

[illegible][illegible][illegible]

Introducción

Entre las actividades que lleva a cabo el **Máster InvestMat**, se encuentra el congreso anual del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas, que tiene lugar en el Salón de Grados de la Facultad de Matemáticas de la Universitat de València.

Este congreso ofrece la oportunidad de que estudiantes del máster y de doctorado puedan presentar sus trabajos de investigación, intercambiando ideas con expertos en las diferentes áreas de investigación y mejorando sus habilidades a la hora de presentar y exponer trabajos en público.

Cualquier miembro de la comunidad universitaria está invitado a participar.



Participantes del XI Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas realizado en Enero de 2024

Horario

El congreso consta de **42 charlas de 20 minutos**, incluyendo cuestiones y comentarios, distribuidas en 10 sesiones del Lunes 13 al Miércoles 15 de Enero en horario de mañana y/o tarde.

	13 de enero	14 de enero	15 de enero
09:00-09:20		SESIÓN 5	SESIÓN 9
09:20-09:40	Presentación		
09:40-10:00	SESIÓN 1		
10:00-10:20			
10:20-10:40			
10:40-11:20	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:20-11:40	SESIÓN 2	SESIÓN 6	SESIÓN 10
11:40-12:00			
12:00-12:20			
12:20-12:40			
12:40-13:00			
13:00-13:20			
13:20-15:00	Lunch Break	Lunch Break	Clausura
15:00-15:20	SESIÓN 3	SESIÓN 7	
15:20-15:40			
15:40-16:00			
16:00-16:15	Break	Break	
16:15-16:35	SESIÓN 4	SESIÓN 8	
16:35-16:55			
16:55-17:15			

Para cerrar el congreso, se realizará una charla informativa sobre el programa de doctorado en Matemáticas de la Universitat Politècnica de València y la Universitat de València a cargo de los coordinadores del programa de ambas universidades:

- **Sergio Segura De León**, Departamento de Análisis Matemático, Universitat de València.
- **Juan Ramón Torregrosa Sánchez**, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València.

El programa de doctorado es la formación reglada en la que se realiza la tesis doctoral. El Programa de Doctorado en Matemáticas surge a partir de la fusión del Programa Interdepartamental de tercer ciclo de Matemáticas de la Universitat de València y el programa de doctorado de Matemáticas de la Universitat Politècnica de València (ambos con mención de calidad, y que posteriormente obtuvo la mención de excelencia como programa interuniversitario).

Se dirige a titulados en Matemáticas, Estadística, Física, Ciencias Experimentales o cualquier ingeniería superior y es el doctorado de referencia para la formación de los futuros investigadores en matemáticas y sus aplicaciones en la Comunidad Valenciana.

En esta presentación se mostrarán diversos aspectos relacionados con la tesis doctoral y la estructura del Programa de Doctorado en Matemáticas UV-UPV.

Sesiones

	13 de enero	14 de enero	15 de enero
09:00-09:20		Marbod Lennart	María Emilia Maldonado
09:20-09:40	Presentación	Victor Toledo	Mauro Gonzalo Tarazona
09:40-10:00	Aurora Sánchez	Yusef Ahsini	Miguel Emilio Vivert
10:00-10:20	Belén Reverte	Oliver Navío	Mattia Niovelli
10:20-10:40	Amaia Gastearena	Manuel García	Alejandro Mora
10:40-11:20	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:20-11:40	Marc Ventura	Sijia Guan	Alberto Rodríguez
11:40-12:00	Mario Guillén	Haijiao Kong	Luis Pablo Colmenar
12:00-12:20	Miguel Rodríguez	Yu Zhang	Vicent Miralles
12:20-12:40	José Julián Cortes	Leonardo Iovino	Vicent Pons
12:40-13:00	Jessica Paredes	Guillem Fernández	Eduardo Nagore
13:00-13:20	Brian Salamanca	Serena Trevisan	Doctorado
13:20-15:00	Lunch Break	Lunch Break	
15:00-15:20	Héctor Ariza	Pietro Nardelli	Clausura
15:20-15:40	Izarne Martínez	José Gellida	
15:40-16:00	Inmaculada Garcés	Pau Quirante	
16:00-16:15	Break	Break	
16:15-16:35	Daniel Isert	Alejandro Paredes	
16:35-16:55	Jose Manuel Ramón	Sebastiano Gavasso	
16:55-17:15	Andreu Martorell	Alejandro Fructuoso	

Lunes 13 de Enero (Mañana)

Sesión 1

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:40 - 10:00	Aurora Sánchez Martín-Orozco	<i>Aplicaciones de la métrica de Hausdorff en la comparación de imágenes</i>
10:00 - 10:20	Belén Reverte Badillo	<i>The Computational Complexity of the Hausdorff Distance</i>

10:20 - 10:40	Amaia Gastearena Irigoyen	<i>La métrica Hausdorff y sus aplicaciones en el emparejamiento de imágenes</i>
---------------	---------------------------	---

Sesión 2

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Marc Ventura	<i>The Construction of the Riemann Zeta Function and an Introduction to the Riemann Hypothesis</i>
11:40 - 12:00	Mario Guillén	<i>Techniques for Bounding the Number of Zeros of the Zeta Function</i>
12:00 - 12:20	Miguel Rodríguez Alegre	<i>Bounding Type I-zeros of Zeta function through Dirichlet polynomials</i>
12:20 - 12:40	José Julian Cortés Muñoz	<i>Modelo SIR: Cómo las matemáticas predicen y explican epidemias: Una perspectiva de Kermack y McKendrick.</i>
12:40 - 13:00	Jessica Paredes Morales	<i>Modelo SIR: estudio de sus fundamentos iniciales y su desarrollo matemático</i>
13:00 – 13:20	Brian Salamanca	<i>SEIR models: parameter estimation with genetic algorithms for public health decision-making</i>

Lunes 13 de Enero (Tarde)

Sesión 3

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:25	Héctor Ariza Remacha	<i>Iterates of composition operators on global spaces of ultradifferentiable functions.</i>
15:25 - 15:50	Izarne Martínez Donato	<i>Introduction to the numerical simulations of isolated and binary neutron stars</i>
15:50 - 16:15	Inmaculada Garcés Andrés	<i>The Butterfly Subdivision Scheme in the context of cell-averages</i>

Sesión 4

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:30 - 16:55	Daniel Isert Sales	<i>Relación entre multiplicadores de Fourier en $\mathbb{R}^N$, $\mathbb{T}^N$ y $\mathbb{Z}^N$</i>
16:55 - 17:20	Jose Manuel Ramón-García	<i>On a new non-linear approximation method with some applications</i>
17:20 - 17:45	Andreu Martorell Garcés	<i>On the Cahn-Hilliard-Navier-Stokes Equations and the Implicit-Explicit Schemes</i>

Martes 14 de Enero (Mañana)

Sesión 5

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	Marbod Lennart Schröter	<i>Introduction of LLMs and how they work</i>
09:20 - 09:40	Víctor Toledo Prades	<i>State of the Art and Evolution of Large Language Models in Mathematical Reasoning</i>
09:40 - 10:00	Yusef Ahsini	<i>Multilingual Fine-Tuning with Chain of Thought to Improve Mathematical Reasoning in Compact LLMs</i>
10:00 - 10:20	Oliver Navío Velázquez	<i>Todo queda en los cereos</i>
10:20 – 10:40	Manuel García García	<i>On the smooth skeleton of affine algebraic sets</i>

Sesión 6

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Sijia Guan	<i>Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos El Algoritmo de Page Ranking de Google</i>

11:40 - 12:00	Haijiao Kong	<i>Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos: El Algoritmo de Page Ranking de Google</i>
12:00 - 12:20	Yu Zhang	<i>Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos: El Algoritmo de Page Rank de Google</i>
12:20 - 12:40	Leonardo Iovino	<i>Mathematical modeling of acoustic waves in solids</i>
12:40 - 13:00	Guillem Fernández Rodríguez	<i>Numerical resolution of the electromagnetic field</i>
13:00 - 13:20	Serena Trevisan	<i>The mathematical analogy Between Maxwell's Equations and Acoustic Wave Propagation</i>

Martes 14 de Enero (Tarde)

Sesión 7

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:20	Pietro Nardelli	<i>Fundamentos Matemáticos del Método de los Elementos Finitos</i>
15:20 - 15:40	Jose Gellida Bayarri	<i>Métodos de elementos finitos adaptativos para dinámica de flúidos</i>
15:40 - 16:00	Pau Quirante	<i>Aplicación del Método de los Elementos Finitos en el diseño industrial</i>

Sesión 8

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:15 - 16:35	Alejandro Paredes	<i>Approximation of holomorphic functions in $\mathbb{C}^n$</i>
16:35 - 16:55	Sebastiano Gavasso	<i>On the cosmological constant of flat FLRW spacetime</i>
16:55 - 17:15	Alejandro Fructuoso Bonet	<i>Generalized aggregation functions seen as lax-morphisms of quantales</i>

Miércoles 15 de Enero (Mañana)

Sesión 9

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	María Emilia Maldonado Machuca	<i>Métodos iterativos para encontrar simultáneamente las raíces de una ecuación no lineal en la eliminación adaptativa de armónicos en inversores multinivel</i>
09:20 - 09:40	Mauro Gonzalo Tarazona Lévano	<i>Eliminación adaptativa de armónicos en inversores multinivel: Newton multivariable, Newton+DE, PSO</i>
09:40 - 10:00	Miguel Emilio Vivert Del Pino	<i>Convergence analysis of different multi and mono variable methods derivative free to solve a polynomial system equation to obtain a Selective Harmonic Elimination of a Cascaded Multilevel Inverter</i>

10:00 - 10:20	Mattia Novelli	<i>Artificial Neural Networks and How to Train Them</i>
10:20 – 10:40	Alejandro Mora-Rubio	<i>Artificial Neural Networks and How to Train Them</i>

Sesión 10

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Alberto Rodríguez Durá	<i>Introducción a la Teoría de Códigos: ¿Cómo podemos solucionar los errores en la transmisión de mensajes?</i>
11:40 - 12:00	Luis Pablo Colmenar López	<i>¿Hay errores en la computación cuántica?</i>
12:00 - 12:20	Vicent Miralles Lluch	<i>¿Cómo se preserva la información en el mundo cuántico? Construcción de códigos correctores cuánticos.</i>
12:20 - 12:40	Vicent Pons Llopis	<i>Técnicas de preprocesamiento para obtener resultados de calidad en análisis de datos</i>
12:40 - 13:00	Eduardo Nagore Insa	<i>Modelos de Aprendizaje Automático para la Clasificación de Cáncer Epitelial</i>

iπvestmat

Aplicaciones de la métrica de Hausdorff en la comparación de imágenes

Aurora Sánchez Martín-Orozco*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La distancia de Hausdorff es una métrica definida en el espacio de los conjuntos compactos no vacíos de $\mathbb{R}^n$. Esta distancia compara dos conjuntos considerando tanto su posición en el espacio como la forma de los mismos, es por eso que resulta muy útil en el campo de comparación de imágenes y emparejamiento de objetos. En este trabajo estudiaremos algunas medidas de distancia basadas en la métrica de Hausdorff que presentan mejores propiedades a la hora de trabajar con imágenes. En [1] los autores realizan diversos experimentos con las distintas medidas de distancia para comprobar cuales tienen un buen nivel de discriminación y se comportan mejor frente al ruido. Nosotros presentaremos una breve explicación de sus resultados para concluir que la distancia de Hausdorff modificada es la que mejor se ajusta a nuestros objetivos.

Trabajo conjunto con:

Belén Reverte, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Amaia Gastearena, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] DUBUISSON, M.P.; JAIN, A.K., *A modified Hausdorff distance for object matching*, Proceedings of 12th International Conference on Pattern Recognition, Jerusalem, Israel, 1994, pp. 566-568 vol.1, doi: 10.1109/ICPR.1994.576361.
- [2] HERNÁNDEZ CIFRE, M.A.; YEPES NICOLÁS, J., *Una introducción a la Geometría Convexa y Discreta*, Aula Magna Proyecto Clave McGraw Hill, (2021), pp. 121-123.
- [3] HUTTENLOCHER, D.P.; KLANDERMAN, G. A.; RUCKLIDGE, W. J., *Comparing images using the Hausdorff distance*, in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 9, pp. 850-863, Sept. 1993, doi: 10.1109/34.232073.

*e-mail: ausanmar@alumni.uv.es

The Computational Complexity of the Hausdorff Distance

Belén Reverte Badillo*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

In this talk, we address the computational complexity of the Hausdorff distance, focusing on the problem of deciding whether the distance between two semi-algebraic sets is below a given threshold. Semi-algebraic sets, defined through polynomial equations and inequalities, provide a robust framework for representing geometric objects. However, computing the Hausdorff distance for such sets introduces significant challenges due to the need for high-precision arithmetic and the inherent complexity of the problem.

This study, based on the findings presented in *The Complexity of the Hausdorff Distance* [1], reveals that the problem belongs to the $\forall\exists < \mathbb{R}$ -complexity class, which surpasses classical NP-hard problems. We discuss the mathematical formulation of the decision problem, leveraging logical quantifiers to determine the relationships between the sets. While efficient algorithms exist for simpler cases, such as finite or convex sets, the general problem for semi-algebraic sets remains computationally intractable.

This talk will provide insights into the theoretical results and practical implications, exploring extensions to other complexity classes and related geometric problems.

Joint work with:

Aurora Sánchez, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Amaia Gastearena, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] JUNGEBLUT, A.; ET AL., *The Complexity of the Hausdorff Distance*, Journal of Computational Geometry, 2024.

*e-mail: brevbad@upv.edu.es

La métrica Hausdorff y sus aplicaciones en el emparejamiento de imágenes

Amaia Gastearena Irigoyen*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

The Hausdorff distance is a prominent metric for measuring the dissimilarity between two sets of points, particularly useful for comparing shapes, contours, and boundaries in various domains. In image processing, it plays a critical role in quantifying the similarity between objects in images by evaluating the maximum distance from a point in one set to the nearest point in another set. This metric is particularly valuable in medical image analysis, where precision in detecting and comparing anatomical structures is crucial. The Hausdorff distance has been effectively implemented in tasks such as segmentation validation, image registration, and evaluating the accuracy of automated diagnostic systems. Its ability to measure worst-case deviations between shapes makes it a powerful tool in assessing the performance of segmentation algorithms, especially in complex and varied datasets like CT, MRI, and ultrasound images. Despite its robustness, the Hausdorff distance is sensitive to noise and outliers, leading to the development of more refined variants such as the Modified Hausdorff Distance (MHD) for better performance in noisy medical image environments. This work reviews its adaptation to medical image processing, and its role in improving the accuracy and reliability of medical image analysis systems.

Trabajo conjunto con:

Belén Reverte, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Aurora Sanchez, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] AYDIN, O.U.; TAHA, A.A.; HILBERT, A. ET AL., *On the usage of average Hausdorff distance for segmentation performance assessment: hidden error when used for ranking*, Eur Radiol Exp 5, 4 (2021).
- [2] KARIMI, DAVOOD AND SALCUDEAN, SEPTIMIU E, *Reducing the hausdorff distance in medical image segmentation with convolutional neural networks*, IEEE Transactions on medical imaging, (2021), pp. 499-513.
- [3] SHAPIRO, M.D.; MATTHEW B.B., *On hausdorff distance measures*, Computer Vision Laboratory University of Massachusetts Amherst, MA 1003 (2004).

*e-mail: gasia@alumni.uv.es

The Construction of the Riemann Zeta Function and an Introduction to the Riemann Hypothesis

Marc Ventura*

Investmat Master's student, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

This presentation provides a construction of the Riemann zeta function, $\zeta(s)$, starting from its classical definition as an infinite series which converges for $\operatorname{Re}(s) > 1$, and analytically extend it to the complex plane, except at $s = 1$, where it has a simple pole. Fundamental tools from complex analysis are introduced, including the gamma function and Riemann's functional equation.

Building on this foundation, the Riemann Hypothesis [1] is presented, which asserts that all nontrivial zeros of ζ lie on the critical line $\operatorname{Re}(s) = 1/2$. We discuss basic results, such as the fact that the trivial zeros are located at negative even integers and symmetry properties derived from the functional equation. We also show that the nontrivial zeros can only lie in the strip $0 < \operatorname{Re}(s) < 1$.

Additionally, we explore the connection between the Riemann zeta function and prime numbers, including the Euler product formula, the prime-counting function and Ingham's work [2] on the distribution of primes in short intervals.

Joint work with:

Mario Guillén¹, Investmat Master's student, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

Miguel Rodríguez Alegre², Investmat Master's student, Universidad de València, València, Spain.

References

- [1] RIEMANN B., *Ueber die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse*, Monatsber. Akad. Berlin, (1859) pp. 671-680.
- [2] INGHAM, A. E., *On the difference between consecutive primes*, The Quarterly Journal of Mathematics **8(1)**, (1937), pp. 255-266.

*e-mail: marcven2@alumni.uv.es

¹e-mail: mguisan3@upv.edu.es

²e-mail: miroa4@alumni.uv.es

Techniques for Bounding the Number of Zeros of the Zeta Function

Mario Guillén*

Investmat masters, Universitat Politècnica de València
València, Spain

Abstract

In this presentation, we explore techniques developed to refine the bounds on the number of zeros of the Riemann zeta function, a key aspect of research related to the Riemann Hypothesis. Central to this study is the exponent $A(\sigma)$, which measures the growth rate of the number of zeros in a vertical strip of the critical strip and is closely tied to the distribution of prime numbers. We establish a trivial bound for $A(\sigma)$ and analyze the progression of improved bounds over time, illustrated through graphical representations. The focus then shifts to two significant methods: Ingham's bound from 1940 and the recent result by Guth and Maynard in 2024. We also introduce the zero-detecting setup, a widely used framework for deriving these bounds, highlighting the role of Dirichlet polynomials. This work shows the connection between analytic techniques and prime number theory in advancing our understanding of $A(\sigma)$ and its implications for the zeros of the Riemann zeta function.

Joint work with:

Miguel Rodríguez Alegre¹, Investmat masters, Universitat de València
València, Spain

Marc Ventura², Investmat masters, Universitat de València
València, Spain

References

- [1] INGHAM, ALBERT EDWARD, *ON THE ESTIMATION OF $N(\sigma, T)$* , Quarterly Journal of Mathematics 1 (1940), pp. 201-202.
- [2] LARRY GUTH, JAMES MAYNARD, *New large value estimates for Dirichlet polynomials*, (2024), arXiv preprint arXiv:2405.20552.
- [3] JAMES MAYNARD, KYLE PRATT, *Half-Isolated Zeros and Zero-Density Estimates*, International Mathematics Research Notices, Volume 2024, Issue 19, October 2024, pp. 12978–13014, <https://doi.org/10.1093/imrn/rnae191>.

*e-mail: mguisan3@upv.edu.es

¹e-mail: miroa4@alumni.uv.es

²e-mail: marcven2@alumni.uv.es

Bounding Type I-zeros of Zeta function through Dirichlet polynomials

Miguel Rodríguez Alegre*

Investmat masters, Universitat de València, Universitat Politècnica de València
València, Spain

Abstract

Seeking out $N(\sigma, T)$, the number of zeros of the Zeta function that $\operatorname{Re}(z) > \sigma$ and $|\operatorname{Im}(z)| \leq T$, it has been proven that there exist two types of zeros, and the number of zeros of Type II can be easily bounded. Recently, there have been several improvements on how to obtain better bounds of Type I-zeros, which are those that make a Dirichlet polynomial take large values. In this talk, we will introduce new methods to bound the number of zeros of Type I, according to the latest works on this topic. The key idea is to notice that the number of Type I-zeros is dominated by the trace of the matrix which elements are the terms of the Dirichlet polynomial, valued on a set of Type-I zeros. Then, raising the matrix to the power of 3 one can improve the previous bounds when $\sigma \in [0.7, 0.8]$.

Joint work with:

Mario Guillén Sánchez¹, Investmat masters, Universitat de València, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

Marc Ventura González², Investmat masters, Universitat de València, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] GUTH, L.; MAYNARD, J., *New large value estimates for Dirichlet polynomials*, (2024).

*e-mail: miroa4@alumni.uv.es

¹e-mail: guisanma@alumni.uv.es

²e-mail: marcven2@alumni.uv.es

Modelo SIR: Cómo las matemáticas predicen y explican epidemias: Una perspectiva de Kermack y McKendrick.

José Julian Cortes Muñoz*

Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Resumen

Los modelos compartimentales en epidemiología son esquemas que describen y explican el comportamiento de enfermedades infecciosas en un grupo de individuos con respecto a diferentes situaciones. Profundizando en el rigor matemático detrás de la modelización de epidemias, revisaremos las ecuaciones fundamentales de Kermack y McKendrick de su artículo “A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics”, enfatizando las constantes de tasa para la infección, recuperación y mortalidad. Al conectar estos parámetros con la dinámica de umbral, el modelo aclara por qué las epidemias pueden terminar antes de agotar a la población susceptible.

Trabajo conjunto con:

Jesica Paredes Morales¹, Universitat de València, València, España.

Bryan Salamanca², Universitat Politècnica de València, València, España.

Bibliografía

- [1] KERMACK, W. O., & MCKENDRICK, A. G., *A contribution to the mathematical theory of epidemics*. Proceedings of the royal society of london. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character, **115(772)**, (1927), pp. 700-721.
- [2] BACAËR, N., *El modelo de Kermack y McKendrick para la peste en Bombay y la reproducibilidad neta de un tipo con estacionalidad*. J. Math. Biol, **64(3)**, (2012), pp. 403-422.

*e-mail: jjcormuo@upv.edu.es

¹e-mail: jespamo@alumni.uv.es

²e-mail: bsaldur@posgrado.upv.es

Modelo SIR: estudio de sus fundamentos iniciales y su desarrollo matemático

Jessica Paredes Morales*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Los modelos compartimentales en epidemiología son esquemas que describen y explican el comportamiento de enfermedades infecciosas en un grupo de individuos con respecto a diferentes situaciones. Principalmente, estos modelos son una herramienta que sirve para simplificar la modelización matemática de epidemias. Así, en esta presentación se va realizar una revisión de la primera parte del artículo “A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics” publicado en 1927 de W. O. Kermack y A. G. McKendrick, el cual propone un modelo matemático que se podría considerar uno de los pioneros en este contexto, el modelo SIR. Donde se enfocará en explicar cómo enuncia los principales parámetros para desarrollar las primeras ecuaciones que describen el comportamiento de una epidemia. Además de mostrar las constantes de tasas de transmisión y recuperación.

Trabajo conjunto con:

Julian Cortes¹, Universitat Politècnica de València, València, España.

Bryan Salamanca², Universitat Politècnica de València, València, España.

Bibliografía

- [1] KERMACK, W. O., & MCKENDRICK, A. G., *A contribution to the mathematical theory of epidemics*. Proceedings of the royal society of london. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character, **115(772)**, (1927), pp. 700-721.
- [2] BACAËR, N., *Le modèle de Kermack et McKendrick pour la peste à Bombay et la reproductivité nette d'un type avec saisonnalité*. J. Math. Biol, **64(3)**, (2012), pp. 403-422.

*e-mail: jespamo@alumni.uv.es

¹e-mail: Jjcormuo@upv.edu.es

²e-mail: bsaldur@posgrado.upv.es

SEIR models: parameter estimation with genetic algorithms for public health decision-making

Brian Salamanca*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

SEIR models are mathematical tools used to describe the transmission dynamics of infectious diseases in populations composed of susceptible, exposed, infected, and recovered individuals. Their calibration requires estimating key parameters, including transmission, recovery, and progression rates, based on observed data. In this context, genetic algorithms (GA) provide an optimization method that adjusts these parameters to align the model with available information. Previous studies have successfully applied GA in SEIR frameworks for COVID-19 outbreaks [1] and for evaluating optimal control strategies against dengue [2]. Integrating GA into SEIR models can be employed in various epidemiological settings, yielding quantitative insights into disease dynamics. These results may inform decision-making processes in public health policy.

Joint work with:

Jessica Paredes¹, Universitat de València. València, España.

Julian Cortes², Universitat de València. València, España.

References

- [1] NDII, M. Z.; NUNS, O. A.; KUSUMAWINAHYU, W. M., *Parameter identification for SEIR model of COVID-19 in Indonesia using genetic algorithm*, AIP Conference Proceedings **2329**(1), (2021), 020009.
- [2] TAPIA, D. I.; MÁRQUEZ, D. A., *Estrategias de control óptimo para el dengue usando modelos matemáticos tipo SEIR*, Ingeniería y Ciencia **9**(17), (2013), 77–97.

*e-mail: briansa@alumni.uv.es

¹e-mail: jespamo@alumni.uv.es

²e-mail: jjcormuo@upv.edu.es

Iterates of composition operators on global spaces of ultradifferentiable functions.

Héctor Ariza Remacha*

Universitat de València,
València, Spain

Abstract

We analyze the behaviour of the iterates of composition operators defined by polynomials acting on global classes of ultradifferentiable functions of Beurling type and being invariant under Fourier transform. We characterize the polynomials ψ for which the sequence of iterates is equicontinuous between two different Gelfand-Shilov spaces. For the particular case in which the weight ω is equivalent to a power of the logarithm, the result obtained characterizes the polynomials ψ for which the composition operator C_ψ is power bounded in $\mathcal{S}_\omega(\mathbb{R})$. We focus on the problem of the convergence of Neumann series. We deduce the continuity of the resolvent operator between two different Gelfand-Shilov classes for polynomials ψ lacking fixed points. Concerning polynomials of second degree the most interesting case is the one in which the polynomial only has one fixed point: we provide some restrictions on the indices d, d' that are necessary for the resolvent operator to be continuous between the Gelfand-Shilov classes Σ_d and $\Sigma_{d'}$.

Joint work with:

Carmen Fernández¹, Department of Mathematical Analysis, University of Valencia..

Antonio Galbis², Department of Mathematical Analysis, University of Valencia.

References

- [1] Ariza, H., Fernández, C., Galbis, A.: *Composition operators on Gelfand-Shilov classes* J. Math. Anal. Appl. **531**, 127869 (2024)
- [2] Ariza, H., Fernández, C., Galbis, A.: *Iterates of composition operators on global spaces of ultradifferentiable functions*. Rev. Real Acad. Cienc. Exactas Fis. Nat. Ser. A-Mat. 119, 9 (2025).
- [3] R.W. Braun, R. Meise, B.A. Taylor, *Ultradifferentiable functions and Fourier analysis*. Results. Math. 17, 206–237 (1990).

*e-mail: harirem@upvnet.upv.es

¹e-mail: carmen.fdez-rosell@uv.es

²e-mail: antonio.galbis@uv.es

Introduction to the numerical simulations of isolated and binary neutron stars

Izarne Martínez Donato*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The numerical evolution of neutron stars are key in the understanding of these compact objects. We begin by describing the main characteristics of neutron stars will be provided. Then, assuming a spherically symmetric space-time coupled with a static perfect fluid, we find the Tolman-Oppenheimer-Volkoff (TOV) [1] equations that describe a spherical neutron star. Using the 3+1 decomposition of the Einstein's equations [2], evolution equations for both geometry and matter variables, stability properties of these stars are studied. To extend our analysis, we compute the initial data for binary neutron stars using a simple polytropic equation of state. Finally, we track the evolution of these systems from the inspiral phase to the postmerger phase, extracting the gravitational waves and some physical properties that characterise the equation of state.

References

- [1] OPPENHEIMER, J. R.; VOLKOFF, G. M., *On massive neutron cores*, Physical Review, 55(4), pp. 374-381, 1939.
- [2] ALCUBIERRE, M., *Introduction to 3+1 numerical relativity*, vol. 140, OUP Oxford, 2008.

*e-mail: izarne.martinez@uv.es

The Butterfly Subdivision Scheme in the context of cell-averages

Inmaculada Gema Garcés Andrés*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The Butterfly Subdivision Scheme (BSS) is an iterative method for bivariate data interpolation on triangular grids. It generates progressively finer meshes by preserving existing values and computing new ones using local cubic polynomial interpolation.

Initially, in 1D, the data is considered as the cell-average of an integrable function and new linear refinement rules are constructed to reproduce cell-averages of polynomials with degrees less than or equal to 1, 3, and 5. The convergence and smoothness of the limit functions are analyzed using Laurent polynomial representations and the ‘joint spectral radius’ analysis of schemes (see more details in [3]).

The goal is to study the subdivision for surfaces using the BSS, already worked on for point values in [1], [2] and [3], in the context of cell-averages. This requires analyzing bivariate schemes on regular grids and establishing the appropriate filters. Convergence, reproduction and approximation properties of the proposed scheme are investigated and several numerical examples are discussed.

Joint work with:

Dionisio F. Yáñez¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

David Levin², School of Mathematical Sciences, Tel-Aviv University Tel-Aviv, Israel.

References

- [1] DYN, N.; LEVIN, D.; GREGORY, J.A., *A 4-point interpolatory subdivision scheme for curve design*, Computer Aided Geometric Design **4**(4), (1987), pp. 257-268.
- [2] HED, S., *Analysis of subdivision schemes for surface generation*, Tel-Aviv University, (1992).
- [3] DYN, N.; LEVIN, D., *Subdivision Schemes in Geometric Modelling*, Acta Numerica, (2002), pp. 73-144.

*e-mail: inmaculada.garces@uv.es

¹e-mail: dionisio.yanez@uv.es

²e-mail: levindd@gmail.com

Relación entre multiplicadores de Fourier en $\mathbb{R}^N$, $\mathbb{T}^N$ y $\mathbb{Z}^N$

Daniel Isert Sales*

Departament d'anàlisi matemàtica, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Fourier multiplier operators reshape depending on the topological group where their multipliers are defined. However, in this article we show some results that link them through properties involving boundedness in L^p spaces.

Joint work with:

Santiago Boza¹ Departament de matemàtiques, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.

Larry Andrés Matta² Universidad de Sevilla.

Bernat Ramis³ Department of mathematics (DMATH), ETH, Zürich, Switzerland.

Jorge Santiago Ibáñez⁴ Departamento de Análisis Matemático y Matemática Aplicada, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain.

Carlos Vila⁵ Universidad de Extremadura.

References

- [1] AUSCHER, P.; CARRO, M.J., *On relations between operators on $\mathbb{R}^N$, $\mathbb{T}^N$ and $\mathbb{Z}^N$* , Studia. Math. **101**, (1992), pp. 165–182.
- [2] STEIN, E.; WEISS, G., *Introduction to Fourier analysis on euclidean spaces.*, Princeton University Press (1971).

*e-mail: daisa2@uv.es

¹e-mail: santiago.boza@upc.edu

²e-mail: lamattap9@gmail.com

³e-mail: bramis@student.ethz.ch

⁴e-mail: jorgesib@ucm.es

⁵e-mail: cvilaper@alumnos.unex.es

On a new non-linear approximation method with some applications

José Manuel Ramón-García*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The challenge of approximating noisy data has persisted across various fields, including computer-aided geometric design, numerical solutions for partial differential equations, and the design of curves and surfaces. Existing methods work well for continuous data, and moving least squares, a popular technique in statistics and applied mathematics, is a successful example. However, these methods can produce undesirable effects, such as the Gibbs phenomenon, when discontinuities are present in the data.

This presentation introduces a novel approach that integrates moving least squares with the well-established WENO (Weighted Essentially Non-Oscillatory) scheme. This hybrid method aims to develop a non-linear operator that provides improved approximations near discontinuities while maintaining accuracy in smooth regions. We will examine its properties in multiple dimensions and validate the theoretical findings through numerical experiments.

Joint work with:

David Levin¹, School of Mathematical Sciences. Tel-Aviv University, Tel-Aviv, Israel

Juan Ruiz-Álvarez², Departamento de Matemática Aplicada y Estadística, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain

Dionisio F. Yáñez³, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] DAVID LEVIN, *The approximation power of Moving least-squares*, Mathematics of Computation **67**, (1998), pp. 1517-1531.
- [2] GREGORY E. FASSHAUER, *Meshfree Approximation Methods with Matlab*, World Scientific Publishing, Singapore (2007).
- [3] DAVID LEVIN, JOSÉ M. RAMÓN, JUAN RUIZ-ÁLVAREZ, DIONISIO F. YÁÑEZ, *Data dependent Moving Least Squares*, arxiv.org, **arXiv:2412.02304** (2024).

*e-mail: jose.manuel.ramon@uv.es

¹e-mail: levindd@gmail.com

²e-mail: juan.ruiz@upct.es

³e-mail: dionisio.yanez@uv.es

On the Cahn-Hilliard-Navier-Stokes Equations and the Implicit-Explicit Schemes

Andreu Martorell Garcés*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The Cahn-Hilliard-Navier-Stokes (CHNS) equations model the evolution of a binary fluid mixture, describing phase separations and fluid flow, resulting in a system of fourth-order differential equations which are numerically challenging to solve. The main goal of this talk is to introduce the isentropic compressible CHNS equations ([1]) and present an efficient numerical scheme for approximating the solution for initial boundary problems involving these equations [3]. The proposed method is a second order Implicit-Explicit Runge-Kutta schemes, where convective terms are treated explicitly, and only linear systems need to be solved [2, 3]. Experiments are conducted to validate the efficiency of the proposed method.

Joint work with:

Pep Mulet¹, Dept. de Matemàtiques. Universidad de Valencia.

Dionisio F. Yáñez², Dept. de Matemàtiques. Universidad de Valencia.

References

- [1] ABELS, H., FEIREISL, E., *On a diffuse interface model for a two-phase flow of compressible viscous fluids*, Indiana Univ. Math. J. **57**(2), (2008), pp. 659–698.
- [2] BOSCARINO, S., BÜRGER, R., MULET, P., RUSSO, G., VILLADA, L.M., *Linearly implicit imex runge-kutta methods for a class of degenerate convection-diffusion problems*, SIAM J. Sci. Comp. **37**(2), (2015), pp. 305–221.
- [3] MULET, P., *Implicit-Explicit Schemes for Compressible Cahn-Hilliard-Navier-Stokes Equations*, Journal of Scientific Computing **101**(2), (2024), pp. 36.

*e-mail: andreu.martorell@uv.es

¹e-mail: pep.mulet@uv.es

²e-mail: dionisio.yanez@uv.es

Introduction of LLMs and how they work

Marbod Lennart Schröter*

Estudiante del Máster INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Large Language Models (LLMs) represent a groundbreaking advancement in artificial intelligence, enabling sophisticated natural language processing (NLP). This presentation provides an exploration of how LLMs operate, focusing on their underlying architecture and breaking down their key components. We begin by defining LLMs and GPTs (Generative Pre-trained Transformers), a specific type of LLMs introduced by OpenAI in 2018 [1]. We then go on to explain the transformer architecture in detail, first described by Google Brain researchers [2], beginning with how inputs into a GPT are tokenized and embedded in an embedding space using a Word2vec algorithm. The core of this presentation will be the following illustration of the self-attention mechanism and Multi-Layer-Perceptrons (MLPs) in the transformer layer. Finally, we will discuss the unembedding and the interpretation of the GPT's output.

Joint work with:

Victor Toledo¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Yusef Ahsini², Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] RADFORD, A., NARASIMHAN, K., SALIMANS, T., SUTSKEVER, I. , *Improving language understanding by generative pre-training*, OpenAI, (2018).
- [2] VASWANI, A., SHAZEER, N., PARMAR, N., USZKOREIT, J., JONES, L., GOMEZ, A. N., KAISER, Ł., POLOSUKHIN, I., *"Attention Is All You Need."* *Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 30*, Curran Associates, Inc., (2017).

*e-mail: marbod@alumni.uv.es

¹e-mail: victopra@alumni.uv.es

²e-mail: yahsua@upv.edu.es

State of the Art and Evolution of Large Language Models in Mathematical Reasoning

Víctor Toledo Prades*

Departamento de Matemáticas, Universidad de Valencia,
Valencia, Spain

Abstract

Large Language Models (LLMs) have become a tool used extensively, helping in tasks ranging from translation to text and code generation. Initially designed for pattern recognition, LLMs notoriously struggled even with seemingly basic logical and mathematical tasks. Modern LLMs now exhibit improved mathematical reasoning and logical thinking, leveraging innovations such as transformer architectures, step-by-step workflow, fine-tuning and Chain of Thought (CoT) technology to refine their capabilities. These developments enable LLMs to excel in complex tasks, including symbolic computation and problem-solving. This article explores the evolution of LLMs like OpenAI's ChatGPT and Meta's LLaMA, starting from the moment when logical reasoning was still undeveloped, the challenges they faced over the years and the current state of the art, focusing on their mathematical reasoning capabilities.

Joint work with:

Marbod Lennart Schröter¹, Departamento de Matemáticas, Universidad de Valencia, Valencia, Spain.

Yusef Ahsini², Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

References

- [1] VASWANI, A.; SHAZEER, N.; PARMAR ET AL., *Attention is All You Need*, NeurIPS, (2017), pp. 5998-6008.
- [2] WEI, J.; WANG, X.; SCHUURMANS, D. ET AL. , *Chain of Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models*, (2022), arXiv:2201.11903.
- [3] OPENAI, *OpenAI (2023)*, GPT-4 Technical Report. OpenAI Research, (2023), arXiv:2303.08774

*e-mail: victopra@alumni.uv.es

¹e-mail: marbod@alumni.uv.es

²e-mail: yahsua@upv.edu.es

Multilingual Fine-Tuning with Chain of Thought to Improve Mathematical Reasoning in Compact LLMs

Yusef Ahsini*

Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada,
Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

Enhancing the mathematical reasoning capabilities of compact large language models (LLMs) is essential for their use in educational and computational contexts [1]. This work investigates using LLaMA 3.2 3-billion-parameter LLM [2], integrated with Chain-of-Thought (CoT) reasoning prompts, to improve multilingual mathematical problem-solving. Using a large-scale mathematical dataset, partially translated into Spanish, we fine-tune the model to handle complex mathematical operations in multiple languages [3]. By adopting CoT reasoning, the model systematically breaks down intricate problems into sequential, interpretable steps, enhancing its capacity to solve challenging tasks. This approach shows that structured reasoning frameworks can substantially increase the domain-specific performance of relatively small models, mitigating the need for excessively large architectures.

Joint work with:

Victor Toledo¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Marbod Lennart Schröter², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] BROWN, T.; MANN, B.; RYDER, N.; ET AL., *Language models are few-shot learners*, Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), **33**, (2020), pp. 1877-1901.
- [2] TOUVRON, H.; MARTIN, L.; STONE, K.; ET AL., *LLaMA: Open and efficient foundation language models*, arXiv preprint arXiv:2302.13971, (2023).
- [3] HENDRYCKS, D.; BURNS, C.; KADAVATH, S.; ET AL., *Measuring mathematical problem solving with the MATH dataset*, Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), **34**, (2021), pp. 14293-14305.

*e-mail: yahsoua@upv.edu.es

¹e-mail: victopra@alumni.uv.es

²e-mail: marbod@alumni.uv.es

Todo queda en los ceros

Oliver Navío Velázquez*

INVESTMAT Master's degree student.

Universitat Politècnica de València & Universitat de València, València, Spain

Abstract

Algebraic Geometry is a modern branch of mathematics that combines abstract algebra (especially commutative algebra) and analytic geometry. One of its aims is to study solution sets of algebraic equation systems[1]. In this talk, we will give an overview of the fundamental aspects of the theory for the affine case. The main objective is to prove that the affine space, endowed with the Zariski topology (which is the natural topology arising from the affine algebraic sets) is a Noetherian topological space [2].

Joint work with:

Manuel García García¹, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] BELTRAMETTI, MAURO; CARLETTI, ETTORE; GALARATI, DIONISIO; BRAGADI, GIACOMO MONTI, *Lectures on Curves, Surfaces and Projective Varieties*, European Mathematical Society, (2009).
- [2] HARTSHORNE, ROBIN, *Algebraic Geometry*, Springer New York, (1977).

*e-mail: onavvel@upv.edu.es

¹e-mail: magarg25@alumni.uv.es

On the smooth skeleton of affine algebraic sets

Manuel García García*

INVESTMAT Master's degree student.

Universitat Politècnica de València & Universitat de València, València, Spain

Abstract

It is well-known that affine algebraic sets need not be a submanifold of the ambient space. The points where it fails to be a submanifold are called singular points. Studying and learning how to handle with the singularities is an important task in geometry and topology. Probably one of the earliest results in the Singularity Theory is due to Whitney [1] (1957): "*Every affine algebraic set can be expressed as a disjoint union of a finite number of analytic submanifolds, each with a finite number of topological components.*" In this talk, we will sketch Whitney's proof of this result. We will conclude by giving some applications to convince the audience that this elementary result provides a powerful tool for dealing with singularities.

Joint work with:

Oliver Navío Velázquez¹, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] WHITNEY, HASSLER, *Elementary Structure of Real Algebraic Varieties*, Annals of Mathematics, **66**(3), (1957), pp. 545-556.

*e-mail: magarg25@alumni.uv.es

¹e-mail: onave@alumni.uv.es

Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos El Algoritmo de Page Ranking de Google

Sijia Guan*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Este trabajo analiza cómo el algoritmo PageRank afecta la interacción de los usuarios con la información digital. En la parte de acceso a la información, se estudia cómo las páginas con valores altos de PageRank suelen aparecer en los primeros resultados, condicionando la exposición de los usuarios y limitando su diversidad informativa. En el ámbito del comercio electrónico, se examina cómo los productos con alto posicionamiento captan más atención y clics, influyendo en las decisiones de compra y moldeando la confianza en las marcas. Además, se aborda el impacto del algoritmo en la difusión de noticias y en la formación de tendencias sociales, donde las prioridades algorítmicas determinan la dirección del discurso público. Se discuten sus aplicaciones, ventajas, limitaciones y consecuencias éticas. .

Trabajo conjunto con:

Yu Zhang¹, Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat Politècnica de València.

Haijiao Kong², Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat Politècnica de València

Bibliografía

- [1] ANA GARCÍA LÓPEZ. “EL ROL DE PAGERANK EN EL CONTROL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN DIGITAL”. REVISTA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y SOCIEDAD, 2020.
- [2] PABLO MARTÍNEZ DÍAZ. “IMPACTO DEL POSICIONAMIENTO ALGORÍTMICO EN EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR: UN ESTUDIO SOBRE EL COMERCIO ELECTRÓNICO”. REVISTA DE CIENCIAS DEL CONSUMO, 2019.
- [3] CARMEN RUIZ FERNÁNDEZ Y JOSÉ MORALES SÁNCHEZ. “ALGORITMOS Y SU INFLUENCIA EN LA DIFUSIÓN DE NOTICIAS Y LA FORMACIÓN DE TENDENCIAS SOCIALES”. CONGRESO INTERNACIONAL DE COMUNICACIÓN DIGITAL, 2021.

*e-mail: yzhang2@upv.edu.es 2HKONG@posgrado.upv.es 3siguan@alumni.uv.es;

¹e-mail: rburger@ing-mat.udec.cl

²e-mail: stefan.diehl@math.lth.se

Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos: El Algoritmo de Page Ranking de Google

Haijiao Kong*

Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Resumen

Este trabajo examina cómo el algoritmo PageRank de Google influye en el comportamiento público, destacando tanto sus beneficios como sus riesgos. Por un lado, se reconoce su papel en facilitar la selección eficiente de información[3] y en fomentar la creación de contenido de calidad[2], lo que contribuye a un entorno digital más enriquecedor. Por otro lado, no se pueden ignorar las consecuencias negativas: la formación de burbujas informativas[1] que reducen la diversidad de puntos de vista, el refuerzo de dinámicas de competencia desleal que favorecen a grandes corporaciones y la posible difusión de información falsa, ya que el algoritmo prioriza enlaces en lugar de verificar la autenticidad del contenido. Este análisis pone de manifiesto la complejidad de un sistema que, aunque es útil y necesario, también plantea desafíos significativos para la sociedad.

Trabajo conjunto con:

Yu Zhang¹, CI²Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Sijia Guan², Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Bibliografía

- [1] Corey Davis. Relevancy redacted: web-scale discovery and the filter bubble. *Library Hi Tech*, 30:156–171, 2012.
- [2] Julio Domínguez Puerto. Modelos y algoritmos del pagerank y su importancia en el funcionamiento de google. *ETSI Informática*, 2018.
- [3] Cristian Merlino-Santesteban. Análisis de conectividad en la recuperación de información web. *Ciencia de la Información*, 32:113–119, 2003.

*e-mail: hkong@posgrado.upv.es

¹e-mail: y Zhang@upv.edu.es

²e-mail: siguan@alumni.uv.es

Cómo Manipular el Comportamiento de las Masas en la Era de los Datos Masivos: El Algoritmo de Page Rank de Google

Yu Zhang*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Esta sección analiza el algoritmo PageRank de Google. En la parte de análisis de enlaces, se definen nodos y aristas de la estructura web. El mecanismo de votación por enlaces se estudia en profundidad[1]. En el modelo de probabilidad, se simula la navegación aleatoria de usuarios. Se explica la probabilidad de salto aleatorio y su relación con la conducta real. El coeficiente de amortiguamiento tiene una función importante[3]. Durante el cálculo iterativo, se presentan métodos para establecer valores iniciales y se explican los pasos y condiciones de terminación. La fórmula de PageRank y el significado de variables se analizan con ejemplos[2]. Finalmente, se compara PageRank con TrustRank. Se describen los principios y se destacan las diferencias clave. Se discuten las aplicaciones, ventajas y limitaciones de ambos, proporcionando una base para la selección del algoritmo en aplicaciones prácticas.

Trabajo conjunto con:

Haijiao Kong¹, Facultat de Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia

Sijia Guan², Facultat de Ciencias Matemáticas, Universidad Politécnica de Valencia

Bibliografía

- [1] Laura Amado Lapeña. Análisis del algoritmo pagerank: fundamento algebraico del orden de las búsquedas en google. 2021.
- [2] Juan Manuel Barriola and Milena Dotta. ¿ cómo funciona google? el algoritmo pagerank, diagramas de grafos y cadenas de markov. *Revista de investigación en modelos matemáticos aplicados a la gestión y la Economía*, 3(3):9–30, 2016.
- [3] Rafael Bru, Francisco Pedroche, and Daniel B Szyld. Cálculo del vector pagerank de google mediante el método aditivo de schwarz. In *Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería*, page 263, 2005.

*e-mail: yzhang2@upv.edu.es

¹e-mail: HKONG@posgrado.upv.es

²e-mail: siguan@alumni.uv.es

Mathematical modeling of acoustic waves in solids

Iovino Leonardo*

Estudiante del Màster INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Elastodynamics is the study of the time-dependent mechanical behavior of elastic materials and has applications in many fields such as materials science, seismology or medicine. The presentation aims to give an accurate mathematical description of what happens when we consider a small perturbation of the matter, which is essential for understanding and modeling the phenomenon. In particular, we focus on the propagation of matter within a solid, governed by a wave that we call *acoustic wave*. For this reason, a brief characterization of the general properties of a wave is given, focusing on models that will be studied later, such as plane or monochromatic waves described in [1]. In the generation of an acoustic wave, stress and strain measurements are involved, as established by the author in [2], which are usually represented by mathematical objects called *tensors*; for that we explain what is necessary to understand the basic of the tensor calculus without going into detail. Building on this introduction, an equation for the acoustic wave is derived from the field equations of a homogeneous and isotropic medium, and finally we arrive at an analytical solution of the equation following the steps of resolution given by [3]. This work establishes a strong foundation for further studies of wave phenomena in various physical contexts, like the analogy theory between acoustic and electromagnetic waves.

Joint work with:

Trevisan Serena¹, Estudiante del Màster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Fernández Rodríguez Guillem², Estudiante del Màster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] M. FANTI, *Fisica Generale*, Università degli Studi and INFN, Milano, 2021, Sec. 24.1.
- [2] B. A. AULD, *Acoustic fields and waves solids*, Stanford University, 1973.
- [3] W. C. CHEW; M. S. TONG; B. HU, *Integral equation methods for electromagnetic and elastic waves*, 2009, Chap. 8, pp. 193-205.

*e-mail: liovino@upv.edu.es

¹e-mail: setre@alumni.uv.es

²e-mail: guillem.fernandez@uv.es

Numerical resolution of the electromagnetic field

Guillem Fernández Rodríguez*

INVESTMAT master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Numerical methods are indispensable for solving wave equations, particularly in scenarios where analytical solutions are impractical. Maxwell's equations describe the electromagnetic field as a system of coupled partial differential equations. The Finite-Difference Time-Domain (FDTD) method, introduced by Yee in 1966 [2], marked a breakthrough in computational electromagnetics by providing an efficient approach to solving initial boundary value problems in isotropic media. Since then, advancements such as Perfectly Matched Layers (PML) have significantly enhanced the handling of boundary conditions, further broadening the applicability of these methods [3].

This presentation begins with an introduction to Maxwell's equations [1] and the foundational principles of Yee's algorithm and some advanced techniques like PML. Building on this framework, the method's usefulness is demonstrated through its application to both electromagnetic and acoustic wave propagation.

Joint work with:

Serena Trevisan¹, INVESTMAT master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Leonardo Iovino², INVESTMAT master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] David J. Griffiths. *Introduction to electrodynamics*. Always learning. Pearson, Boston, 4. ed., international ed edition, 2013.
- [2] Kane Yee. Numerical solution of initial boundary value problems involving maxwell's equations in isotropic media. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 14(3):302–307, May 1966.
- [3] Allen Taflove, Ardavan Oskooi, and Steven G. Johnson, editors. *Advances in FDTD computational electrodynamics: photonics and nanotechnology*. Artech House antennas and propagation series. Artech House, Boston, 2013. OCLC: ocn811964793.

*e-mail: guillem.fernandez@uv.es

¹e-mail: setre@alumni.uv.es

²e-mail: liovino@upv.edu.es

The mathematical analogy Between Maxwell's Equations and Acoustic Wave Propagation

Serena Trevisan*

INVESTMAT Master student, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València, València, Spain

Abstract

Maxwell equations describe the interaction between the electric and magnetic field. When no sources are present, the solution behaves as a wave [2]. On the other hand the acoustic wave equation governs the propagation of acoustic waves through a medium. Electromagnetic and acoustic waves, though distinct in physical nature, share remarkable mathematical similarities under specific conditions. In this presentation we will show, as done in [1], that under these circumstances the governing equations of the acoustic field are completely parallel to the Maxwell equations. To illustrate this, examples will be presented, in particular demonstrating the analogous behavior of electromagnetic and acoustic wave propagation in a Hexagonal crystal.

Joint work with:

Leonardo Iovino¹, INVESTMAT Master student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Guillem Fernández Rodríguez², INVESTMAT Master student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] B. A. Auld. *Acoustic fields and waves in solids*, volume 1. John Wiley & Son, Stanford University, 1973.
- [2] David J. Griffiths. *Introduction to electrodynamics*. Cambridge University Press, Cambridge, 4th edition edition, 2013.

*e-mail: setre@alumni.uv.es

¹e-mail: liovino@upv.edu.es

²e-mail: guifero2@alumni.uv.es

Fundamentos Matemáticos del Método de los Elementos Finitos

Pietro Nardelli*

Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València,
València, España

Resumen

Una de las herramientas más importantes en la construcción de modelos son las Ecuaciones de Derivadas Parciales. Sin embargo, para la mayoría de estas ecuaciones no se puede encontrar una solución analítica; para remediar esto, algunas clases de problemas se presentan en forma variacional, que resultan ser más fáciles de estudiar. Es en el contexto de las formulaciones variacionales que se emplea el Método de los Elementos Finitos, un método numérico que transforma un problema de EDP en un problema de álgebra lineal, computacionalmente más simple. En este trabajo se darán los fundamentos matemáticos que permiten aplicar dicha transformación, en particular se verá de qué manera se discretiza el dominio de definición del problema y cómo cambia, en consecuencia, el espacio donde se busca la solución [1]. Finalmente, para comprender lo expuesto mejor, se mostrará la discretización teórica de un modelo de dinámica de fluidos basado en las ecuaciones de Navier-Stokes [2].

Trabajo conjunto con:

Jose Gellida Bayarri¹, Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

Pau Quirante Torromé², Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

Bibliografía

- [1] GRÉGOIRE ALLAIRE, *Numerical Analysis and Optimization. An Introduction to Mathematical Modelling and Optimization*, Oxford University Press, 2007
- [2] ARNOLD REUSKEN, *Numerical Methods for the Navier-Stokes equations*, Notes for the Chair of Numerical Analysis, RWTH Aachen, January 6, 2012

*e-mail: pienar@alumni.uv.es

¹e-mail: jogeba@alumni.uv.es

²e-mail: pauquito@alumni.uv.es

Métodos de elementos finitos adaptativos para dinámica de flúidos

José Gellida Bayarri*

Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València,
València, España

Resumen

El método de elementos finitos es una de las herramientas más establecidas para resolver ecuaciones diferenciales parciales sin requerir solución analítica. Este discretiza dicha EDP en un problema de álgebra lineal, más factible computacionalmente. No obstante, esta aproximación hace que se ignoren diferentes atributos de la ecuación de gobierno, que hará que el ajuste del modelo tenga un número mayor de residuos, y, por tanto, sea menos efectivo. [1] Para minimizar el error del sistema, existen diversas técnicas para optimizar el cálculo del modelo, conocidas como métodos adaptativos.[2] En este trabajo se analizará cómo se pueden aplicar estos métodos en el caso del ajuste de la dinámica de fluidos usando un circuito cerrado. El modelo usado se basa en la dinámica del circuito de refrigeración para un motor de combustión. Las ecuaciones de gobierno para este caso vienen dadas por las ecuaciones de Navier-Stokes.

Trabajo conjunto con:

Pietro Nardelli¹, Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

Pau Quirante Torromé², Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

Bibliografía

- [1] AINSWORTH, M., ODEN, J.T., *A posteriori error estimation in finite element analysis*, Elsevier, 1997.
- [2] NOCHETTO, R.H.; SIEBERT, G.H.; VEESER A., *Theory of adaptive finite element methods: An introduction*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.

*e-mail: jorgeba@uv.es

¹e-mail: pienar@alumni.uv.es

²e-mail: pauquito@alumni.uv.es



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

XII Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

8 - 10 de Enero de 2025



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

Aplicación del Método de los Elementos Finitos en el diseño industrial

Pau Quirante*

Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València,
València, España

Resumen

El diseño y análisis de sistemas de refrigeración es fundamental en la ingeniería térmica y la dinámica de fluidos. En este trabajo, se emplea el método de los elementos finitos para modelar y simular un circuito de refrigeración de motor, considerando componentes clave como son el radiador y la bomba de agua. Se utilizan formulaciones variacionales y discretización del dominio para transformar ecuaciones de Navier-Stokes en problemas de álgebra lineal, facilitando su resolución computacional. Además, se analiza el flujo laminar y turbulento mediante el modelo $k - \epsilon$, evaluando su comportamiento bajo diferentes configuraciones. Los resultados obtenidos en ANSYS Fluent validan la precisión de los métodos numéricos y destacan la relevancia de las técnicas adaptativas para minimizar errores residuales y optimizar el desempeño del sistema.

Trabajo conjunto con:

Jose Gellida Bayarri¹, Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

Pietro Nardelli², Estudiante de Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, España.

*e-mail: pauquito@alumni.uv.es

¹e-mail: jogeba@alumni.uv.es

²e-mail: pienar@alumni.uv.es

Approximation of holomorphic functions in $\mathbb{C}^n$

Alejandro Paredes Silva*

Departament de Anàlisi Matemàtica, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Mergelyan's and Runge's theorems are well-known results that allow us to approximate holomorphic functions in one complex variable, on a certain domain, with polynomials and rational functions respectively. Unfortunately, in general, there is no analogue for these theorems in the context of several complex variables. Therefore, our goal is to establish conditions under which we can enunciate Mergelyan-type and Runge-type theorems for such approximations [2]. Integral representation of functions are among the tools that will help us to achieve this. For instance, we recall the classical Cauchy integral formula, while also studying other integral representation for holomorphic functions defined on strictly pseudoconvex domains [3] or Weil's domains. Reproducing kernels [1] provide another method to represent functions by an integral, particularly on Hilbert spaces. In this context we will focus for now on the Bergman space, which consist in holomorphic functions that are square-integrable.

Joint work with:

Francisco Javier Falcó Benavent¹, Departament de Anàlisi Matemàtica, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] ARONSAJN, N., *Theory of Reproducing Kernels*, Transactions of the American Mathematical Society, vol. **68**, no. 3, (1950), pp. 337–404.
- [2] FALCÓ ET AL, J., *A function algebra providing new Mergelyan type theorems in several complex variables*, Advances in Mathematics, vol. **381**, (2021), Paper No. 107649, 31 pp.
- [3] HENKIN, G. M., *Integral representations of functions holomorphic in strictly pseudo-convex domains and some applications*, Math. USSR-Sb., **7:4** (1969), 597–616.
- [4] KERZMAN, N., STEIN, E. M., *The Szegő kernel in terms of Cauchy-Fantappiè kernels*, Duke Mathematical Journal, Duke Math. J. **45(2)**, 197–224, (June 1978).

*e-mail: sepasil@alumni.uv.es

¹e-mail: francisco.j.falco@uv.es

ON THE COSMOLOGICAL CONSTANT OF FLAT FLRW SPACETIME

P. Fernandez de Cordoba, R. Gallego Torrome, S. Gavasso and J.M. Isidro

Abstract:

We consider an exponentially expanding, flat, Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) Universe filled with a free Schroedinger field. The probability fluid of the latter is used to mimic the cosmological fluid (baryonic plus dark matter), thus providing the matter density and pressure terms in the corresponding Friedmann-Lemaître equations. We first obtain the eigenfunctions of the Laplacian operator on flat FLRW space. A quantum operator qualifying as a cosmological constant is defined to act on the Schroedinger field. We then compute the matrix representing the cosmological constant in the basis of Laplacian eigenfunctions. For an estimate of the orders of magnitude involved it suffices to determine the expectation values of this operator. The expectation value that best fits the experimentally measured value of the cosmological constant allows us to identify the quantum state of the Schroedinger field that best represents the matter contents (baryonic and dark) of the current Universe. Finally, the operator inverse (modulo dimensional factors) to the one representing the cosmological constant provides a measure of the gravitational Boltzmann entropy of the Universe. We compute its matrix in the basis of Laplacian eigenfunctions and verify that the expectation values of this entropy operator comply with the upper bound set by the holographic principle.

Generalized aggregation functions seen as lax-morphisms of quantales

Alejandro Fructuoso Bonet*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The management of data is essential for extracting knowledge and making informed decisions in an information-saturated world. This has led to the development of a mathematical theory focused on aggregation functions, which combine multiple numerical values into a single representative one. These functions, such as the arithmetic mean, are fundamental in statistics and data analysis. However, their study extends beyond numbers to include mathematical structures like norms, metrics, quasi-metrics, fuzzy relations, and quasi-uniformities.

Aggregation functions have also been explored in more general contexts, such as continuity spaces and enriched category theory, which provide a broader framework for understanding and applying these functions. These generalizations allow for a unified approach to combining mathematical objects and concepts, facilitating connections between pure mathematics and practical applications in fields like computer science.

This work proposes a generalized theory of aggregation functions, introducing preserving functions between quantales. It presents new results on the aggregation of quasi-pseudometrics and their fuzzy versions, providing a solid theoretical foundation.

In conclusion, this study aims to bridge the gap between theoretical exploration and practical application, demonstrating the versatility of aggregation functions by fitting them in a more theoretical framework.

Joint work with:

Jesús Rodríguez López¹, IUMPA and Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

References

- [1] D. HOFFMANN AND C.D.REIS, *Probabilistic Metric Spaces as enriched categories*, Fuzzy sets systems 2013.
- [2] J.-J. MIÑANA AND O.VALERO, *Characterizing quasi-metric aggregation functions*, Int.J.Gen. Syst (2019)

*e-mail: alexfrucb01@gmail.com

¹e-mail: jrlopez@mat.upv.es

Métodos iterativos para encontrar simultáneamente las raíces de una ecuación no lineal en la eliminación adaptativa de armónicos en inversores multinivel

Maria Emilia Maldonado Machuca*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La Eliminación Adaptativa de Armónicos (SHE) en tiempo real es una técnica eficaz para mejorar la calidad de la energía durante la conversión de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA) en inversores multinivel de puente completo en cascada. Este estudio aborda un inversor multinivel de cuatro niveles, donde cada celda realiza una única conmutación por cuarto de ciclo, logrando regular la componente fundamental del voltaje y eliminar armónicos significativos. A través de series de Fourier, polinomios de Chebyshev y la conversión a bases de Groebner, el problema se formula como una ecuación polinómica no lineal de cuarto grado. Para resolverla, se emplean y comparan métodos iterativos como Newton-Raphson y Ehrlich, evaluando su orden de convergencia, estabilidad y costo computacional. Estos métodos permiten una implementación eficiente en sistemas de modulación en tiempo real, garantizando adaptabilidad y precisión. El trabajo subraya la relevancia de los enfoques iterativos en el desarrollo de estrategias robustas para la eliminación selectiva de armónicos, con aplicaciones clave en la mejora de la calidad energética en sistemas industriales.

Trabajo conjunto con:

Mauro Gonzano Tarazona Levano¹, Universitat Politècnica de València, España.

Miguel Emilio Vivert del Pino², Universitat Politècnica de València, España.

Bibliografía

- [1] CORDERO, A.; GARRIDO, N.; TORREGROSA, J.R.; TRIGUERO-NAVARRO, P., *Iterative schemes for finding all roots simultaneously of nonlinear equations*, Appl. Math. Lett. **134**, (2022), p. 108325.
- [2] VIVERT, M., *Estrategias descentralizadas y adaptativas para la eliminación selectiva de armónicos en el control de convertidores multinivel*, Tesis doctoral, Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), 2020.

*e-mail: memalmac@upv.edu.es

¹e-mail: mgtarlev@upv.edu.es

²e-mail: mevivdel@upv.edu.es

Eliminación adaptativa de armónicos en inversores multinivel: Newton multivariable, Newton+DE, PSO

Mauro Gonzalo Tarazona Lévano*

Departamento de Matemáticas Aplicadas, Universitat Politècnica de València
València, Spain

Resumen

La calidad de la señal en inversores multinivel depende críticamente de la eliminación selectiva de armónicos. Ajustar los ángulos de disparo que mantienen el armónico fundamental en un nivel deseado y anulan armónicos específicos conduce a resolver un sistema no lineal de la forma $F(x) = 0$ que representa las variables asociadas a dichos ángulos. Este trabajo compara tres métodos numéricos que han demostrado su efectividad en encontrar las soluciones: (1) el método de Newton multivariable, rápido pero sensible a las condiciones iniciales; (2) la combinación de Newton multivariable con Evolución Diferencial (DE), que mejora la robustez frente a la elección del punto inicial; y (3) el uso del Algoritmo de Optimización por Enjambre de Partículas (PSO), con una búsqueda global del espacio de soluciones. Cada técnica se implementó y probó en MATLAB, confirmando su capacidad para resolver el problema y mejorar la calidad de la onda final. Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación cuantitativa del desempeño de cada método, incluyendo tiempo de convergencia, coste computacional y otros indicadores prácticos.

Trabajo conjunto con:

María Maldonado¹, **Miguel Vivert**², Departamento de Matemáticas Aplicadas, Universitat Politècnica de València, València, España.

Bibliografía

- [1] M. VIVERT, R. DIEZ, M. COUSINEAU, D. BERNAL COBALEDA, D. PATINO, P. LADOUX, *Real-Time Adaptive Selective Harmonic Elimination for Cascaded Full-Bridge Multilevel Inverter*, Energies, vol. 15, no. 9, p. 2995, 2022. DOI: 10.3390/en15092995.
- [2] R. STORN, K. PRICE, *Differential Evolution – A Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces*, Journal of Global Optimization, vol. 11, no. 4, pp. 341–359, 1997.
- [3] J. KENNEDY, R. EBERHART, *Particle Swarm Optimization*, Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, vol. 4, pp. 1942–1948, 1995. DOI: 10.1109/ICNN.1995.488968.

*e-mail: mgtarlev@teleco.upv.es

¹e-mail: memalmac@posgrado.upv.es

²e-mail: mevivdel@posgrado.upv.es

Convergence analysis of different multi and mono variable methods derivative free to solve a polynomial system equation to obtain a Selective Harmonic Elimination of a Cascaded Multilevel Inverter

Miguel Emilio Vivert Del Pino*

Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

Selective Harmonic Elimination improves the efficiency of inverters; however, finding the modulation angles can be a complex process because it arises from a trigonometric system of equations. If any parameter changes, the angles must be recomputed. Converting the trigonometric system of equations into a polynomial one reduces complexity, and if the input voltages are the same, it is possible to simplify the system even further by employing Groebner basis transformations. This approach leaves only one polynomial with a single variable to be solved. In both cases, it is possible to employ techniques involving derivatives; however, computing the derivative of a function increases processing time and resource usage in a microcontroller. Hence, derivative-free techniques are attractive and useful methods for solving both multivariable and single-variable problems. This paper analyzes the convergence of two multivariable and two single-variable derivative-free techniques applied to the Selective Harmonic Elimination polynomial system and compares the results. Furthermore, the analysis is expanded to the complex plane to observe the behavior under different initial conditions of the methods and to determine whether a chaotic system is present. Finally, the conclusions of the work are presented.

Joint work with:

Maria Emilia Maldonado Machuca¹, Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València, València, Spain

Mauro Gonzalo Tarazona Levano², Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València, València, Spain

References

- [1] VIVERT, MIGUEL; DIEZ, RAFAEL; COUSINEAU, MARC AND BERNAL COBALEDA, DIEGO AND PATINO, DIEGO AND LADOUX, PHILIPPE, *Real-Time Adaptive Selective Harmonic Elimination for Cascaded Full-Bridge Multilevel Inverter*, *Energies* **15**, (2022)

*e-mail: mevivdel@upv.edu.es

¹e-mail: memalmac@posgrado.upv.es

²e-mail: mgtarlev@teleco.upv.es

Artificial Neural Networks and How to Train Them

Mattia Novelli*

Estudiante del Máster INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Artificial Neural Networks (ANNs), a subclass of Artificial Intelligence (AI) algorithms, are data driven algorithms whose name comes from the attempt to reproduce the human brain's flows of information in their functioning. The aim of an ANN is to compute an approximation of an unknown function, which is usually difficult to express analitically. This work starts with an introduction where are presented the main differences between these kind of networks and other types of AI algorithms, and here are shown some examples of “daily life” applications of the ANNs. Then, the structure of a Feedforward Neural Network (FNN) is studied in detail (layers, weights, biases and activation function), focusing on the importance of the nonlinearity of the activation function in order to obtain better approximation results. Finally, we conclude revising the proof of the Universal Approximation Theorem for Sigmoid and ReLU activation functions, given in [1].

Trabajo conjunto con:

Alejandro Mora-Rubio¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] CYBENKO, G., *Approximation by superpositions of a sigmoidal function*, Mathematics of Control, Signals, and Systems **4**, (1989), pp. 303–314.

*e-mail: mnovell@edu.upv.es

¹e-mail: alemorrub@edu.upv.es

Artificial Neural Networks and How to Train Them

Alejandro Mora-Rubio*

Departamento de Matemática Aplicada,
Universitat Politècnica de València, València, Spain

Abstract

Artificial Neural Networks (ANNs) are the cornerstone of modern “computational intelligence” and data-driven technologies. They excel in tasks ranging from image classification and natural language processing to predictive modeling in scientific and engineering domains [1]. However, their successful application depends on the data quality, network architecture choices, and the mathematics underlying their training [2]. In particular, optimizing its internal parameters is key to harnessing their full potential. **Gradient Descent** [3] is the basic mechanism to train ANNs, and in this presentation, we will explore its mathematical formulation and how it is applied to this end. We will then consider hyper-parameters, such as learning rates, regularization terms, and momentum, that must be carefully tuned to achieve robust, reliable training outcomes. Finally, we will showcase variations of gradient descent, including stochastic and mini-batch approaches, that can significantly impact training speed and accuracy.

Joint work with:

Mattia Novelli¹, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] B. M. N. Smets, Mathematics of neural networks (lecture notes graduate course) (2024). arXiv:2403.04807.
- [2] L. F. Guilhoto, An overview of artificial neural networks for mathematicians (2018). URL <https://math.uchicago.edu/may/REU2018/REUPapers/Guilhoto.pdf>
- [3] A. Cauchy, Méthode générale pour la résolution de systèmes d'équations simul-tanées, Compte rendu des séances de l'académie des sciences 81 (1847) 536–538.

*e-mail: amorrub@posgrado.upv.es

¹e-mail: mnovell@posgrado.upv.es

Introducción a la Teoría de Códigos: ¿Cómo podemos solucionar los errores en la transmisión de mensajes?

Alberto Rodríguez Durá*

Estudiante del Máster INVESMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

A la hora de transmitir información, no únicamente nos interesa la ocultación de un determinado mensaje, lo cual se conoce como encriptación. También es esencial la codificación, la cual no solo se encargará de la compactación y simplificación en la transmisión de los mensajes, sino que también se centrará en la identificación y corrección de los errores durante este proceso. Centrándonos en este último fin, enfatizaremos en el estudio de los llamados códigos correctores. Entonces, trataremos de construir algoritmos que para canales con una determinada naturaleza nos permitan decodificar mensajes para una corrección de los mismos. Un ejemplo que desarrollaremos de este hecho es el método de decodificación por máxima verosimilitud en canales simétricos binarios, como se muestra en [1]. De esta forma, haremos una introducción a la Teoría Clásica de Códigos, siguiendo [2] y [3] y llegando hasta la exposición de códigos lineales y duales. Esto será la base sobre la que se sustentará la Teoría de Códigos Cuánticos.

Trabajo conjunto con:

Vicent Miralles¹, Estudiante del Máster INVESMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Luis Pablo Colmenar², Estudiante del Máster INVESMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] LING, S.; XING, C., *Coding Theory: A first course*, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- [2] NEUBAUER, A., *Coding theory : Algorithms, architectures, and applications*, Hoboken, NJ : John Wiley and Sons, 2007.
- [3] BIERBRAUER, J., *Introduction to coding theory*, Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2023.

*e-mail: alrodu@alumni.uv.es

¹e-mail: vicent@vmiralles.com

²e-mail: cololuis@alumni.uv.es

¿Hay errores en la computación cuántica?

Luis Pablo Colmenar López*

Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València
València, Spain

Resumen

La computación cuántica promete transformar el panorama tecnológico al aprovechar los principios de la mecánica cuántica para procesar información de formas inimaginables. Los qubits, capaces de estar en superposición, ofrecen la posibilidad de realizar cálculos paralelos que superan exponencialmente las capacidades de los sistemas clásicos, resolviendo problemas complejos como la factorización de números grandes o simulaciones químicas avanzadas. Sin embargo, este paradigma enfrenta retos críticos: el ruido cuántico y la decoherencia, que amenazan la estabilidad de los datos debido a la sensibilidad extrema de los qubits. Para superar estos desafíos, los códigos de corrección de errores cuánticos se inspiran en los sistemas clásicos, adaptándose a las particularidades cuánticas como cambios de fase y flips de bit. Esta charla explorará los fundamentos cuánticos y matemáticos necesarios para comprender cómo suceden estos errores, detectarlos e idealmente, corregirlos. Allorando así el camino hacia aplicaciones revolucionarias en criptografía y telecomunicaciones seguras.

Trabajo conjunto con:

Alberto Rodríguez Durá¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain

Vicent Miralles Lluch², Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] DIRAC, P.A.M., *The Principles of Quantum Mechanics*, 4th ed., Oxford University Press, (1958), pp. 10-15.
- [2] NIELSEN, M.A.; CHUANG, I.L., *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, (2010).
- [3] STEVENSON, P.; FENNEL, P.S.; GALVIN, K.P., *On the drift-flux analysis of flotation and foam fractionation processes*, *Canad. J. Chem. Eng.* **86**, (2008), pp. 635-642.
- [4] PRESKILL, J., *Quantum Computing in the NISQ Era and Beyond*, *Quantum* **2**, (2018), pp. 79.

*e-mail: cololuis@alumni.uv.es

¹e-mail: alrodu@alumni.uv.es

²e-mail: vicent@vmiralles.com

¿Cómo se preserva la información en el mundo cuántico? Construcción de códigos correctores cuánticos.

Vicent Miralles Lluch*

Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

En el marco de la corrección de errores cuánticos, esta charla profundiza en cómo la mecánica cuántica permite construir códigos capaces de detectar y corregir errores en sistemas gobernados por ruido. Tras haber introducido la teoría clásica de corrección de errores y las herramientas matemáticas necesarias en las charlas previas, aquí abordaremos los conceptos fundamentales que sustentan los códigos cuánticos, desde los códigos bit-flip y phase-flip hasta el código de Shor, un ejemplo notable que combina ambos tipos de corrección como se muestra en [1]. Exploraremos cómo estas ideas se inspiran en la teoría clásica para superar las limitaciones impuestas por el ruido cuántico. Otro ejemplo son los códigos CSS [2] que se apoyan en códigos lineales. Así, el objetivo es mostrar la utilidad de los códigos correctores cuánticos para controlar los fenómenos en sistemas reales como un ordenador cuántico.

Trabajo conjunto con:

Alberto Rodríguez¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Luis Pablo Colmenar², Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] LIDAR, D.; BRUN, T., *Quantum Error Correction*, Cambridge University Press, 2013.
- [2] NIELSEN, M.; CHUANG, I., *Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition*, Cambridge University Press, 2010.

*e-mail: vicent@vmiralles.com

¹e-mail: alrodu@alumni.uv.es

²e-mail: cololuis@alumni.uv.es

Técnicas de preprocesamiento para obtener resultados de calidad en análisis de datos

Vicent Pons Llopis*

Estudiante del Máster INVEST-MAT,

Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain

Resumen

El preprocesamiento de los datos juega un papel fundamental en ciencia de datos, este consiste en la realización de diversas técnicas para mejorar la calidad de los datos en los pasos previos a hacer un análisis.[1] Realizar estas técnicas és de gran importancia, ya que, una baja calidad en estos datos puede dar lugar a resultados imprecisos o incluso erróneos.[2] En esta charla, expondremos algunos de los problemas que nos podemos encontrar durante el preprocesamiento, así como técnicas y herramientas para poder resolverlos. Además, profundizaremos en estas explicando su funcionamiento y uso. Para poder ilustrar esto, de forma paralela, veremos algunas de estas técnicas aplicadas en un caso real con una base de datos médica sobre pacientes con melanoma, explicando las decisiones que hemos tomado para resolver estos problemas en cada caso. El objetivo de este estudio es promover la transparencia en las técnicas de preprocesamiento en investigaciones en análisis de datos, para que, así, podamos resolver estos problemas de calidad en los datos de manera correcta y obtener soluciones fiables y de calidad.

Trabajo conjunto con:

Edu Nagore Insa¹, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] FAN, C., CHEN, M., WANG, X., WANG, J. & HUANG, B. (2021). *A Review on Data Pre-processing Techniques Toward Efficient and Reliable Knowledge Discovery From Building Operational Data*. *Frontiers in Energy Research* **9**
- [2] MAHARANA, K., MONDAL, S. & NEMADE, B. (2022). *A review: Data pre-processing and data augmentation techniques*. *Global Transitions Proceedings* **3**. pp. 91-99

*e-mail: vipons6@alumni.uv.es

¹e-mail: edunagoreinsa2002@gmail.com

Modelos de Aprendizaje Automático para la Clasificación de Cáncer Epitelial

Edu Nagore Insa*

Estudiant de Màster INVEST-MAT, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de clasificación de cáncer epitelial utilizando una base de datos de melanoma, abarcando desde el preprocesamiento de los datos y la identificación de patrones hasta la implementación de diversos modelos de aprendizaje. Mientras que la primera parte se centra en la preparación de la información, este resumen se enfoca en la aplicación de modelos predictivos avanzados. Se emplearon cuatro enfoques:

1. **Regresión Logística**, modelando la probabilidad de pertenencia a una clase mediante una función sigmoide [1].
2. **Random Forest**, combinando múltiples árboles de decisión a través de votación mayoritaria [2].
3. **XGBoost**, optimizando la construcción secuencial de árboles mediante gradiente descendente [3].
4. **SVM**, encontrando hiperplanos óptimos que maximizan el margen entre clases [4].

Los resultados mostraron mejoras significativas respecto a métodos base, con XGBoost y SVM destacando en precisión y sensibilidad. Estos hallazgos confirman la utilidad de modelos avanzados en la clasificación del cáncer epitelial a partir de datos de melanoma.

Trabajo conjunto con:

Vicent Pons Llopis¹, Estudiant de Màster INVEST-MAT, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] Hosmer, D.W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R.X. (2013). *Applied Logistic Regression (3rd ed.)*. Wiley. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/9781118548387>
- [2] Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. Versión PDF disponible en: <https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf>
- [3] Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD*, 785–794. Artículo en arXiv: <https://arxiv.org/abs/1603.02754>
- [4] Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine Learning*, 20(3), 273–297. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF00994018.pdf>

*e-mail: edunagoreinsa2002@gmail.com

¹e-mail: vipons6@alumni.uv.es

[illegible]