

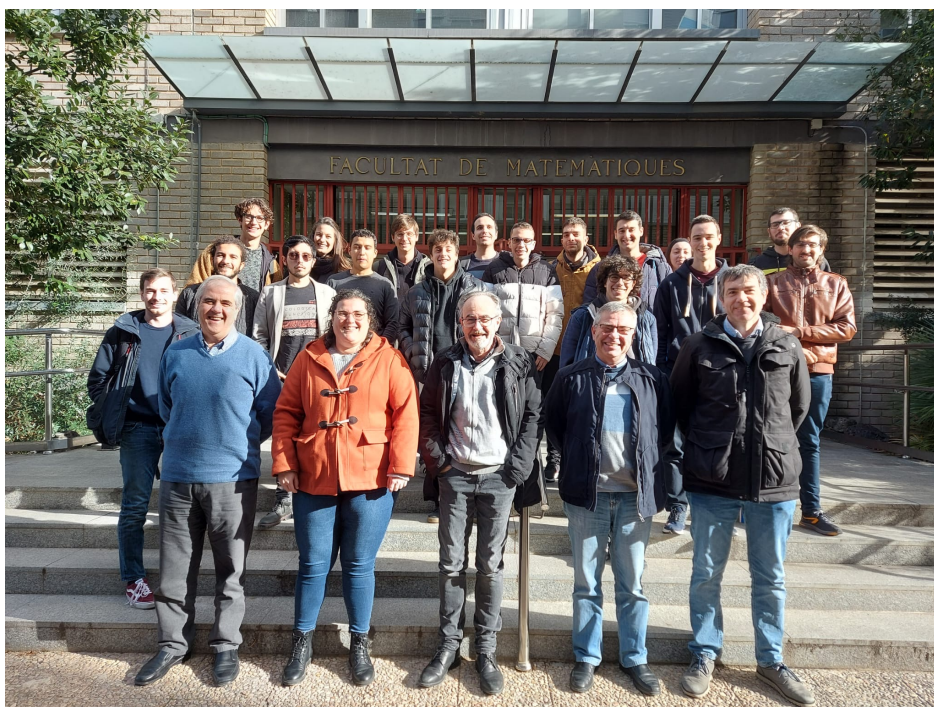
[illegible][illegible][illegible]

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. Los estudiantes del programa de doctorado interesados en participar deben comunicarse con los organizadores mediante la dirección de mail maria.c.marti@uv.es.



Participantes del X Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas realizado en Enero de 2023

Horario

El congreso consta de **35 charlas de 20 minutos**, incluyendo cuestiones y comentarios, distribuidas en 8 sesiones del Lunes 8 al Miércoles 10 de Enero en horario de mañana y/o tarde.

	8 de enero	9 de enero	10 de enero
09:00-09:20		SESIÓN 5	SESIÓN 7
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 8
11:40-12:00			
12:00-12:20			
12:20-12:40			
12:40-13:00			
13:00-13:20	Lunch Break		Clausura
13:20-15:00			
15:00-15:20	SESIÓN 3		
15:20-15:40			
15:40-16:00			
16:00-16:15	Break		
16:15-16:35	SESIÓN 4		
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

Lunes 08 de Enero (Mañana)

Sesión 1

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:40 - 10:00	Gaia Ambrosani	<i>Understanding Hardy-Weinberg Equilibrium</i>
10:00 - 10:20	Diego Orlando	<i>Population genetics through Bayesian statistics</i>
10:20 - 10:40	Xikun Feng	<i>Using linear discriminant analysis for computation in evolutionary biology</i>

Sesión 2

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Ignacio Jolín Rodrigo	<i>Introducción a la teoría de nudos. Técnicas combinatorias</i>
11:40 - 12:00	Clara Soler Signes	<i>Cómo relacionar la teoría de nudos con la geometría</i>
12:00 - 12:20	David Campos Abad	<i>Herramientas algebraicas en teoría de nudos</i>
12:20 - 12:40	Alejandro Paredes Silva	<i>Funcionales que alcanzan la norma: Teorema de Bishop-Phelps-Bollobás</i>
12:40 - 13:00	Álvaro Iborra López	<i>Funcionales que alcanzan la norma: Teorema de Bishop-Phelps-Bollobás</i>

Lunes 8 de Enero (Tarde)

Sesión 3

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:25	Sara Albert Niclòs	<i>Curve shortening flow (flujo de acortamiento de curvas)</i>
15:25 - 15:50	Cristian Pérez-Corral	<i>Método de Elementos Finitos: Fundamentos matemáticos para la dinámica y mecánica de fluidos</i>
15:50 - 16:15	Anas El Ktini Yassine	<i>Método de Elementos Finitos: Fundamentos matemáticos para la dinámica y mecánica de fluidos</i>

Sesión 4

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:30 - 16:55	Daniel Román Castellanos	<i>Métodos de Runge-Kutta: Limitaciones de Alto Orden</i>
16:55 - 17:20	Hugo Pacheco Valenzuela	<i>Métodos de Runge-Kutta: Condiciones de Orden y Árboles con Raíz</i>
17:20 - 17:45	Verónica Medina Rodriguez	<i>Análisis de Estabilidad del Método de Runge-Kutta</i>

Martes 9 de Enero (Mañana)

Sesión 5

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	Luis Lloret Sánchez	<i>Una introducción a las derivadas fraccionarias de Riemann-Liouville y Caputo</i>
09:20 - 09:40	José Miguel Ramírez Muñoz	<i>Teorema de existencia y unicidad para las ecuaciones diferenciales de orden fraccionario de Riemann-Liouville y Caputo</i>
09:40 - 10:00	Miguel López Durán	<i>Aplicaciones de las derivadas fraccionarias a medicina y balística</i>
10:00 - 10:20	Daniel Isert Sales	<i>On the equivalences of the group invariant Ekeland's variational principle</i>
10:20 – 10:40	Alejandro Sanz Sanchez	<i>Sinogram domain transformations for data augmentation</i>

Sesión 6

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Itziar Munyoz-Hernando	<i>Introduction to Lie algebras and representation theory</i>
11:40 - 12:00	David Cabrera-Berenguer	<i>Semisimplicity of complex Lie algebras and root systems</i>
12:00 - 12:20	Pedro Pérez-Altarriba	<i>The classification of finite-dimensional complex semisimple Lie algebras</i>

Martes 9 de Enero (Mañana)

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
12:20 - 12:40	Héctor Ariza	<i>Composition operators on Gelfand-Shilov classes</i>
12:40 - 13:00	Raúl Ruiz Mora	<i>Algebras de Hall y derivors entre álgebras homogéneas</i>
13:00 - 13:20	Vicent Pallardó Julià	<i>A relationship and some questions</i>

Miércoles 10 de Enero (Mañana)

Sesión 7

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	Marco Schipani	<i>Gersho's conjecture and Voronoi tassellations</i>
09:20 - 09:40	Martina Pascuzzo	<i>Fortune's Algorithm to compute Voronoi diagrams</i>
09:40 - 10:00	Clément Collin	<i>Optimizing Fortune's algorithm and solving optimization problems through Voronoi diagrams</i>
10:00 - 10:20	Juliana Serna Carrillo	<i>Simulaciones biomecánicas: aplicaciones del método de elementos finitos a modelos de tejidos blandos</i>
10:20 – 10:40	Gabriel Maureira Bravo	

Sesión 8

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Carlos Serra Jiménez	<i>Antenas microcoaxiales, modeladas a través del método de elementos finitos, para el tratamiento de tumores óseos</i>
11:40 - 12:00	Jorge Valero Mira	<i>Introducción a la teoría de wavelets. Transformada wavelet continua</i>
12:00 - 12:20	Gabriel Rosario Roselló	<i>Coherencia wavelet, una herramienta para el análisis dinámico entre series temporales.</i>
12:20 - 12:40	Christian L. Paredes Aguilera	<i>Coherencia wavelet, una herramienta para el análisis dinámico entre series temporales.</i>

[illegible]

Understanding Hardy-Weinberg Equilibrium

Gaia Ambrosani*

Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Understanding, explaining and modeling allele frequencies in populations using the Hardy-Weinberg law, classical and Bayesian statistics has become a matter of interest since its importance in the medical field. In particular it is useful to know how the proportion between different genotypes remains the same over the generations, if some conditions are satisfied [1]. To better understand these ideas, first we will have a brief overview of the historical context [3] and fundamental biological concepts. Then we will move on looking into what happens in the real world, when some of the hypothesis are not accomplished. We will go deeper in analyzing how much we can move away from the hypothesis and still obtain a valid result using the Hardy-Weinberg law and classical statistics [2].

Joint work with:

Xikun Feng¹, Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

Diego Orlando², Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] CURT, S., *The Hardy-Weinberg Law*, Science **97**(2510), (1943), pp. 137-138.
- [2] GRAFFELMAN, J.; WEIR, B.S., *On the testing of Hardy-Weinberg proportions and equality of allele frequencies in males and females at biallelic genetic markers*, Genetic Epidemiology, **42**(1), (2018), pp. 34-48.
- [3] MAYO, O., *A century of Hardy-Weinberg equilibrium*, Twin Research and Human Genetics **11**(3), (2008), pp. 249-256.

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

¹e-mail: xfeng1@posgrado.upv.es

²e-mail: dorland@posgrado.upv.es

Population genetics through Bayesian statistics

Diego Orlando*

Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

Understanding, explaining and modelizing allele frequencies in populations using Hardy-Weinberg law, classical and Bayesian statistics has become a matter of interest since its various applications. In this speech we will introduce a class of statistical tools based on a different definition of probability, known as Bayes' probability. We aim to develop a test for Bayesian inference to help us better understand what happens when the hypothesis of the Hardy-Weinberg law can not be assumed. As the computational cost of predictions in Bayesian probability does not permit a direct evaluation we will introduce the Approximate Bayesian Computation (ABC) algorithm to see how the problem could be solved.

Joint work with:

Xikun Feng¹, Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

Gaia Ambrosani², Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] BEAUMONT, MARK A, *Approximate Bayesian computation in evolution and ecology*, Annual review of ecology, evolution, and systematics **41**, (2010).
- [2] BOLSTAD, WILLIAM M AND CURRAN, JAMES M, *Introduction to Bayesian statistics*, John Wiley & Sons, 2016.
- [3] BOURGAIN ET AL., *Testing for Hardy-Weinberg equilibrium in samples with related individuals*, 2349–2361, Genetics, Oxford University Press, 2004.

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

¹e-mail: xfeng1@posgrado.upv.es

²e-mail: gaiaam@alumni.uv.es

Using linear discriminant analysis for computation in evolutionary biology.

Xikun Feng*

Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

Understanding, explaining Linear Discriminant Analysis, when data sets of Approximate Bayesian computation in evolutionary biology for model-based inference are complex, how to use Linear Discriminant Analysis to enhance computational efficiency and accuracy in estimating model probabilities.

Joint work with:

Gaia Ambrosani¹, Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat de València, València, Spain.

Diego Orlando², Student of Máster en Investigación Matemática, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] McLACHLAN GJ (2004) DISCRIMINANT ANALYSIS AND STATISTICAL PATTERN RECOGNITION. WILEY INTERSCIENCE, HOBOKEN, NEW JERSEY.
- [2] HASTIE T, TIBSHIRANI R, FRIEDMAN J (2009) THE ELEMENTS OF STATISTICAL LEARNING DATA MINING, INFERENCE, AND PREDICTION, SECOND EDITION SPRINGER SERIES IN STATISTICS. SPRINGER-VERLAG, NEW YORK

*e-mail: xfeng1@posgrado.upv.es

¹e-mail: gaiaam@alumni.uv.es

²e-mail: dorland@posgrado.upv.es

Introducción a la teoría de nudos. Técnicas combinatorias.

Ignacio Jolín Rodrigo*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La teoría de nudos es un área de la topología que estudia el objeto matemático que abstrae la noción de nudo. En esta presentación haremos una introducción a este área y mostraremos distintas técnicas con las cuales se estudian estos objetos matemáticos. En concreto, estudiaremos los nudos desde un enfoque combinatorio. Definiremos en primer lugar, los movimientos de Reidemeister y la colorabilidad, que posteriormente generalizaremos con el concepto de p -etiquetado. Más adelante mostraremos la prueba de [1] sobre la invarianza de los movimientos de Reidemeister respecto al p -etiquetado. A continuación introduciremos el concepto del polinomio de Alexander. Esta presentación vendrá acompañada de varios ejemplos y gráficos que ayudarán a la comprensión de los conceptos que definamos.

Trabajo conjunto con:

David Campos Abad¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Clara Soler Signes², Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Bibliografía

- [1] C. Livingstone. Knot Theory. (1993)

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

¹e-mail: dacama2@alumni.uv.es

²e-mail: csolsig@upv.edu.es

Cómo relacionar la teoría de nudos con la geometría

Clara Soler Signes*

Universitat Politècnica de València,
València, España.

Resumen

La teoría de nudos es un área de la topología que estudia el objeto matemático que abstrae la noción de nudo. En esta presentación haremos una introducción a esta área y mostraremos distintas técnicas con las cuales se estudian estos objetos matemáticos. Una de ellas, es la técnica que relaciona la geometría con la teoría de nudos. En esta se consideran métodos de la teoría de nudos basados en el trabajo con superficies. Siguiendo el estudio hecho en [1], nos centraremos en dar los primeros conceptos básicos relevantes para esta técnica. Definiremos superficie como superficie poliedral, veremos su orientabilidad y contruiremos homeomorfismos entre ellas. Derivado de este último concepto, introduciremos los teoremas de clasificación para estudiar cuando se dan estos homeomorfismos. Volviendo a la teoría de nudos, se presentará el teorema que nos proporciona la relación entre estas dos áreas: dado un nudo podemos encontrar una superficie, en la cual este mismo nudo forma parte de su frontera. A estas superficies las llamaremos superficies de Seifert. Además, se introducirá el concepto de género de un nudo. Por último, veremos las aplicaciones de la teoría de nudos en distintas áreas, por ejemplo, la biología.

Trabajo conjunto con:

David Campos Abad¹, Universitat de València, València, España.

Ignacio Jolín Rodrigo², Universitat Politècnica de València, València, España.

Bibliografía

- [1] C. Livingstone. Knot Theory. (1993).

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

¹e-mail: dacama2@alumni.uv.es

²e-mail: ijolrod@upv.edu.es

Herramientas algebraicas en teoría de nudos

David Campos Abad*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La teoría de nudos es un área de la topología que estudia el objeto matemático que abstrae la noción de nudo. En esta presentación haremos una introducción a esta área y mostraremos distintas técnicas con las cuales se estudian estos objetos matemáticos. Uno de los más sencillos y primeros métodos para clasificar nudos es la n -coloración de Fox. Esta técnica se puede extender a grupos, donde se asignan elementos del grupo en lugar de enteros a los arcos, con ciertas restricciones. Esto, a su vez, se puede extender a clases de conjugación de grupos, ya que todos los elementos de un etiquetado son conjugados. Si en lugar de tomar un grupo y buscar un etiquetado, definimos un grupo a partir de las condiciones del etiquetado, obtenemos lo que llamamos grupo del nudo, que además es isomorfo al grupo fundamental del complementario del nudo en el espacio.

Trabajo conjunto con:

Ignacio Jolín Rodrigo¹, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, València, Spain

Clara Soler Signes², Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] LIVINGSTON, C., *Knot theory* (Vol. 24), Cambridge University Press, 1993.
- [2] HAZEWINKEL, M., *Knot and Link Groups*, Encyclopedia of Mathematics, 2001.

*e-mail: dacama2@alumni.uv.es

¹e-mail: ijolrod@upv.edu.es

²e-mail: csolsig@upv.edu.es

Funcionales que alcanzan la norma: Teorema de Bishop-Phelps-Bollobás

Alejandro Paredes Silva*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Nuestra primera interacción con funcionales, los cuales alcanzan su norma, es mientras se está aprendiendo sobre el Teorema de Hahn-Banach, más específicamente uno de sus múltiples corolarios. Este tipo de funcionales son llamados *norm-attaining* y gracias al Teorema de James [2] tenemos una caracterización fuerte entre la reflexividad de un espacio de Banach y cuando todos los funcionales del dual son *norm-attaining*. Por el resultado de James, cuando el conjunto de los funcionales *norm-attaining* es denso en el dual, diremos que nuestro espacio es subreflexivo. Bishop y Phelps fueron capaces de demostrar que todo espacio de Banach es subreflexivo [3], y tiempo después, Bollobás mejoró su resultado. Refinando el Teorema de Bollobás obtendremos el Teorema de Bishop-Phelps-Bollobás [1]. Sin embargo, este último resultado no puede ser extendido al espacio de los operadores lineales y acotados entre dos espacio de Banach. Lindenstrauss fue el primero en dar un ejemplo donde no se cumplía [4]. Afortunadamente, si los espacios involucrados cumplen ciertas propiedades, se puede obtener la subreflexividad en casos concretos.

Trabajo conjunto con:

Álvaro Iborra López¹, Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Bibliografía

- [1] Chica, Kadets, Martin, Moreno-Pulido, Rambla-Barreno: Bishop-Phelps-Bollobás moduli of a Banach space *Journal of Mathematical Analysis and Applications* **412**(2014), 697-719.
- [2] Robert E. Megginson: An Introduction to Banach Space Theory *Springer* (1991).
- [3] R. R. Phelps: Support cones in Banach spaces and their application *Advances in mathematics* **13** (1974), 1-19.
- [4] J Lindenstrauss; On operators which attain their norm *Isr. J. Math.* **1** (1963), 139-148.

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

¹e-mail: aibolop1@upv.edu.es

Funcionales que alcanzan la norma: Teorema de Bishop-Phelps-Bollobás

Álvaro Iborra López*

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

Resumen

El contenido de este estudio gira en torno a los funcionales lineales con dominio en algún espacio de Banach. Prestaremos especial atención a aquellos que alcanzan su norma (de operadores) y que se denominan funcionales *norm-attaining*. La cuestión de la existencia de estos funcionales en cualquier espacio de Banach tiene respuesta positiva, como corolario del teorema de Hahn-Banach. Un resultado profundo y estrechamente relacionado es el teorema de James [4], que caracteriza los espacios de Banach X reflexivos como aquellos en los que todo elemento del dual X^* es *norm-attaining*. Si $NA(X)$ denota al subconjunto de X^* de funcionales que sean *norm-attaining*, el teorema de James trae consigo la cuestión de aproximación de elementos de X^* que no sean de $NA(X)$ por aquellos que sí lo sean. Gracias a Bishop y Phelps [2], disponemos de solución afirmativa en los espacios de Banach reales. Asimismo, comentaremos qué ocurre en el caso complejo y si es posible generalizar el teorema, intercambiando el dual $X^* = B(X, \mathbb{K})$ por la clase de operadores continuos $B(X, Y)$ entre dos espacios de Banach. Posteriormente, se estudiará una sustancial mejora al teorema de Bishop-Phelps debida a Bollobás [3], además de introducir la propiedad de Bishop-Phelps-Bollobás (BPBp) [1], mencionando algunos espacios de funciones en los que se verifica.

Trabajo conjunto con:

Alejandro Paredes Silva¹, Departamento de Matemáticas, Universitat de València, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] ACOSTA, M.D.; ARON, R.M.; GARCÍA D.; MAESTRE M., *The Bishop-Phelps-Bollobás theorem for operators*, J. Funct. Anal. **254**(11), (2008), pp. 2780-2799.
- [2] BISHOP, E.; PHELPS, R.R., *A proof that every Banach space is subreflexive*, Bull. Amer. Math. Soc. **67**, (1961), pp. 97-98.
- [3] BOLLOBÁS, B., *An extension to the theorem of Bishop-Phelps*, Bull. Lond. Math. Soc. **2**, (1970), pp. 181-182.
- [4] JAMES, R.C., *Characterizations of reflexivity*, Studia Math. **23**, (1964), pp. 205-216.

*e-mail: aibolop1@upv.edu.es

¹e-mail: sepasil@alumni.uv.es

Curve shortening flow (flujo de acortamiento de curvas)

Sara Albert Niclòs*
Universitat de València,
València, Spain

Resumen

El flujo de acortamiento de curvas (CSF; curve shortening flow) es un flujo geométrico que modifica una curva en el plano moviendo sus puntos en la dirección de su vector normal a una velocidad proporcional a la curvatura. Es una forma de ecuación del calor no lineal y el caso unidimensional del flujo por la curvatura media. El teorema principal de Gage y Hamilton [1] establece que bajo el CSF las curvas convexas se mantienen convexas y se contraen a puntos redondos. El objetivo de esta charla es examinar el CSF, exponer el teorema de Gage y Hamilton y analizar la teoría necesaria para la prueba del teorema. Finalmente, se dará una idea del teorema de Grayson según el cual no es necesaria la convexidad para el resultado anterior [3].

Bibliografía

- [1] GAGE, M.; HAMILTON, R.S., *The heat equation shrinking convex plane curves*, Journal of Differential equations, 1986.
- [2] GAGE, M., *On an area-preserving evolution equation for plane curves*, In Nonlinear problems in geometry (Mobile, Ala., 1985), volume 51 of Contemp. Math., pages 51-62. Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1986.
- [3] GRAYSON, M. A., *The heat equation shrinks embedded plane curves to round points*, J. Differential Geometry 26 (1987), 285–314.
- [4] MANTEGAZZA, C., *Lecture notes on mean curvature flow. Progress in Mathematics, 290.*, Birkhäuser/Springer Basel AG, Basel (2011), xii+166 pp.

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

Método de Elementos Finitos: Fundamentos matemáticos para la dinámica y mecánica de fluidos

Cristian Pérez-Corral*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Las herramientas de modelización principales para entender el mundo natural son las ecuaciones en derivadas parciales, y los sistemas conformados con estas. Estos eventos se suceden en una infinidad de ramas de la ciencia: ingeniería biomédica, ciencias ambientales, ingeniería civil o aeronáutica. En esta última, el estudio de la dinámica de fluidos (como las presiones que ejerce el aire sobre el ala de un avión) es fundamental [1]. En ocasiones, la complejidad o computabilidad de estos es inabarcable, de dónde nace la importancia de los Métodos Numéricos. Este trabajo explora uno de los más utilizados, el Método de Elementos Finitos. Dada una ecuación en derivadas parciales cualquiera $Du = f$, el método de elementos finitos aproxima la solución discretizando el espacio y reduciéndolo a un problema de álgebra lineal, fácilmente computable. En el presente trabajo se dará una idea sobre cómo se hace dicha transformación, el proceso de discretización del dominio, y las transformaciones sobre el espacio vectorial donde vive la solución al problema para obtener la solución [2].

Trabajo conjunto con:

Anas El Ktini¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

Bibliografía

- [1] ZIENKIEWICZ, OLEK C AND TAYLOR, ROBERT LEROY AND NITHIARASU, PERUMA, *The finite element method for fluid dynamics*, Butterworth-Heinemann, 2013.
- [2] LARSON, MATS G AND BENGTSON, FREDRIK., *The finite element method: theory, implementation, and practice*, Texts in Computational Science and Engineering, 2010.

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

¹e-mail: aelkti@posgrado.upv.es

Método de Elementos Finitos: Fundamentos matemáticos para la dinámica y mecánica de fluidos

Anas El Ktini Yassine*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La ecuación de Poisson, $\Delta u = f$ en Ω con $u = 0$ en $\partial\Omega$, es el punto de partida para este modelo matemático. Utilizamos una formulación variacional buscando $u \in V_0$ tal que se cumpla la integral $\int_{\Omega} \nabla u \cdot \nabla v \, dx = \int_{\Omega} f v \, dx$ para todo $v \in V_0$.

En la aproximación por elementos finitos, se triangula el dominio Ω y se define el espacio V_h de funciones lineales a trozos. Las funciones base asociadas a los nodos son utilizadas para expresar cualquier función en V_h . Se establece un subespacio $V_{h,0}$ para cumplir con las condiciones de frontera de Dirichlet. El problema variacional se reformula en este contexto discreto y se ensamblan la matriz de rigidez $\mathbf{A}$ y el vector de carga $\mathbf{b}$. Resolviendo el sistema lineal $\mathbf{A}\mathbf{c} = \mathbf{b}$, obtenemos la aproximación u_h .

En aerodinámica, este modelo se aplica para simular el flujo potencial alrededor de aeronaves, calcular la distribución de presión y estimar los efectos de la capa límite. El método de elementos finitos se utiliza para discretizar el dominio aerodinámico, resolver las ecuaciones de Poisson y Laplace, y calcular las fuerzas aerodinámicas. Las visualizaciones de líneas de corriente y contornos de presión proporcionan información sobre fenómenos aerodinámicos críticos, y los resultados de FEM son esenciales para optimizar el diseño aerodinámico.

Trabajo conjunto con: Cristian Pérez-Corral

Bibliografía

- [1] ZIENKIEWICZ; OLEK AND TAYLOR; ROBERT LEROY AND NITHIARASU, *The finite element method for fluid dynamics, Butterwoth-Heinemann, 2013*,
- [2] LARSON, MATS G AND BENGZON FREDRIK., *The finite element method: theory, implementation, and practice*.

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

Métodos de Runge-Kutta: Limitaciones de Alto Orden

Daniel Roman*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, España

Resumen

Un método numérico es un algoritmo cuyo objetivo es la obtención de soluciones aproximadas problemas que carecen de solución analítica. Los estudios de Euler dieron lugar a esta rama de las matemáticas, donde los métodos de Runge-Kutta son unos de los más populares. Este artículo presenta un análisis elemental de los métodos de Runge-Kutta. Se centra en la deducción del caso general de segundo orden a partir del desarrollo truncado en series de Taylor. A partir de ejemplos particulares, explícitos e implícitos, se estudian la precisión y las limitaciones de alto orden inherentes a los métodos RK, así como el coste computacional que esto supone.

Trabajo conjunto con:

Verónica Medina¹, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Hugo Pacheco², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, España.

Bibliografía

- [1] CARL, RUNGE, Ueber die numerische Auflösung von Differentialgleichungen, Mathematische Annalen, 1895, 46, 167-178
- [2] WILHEM, KUTTA, Beitrag zur näherungsweise Integration totaler Differentialgleichungen, Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1901, 46, 435-453
- [3] JOHN C., BUTCHER, Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, John Wiley & Sons Ltd, 2008, Second
- [4] DAVID, KINKAID & WARD, CHENEY, Numerical Analysis Mathematics of Scientific Computing, Brooks/Cole Publishing Company, 1991
- [5] KARL, HEUN, Neue Methode zur approximativen Integration der Differentialgleichungen einer unabhängigen Veränderlichen, Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1900, 45, 23-38
- [6] ERNST, HAIRER & GERHARD, WANNER, Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems, Springer, 2008, Second

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

¹e-mail: vmedrid@posgrado.upv.es

²e-mail: hupava@alumni.uv.es

Métodos de Runge-Kutta: Condiciones de Orden y Árboles con Raíz

Hugo Pacheco Valenzuela*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de las condiciones de orden de los métodos Runge-Kutta, centrándose en el uso de árboles con raíz como herramienta para comprender su orden y caracterización precisa. Se definen conceptos de grafo árboles con raíz tales como vértice, aristas, raíces, hojas, funciones de orden y densidad, etiquetados monótonos, pesos elementales y aplicación diferencial que son utilizados para caracterizar métodos Runge-Kutta mediante diagramas de ejemplo. Para luego concluir en ecuaciones de la derivada q -ésima de soluciones en series de Taylor y numérica. Las cuales permiten definir la condición de orden para el método, basado en estos elementos de árboles con raíz y obtener su precisión.

Trabajo conjunto con:

Veronica Medina Rodriguez¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Daniel Roman Castellanos², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] FAIRES, J.D; BURDEN, R.L, *Numerical Methods*, 2002, pp. 213-283.
- [2] MARTÍNEZ MIGUEL, A., *Métodos Runge-Kutta particionados y métodos de composición: teoría del orden y aplicaciones*, Universidad de Valladolid, 2022.
- [3] BUTCHER, J.C, *Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*, 2008, pp. 93-103.
- [4] LEÓN MECÍAS, A., *Matemática Numérica II*, 2014, pp. 41-73.
- [5] BOAVENTURA, N., *Árboles, ecuaciones diferenciales ordinarias y el método autónomo de Runge-Kutta*, Universidad Central de Venezuela, 2009.

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

¹e-mail: vmedrid@posgrado.upv.es

²e-mail: rocasda@alumni.uv.es

Análisis de Estabilidad del Método de Runge-Kutta

Verónica Medina*

Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, España

Resumen

Un método numérico es un algoritmo cuyo objetivo es la obtención de soluciones aproximadas de problemas que carecen de solución analítica. Los estudios de Euler dieron lugar a esta rama de las matemáticas, donde los métodos de Runge-Kutta son unos de los más populares. Este artículo presenta un análisis elemental de los métodos de Runge-Kutta. Se realiza un análisis de estabilidad de estos métodos y mediante experimentaciones numéricas teniendo en cuenta métodos de Runge-Kutta explícitos e implícitos y de diferentes órdenes, se realizan comparaciones.

Trabajo conjunto con:

Daniel Román¹, Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València, España.

Hugo Pacheco², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, España.

Bibliografía

- [1] CARL, RUNGE, Ueber die numerische Auflösung von Differentialgleichungen, Mathematische Annalen, 1895, 46, 167-178
- [2] WILHEM, KUTTA, Beitrag zur näherungsweise Integration totaler Differentialgleichungen, Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1901, 46, 435-453
- [3] JOHN C., BUTCHER, Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, John Wiley & Sons Ltd, 2008, Second
- [4] DAVID, KINKAID & WARD, CHENEY, Numerical Analysis Mathematics of Scientific Computing, Brooks/Cole Publishing Company, 1991
- [5] KARL, HEUN, Neue Methode zur approximativen Integration der Differentialgleichungen einer unabhängigen Veränderlichen, Zeitschrift für Mathematik und Physik, 1900, 45, 23-38
- [6] ERNST, HAIRER & GERHARD, WANNER, Solving Ordinary Differential Equations I. Nonstiff Problems, Springer, 2008, Second

*e-mail: vmedrid@posgrado.uv.es

¹e-mail: rocasda@alumni.uv.es

²e-mail: hupava@alumni.uv.es

Una introducción a las derivadas fraccionarias de Riemann-Liouville y Caputo

Luis Lloret Sánchez*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
Valencia, España

Resumen

El concepto de derivada fraccionaria se estima que se planteó por primera vez en 1695. Desde entonces, ha sido desarrollado por grandes matemáticos y ha dado pie a una teoría que generaliza al cálculo de orden natural clásico, además de poseer una variedad de aplicaciones en modelización. Existe una gran variedad de derivadas fraccionarias, cada una con ventajas y desventajas sobre el resto. Por ello, siguiendo lo expuesto en [1], se mostrarán las derivadas fraccionarias de Riemann-Liouville y de Caputo, tratando los espacios en los que ambas se pueden definir, estudiando algunas de sus propiedades y comparándolas mediante ejemplos. Varias demostraciones de análisis funcional se seguirán de [2] y complementarán las pruebas para algunos resultados de las derivadas fraccionarias estudiadas. Se dejará la puerta abierta para plantear las ecuaciones diferenciales de orden fraccionario y cómo aplicarlas en modelización de problemas reales, obteniendo resultados más satisfactorios que con derivadas clásicas.

Trabajo conjunto con:

José Miguel Ramírez Muñoz¹, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Miguel López Durán², Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] KAI DIETHELM, *The Analysis of Fractional Differential Equations*, Springer, 2010.
- [2] RIESZ, F., SZ.-NAGY, B., *Vorlesungen über Funktionalanalysis*. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1956.

*e-mail: luisllo6@alumni.uv.es

¹e-mail: jmrammuo@upv.edu.es

²e-mail: lopdur@upv.edu.es

Teorema de existencia y unicidad para las ecuaciones diferenciales de orden fraccionario de Riemann-Liouville y Caputo

José Miguel Ramírez Muñoz*
Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Resumen

El concepto de derivada fraccionaria se estima que se planteó por primera vez en 1695. Desde entonces, ha sido desarrollado por grandes matemáticos y ha dado pie a una teoría que generaliza al cálculo de orden natural clásico, además de poseer una variedad de aplicaciones en modelización. En esta charla presentaremos los teoremas de existencia y unicidad para las derivadas de Riemann-Liouville y de Caputo [1], comparándolos con el teorema de existencia y unicidad de las ecuaciones diferenciales de orden natural [2]. Para ello usaremos la ecuación integral de Volterra, viendo que las soluciones de la ecuación integral también lo son del problema del valor inicial, y el teorema del punto fijo de Weissinger.

Trabajo conjunto con:

Miguel López Durán¹, Universitat Politècnica de València, València, Spain.

Luis Lloret Sánchez², Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] KAI DIETHELM, *The Analysis of Fractional Differential Equations*, Springer, 2010.
- [2] WOLFGANG WALTER, *Ordinary Differential Equations*, Springer New York, NY, 1998.

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

¹e-mail: mlopdur@upv.edu.es

²e-mail: luisllo6@alumni.uv.es

Aplicaciones de las derivadas fraccionarias a medicina y balística

Miguel López Durán*

Universitat Politècnica de València,
Valencia, España

Resumen

El concepto de derivada fraccionaria se estima que se planteó por primera vez en 1695. Desde entonces, ha sido desarrollado por grandes matemáticos y ha dado pie a una teoría que generaliza al cálculo de orden natural clásico, además de poseer una variedad de aplicaciones en modelización. En esta charla presentaremos algunas de estas aplicaciones con modelos donde intervienen las derivadas fraccionarias. En primer lugar, siguiendo las ideas de [2] y basándonos en el modelo presentado en [3], desarrollaremos un modelo de crecimiento de gliomas malignos bajo un tratamiento de quimioterapia. Veremos que hay existencia y unicidad de soluciones para este modelo y estudiaremos su estabilidad. Para terminar, definiremos la derivada Λ -fraccionaria a partir de la derivada de Riemann-Liouville y veremos cómo se puede usar para modelizar el movimiento de un proyectil en el vacío y cómo este modelo se aproxima mejor a la realidad que el modelo con derivadas usuales.

Trabajo conjunto con:

José Miguel Ramírez Muñoz¹, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Luis Lloret Sánchez², Universitat de València, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] LAZOPOULOS, A.K.; KARAOLANIS, D., *Fractional derivatives and projectile motion*, Axioms **10**(4), (2021), pp 297.
- [2] SUJITHA, S.; JAYAKUMAR, T.; MAHESKUMAR, D., *Fractional model of brain tumor with chemo-radiotherapy treatment*, Journal of Applied Mathematics and Computing **69**(5), (2023), pp 3793-3818.
- [3] TROBIA, J.; TIAN, K.; BATISTA, A.M.; GREBOGI, C.; REN, H.P.; SANTOS, M.S.; PRO-TACHEVICZ P.R.; BORGES, F.S.; SZEZECH, J.D.; VIANA, R.L.; CALDAS, I.L.; IAROSZ, K.C., *Mathematical model of brain tumour growth with drug resistance*, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation **103**, (2021), pp 106013

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

¹e-mail: jmrammuo@upv.edu.es

²e-mail: luisllo6@alumni.uv.es

On the equivalences of the group invariant Ekeland's variational principle

Daniel Isert Sales*

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

Abstract

On this talk we will present some equivalences of the group invariant Ekeland's variational principle that has been recently obtained in [3]. To do so, we will present the group invariant notions and some definitions required to the well-understanding of our results. We will also study some interesting relations that we obtained of this definitions concerning their group invariant version. Then we will move to present the main results of our work, the group invariant version of the equivalences of the Ekeland's variational principle. We are not going to focus on the proof of this results, we will just give the geometric idea behind it, and explain the role that is playing the group invariance.

Joint work with:

Javier Falcó¹, Departament d'anàlisi matemàtica, Universitat de València, Burjassot, València.

References

- [1] IVAR EKELAND, *On the variational principle*, Journal mathematical analysis and applications **47.2**, (1974), pp. 324-353.
- [2] FABIAN M.; HABALA P.; HÁJEK P.; MONTESINOS V.; ZIZLER V., *Banach space theory: the basis for linear and nonlinear analysis*, Springer, 2011.
- [3] FALCÓ J. AND ISERT D., *Group invariant variational principles*, ArXiv (2023).
- [4] PENOT J.-P., *The drop theorem, the petal theorem and Ekeland's variational principle*, Non-linear analysis theory, methods and applications, 10 (1986), pp. 813-822.
- [5] OETTLI, W. AND THÉRA, M., *Equivalents of Ekeland's variational principle*, Bulletin of the Austrlian Mathematical Society, 48 (1993), pp. 385-392.

*e-mail: daniel.isert@uv.es

¹e-mail: francisco.j.falco@uv.es

Sinogram domain transformations for data augmentation

Alejandro Sanz Sanchez*

Instituto de Instrumentación de la Imagen Molecular, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

In this paper we will study the feasibility of new data augmentation techniques directly over sinogram domain images of positron emission tomography (PET) data for its future use for medical image reconstruction using Neural Networks, as the state of the art techniques for data augmentation usually rely upon the use of 2D slices from ground truth images to apply these transformations. In order to perform the data augmentation techniques we will use simulated phantom data obtained using the GATE (GEANT4 Application for Tomographic Emission) over NEMA-like and Jacksack-like phantoms. We thus present a couple of novel techniques to apply rotation and zoom in/out over the sinogram domain images. In addition we will develop the mathematical proof of these methods and discuss the implications of these techniques over the sinogram domain data. We will also review the implications of the application of translations over the sinogram domain data and the impossibility of applying this technique without additional data from the list-mode data.

Joint work with:

Francisco Brandan García Aparisi¹, Instituto de Instrumentación de la Imagen Molecular,
Universitat Politècnica de València, València, Spain.

References

- [1] DeepPET Häggström I, Schmidtlein CR, Campanella G, Fuchs TJ. DeepPET: A deep encoder-decoder network for directly solving the PET image reconstruction inverse problem. *Med Image Anal.* 2019;54:253-262. doi:10.1016/j.media.2019.03.013
- [2] Deep-Fill Shiri, Isaac, Peyman Sheikhzadeh and Mohammad Reza Ay. "Deep-Fill: Deep Learning Based Sinogram Domain Gap Filling in Positron Emission Tomography." *arXiv: Medical Physics* (2019): n. pag.
- [3] GATE Jan S, Santin G, Strul D, et al. GATE: a simulation toolkit for PET and SPECT. *Phys Med Biol.* 2004;49(19):4543-4561. doi:10.1088/0031-9155/49/19/007

*e-mail: alsan23a@i3m.upv.es

¹e-mail: fbgarapa@i3m.upv.es

Introduction to Lie algebras and representation theory

Itziar Munyoz-Hernando*

Universitat Politècnica de València, València, Spain

Abstract

Throughout this talk, we will try to introduce Lie algebras, following the same pattern as when we start to study group theory and based on the structure chosen in [1] and in [2]. We will start by giving the main definitions, concepts, and results, showing relevant examples like $\mathfrak{gl}(n, F)$, $\mathfrak{sl}(l+1, F)$, $\mathfrak{so}(2l+1, \mathbb{C})$, $\mathfrak{so}(2l, \mathbb{C})$ and $\mathfrak{sp}(2l, \mathbb{C})$, which will not only aid in understanding, they will play an important role in the upcoming talks related to this one, *Semisimplicity of complex Lie algebras and root systems* by David Cabrera and *The classification of finite-dimensional complex semisimple Lie algebras* by Pedro Pérez. After that, we will talk about Lie algebras of dimension 1, 2 and 3, giving essential results for later dealing with those of higher dimension. We continue by introducing representation theory, where our objective is to explore the methods through which an abstract Lie algebra can be concretely interpreted as a subalgebra within the endomorphism algebra of a finite-dimensional vector space; here we highlight the *adjoint representation* and modules. Finally, we will focus on dealing with the finite-dimensional irreducible representations of $\mathfrak{sl}(2, \mathbb{C})$.

Joint work with:

David Cabrera-Berenguer¹, Universitat de València, València, Spain.

Pedro Pérez-Altarriba², Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] ERDMANN, KARIN AND WILDON, MARK J, *Introduction to Lie algebras*, Springer, Vol **122**, (2006).
- [2] HUMPHREYS, JAMES E, *Introduction to Lie algebras and representation theory*, Springer Science & Business Media, Vol **9**, (2012).

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

¹e-mail: cabeda@alumni.uv.es

²e-mail: peanpeal@alumni.uv.es

Semisimplicity of complex Lie algebras and root systems

David Cabrera-Berenguer*

Universitat de València,
València, Spain

Abstract

When studying semisimple Lie algebras, a useful tool to study its properties is the root system. In this work, we shall introduce relevant results about consequences of the semisimplicity of a complex Lie algebra and how we can characterize them. The called Killing form and Cartan's criteria play an important role in this topic. A helpful method for studying some attributes of a complex Lie algebra is via some Cartan subalgebra. This leads us to the root space decomposition of the algebra, which may be generalized to the concept of root system. We will develop the basic theory of root system, whose application will be seen in the subsequent talk, when working on the classification of finite-dimensional complex semisimple Lie algebras. This work is based following the structure of [1] and [2].

Joint work with:

Pedro Pérez-Altarriba¹, Universitat de València,
València, Spain.

Itziar Muñoz-Hernando², Universitat Politècnica de València,
València, Spain.

References

- [1] ERDMANN, KARIN AND WILDON, MARK J, *Introduction to Lie algebras*, Springer, Vol **122**, (2006).
- [2] HUMPHREYS, JAMES E, *Introduction to Lie algebras and representation theory*, Springer Science & Business Media, vol **9**, (2012).

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

¹e-mail: peanpeal@alumni.uv.es

²e-mail: imuohher@posgrado.upv.es

The classification of finite-dimensional complex semisimple Lie algebras

Pedro Pérez-Altarriba*

Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The importance of finite-dimensional complex semisimple Lie algebras is a well-known fact; therefore, the study of them is of utter importance. In this talk, we will present their classification, following [1] and adding some results from [2] for completeness. First, we will introduce the concept of a Dynkin diagram, which is the main tool we will use. Then, we will assign a Dynkin diagram to each isomorphism class of complex semisimple Lie algebras. Our aim is to classify Dynkin diagrams and study this correspondence. We focus our efforts on a simpler case—the complex simple Lie algebras, which are related to a special type of Dynkin diagrams: the connected ones. We will show how to recover our original goal from this special case. Then, we will classify the connected Dynkin diagrams. Finally, we will conclude by showing that the correspondence is one-to-one and surjective. Thus, we will achieve our objective of classifying the finite-dimensional complex semisimple Lie algebras.

Joint work with:

David Cabrera-Berenguer¹, Universitat de València, València, Spain

Itziar Munyoz-Hernando², Universitat Politècnica de València, València, Spain

References

- [1] ERDMANN, KARIN AND WILDON, MARK J, *Introduction to Lie algebras*, Springer, Vol **122**, (2006).
- [2] HUMPHREYS, JAMES E, *Introduction to Lie algebras and representation theory*, Springer Science & Business Media, Vol **9**, (2012).

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

¹e-mail: cabeda@alumni.uv.es

²e-mail: imuohher@posgrado.upv.es

Composition operators on Gelfand-Shilov classes

Héctor Ariza*

Universitat de València,
València, Spain

Abstract

We study composition operators on global classes of ultradifferentiable functions of Beurling type invariant under Fourier transform. In particular, for the classical Gelfand-Shilov classes Σ_d , $d > 1$, we prove that a necessary condition for the composition operator $C_\psi : f \mapsto f \circ \psi$ to be well defined is the boundedness of ψ' . We find the optimal index d' for which $C_\psi(\Sigma_d(\mathbb{R})) \subset \Sigma_{d'}(\mathbb{R})$ holds for any non-constant polynomial ψ .

Joint work with:

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

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

References

- [1] H. Ariza; C. Fernández; A. Galbis, *Composition operators on Gelfand-Shilov classes*. (2024). *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, Volume 531(Issue 2, Part 2), 127869.

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

¹e-mail: carmen.fdez-rosell@uv.es

²e-mail: antonio.galbis@uv.es

Álgebras de Hall y derivors entre álgebras homogéneas

Raúl Ruiz Mora*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La teoría del álgebra universal estudia álgebras relativas a una signatura y sus propiedades sin particularizar en la naturaleza de las estructuras. En particular, para relacionar álgebras con distinta signatura es útil el concepto de derivor, que permite interpretar símbolos de operación de la signatura dominio en símbolos de operación derivados en la signatura codominio. En esta presentación, definimos las álgebras de Hall y dos de sus representaciones más comunes que serán útiles para el estudio de los derivors. Además, probamos que las signaturas algebraicas y los derivors forman una categoría.

Trabajo conjunto con:

Enric Cosme¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] JUAN CLIMENT VIDAL AND ENRIC COSME LLÓPEZ, *A Curry-Howard approach to higher-order many-sorted term rewriting*, Technical report, Universitat de València, pendiente de publicación.

*e-mail: raul.ruiz-mora@uv.es

¹e-mail: enric.cosme@uv.es

A relationship and some questions

Vicent Pallardó Julià*

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

Abstract

In the field of image processing, the Rudin-Osher-Fatemi (ROF) denoising model [1] and the Chan-Vese (CV) biphasic segmentation model [2] have been widely studied. In both models, the aim is to minimize a functional consisting of two components: a term representing isotropic total variation and a penalty term. Given their structural similarity, a correlation emerges between their minimizers: *Given an image, the minimizer of the ROF problem enables us to establish a partial minimizer for the CV problem.* In this talk, we will introduce the ROF and CV models, explore the relationship between their minimizers, and discuss some questions regarding it: Can this connection be finer? Can it be sustained when working in an anisotropic context? What implications arise when extending the CV model for multiphasic segmentation? What adaptations are required to generalize this relationship?

References

- [1] RUDIN, L.I.; OSHER, S.J.; FATEMI, E., *Nonlinear total variation based noise removal algorithms*. Phys D **60** (1992), 259–268.
- [2] CHAN, T.F.; VESE, L.A., *Active contours without edges*. IEEE Trans. Image Process. **10** (2001), 266–277.

*e-mail: vicent.pallardo@uv.es

Gersho's conjecture and Voronoi tassellations

Marco Schipani*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The Honeycomb conjecture is an ancient problem regarding optimal tessellations. The 2D case was completely solved by T.Hales in 1999 where hexagonal structures are pervasive, but to date it remains an open problem for higher dimensions. The convex version of the Honeycomb conjecture is obtained by reformulating the problem in terms of Centroidal Voronoi tessellations (CVT) and is known as Gersho's conjecture. A first complete 2D proof of Gersho's conjecture is given by Gruber in 1999. The first part of this article is based on his variational approach, which extends the first proof of F.Tóth, in which the variational characterization of CVT's is foundational. Then, some open questions about the 3D case are presented, for which only results on bounds exist.

Joint work with:

Clément Collin¹, Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València, València, Spain

Martina Pascuzzo², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] GRUBER, P.M, *A short analytic proof of Fejes Tóth's theorem on sums of moments, aequationes mathematicae* 58 (1999), pp. 291-295.
- [2] HALES, T. C., *The Honeycomb Conjecture*, Discrete Computational Geometry Vol.25-1 (2001) 1-22.

*e-mail: mschipani75@gmail.com

¹e-mail: cclemen1@alumno.upv.es

²e-mail: pascuzzo@alumni.uv.es

Fortune's Algorithm to compute Voronoi diagrams

Martina Pascuzzo*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Fortune's algorithm is an incremental approach to compute a Voronoi diagram of point sites [1], based on a sweepline technique. When Steven Fortune published this method in 1987 [2], the efficient construction of Voronoi diagrams required the use of complex merge-and-conquer algorithms, and while there were simpler incremental approaches, they could not exceed the $O(n^2)$ bound on run time, where n is the number of points. This algorithm combines the efficiency of the first ones and the simplicity of the second ones having $O(n \log n)$ of running time and using $O(n)$ space. In the first part of this talk I will distinguish the two typical approach to compute a Voronoi diagram: the incremental one e the 'divide and conquer' one, focusing on the innovation of Fortune's proposal. Then I will go deep in the geometrical formulation of the algorithm and its limits, which suggest some questions on the possible improvements of Fortune's work.

Joint work with:

Clément Collin¹, Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain.

Marco Schipani², Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

References

- [1] DE BERG, M.; CHEONG, O.; VAN KREVELD, M; OVERMARS, M., *Computational Geometry, algorithms and applications*, Springer, Berlin (2008), pp. 148-159.
- [2] FORTUNE, S., *A Sweepline Algorithm for Voronoi Diagrams*, Springer-Algorithmica, New York, 1987.

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

¹e-mail: cclemen1@alumno.upv.es

²e-mail: mschipani75@gmail.com

Optimizing Fortune's algorithm and solving optimization problems through Voronoi diagrams

Clément Collin *

Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Abstract

The Fortune's algorithm is a sweep line algorithm used for calculating the Voronoi diagram of a set of points in a two-dimensional Euclidean space. In [1], the authors present an efficient implementation of this algorithm, which served as inspiration when we coded it in Python. In the first part of the presentation, we will showcase some results obtained from our implementation. Secondly, following a brief introduction to algorithmic complexity (time complexity versus space complexity, Big O notation), we will explain how we achieved lower worst-case time complexity by recording the successive states of the algorithm in appropriate data structures. We will draw some conclusions from it and provide some insights into reducing complexity. Finally, we will describe a certain class of optimization problems which can be solved through Voronoi diagrams as demonstrated in this article [2] and give some examples based on our Python code.

Joint work with:

Martina Pascuzzo ¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Marco Schipani ², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] Mark de Berg, Marc van Kreveld, Mark Overmars, and Otfried Schwarzkopf. *Computational Geometry: Algorithms and Applications*. Springer-Verlag, second edition, 2000.
- [2] Atsu Okabe and Atsuo Suzuki. Locational optimization problems solved through voronoi diagrams. *European Journal of Operational Research*, 98:445–456, 02 1997.

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

¹e-mail: pascuzzo@alumni.uv.es

²e-mail: mschipani75@gmail.com

Simulaciones biomecánicas: aplicaciones del método de elementos finitos a modelos de tejidos blandos

Juliana Serna Carrillo*

Estudiante Máster en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, España

Resumen

El método de elementos finitos o FEM (por sus siglas en inglés) es un método numérico que permite aproximar la solución de ecuaciones diferenciales parciales que modelan problemas físicos, no lineales y en la mayoría de sus casos desafiantes en dos o tres dimensiones. En la investigación de la mecánica de los sistemas biológicos, los FEM actúan como un complemento a los estudios in vivo y ex vivo que se realizan en los laboratorios, proporcionando información valiosa sobre el comportamiento de la función de las estructuras lo cual es útil para investigaciones preclínicas exploratorias [1]. Es por esto, que en esta charla se pretenden dar a conocer algunas de las distintas variaciones del estado del arte, en la aplicación de los FEM a simulaciones que abarcan desde tejidos blandos musculoesqueléticos, como el cartílago articular, los ligamentos, el menisco de la rodilla y el disco intervertebral [1], así como la simulación no simplificada de modelos 3D que permiten obtener el campo de tensiones y deformaciones en el interior de las fibras musculares de los seres vivos [2].

Trabajo conjunto con:

Carlos Serra¹, Estudiante Máster en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Gabriel Maureira², Estudiante Máster en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

José Mira³, Estudiante Máster en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] MAREN FREUTEL, HENDRIK SCHMIDT, LUTZ DÜRSELEN, ANITA IGNATIUS, FABIO GALBUSERA, *Finite element modeling of soft tissues: Material models, tissue interaction and challenges*, Clinical Biomechanics Volume 29, Issue 4, April 2014, Pages 363-372.
- [2] J. GRASA, B. HERNÁNDEZ-GASCÓN, A. RAMÍREZ, J.F. RODRÍGUEZ, B. CALVO, *Modelado numérico del comportamiento del tejido músculo-esquelético*, Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol. 28. Núm. 3. páginas 177-186 (Julio - Septiembre 2012).

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

¹e-mail: cserjim@upv.edu.es

²e-mail: gmaubra@upv.edu.es

³e-mail: jomigar4@upv.edu.es

En esta conferencia se dará a conocer una recopilación resumen sobre los métodos numéricos de elementos finitos aplicados en biomedicina. Rama de las ciencias, la medicina y la ingeniería donde generalmente se encuentran los sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales. Además, el artículo te brinda un panorama general sobre algunas aplicaciones específicas, como:

- Estudio de resistencia de tejidos vivos.
- Mecánica de sólidos en huesos.
- Técnicas de modelado térmico para tratamiento contra el cáncer
- Mecánica de fluidos en biomedicina.

De ellas presentare avances en el estado del arte del método de elementos finitos (MEF) para la simulación de la biomecánica ósea, aplicada en el diseño de prótesis, análisis de riesgo en tratamientos y predicción de rotura durante actividades específicas. Comenzaremos con algo de contexto sobre el uso del FEM y consideraciones en simulaciones. Nos centraremos en los avances en la biomecánica ósea, como las propiedades mecánicas, el análisis de tensión y deformación y el análisis de carga de fractura. También exploraremos descubrimientos en diseño de prótesis y simulaciones de tratamientos, buscando mejorar la fijación de implantes e implementar FEM para predecir la funcionalidad de los tratamientos con ultrasonido. Concluimos reflexionando sobre el alcance y avances futuros del método de los elementos finitos en biomecánica ósea.

Gabriel Maureira. Gmaubra@upv.edu.es

Grupo: Carlos Serra Jimenez, Juliana Serna Carrillo, Jose Antonio Mira Garcia, Gabriel Maureira Bravo

Antenas microcoaxiales, modeladas a través del método de elementos finitos, para el tratamiento de tumores óseos

Carlos Serra Jiménez*

estudiante del Máster Universitario en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, España

Resumen

En esta presentación se realiza una revisión del estado del arte, en la aplicación del método de los elementos finitos en biomedicina e ingeniería. En esta charla se mostrarán los resultados obtenidos en [1], en la cual se analizan las terapias térmicas más efectivas para el tratamiento de tumores óseos, específicamente usando microondas (MW), las que penetran fácilmente el tejido. Las células del tumor son calentadas por una antena microcoaxial insertada en este. La técnica de ablación térmica inducida por antenas de microondas basa su funcionamiento en la generación de un campo electromagnético, el cuál incrementará la temperatura en un rango de que va desde 60°C a 100°C en áreas circundantes a la antena. En [1] los autores han generado varias simulaciones 3D en COMSOL Multiphysics con el fin de evaluar el comportamiento de estas antenas. Además, se propone una herramienta computacional para analizar de forma óptima y semiautomática el comportamiento de las antenas. Esta herramienta analiza las distribuciones de temperatura y energía electromagnética (EM), volúmenes de tejido; así como histogramas de temperatura y energía EM. Al obtener estos parámetros de manera consecutiva, la evaluación de las antenas es más rápida, diferente a lo que se hace con el software de simulación. Dicha herramienta reconstruye efectivamente los modelos 3D y permite observar si la antena genera ablación térmica y provoca muerte celular en hueso sin dañar tejido sano circundante.

Trabajo conjunto con:

Juliana Serna¹, estudiante del Máster Universitario en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Gabriel Maureira², estudiante del Máster Universitario en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

José Mira³, estudiante del Máster Universitario en Investigación Matemática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] DIONISIO MERIDA, J; SACRISTAN ROCK, E; TRUJILLO ROMERO, C.J., *Herramienta computacional para la evaluación de modelos 3D de antenas microcoaxiales para el tratamiento de tumores óseos*, XLIII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, (15 – 17 de octubre 2020).

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

¹e-mail: jsercar@upv.edu.es

²e-mail: gmaubra@upv.edu.es

³e-mail: jomigar4@upv.edu.es

Introducción a la teoría de wavelets. Transformada wavelet continua

Jorge Valero Mira*

Departamento de Matemáticas, Universidad de Alicante,
Alicante, Spain

Resumen

Para entender mejor la inflación, tema que es de extremada vigencia a nivel global, proponemos un estudio de la relación dinámica entre crecimiento monetario e inflación en la Unión Europea mediante el uso del análisis de wavelets. En esta charla, se tratará el aspecto teórico de las wavelets, por ello se hará una introducción a la notación básica y se verá cómo pueden ser estas útiles para descomponer una serie temporal en un espacio de tiempo-frecuencia, y de esta forma identificar la relación a corto y largo plazo entre dos series, y cómo cambian con el tiempo. En concreto se profundizará en la transformada wavelet continua, que será la que utilizaremos en este caso.

Trabajo conjunto con:

Gabriel Rosario Roselló¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València

Stefan Diehl², Centre for Mathematical Sciences, Lund University, Lund, Sweden.

Bibliografía

- [1] JIANG, C., CHANG, T., LI XL., *Money growth and inflation in China: New evidence from a wavelet analysis*, International Review of Economics & Finance **35**, (2015), pp. 249-261.
- [2] TORRENCE C. & COMPO, G., *A Practical Guide to wavelet analysis*, Bulletin of the American Meteorological Society **79** (1998), pp., 61-78.

*e-mail: jvm62@alu.ua.es

¹e-mail: garoro4@alumni.uv.es

²e-mail: stefan.diehl@math.lth.se

Coherencia wavelet, una herramienta para el análisis dinámico entre series temporales.

Gabriel Rosario Roselló*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Para entender mejor la relación dinámica entre crecimiento monetario e inflación, tema que es de extremada vigencia a nivel global, realizaremos un estudio, en el contexto de la Unión Europea, mediante el uso del análisis de wavelets. En esta charla en concreto explicaremos la teoría y los métodos para la extracción de las características en wavelets. Nos basaremos en el uso del espectro de potencia wavelet de una serie temporal, concepto generalmente conocido por su interpretación en el ámbito de la física, que se puede intuir como una medida de la varianza local de la serie (o covarianza entre series) para cada frecuencia. A partir de esta introduciremos la herramienta principal, presentada en [1] y [2], denominada, coherencia de wavelet, definida a través del espectro de potencia wavelet. Este indicador tomará valores entre 0 y 1 en un espacio de tiempo-frecuencia, lo que nos dará una medida natural para la correlación entre las series temporales.

Trabajo conjunto con:

Jorge Valero Mira¹, Departamento de Matemáticas, Universidad de Alicante, Alicante, España.
Christian Paredes², Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politècnica de Valencia, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] JIANG, C., CHANG, T., LI XL., *Money growth and inflation in China: New evidence from a wavelet analysis*, International Review of Economics & Finance **35**, (2015), pp. 249-261.
- [2] TORRENCE C. & COMPO, G., *A Practical Guide to wavelet analysis*, Bulletin of the American Meteorological Society **79** (1998), pp., 61-78.

*e-mail: garoro4@alumni.uv.es

¹e-mail: jvm62@gcloud.ua.es1

²e-mail: clparagu@posgrado.upv.es

Coherencia wavelet, una herramienta para el análisis dinámico entre series temporales.

Christian L. Paredes Aguilera*

Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politècnica de Valencia
Valencia, España.

Resumen

Para entender mejor la relación dinámica entre el crecimiento del dinero y la inflación, tema que es de extremada vigencia a nivel global, proponemos un estudio en el contexto de la Unión Europea, mediante el uso del análisis de wavelets. Esta charla se centra en la diferencia de fase wavelet, una herramienta matemática que permite identificar correlaciones en series temporales; que es esencial cuando la coherencia wavelet, por su naturaleza cuadrada, no puede distinguir entre correlaciones de distinto signo. Además, la diferencia de fase wavelet puede sugerir causalidad entre las series, lo que es de gran relevancia para entender las relaciones económicas subyacentes. Por último, se realizará un análisis integral de su aplicación, que abarcará tanto la diferencia de fase wavelet como la coherencia wavelet, entre dos indicadores económicos: el agregado monetario M1 y el Índice Armonizado de Precios al Consumidor (HICP).

Trabajo conjunto con:

Gabriel Rosario Roselló¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Jorge Valero Mira², Departamento de Matemáticas, Universidad de Alicante, Alicante, España.

Bibliografía

- [1] JIANG, C., CHANG, T., LI XL., *Money growth and inflation in China: New evidence from a wavelet analysis*, International Review of Economics & Finance **35**, (2015), pp. 249-261.
- [2] TORRENCE C. & COMPO, G., *A Practical Guide to wavelet analysis*, Bulletin of the American Meteorological Society **79** (1998), pp., 61-78.

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

¹e-mail: garoro4@alumni.uv.es

²e-mail: jvm62@gcloud.ua.es1