



**Society for Industrial and Applied
Mathematics - Mexico Section
Annual Meeting 2022**

**June 8 - 10, 2022
Universidad Autónoma de Coahuila
Hybrid Meeting**

Acknowledgements

We thank the financial and/or logistic support from SIAM, UAdeC, UNAM, ITAM and CIMAT.





Location:

Hybrid Meeting in Universidad Autónoma de Coahuila.

Infoteca of Ciudad Universitaria of UAdeC in Arteaga, Coahuila.

Organizing Committee

- Ursula Iturrarán-Viveros, UNAM
- Irma García Calvillo, UAdeC
- Mayra Núñez López, ITAM
- Miguel Ángel Uh Zapata, CIMAT-Mérida

Local Committee

- Yajaira Cardona Valdés, UAdeC
- Vanesa Ávalos Gaytán, UAdeC
- Valeria Soto Mendoza, UAdeC
- Jessica Beltrán Márquez, UAdeC
- Oliver Ávalos Rosales, UAdeC
- Félix Raymundo Saucedo Zendejo, UAdeC
- Jesús Alejandro Navarro Acosta, UAdeC
- Mauricio Tovanche Flores, UAdeC
- Miguel Angel Mendoza Zamora, UAdeC
- Efrain Ruíz y Ruíz, TecNM

Technical Assistance:

- Elizabeth Garbett Reyes, UAdeC
- Liliana Guadalupe Lozano De la Peña, UAdeC
- Rosaura Ramos Dávila, UAdeC
- Raúl Fernando Corpus Ramos, TecNM



HORARIO GENERAL ANNUAL MEETING MEXSIAM 2022
8 - 10 JUNIO 2022
FORMATO HÍBRIDO
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
9:00 - 10:00	INAUGURACIÓN	PONENCIAS	PONENCIAS
10:00 - 11:00	PLENARIA DR. JORGE NOCEDAL	PLENARIA DRA. CLAUDIA ARCHETTI	PLENARIA DR. EDGAR RESENDIZ
11:00 - 11:20	COFFEE BREAK		
11:20 -12:00	CURSO REDES NEURONALES CON KERAS / PONENCIAS		
12:00 - 13:20	COMIDA		
13:20 - 14:00	PONENCIAS	CONF. INVITADA DR. PABLO BARRERA	CONF. INVITADA M.C. FERNANDO DÍAZ
14:00 - 15:20	COMIDA		
15:20 - 16:00	PONENCIAS	PONENCIAS	PONENCIAS
16:00 - 17:00	PLENARIA DR. KHEMRAJ SHUKLA	PLENARIA DR. JONATHAN MONTALVO	PLENARIA DR. PEDRO GONZÁLEZ CASANOVA
17:00 -18:00	CURSO INTRODUCCIÓN A PYTHON / CURSO ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS Y PROBLEMAS INVERSOS USANDO R		
18:00 -19:00	Business Meeting Miembros MexSIAM		



PROGRAMA REUNIÓN ANUAL MEX-SIAM 2022

8 – 10 junio

Universidad Autónoma de Coahuila

MIÉRCOLES 8 JUNIO

HORA	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 3
9:00 – 10:00	INAUGURACIÓN		
10:00 – 11:00	CONFERENCIA PLENARIA: Optimization in the presence of noise with applications in machine learning Dr. Jorge Nocedal Northwestern University		
11:00 – 11:20	CAFÉ		
	MINISIMPOSIO: ANÁLISIS FRACCIONARIO		MINISIMPOSIO: HEURÍSTICAS, OPTIMIZACIÓN Y REDES
11:20 – 11:40	Derivadas fraccionarias en problemas de energía. Paneles solares y petróleo Fernando Brambila Paz Universidad Nacional Autónoma de México	CURSO: Redes neuronales con Keras Carlos Escamilla José Ramón Gómez Armenta Yoshio Josué Rubio Higuera Miguel Ángel Ylizaliturri Salcedo Samsung Research - Tijuana	Reconocimiento de actividades humanas utilizando Aprendizaje de Transferencia No Supervisado Andrea Rosales Sanabria St. Andrews University / Instituto Tecnológico Autónomo de México
11:40 – 12:00	Cálculo fraccional de conjuntos y una aplicación relacionada con paneles solares híbridos Anthony Torres Hernández Universidad Nacional Autónoma de México		Acercamiento a la optimización del transporte urbano usando transporte óptimo ramificado Eymard Hernández López Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México



12:00 -12:20	Un modelo para el cálculo del déficit de presión en un pozo petrolero usando derivadas Caputo modificadas de orden fraccionario Benito Fernando Martínez Salgado Universidad Autónoma de Estado de México		Un beam search aleatorizado para un problema de corte de vidrio Francisco Parreño Torres Universidad de Castilla-La Mancha
12:20 – 12:40	Aplicación de funciones de base radial a ecuaciones diferenciales fraccionarias difusión-onda Carlos Alberto Torres Martínez Universidad Autónoma de la Ciudad de México		Cerebros Líquidos Jerónimo Aranda Barois Instituto Tecnológico Autónomo de México
12:40 – 13:00	Análisis de un receptor híbrido concentración fotovoltaica - generador termoeléctrico mediante cálculo fraccionario Pedro Manuel Rodrigo Cruz Universidad Panamericana Aguascalientes		Trata de personas en México: análisis y desmantelamiento de redes Sofía De la Mora Tostado Instituto Tecnológico Autónomo de México
13:00 – 13:20	Análisis isogeométrico en la solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales Isidro Abelló Ugalde Universidad de La Habana		Diferencias finitas generalizadas en ecuaciones con coeficientes discontinuos Francisco Javier Domínguez Mota Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
13:20 – 13:40	Ejemplos de aplicación de diferencias finitas generalizadas a problemas de convención doble Ricardo Román Gutiérrez Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Estrategias de búsqueda y defensa en un sistema tritrófico inducidas quimiotácticamente Guilmer González Flores Universidad Nacional Autónoma de México	Sobre una solución de las ecuaciones de Boussinesq en 2D Francisco Javier Sánchez Bernabé Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa



13:40 – 14:00	<p>Simulación numérica de flujo bifásico con saturación discontinua en un esquema de cinco pozos con falla conductiva</p> <p>María Luisa Sandoval Solís Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa</p>	<p>Un enfoque Bayesiano del problema inverso para la estimación de la distribución de tamaños de poro a partir de los tiempos de relajación transversal obtenidos mediante mediciones de resonancia magnética nuclear</p> <p>Sinai Morales Chávez Instituto Mexicano del Petróleo</p>	<p>Acoplamiento multicódigo HPC para aplicaciones de interacción fluido-estructura</p> <p>Juan Carlos Cajas García ENES Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México</p>
14:00 – 15:20	COMIDA		
15:20 -15:40	<p>HEF-Acoustics: una implementación de método de elemento finito para solución de ecuación de Helmholtz en el contexto de acústica, usando FEniCS.</p> <p>Roberto Velasco Segura Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología</p>	<p>Estudio comparativo de la estimación de la permeabilidad mediante modelos de flujo a escala de poro a partir de imágenes de tomografía de muestras de caliza Bedford</p> <p>Martín Alberto Díaz Viera Instituto Mexicano del Petróleo</p>	<p>Algoritmo y cota numérica para explosiones de Nash en curvas tóricas</p> <p>Erick David Luna Núñez Universidad Nacional Autónoma de México</p>
15:40 – 16:00	<p>Homogenization scheme applied to Cosserat heterogeneous media</p> <p>Reinaldo Rodríguez Ramos Universidad de La Habana, Cuba</p>	<p>Riemannian line search methods: global convergence and applications.</p> <p>Harry Fernando Oviedo León Fundação Getulio Vargas</p>	<p>Análisis de existencia y unicidad para problemas no lineales derivados de modelos de física de plasmas y de fenómenos geofísicos</p> <p>Néstor Abel Sánchez Goycochea Universidad Nacional Autónoma de México</p>
16:00 – 17:00	<p>CONFERENCIA PLENARIA:</p> <p>Physics-informed neural networks: some applications and scalability</p> <p>Dr. Khemraj Shukla Brown University</p>		
17:00 – 19:00	<p style="text-align: center;">CURSO:</p> <p>Estimación de parámetros y problemas inversos usando R</p> <p>Mario Santana Cibrián ENES-UNAM Juriquilla</p>	<p style="text-align: center;">CURSO:</p> <p>Introducción a Python</p> <p>Joel Trejo Sánchez CIMAT-Mérida</p>	



JUEVES 9 JUNIO

HORA	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 3
9:00 – 9:20	La mejor base de interpolación: el descubrimiento de la base de colocación de diferencias finitas compactas. Julián Tercero Becerra Sagredo Instituto Politécnico Nacional	Resultados preliminares del estudio de datos de sensores acústicos distribuidos usando técnicas de machine learning Alfonso Ortiz Ávila Universidad Nacional Autónoma de México	Matemáticas y computación en la industria 4.0 and beyond. Luis Alberto Muñoz Ubando Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey
9:20 – 9:40	Control sobre superficies con fuentes sobre estructuras delgadas y puntuales Lorenzo Héctor Juárez Valencia Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa	Identificación de zonas con alta marginación mediante aprendizaje profundo e imágenes satelitales Elio Atenógenes Villaseñor Instituto Nacional de Estadística y Geografía	Cuantificación de incertidumbre en políticas de vacunación: un modelo para el manejo de inventarios. Saul Diaz Infante Velasco CONACYT-Universidad de Sonora
9:40 – 10:00	Dissipative structure of compressible fluids with viscosity and capillarity Ramon Gabriel Plaza Villegas Universidad Nacional Autónoma de México	Comparación de aprendizaje por refuerzo profundo contra machine learning para el trading de criptomonedas Wbaldo Valdez Rivera Universidad Autónoma de Coahuila	Clasificación de receptores acoplados a proteínas G mediante redes neuronales Arsenio Natahel Cruz Cardoso Universidad Nacional Autónoma de México
10:00 – 11:00	CONFERENCIA PLENARIA: Reinforcement learning approaches for the orienteering problem with stochastic and dynamic release dates Dra. Claudia Archetti ESSEC Business School in Paris, France		
11:00 – 11:20	CAFÉ		



	MINISIMPOSIO: ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES Y SUS APLICACIONES		MINISIMPOSIO: MÉTODOS NUMÉRICOS Y ANALÍTICOS EN MECÁNICA CELESTE
11:20 - 11:40	El método directo: Un camino a la integrabilidad completa Luis Alberto Cisneros Ake Instituto Politécnico Nacional	CURSO: Redes neuronales con Keras Carlos Escamilla José Ramón Gómez Armenta Yoshio Josue Rubio Higuera Miguel Angel Ylizaliturri Salcedo Samsung Research - Tijuana	Complete integrability of vector fields in R^n Jaume Ilibre Universitat Autònoma de Barcelona
11:40 – 12:00	Simulación del transporte de sedimento en régimen de agua clara por medio de un método LES Mario Roberto Hurtado Herrera Institut National de la Recherche Scientifique		Un problema restringido de cuatro cuerpos asociado a la coreografía con figura de ocho Abimael Javier Bengochea Cruz Instituto Tecnológico Autónomo de México
12:00 -12:20	Simulaciones numéricas en tres dimensiones de la erosión de sedimento por el impacto de olas en un dique vertical Miguel Ángel Uh Zapata CONACYT - CIMAT Mérida		Sobre la utilidad de la integrabilidad de la solución de Kerr para el estudio del universo Alejandro Cárdenas Princeton University
12:20 – 12:40	El método de interfases de alto orden para problemas con interfases Reymundo Ariel Itzá Balam CIMAT-CONACYT		Explorando el sistema de seis cuerpos de Plutón y sus lunas Manuel Cota Universidad de Sonora
12:40 – 13:00	A new two-dimensional blood flow model with arbitrary cross sections Gerardo Hernández Dueñas Universidad Nacional Autónoma de México		Demostrando la periodicidad de una solución del problema de los tres cuerpos Oscar Perdomo Central Connecticut State University
13:00 – 13:20	Numerical solution of the poroelastic wave equation in 2-D by the finite element method: Work in progress Gabriel Mejia Ruiz Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Nuevos hallazgos para problema espacial de Hill de cuatro cuerpos Jaime Burgos García Universidad Autónoma de Coahuila



13:20 – 13:40	CONFERENCIA INVITADA: Problemas matemáticos en la construcción de parametrizaciones de regiones planas irregulares Dr. Pablo Barrera Sánchez Universidad Nacional Autónoma de México		Integradores simplécticos implícitos y control de su comportamiento oscilatorio Hugo Jiménez-Pérez Université Paris Cité
13:40 – 14:00			
14:00 – 15:20	COMIDA		
15:20 -15:40	Weakly compressible two-layer shallow-water flows in general channels Sarswati Shah Universidad Nacional Autónoma de México	An inverse problem to determine the dispersion coefficients of Lake Zirahuén, Mexico Tzitali Gasca Ortiz Universidad de Guadalajara	Reaction-diffusion models with p-Laplace operator Raffaele Folino Universidad Nacional Autónoma de México
15:40 – 16:00	Dos modelos de flujo sanguíneo en arterias Cesar Alberto Rosales Alcantar Universidad Nacional Autónoma de México	Breve reseña sobre las caminatas aleatorias con memoria (2004-2022) Víctor Hugo Vázquez Guevara Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Resolubilidad del consenso a través de topología combinatoria Jesús Jorge Armenta Segura Universidad Nacional Autónoma de México
16:00 – 17:00	CONFERENCIA PLENARIA: Current challenges towards connecting math and computer science into the industrial and commercial reality Dr. Jonathan Montalvo-Urquizo Escuela de Ingeniería y Ciencias Tecnológico de Monterrey		
17:00 – 19:00	CURSO: Estimación de parámetros y problemas inversos usando R Mario Santana Cibrián ENES-UNAM Juriquilla	CURSO: Introducción a Python Joel Trejo Sánchez CIMAT-Mérida	
19:00 – 19:30	Business meeting MEX-SIAM		



VIERNES 10 JUNIO

HORA	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 3
			MINISIMPOSIO: OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA
9:00 – 9:20	LabSOM: Laboratorio para el análisis exploratorio de datos con la red neuronal SOM José Luis Jiménez Andrade Universidad Nacional Autónoma de México	Diseño de un modelo predictivo de Diabetes Mellitus Tipo II: Una aplicación al municipio de Saltillo, Coahuila Héctor Iván De la Rosa De León Universidad Autónoma de Coahuila	Un problema de cadena de suministro de 2 fases con ruteo y localización de plantas Diana Jaqueline Rodríguez Saucedo Tecnológico Nacional de México
9:20 – 9:40	Mejorando la eficiencia de agrupamiento por subespacios algebraico, mediante aproximaciones aleatorias a matrices de bajo rango Fabricio Otoniel Pérez Pérez Universidad de Guadalajara	Un enfoque Bayesiano para modelar datos de la prueba oral de tolerancia a la glucosa Hugo Flores Arguedas Arkansas State University Campus Queretaro	Mathematical model for the integration of storage location, order batching, and picking activities Diana Lucia Huerta Muñoz Universidad Autónoma de Nuevo León
9:40 – 10:00	Computadores analógicos y multiplicación de matrices Rodrigo Rafael Hurtado García Universidad Nacional Autónoma de México	The Pixel Copula Víctor Miguel Hernández Maldonado INFOTEC	Un modelo de programación lineal para la optimización de una cadena de suministro agroindustrial Maximiliano Ibarra Navarro Universidad Autónoma de Coahuila
10:00 – 11:00	CONFERENCIA PLENARIA: Numerical mathematics for industrial applications Dr. Edgar Omar Reséndiz Flores Tecnológico Nacional de México		
11:00 – 11:20	CAFÉ		



MINISIMPOSIO: COMPUTATIONAL MODELING IN EARTH SCIENCES			
11:20 - 11:40	Ondas radiales en cilindros elásticos Jonathan Verdugo Olachea Universidad Autónoma de Baja California	CURSO: Redes neuronales con Keras Carlos Escamilla José Ramón Gómez Armenta Yoshio Josue Rubio Higuera Miguel Angel Ylizaliturri Salcedo Samsung Research - Tijuana	Asignación de actividades con restricciones de tiempo y habilidades Héctor Efraín Ruiz y Ruiz Tecnológico Nacional de México
11:40 – 12:00	Acoustic signature of impermeable barriers in porous media Josué Gabriel González Flores Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Delimitación de parcelas agrícolas mediante algoritmos de estimación de distribuciones Jonas Velasco Alvarez Centro de Investigación en Matemáticas, A.C Aguascalientes
12:00 -12:20	A New method for fault-scarp detection using linear discriminant analysis in high-resolution bathymetry data from the Alarcon Rise and Pescadero Basin Luis Ángel Vega Ramírez Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Problema de ruteo e inventario con incertidumbre en la demanda y prioridad en las entregas Paulina Alejandra Ávila Torres Universidad de las Américas Puebla
12:20 – 12:40	Localización del reflector simulador del fondo marino en imágenes de sísmica de reflexión Selene Solorza Calderón Universidad Autónoma de Baja California		Un método metaheurístico basado programación dinámica para el CCVRP Samuel Moisés Nucamendi Guillén Universidad Panamericana
12:40 – 13:00	An extreme variable grid model for local high-resolution weather forecasts from global initial data Vanesa Magar Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Diseño e implementación de algoritmo para resolver de manera eficiente el problema de diseño de rutas de transporte de personal Jesús Abel Rodríguez Altamirano Tecnológico Nacional de México



13:00 – 13:20	Discontinuous Galerkin wave propagation in fractured media Jonas D. De Basabe Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada		Un enfoque binivel para la optimización de redes neuronales convolucionales Rocío Salinas Guerra Universidad Veracruzana
13:20 – 14:00	CONFERENCIA INVITADA: Datos, matemáticas y decisiones. M.C. Fernando Díaz López Grupo Coppel		
14:00 – 15:20	COMIDA		
15:20 -15:40	Aplicación del Teorema del Punto Fijo de Banach a la Teoría de Riesgo. Jaime Eduardo Martínez Sánchez Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey		Optimización para la asignación de operaciones y rutas de robots en una línea de ensamble Francis Torres Cárdenas Tecnológico Nacional de México
15:40 – 16:00	Ajuste numérico del álabe de una turbina Francis usando polinomios de Bernstein. Heriberto Rojas Arias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo		Optimización evolutiva binivel con metamodelos Jesús Adolfo Mejía de Dios Universidad Veracruzana
16:00 – 17:00	CONFERENCIA PLENARIA: Identification of an obstruction into a fluid duct, divergence free radial basis functions, and applications Dr. Pedro González Casanova Instituto de Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de México		
17:00 – 19:00	CURSO: Estimación de parámetros y problemas inversos usando R Mario Santana Cibrián ENES-UNAM Juriquilla	CURSO: Introducción a Python Joel Trejo Sánchez CIMAT-Mérida	
19:00 – 19:30	CLAUSURA		



Titles and Abstracts

Annual Meeting 2022



PLENARY SPEAKERS



**Optimization in the Presence of Noise with
Applications in Machine Learning
Jorge Nocedal
Northwestern University, USA**

Abstract:

In many engineering applications, one wishes to optimize the performance of a system simulated by software whose intrinsics are not accessible to us. Objective function values are available -- and are typically noisy-- but derivatives are unknown. We discuss how to solve problems of this kind in practice. Examples of adversarial attacks of neural networks and engineering design illustrate the challenges to be overcome, particularly when the number of unknowns is large and the model includes constraints that must be respected.

Short-bio

Jorge Nocedal is a Professor at Northwestern University. He obtained his B.S. degree from UNAM, Mexico, and a PhD from Rice University. His research is in optimization, both deterministic and stochastic, with emphasis on large-scale problems arising in machine learning. He served as editor-in-chief of the SIAM Journal on Optimization, is a SIAM Fellow, was awarded the 2012 George B. Dantzig Prize as well as the 2017 Von Neumann Theory Prize for contributions to theory and algorithms of nonlinear optimization. He is a member of the US National Academy of Engineering.



Physics-informed neural networks: some applications and scalability

**Khemraj Shukla
Brown University, USA**

Abstract:

Physics-informed machine learning (PIML) has emerged as a promising new approach for simulating complex physical and biological systems that are governed by complex multiscale processes for which some data are also available. In some instances, the objective is to discover part of the hidden physics from the available data, and PIML has been shown to be particularly effective for such problems for which conventional methods may fail. Unlike commercial machine learning where training of deep neural networks requires big data, in PIML big data are not available. Instead, we can train such networks from additional information obtained by employing the physical laws and evaluating them at random points in the space-time domain. Such physics-informed machine learning integrates multimodality and multi-fidelity data with mathematical models, and implements them using neural networks or graph networks. Here, we review some of the prevailing trends in embedding physics into machine learning, using physics-informed neural networks (PINNs) based primarily on feed-forward neural networks and automatic differentiation. In this I will discuss the application PIML for non-destructive evaluation using ultrasound data along with scalability of PIML using domain decomposition over MPI+X type of heterogeneous architectures.

Short-bio

Khemraj Shukla (khemraj_shukla@brown.edu) received his Ph.D. degree in computational geophysics. In his Ph.D., he studied high-order numerical methods for hyperbolic systems and finished his research work with GMIG Group of Rice University. He is an Assistant Professor in the Division of Applied Mathematics at Brown University, Providence, Rhode Island, 02906, USA.



**Reinforcement Learning Approaches for the
Orienteering Problem with Stochastic and Dynamic
Release Dates
Claudia Archetti
ESSEC Business School in Paris, France**

Abstract:

E-commerce markets are booming at remarkable rates. Due to an unprecedented series of lockdowns, billions of people stay at home to prevent the spread of the virus. E-commerce revenue saw a 10% increase in Europe in 2020 due to the pandemic. When it comes to the specific challenges to improve customers' satisfactions on delivery, one of the crucial features is related to the starting point of the last-mile delivery leg. An important feature of last-mile distribution is that its operations start as soon as parcels are delivered to the final logistic center, typically a city distribution center (CDC). Given the short delivery times requested by the customers, delivery operations typically need to start before all parcels expected to arrive that day are available at the CDC. This raises a question: whether to wait for more or all parcels to be delivered at the CDC or to start the delivery as soon as there is any available parcel and vehicle. In this paper, we focus on the sequential decision making problem related to when to deliver parcels and which parcels to deliver under the assumption that the time at which parcels become available at the CDC (called release dates) is stochastic and dynamic. We introduce a new problem called the Orienteering Problem with Stochastic and Dynamic Release Dates. To address the problem, we employ Monte-Carlo simulation and reinforcement learning. To deal with data uncertainty and to reduce the dimension of the search space, we introduce a batch approach that approximates the value of future states while making use of continuous. We then propose two novel hybrid approaches to derive a decision-making policy. Both of them require multiple scenarios sampled using a direct look-ahead approach, and make use of the batch procedure to approximate the value of future states. They also make a good use of the Integer Linear Programming (ILP) techniques to find the best decision in the (approximated) decision space. In the computational study, we compare the two solution approaches and a myopic benchmark approach.

Short-bio

Since September 2021, Claudia Archetti is Full Professor in Operations Research at ESSEC Business School in Paris. She was previously Associate Professor at the University of Brescia. She teaches courses for undergraduate, master and PhD students in OR and logistics. The main areas of the scientific activity are: models and algorithms for vehicle routing



problems; mixed integer mathematical programming models for the minimization of the sum of inventory and transportation costs in logistic networks; exact and heuristic algorithms for supply-chain management; reoptimization of combinatorial optimization problems.

Claudia Archetti has carried out the scientific activity in collaboration with Italian and foreign colleagues and published joint papers with some of the best researchers at the international level.

She is author of more than 90 papers in international journals. She was Area Editor of Computers and Operations Research. She is Associate Editor of Omega, Transportation Science, Networks, TOP and EURO Journal of Computational Optimization and member of the Editorial Board of European Journal of Operational Research. Claudia Archetti is VIP3 of EURO, the Association of European Operational Research Societies, in charge of publications and communication.



**Current challenges towards connecting math and
computer science into the industrial and
commercial reality**
Jonathan Montalvo-Urquizo
**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de
Monterrey, México**

Abstract:

Nowadays, we live in a society convinced of the technical advantages of using computers and algorithms to enhance human activities in almost all areas. Core of many solutions we use every day are mathematical methods that are transformed into computer science codes and then in software, apps, and cloud based services.

From a mathematical perspective, this trend started long before terms like artificial intelligence, big data or machine learning became words everybody is using. For example, several decades ago, we already had similar concepts like trend prediction, parameter optimization, routing problems, production planning, supply chain, etc.

Common feature from all solutions is a strong combination of: wide knowledge from the real phenomena, deep understanding of mathematical methods, and computational skills and infrastructure to run the corresponding numerical methods.

During this talk, several examples of mathematical applications will be mentioned, focused on the strong need for interdisciplinary work, as well as on the strengths and weaknesses from the perspective of an applied mathematician and a computer scientist.

Several recommendations for undergraduate and graduate students will be given at the end of the talk.

Short-bio

Dr. Jonathan Montalvo-Urquizo is an experienced industrial mathematician active in both academics and industrial environments.

His academic profile includes a B.Sc. degree in Applied Mathematics from the UAdeC (Mexico, 2000), a M.Sc. in Industrial Mathematics from the TU Kaiserslautern (Germany, 2004), and PhD from the Universität Bremen (Germany, 2008). He has worked as full time researcher and Professor at the Centre for Industrial Mathematics (Bremen, Germany, 2008-2013), the CIMAT (Monterrey, México, 2014-2018) and is currently a Full Professor at the School of Science and Engineering from the Tecnológico de Monterrey. He has received several awards as the Sotero Prieto Award from the Mexican Mathematical Society, the National Youth Award from the Mexican Government, and the RP-Germany Award for



Postgraduate Studies. He is a SNI-CONACYT member since 2009 and has advised several graduate and postgraduate students both in Germany and Mexico.

Outside academia, Jonathan Montalvo is Head of Mathematical Modeling at the consulting company Aleph5 and runs his own company MOCTECH where mathematical models and numerical solutions are implemented into real industrial applications.



Numerical Mathematics for Industrial Applications
Edgar Omar Reséndiz Flores
Tecnológico Nacional de México, México

Abstract:

This talk is focused on the description of some mathematical methods applied to several cases of study motivated from an industrial context. The application of a generalized finite difference method based on the concept of a reproducing kernel is presented for solving the governing partial differential equations in several physical settings. Optimal variables identification, classification and optimization are shown for several manufacturing processes using a versatile multivariate statistical method and soft computing approaches. Finally, a recently new optimization method for optimization is also described based on swarm intelligence and the concept of a reproducing kernel function.

Short-bio

Edgar Omar Reséndiz-Flores is a full time researcher at the División of postgraduate studies and research from the Tecnológico Nacional de México/IT Saltillo and active faculty member of three postgraduate programs. He obtained the Doctoral degree in Mathematics from the Mathematics Department at the Technische Universität Kaiserslautern, Germany, in November 2011. Similarly, he received a Master of Science degree in Industrial Mathematics from the same university in 2005. He obtained his bachelor degree with honors in Applied Mathematics from Faculty of Mathematics at the Universidad Autónoma de Coahuila (U.A. de C), México, in 2001. At the end of his undergraduate studies he obtained several awards such as Nazario Ortiz Garza, Juan Antonio de la Fuente and Mariano Narvaez Glz awards for his outstanding academic record. He received the Mixbaal National Award 2002 to the best thesis in applied mathematics offered by the organizing committee of the National School of Numerical Analysis and Optimization and the Mexican Association of SIAM, MEXSIAM. An honorable mention in the national award Sotero Prieto granted by the Mexican Mathematical Society to the best thesis in mathematics in 2002. Since 2013 he has been member of the Mexican National System of Researchers (SNI) from CONACYT and currently he holds level 2 membership in the area of Mathematics. His scientific work has been focused in Industrial Mathematics in particular in the development and application of meshfree methods for Partial Differential Equation in transport processes, Optimization with



PDE constraints, intelligent design in materials science with artificial intelligence and metaheuristic optimization, the development of new metaheuristic methods for mono and multi-objective optimization as well as the study and improvement of the Taguchi-Mahalanobis System with machine learning techniques for multivariate industrial manufacturing processes. He is author/coauthor of 30 Scientific papers indexed in the Science Citation Index. He has supervised 3 Doctoral Thesis and 10 master thesis. Recently, he has been guest editor of the research topic “Advances in PDE-constrained optimization and meshfree methods for industrial applications” in the journal “Frontiers in Applied Mathematics and Statistics”.



**Identification of an obstruction into a fluid duct,
divergence free radial basis functions and
applications**
Pedro González Casanova
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Abstract:

The problem of identifying an obstruction into a fluid duct has several major applications, for example in medicine the presence of a stenosis in a coronary vessels is a life threaten disease. In this talk we formulate a continuous setting and study from a numerical perspective the inverse problem of identifying an obstruction contained in a 2D elastic duct where a Stokes flow hits the boundary (Navier--slip boundary conditions), generating an acoustic waves. To be precise, by using acoustic wave measurements at certain points at the exterior to the duct, we are able to identify the location; extension and height of the obstruction. Thus, our framework constitutes an external approach for solving this obstacle inverse problem. A radial basis function approach based in Local Hermite Interpolation and hybrid kernels is introduced. Synthetic examples are used in order to verify the effectiveness of the proposed numerical formulation. A comparison between the RBFs method and the Finite element technique is presented. This work was done in collaboration with: L. Breton, J. López Estrada and C. Montoya.

Short-bio

Dr. Pedro Gonzalez Casanova did his PhD in mathematics at the University of Oxford, U. K. He was also aresearch fellow for one year at the University of Oxford. He was a visiting scholar, for one year, at the University Paul Sabatier in Toulouse, France. His research focuses on partial differential equations, inverse problems, and control problems, both from a theoretical and numerical perspective. He developed and appliedGodunov type methods for hyperbolic systems (relativistic flows). A major interest of Pedro's is the formulation, analysis, and application of mesh free radial basis function methods to direct, inverse, and control PDE problems. He coordinated for more than ten years a research group in the field of numerical solution of PDEs by Radial Basis Functions, with the participation of different universities, research centers, and researchers from Mexico and France. As a result of this project, several articles were published and several undergraduate and PhD students have obtained their degrees. Pedro has published more than 30 research articles, he has presented more than 140 talks in both Mexican and international congresses and conferences; and he has organized both national and international congress and workshops in applied mathematics. He has also been director of several PhD and undergraduate theses.and a referee



for several international journals in numerical analysis. He is a reviewer for the Mathematical Reviews of the American Mathematical Society. Currently, he is a researcher at the Institute of Mathematics of the National Autonomous University of Mexico.



SHORT COURSES



Estimación de parámetros y problemas inversos usando R
Mario Santana Cibrian
Instituto Tecnológico Autónomo de México

Objetivo: Conocer algunas de las herramientas disponibles en el lenguaje de programación científica R para el análisis de problemas inversos.

Temario

1. Introducción a problemas inversos
 - a. Problema directo
 - b. Problema inverso
 - c. Modelación estadística de problemas inversos
 - d. Modelo de regresión lineal
 - e. Función de verosimilitud
 - f. Inferencia Bayesiana
 - g. Markov Chain Monte Carlo
2. Introducción a R
 - a. R
 - b. RStudio
 - c. Funciones base
 - d. Operaciones con vectores y matrices
 - e. Funciones
 - f. ODEs
3. Ejemplos
 - a. Curva Gompertz
 - b. Modelo SIR.

Software

R (base, version 4.2.0)	https://cran.r-project.org/
RStudio (Desktop Free)	https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/
MiKTeX	https://miktex.org/download
TeXstudio	https://www.texstudio.org/



Python básico para ciencia de datos
Joel Antonio Trejo Sánchez
CIMAT-Mérida

Temario

Sesión 1. Estructuras de datos básicas en Python

1. Introducción a los tipos de datos en Python
2. Manejo de listas en Python
3. Manejo de arreglos en Python
4. Definición de funciones en Python

Sesión 2. Arreglos con la librería NumPy

1. Manejo de arreglos con NumPy
2. Funciones de agregación con arreglos utilizando NumPy
3. Manejo de datos con NumPy
4. De los arreglos a los dataframes con NumPy

Sesión 3. Manipulación de datos con Pandas

1. Introducción a los dataframes con Pandas
2. Filtros de información con los dataframes
3. Manejo de operaciones en datasets
4. Concatenación y unión de datasets
5. Agregación y agrupamiento

Bibliografía

VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc.". McKinney, W. (2012). Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and IPython. " O'Reilly Media, Inc.". Raschka, S. (2015). Python machine learning. Packt publishing ltd.

Requerimientos.

Cada estudiante deberá traer su laptop. El laboratorio debe contar con acceso a internet para ejecución de algunos algoritmos en línea. Se sugiere tener instalado la distribución de Software libre Anaconda para la realización de los ejercicios.



Redes neuronales con Keras
Carlos Escamilla, José Ramón Gómez Armenta
Yoshio Josue Rubio Higuera, Miguel Angel Ylizaliturri Salcedo
Samsung research

Temario

- 1) **Sesión 1: Introducción a las Redes Neuronales**
 - a. Introducción a las redes neuronales
 - b. Funciones de activación
 - c. Entrenamiento de redes neuronales
 - d. Clasificación binaria
 - e. Introducción a Keras
 - f. Clasificación multiclase con red neuronal multicapa

- 2) **Sesión 2: Redes Convolucionales**
 - a. Antecedentes
 - b. Red Neuronal Convolutiva
 - c. Arquitecturas clásicas
 - d. Clasificación de imágenes con redes totalmente conectadas
 - e. Clasificación de imágenes con redes convolucionales

- 3) **Sesión 3: Redes Neuronales Recurrentes (RNN)**
 - a. Antecedentes
 - b. Arquitectura de las RNN
 - c. Aprendizaje en las RNN
 - d. GRU y LSTM
 - e. Text embeddings
 - f. Clasificación de texto con Keras

Requerimientos.

- 1) Se utilizará **Jupyter notebooks** con los que se desarrollará la práctica.
- 2) Se enviará un archivo **setup.txt**, con las instrucciones para crear el **ambiente de Python**. Se recomienda realizar estos pasos previo a los talleres.



INVITED LECTURES

Problemas matemáticos en la construcción de parametrizaciones de regiones planas irregulares

Pablo Barrera Sánchez

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Las mallas estructuradas por bloques son parametrizaciones que nos permiten construir aproximaciones más adecuadas para una gran variedad de problemas. En esta plática haremos un recuento de algunos problemas que han surgido en la construcción de estas mallas. Nuestro grupo de trabajo, UNAMalla, ha desarrollado diferentes versiones de un sistema computacional para construir parametrizaciones de regiones planas. En la última versión hacemos énfasis en la calidad de las mallas, es decir, que un alto porcentaje de las celdas sean aproximadamente rectángulos.

Datos, matemáticas y decisiones

Fernando Díaz López

Grupo Coppel

Abstract:

Hoy más que nunca tenemos mucha información que se puede interpretar de distintas maneras, lo que nos puede confundir en ciertas situaciones. Es por esto, la importancia de entender qué se quiere que nuestros datos expliquen o nos digan y cómo puede ser validado por las matemáticas inmersas en la Ciencia de Datos. A lo largo de esta plática se darán ejemplos de cómo se han usado los datos, se han aplicado los modelos y se han tomado decisiones dentro de Grupo Coppel.



TALKS



Minisimposio: Análisis Fraccionario
Organizador: Fernando Brambila Paz
Universidad Nacional Autónoma de México

El área de Análisis Fraccionario ha incrementado sus aplicaciones en casi todas las áreas del conocimiento. Es por ello que en este simposio presentaremos sus aplicaciones al Petróleo, Paneles solares, COVID, Economía. Al mismo tiempo que se avanza en las aplicaciones se está avanzando en la teoría, desde el análisis funcional en las derivadas fraccionarias como la parte del análisis numérico. Yo presentaré el avance global de nuestro equipo.

Title: Derivadas fraccionarias en problemas de energía. Paneles solares y petróleo.

Fernando Brambila Paz

fernandobrambila@gmail.com

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Uso de métodos con derivadas fraccionarias para el cálculo de la eficiencia y degradación de paneles solares y la implementación de estas técnicas para el cálculo de la presión con la que sale el petróleo en la exploración de yacimientos nuevos.

Title: Cálculo fraccional de conjuntos y una aplicación relacionada con paneles solares híbridos

Anthony Torres Hernández, Fernando Brambila Paz

anthony.torres@ciencias.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Se presenta una leve introducción de la metodología conocida como Cálculo Fraccional de Conjuntos, así como la manera en que al utilizar esta metodología se pueden definir dos familias no numerables de métodos de punto fijo fraccionales, con lo cuales es posible encontrar soluciones numéricas de sistemas algebraicos no lineales que dependen de parámetros dependientes del tiempo, y que permiten obtener las temperaturas y eficiencias de un panel solar híbrido.



Title: Un modelo para el cálculo del déficit de presión en un pozo petrolero usando derivadas Caputo modificadas de orden fraccionario

Benito Fernando Martínez Salgado

masabemx@yahoo.com.mx

Universidad Autónoma del Estado de México

Abstract:

Un sistema de tres ecuaciones acopladas modela el déficit de presión de un flujo a través de un medio poroso, que considera tres submedios con diferente porosidad (matriz del medio, medio vugular y fracturas) utilizando la derivada de orden fraccional tipo Caputo modificada de Gómez-Aguilar para el tiempo y derivadas ordinarias para las variables espaciales, la derivada de Gómez-Aguilar corrige la fraccionalidad de unidades en la ecuación adimensionada.

Title: Aplicación de funciones de base radial a ecuaciones diferenciales fraccionarias difusión-onda

Carlos Alberto Torres Martínez

carlos.alberto.torres@uacm.edu.mx

Universidad Autónoma de la Ciudad de México

Abstract:

Revisión de los esquemas numéricos con funciones de base radial para tratar con ecuaciones diferenciales fraccionarias de difusión onda, la cual abarca modelos clásicos como los de difusión, subdifusivos y súperdifusivos, de onda y también algunos ejemplos de ecuaciones fraccionarias.

Title: Análisis de un receptor híbrido concentración fotovoltaica - generador termoeléctrico mediante cálculo fraccionario

Pedro Manuel Rodrigo Cruz

prodrigo@up.edu.mx

Universidad Panamericana Aguascalientes

Abstract:

En los sistemas fotovoltaicos de concentración, aproximadamente el 60% de la energía incidente se pierde en forma de calor. Se pueden hibridar estos sistemas con generadores termoeléctricos, que recuperan parte del calor generado y lo transforman en electricidad útil, aumentando la eficiencia global del sistema. El modelo físico de receptor solar híbrido de concentración fotovoltaica - generador termoeléctrico involucra 5 ecuaciones no lineales con 5 incógnitas. En esta ponencia se mostrarán los resultados de la resolución del sistema no



lineal mediante métodos iterativos fraccionarios, concretamente mediante el método pseudo-Newton-Raphson y el método de la derivada conforme. Ambos métodos presentaron ventajas respecto a los métodos iterativos clásicos, como una mayor flexibilidad para establecer las condiciones iniciales con buenas propiedades de convergencia. Con la ayuda de los métodos fraccionarios, se pudo realizar el análisis energético del receptor híbrido durante un mes de operación en el sur de España.

Minisimposio: Heurísticas, optimización y redes
Organizador: Mayra Núñez López
Instituto Tecnológico Autónomo de México

Recientemente el manejo de datos se ha convertido en el foco central de gran variedad de empresas e instituciones gubernamentales, al igual que en diversas áreas de investigación, uno de los retos ha sido el diseño de heurísticas debido a la naturaleza de ciertos modelos a optimizar o bien el manejo de datos.

La información está siendo registrada día a día y de manera permanente, eso conlleva a una fuerte correlación con el comportamiento humano para estudiar fenómenos como la realización de actividades físicas, la optimización de rutas de transporte, la propagación de enfermedades o el análisis de la topología de redes con el fin de encontrar soluciones factibles en función de las restricciones y tiempo de cómputo.

Title: Reconocimiento de actividades humanas utilizando aprendizaje de transferencia no supervisado

Andrea Rosales Sanabria

andrea@insighting.tech

Instituto Tecnológico Autónomo de México

Abstract:

La comisión europea ha pronosticado que para el 2030, solo el Reino Unido verá un aumento de 44% en personas mayores de 60 años. Con una población de mayor edad surge el problema de los costos médicos y aumenta el costo del cuidado de las personas adultas. Esto motiva el desarrollo de nuevas soluciones para mejorar y garantizar una adecuada calidad de vida e independencia de las personas mayores. Gran porcentaje de la población mundial de avanzada edad padece enfermedades neurodegenerativas que afectan no solo la memoria, el pensamiento y el comportamiento, sino que además afectan la movilidad, impidiendo la realización de algunas actividades cotidianas. El área de investigación denominada ambientes asistidos para la vida – AAL, por sus siglas en inglés (Ambient Assisted Living), ofrece a los adultos mayores diversas soluciones para que puedan ejecutar estas acciones diarias y vivir de manera autónoma el mayor tiempo posible.



Title: Acercamiento a la optimización del transporte urbano usando transporte óptimo ramificado

Eymard Hernández López, Giovanni Wences

eymardh7@gmail.com

Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México

Abstract:

En esta charla se establece un precedente para proporcionar alternativas de planificación urbana, puesto que, en los problemas de movilidad modernos, es complicado dar una solución correctiva. Este trabajo se centra en la búsqueda de soluciones preventivas y no correctivas, aunque en determinados casos particulares, puede ser aplicable. Simulamos situaciones de diseño de ciudades con un transporte óptimo ramificado y métodos de optimización metaheurísticos, considerando los planos hipodámicos propuestos en la antigüedad y contrastando sus propiedades con el transporte óptimo ramificado.

Title: Un beam search aleatorizado para un problema de corte de vidrio

Francisco Parreño Torres, Ramón Álvarez-Valdés Olagüibel, María Teresa Alonso Martínez

francisco.parreno@uclm.es

Universidad de Castilla-La Mancha

Abstract:

El problema del corte del vidrio propuesto para el desafío de optimización algorítmica ROADEF Saint Gobain incluye algunas restricciones que impiden la aplicación directa de los procedimientos desarrollados para los problemas clásicos de corte. Por un lado, los tableros a cortar tienen defectos que los hacen únicos y además deben ser utilizados en un orden determinado que es el mismo por el que llegan a la máquina de corte. Por otro lado, las piezas son agrupados en pilas y las piezas de cada pila deben ser cortadas en orden. Otro requisito adicional es que los cortes deben ser de tipo guillotina en tres etapas. Hemos desarrollado un algoritmo de búsqueda acotado "beam search" que utiliza una estructura de árbol en la que en cada nivel la solución parcial se incrementa añadiendo nuevos elementos a la solución hasta que se construye una solución completa. Hemos explorado varias alternativas para la evaluación local y global de las soluciones. El estudio computacional muestra la eficacia del algoritmo propuesto en la competición. Palabras clave: Beam Search, corte y empaquetamiento, optimización, heurísticas



Title: Cerebros líquidos

Jerónimo Aranda Barois, Fernando Esponda

jeroaranda@gmail.com

Instituto Tecnológico Autónomo de México

Abstract:

La asignación de recursos y el diseño de redes de transporte es un problema que lleva bastante tiempo siendo estudiado por la vida, la mayoría de las soluciones humanas se basan en el entendido de que existe información perfecta y centralizada del ambiente para la toma de decisiones. Específicamente se concentra en el uso de los cerebros líquidos, redes cognitivas sin estructuras sólidas capaces de resolver tareas de procesamiento de información. En este caso nos concentraremos en describir una operación descentralizada utilizando el caso particular de una red de distribución de Mango.

Title: Trata de personas en México: análisis y desmantelamiento de redes

Sofía de la Mora Tostado, sofiadelamoratostado@hotmail.com

Instituto Tecnológico Autónomo de México

Abstract:

La trata de personas es un crimen despiadado que busca explotar a mujeres, niñas, niños y hombres con distintos fines. Mexico ocupada de los primeros lugares de trata de personas en el continente. Por su posición geográfica e inestabilidad institucional, es un lugar propicio para el crimen. Se utilizaron datos reales para analizar una red de trata de personas en Chiapas y se utilizó un algoritmo basado en las propiedades espectrales de la matriz Laplaciana de la red para encontrar una estrategia de desmantelamiento de la misma.

Talks June 08

Title: Análisis isogeométrico en la solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

Isidro A. Abelló Ugalde, V. Hernandez Mederos, J. Estrada-Sarlabous, E. Moreno, R. Bruno, D. Lahaye, V. Guera-Ones

isidro6806@gmail.com

Universidad de la Habana

Abstract:

El análisis isogeométrico (IgA) puede verse como una generalización del método de elemento finito clásico (FEM). Es una disciplina reciente de poco más de 15 años. Está relacionada con el diseño geométrico asistido por computadoras (GAGD), ya que se emplean funciones B-spline o NURBS para modelar la frontera de los dominios físicos de integración. IgA utiliza directamente el modelo CAGD de la frontera de la región de integración, por lo tanto, no incurre en los errores que el FEM clásico tiene construir la malla de la región que finalmente aproxima la frontera de la misma. Por otra parte, IgA también utiliza la base B-



spline o NURBS para aproximar la solución de la ecuación diferencial. El resultado de esto es que la solución aproximada tiene los altos niveles de suavidad de las funciones B-spline, el cual adolece la base de Lagrange que utiliza FEM clásico. La obtención de soluciones con altos niveles de continuidad de las derivadas son un apreciados en determinados problemas. Se presentan experiencias numéricas con varios ejemplos de la ecuación de Helmholtz en regiones planas irregulares y con retos numéricos.

Title: Ejemplos de aplicación de diferencias finitas generalizadas a problemas de convección doble

Ricardo Román Gutiérrez

José Alberto Guzmán Torres, Gerardo Tinoco Guerrero

ricardo.roman@umich.mx

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Abstract:

En el presente trabajo se utilizó el Método de Diferencias Finitas Generalizadas (Generalized Finite Differences Method - GFDM) para aproximar numéricamente la solución de diferentes problemas de difusión. Este método ha demostrado ser robusto para resolver una gran variedad de problemas. Se muestran resultados para el problema de Motz, el problema de convección natural difusiva doble en dominios con forma de paralelogramo -el cual es un problema no lineal y acoplado- y el problema de Elder, los cuales presentan un alto potencial en aplicaciones de transferencia de calor (difusión térmica) y/o masa (difusión másica), donde el comportamiento del modelo depende fuertemente de la disposición geométrica del dominio.

Title: Simulación numérica de flujo bifásico con saturación discontinua en un esquema de cinco pozos con falla conductiva

María Luisa Sandoval Solís, Francisco Javier Martínez Deferia, Manuel Coronado Gallardo
mlss@xanum.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana

Abstract:

En esta charla se presenta la simulación numérica de un flujo incompresible en un medio poroso heterogéneo saturado de agua y aceite, donde la sesión del yacimiento de estudio consiste en un esquema de 5 pozos con una falla conductiva. Además, se considera una saturación discontinua inicial en el pozo inyector. Analizamos el comportamiento cerca del pozo inyector y mostramos como la aproximación de la solución de la ecuación de saturación afecta directamente a la solución del problema. Se ha implementado el método IMPES mejorado [1] junto con la técnica de Elemento Finito (FE) para resolver la presión y velocidad. Con el fin de aproximar adecuadamente la saturación discontinua inicial se ha utilizado un Runge-Kutta TVD de segundo orden y el método de Galerkin Discontinuo (DG)



[2,3]. Además, para estabilizar las soluciones se ha realizado un estudio de limitadores de pendiente empleando elementos lineales y bilineales [4]. Todo se ha programado en paralelo con Matlab. Se presentan los resultados numéricos. Bibliografía. [1] Z. Chen, G. Huan y B. Li, An improved IMPES method for two-phase flow in porous media, *Transport Porous Media*, 2004, 54, 361-376. [2] M. Jamei y H. Ghafouri, A novel discontinuous Galerkin model for twophase flow in porous media using an improved IMPES method, *International Journal of Numerical Methods for Heat and Fluid Flow*, 2016, 26, 284-306. [3] B. Cockburn y C. W. Shu, The Runge-Kutta Discontinuous Galerkin Finite Element Method for Conservation Laws V: Multidimensional Systems, *Journal of Computational Physics*, 1998, 141, 199-224. [4] H. Hoteit, P. Ackerer, R. Mosé, J. Erhel y B. Philippe, New twodimensional slope limiters for discontinuous Galerkin methods on arbitrary meshes, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 2004, 61, 2566-2593.

Title: HEF-Acoustics: una implementación de Metodo de Elemento Finito para solución de Ecuación de Helmholtz en el contexto de acústica, usando FEniCS.

Roberto Velasco Segura, Cristian Ulises Martínez Lule

roberto.velasco@icat.unam.mx

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Abstract:

Muchos sistemas acústicos tienen estados estacionarios que resultan relevantes. En régimen lineal, gracias al principio de superposición, es posible descomponer tales estados en oscilaciones armónicas que pueden describirse a través de la ecuación de Helmholtz. En este trabajo se presenta una implementación para ecuación de Helmholtz, por Método de Elemento Finito, basada en FEniCS Project. Hay una variedad de elementos que pueden jugar un papel relevante dentro de los sistemas en estado estacionario, entre ellos: la posibilidad de que estén presentes ondas puramente viajeras, dimensionalidad del sistema, simetría, condiciones de frontera, atenuación, y homogeneidad del medio. Cada uno de estos elementos corresponde a variaciones de la ecuación y a cambios en diferentes partes del código que los implementa, se presentan algunos ejemplos para ilustrar estos elementos. El código se ofrece bajo la misma licencia de código abierto que usa FEniCS Project.

Title: Homogenization scheme applied to Cosserat heterogeneous media

Reinaldo Rodríguez Ramos, Victor Yanes, Yoanh Espinosa-Almeyda, Federico J. Sabina, José A. Otero, César F. Sánchez-Valdés, Héctor Camacho-Montes

rerora2006@gmail.com

Universidad de la Habana, Cuba

Abstract:

In this work, the two-scale asymptotic homogenization method (AHM) is applied to threedimensional heterogeneous micropolar (Cosserat) media with periodic structure.



Micropolar elasticity generalizes the classic elasticity theory incorporating three degrees of freedom to describe the local reorientation of the microstructure (microrotations), in addition to the three ones associated with the displacement at the macroscale. The two-scale AHM, based on the consideration of two length scales associated to the microscopic and macroscopic phenomena, is implemented for 3D heterogeneous micropolar materials. It starts from the statement of the problem based on the microscopic-macroscopic description. Thus, the corresponding local problems, the homogenized problem and the effective Cosserat coefficients are obtained through asymptotic expansions for displacements and microrotations. In particular, micropolar bi-laminated composites with centro-symmetric cubic or isotropic constituents and perfect/imperfect contact conditions are studied. The corresponding local problems are solved and the analytical expressions of the effective properties are reported. Numerical values of the stiffness, torque, Poisson's ratio, Young's modulus, twist Poisson's ratio and torsional modulus are computed and presented for different volume fractions of the constituents.

Title: Estrategias de búsqueda y defensa en un sistema tritrófico inducidas quimiotácticamente

Guilmer González Flores, Noé Anaya, Manuel Falconi

guilmerg@ciencias.unam.mx

Universidad Autónoma de México

Abstract:

Durante la charla abordaremos un modelo de depredación intragremial de un recurso y dos depredadores, en el que el mesodepredador se alimenta de un recurso que crece de acuerdo con una ley de crecimiento logístico y es consumido por un superdepredador. Planteamos dos modelos: un mecanismo de defensa en el cual el recurso atrae al super depredador y el segundo donde el superdepredador se mueve hacia zonas en donde la población de mesopredadores está aumentando. Se prueban algunas propiedades generales de las soluciones del modelo. Además, los resultados de las simulaciones numéricas realizadas.

Title: Un enfoque Bayesiano del problema inverso para la estimación de la distribución de tamaños de poro a partir de los tiempos de relajación transversal obtenidos mediante mediciones de Resonancia Magnética Nuclear

Sinai Morales Chávez, Martín Alberto Díaz Viera, Miguel Ángel Valdez Grijalva

geomorales91@gmail.com

Instituto Mexicano del Petróleo

Abstract:

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una técnica no invasiva que permite analizar un medio poroso midiendo el tiempo en el que la magnetización nuclear adquirida por los núcleos de hidrógeno presentes en los fluidos se relaja tras ser inducida por un pulso



electromagnético. Diversas ramas de la ciencia han aplicado esta técnica; en particular, es de gran interés para la industria petrolera ya que proporciona información de alto valor acerca del sistema poroso y de los tipos de fluidos presentes en las formaciones [1]. Se propone la aplicación de un enfoque Bayesiano al problema inverso para la estimación de la distribución de tamaños de poro en un medio poroso saturado por un fluido a partir de los tiempos de relajación transversal obtenidos mediante mediciones de Resonancia Magnética Nuclear. El problema directo se formula a partir de un modelo de magnetización nuclear, también conocido como Bloch-Torrey [2], que se resuelve numéricamente usando el método de elementos finitos. Mientras que el problema inverso consiste en encontrar la distribución de tamaños de poro mediante un método de caminata aleatoria de Metropolis-Hasting con un enfoque Bayesiano. Se muestran de manera sistemática las etapas de desarrollo del modelo en los aspectos matemático, numérico y computacional. Se valida el modelo usando datos de un caso de estudio simplificado para un medio poroso [3]. Se discuten los resultados obtenidos y se evalúa la incertidumbre. REFERENCIAS [1]Guo, J. C., Zhou, H. Y., Zeng, J., Wang, K. J., Lai, J., & Liu, Y. X. (2020). Advances in low-field nuclear magnetic resonance (NMR) technologies applied for characterization of pore space inside rocks: a critical review. *Petroleum Science*, 17(5), 1281-1297. [2]Torrey, H. C. (1956). Bloch equations with diffusion terms. *Physical review*, 104(3), 563. [3]Morales, S. (2020). Simulación de tiempos de relajación de Resonancia Magnética Nuclear a escala de poro utilizando el método de elemento finito. [Tesis de maestría, Instituto Mexicano del Petróleo]

Title: Estudio comparativo de la estimación de la permeabilidad mediante modelos de flujo a escala de poro a partir de imágenes de tomografía de muestras de caliza Bedford

Martín Alberto Díaz Viera

Ernesto Rubio Acosta, Rodrigo Espinosa Zarazua, Diana K. Figueroa Blancas
mdiazv@imp.mx

Instituto Mexicano del Petróleo

Abstract:

Las imágenes de microtomografía de rayos X se han convertido en una fuente de información fundamental para estudiar el flujo de fluidos a escala de poro en medios porosos [1]. Esto ha tenido un impacto significativo en la estimación de propiedades efectivas de flujo como porosidad, permeabilidad, etc, en rocas de yacimientos petroleros que se complementan con los datos experimentales que tradicionalmente se obtienen en laboratorio. En el presente trabajo se propone establecer una comparación de dos tipos de modelos de flujo a escala de poro usados para la estimación de la permeabilidad de un medio poroso homogéneo. En particular, se compara un modelo de Red de Poros [2], que básicamente consiste en una “red de tuberías” donde se conectan los poros almacenadores a través de gargantas conductoras, con un modelo de Lattice Boltzmann [3]. Se muestra de manera sistemática las etapas de desarrollo e implementación computacional de cada uno de los modelos. Se realiza la comparación en términos de precisión y desempeño aplicando cada uno de los modelos desarrollados a un caso de estudio de una imagen de microtomografía de una muestra de



caliza Bedford. REFERENCIAS [1] Al-marzouqi, H., Digital Rock Physics Using CT Scans to Compute Rock Properties, IEEE Signal Processing Magazine, (2018): 121-131, doi:10.1109/MSP.2017.2784459. [2] Gostick et al., OpenPNM: a pore network modeling package, Computing in Science & Engineering 18, no. 4 (2016): 60-74, doi:10.1109/MCSE.2016.49. [3] Latt et al., Palabos: Parallel Lattice Boltzmann Solver, Computers & Mathematics with Applications 81, (2021): 334-350, <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2020.03.022>.

Title: Riemannian line search methods: global convergence and applications.

Harry Fernando Oviedo Leon

harry.oviedo@cimat.mx

Fundação Getulio Vargas

Abstract:

In this talk, we consider the problem of minimizing a function defined on a Riemannian manifold. An important family of algorithms to solve this problem is the so-called line-search method. This kind of iterative methods build the new iterate by advancing along a straight line parameterized by the previous iterate and a descent search direction belonging to the tangent bundle of the manifold, and then apply a mapping to bring back the generated point to manifold. We analyze the global

Title: Diferencias finitas generalizadas en ecuaciones con coeficientes discontinuos

Francisco Javier Domínguez Mota, Carlos Chávez Negrete, Daniel Santana Quinteros

dmota@umich.mx

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Abstract:

El método de diferencias generalizadas es un método flexible que puede aplicarse como un método con y sin malla, y que permite obtener resultados muy satisfactorios en problemas de modelado cuyo dominio espacial tiene una forma irregular. En esta plática se discuten algunos avances de la aplicación del método a problemas con ecuaciones gobernantes con coeficientes discontinuos, y se discuten algunas ventajas y desventajas de su aplicación comparados con otros métodos como las interfaces inmersas.



Title: Sobre una solución de las Ecuaciones de Boussinesq en 2D

Francisco Javier Sánchez Bernabe

fjsb@xanum.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

Abstract:

Se modifica la solución analítica dependiente del tiempo, propuesta por G.I. Taylor para las Ecuaciones de Navier-Stokes en 2D, de manera que satisfaga las Ecuaciones de Boussinesq, para algunos valores particulares de sus parámetros. Tanto la solución de las Ecuaciones de Navier-Stokes en 2D, como la correspondiente a la propuesta para las Ecuaciones de Boussinesq, dependen de funciones trigonométricas y exponenciales.

Title: Acoplamiento multicódigo HPC para aplicaciones de interacción fluido-estructura

Juan Carlos Cajas García

eluna@matmor.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Los problemas de Interacción Fluido-Estructura tienen un rol determinante en incontables sistemas físicos, organismos biológicos y procesos industriales, desde el flujo de aire en las vías respiratorias hasta la interacción del oleaje con estructuras marinas. En el estudio numérico de cualquier proceso de interacción fluido-estructura son necesarias herramientas que integren los métodos de la Dinámica de Fluidos Computacional con los de la Dinámica de Sólidos Computacional. En el desarrollo de estas herramientas, es necesario hacer frente a inestabilidades físicas y efectos no lineales que pueden llevar a esquemas de acoplamiento no convergentes. Teniendo en cuenta todo lo anterior y que existen códigos paralelos altamente eficientes para las componentes del problema, se presentará un marco para construir una herramienta paralela de simulación fluido-estructura con enfoque multicódigo.

Title: Algoritmo y cota numérica para explosiones de Nash en curvas tóricas

Erick David Luna Núñez

eluna@matmor.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

En esta charla veremos cómo definir variedades tóricas a partir de geometría combinatoria, nos centraremos principalmente en explicar el concepto de explosión de Nash y construir un algoritmo que mejore mucho la cota que nos da la teoría principal con las herramientas combinatorias que observaremos al construirlo.



Title: Análisis de existencia y unicidad para problemas no lineales derivados de modelos de física de plasmas y de fenómenos geofísicos

Nestor Abel Sánchez Goycochea

Tonatiuh-Sánchez Vizuet, Manuel Solano Palma

nestor_sanchez@im.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Presentamos un análisis de existencia y unicidad para dos tipos de problemas no lineales. El primero, proveniente de un modelo de física de plasmas, es analizado usando un método de Galerkin Discontinuo Hibridizado (HDG) de alto orden; y debido a la presencia de un dominio no poligonal es necesario una técnica de transferencia de los datos de frontera. Garantizamos también una convergencia óptima para el error a priori y proponemos un estimador a posteriori confiable y localmente eficiente del método. Adicionalmente analizamos los casos en los que el coeficiente de difusión no lineal depende de la solución y del gradiente de la solución. El segundo problema es un modelo de fenómenos geofísicos propuesto por G. Hernández Dueñas y colaboradores, conocido como modelo FARE, el cual es una representación mínima de la sustancia y la dinámica del agua que son suficientes para capturar las características básicas de la precipitación de la convección organizada. Para este modelo garantizamos existencia, unicidad y positividad de las variables involucradas usando inclusiones en espacios de Sobolev, desigualdad de Gronwall, entre otras técnicas.

Minisimposio: Ecuaciones Diferenciales Parciales y sus Aplicaciones

Organizador: Miguel Ángel Uh Zapata

Centro de Investigación en Matemáticas Unidad Mérida

Una gran variedad de problemas físicos, biológicos, económicos y sociales, entre otros, son modelados utilizando ecuaciones diferenciales parciales. Además, estas ecuaciones necesitan ser solucionadas con gran precisión para su correspondiente aplicación. Sin embargo, estos modelos matemáticos involucran diferentes propiedades, que en sí mismas son difíciles de modelar y resolver con formulaciones simples. Así por un lado tenemos una alta demanda de soluciones analíticas, que aún en casos simples son difíciles de encontrar. Mas aún, resolver estos problemas numéricamente sigue siendo tareas desafiantes porque las ecuaciones son no-lineales, tienen discontinuidades, se resuelven en regiones complejas, el poder de cómputo es reducido, etc. Aunque hoy en día se han propuesto varios métodos para superar estas dificultades, todavía hay una gran oportunidad para seguir desarrollando no sólo teoría fundamental sino también su implementación en aplicaciones reales. En este mini-simposio, presentamos varios trabajos del estado del arte actual de diferentes modelos matemáticos usando ecuaciones diferenciales parciales y sus aplicaciones.



Title: El método directo: Un camino a la integrabilidad completa

Luis Alberto Cisneros Ake

lakisnerosa@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

Abstract:

Presentamos al método directo de Hirota como un mecanismo analítico que permite, cuando es posible, la solución completa de ciertas ecuaciones diferenciales parciales con efectos débilmente no lineales. Dicho método surge como una validación viable de la integrabilidad completa, en el sentido del método de la dispersión inversa, de ecuaciones diferenciales no lineales que permiten su transformación a ecuaciones bilineales equivalentes solubles por expansiones finitas de términos exponenciales en la forma de ondas planas. En este trabajo presentamos a manera introductora al método directo y ejemplificamos con la ecuación clásica de Korteweg-de Vries y con una aplicación de interés reciente en la que el autor ha colaborado.

Title: Simulación del transporte de sedimento en régimen de agua clara por medio de un método LES

Mario Roberto Hurtado Herrera

Mario_Roberto.Hurtado_Herrera@inrs.ca

Institut National de la Recherche Scientifique

Abstract:

En el régimen de agua clara, el transporte de sedimento ocurre únicamente como consecuencia de la turbulencia generada cuando el flujo se encuentra con un obstáculo sumergido. El resultado es un lecho con erosión localizada en una vecindad el obstáculo. La naturaleza semi-empírica de los modelos morfodinámicos utilizados para simular los procesos erosión, en conjunto con una cantidad muy limitada de estudios experimentales en el régimen de agua clara, complican la tarea de modelar numéricamente estos casos. El presente trabajo pretende hacer un aporte en este tipo de modelos. El modelo consiste en las ecuaciones de Navier-Stokes en 3D acopladas con la ecuación de Exner-Polya con un modelo modificado de Engelung y Fredsøe. El modelo es resuelto por medio de un método Large Eddy Simulation (LES) en coordenadas sigma con un esquema de volúmenes finitos.



Title: Simulaciones numéricas en tres dimensiones de la erosión de sedimento por el impacto de olas en un dique vertical

Miguel Ángel Uh Zapata

angeluh@cimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas

Abstract:

La erosión de sedimentos por el impacto del oleaje en diques verticales e impermeables sigue siendo un tema fundamental de estudio no solo por cuestiones económicas sino también para comprender los procesos físicos y optimizar nuevos diseños. El modelado de este fenómeno es una tarea desafiante debido a la naturaleza compleja de las interacciones de la ola, la estructura y el lecho sedimentario. Sin embargo, desarrollar un modelo tridimensional (3D) tiene un alto costo computacional. Así, la mayoría de los métodos están restringidos a una formulación bidimensional. Motivados por esto, presentamos varios modelos incluyendo un método numérico 3D para resolver las ecuaciones de Navier-Stokes para la hidrodinámica y la ecuación de Exner para modelar la respuesta del cambio del fondo marino.

Title: El método de interfases de alto orden para problemas con interfases

Reymundo Ariel Itzá Balam, Miguel Angel Uh Zapata

reymundo.itza@cimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas

Abstract:

El estudio de ecuaciones diferenciales parciales cuya solución es discontinua es de gran interés debido a sus posibles aplicaciones en la ingeniería. La interfase es el lugar donde la solución o sus derivadas presentan discontinuidades. Obtener métodos de gran precisión para resolver numéricamente problemas de interfases, en general, es complicado. La dificultad puede provenir de la complejidad de la interfase o de términos no lineales contenidos en la ecuación. En esta plática, se discute como aumentar el orden de precisión del método de interfases inmersas combinándolo con el método de diferencias finitas implícitas.

Title: A new two-dimensional blood flow model with arbitrary cross sections

Gerardo Hernández Dueñas, César Rosales Alcantar

hernandez@im.unam.mx

Universidad Autónoma de México, Campus Juriquilla

Abstract:

A new two-dimensional model for blood flows in arteries with arbitrary cross sections is derived. The model consists of a system of balance laws for conservation of mass and balance of momentum in the axial and angular directions. The main properties of the system are discussed, and a positivity-preserving well-balanced central-upwind scheme is presented. The merits of the scheme will be tested in a variety of scenarios, including numerical results of simulations using an idealized aorta model.



Title: Numerical solution of the poroelastic wave equation in 2-D by the Finite Element Method: Work in progress

Gabriel Mejia Ruiz, Marco Dominguez, Pratap N. Sahay and Tobias M. Mueller
gamejia@cicese.edu.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Abstract:

This work presents the numerical solution of the poroelastic wave equation in 2-D by the Finite Element Method in the frequency domain. The de la Cruz and Spanos framework of poroelasticity, which accounts for micro-inhomogeneity and fluid viscous stress tensor over the Biot theory, is used here. The method uses the Galerkin approach of weighted residual with the same basis and test functions that are linear and a 2nd-degree Gaussian quadrature to integrate the coefficients. The elements are rectangular. The solid-frame displacement and filtration fields computations are made with and without micro-inhomogeneity and fluid viscous stress tensor. The results are compared against the Finite Differences and analytical solutions in a homogeneous poroelastic medium. Additionally, we include two porous medium half-space experiments to study the wave conversions in the interface of the two materials.

Minisimposio: Métodos numéricos y analíticos en Mecánica celeste
Organizadores: John Alexander Arredondo y Andrés Mauricio Rivera
Pontificia Universidad Javeriana, sede Cali

La mecánica celeste, es decir, la descripción de los objetos celestes en el marco de una teoría física es un campo en el que convergen diversas ramas de la matemática. Ya sea en el marco de la mecánica clásica o de la relatividad general, el considerar la interacción entre tres o más cuerpos celestes sigue siendo un problema sin resolver completamente. Este reto ha sido fuente de creación de diversas técnicas analíticas y actualmente un amplio campo de acción para el análisis numérico y el desarrollo de herramientas y métodos computacionales. En este minisimposio presentaremos algunos desarrollos recientes que se encuentran en la intersección de las soluciones analíticas y las soluciones numéricas a diversos modelos matemáticos en Mecánica Celeste.

Title: Complete Integrability of vector fields in \mathbb{R}^n

Jaume Llibre

jllibre@mat.uab.cat

Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Catalonia, Spain

Abstract:

We give necessary and sufficient conditions for the complete integrability of first order N-dimensional differential systems. We propose a new method to determine in the Jacobi Theorem the last N-1 first integral for the complete integrability of an N-dimensional



differential system with $N-2$ independent first integrals and with a Jacobi multiplier. As an application we study the complete integrability of some 3-dimensional differential systems, more precisely the complete integrability of the asymmetric and symmetric May-Leonard differential systems.

Title: Un problema restringido de cuatro cuerpos asociado a la coreografía con figura de ocho

Abimael Javier Bengochea Cruz

abimaelbengochea@gmail.com

Instituto Tecnológico Autónomo de México

Abstract:

Estudiamos el movimiento de una partícula de masa despreciable bajo la influencia gravitacional ejercida por tres cuerpos que siguen la órbita coreográfica con figura de ocho. Nuestro estudio se enfoca en las órbitas periódicas (simétricas) del problema restringido. Dichas órbitas son calculadas numéricamente resolviendo diferentes problemas de contorno.

Title: Sobre la utilidad de la integrabilidad de la solución de Kerr para el estudio del Universo

Alejandro Cárdenas

alejandro.cardenas@konradlorenz.edu.co

Princeton University

Abstract:

Las recientes detecciones de ondas gravitacionales e imágenes de agujeros negros han iniciado un nuevo capítulo del estudio de la relatividad general en el campo fuerte. A través de dos ejemplos, en esta charla describiré cómo la integrabilidad y las simetrías del espacio-tiempo de Kerr han permitido calcular observables y estudiar con detalle la relatividad general. El primer ejemplo está enmarcado en el estudio de la dinámica de partículas de pruebas para la generación de ondas gravitacionales de baja frecuencia, mientras que el segundo en la dinámica de fotones para la generación de imágenes de alta resolución de agujeros negros.

Title: Explorando el sistema de seis cuerpos de Plutón y sus lunas

Manuel Cota

cota.manuel@rocketmail.com

Universidad de Sonora

Abstract:

En esta charla presentaremos algunas simulaciones diseñadas para describir la dinámica del sistema local de Plutón y sus seis lunas, denotado (SLP). Comparamos los resultados obtenidos con los datos del JPL/NASA tomados del sistema HORIZNS. Primero, aproximamos por problema de Kepler (PK) la órbita de cada luna, luego consideramos problemas de 6 -cuerpos ($6BP$) con y sin inclusión de oblates en los cuerpos (OPC($6BP$)), así como un problema de 8 cuerpos considerando también al Sol y a Júpiter (OPCJ($8BP$)). En este último modelo cambiamos a un sistema de referencia inercial, eliminando una



precesión absidal marcada en todos los modelos previos. Simulamos este último modelo usando una versión simpléctica del integrador Runge-Kutta de 4^{to} orden, y para todos los otros modelos usamos la versión no simpléctica.

Title: Demostrando la periodicidad de una solución del problema de los tres cuerpos

Oscar Perdomo

perdomoosm@ccsu.edu

Central Connecticut State University, CCSU

Abstract:

En esta charla explicamos como implementar una variación del método del Taylor junto con una variación del teorema de la función implícita para realizar una demostración rigurosa de la periodicidad de una solución del problema de los tres cuerpos.

Title: Nuevos hallazgos para problema espacial de Hill de cuatro cuerpos.

Jaime Burgos García, Abimael Bengochea, Luis Franco

jburgos@uadec.edu.mx

Universidad Autónoma de Coahuila

Abstract:

Entre las varias generalizaciones del célebre problema de Hill, existe una correspondiente al problema restringido de cuatro cuerpos donde el sistema resultante depende de un parámetro de masa de tal manera que, el clásico problema de Hill se recupera cuando el parámetro es igual a cero. En esta charla, veremos algunos resultados recientes para el caso en tres dimensiones donde se hallaron algunas características nuevas e interesantes. Las exploraciones analíticas y numéricas revelaron que el efecto de un segundo cuerpo perturbador distante, sobre algunas órbitas periódicas del caso clásico, tiene un efecto relevante en la estabilidad de las órbitas y las bifurcaciones entre sus distintas familias. También hemos encontrado algunas familias nuevas de órbitas periódicas que no existen en el problema clásico; estas familias tienen algunas propiedades deseables desde un punto de vista práctico.

Title: Integradores simplécticos implícitos y control de su comportamiento oscilatorio

Hugo Jiménez-Pérez

info@hugo-jimenez.fr

Université Paris Cité

Abstract:

La construcción de integradores simplécticos à partir de formas Liouvillianas nos permite comprender que el flujo de cada sistema Hamiltoniano autónomo puede ser aproximado por un integrador simpléctico construido ad-hoc para dicho sistema. En una primera aproximación, las aplicaciones simplécticas obtenidas por este método han sido ligeramente



estudiadas usando funciones generatrices, pero han sido mal comprendidas. En esta plática, vamos a mostrar rápidamente cómo se obtienen esos integradores simplécticos implícitos y cómo se comporta la energía del flujo numérico en el problema de Kepler al variar algunos elementos de dichos integradores.

Talks June 9

Title: La mejor base de interpolación: el descubrimiento de la base de colocación de diferencias finitas compactas.

Julián Tercero Becerra Sagredo

juliansagredo@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional

Abstract:

Se expone la base de polinomios a pedazos, equivalente a una base de colocación de diferencias finitas compactas, descubierta por nosotros en 2003 y aceptada para su formalización en años recientes, que significa la mejor base de interpolación disponible hasta el momento, con el mayor orden de aproximación y el menor grado de los polinomios. Esta base de funciones significa un bloque básico de construcción de todo tipo de métodos numéricos de alto orden con conservación de momentos estadísticos.

Title: Control sobre superficies con fuentes sobre estructuras delgadas y puntuales

Lorenzo Héctor Juárez Valencia, Diana Assaely León Velasco, Aldo Ledesma Durán

hect@xanum.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana

Abstract:

En esta charla se presentarán modelos para alcanzar un objetivo en procesos difusivos sobre superficies tridimensionales y su correspondiente análisis y solución numérica. Por ejemplo, si se piensa en difusión de calor sobre una superficie, el problema es alcanzar una temperatura deseada sobre dicha superficie partiendo de un estado inicial dado. Mostraremos resultados con controles distribuidos y controles definidos sobre estructuras delgadas y puntuales.



Title: Dissipative structure of compressible fluids with viscosity and capillarity

Ramon Gabriel Plaza Villegas

José Manuel Valdovinos Barrera

plaza@mym.iimas.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

In this talk, I will review the extension of the Kawashima-Shizuta theory (of strict dissipativity of hyperbolic-parabolic systems) to the case of viscous-dispersive systems due to Humpherys (2005). The genuine coupling condition is extended and the decay structure for perturbations of equilibrium states is established. In order to illustrate some applications, I will present some recent results on the global decay of perturbations of equilibrium (Maxwellian) states for isothermal, compressible fluids of Korteweg type. This is joint work with J. M. Valdovinos.

Title: Weakly Compressible Two-layer Shallow-Water Flows in General Channels

Sarswati Shah, Gerardo Hernández Dueñas

sarswatishah@im.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

We present a weakly compressible approach to describe two-layer shallow water flows in channels with arbitrary cross sections. The standard approach for those flows results in a conditionally hyperbolic balance law with non-conservative products while the current model is unconditionally hyperbolic. A detailed description of the properties of the model is provided, including entropy inequalities and entropy stability. Furthermore, a high-resolution, non-oscillatory semi-discrete central-upwind scheme is presented. The scheme extends existing central-upwind semi-discrete numerical methods for hyperbolic balance laws. Properties of the model such as positivity and well balance will be discussed. Along with the description of the scheme and proofs of these properties, we present several numerical experiments that demonstrate the robustness of the numerical algorithm.

Title: Dos modelos de flujo sanguíneo en arterias

Cesar Alberto Rosales Alcantar, Gerardo Hernández Dueñas

cesar@im.unam.mx

Instituto de Matemáticas, Juriquilla

Abstract:

En la presente charla, dos modelos de flujo sanguíneo en arterias con curvatura serán presentados. El primero consiste en un modelo unidimensional donde las secciones transversales son circunferencias, mientras que el segundo es un modelo bidimensional



donde las secciones transversales son generales (pueden ser elipses, estrellas o cualquier figura plana con área). Una de las principales características que presenta el modelo bidimensional es la posibilidad de estudiar arterias idealizadas con defectos en paredes arteriales de forma focalizada, no, así como en el modelo unidimensional donde se tiene que asumir que el daño en la pared arterial es general y no focalizado. Mostraremos propiedades cuasilineales de los modelos, así mismo un esquema bien-definido que preserva positividad, la cual es de vital importancia en el contexto de las arterias. Y concluimos la presentación con algunos ejemplos numéricos sobre el funcionamiento del modelo en arterias idealizadas con algún defecto en su pared arterial.

Title: Resultados preliminares del estudio de Datos de Sensores Acústicos Distribuidos usando técnicas de Machine Learning

Alfonso Ortiz Ávila

alfonsoortizavila@comunidad.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Dada la naturaleza dos dimensional de los datos producidos por el sistema de adquisición sísmica de Sensores Acústicos Distribuidos (DAS), se implementa la herramienta de Redes Neuronales de Convolución (CNN) usando las etiquetas producidas por técnicas de clustering en subconjuntos específicos del total de datos disponibles; que debido a la posibilidad de ser implementados en GPUs significan una opción útil para procesar el gran volumen de datos que el sistema DAS produce.

Title: Identificación de zonas con alta marginación mediante aprendizaje profundo e imágenes satelitales

Elio Atenógenes Villaseñor, Joaquín Salas, Pablo Vera, Marivel Zea, Rodrigo Suarez, Alejandra Figueroa

elio.villasenor@inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Abstract:

Se presentan los resultados obtenidos en la identificación de zonas con alta marginación en territorio nacional mediante la aplicación redes neuronales de aprendizaje profundo. Para entrenar las redes neuronales se utilizan imágenes satelitales de media resolución. Además, se utilizan datos del Censo de Población y Vivienda para el etiquetado de las imágenes y la evaluación de los modelos de aprendizaje. Los resultados obtenidos se comparan con la estadística oficial.



Title: Comparación de aprendizaje por refuerzo profundo contra machine learning para el trading de criptomonedas

Wbaldo Valdez Rivera

Félix Raymundo Saucedo Zendejo, Jesús Alejandro Navarro Acosta

wbaldo_valdez@uadec.edu.mx

Universidad Autónoma de Coahuila

Abstract:

En el presente trabajo se hará una evaluación y comparación entre el aprendizaje por refuerzo profundo y algoritmos de machine learning aplicados al trading de las criptomonedas. Se compararán principalmente los desempeños de ambas aproximaciones considerando el retorno de la inversión y el tiempo de computo necesario para cada uno de ellos. Con esta información se pretenderá determinar la conveniencia de la aplicación de una u otra aproximación.

Title: An inverse problem to determine the dispersion coefficients of Lake Zirahuén, Mexico

Tzitali Gasca Ortiz, Diego Pantoja González

tzitali.gasca@academicos.udg.mx

Universidad de Guadalajara

Abstract:

Lake Zirahuén is one of the most important water bodies in the state of Michoacán, Mexico. The lake is described as a monomictic, oligotrophic and endorheic type. In present years it has severely suffered from natural but above all from anthropogenic eutrophication. Physical and numerical models have been effective tools for simulating and forecasting the distribution of contaminants, tracers, nutrients, or larvae.

In this study, we present results from Lagrangian experiments (drifting buoys), the direction and the dispersion patterns that particles follow in the lake, and results from the numerical study of the dispersion processes. Optimal dispersion parameters for Lake Zirahuén were obtained by solving the inverse problem adjusting the hydrodynamical and particle model outputs with the observed trajectories.

Title: Breve reseña sobre las caminatas aleatorias con memoria (2004-2022)

Víctor Hugo Vázquez Guevara

vvazquez@cfm.buap.mx

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Abstract:

En esta plática haremos un recuento sobre los resultados y técnicas que han surgido del 2004 al 2022 acerca de las caminatas aleatorias con memoria comenzando con la Caminata Aleatoria del Elefante. En particular, se remarcará la potencia y versatilidad de las Martingalas a tiempo discreto para el análisis de este tipo de caminatas aleatorias.



Title: Matemáticas y Computación en la Industria 4.0 and beyond.

Luis Alberto Muñoz Ubando

amunoz@tec.mx

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Abstract:

La robótica de servicio vino a consolidar algunas componentes de la transformación digital acercándonos más rápido a ese futuro lejano donde los robots nos ayudarían a atender a nuestros adultos mayores, población vulnerable ahora más con la pandemia. Dentro de esta nueva realidad, no solo las cadenas logísticas se han transformado: la Panarquía ahora nos obliga a dimensionar el tamaño de los problemas en su completa complejidad, obligándonos a entender la justa dimensión del momento y el espacio donde ocurren los problemas a los que queremos dar respuesta. Cada vez tenemos más acceso a datos y por ende, debemos hacer más y mayores cálculos. Las redes sociales digitales también están generando datos (miles de millones de bits por segundo) y debemos poder procesarlos adecuadamente. Y sobre todo, poder identificar vulnerabilidades: así, robots, computadoras, datos y comunicaciones están sujetos a ser protegidos de cualquier fallo natural o en el peor de los casos, de un ataque intencionado, poniendo en riesgo incluso la integridad de aquellos sujetos expuestos a la tecnología. En esta plática se ilustrarán 3 problemas de robótica que requieren atención en las ciencias interdisciplinarias y se, sobre todo, portan un gran interés para las matemáticas y el cómputo científico.

Title: Cuantificación de incertidumbre en políticas de vacunación: un modelo para el manejo de inventarios.

Saul Diaz Infante Velasco, Yofre Hernan Garcia Gómez, Adolfo Minjares Soza

saul.diazinfante@unison.mx

Universidad de Sonora

Abstract:

En esta charla discutiremos una propuesta para calibrar políticas de vacunación de acuerdo a la dinámica de un inventario de vacunas. Nuestra propuesta considera fluctuaciones aleatorias en una agenda de producción y distribución. Nos interesa estudiar como estas fluctuaciones afectan a la mitigación de una epidemia y al diseño de campañas de vacunación.

Title: Clasificación de receptores acoplados a proteínas G mediante redes neuronales

Arsenio Natahel Cruz Cardoso, Guillermo Goode-Romero, C. I. León-Pimentel y Laura Domínguez

arse7@live.com.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Alrededor del 34% de fármacos aprobados por la FDA están dirigidos a los receptores acoplados a proteína G (GPCR). Esto se debe a su gran abundancia en el genoma de los mamíferos y su relevancia en cascadas metabólicas. Por estos motivos conocer el estado



funcional de estas proteínas es de interés en el desarrollo de nuevos fármacos. Mediante una red neuronal artificial se logró clasificar entre los principales estados funcionales de los GPCR de la familia A, estado agonista y antagonista. A pesar de la relativa carencia de datos para entrenar al modelo, se logró un acierto del 96.88% y 94.12% así como valores de pérdida del 0.53 y 0.18 en los grupos de entrenamiento y validación respectivamente. Por último, se obtuvo un valor de acierto del 93.33% en un grupo de prueba constituido por datos desconocidos.

Title: Reaction-diffusion models with p-Laplace operator

Raffaele Folino, Ramon Plaza, Marta Strani

folino@mym.iimas.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

In this talk, I consider a reaction-diffusion equation in a bounded interval of the real line with no-flux boundary conditions. In particular, the linear diffusion (typical of the classical reaction-diffusion models) is replaced by the (nonlinear) p-Laplace operator and the reaction term is the derivative of a double well potential with wells of equal depth. After investigating the associated stationary problem and highlighting the differences with the standard results (linear diffusion), we focus the attention on the long time dynamics of solutions, proving either exponentially or algebraic slow motion of profiles with a transition layer structure. This is a joint work with Ramon Plaza (Universidad Nacional Autonoma de Mexico) and Marta Strani (University of Venice).

Title: Resolubilidad del Consenso a través de Topología Combinatoria

Jesús Jorge Armenta Segura

jesusarmenta@ciencias.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

El problema del Consenso presenta a un grupo de agentes con valores iniciales que desean decidir uno de ellos. ¿Cómo podrían lograrlo? Este problema es complicado de resolver (a veces imposible) cuando algunas comunicaciones son propensas a fallos, por lo que es crucial determinar con exactitud su factibilidad. En el Capítulo 6 del libro "Reasoning About Knowledge" de R. Fagin, J. Halpern, Y. Moses y M. Vardi, los autores mostraron que el consenso (entre otras formas distintas de acuerdo) implica la noción epistémica de "conocimiento común", la cual significa que todos saben que todos saben (y así infinitamente) una fórmula P cuidadosamente seleccionada. En esta plática mostraremos que el regreso también es cierto: el conocimiento común también implica consenso y por tanto son equivalentes. Para ello utilizaremos la semántica para modelos de Kripke basada en complejos simpliciales presentada en el artículo "A simplicial complex model for dynamic



epistemic logic to study distributed task computability" de E. Goubault, J. Ledent y S. Rajsbaum así como la teoría topológica-algebraica para sistemas distribuidos mostrada en el libro "Distributed Computing Through Combinatorial Topology" de M. Herlihy, S. Rajsbaum & D. Kozlov, lo que además permitirá interpretar el conocimiento común como una propiedad de coloración relacionada someramente con técnicas propias del análisis topológico de datos.

Minisimposio: Computational Modeling in Earth Sciences

Organizadores: Selene Solorza Calderón and Jonás D. De Basabe Delgado
Universidad Autónoma de Baja California, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Nowadays, we have numerical models that can simulate the physical phenomena on Earth more realistically than ever before. These models are fundamental tools for understanding the processes of the subsurface, land, oceans, and atmosphere of our planet. However, we face new challenges such as managing large volumes of data, efficiently simulating in larger domains and with higher resolution using supercomputers, integrating many physical and time scales, and combining different physical models. This mini-symposium addresses computational modeling issues in the applications to any area of Earth Sciences.

Title: Ondas Radiales en Cilindros Elásticos
Jonathan Verdugo Olachea, Selene Solorza Calderón
jonathan.verdugo@uabc.edu.mx
Universidad Autónoma de Baja California

Abstract:

La propagación de ondas es un fenómeno de gran interés en diversas áreas del conocimiento, ejemplo de esto son los diversos estudios que se han realizado para reducir el ruido y la fatiga resultante de las vibraciones en el diseño de maquinaria, estructuras, motores y turbinas. En medicina, los estudios relacionados con el sistema cardiovascular y la relación entre la presión sanguínea, el ritmo cardíaco y las propiedades elásticas de las paredes arteriales, o el diagnóstico de enfermedades de manera no invasiva, como la osteoporosis. Aunque existen diversas técnicas numéricas para resolver ecuaciones que modelan la propagación de ondas en medios elásticos, estas son solamente aproximaciones a la solución de dichos problemas. Contar con soluciones analíticas disminuirá los errores en las simulaciones computacionales debido a la aproximación de la solución obtenida mediante métodos numéricos (que además se le suman los errores aritméticos en cada una de las operaciones), a optimizar el tiempo de cómputo y a obtener soluciones que se relacionan explícitamente con las propiedades físicas del medio. En este trabajo se obtienen expresiones analíticas para la velocidad de fase de las



ondas radiales que se propagan en cilindros elásticos infinitos, isotrópicos con simetría axial y condiciones de frontera libre de esfuerzos en términos de la frecuencia, las propiedades elásticas del medio, el radio del cilindro y el n -ésimo modo de vibración. Comprender cómo las propiedades del medio afectan a la propagación de las ondas, ayudará a diseñar experimentos computacionales para proponer nuevas herramientas y dispositivos eficaces para mejorar la calidad de vida.

Title: Acoustic signature of impermeable barriers in porous media

Josué Gabriel González Flores, Pratap Narayan Sahay y Tobias Markus Müller

jgonzalez@cicese.edu.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Abstract:

In fluid reservoirs, impermeable barriers are relevant because they completely impede fluid motion. Since reflection seismology is a widely used geophysical technique to characterize those reservoirs, knowing the signature of impermeable barriers on seismic waves is vital to characterize them properly. We study this signature by solving, in the framework of the poroelasticity theory, the reflection and transmission problem of two porous half-spaces in impermeable welded contact. We find that an impermeable barrier causes wave scattering even if the properties of both media are the same. This effect depends on frequency and incident angle. For an incident P-wave, the largest value is at the normal incident angle, and it decreases with the incident angle. In contrast, an incident S-wave shows a minor effect in the normal direction and increases with the incident angle. In both cases, the conversion scattering due to the impermeable barrier increases with frequency.

Title: A New Method for Fault-Scarp Detection Using Linear Discriminant Analysis in High-Resolution Bathymetry Data From the Alarcon Rise and Pescadero Basin

Luis Ángel Vega Ramírez, Juan Contreras Pérez, Ronald Michael Spelz Madero, Raquel Negrete Aranda, Florian Neumann, David Caress, David Clague, Jennifer Paduan, Juan Gerardo P

lvega@cicese.edu.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Abstract:

El análisis discriminante lineal (ADL) es una técnica común utilizada en el aprendizaje automático y en reconocimiento de patrones para problemas de reducción de dimensionalidad. En este trabajo, aplicamos el ADL para detectar escarpes de fallas en perfiles batimétricos de alta resolución en la Cuenca Pescadero Sur (CPS) ubicada en el Golfo de California. El ADL utiliza como muestras de entrenamiento a los perfiles de escarpes de fallas y cuestas (topografía inclinada) identificados en la Cordillera Alarcón (CA). Esta representación geométrica se transforma a un espacio paramétrico mediante un modelo idealizado de degradación de escarpes de falla. Mediante inversión, obtenemos el producto del coeficiente de difusión de masa con el tiempo (τ), la altura del escarpe (u_0) y la bondad de ajuste del modelo (ϵ) sobre los perfiles del escarpe y las cuestas. El ADL transforma el espacio paramétrico τ , u_0 , ϵ según el criterio de Fisher en un espacio dimensional 1D que



maximiza la separabilidad de las clases. Luego, la clasificación se realiza mediante la regla de decisión de Bayes utilizando funciones de densidad de probabilidad construidas a partir de los datos proyectados en 1D para cada clase (escarpes de falla y cuevas). Los resultados de la implementación en la CPS muestran la capacidad de detectar fallas en la parte más profunda de la cuenca donde el piso oceánico plano de la cuenca está interrumpido por arreglos de escarpes de falla morfológicamente jóvenes. La interpretación ADL supera a la identificación manual, particularmente en los escarpes de fallas que tienen una longitud superior a ~ 3 km, mientras que las fallas más cortas son difíciles de distinguir de otras características lineales como canales. Además, el modelo puede extraer información sobre el estado de degradación de los escarpes. Esta aplicación permite identificar episodios de generación e interacción cinemáticas entre fallas

Title: Localización del reflector simulador del fondo marino en imágenes de sísmica de reflexión

Selene Solorza Calderón, Antonio González Fernández

selene.solorza@uabc.edu.mx

Universidad Autónoma de Baja California

Abstract:

En 2014, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) informó que las emisiones de gases de efecto invernadero habían sido las más altas registradas hasta ese momento, debido a las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Hoy en día, uno de los campos activos de investigación es el estudio del papel de los hidratos de gas y el gas libre en la temperatura del océano, el nivel del mar y los cambios climáticos. Por lo tanto, es crucial estimar las concentraciones de metano en las zonas de hidratos/gases libres. Investigaciones recientes muestran que los hidratos de metano podrían convertirse en nuevos recursos energéticos para aquellos países con reservas de hidratos/gas libre. Sus aplicaciones industriales han aumentado y se está comprendiendo su papel en la naturaleza. Además, se están desarrollando métodos para extraer de forma segura los gases naturales almacenados en zonas de hidratos/gases libres y se están desarrollando tecnologías verdes. Uno de los marcadores de la presencia de hidratos de gas es el reflector simulador del fondo marino (BSR) en las imágenes de sísmica de reflexión. Por lo general, la localización del BSR la realiza manualmente un intérprete capacitado. Desde 2018, se ha estado desarrollando un sistema de reconocimiento de patrones para la localización del BSR en imágenes de sísmica de reflexión. La metodología se ha probado con perfiles sísmicos ubicados en las afueras de las costas de Baja California Sur, en el lado del Pacífico y ha demostrado ser eficiente, fácil de implementar en computadoras de escritorio o personales y es apropiada para la programación en paralelo, para reducir aún más el costo de tiempo computacional.



Title: An Extreme Variable Grid Model for Local High-Resolution Weather Forecasts from Global Initial Data

Vanesa Magar, Markus Gross*

vmagar@cicese.edu.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Abstract:

Global models are desirable in many ways. For example, they do not depend on boundary updating and do not inherit potential inaccuracies from the driving model(s). Also, undesirable artifacts from traditional nested modelling strategies, such as step changes at the boundaries and relatively coarse time sampling, can be avoided. On the other hand, high-resolution models are also desirable, as local orography and surface types can strongly influence the forecast, especially when local forecasts and not just general trends are sought. However, high-resolution global models are expensive, due to their high demand of computing resources. This is where variable resolution models have an advantage because the grid can be refined at will in the area of interest, whilst keeping it coarse in other areas. Here we present a global, variable resolution weather forecasting model that has been pushed to the extreme. We have kept the very coarse resolution in most parts of the globe and have refined it to a very fine resolution around the port of Ensenada, Baja California, Mexico. Comparisons of the model predictions with the forecast from the model providing the initial state show that the downscaled model certainly improves on this forecast in most of the local weather stations used for model testing. Where the resolution degrades, so does the forecast, as one would expect. The downscaled model predictions are also compared to a forecast from a collection of analyses from the HRRR, a best-case scenario, as the analysis already includes the most recent observations. The HRRR data as such does not qualify as a forecast, but it is interesting to see how the variable mesh fares compared to it, for example for retrospective or climate studies. *: Markus Gross passed away unexpectedly on the 25th of January 2022. This study was his idea and was being performed by him until his passing.

Title: Discontinuous Galerkin Wave Propagation in Fractured Media

Jonas D. De Basabe

jonas@cicese.edu.mx

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Abstract:

To determine the presence of fractures in the subsurface, one has to rely on seismic data. In particular, azimuthal velocity anisotropy has been observed in many regions and this has been attributed to aligned fractures. Other wave phenomena related to the presence of fractures are phase-shifting, frequency-filtering and scattering of the reflected, transmitted and converted waves. Furthermore, fracture interface waves have also been observed in practice. There are two main approaches to incorporating the effects of fractures: Using equivalent-medium theories or using a numerical scheme to simulate the fractures. Many theories have been proposed in the literature that predict the effective media parameters



associated with a particular fracture distribution. These models make different assumptions about the fractures; in particular, they usually assume small, circular, non-intersecting cracks. The advantage of the equivalent medium theories is that they provide analytic expressions for the media parameters as a function of the fracture parameters. On the other hand, they have limited applicability because of the many assumptions. Many approaches have been proposed in the literature to incorporate the fractures numerically. The main advantage of the numerical schemes is that they require few assumptions and therefore, they have broad applicability and are helpful to validate the equivalent medium theories. In particular, the approaches based on the linear-slip model require the least number of assumptions. We propose a scheme incorporating fractures using the linear-slip model into the interior-penalty discontinuous Galerkin method. This approach can simulate a wide variety of wave phenomena related to fractures. We validate our method by comparing the results with those obtained using an equivalent medium.

Minisimposio: Problemas de Optimización Combinatoria
Organizador: Héctor Efraín Ruiz y Ruiz
Tecnológico Nacional de México

Modelado y resolución de problemas de optimización combinatoria mediante el uso de algoritmos exactos y heurísticos. Dentro de los problemas que se considerarán dentro de este simposio podemos mencionar los problemas de ruteo de vehículos (Vehicle Routing Problem), de localización (Location Problem), de localización y rutas (Location Routing Problem), de asignación de tareas (Task Assignment Problems), de empaquetamiento (Packing Problems), calendarización (Scheduling), y otros problemas de optimización combinatoria.

Title: Un problema de cadena de suministro de 2 fases con ruteo y localización de plantas
Diana Jaqueline Rodríguez Saucedo, Héctor Efraín Ruiz y Ruiz, Samuel Nucamendi-Guillén, Irma García-Calvillo

diana95rs@hotmail.com

Tecnológico Nacional de México

Abstract:

Se presenta una formulación entera combinatoria para un problema de cadena de suministro, donde se debe decidir donde localizar un conjunto de instalaciones (plantas, almacenes, etc) tomando en cuenta los costos de establecimiento de dichas instalaciones, así como los costos de las rutas para dar servicio a los clientes y de las rutas para recolectar los bienes que son transformados o consolidados en las instalaciones establecidas.



Title: Mathematical model for the integration of storage location, order batching, and picking activities

Diana Lucia Huerta Muñoz, Roger Zirahuén Ríos Mercado, Jesús Fabián López Pérez
diana.huerta.lm@gmail.com

Universidad Autónoma de Nuevo León

Abstract:

Order picking is the process of collecting products from a specific location to complete customer orders. It is the most costly activity inside of a warehouse with up to 65\% of the incurred costs. On the other hand, two important and closely related problems to the order picking are, indeed, the storage location of products and the order batching, which may affect the routes performed by pickers if both or one of them are not well-optimized. In the first one, the decision to take into account is about where to place the items arriving at the warehouse considering that there are several and available locations and, in the second one, the decision is to determine how to group customer orders, which must be assigned later to pickers to perform the corresponding activity. Although these three problems are commonly studied and solved independently, recent studies have shown that their integration may result in a greater improvement. The aim of this integration is to obtain the best storage location and batching decisions that minimize the total picking cost. We propose a mathematical model formulated as a Mixed-Integer Linear Programming applied to a real-world case study of a Mexican firm. Computational results are presented to analyze the performance of the proposed model, using a general-purpose solver, on instances generated from real-world data provided by the company.

Title: Un modelo de programación lineal para la optimización de una cadena de suministro agroindustrial

Maximiliano Ibarra Navarro

Yajaira Cardona Valdés, Vanesa Ávalos Gaytán
maxibarra.234@gmail.com

Universidad Autónoma de Coahuila

Abstract:

En la región sureste de Coahuila, México, se encuentran productores agrícolas que generan residuos agroindustriales, útiles en la elaboración de snacks mediante la extrusión de pomaza de fruta típica de la región. En esta plática se propone un diseño de cadena de suministro para la producción de snacks considerando el proceso de elaboración por parte de investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. El problema se formuló matemáticamente como un modelo de programación lineal donde, de un conjunto potencial de centros de recolección, se decide cuántos y cuáles abrir, así como su capacidad. También, de un conjunto potencial de plantas se decide cuántas y cuales abrir, además del tipo de materia que procesarán. Así mismo, se determina el flujo de productos en los distintos niveles de la cadena de suministro para minimizar los costos totales (transporte, apertura y producción). El modelo matemático se validó computacionalmente a través de un conjunto



de instancias aleatorias y además se construyó una instancia representativa del caso de estudio para el estado de Coahuila, considerando como demanda a todos los estudiantes de nivel preescolar y primaria de la región sureste del Estado. En esta plática se presentan los resultados obtenidos sobre el tiempo de CPU y el gap para las instancias aleatorias y el caso de estudio.

Title: Asignación de actividades con restricciones de tiempo y habilidades

Héctor Efraín Ruiz y Ruiz, Pablo Iván Aguirre Romano, Valeria Soto Mendoza

hector.ry@saltillo.tecnm.mx

Tecnológico Nacional de México

Abstract:

El problema estudiado en el presente trabajo de investigación proviene de una empresa en donde los empleados realizan tareas que les son asignadas. Dichas tareas deben ser realizadas dentro de un periodo (ventana) de tiempo y tiene una hora de inicio y una hora de finalización. Por otra parte, no todo el personal puede realizar todas las tareas, por lo que la asignación debe tomar en cuenta las habilidades del personal. El objetivo del problema es minimizar la cantidad de personal utilizado para realizar las tareas. Por tanto, se trata de un problema de asignación de tareas con restricciones de tiempo y habilidades que minimiza la cantidad de personas requeridas para realizar dichas tareas. ES importante recalcar que todas las tareas deben ser realizadas. El problema anteriormente descrito se puede modelar y resolver utilizando programación matemática. Para ello se propone una formulación, así como técnicas de eliminación de variables para resolver instancias de hasta 65 tareas.

Title: Delimitación de parcelas agrícolas mediante algoritmos de estimación de distribuciones

Jonas Velasco Alvarez

jvelasco@cimat.mx

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C Aguascalientes

Abstract:

En este trabajo se presenta una nueva metodología para delinear zonas homogéneas de manejo sitio específico en campos agrícolas. El objetivo es generar pequeñas regiones para las cuales se requiere un nivel de homogeneidad considerando una propiedad específica del suelo: química o física. Estas regiones se utilizan comúnmente para mejorar las prácticas agrícolas como la fertilización, el riego y el control de plagas. Por tanto, deben ser, preferentemente, rectangulares para permitir la puesta en marcha de la maquinaria. Proponemos una metodología basada en los algoritmos de estimación de distribución, que permite la generación de zonas de manejo con formas ortogonales que posibilita el uso de la maquinaria agrícola y minimiza el número de zonas requeridas para la partición del campo. Los resultados experimentales validan la metodología en comparación con otros métodos presentados en la literatura.



Title: Problema de ruteo e inventario con incertidumbre en la demanda y prioridad en las entregas

Paulina Alejandra Avila Torres, Nancy Maribel Arratia Martínez

paulina.avila@udlap.mx

Universidad de las Américas Puebla

Abstract:

Los servicios logísticos proporcionan valor agregado en las organizaciones, además, son considerados como un elemento esencial en la satisfacción del cliente. En esta charla, abordaremos el Problema de ruteo e inventario (IRP, por sus siglas en inglés) que es una generalización del problema de ruteo de vehículos (VRP), las decisiones que se toman de manera simultánea en el IRP son: 1) cuándo entregar producto?, 2) cuánto producto entregar? ¿y 3) qué ruta de entrega usar? El objetivo del IRP es encontrar un balance entre el inventario y los costos de ruteo para minimizar el costo total. El problema que trataremos está inspirado en una empresa productora y distribuidora de gases industriales y medicinales. Esta empresa debe dar prioridad en la entrega a aquellos clientes del sector médico que se dedican a proporcionar oxígeno a los pacientes, por lo cual nos enfocaremos en la distribución de este producto. Aquí proponemos un modelo matemático que incorpore la incertidumbre en la demanda mediante números difusos triangulares y de prioridad en las entregas a los clientes del sector salud.

Title: Un método metaheurístico basado Programación Dinámica para el CCVRP

Samuel Moisés Nucamendi Guillén, Héctor Roberto García de Alba Valenzuela, Iris Abril Martínez Salazar

snucamendi@up.edu.mx

Universidad Panamericana

Abstract:

El problema de ruteo de vehículos con costos acumulados (CCVRP) es una extensión del problema tradicional de ruteo de vehículos donde se busca minimizar el tiempo de espera de los clientes en el sistema. La relevancia de este problema se da en situaciones en las que es urgente llevar bienes a un destino como eventos de ayuda humanitaria (desastres naturales, epidemias) en los cuales es prioritario hacer llegar suministros a localidades afectadas. Para solucionar este problema, se propone un nuevo método metaheurístico capaz de obtener soluciones de buena calidad en instancias de hasta 199 nodos. Resultados preliminares muestran la eficiencia de ambos enfoques en términos de calidad de la solución y tiempo computacional.

Title: Diseño e implementación de algoritmo para resolver de manera eficiente el problema de diseño de rutas de transporte de personal

Jesús Abel Rodríguez Altamirano, Héctor Efraín Ruiz y Ruiz

rodalt@msn.comv

Tecnológico Nacional de México

Abstract:

El diseño de rutas de transporte de personal se puede modelar como un Problema de Ruteo de Vehículos (VRP -Vehicle Routing Problem) con rutas abiertas, con flota mixta (diferentes



tipos de vehículos) con capacidades diferentes. El VRP es un problema complejo de optimización combinatoria cuya solución tiene como objetivo minimizar los costos asociados al transporte, tema de relevancia no solo a nivel local, aplicable a cualquier transportista o empresa que necesite de una planeación logística de unidades de transporte. Se propone un método heurístico basado en el algoritmo de búsqueda gravitacional y entornos variables de búsqueda.

Title: Un enfoque binivel para la optimización de redes neuronales convolucionales

Rocío Salinas Guerra, Efrén Mezura Montes

sague9503@gmail.com

Universidad Veracruzana

Abstract:

Las Redes Neuronales Profundas como las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) han tenido un éxito creciente y un gran dominio en diversas áreas de estudio. Sin embargo, el diseño de sus arquitecturas sigue siendo desafiante debido a la complejidad del costo computacional y el número de parámetros utilizados. Por tanto, la investigación en neuroevolución ha ofrecido una variedad de métodos evolutivos con el objetivo de proporcionar una mejor solución para el diseño de una CNN. A pesar de su gran rendimiento, solo se ha explorado como un problema de optimización de un solo nivel. En esta charla, se mostrará que el diseño de las CNN tiene una estructura jerárquica la cual se puede modelar como un problema de optimización binivel, donde, el nivel superior minimiza la complejidad de la red (descrita por el número de parámetros de la misma), mientras que el nivel inferior optimiza la topología o estructura de la red tal que la precisión es máxima. Finalmente se discutirán algunos resultados experimentales que demuestran la eficacia del modelo utilizado.

Title: Optimización para la asignación de operaciones y rutas de robots en una línea de ensamble

Francis Torres Cárdenas, Héctor Efraín Ruiz y Ruiz

torrescardenasfrancisca@outlook.com

Tecnológico Nacional de México

Abstract:

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar e implementar modelos de optimización entera que permitan mejorar la asignación de operaciones de los robots de Soldadura por Resistencia Spot en una línea de producción de partes automotrices. Lo anterior se pretende lograr mediante el uso y desarrollo de modelos de programación matemática para definir la secuenciación de tareas de los robots y la asignación de rutas de soldadura para cada robot. Hasta el momento, solo se ha considerado el uso de modelos de asignación de tareas y ruteo presentes en la literatura, que han sido resueltos utilizando el software Xpress en la versión



8.10. Finalmente se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones del trabajo de investigación.

Title: Optimización Evolutiva Binivel con Metamodelos

Jesús-Adolfo Mejía-deDios, Efrén Mezura-Montes

jesusmejded@gmail.com

Universidad Veracruzana

Abstract:

La optimización binivel consiste de dos problemas de optimización anidados en dos niveles conocidos como nivel superior y nivel inferior. El problema del nivel superior tiene como restricción al problema de optimización del nivel inferior, el cual debe resolverse para obtener una solución factible del problema del nivel más alto. Esta estructura jerárquica no sólo induce un alto costo computacional, sino también brinda propiedades importantes que pueden ser de ayuda para construir modelos matemáticos con una estructura jerárquica explícita. En esta charla se describirá en qué consiste la optimización binivel a través de ejemplos prácticos. Luego, los principales métodos de solución serán descritos enfatizando aquellos enfoques basados en computación evolutiva. Además, se discutirá cómo la relación entre ambos niveles puede ser usada para generar y entrenar metamodelos con el fin de minimizar el costo computacional asociado a estos problemas de dos niveles. Finalmente, se hablará de posibles nichos de investigación en temas relacionados a la optimización binivel evolutiva.

Talks June 10

Title: LabSOM: Laboratorio para el análisis exploratorio de datos con la red neuronal SOM

José Luis Jiménez Andrade, Elio A. Villaseñor García, Humberto Carrillo Calvet

jlja@ciencias.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Un problema importante dentro de la Ciencia de Datos es el análisis y visualización de datos multivariados. La red neuronal SOM (Self-Organizing Maps) ha sido aprovechada para este tipo de datos porque tiene la capacidad de clasificar automáticamente grandes conjuntos de datos y de producir mapas de conocimiento que facilitan la interpretación de los patrones descubiertos. LabSOM es una herramienta de software que implementa los principales algoritmos de entrenamiento y de visualización asociados a la red neuronal SOM. El objetivo de esta contribución es presentar LabSOM y ponerlo a disposición de la comunidad



interesada en “hacer hablar” a los datos por medio de la red neuronal SOM. Se ejemplificará su uso con datos multivariados estáticos y con datos que varían en el tiempo.

Title: Mejorando la eficiencia de agrupamiento por subespacios algebraico, mediante aproximaciones aleatorias a matrices de bajo rango

Fabricio Otoniel Pérez Pérez, Gustavo Rodríguez Gómez
fabriciotoniel@gmail.com
Universidad de Guadalajara

Abstract:

En diversas áreas de investigación, tales como reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes, o visión por computadora, la segmentación de conjuntos de datos heterogéneos y de dimensión alta es una de las tareas más comunes y de gran relevancia. Basado en el enfoque de agrupamiento por subespacios, el Análisis de Componentes Principales Generalizado (GPCA en inglés) es un método algebraico-geométrico que busca segmentar datos de manera adecuada. GPCA funciona de esta manera: Dado un conjunto Z de puntos de dimensión D –los cuales están agrupados en n subespacios de dimensiones conocidas– el objetivo es modelar tales subespacios mediante un conjunto de polinomios de grado n en D variables. Al evaluar las derivadas de estos polinomios en un punto z del subespacio S , el espacio nulo de dicha evaluación resulta ser la base U de S . Sin embargo, el método presenta un inconveniente: debido a que GPCA necesita calcular descomposiciones matriciales cuyo costo puede llegar a ser de orden cúbico con respecto al tamaño de la matriz, la segmentación de los datos suele ser una operación muy costosa. El presente trabajo muestra cómo se puede aminorar este problema a través del uso de esquemas aleatorios que están diseñados para factorizar matrices. Con el formalismo teórico correspondiente, se revela que una aleatoriedad controlada puede garantizar la independencia lineal en el espacio columna de una matriz. Se reportan varios experimentos sintéticos con distintos grados de dificultad, exhibiendo de esta forma que no solamente hay una reducción significativa de los costos computacionales, sino que también se puede mantener la eficacia de los resultados.

Title: Computadores analógicos y multiplicación de matrices

Rodrigo Rafael Hurtado García
rafael.dhr@ciencias.unam.mx
Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract:

Breve introducción al mecanismo de realimentación negativa con circuitos electrónicos empleando el amplificador operacional como componente fundamental. Construcción de circuitos sumador, diferenciador e integrador, como bloques fundamentales para los computadores analógicos que resuelven ecuaciones diferenciales, utilizados previamente a la



era digital, en ámbitos tales como: control de sistemas, simulaciones de vuelo y de modelado matemático en general.

Title: Aplicación del teorema del punto fijo de Banach a la teoría de riesgo.

Jaime Eduardo Martínez Sánchez, Fernando Baltazar-Larios

j_edum@yahoo.com

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Abstract:

En esta plática mostraremos dos aplicaciones del Teorema del Punto Fijo de Banach: primero, para aproximar la probabilidad de ruina en el modelo de riesgo clásico o modelo de Cramér-Lundberg cuando los tamaños de los reclamos tienen alguna distribución continua arbitraria y segundo, proponemos un algoritmo basado en este teorema y algunas condiciones para garantizar la continuidad de la probabilidad de ruina con respecto a la métrica débil (Kantorovich). En la literatura de la teoría del riesgo, no existe una metodología basada en el Teorema del Punto Fijo de Banach para calcular la probabilidad de ruina. Los resultados numéricos de este trabajo garantizan una buena aproximación a la solución analítica del problema de probabilidad de ruina. Finalmente, presentamos ejemplos numéricos cuando los tamaños de los reclamos tienen una distribución de cola ligera y pesada.

Title: Ajuste numérico del álabe de una turbina Francis usando polinomios de Bernstein.

Heriberto Rojas Arias, Francisco Javier Domínguez Mota, Luis David Pérez Rubio, Sergio Ricardo Galván González, Ángel Cerriteño Sánchez

heriberto.arias@umich.mx

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Abstract:

En la presente investigación se muestran algunos resultados del ajuste numérico de la geometría de un álabe de una turbina Francis. Partiendo de datos geométricos obtenidos de un archivo CAD, se calcula un conjunto de parámetros necesarios para realizar un ajuste de los datos usando polinomios de Bernstein a trozos, lo que permite generar estructuras de datos para modelar varias secciones transversales del álabe hasta formar la pieza completa. La rutina de ajuste está configurada de tal forma que se puede controlar el número de puntos en cada una de las caras de la sección transversal, con lo que, se puede obtener un modelo tan robusto o tan simple como uno desee. Cabe mencionar que uno de los objetivos finales de esta metodología es que la misma pueda ser utilizada para el desarrollo de procesos de reconstrucción de turbinas hidráulicas.



Title: Diseño de un modelo predictivo de Diabetes Mellitus Tipo II: Una aplicación al municipio de Saltillo, Coahuila

Héctor Iván De la Rosa De León, Irma D. García Calvillo, J. Alejandro Navarro Acosta
hectordelarosa122@gmail.com

Universidad Autónoma de Coahuila

Abstract:

Durante el periodo enero-junio de 2021, la Diabetes Mellitus Tipo II representó la tercera causa de muerte en México, después de la COVID-19 y las enfermedades cardíacas, respectivamente. En este proyecto, se presentan los resultados obtenidos de la experimentación con distintos algoritmos de aprendizaje automático, aplicados a una base de datos recopilada en la Unidad de Medicina Familiar No. 82 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en el municipio de Saltillo. Una vez definidas las variables más significativas para la población de estudio, destaca el desempeño de algoritmos tales como el Clasificador Dummy (dummy), Análisis Discriminante Cuadrático (QDA) y Clasificador Random Forest (RF), principalmente. Conocidos sus resultados, se propone el mejor algoritmo como herramienta en la detección temprana de Diabetes Tipo II.

Title: Un enfoque Bayesiano para modelar datos de la Prueba Oral de Tolerancia a la Glucosa

Hugo Flores Arguedas, Marcos Capistrán

hfloresarguedas@astate.edu

Arkansas State University Campus Querétaro

Abstract:

La homeostasis de la glucosa consiste en un proceso de control del nivel de glucosa en sangre con el objetivo de mantenerlo dentro de ciertos rangos. A lo largo del día, este nivel de glucosa en sangre se perturba constantemente debido a actividades como la ingesta de alimentos, el ayuno, la actividad física o el ejercicio. Una de las pruebas más populares para valorar este proceso de homeostasis es la prueba oral de tolerancia a la glucosa (OGTT por sus siglas en inglés). En esta plática describiremos las herramientas matemáticas y estadísticas que utilizamos para valorar el estado de un paciente usando datos de OGTT. Esta investigación permite determinar una región de transición entre un estado de tolerancia a la glucosa normal y un estado de tolerancia a la glucosa diabético, tomando en cuenta diferentes fuentes de incertidumbre en el proceso diagnóstico.

Title: The Pixel Copula

Víctor Miguel Hernández Maldonado

vmhernann@gmail.com

INFOTEC

Abstract:

El uso de copulas no paramétricas se ha venido popularizando por su excelente capacidad de reproducir características estadísticas de las distribuciones marginales como de la distribución conjunta de una muestra de datos multivariada [1, 2, 3, 4]. El problema de este



tipo de copulas es que su uso demanda de una gran cantidad de recursos computacionales, tanto de capacidad de almacenamiento como de velocidad de computo. Varios autores han propuesto soluciones a este problema, desafortunadamente siempre hay un límite y esto se debe a que en ocasiones el tamaño de la muestra ‘n’ es tan grande que la capacidad de memoria RAM de una computadora se ve desbordada y simplemente no puede continuar. En el caso que se lograra almacenar tal cantidad de datos generados por la copula empírica, el procesamiento no paramétrico de la copula de Bernstein es inmenso, haciendo que la obtención de resultados sea demasiado lenta. The Pixel Copula, es una estrategia que intenta resolver este el problema al disminuir el inmenso tamaño de la matriz de datos generada por la copula empírica, ésta se encuentra inspirada en técnicas de procesamiento de imágenes, como segmentación, eliminación de información redundante, etc.

[1] Van Huong Le et. Al, 2020. Bernstein copula-based spatial cosimulation for Petrophysical property prediction conditioned to elastic attributes. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 193 (2020) 107382. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092041052030454X>

[2] Erdely, A., Díaz-Viera, M.A., 2010. Nonparametric and semiparametric bivariate modeling of Petrophysical porosity-permeability dependence from well log data. In: Jaworski, P., Durante, F., Härdle, W., Rychlik, T. (Eds.), *Copula Theory and Its Applications*. In: *Lecture Notes in Statistics*, vol. 198, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 267–278. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-12465-5_13

[3] Díaz-Viera, M.A., Casar-González, R., 2005. Stochastic simulation of complex dependency pattern of Petrophysical properties using T-copulas. In: *Proceedings of IAMG’05: GIS and Spatial Analysis*, Vol. 2. pp. 749–755, URL https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12465-5_13

[4] Hernández-Maldonado, V., Díaz-Viera, M., & Erdely, A. (2012). A joint stochastic simulation method using the Bernstein copula as a flexible tool for modeling nonlinear dependence structures between petrophysical properties. *Journal of Petroleum Science & Engineering*, 90–91, 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2012.04.018>