas ha traído consigo problemas en la economía de diversos países, ya que se ha restringido la movilidad de las personas, o reducido el aforo de diversos establecimientos comerciales. Motivado por lo anterior, en esta plática se abordará la forma de implementar estas políticas de mitigación a través de un sistema de monitoreo de semáforos. Para llevar esto a cabo, desarrollamos un modelo matemático para la dinámica de transmisión de una infección respiratoria aguda y derivamos un modelo para las políticas de semáforo epidemiológico basado en la mejor respuesta para las medidas de activación impulsadas por la percepción de riesgo de las personas, tamaño de reuniones y los años de vida saludable perdidos por discapacidad. Nuestros resultados proporcionan una metodología para evaluar y desarrollar políticas de semáforo resultantes de un delicado equilibrio entre los beneficios para la salud y las implicaciones económicas.

Referencias

1. DIAZ-INFANTE, SAUL; ACUÑA-ZEGARRA, M. ADRIAN; VELASCO-HERNÁNDEZ, JORGE X., *Modeling a traffic light warning system for acute respiratory infections*. Applied Mathematical Modelling, 2023. DOI: 10.1016/j.apm.2023.04.029

Modelación matemática del COVID-19 en México: cambios y limitaciones

Mayra Rosalia Tocto Erazo

mayra.tocto@unison.mx

Universidad de Sonora, México.

Manuel Adrian Acuña Zegarra

adrian.acuna@unison.mx

Universidad de Sonora, México.

Mario Santana Cibrian

msantana@unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ruth Corona Moreno

ruth.corona.m@im.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Resumen

A principios de 2020, la pandemia de COVID-19 comenzó a afectar en todo el mundo, generando preocupación en la comunidad científica por comprender la dinámica de la enfermedad. En este contexto, se formularon muchos modelos matemáticos para abordar preguntas sobre la evolución de la enfermedad COVID-19. Un solo modelo matemático no podía responder a todas las preguntas importantes relacionadas con la propagación del nuevo coronavirus. Los modelos cambiaron con el tiempo para poder describir características particulares de las curvas epidémicas. En esta charla, mostraremos cómo cambiaron los modelos a medida que evolucionó la epidemia y surgían nuevas preguntas. Además, nos centraremos en las limitaciones del modelo matemático que apareció con la enfermedad en curso. Nos enfocaremos en modelos matemáticos que fueron propuestos para entender la dinámica del COVID-19 en México o que utilizaron datos de México como aplicación del modelo.

Referencias

1. ACUÑA-ZEGARRA, M. A., SANTANA-CIBRIAN, M., TOCTO-ERAZO, M. R. y CORONA-MORENO, RUTH, *Analysis of an ongoing epidemic: Advantages and limitations of COVID-19 modeling*. En Hernandez-Vargas, E. y Velasco-Hernandez, J. (Eds.), *Mathematical Modeling, Simulations, and AI for Emergent Pandemic Diseases*, Elsevier, Primera Edición, 2023.

El formalismo Dubovitskii-Milyutin aplicado a un problema de control óptimo para un modelo de reacción-difusión epidémica SIS

Aníbal Coronel Pérez

acronel@ubiobio.cl

*Depto. de Ciencias Básicas-Centro de Ciencias Exactas CCE-UBB,
Facultad de Ciencias, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile.*

Fernando Huancas Suárez

fhuancas@utem.cl

Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas y del Medio Ambiente, Universidad Tecnológica Metropolitana, Las Palmeras No. 3360, Ñuñoa-Santiago, Chile.

Marko Rojas-Medar

marko.medar@gmail.com

Departamento de Matemática, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

Abstract

Este artículo se centra en investigar la calibración del modelo matemático de un sistema de reacción-difusión que surge en el modelo matemático de propagación de una epidemia en una sociedad. Consideramos que la población total se divide en dos clases de individuos llamados susceptibles e infecciosos donde un individuo susceptible se vuelve infeccioso y también que al recuperarse un individuo infectado puede volver a ser susceptible. Consideramos que la población vive en un ambiente espacialmente heterogéneo y obtenemos que la propagación de la dinámica está regida por un sistema de reacción-difusión formado por dos ecuaciones donde las variables del modelo son las densidades de individuos susceptibles e infectados. En el término de reacción, los coeficientes son las tasas de transmisión de enfermedades y la tasa de recuperación infecciosa. La principal contribución de este estudio es la identificación de los coeficientes de reacción asumiendo que se observan las densidades de la población infectada y susceptible, al final del proceso y en el dominio espacial general. Aplicamos la metodología de control óptimo y el formalismo de Dubovitskii y Milyutin para probar los principales hallazgos: la existencia de soluciones positivas para el sistema estatal, la existencia de al menos una solución para el problema de identificación, la introducción de una condición necesaria de primer orden, y la unicidad local de las soluciones óptimas.

References

1. A. CORONEL, F. HUANCAS, F. M. SEPÚLVEDA, *A note on the existence and stability of an inverse problem for a SIS model*, *Comput. Math. Appl.*, 77 (2019), 3186–3194.
2. A. CORONEL, L. FRIZ, I. HESS, M. ZEGARRA, *On the existence and uniqueness of an inverse problem in epidemiology*, *Appl. Anal.*, 3 (2021), 513–526.
3. A. CORONEL, F. HUANCAS, F. M. SEPÚLVEDA, *Identification of space distributed coefficients in an indirectly transmitted diseases model*, *Inverse Problems*, 11 (2019), 115001, 20 pp.
4. A. CORONEL, F. GUILLÉN-GONÁLEZ, F. MARQUES-LOPES, M. ROJAS-MEDAR, The Dubovitskii and Milyutin formalism applied to an optimal control problem in a solidification model. In *Recent advances in PDEs: analysis, numerics and control* (SEMA SIMAI Springer Ser. 17) Editor 1, F., Editor 2, A., Eds.; Springer, Cham, Netherlands, 2018; pp. 211–231.
5. I.V. GIRSANOV, *Lectures on Mathematical Theory of Extremum Problems*, *Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol. 67; Springer-Verlag: Berlin, Germany, 1972; 136p.

Optimización, Inteligencia Artificial y Ciencia de Datos

Conferencias

Inteligência Artificial e Ciência de Dados: Impulsionando a Inovação e Transformação Digital

Daisy Albuquerque

daisyalbuquerque@edu.unirio.br

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, Brasil

Abstract

Será abordado o papel fundamental da Inteligência Artificial (IA) e Ciência de Dados na revolução tecnológica. Serão exploradas as formas como essas disciplinas impulsionam a inovação em diversos setores, desde a tomada de decisões estratégicas em empresas até o aprimoramento das experiências do usuário. Além disso, serão discutidos os desafios e oportunidades que surgem com a aplicação de IA e Ciência de Dados, fornecendo insights valiosos para empresas e profissionais que buscam a transformação digital.

Using a Boolean gene regulatory network for the identification of therapeutic targets in breast cancer

Domenico Sgariglia

canedo70@hotmail.it

Programa Engenharia de Sistemas e Computação - PESC

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil

Abstract

Studying gene regulatory networks associated with cancer provides valuable insights for therapeutic purposes, given that cancer is fundamentally a genetic disease. However, as the number of genes in the system increases, the complexity arising from the interconnections between network components grows exponentially. In this study, using Boolean logic to adjust the existing relationships between network components has facilitated simplifying the modeling process, enabling the generation of attractors that represent cell phenotypes based on breast cancer RNA-seq data. A key therapeutic objective is to guide cells, through targeted interventions, to transition from the current cancer attractor to a physiologically distinct attractor unrelated to cancer. To achieve this, we developed a computational method that identifies network nodes whose inhibition can facilitate the desired transition from one tumor attractor to another associated with apoptosis, leveraging transcriptomic data from cell lines. To validate the model, we utilized previously published in vitro experiments where the downregulation of specific proteins resulted in cell growth arrest and death of a breast cancer cell line. The method proposed combines diverse data sources, conducts structural network analysis, and incorporates relevant biological knowledge on apoptosis in cancer cells. This comprehensive approach aims to identify potential targets of significance for personalized medicine.

Análisis de Sensibilidad usando valores de Shapley y Métodos de Machine Learning en Datos Médicos de COVID-19

Jorge Zavaleta Gavidia

zavaleta.jorge@gmail.com

*Programa de Pós-graduação em Telemedicina e Telessaúde
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Brasil*

Abstract

El análisis de sensibilidad [1] es una herramienta poderosa para evaluar el impacto de los cambios en las variables de entrada en la salida de los modelos de aprendizaje automático en datos médicos. Los valores de Shapley [2] se utilizan para medir la contribución de cada variable de entrada a la salida del modelo. El análisis de sensibilidad que usa los valores de Shapley puede ayudar a identificar qué variables tienen el impacto más significativo en la salida del modelo y cómo los cambios en esas variables afectan el rendimiento del modelo. Este enfoque permite una mejor comprensión de cómo funciona un modelo de aprendizaje automático y proporciona información sobre posibles sesgos y limitaciones. El uso del análisis de sensibilidad puede conducir a modelos de aprendizaje automático más transparentes y confiables en los resultados del análisis de datos de vacunas de COVID-19.

References

1. PLISCHKE ELMAR, AND RABITTI GIOVANNI, AND BORGONOVO EMANUELE, *Computing Shapley Effects for Sensitivity Analysis*, v.9, n.4, pp. 1411-1437. SIAM, 2021.
2. ROZEMBERCZKI BENEDEK, WATSON LAUREN, BAYER PÉTER , YANG HAO-TSUNG, KISS OLIVER, NILSSON SEBASTIAN AND SARKAR RIK, *The Shapley Value in Machine Learning*. DOI:10.48550/arXiv.2201.00000, arXiv, 2022.

Desafios e oportunidades na Ciência de Dados com os avanços na IA Generativa

Carlos Eduardo Ribeiro de Mello

mello@uniriotec.br

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, Brasil

Abstract

No último ano, a Inteligência Artificial ganhou destaque com o lançamento do ChatGPT. Em apenas 5 dias após seu lançamento, a ferramenta online, criada pela startup OpenAI, bateu a marca de um milhão de usuários cadastrados, impulsionando definitivamente a popularização da IA. Essa e outras ferramentas de IA, recentemente lançadas, implementam os chamados modelos generativos, capazes de sintetizar textos, imagens, áudios e vídeos a partir de instruções (a.k.a. prompts) dos usuários. O fenômeno provocado pela dita IA Generativa, considerado por muitos pesquisadores como algo disruptivo, vem provocando grande repercussão no mundo inteiro, trazendo à tona diversos debates em todos os níveis: técnicos, sociotécnicos e políticos. Nesta palestra, apresentamos uma visão geral da IA Generativa e discutimos os principais desafios e oportunidades no contexto da área de Ciência de Dados & Data Analytics. Em particular, discutimos as principais expectativas de mudança na área e como elas podem impactar a academia, indústria e o mercado de trabalho.

Serviço de entrega por drones e veículos terrestres: métodos heurísticos para a otimização/programação de rotas

José Elias Claudio Arroyo

jarroyo@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa - UFV, Brasil

Abstract

Os veículos aéreos não tripulados (também conhecidos como drones), estão cada vez mais presentes no setor de distribuição comercial. Uma das aplicações é a utilização de drones para entregas de última milha (last-mile delivery) em operações logísticas. De acordo com dados da Emerg Research, o mercado de entrega por drones deve movimentar cerca de 19 bilhões de dólares até 2028 mundialmente. Algumas das vantagens do uso de drones quando comparados aos veículos terrestres (caminhões), tradicionalmente usados para entregar encomendas, são: os drones podem ser operados sem um piloto humano, podem se deslocar mais rápido que os caminhões, são automatizados para percorrer rotas predefinidas evitando o congestionamento das redes rodoviárias, e tem custos de transporte por quilômetro muito mais baixos. Receber uma encomenda em um tempo duas ou três vezes menor do que seria em uma entrega tradicional é um dos benefícios da entrega por drones. Por outro lado, como os drones são alimentados por baterias, eles são restritos tanto na distância máxima de viagem quanto no tamanho e peso da encomenda a ser transportada e é necessário a existência de droneportos nos locais de entrega. Em contraste, um caminhão tem a vantagem de realizar viagens mais longas e pode transportar cargas grandes e pesadas, no entanto é mais lento, pesado e tem custo de transporte muito maior. Assim, os drones podem realizar apenas uma parte da entrega, em geral a parte mais complicada para ser percorrida por via terrestre, por causa dos tráfego e condições urbanas. O entregador (caminhão) é fundamental para completar o processo de entrega. Nesta palestra serão apresentados alguns problemas de otimização combinatória relacionados com o serviço de entrega por drones e caminhões. Para resolver os problemas, também serão apresentadas algumas técnicas de resolução baseadas em modelagem de Programação Linear Inteira, algoritmos heurísticos e meta-heurísticas.

Aplicaciones de la Ciencia de Datos, Inteligencia Artificial y Machine Learning a la Seguridad Urbana en Latinoamérica

Ernesto David Cancho Rodríguez

ernesto.cancho@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM , Peru

Abstract

Esta ponencia trata sobre la aplicación al problema de la seguridad urbana de tecnologías de minería de datos, inteligencia de negocios, machine learning y la inteligencia artificial. El avance más reciente de estas tecnologías ha mejorado la manera en que las ciudades combaten las amenazas para la seguridad de sus ciudadanos. Se analizarán soluciones de innovación tecnológica que hacen uso de las tecnologías de inteligencia artificial, inteligencia de negocios y ciencia de datos, aplicando modelos de minería de datos y aprendizaje automático, el análisis de big data, la visualización de datos geográficos y algoritmos de inteligencia artificial para la mejora de la seguridad urbana, con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible de ciudades inteligentes.

Orientaciones para la búsqueda de maestrías y doctorados

Ángel Coca Balta

cocabalt@gmail.com

UENF, Brazil

Investigación de Operaciones para apoyar decisiones de planificación de cosecha frutícola

Marcela González Araya

mgonzalez@utalca.cl

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de Talca, Chile

Abstract

En los últimos años, el sector frutícola ha crecido significativamente debido al aumento en la demanda de consumidores preocupados por tener dietas más saludables, de mayor calidad alimentaria y con disponibilidad de frutas durante todo el año. Como consecuencia, este sector ha tendido a especializarse para ser más competitivo y dinámico. En esta charla se presenta métodos y modelos de Investigación de Operaciones desarrollados para apoyar decisiones de planificación de cosecha frutícola. De esta forma, se espera que los asistentes conozcan las principales decisiones involucradas en esta actividad, así como los modelos y métodos de Investigación de Operaciones desarrollados para apoyar estas decisiones. Finalmente, se destacan nuevos desafíos y direcciones para futuras investigaciones.

Improving Kidney Exchange Programs

João Pedro Pedroso

jpp@fc.up.pt

CMUP e Departamento de Ciência de Computadores

Faculdade de Ciências

Universidade de Porto – Portugal

Abstract

Renal diseases affect thousands of patients who, to survive, must incur in dialysis – a costly treatment with many negative implications in their quality of life. As an alternative, patients may enter a waiting list for receiving a kidney from a deceased donor; however, waiting times are typically very long. For reducing the waiting time, another alternative in some countries is to find a healthy living donor – usually, a relative of a person emotionally connected – who volunteers to cede one of their kidneys. However, in some situations transplantation is not possible due to blood, or tissue-level incompatibility. In these cases, a donor-patient pair may enter a pool of pairs in the same situation, in the hope of finding compatibility in crossed transplants. The problem has been studied under different perspectives, but the most commonly used objective is maximizing the number of patients in the pool for which a crossed transplant is possible. We propose to change this objective by that of maximizing the cumulative patient survival times. This model departs from the previous deterministic setting, putting into play a method for predicting survival time based on historical data.

Optimización Cuasi-Convexa: Teoría y Aplicaciones

Erik Papa Quiroz

erikpapa@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos- UNMSM, Peru

Abstract

En esta presentación iniciamos recordando propiedades de las funciones convexas, luego pasamos a definir una clase mayor de funciones llamadas funciones cuasi-convexas y presentamos los problemas de optimización de esta clase de funciones. Damos algunos modelos y presentamos sus propiedades. Finalmente presentamos los métodos numéricos y las aplicaciones a ciencias e ingenierías.

Optimización Cuasi-Convexa: Teoría y Aplicaciones**Ronaldo Ribeiro Goldschmidt***ronaldo.rgold@ime.eb.br**Seção de Engenharia da Computação
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil***Abstract**

Esta palestra tem como objetivo apresentar alguns exemplos de projetos e pesquisas na área de Ciência de Dados, atualmente em desenvolvimento no Instituto Militar de Engenharia (IME), situado na cidade do Rio de Janeiro – Brasil. Embora estejam no contexto de uma instituição militar, os exemplos a serem apresentados possuem caráter dual, podendo ser aplicados tanto no meio militar quanto civil. São iniciativas que abrangem temas como segurança cibernética, educação, saúde, inovação tecnológica, relações sociais, logística e CRM. Nesta palestra, a Ciência de Dados será abordada com um viés voltado para a área de Inteligência Artificial. Acredita-se que o conteúdo a ser apresentado possa ser útil para iniciantes assim como para especialistas no assunto.

El Análisis Envolvente de Datos y su aplicación en sustentabilidad y ecoeficiencia**Lidia Angulo Meza***dcarg@correo.edu.pe**Universidad Federal Fluminense – UFF, Brasil***Abstract**

El Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis – DEA) es una metodología con base en programación matemática para evaluación de la eficiencia de unidades que consumen los mismos recursos y producen los mismos productos. Además del índice de eficiencia, se determinan metas para las ineficientes y sus benchmarks, mejores prácticas de las cuales se puede guiar para determinar planes de mejora. Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en diversas áreas, siendo el área de sustentabilidad y ecoeficiencia una de ellas. En esta presentación se abordarán principios y modelo básicos de DEA, así como también aplicaciones en el área de sustentabilidad y eco-eficiencia con enfoques tanto teóricos como prácticos.

FAIR data applied to AI & ML**Sergio Manuel Serra da Cruz***serra@pet-si.ufrj.br**Programa de Pós-Graduação em Informática - PPGI
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Brasil**Tutor do Programa PET Sistemas de Informação**Departamento de Computação, DECOMP**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Brasil
Pesquisador de Produtividade CNPq DT&I-II***Abstract**

The FAIR data principles must be applied to both human- and machine-driven activities. Humans understand the semantics of a digital object because we can interpret a variety of situations, such as structural and visual prompts from a website page or the content of narrative notes. However, humans are limited because we are unable to operate at the scale and speed needed by the complexity of modern scientific data. Therefore, we have become increasingly reliant on machines to carry out data discovery and integration tasks. The purpose of this research is to ensure that FAIR data principles are applied to both human- and machine-driven activities so that data can be more easily found, accessed, and reused by both humans and machines. The lecture will illustrate this research, considering some domains like agriculture 4.0 and Health 4.0

Modelación Matemática en Medicina y Epidimiología

A Mathematical model of stem cell therapy for cardiac infarction

Silvia Marconi

International Research Center on Mathematics and Mechanics of Complex Systems
(M&MOCS), L'Aquila, Italy

D. Andreucci

Department of Basic and Applied Sciences for Engineering, Sapienza University of Rome, Italy

A.M. Bersani

International Research Center on Mathematics and Mechanics of Complex Systems
(M&MOCS), L'Aquila, Italy

E. Bersani

Department of Basic and Applied Sciences for Engineering, Sapienza University of Rome, Italy

F.J. León Trujillo

Universidad de Lima, Instituto de Investigación Científica, Grupo de Investigación en Métodos
Numéricos y Computacionales, Computación Gráfica y Científica

Abstract

Stem cell therapy has emerged as a promising approach for cardiac tissue regeneration due to its potential to facilitate tissue repair and functional recovery. In this study, we present a 3D mathematical model based on reaction-diffusion equations that aims to provide a qualitative description of some main aspects of the stem cell regenerative therapy. Firstly, a free boundary value problem describes stem cell dynamics after transplantation into the infarcted area, accounting for the proliferation, migration and physiologic death. The free boundary allows to describe the evolving interface between the infarcted region and the surrounding regenerated tissue. Also, nutrient dynamics play a vital role in cell survival and tissue regeneration. Hence we couple the stem cell differential problem with an initial-boundary value problem for a diffusion-reaction equation describing the diffusion and consumption of a species of nutrients in the considered domain. Furthermore, cytokine dynamics play a crucial role in cell migration toward the necrotic tissue and their action has to be embedded in the model. Numerical simulations under some different conditions provide insights into these intricate interactions in a simplified scenario.

Referencias

1. MAJUMDER J., MINKO T., *Multifunctional and stimuli-responsive nanocarriers for targeted therapeutic delivery*, Exp. Opin. Drug Deliv., Vol. 18, 2021.
2. SHINOHARA Y., *Functionally graded materials*, chap 11.2.4 in Handbook of Advanced Ceramics (Second Edition), 2013.

An orthotropic continuum model with substructure evolution for describing bone remodeling

Ivan Giorgio

ivan.giorgio@univaq.it
University of L'Aquila, Italy

Abstract

We propose a variational approach based on a generalization of the principle of virtual work to estimate the evolution in bone living tissue during the remodeling process capable of explaining adaptive regulation of the substructure characterizing bone at a macroscopic observation level in the context of orthotropic symmetry. The mechanical and remodeling behavior of bone tissue is a complex process that cannot be described in the framework of classical continuum theories. For this reason, generalized continuum elastic theories are employed as a suitable mathematical context for an adequate picture of phenomenon. To simplify the investigation, we considered a two-dimensional problem. The material is assumed to be orthotropic. Numerical simulations have been performed to illustrate bone evolution in a few significant cases, namely, a cantilever plate and a three-point bending test.

Referencias

1. T. LEKSZYCKI AND F. DELL'ISOLA, *A mixture model with evolving mass densities for describing synthesis and resorption phenomena in bones reconstructed with bio-resorbable materials.*, Z Angew Math Mech, 92(6): 426–444 (2012)
2. I. GIORGIO, F. DELL'ISOLA, U. ANDREAUS, ET AL., *On mechanically driven biological stimulus for bone remodeling as a diffusive phenomenon.* Biomech Model Mechanobiol, 18(6): 1639–1663 (2019)

Drug release systems through non-homogeneous materials

Giuseppe Pontrelli

giuseppe.pontrelli@gmail.com
IAC-CNR, Roma, Italy

Emilio Barchiesi

ebarchiesi@uniss.it
University of Sassari, Italy

Abstract

The advance in material design has led to the rapid development of novel polymers with increasing complexity and functions in bioengineering. These materials have also been introduced for the development of drug releasing devices and systems. By today's micro-engineering potential, it is possible to fabricate and control the properties of the substrate to have the desired smart release properties and tailoring them for optimal drug administration including customizability [1]. The effect of non-homogeneity represents an important feature that can influence greatly the release characteristics. Functionally graded materials (FGMs) are a variety of composite materials in which properties vary smoothly and continuously from one region to another. This in contrast to the previous approach, such as layer-by-layer assembly, where there is an abrupt change in material properties. FGMs, i.e composite that have a progressive compositional gradient changing, are already currently and successfully used in a wide range of applications [2].

In this talk, we present a space-dependent diffusion-reaction model for a spherical drug releasing system that extends the multi-layer configuration. Several possible space dependent forms for the diffusion and reaction shape-material functions are proposed. A hybrid analytical-numerical solution is developed for this non-homogeneous mass transfer problem, yielding a semi-analytical solution expressed in terms of Fourier series. The drug concentration and release profiles show important differences with the uniform homogeneous material case, providing guidance for design and development of micro-structure of polymer platforms for drug delivery.

Referencias

1. MAJUMDER J., MINKO T., *Multifunctional and stimuli-responsive nanocarriers for targeted therapeutic delivery*, Exp. Opin. Drug Deliv., Vol. 18, 2021.
2. SHINOHARA Y., *Functionally graded materials*, chap 11.2.4 in Handbook of Advanced Ceramics (Second Edition), 2013.

Stochastic differential modeling of oscillatory biological mechanisms: the circadian rhythm model in *Drosophila*

Alberto Maria Bersani

alberto.bersani@uniroma1.it

Sapienza University of Rome, Italy.

Alessandro Borri

alessandro.borri@iasi.cnr.it

Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica, National Research Council, Italy.

Gabriella Mavelli

gabriella.mavelli@iasi.cnr.it

Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica, National Research Council, Italy.

Pasquale Palumbo

pasquale.palumbo@unimib.it

University of Milano-Bicocca, Italy.

Abstract

Shedding light on the oscillatory mechanisms occurring in some relevant complex biochemical processes is an intriguing challenge. Here we focus on such a topic by modeling, with a stochastic approach, the biological process of the circadian clock. In almost all living organisms, countless molecules synchronize their dynamic behavior to produce periodic oscillations observable at the macroscopic level, with a period close to 24 hours. The main biochemical process from which these oscillations originate is the negative self-regulation exerted by the so-called *clock protein* on the expression of its gene [2]. In this framework, in a previous work [3] we proposed a stochastic model governed by Chemical Master Equations (CMEs). In this talk, we provide a possible extension of the stochastic approach by using stochastic differential equations (SDEs) which, on the one hand, overcome the curse of the dimensionality of the discrete-state CME approach and, on the other hand, preserve (by means of an approximate formulation) the stochastic nature of the phenomenon under study.

Referencias

1. DUNLAP, J. C., *Molecular bases for circadian clocks*, Cell, 96 (1999), pp. 271–290.
2. GOLDBETER, A., *A model for circadian oscillations in the Drosophila period protein (PER)*, Proc. R. Soc. London Ser. B, 261 (1995), pp. 319–324.

3. MAVELLI, G. Y BORRI, A. Y PALUMBO, P. Y BERSANI, A.M., *On the qualitative behaviour of oscillating biochemical systems: the stochastic approach*, in: Problems in Mathematical Biophysics, SEMA SIMAI Springer Series, volume in memory of Alberto Gandolfi, (d’Onofrio, A. Fasano, F. Papa, C. Sinisgalli eds.), Springer, 2023 (to appear).

Boltzmann-SIR equation: A kinetic theory approach to epidemic modeling

Alessandro Ciallella

alessandro.ciallella@univaq.it

University of L’Aquila, Italy

Abstract

The local epidemic spread in physical space is modeled using the kinetic equation. We present a Boltzmann equation for mixtures of three species of particles reducing to the Kermack–McKendrick (SIR) equations for the time evolution of the density of infected agents in an isolated population. The kinetic model is potentially more detailed and might provide information on space mixing of the agents. The infection is assumed to occur via the binary interaction between the susceptible and infected individuals. We investigate, by means of numerical simulations, the qualitative properties of the epidemic evolution, interested in capturing behavior which has only little dependence on the details of the microscopic interaction. We consider the possible perturbation of the model due to external actions mimicking, roughly, meeting points with (airport, travel stations) or without (supermarket) injection of agents. We observe how the local concentration of densities enhances the transient of the infected population, and identify regimes for the external flows producing nontrivial asymptotic values, and possibly recurrent waves. We remark that for realistic predictions individual strategies might play a critical role, and the interactions might be not even necessarily binary (e.g., a single agent infecting many susceptible agents almost simultaneously). A variation of the model to include this last case (“crowd contagion”, or “superspread event”) is finally presented.

Referencias

1. PULVIRENTI M. AND SIMONELLA S., *A kinetic model for epidemic spread*. Mathematics and Mechanics of Complex Systems, 8(3), 249-260 (2020)
2. CIALLELLA A., PULVIRENTI M. AND SIMONELLA S., *Inhomogeneities in Boltzmann-SIR models*. Mathematics and Mechanics of Complex Systems, 9(3), 273-292 (2021)
3. CIALLELLA A., PULVIRENTI M. AND SIMONELLA S., *Kinetic SIR equations and particle limits*. Atti Accad. Naz. Lincei Cl. Sci. Fis. Mat. Natur. 32 (2), 295–315 (2021)

Cálculo Fraccionario y sus Aplicaciones

Fractional Noether's Theorem with Classical and Caputo Derivatives

Gastao S. F. Frederico

Universidade Federal do Ceará, Brazil.

Abstract

In the present work, we obtained a generalization of the Noether's theorem for Lagrangians depending on mixed classical and Caputo derivatives that can be used to obtain constants of motion for dissipative systems. In addition, we also obtained Noether's conditions for the fractional optimal control problem.

Teorema fundamental del cálculo para los operadores fraccionarios con longitud de memoria fija

Josías Vera Baca

Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Abstract

Se presenta algunas propiedades de los operadores fraccionarios con longitud de memoria fija (integral fraccionaria de Riemann-Liouville, derivadas fraccionarias de Riemann-Liouville y Caputo). Además, consideramos el teorema fundamental del cálculo para operadores fraccionarios con longitud de memoria fija.

Lie point symmetry to generalized fractional Burgers' equation

Junior Cesar Soares

Universidade do Estado de Mato Grosso, Facet, Brazil

Abstract

In this lecture we will present the method developed by Gazizov in 2007 and its simplification developed by Zhang in 2020 to find Lie symmetries for fractional differential equations. In particular, we will find the symmetries for the generalized Burgers equation.

Existencia y unicidad de solución para una ecuación diferencial con derivada fraccionaria de memoria fija

Jesús A. Rodriguez

Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Abstract

En la actualidad el cálculo fraccionario ha ampliado su aplicabilidad en diferentes áreas de las ciencias. Uno de los tipos más populares de operadores diferenciales fraccionarios son tanto la derivada de Caputo y Riemann-Liouville. Sin embargo, hay variantes de éstos, tal como la *derivada e integral fraccionaria de Riemann-Liouville con longitud de memoria fija* como se definen a continuación

$${}_{t-L}I_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_{t-L}^t (t-s)^{\alpha-1} u(s) ds$$

$${}_{t-L}D_t^\alpha u(t) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \frac{d^n}{dt^n} \int_{t-L}^t (t-s)^{n-\alpha-1} u(s) ds$$

donde $\alpha \in \mathbb{R}^+$, $n = \lceil \alpha \rceil$, $L > 0$ la longitud de memoria fija y u una función adecuada.

En este trabajo se analizará algunas propiedades de la transformada de Laplace para este nuevo tipo de operadores fraccionarios

On the existence and no-existence of the fractional p -Logistic equation**José Vanterler da Costa Sousa**

Universidade Estadual do Maranhão, Brazil

Abstract

The main results of this paper are to investigate the existence and non-existence of smooth positive solutions of the fractional p -Logistic equation for $\lambda > \lambda$ and $\lambda \in (0, \lambda]$, respectively, using variational methods and truncation techniques. In this sense, the special case is presented.

SESIONES ESPECIALES

Biomática**Modelación matemática de la insulino terapia para el control de la diabetes****Jorge Mauricio Ruiz Vera***jmruizv@unal.edu.co**Universidad Nacional de Colombia, Colombia.***Edward Fabian Panqueba Moreno***epanquebam@unal.edu.co**Universidad Pedagógica Nacional, Colombia***Abstract**

La diabetes se caracteriza por niveles elevados de glucosa en la sangre debido a la baja o falta de producción de insulina por parte del páncreas. El tratamiento principal consiste en la administración de insulina artificial, pero generalmente esto depende de la manipulación del paciente, lo que puede llevar a errores en los cálculos de la dosis de insulina y afectar la calidad de vida del paciente. Con el objetivo de automatizar la insulino terapia en pacientes diabéticos, proponemos un nuevo modelo de control óptimo para la administración continua de insulina, considerando características específicas como: el tipo de diabetes, los hábitos alimenticios y el papel del hígado en el mantenimiento de los niveles de glucosa. Se estudia la existencia y unicidad de la solución del sistema dinámico que describe la interacción entre la glucosa y la insulina, al igual que se demuestra la existencia del control óptimo. Seguidamente, se realiza una aproximación numérica del control solucionando el problema de optimización no lineal asociado. El potencial de la propuesta se evidencia en el estudio de tres diferentes escenarios que combinan tipo de diabetes que padece el paciente y estilo de alimentación.

Referencias

1. ANUSHA, S. Y ATHITHAN, S., *Mathematical modeling of diabetes and its restrain*, International Journal of Modern Physics C, Vol 32, No 4, 2021
2. BARBU, V., *Mathematical methods in optimization of differential systems*. Springer Science & Business Media, 2012
3. PANQUEBA MORENO, E. F. Y RUIZ VERA, J. M., *Control óptimo de la glucosa en la sangre mediante infusión continua de insulina*. Ciencia En Desarrollo, 13(2), 49–67, 2022.

Bifurcations in a Leslie-Gower model with constant and proportional prey refuge at high and low density**Christian Camilo Cortés García***chcortes@math.uc3m.es**Universidad Carlos III de Madrid, Spain.***Abstract**

Assuming that the prey refuge is proportional to the prey density if its population size is below a critical threshold, or constant if its size is above the threshold, this paper proposes, and qualitatively analyzes, a Leslie - Gower predator-prey model assuming alternative feeding and harvesting in predators, and a Holling II function as the predator functional response. From the results of the mathematical analysis to the predator-prey models with proportional or constant prey refuge, the proposed model retains the same bifurcation cases obtained for each model analyzed. However, appropriate alterations of the parameters representing the critical threshold of prey population size and harvest in predators allows the formation of at least one limit cycle, stable or unstable, that lives in both vector fields of the proposed model.

Referencias

1. Y. KUZNETSOV, S. RINALDI, & A. GRAGNANI. One-Parameter Bifurcations in Planar Filippov Systems, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, **13**(2003), 2157-2188.
2. M. GUARDIA, T.M. SEARA, & M. A. TEIXEIRA. Generic bifurcations of low codimension of planar Filippov systems, *Journal of Differential equations* **250**(2011), 1967-2023.
3. C. CORTÉS. Bifurcaciones en Modelo Gause Depredador-Presa con discontinuidad. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, **28**(2021), 183-208.
4. C. CORTÉS. Bifurcations in a Leslie–Gower model with constant and proportional prey refuge at high and low density, *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, **72**(2023).

Modelado computacional de la coinfección VIH-TB por autómatas celulares (Cell-DEVS)

Neisser Pino Romero

neisser.pino@upch.pe

Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú.

Abstract

En el presente estudio se realizará el modelado computacional que describa la evolución y propagación de personas susceptibles a la infección por VIH-SIDA, así como a la Tuberculosis. Esto genera además una coinfección en los infectados que complica aún más la situación epidemiológica. Por lo tanto, la presencia de personal de apoyo sanitario-epidemiológico es importante para consolidar las estrategias de prevención y control. Este fenómeno epidemiológico podría ser modelado mediante ecuaciones diferenciales, pero nos centraremos en el modelado mediante autómatas celulares para obtener simulaciones computacionales en tiempo-espacio, y obtener escenarios posibles y optar por el escenario adecuado para implementar las estrategias epidemiológicas más efectivas para obtener los mejores resultados y preservar la calidad de vida de la sociedad.

References

1. CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DE ENFERMEDADES, CDC PERÚ (2023), *Vigilancia epidemiológica: vigilancia de tuberculosis*, Ministerio de Salud del Perú. URL: <https://www.dge.gob.pe/portalnuevo/vigilancia-epidemiologica/vigilancia-de-tuberculosis#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%20anualmente%20se,de%20tuberculosis%20en%20las%20Am%C3%A9ricas>.
2. DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA TUBERCULOSIS, DPCTB (2022), *Situación actual del TB en el Perú*. Ministerio de Salud del Perú. URL: <http://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2022/SE272022/04.pdf>
3. CASTIBLANCO, C.A., RIBÓN W. (2006), *Coinfección de tuberculosis en pacientes con VIH/SIDA: un análisis según las fuentes de información en Colombia*. *Infectio*,10(4):232-242. URL: https://www.revistainfectio.org/P_OJS/index.php/infectio/article/view/192
4. RAM NARESH, DILEEP SHARMA, AGRAJ TRIPATHI (2009), *Modelling the effect of tuberculosis on the spread of HIV infection in a population with density-dependent birth and death rate*. *Mathematical and Computer Modelling*, 5(7-8): 1154-1166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2009.05.033>.
5. A T., AGGARWAL R, RAJ YA (2021), *A fractional order HIV-TB co-infection model in the presence of exogenous reinfection and recurrent TB*. *Nonlinear Dyn.* 104(4):4701-4725. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11071-021-06518-9>.

Children in the Dynamic of the HIV/AIDS spread

Juan Felipe Pacazuca Santiago

e-mail: juan.pacazuca@unillanos.edu.co

Cristian Camilo Espitia Morillo

E-mail: cristian.espitia@unillanos.edu.co

Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.

Abstract

Since the identification of Human Immunodeficiency Virus (HIV) and Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) in the 1980s, HIV has infected more than 70 million people worldwide, and more than 35 million have died from AIDS-related illnesses. The researches [1, 2] show that hypotheses such as vertical (mother-to-child) transmission and needle-sharing transmission are especially important in order to perform a HIV/AIDS model. In this way we propose a mathematical model with vertical and needle sharing transmission, also sexual transmission under antiretroviral treatment hypothesis are considered. Basic reproduction number is calculated, mathematical analysis such as positiveness, boundedness, stationary points and local stability are studied and numerical simulations are shown.

Referencias

1. KWON, J. ET AL. *Estimating the cost-effectiveness of needle-syringe programs in Australia.*, pp. 2201-2210, Aids, 2012.
2. ESPITIA C. ET AL. *Propuesta pedagógica para la elaboración de un modelo matemático epidemiológico: Un modelo de VIH/SIDA como ejemplo*, pp. 161-176, Redipe, 10(5) 21-30, 2021.

Grafos bipartitos, índices en grafos y una aplicación en ecología

Itzel Domínguez Alemán

11242485@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, México

Juan Carlos Hernández Gómez

14365@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, México

José Geiser Villavicencio Pulido

j.villavicencio@correo.ler.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana, México

Abstract

En esta charla se presentan resultados del estudio de un problema ecológico con implicaciones en la salud humana. El estudio que se hace tiene como objetivo, en una primer instancia, proponer modelos matemáticos tanto con ecuaciones diferenciales como con grafos, que nos permitan comprender la dinámica que esta inmersa en las interacciones inter e intraespecíficas entre diferentes especies que coexisten en un ecosistema y los efectos que se producen una sobre la otra. En particular, en este trabajo estudiamos y proponemos un modelo del tipo hospedero-parásito mediante el uso de grafos bipartitos y sus proyecciones, para los cuales cada uno de los dos conjuntos de vértices del grafo bipartito representa cada una de las poblaciones (hospedero-parásito) [2, 4], con ello se quiere establecer las interacciones entre estas especies. Por otro lado, se hace un recorrido de algunos índices ecológicos presentes en la literatura recordando que estos son funciones $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, donde Ω es el espacio de invariantes del grafo. El uso de índices en grafos son importantes porque pueden capturar la estructura de los mismos en una cantidad numérica, ejemplos de ellos los podemos encontrar en el caso de grafos químicos, para los cuales se pueden asociar algunas propiedades físico-químicas de compuestos químicos a estos índices. En general, estos pueden asociarse, de alguna forma, a la estructura (topología), de un grafo [1, 3]. En una segunda instancia, proponemos un índice que nos permite establecer el riesgo por consumo de especies de peces con presencia de parásitos.

Referencias

1. Balaban, A. T., & Devillers, J. (Eds.). (2014). Topological indices and related descriptors in QSAR and QSPAR. CRC Press.
2. Dormann, C. F. (2020). Using bipartite to describe and plot two-mode networks in R. R package version, 4, 1-28.
3. Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. The Open Ecology Journal, 2(1).
4. Gotelli, N. J., & Graves, G. R. (1996). Null models in ecology Smithsonian Institution Press. Washington, DC.

Operadores diferenciales de orden fraccionario y una aplicación en un modelo depredador-presa con presencia de una enfermedad infecciosa

Ilse Domínguez Alemán

11242430@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, México

Juan Carlos Hernández Gómez

14365@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, México

Francisco Julián Ariza Hernández

arizahfj@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, México

Abstract

En los últimos años, el cálculo fraccionario ha tenido un gran desarrollo, debido a que han surgido muchos campos en los que la aplicación de los operadores diferenciales de orden fraccionario han permitido realizar buenos ajustes en la resolución de problemas inversos en distintas áreas del saber humano. En esta plática se presentan dos operadores diferenciales, el primero un operador global que generaliza la derivada de Caputo [1], para la cual se toma una función kernel general, $F(\chi, q)$ admisible; y el segundo, un operador local que tiene su fundamento en introducir una perturbación, a través de un kernel, en la definición clásica de la derivada n -ésima de una función, en un punto t . Esto permite introducir una derivada fraccionaria local conformable generalizada [2], a través de un kernel general $T(t, q)$. Utilizando estos dos enfoques, se analiza un modelo eco-epidemiológico del tipo depredador-presa con presencia de una enfermedad infecciosa en las presas. En ambos casos, se realiza un estudio de la estabilidad de los puntos de equilibrio del modelo y el comportamiento asintótico de sus soluciones [3, 4]. Finalmente, se presentan resultados numéricos (problema directo), del sistema con ambos enfoques y se comparan con los resultados que se obtienen al modelar con ecuaciones diferenciales de orden entero.

References

1. Bosch, P., Rodríguez, J. M., & Sigarreta, J. M. (2023). Oscillation results for a nonlinear fractional differential equation. AIMS Mathematics, 8(5), 12486-12505.
2. Fleitas, A., Nápoles, J. E., Rodríguez, J. M., & Sigarreta, J. M. (2021). Note on the generalized conformable derivative. UMA, 62(2), 443-457.
3. Brandibur, O., Garrappa, R., & Kaslik, E. (2021). Stability of systems of fractional-order differential equations with Caputo derivatives. Mathematics, 9(8), 914
4. Rezazadeh, H., Aminikhah, H., & REFAHI, S. A. (2017). Stability analysis of conformable fractional systems.

Un modelo poblacional tridimensional con estructura mixta

Marcelo Eduardo ALBERTO

malberto@fca.uncu.edu.ar

Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Eduardo González Olivares

eduardo.gonzalez@pucv.cl

Instituto de Filosofía y Ciencias de la Complejidad, Chile.

Abstract

La dinámica de una población de insectos con estructura mixta: etaria y sexual, en la cual se consideran estadios juveniles, hembras adultas y machos adultos es modelada mediante el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dx}{dt} = \varphi yz - (\alpha + \gamma)x - \mu_J x \quad (1)$$

$$\frac{dy}{dx} = \alpha x - \beta y^2 - \mu_H y \quad (2)$$

$$\frac{dz}{dt} = \gamma x - \delta z^2 - \mu_M z \quad (3)$$

El modelo considera interferencia en las hembras y machos adultos. Se establecen condiciones de plausibilidad biológica para los puntos de equilibrio. El criterio de Routh-Hurwitz es utilizado para establecer la estabilidad de los puntos de equilibrio y se propone un método complementario basado en un enfoque de modelos perturbados, por una parte y por otra en la descomposición del modelo original en submodelos bidimensionales, que permite establecer una región de atracción para el punto de equilibrio en el origen.

References

1. ANGUELOV R., DUMONT Y. & LUBUMA J., *Mathematical modeling of sterile insect technology for control of anopheles mosquito*, Computers and Mathematics with Application, 2012.

Competencia entre cepas de SARS-CoV-2 en presencia de vacunación y mutación en un modelo SIR modificado

Angelo Ledesma

angelo.ledesma@usach.cl

Leonardo Gordillo

leonardo.gordillo@usach.cl

Universidad de Santiago de Chile, Chile.

Juan Marin

juanfmarinm@gmail.com

Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile.

Maritza Ahumada

maritza.ahumada@usm.cl

Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

Abstract

La crisis provocada por el brote de COVID-19 en todo el mundo ha originado una creciente preocupación por la continua aparición de variantes (SARS-CoV-2) capaces de evadir y resistir a la respuesta inmunitaria proporcionada por las vacunas. Las variantes van aumentando debido a la mutación y, a medida que se acumulan los casos, esto aumenta la probabilidad de que surja una nueva variante de preocupación [1,2]. En esta investigación, proponemos un modelo SIR modificado con inmunidad menguante que captura la competencia de dos cepas de una enfermedad infecciosa bajo el efecto de vacunación. Consideramos una clase de cepa altamente contagiosa y mortal que surge de una cepa anterior debido a una mutación. Cuando estas cepas compiten por un suministro limitado de individuos susceptibles, los cambios en la eficiencia de las vacunas pueden afectar la evolución de la enfermedad en una manera no trivial. Estudiamos el espacio de parámetros del sistema, considerando la tasa de nacimiento, de muerte e incluyendo características intrínsecas de la enfermedad y usando las eficiencias de la vacuna como parámetros de control. Encontramos diferentes tipos de bifurcaciones transcíticas entre puntos fijos endémicos y un equilibrio libre de enfermedad e identificamos una región de competencia entre cepas donde estas coexisten durante un periodo transitorio. Demostramos que una cepa puede extinguirse ya sea por competencia entre cepas o por vacunación, y obtenemos los valores críticos de la eficiencia de las vacunas para erradicar la enfermedad. En las simulaciones numéricas usamos parámetros y condiciones iniciales basándonos en información pública de la pandemia de COVID-19 [3]. Estos resultados numéricos son concordantes con los resultados teóricos de nuestro modelo SIR. Concluimos, que nuestro modelo matemático podría ser una herramienta útil para evaluar cuantitativamente las políticas de vacunación contra cepas competidoras emergentes.

References

1. I. COOPER, A. MONDAL Y C. G. ANTONOPOULOS, *A SIR model assumption for the spread of COVID-19 in different communities*, Vol. 1 y 2, 2nd ed., Springer, 2002.
2. M. J. KEELING Y P. ROHANI, *Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals*. Princeton University Press, Springer, 2008.
3. M. ROSER, H. RITCHIE Y E. ORTIZ-OSPINA, *Coronavirus disease (COVID-19) - Statistics and research* Our World in Data, <https://ourworldindata.org/coronavirus> (2020)

Simulación numérica del crecimiento de un tumor avascular con el método de elementos finitos basado en conjuntos de nivel

Luis Rodolfo Roca Galindo

lrocag@uni.edu.pe

Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Abstract

El presente trabajo tiene como objetivo encontrar una aproximación numérica de la evolución de la frontera de un tumor avascular, para ello se emplea el método de elementos finitos basado en conjuntos de nivel (ϕ -FEM) [1, 1] en la solución de problemas elípticos que determinan la presión y la concentración de nutrientes al interior del tumor [2]; la frontera del tumor está representada por una curva de nivel de una función continua ϕ , y su evolución está determinada por el gradiente de la presión. Finalmente se realizan simulaciones para diferentes fronteras iniciales del tumor.

References

1. DUPREZ, M., & LOZINSKI, A. (2020). *ϕ -FEM: a finite element method on domains defined by level-sets*. SIAM Journal on Numerical Analysis, 58(2), 1008-1028.
2. DUPREZ, M., LLERAS, V., & LOZINSKI, A. (2023). *ϕ -FEM: an optimally convergent and easily implementable immersed boundary method for particulate flows and Stokes equations*. ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 57(3), 1111-1142.
3. HOGEA, C. S., MURRAY, B. T., & SETHIAN, J. A. (2005). *Computational modeling of solid tumor evolution via a general Cartesian mesh/level set method*. Fluid Dyn. Mater. Processing, 1, 1-37.

Impacto de la competencia y la depredación en el éxito de una invasión biológica en un sistema nativo depredador-presa

Viviana Rivera-Estay

viviana.rivera@alu.ucm.cl

Universidad Católica del Maule.

Fernando Córdoba Lepe

fcordova@ucm.cl

Universidad Católica del Maule.

Felipe Moreno Gómez

fmoreno@ucm.cl

Universidad Católica del Maule.

Abstract

Las invasiones biológicas amenazan la biodiversidad ya que son consideradas una de las principales causas de extinción de especies [1, 2]. Determinar las condiciones bajo las cuales una especie exótica introducida logra el éxito de la invasión proporcionará una comprensión más amplia de las invasiones biológicas y, por lo tanto, generará proyecciones teóricas que respaldarán investigaciones futuras [3]. En esta investigación por medio de un modelo matemático se describe la llegada de un depredador generalista exótico a un sistema depredador-presa en equilibrio, abarcando cuatro escenarios posibles: *I* la población exótica es incapaz de prosperar, *II* la población exótica crece, lo que resulta en la disminución y posible extinción del depredador nativo, *III* la población exótica crece y la presa nativa disminuye hasta la extinción. En consecuencia, el depredador nativo también se extingue y *IV* la población exótica crece, lo que lleva al sistema a establecer un nuevo equilibrio con las tres especies. Se obtendrán hallazgos analíticos generales para cada uno de estos escenarios. A su vez, será posible analizar el efecto de la depredación y la competencia en el éxito de la invasión biológica en un sistema depredador-presa nativo. El modelo estará representado por un sistema de ecuaciones diferenciales con tres variables de estado y varios parámetros ecológicos. El modelo será analizado con teorías matemáticas subyacentes y herramientas computacionales [4, 5, 6] para luego dar interpretaciones a los resultados obtenidos. Esta investigación proporcionará evidencia científica que contribuirá al conocimiento de las invasiones biológicas, lo que servirá de base para futuras medidas de control y manejo de especies introducidas.

References

1. CLAVERO, MIGUEL AND GARCÍA-BERTHOU, EMILI, Invasive species are a leading cause of animal extinctions, *Trends in ecology & evolution* 2005, vol. **20**, no 3, p. 110.
2. LOCKWOOD, JULIE L.; HOOPES, MARTHA F.; MARCHETTI, MICHAEL P. *Invasion ecology*. John Wiley & Sons, 2013.

3. PYŠEK, PETR, ET AL. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 2020, vol. **95**, no 6, p. 1511-1534.
4. KUZNETSOV, YURI A.; KUZNETSOV, IU A.; KUZNETSOV, Y. Elements of applied bifurcation theory. New York: Springer, 1998.
5. DOEDEL, EUSEBIUS J. Lecture notes on numerical analysis of nonlinear equations. Numerical Continuation Methods for Dynamical Systems: Path following and boundary value problems, 2007, p. 1-49.
6. GUCKENHEIMER, JOHN; HOLMES, PHILIP. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. Springer Science & Business Media, 2013.

Analysis of a delayed mathematical model for tumor-immune cell interactions with Holling type II functional response

John Medina Diaz

medinadiasmeyor@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Abstract

In this study, we analyzed a three-dimensional nonlinear differential system considering Holling type II functional response that describes the dynamics of tumor cells, cytotoxic T lymphocytes, and helper T cells, with a single interaction delay. The linear stability of the internal equilibrium point and the presence of the Hopf bifurcation are examined, with the discrete time delay serving as the bifurcation parameter. To demonstrate the rich dynamic behavior of the model, we present numerical simulations with various values of the time delay τ and the attack rate of cytotoxic T lymphocytes on tumor cells (α_1). These simulations exhibit the presence of periodic oscillations and tumor death with survival of the mentioned immune cells, for all α_1 greater than a fixed threshold with or without delay.

References

1. EFTIMIE, R., BRAMSON, J. L. AND EARN, D. J., *Interactions between the immune system and cancer: a brief review of non-spatial mathematical models*. Bulletin of mathematical biology, 73, 2-32, 2011.
2. KHAJANCHI, S. AND BANERJEE, S. , *Stability and bifurcation analysis of delay induced tumor immune interaction model*. Applied Mathematics and Computation, 248, 652-671, 2014.
3. KHAJANCHI, S., AND NIETO, J. J., *Mathematical modeling of tumor-immune competitive system, considering the role of time delay*. Applied Mathematics and Computation, 340, 180-205. 2019.
4. MAHLBACHER, G. E., REIHMER, K. C., AND FRIEBOES, H. B., *Mathematical modeling of tumor-immune cell interactions*. Journal of Theoretical Biology, 469, 47-60, 2019.

Criptografía

New trapdoor functions for post-quantum cryptography

Moises Delgado

Abstract

Trapdoor functions over finite fields are the security components of multivariate cryptographic systems for public key cryptography (PKC). PKC systems use two keys, a public key and a private key. A public key used for encryption while the private key is used for decryption. It is almost impossible the decryption without knowing the private key. Public key systems are fundamental security ingredients in communications and could be obsolete provided the emergence of quantum computers and quantum attacks as showed by Peter Shor. In this talk we propose new ideas for designing new trapdoor functions of high degree for PKC. This high degree promises high resistance against the main attacks because of the difficulty for solving huge systems of multivariate equations.

The Frobenius Endomorphism and Elliptic Curves

Jaime Edmundo Apaza Rodriguez

jaime.rodriguez@unesp.br

Universidade Estadual Paulista-UNESP, Brasil

Abstract

An important application between Elliptic Curves E defined over finite fields of the type \mathbb{F}_q , where $q = p^n$, for some n natural number and p prime, is the famous Frobenius Endomorphism. In general, an application of type $x \mapsto x^p$ belongs to the Galois Group $\text{Gal}(\overline{\mathbb{F}}_p/\mathbb{F}_p)$ and when we considering the curve E on $\overline{\mathbb{F}}_p$ induces a Frobenius Endomorphism of E . In general terms, the interest by the Frobenius Endomorphism is that its fixed points, when acting on any algebraic curve, correspond to the solutions module p . In this work we will study some of the most relevant properties of the Frobenius Endomorphism and using these properties we will show a proof of the famous Hasse Theorem, which presents an estimate for the order of the group of points of an Elliptic Curve.

Referencias

1. MEIRELES T. A. B., *Curvas Elípticas e Criptografía*, Dissertação de mestrado. UFU, 2020.
2. WASHINGTON L. C., *Elliptic Curves Number Theory and Criptography*, 2a. ed. USA: Chapman Hall/CRC, 2008.

Economía Matemática

A proximal method for constrained quasi-convex multiobjective optimization and its application to Economics

Osmar Arnaldo Bermeo Carrasco

obermeoc@uni.edu.pe

National University of Santa, National University of Engineering, Perú.

Abstract

In this article a proximal point method is studied inaccurate to solve minimization problems multi-objective with quasi-convex objective functions, locally Lipschitz with restrictions. Assuming that the function is also lower semicontinuous and using proximal distances, we will prove the convergence of the sequence generated by the algorithm to a critical point of Pareto-Clarke, and the rate of convergence of the algorithm. Our method can be considered as an extension of the inaccurate proximal point method to solve problems of multi-objective minimization proposed by Papa et al. [1] where they studied the convergence in the ortant not negative.

References

1. PAPA QUIROZ E., BORDA D., COLLANTES F , *Un método Proximal para minimización multiobjetivo cuasiconvexo en el ortante no negativo y su aplicación a la teoría de la demanda en microeconomía.*, UPN, UNSM, Lima, 2020.
2. ROCKAFELLAR, R. T., WETS, R., *Variational analysis. Grundlehren der Mathematis-chen. Wissenschaften*, 317, Springer, 1998.
3. SOUZA, S. S., OLIVEIRA, P. R., DA CRUZ NETO, J. X., SOUBEYRAN, A. , *A proximal method with separable Bregman distance for quasiconvex minimization on the nonnegative orthant.* European Journal of Operational Research, 201: 365-376. 2010.
4. WILFREDO PARETO. , *Manuale di economia política con una introduzione alla scienza sociale.* Società Editrice Libreria. 1906.

Ecuaciones Diferenciales Estocásticas Aplicadas

Numerical solution of some one-dimensional stochastic differential equations

Santos Alberto Enriquez-Remigio

santos.er@ufu.br

Federal University of Uberlandia, Brazil.

Lisandra da Cunha Queiroz

lisandra-queiroz@ufu.br

Federal University of Uberlandia, Brazil.

Abstract

In this work, we present: 1) an introduction to stochastic differential equations, as well as some problems modeled by stochastic equations; 2) numerical solution of the presented problems, using the Milstein Methods and a Balanced Milstein Method. Numerical results show the behavior of both methods in solving the presented problems.

References

1. MILSTEIN, G. N. PLATEN, E. AND SCHURZ, H., *Balanced Implicit Methods for Stiff Stochastic Systems*. SIAM Journal on Numerical Analysis, 1998.
2. Higham, D. J. *An Algorithmic Introduction to Numerical Simulation of Stochastic Differential Equations*, Siam Review, 2001.

Ecuaciones Diferenciales Parciales Aplicadas

Multiplicity of solutions for some classes of prescribed mean curvature equations with local conditions

César Enrique Torres Ledesma

etorres@unitru.edu.pe

Grupo de Investigación “Cálculo Fraccionario y Aplicaciones”

Departamento de Matemáticas.

Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Abstract

In this paper we establish the existence of infinitely many solutions for a class of prescribed mean curvature equation of the type

$$\begin{cases} -\operatorname{div} \left(\frac{\nabla u}{\sqrt{1+|\nabla u|^2}} \right) = f(x, u), & \text{in } \Omega, \\ u = 0, & \text{on } \partial\Omega, \end{cases}$$

where $\Omega \subset \mathbb{R}^N (N \geq 1)$ is a smooth bounded domain and $f(x, u)$ is only locally defined near the origin with respect to u .

References

1. ALVES C. AND TORRES LEDESMA C., *Multiplicity of Solution for Some Classes of Prescribed Mean Curvature Equation with Dirichlet Boundary Condition*, The Journal of Geometric Analysis (2022) **32**:262.
2. HEINZ H., *Free Ljusternik-Schnirelmann theory and the bifurcation diagrams of certain singular nonlinear systems*, J. Differential Equations **66**, 263-300 (1987).
3. KAJIKIYA R., *A critical point theorem related to the symmetric mountain pass lemma and its applications to elliptic equations*, J. Funct. Anal. 225 (2), 352-370 (2005).
4. OBERSNEL F. AND OMARI P., *Positive solutions of the Dirichlet problem for the prescribed mean curvature equation*, J. Differential Equations **249**, 1674-1725 (2010).

A C^0 -nonconforming virtual element methods for the vibration and buckling problems of thin plates

Iván Velásquez

ivanvelasquez@unisinu.edu.co

Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm, Montería, Colombia.

Dibyendu Adak

dadak@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

David Mora

dmora@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

Abstract

In this talk, we will present the C^0 -nonconforming VEM for the fourth-order eigenvalue problems modeling the vibration and buckling problems of thin plates with clamped boundary conditions on general shaped polygonal domain, possibly even nonconvex domain ([1]). By employing the enriching operator, we have derived the convergence analysis in discrete H^2 seminorm, and H^1, L^2 norms for both problems. We use the Babuška–Osborn spectral theory, to show that the introduced schemes provide well approximation of the spectrum and prove optimal order of rate of convergence for eigenfunctions and double order of rate of convergence for eigenvalues. Finally, numerical results are presented to show the good performance of the method on different polygonal meshes.

References

1. ADAK, DIBYENDU AND MORA, DAVID AND VELÁSQUEZ, IVÁN, *A C^0 -nonconforming virtual element methods for the vibration and buckling problems of thin plates*. Comput. Methods Appl. Mech. Engrg., 2023.
2. L. BEIRÃO DA VEIGA, F. BREZZI, A. CANGIANI, G. MANZINI, L.D. MARINI AND A. RUSSO, *Basic principles of virtual element methods*, Math. Models Methods Appl. Sci., 2013.
3. J. ZHAO, S. CHEN, AND B. ZHANG, *The nonconforming virtual element method for plate bending problems*, Math. Models Methods Appl. Sci., 2016.

Educación Matemática

Application of the Apriori algorithm to the dropout of university students from indigenous backgrounds

Lenin Quiñones Huatangari

lenin.quinones@unj.edu.pe
Universidad Nacional de Jaén, Perú.

Diomer Marino Jara Llanos

diomer.jara@unj.edu.pe
Universidad Nacional de Jaén, Perú.

Abstract

Student dropout is a complex problem, which is present in all levels and modalities of the educational system, therefore, finding patterns of association between large amounts of data is a key strategy for academic institutions. The objective of this work was to apply the Apriori algorithm to determine the association rules in the dropout of Awajún and Wampis students at the National University of Jaén. A database was created considering socio-economic, academic and personal data, then the CRISP-DM methodology was employed: understanding the problem of dropout of 45% of the study population, understanding the variables, constructing the data matrix of the forty-nine students, modelling using Weka software and evaluating the model through confidence and lift. Six rules were identified with confidence of 100% and lift greater than 1. Therefore, from these rules it is clear that students from the district of Imaza have entered the National University of Jaén through the modality of coming from native and indigenous communities, also that of the 27 students who have not dropped out of the university have entered through the modality of coming from native and indigenous communities.

References

1. MAO, J., *Exploration of students' fitness and health management using data mining technology*. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 13:1008-1018, 2022.
2. YE, L. Y HU, W., *Application of Apriori Algorithm in College Football Technical and Tactical Analysis*. Lecture Notes in Electrical Engineering, 791:621-628, 2022.
3. YUAN, X., *Designing the Education Resource Management System Using Apriori Algorithm*. Mobile Information Systems, ID 8307261, 2022.
4. WANG, S., *Construction of Data Mining Analysis Model in English Teaching Based on Apriori Association Rule Algorithm*. Mathematical Problems in Engineering, ID 6875207, 2022.

Desarrollo de habilidades geométricas a través de una experiencia interdisciplinaria

Ditmar Edwin Vicharra Lindo

edwin.cero@gmail.com

María del Carmen Ppacco Jiménez

maria.maths15@gmail.com

Abstract

El objetivo del estudio fue favorecer el desarrollo de las habilidades geométricas a través de una propuesta didáctica interdisciplinaria en estudiantes de 3ero y 4to grado de educación secundaria del distrito de Chaclacayo en Lima en el 2023. Debido que alrededor del 80% de estudiantes evidenciaron un nivel de logro de la competencia Resuelve problemas de forma, movimiento y localización, por debajo del nivel logrado, en la evaluación diagnóstica 2023 aplicada por el MINEDU. La propuesta se desarrollada en 8 sesiones de clase con 166 estudiantes de las Instituciones Educativas 787 en Almirante Miguel Grau y 1218 San Luis María de Montfort del distrito de Chaclacayo; consistía en la elaboración de un informe sobre el análisis de la presencia de las transformaciones geométricas en manadas creados por los propios estudiantes a partir de la construcción de formas geométricas usando regla y compas. Se concluye que los estudiantes incrementaron sus habilidades geométricas a través de la propuesta didáctica interdisciplinaria, evidenciando en los informes presentados por los estudiantes, donde se identifica traslaciones, simétricas y rotaciones de las figuras que componen al mandal, así como el mensaje que el estudiante desea transmitir con su obra.

References

1. Machado, A., Santos, L. y Lamim, M. (2022). Habilidades geométricas no ensino macizo: um diálogo com as teorias de Hoffer e dos Van Hiele. *Revemop*, 4, 1-24.
<https://doi.org/10.33532/revemop.e202220>
2. Litan, L (2018). *Aplicación de la tecnica de los Mandalas para desarrollar la creatividad en el Área de matemática en los estudiantes del 6to. grado de primaria de la I.E.P.C Jesús Maestro, Nuevo Chimbote 2018* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Santa].
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3468>
3. Morles, M. (2016). *Aplicación de la geometrica en el arte, una nueva manera de asociar conceptos y medidas* [Tesis de Maestria, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55934>

Actividades de una sesión clase de la Transformada de Laplace

Heidi Marlene Chupayo Evangelista

hchupayoe@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Perú.

Abstract

Las actividades de clases que presento fue desarrollada para alumnos de ingeniería de la UNMSM durante la pandemia 2020-2022. Las actividades de la transformada de Laplace es una secuencias de pasos en el cual se redacta la solución de cada ejercicio justificando con la teoría cada paso, el objetivo es utilizar la teoría de Laplace para hallar la solución de una ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes y con condiciones iniciales. La transformada de Laplace se caracteriza por dar la solución de la ecuación homogénea y la solución particular en una sola operación, al finalizar la actividad cada alumno da una conclusión sobre el desarrollo de su ejercicio indicando la dificultad que tuvo con el tema. Y si es posible comparar con otros métodos o programas online, si uso calculadora para resolver su ejercicio. Estas actividades se desarrollan dentro de las horas de practicas del curso y sirven para las evaluaciones continuas y aprendizaje de los alumnos.

References

1. ZILL, DENNIS G., *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelo, novena edición, Cengage Learning Editores*, 2009.
2. PLAAT, O., *Ecuaciones diferenciales ordinarias*, 2021.

Learning Based on CHallenges using software applied to Linear Algebra

Rodolfo Guadalupe Alcántara Rosales

roaltep@gmail.com

Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec

Hugo Moreno Reyes

hmoreno@ciidet.edu.mx

Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica

Abstract

In this paper, the Learning Based on Challenges (ABR) was applied to the second semester students of Computer Systems Engineering in the subject of Linear Algebra considering unit 5 of Linear Transformations. The challenge was raised to design an analog clock in which the hands represent the linear transformation of three vectors rotating in the same origin and coordinated with the time of the computer equipment. At first, the students reported not knowing how to design the software, but the need to solve the problem for its evaluation forced them to apply their Programming skills (subject they are studying this semester) and look for easy-to-use software. coding. As a result, the majority met the challenge, observing which students used Geogebra, other Python as well as Java, HTML, and VisualBasic. In conclusion, the importance of mathematical modeling to solve real problems with the use of software was confirmed, as well as the importance of applying the student-centered learning model, where they must investigate knowledge and tools that allow them to meet the needs to solve and organize in teamwork to coordinate and deliver results.

References

1. NUÑEZ N.H. , *Aprendizaje Basado en Retos (ABR)*, Fascículo 2, Universidad Rafael Landívar, 2021.
2. OÑATE, G.P , *La Modelación Matemática, Estrategia Didáctica para Propiciar el Aprendizaje*. <http://repositorio.utm.mx:8080/jspui/handle/123456789/167>
3. RODRIGUEZ C.G. , *Aprendizaje Basado en Retos como estrategia enseñanza-aprendizaje de la asignatura resistencia de los materiales*, Vol. 7, núm. 3., pp. 82-97., Revista Dominio de las Ciencias Julio-Septiembre, 2021.

Estadística Aplicada

Estimación de Procesos de Larga Dependencia en Presencia de Datos Faltantes y sus aplicaciones

Gladys Choque Ulloa

gladyschoqueulloa20@gmail.com

Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil.

Abstract

Entre los modelos más importantes para series de tiempo dependientes de largo alcance se encuentra la clase de modelos ARFIMA(p, d, q) (Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average). La estimación del parámetro de dependencia de largo alcance d en los modelos ARFIMA es un problema bien estudiado, pero la literatura sobre la estimación de d en presencia de datos faltantes es muy escasa. Existen dos enfoques básicos para abordar el problema: los datos que faltan se pueden imputar usando algún método plausible, y luego la estimación puede proceder como si no faltara ningún dato, o podemos usar una metodología especialmente diseñada para estimar d en presencia de datos faltantes. En este trabajo, revisamos algunos de los métodos disponibles para ambos enfoques y los comparamos a través de un estudio de simulación de Monte Carlo. Presentamos una comparación entre 35 configuraciones diferentes para estimar d , bajo décimas de diferentes escenarios, considerando porcentajes de datos faltantes que van desde tan solo el 10% hasta el 70% y varios niveles de dependencia.

References

1. (1998). Wavelet analysis of long-range-dependent traffic. *IEEE Transactions on Information Theory*, 44(1):2–15.
2. (2008). Asymptotic properties of the detrended fluctuation analysis of long range dependence processes. *IEEE Transactions on Information Theory*, 54(5):2041–2052.
3. (1994). *Statistics for Long Memory Processes*. Chapman and Hall.
4. (1998). State space modeling of long-memory processes. *The Annals of Statistics*, 26(2):719 – 740.
5. (2020). Estimation of long-range dependence in gappy Gaussian time series. *Statistics and Computing*, 30(1):167–185.

Decision tree learning based on the USDA system for the textural classification of soils

Luis Enrique Loaiza Guillen

luiseloiazag@gmail.com/20091005@lamolina.edu.pe

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Abstract

Soil texture is one of its most stable properties and is related to its sand, silt, and clay content. Combinations of these three percentages allow the soil to be assigned to a textural class. One of the most widely used textural classification methods corresponds to that of the United States Department of Agriculture (USDA), based on a triangular diagram divided into twelve regions, which represent possible textural classes of a given soil.

The present work applies the decision tree supervised learning technique, to learn a tree that allows determining the textural class of a soil according to the classes of the USDA system. For learning, instances composed of percentages of sand, silt and clay, and known textural classes were used. The learned tree showed high precision and combines the advantages of generating a graphic scheme, with the functionality to explain the classification sequence, by obtaining rules in the tree structure.

References

1. ALMUNIRAWI, K.M. Y MAGHARI, A.Y.A., *A Comparative Study on Serial Decision Tree Classification Algorithms in Text Mining*, International Journal of Intelligent Computing Research, 7(4), 754-760, 2016.
2. BENHAM, E.; AHRENS, R.J. Y NETTLETON, W.D., *Clarification of Soil Texture Class Boundaries*. USDA-NRCS National Soil Survey Center, 2009.

Matemática Computacional

Un paquete en octave que permite visualizar superficies de fase del sistema Sprott tipo A en la cuarta dimension

Rolando Elias Ipanaque Silva

ripanaques@unp.edu.pe

Universidad Nacional de Piura, Perú.

Cesar Silva More

csilvam@unp.edu.pe

Universidad Nacional de Piura, Perú.

Abstract

Al formular un sistema de ecuaciones diferenciales, el principal objetivo es determinar sus soluciones, además de visualizar la superficie de fase para observar el comportamiento del fenómeno físico. En este trabajo se desarrolla un algoritmo para graficar superficies de fase y realizar análisis cualitativos a un sistema de cuatro dimensiones (4D). El algoritmo se implementa en el software científico Octave obteniendo el programa denominado SystemSprott4D, el cual se aplica al sistema Sprott tipo A en 4D para graficar, superficies de fase, ciclo límite y trayectorias de condiciones iniciales del sistema. También se realiza un análisis cualitativo del sistema, como simetría del campo vectorial, sensibilidad en las condiciones iniciales, exponentes de Lyapunov, dimensión fractal y ciclo límite. En el análisis realizado se encuentra que es un sistema de no equilibrio, esto significa que el sistema caótico 4D puede exhibir ciclos límite de atracción, estos ciclos límite se encuentran seleccionando diferentes puntos iniciales. SystemSprott4D puede utilizarse para analizar sistemas 4D no lineales aplicados a varias disciplinas como, electrónica, telecomunicaciones, biología, meteorología, economía, medicina, etc.

References

1. FEI, Y., LEI, G., KE, G., BO, Y., QUIZHEN, W., Y ZHOU, Z, *A fully qualified four-wing four-dimensional autonomous chaotic system and its synchronization*. Enriched data. Enhanced analytics. Evidence-led decisions, Vol. 131, pp. 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2016.11.067>, 2017.
2. GUAN, L. L., XI, Y. C., FENG, C. L., Y XIAN, M. M. , *Hyper-chaotic Canonical 4-D Chua's Circuit..* Conferencia Internacional de Comunicaciones, Circuitos y Sistemas 2009, pp. 820-823. doi. 10.1109/ICCCAS.2009.5250380., 2009.
3. VELEZMORO, R., Y IPANAQUÉ , R., *Un modelo para visualizar objetos en 4D con el Mathematica..* ECIPerú, Vol. 12(N° 2), pp. 12-18. <http://reddeperuanos.com/revista/eci2015vrevista/02matematicavelezmoro> 2015.

Analisis cualitativo y grafica de superficies de fase del nuevo sistema de Rossler en la cuarta dimension

Karen Vanessa Arias Abramonte

libra_17_968@hotmail.com

Universidad Nacional de Piura, Perú.

Eder Escobar Gómez

eescobarg@unp.edu.pe

Universidad Nacional de Piura, Perú.

Abstract

Los sistemas de ecuaciones diferenciales describen generalmente, fenómenos Físicos. Estos sistemas no expresan exactamente el fenómeno en estudio, pero si lo hacen en una forma bastante aproximada, dándonos la seguridad de contar en los resultados obtenidos en el análisis cualitativo del sistema. Al formular un sistema de ecuaciones diferenciales, el principal objetivo es determinar sus soluciones. Estas son muy importantes porque permiten establecer el comportamiento del fenómeno físico. Hemos estado acostumbrados a ver el comportamiento de ciertos fenómenos en un estado final de equilibrio, interpretado por los puntos críticos, que no son más que la representación gráfica de soluciones. En este trabajo de investigación se ha hecho un estudio de las características del sistema como: Puntos Críticos, análisis de estabilidad e inestabilidad de los puntos críticos, sensibilidad en las condiciones iniciales, ciclos límites atractores, exponentes de Lyapunov, dimensión fractal, valores y vectores propios, haciendo variar el parámetro b , permaneciendo constante los demás parámetros del sistema de Rossler. Luego se procede a graficar las superficies de fase del sistema de Rossler 4D haciendo uso del software Octave.

References

1. FEI, Y., LEI, G., KE, G., BO, Y., QUIZHEN, W., Y ZHOU, Z, *A fully qualified four-wing four-dimensional autonomous chaotic system and its synchronization*. Enriched data. Enhanced analytics. Evidence-led decisions, Vol. 131, pp. 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2016.11.067>., 2017.
2. GUAN, L. L., XI, Y. C., FENG, C. L., Y XIAN, M. M. , *Hyper-chaotic Canonical 4-D Chua's Circuit*.. Conferencia Internacional de Comunicaciones, Circuitos y Sistemas 2009, pp. 820-823. doi. 10.1109/ICCCAS.2009.5250380., 2009.
3. VELEZMORO, R., Y IPANAQUÉ, R., *Un modelo para visualizar objetos en 4D con el Mathematica*.. ECIPerú, Vol. 12(N° 2), pp. 12-18. <http://reddeperuanos.com/revista/eci2015vrevista/02matematicavelezmoro> 2015.

Computational Tool for Obtaining Christoffel Symbols of the Tangent Bundle in Finite-Dimensional Riemannian Manifolds

Brayan Adolfo Mujica Guzman

bmujica@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín, Perú.

Rosman Miller Diaz Ticona

rdiazt@unsa.edu.pe

Universidad Nacional de San Agustín, Perú.

Abstract

In this study, we present a computational approach for calculating the Christoffel symbols in Riemannian manifolds. The geometry of the tangent bundle in a Riemannian manifold is important, and the Sasaki metric is a significant tool. The Sasaki metric is constructed by decomposing the tangent bundle into vertical and horizontal subbundles using the manifold's Riemannian connection. Leveraging previous studies on geodesics in the tangent bundle with the Sasaki metric, we compute the Christoffel symbols. The novelty lies in using the Wolfram Mathematica program for these calculations. Calculating the Christoffel symbols is essential for studying sectional curvature in geometry, but manual calculations can be extensive, laborious, and error-prone. Therefore, we have developed codes in Wolfram Mathematica to streamline and facilitate the computation of the Christoffel symbols. By learning specific programming techniques and applying them in this mathematical area, we simplify the calculation process, accelerate comprehension, and provide concrete examples for better conceptual clarity in less time. In conclusion, this computational approach based on Mathematica enables us to more efficiently and accurately compute the Christoffel symbols in Riemannian manifolds, facilitating the study of sectional curvature and expanding our knowledge in differential geometry.

References

1. MEJIA PAREDEZ, TITO, *La métrica de Sasaki*, Universidad Federal Fluminense. Instituto de Matemática y Estadística. Disertación de Maestría, 2009.
2. KAPPOS, ELIAS., *Natural metrics on tangent bundles*. Lund University Centre for Mathematical Sciences Mathematics. Master's thesis, 2001

Métodos computacionales en geometría algebraica

Joe Palacios Baldeon*jpalacios@imca.edu.pe**Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.***Ruth Cabanillas Banda***rcabanillasb@pucp.edu.pe**Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.*

Abstract

Las variedades algebraicas y su clasificación son el objeto de estudio de la geometría algebraica. Tienen aplicación en robótica, criptología y diseño industrial, entre otras. Una variedad, en breves términos, es el conjunto solución de un sistema de ecuaciones polinomiales, y admite de manera natural una descripción geométrica motivada por la geometría diferencial pero con nuevas dificultades de naturaleza algebraica.

En la presentación describiremos algunos de los principales conceptos de la geometría algebraica, como la dimensión, irreducibilidad, singularidad y explosión. Nos enfocaremos en describirlos computacionalmente usando algunos de los programas disponibles de libre acceso como el Macaulay 2.

References

1. D. EISENBUD, D. GRAYSON, M. STILLMAN, AND B. STURMFELS, *Computations in algebraic geometry with Macaulay 2, Algorithms and Computations in Mathematics*, Springer-Verlag, 2001, ISBN 3-540-42230-7.
2. R. HARTSHORNE, *Algebraic Geometry*. Springer New York, Graduate Texts in Mathematics, New York 1977.
3. H. SCHENCK, *Computational Algebraic Geometry*. Student Texts (No. 58), ISBN-13: 9780521536509, ISBN-10: 0521536502, 2003, 208 pages.

Simulation of Pulses Using Gaussian Functions with Special Function Envelopes: Analysis and Applications

Alfredo Palomino Infante, Prof. Princ. FQIQ, UNMSM*rpalominoi@unmsm.edu.pe***Sergio Luque Mamani, Investigador CDC - MINSA***sergio.luque@unmsm.edu.pe***Juan C. Woolcott Hurtado, Prof. Princ. FQIQ, UNMSM***jcwoolcott@unmsm.edu.pe***Héctor Gómez Ramírez, Prof. Asoc. FQIQ, UNMSM***hgomezr@unmsm.edu.pe*

Abstract

Pulsating flows play a pivotal role in multiple domains, including life sciences, engineering processes, and natural phenomena such as tyndal effect. The simulation and comprehension of pulsatile flows have wide-ranging implications across various fields. In this study, the focus lies on simulating pulsatile flows by utilizing a sinusoidal function as the carrier wave combined with special functions acting as the envelope. The investigation delves into the utilization of sawtooth, square, and Gaussian functions as envelopes to create diverse pulse shapes. The obtained results are thoroughly presented and analyzed, with ideal values serving as benchmarks for evaluation. The primary aim is to assess the efficacy of these functions in simulating pulsatile flows and their applicability in diverse scenarios. The findings of this research contribute significantly to an enhanced understanding of pulsatile flows and their inherent characteristics.

References

1. NIKIFOROV, A. F. & UVAROV, V. B. *Special Functions of Mathematical Physics*, (R. A. Boas, Trans.). Prentice-Hall. 1968.
2. PALOMINO INFANTE, ALFREDO. *Pulsed Isolation of Essential Oils*. Ph.D. Thesis, UNMSM, Lima, Perú. 2016

Modelamiento Matemático

A mathematical model for the formation of oscillation marks in steelmaking industry

Marcos Zambrano Fernández

mzambrano@unab.edu.pe

Universidad Nacional de Barranca, Perú.

Abstract

An earlier mathematical model for oscillation marks in continuous casting of steel is revisited to obtain new expressions for the velocity in the fluid flow of a lubricant usually termed as flux and hence convection-diffusion equation for the temperature of the flux is solved numerically. To carry out the computations to obtain this temperature inside of an oscillation mark is employed the finite-volume software OpenFOAM which allowed to visualize the fluid flow and cooling process of flux in time.

References

1. DR. BLAND, *Flux and the continuous casting of steel*, IMAJ Appl, 32, 89-112, 1984.
2. M. VYNNYCKY AND M. ZAMBRANO, *Towards a moving-point formulation for the modelling of oscillation-mark formation in the continuous casting of steel*, Applied Mathematical Modelling, 63(2018), 243-265.
3. M. VYNNYCKY, S. SALEEM, K.M. DEVINE, B.J. FLORIO, S.L. MITCHELL AND S.B.G. O'BRIEN, *On the formation of fold-type oscillation marks in the continuous casting of steel*, Royal Society Open Science, 4, 2017.

Modelado entre carga vs deformación en viga concreto armado 210

Sergio Martin Chupa Almanza

sergiochupa@upeu.edu.pe

Universidad Peruana Unión, Perú.

Abstract

El objetivo de la investigación fue determinar el modelo de carga y deformación aplicado a una viga de concreto armado 210, realizado en el laboratorio de estructuras en 2022. La metodología de estudio se utilizó el diseño experimental y enfoque cuantitativo. La muestra se utilizó todos los datos para este análisis. Los datos fueron recolectados mediante la ficha donde se tomó por cada carga ejercida en el dato de deformación. El tratamiento de los datos consistió en aplicar el proceso para hallar el modelo de regresión hasta su rompimiento de la viga de concreto armado 210. Además, analizar los resultados se muestra el modelo en esta investigación, hasta la rotura de la viga. Se concluye que existe una correlación significativa entre las variables de carga y deformación de la viga. Se concluyó que la investigación se observa la regresión lineal en esta investigación verificando la ley de Hooke.

References

1. CHUQUIN G., J., *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas*, Trujillo, 2018.
2. CORNEJO ALVAREZ, L., *La mejora de las propiedades de los hormigones reforzados con fibras, así como su poder aglomerante*. Dialnet, 2015.
3. LOVERA M. L., *El refuerzo de las estructuras de concreto armado con aceros de grado 75 en el Perú*, 2016.
4. [4] MUTTONI, A., SCHWATZ, J., THURLIMAN, B., *Dimensionamiento y concepción de estructuras en hormigón armado mediante campos de tensiones*, 2006.
5. RIVERA, L. G., *Tecnología Concreto y Mortero*. s, 2013.
6. [6] ZALAPATA, D., *Incorporación del Aprendizaje Automático para la Predicción de la Capacidad Portante en Vigas de Concreto Preforzado dañadas por la Corrosión*. Dialnet, 2021.

Algunos Modelos Matemáticos en Ciencias de la Salud Implementados con Maple

Luis Jaime Collantes Santisteban

lcollantes@unprg.edu.pe

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

Abstract

La resolución de problemas vía la modelación matemática y su implementación numérica computacional constituye un recurso de gran importancia para el desarrollo de Ciencia y Tecnología, pero a la vez, su desarrollo en un adecuado interfaz, es un problema por resolver. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar la presentación gráfica, numérica y algebraica de algunos modelos matemáticos de aplicación en Ciencias de la Salud y de esta manera resolver problemas de aplicación de tales modelos. A través de información bibliográfica se analizó el estado del arte de modelos relacionados a dosis de medicamentos y crecimiento logístico. Se utilizó el software matemático MAPLE, por su gran capacidad simbólica, para obtener presentaciones gráficas, numéricas y algebraicas de los referidos modelos. Se resolvieron problemas de aplicación de tales modelos mediante simulaciones computacionales obteniendo soluciones algebraicas, numéricas y gráficas.

References

1. ARMSTRONG, G. M. Y MIDGLEY, C. P., *The Exponential Decay Law Applied to Medical Dosages*, The Mathematical Teacher, 80 num. 3, 110-113, 1987.

Protección del medio ambiente basado en modelos matemáticos**Cesar Loza Rojas***cesar.loza@unica.edu.pe**Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú.***Julihno Parian Paucar, Brenda Elizabeth Cuadros Arias****Luisa Gabriela Montes Vidalon, Ruben Asaya Armejo Díaz***Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica, Perú.***Abstract**

El presente reporte de investigación tiene por finalidad aplicar modelos matemáticos en la protección del medio ambiente, basado en el cálculo matemático, se emplea el método de teoría fundamentada, pues es la experiencia a lo largo del tiempo o el cambio, se referencia en un modelo, que se define, como el proceso de aplicación de conocimiento o experiencia para simular o describir el desempeño de un sistema real para lograr ciertos objetivos. Este método desarrolla un enfoque de tipo inductivo-deductivo de las definiciones, teoremas y corolarios, como también de los resultados de recientes investigaciones, relacionando teoría y práctica. Los resultados son obtenidos empleando los modelos comportamentales, para ello utilizamos las propiedades de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias, matrices exponenciales, en fósforo y cloruro, principales contaminantes del medio ambiente especialmente en lagos y ríos. La ecuación en estudio tiene por estructura

$$\begin{cases} X'(t) = AX(t) + b(t) \\ X(0) = x_0 \end{cases}$$

en ecuaciones diferenciales ordinarias es conocida como un problema de valor inicial (P.V.I.). Se concluye que se puede predecir los tiempos en los cuales los agentes analizados presentan crecimiento o decrecimiento en contaminación y poder tomar las medidas correctivas en bien de la colectividad.

References

1. B. D. MACCLUER, P. S. BOURDON Y T. L. KRIETE., *Differential Equations: Techniques, Theory, and applications*, United States of America: AMS, 2019.
2. R. BENAZIC, *Tópicos de ecuaciones diferenciales ordinarias*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2007.
3. C. CHICONE, *An Invitation to Applied Mathematic*, San Diego-USA: Academic Press, 2017.
4. O. GONZALEZ, *Topics in Applied Mathematics and Modeling*, Providence, Rhode Island.USA: AMS, 2023.

Neurociencia

Avances en simulación computacional de una corteza cerebral infantil durante el desarrollo

Enver M. Oruro

eoruro@uandina.edu.pe

Laboratorio de Neurocomputación, Simulación Social y Sistemas Complejos. Instituto Científico, Universidad Andina del Cusco, Perú .

Yuefan Deng

Department of Applied Mathematics and Statistics, Stony Brook University, New York, USA .

Abstract

Recientemente mostramos que el aprendizaje de apego infantil depende de la maduración de las neuronas y las corrientes gabaérgicas, para ello utilizamos registros electrofisiológicos y simulación computacional de un cortex infantil empleando spiking neural networks y ejecutamos un protocolo de condicionamiento clásico para generar un aprendizaje al olor materno [1, 2]. Nuestra teoría ha sido referenciada como una de las más importantes explicaciones de la transición del periodo sensible del apego infantil [3]. Actualmente estamos trabajando en la implementación de nuestros modelos para ser ejecutados en un supercomputador, para ello utilizamos Repast4py, que usa MPI (Message parallel processing) en MPI4py. Repast4py fue creado en 2021 por científicos del Argonne National Laboratory, y facilita la simulación de sistemas basados en agentes, en Repast4py cada sección del espacio de simulación puede ser procesada por diferentes núcleos[4]. A diferencia de otros modelos de supercomputación del cerebro como NEST o Netpyne, Repast4py conserva el paradigma de sistemas complejos adaptativos a través del modelamiento basado en agentes. En esta conferencia presentaremos nuestros avances en la línea de supercomputación y simulación de una corteza cerebral infantil en desarrollo.

References

1. E.M. ORURO, G.V.E. PARDO, A.B. LUCION, M.E. CALCAGNOTTO, M.A.P. IDIART Learning and Memory 2019, 27, 20.
2. E.M. ORURO, G.V.E. PARDO, A.B. LUCION, M.E. CALCAGNOTTO, M.A.P. IDIART, Learning and Memory 2020, 27, 493.
3. N. COLOMBEL, G. FERREIRA, R. M. SULLIVAN, G. COUREAUD., Neuroscience and Biobehavioral Reviews 2023, 151, 105249.
4. COLLIER N, OZIK J., *DISTRIBUTED AGENT-BASED SIMULATION WITH REPAST4PY* Proc Winter Simul Conf. 2022 Dec;2022:192-206. Epub 2023 Jan 23.

Computational Neuroscience: GABA reversal potential during the post-sensitive period for infant attachment learning

Grace V. E. Pardo

grace.pardo@vrin.uandina.edu.pe

Lab de Investigación en Neurociencias. Instituto Científico, Universidad Andina del Cusco, Perú.

Enver M. Oruro

eoruro@uandina.edu.pe

Lab de Neurocomputación, Simulación Social y Sistemas Complejos. Instituto Científico, Universidad Andina del Cusco, Perú.

Abstract

We built an artificial piriform cortex as a network of pyramidal neurons spatially distributed and created synapses throughout directed networks. We used our previously published data for the electrical properties of aPC pyr neurons of sensitive and post-sensitive periods [1, 2] and the reversal potential of GABA [3]. The activity of the OB-aPC circuit was simulated under classic conditioning protocol, with the mother's odor as the conditioned stimulus (CS) and norepinephrine, which represents maternal contact, as the unconditioned stimulus (US). We conditioned the OB-aPC circuit with characteristics of a sensitive period and then exposed it to the CS. To evaluate the amplification ability of the circuit, we switched circuit characteristics from sensitive to post-sensitive period without modifying the synaptic weights. Then we exposed the circuit again to the CS. To compare circuit activity during both periods, we recorded the number of the action potentials of each node, which indicates the times in which synapses had been effective; multiplying this with the synaptic weight, we obtained a new activity network for the CS. Results show that after conditioning, the network of the post-sensitive period had fewer action potentials and synaptic activity during CS exposition than the sensitive period network.

References

1. ORURO, E. M. ET ALL. , *Maturation of pyramidal cells in anterior piriform cortex may be sufficient to explain the end of early olfactory learning in rats.*, Learn Mem. 2019 Dec 16;27(1):20-32.
2. ORURO, E. M. ET ALL. , *The maturational characteristics of the GABA input in the anterior piriform cortex may also contribute to the rapid learning of the maternal odor during the sensitive period.* Learn Mem. 2020 Nov 16;27(12):493-502.
3. PARDO, G. V. E., *Estudo dos mecanismos neurobiológicos do vínculo mãe-filho em diferentes períodos do desenvolvimento pós-natal.* [Doctoral dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. UFRGS Repositorio Digital <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/194875>

Model of brain aging: LTCC channels as a link between field plasticity and intrinsic properties in neurons of the piriform cortex

Paola L. A. Oruro-Cari 1, Luis Pacheco-Otárola 2, Grace E. Pardo 2, Enver M. Oruro 1

poruro@unsa.edu.pe

1. *Laboratorio de Neurocomputación, Simulación Social y Sistemas Complejos.*

2. *Laboratorio de Investigación en Neurociencias.*

Instituto Científico, Universidad Andina del Cusco, Perú.

Abstract

Learning relies on the synaptic strength and intrinsic properties of neurons. In the piriform cortex (PC) lies the associative learning of odors, a critical feature of aging and cognitive decline. A recent trial demonstrated that aged neurons (NE) of the piriform cortex (PC) show changes in their macro- and microscale variables, with a significant increase in excitability and a slight increase in the amplitude of afterhyperpolarization (AHP) compared to adult neurons (NA). In aged neurons AHP indicates increased activation of L-type Ca²⁺ channel (LTCC) Ca²⁺ channel-dependent K⁺ current [1]. In the present work, we explored whether the change in these parameters in PC NEs consistently influences activity-dependent synaptic modifications produced in learning. We built a computational model using electrophysiological data [2] based on the integrate-and-fire model and the Jensen-Idiart-Lisman plasticity model [3] implemented in a small-world network to configure the connection of the PC environment. We recorded the peak amplitude of synaptic currents and synaptic weights. We injected a higher frequency of depolarizing currents, as a long-lasting plasticity (LTP) protocol, into 40% of neurons. Our results show that the aged PC network requires 70% more time than the adult PC network to reach 20% of the initial mean synaptic weight.

References

1. Landfield PW, Pitler TA., *Prolonged Ca²⁺-dependent after hyperpolarization in hippocampal neurons of aged rats.*, Science. November 30, 1984;226(4678):1089-92.
2. Maziar A, et all. , *Aging differentially affects LTCC function in hippocampal CA1 and piriform cortex pyramidal neurons.* Cereb Cortex. 2023 Feb 7;33(4):1489-1503.
3. Jensen O, et all., *Physiologically realistic formation of autoassociative memory in networks with theta/gamma oscillations: role of fast NMDA channels.* Learn Mem. 1996 Sep-Oct;3(2-3):243-56.

Networks Neuroscience, Agent Based Neuroscience and High Performance Computing: Problems with Repast4py

Adriana Chira Ramirez

achirar@uni.pe

Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Abstract

Agent-Based Modeling (ABM) is a computational tool to study living systems from a complex adaptive systems perspective. Repast4py was created to simulate ABM in high-performance computing [1], Repast4py uses MPI (Message Parallel Processing) with python, each core processes a part of the simulation space. We implement on Repast4py a biophysical model of neurons represented as nodes and synapses represented as directed links in a Watts-Strogatz distribution[2]. Synapse strength increases based on a mathematical model of neuroplasticity [3]. The simulation starts with the injection of current to 30% of 1000 neurons and the effect on the network is recorded per 1000 ticks. A particularity of Repast4py is the creation of ghost agents that communicate information between spaces and cores at the same time. We identified the following problems. 1. The creation of links as agents can increase the simulation time? 2. Is it more efficient to share information through ghosts or using MPI (Bcast, Allgather, etc)?.

References

1. COLLIER N, OZIK J., *Distributed agent-based simulation with repast4py.*Proc Winter Simul Conf. 2022 Dec;2022:192-206. Epub 2023 Jan 23.
2. WATTS, D., STROGATZ, S., *Collective dynamics of ‘small-world’ networks.* Nature 393, 440–442 (1998).
3. JENSEN O, ET ALL., *Physiologically realistic formation of autoassociative memory in networks with theta/gamma oscillations: role of fast NMDA channels.* Learn Mem. 1996 Sep-Oct;3(2-3):243-56.

Optimización

Un modelo dinámico no paramétrico para medir eficiencia

Kelly Patricia Murillo

kellymurillo@ua.pt

Universidade de Aveiro, Portugal.

Abstract

Los sistemas convencionales de evaluación de eficiencia presentan poca diversidad en el tipo de variables consideradas. Este aspecto generalmente conduce a errores en la aplicación de los modelos y en la correspondiente interpretación de resultados.

Este estudio propone un modelo dinámico para medir la eficiencia de la toma de unidades de decisión, basado en el Análisis de Eficiencia Multidireccional (MEA) no paramétrico.

El modelo aquí presentado, considera una estructura completa, que incluye variables inter temporales (entradas y salidas intermedias deseables/indeseables), insumos discrecionales/no discrecionales; entradas y salidas deseables/indeseables. La puntuación dinámica es definida en primer lugar en una versión particular y a seguir una versión más general, considerando dos problemas de optimización. Se examina la contribución direccional de cada variable, mostrando el exceso de entradas y el déficit de salidas. Además, un índice de ineficiencia dinámica para medir el número de veces que cada entrada se usó de manera ineficiente, se presenta tanto en los casos deseables como en los casos indeseables.

References

1. MARIZ, F. B., ALMEIDA, M. R., ALOISE, D. , *A review of dynamic data envelopment analysis: State of the art and applications*, International Transactions in Operational Research, **25**(2), 469–505 (2018).
2. MURILLO, K. P., ROCHA, E. M., *The Portuguese Manufacturing Sector During 2013- 2016 After the Troika Austerity Measures*, World Journal of Applied Economics, 4(1), 21-38 (2018).