IX Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Programa

Facultad de Matemáticas, Universitat de València,
25-26 de Enero de 2022

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. Por las restricciones ante la situación actual, el aforo al Salón de Grados está restringido, así que se ruega a aquellas personas que quieran asistir de forma presencial que lo comuniquen previamente al mail maria.c.marti@uv.es. También pueden seguir la retransmisión en directo desde el siguiente enlace:

Enlace Congreso INVESTMAT 2022

Participantes del VIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas realizado en Enero de 2021

Horario

El congreso consta de **26 charlas** de **20-25 minutos**, incluyendo cuestiones y comentarios, distribuidas en 7 sesiones el Martes 25 de Enero (mañana y tarde) y el Miércoles 26 de Enero (mañana y tarde).

Las sesiones 1 - 6 se realizarán de forma presencial en el Salón de Grados de la Facultat de Matemàtiques de la Universitat de València, y serán retransmitidas, mientras que la sesión 7 será únicamente en formato online.

<table>
<tr><th></th><th>25 de enero</th><th>26 de enero</th></tr>
<tr><td>09:00-09:15</td><td>Presentación</td><td></td></tr>
<tr><td>09:15-09:40</td><td rowspan="4">SESIÓN 1</td><td rowspan="4">SESIÓN 5</td></tr>
<tr><td>09:40-10:05</td></tr>
<tr><td>10:05-10:30</td></tr>
<tr><td>10:30-10:55</td></tr>
<tr><td>10:55-11:25</td><td>Coffee Break</td><td>Coffee Break</td></tr>
<tr><td>11:25-11:50</td><td rowspan="5">SESIÓN 2</td><td rowspan="3">SESIÓN 6</td></tr>
<tr><td>11:50-12:15</td></tr>
<tr><td>12:15-12:40</td></tr>
<tr><td>12:40-13:05</td><td rowspan="2">Doctorado</td></tr>
<tr><td>13:05-13:30</td></tr>
<tr><td>13:30-15:00</td><td>Lunch Break</td><td>Lunch Break</td></tr>
<tr><td>15:00-15:25</td><td rowspan="3">SESIÓN 3</td><td rowspan="3">SESIÓN 7</td></tr>
<tr><td>15:25-15:50</td></tr>
<tr><td>15:50-16:15</td></tr>
<tr><td>16:15-16:30</td><td>Break</td></tr>
<tr><td>16:30-16:55</td><td rowspan="3">SESIÓN 4</td><td>Clausura</td></tr>
<tr><td>16:55-17:20</td><td></td></tr>
<tr><td>17:20-17:45</td><td></td></tr>
</table>

Para cerrar la parte presencial del 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

Martes 25 de Enero (Mañana)

Sesión 1

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:15 - 09:40	José Alejandro Serón Rodrigo	*Teoría de conjuntos: el modelo ZFC*
09:40 - 10:05	Marc Tomás Martínez	*Teoría de conjuntos: números ordinales. Una generalización de los naturales*
10:05 - 10:30	Adrián Fidalgo Díaz	*Teoría de conjuntos: números cardinales*
10:30 - 10:55	Emilia Giulia Tersigni	*Aplicaciones de las Matemáticas en las epidemias SIR Covid-19*

Sesión 2

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:25 - 11:50	Faouzi Tamzart	*Mathematical modeling in epidemiology using networks contacts*
11:50 - 12:15	Jeremias Van der Wardt	*Applications of mathematics in epidemics. Stochastic Epidemic Modeling*
12:15 - 12:40	Daniel Isert Sales	*The heat flow on random walk spaces*
12:40 - 13:05	Eduardo Sena Galera	*The Rudin-Osher-Fatemi Model in random walk spaces*
13:05 - 13:30	Álvaro González Cortés	*An introduction to Random Walk Spaces and its applications in Partial Differential Equations*

Martes 25 de Enero (Tarde)

Sesión 3

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:25	Álvaro Vargas Moreno	*Modelización y control de los procesos de interacción de glucosa e insulina mediante el modelo de Bergman*
15:25 - 15:50	Alberto Pérez Galende	*Resolución del modelo de Hovorka en pacientes con diabetes tipo 1*
15:50 - 16:15	Marcos Llamazares López	*Resolución de un sistema de ecuaciones diferenciales de orden fraccionario para el modelado de glucosa e insulina*

Sesión 4

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:30 - 16:55	Pablo Sabater García	*Cryptographyc systems. Public Key Systems and Elliptic Curve Cryptography*
16:55 - 17:20	Cristina Pérez Diukina	*Cryptographic systems: Public-Key Cryptanalysis*
17:20 - 17:45	Juan Zaragoza Chichell	*Cryptosystems: Hash Functions*

Miércoles 26 de Enero (Mañana)

Sesión 5

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:15 - 09:40	Khleef Khalaf Almutairi	*A fuzzy system to improve image denoising method*
09:40 - 10:05	Eloy Tomás Serrano Andrés	*Introducción a la Teoría de fractales desde la geometría*
10:05 - 10:30	Fernán González Ibáñez	*Fractals in real world*
10:30 - 10:55	Cayetano Manchón Pernis	*Aplicaciones de los fractales, en generación de terreno realista y compresión de imágenes*

Sesión 6

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:25 - 11:50	José Daniel Subías Sarrato	*Renderizado Diferenciable*
11:50 - 12:15	Joaquín Francisco Valencia Sullca	*Design of New Topologies of Microwave Filtering Structures in Waveguide Technology*
12:15 - 12:40	Roberto Pons Anaya	*Renderizado diferenciable y aplicaciones: Restauración y preservación del patrimonio mediante registro 3D*

Miércoles 26 de Enero (Tarde)

Sesión 7

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
14:35 - 15:00	Sergio Alvarado Orellana	*Modelos de interacciones interespecíficas en ecología matemática*
15:00 - 15:25	Ángel Rolando Morocho Quintuña	*Graphs of convolutions in neural networks*
15:25 - 15:50	Pablo Merino San José	*Spectral theory and methods for graph CNNs and some applications*
15:50 - 16:15	Enric Alberola Boloix	*From convolutions to convolutions in graphs: a mathematical framework*

Abstracts

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Teoría de conjuntos: el modelo ZFC

José Alejandro Serón Rodrigo*

Abstract

La teoría de conjuntos tiene varías aplicaciones interesantes, entre las que destaca poder ser un sistema fundacional de la matemática en general. Una de las formas más comunes de hacerlo es en forma del modelo Zermelo-Fraenkel junto al axioma de elección, abreviado como ZFC. En esta charla se explicará en que consiste exactamente el modelo ZFC, que axiomas tiene y se construirán varios conceptos matemáticos, como el de correspondencia, en terminos conjuntistas.

Trabajo conjunto con:
Adrián Fidalgo Díaz[1],
Marc Tomás Martínez[2],

Bibliografía

Cori, R.; Lascar, S.; Pelletier, D.H., *Mathematical Logic. A course with exercises. Part II: Recursion theory, Gödel's Theorems, Set theory, Model theory* , Oxford University Press, (2001), pp. 108-120

*e-mail: joasero@alumni.uv.es
[1]e-mail: afiddia@posgrado.upv.es
[2]e-mail: marcto3@alumni.uv.es

IX Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas
Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València
25 - 26 de Enero de 2022

Teoría de conjuntos: números ordinales. Una generalización de los naturales

Marc Tomás Martínez*

Resumen

Partiendo de los axiomas de Zermelo-Frankel de la teoría de conjuntos, se desarrolla una herramienta especialmente importante en teoría de conjuntos, los ordinales. Un conjunto se dice que es un ordinal si es transitivo y la relación de pertenencia al conjunto es un buen orden [1]. Para conjuntos ordenados, y en particular para los ordinales, se definen dos operaciones: la suma y el producto. Estas operaciones nos permiten obtener una imagen, todavía incompleta pero ilustrativa, de la construcción de los números ordinales y de cómo son una generalización de los naturales [2].

Trabajo conjunto con:
José Alejandro Serón Rodrigo[1],
Adrián Fidalgo Díaz[2].

Bibliografía

[1] Cori, R.; Lascar, D.; Pelletier, D.H., *Mathematical Logic. A Course with Exercises. Part II: Recursion Theory, Gödel's Theorems, Set theory, Model theory*, Oxford University Press, 2001.

[2] Devlin, K., *The Joy of Sets. Fundamentals of Contemporary Set Theory*, 2nd ed., Springer-Verlag, 1992.

*e-mail: marcto3@alumni.uv.es
[1]e-mail: joasero@alumni.uv.es
[2]e-mail: afiddia@posgrado.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Teoría de conjuntos: números cardinales

Adrián Fidalgo Díaz*

Resumen

La capacidad de contar es algo que se asimila a una edad muy temprana pero formalizar matemáticamente este concepto requiere de un conocimiento base sobre teoría de conjuntos. Esta charla tendrá como objetivo explicar a grandes rasgos en qué consiste comparar la cantidad de elementos de dos conjuntos dados. Para ello se introducirá así el concepto de cardinal [1] que extiende la noción primitiva de "contar" a conjuntos no necesariamente finitos.

Trabajo conjunto con:
José Alejandro Serón Rodrigo[1],
Marc Tomás Martínez[2]

Bibliografía

[1] Cori, R.; Lascar, S.; Pelletier, D.H., *Mathematical Logic. A course with exercises. Part II: Recursion theory, Gödel's Theorems, Set theory, Model theory*, Oxford University Press, (2001), pp. 140-157.

*e-mail: afiddia@posgrado.upv.es
[1]e-mail: joasero@alumni.uv.es
[2]e-mail: marcto3@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Aplicaciones de las Matemáticas en las epidemias SIR Covid-19

Emilia Giulia Tersigni*

Alumna INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain

Resumen

Los modelos matemáticos han sido herramientas notables para conocer de antemano la propagación de una enfermedad y el momento adecuado de aplicar las restricciones poblacionales. En esta charla se presentará el modelo clásico Susceptible-Infeccioso-Recuperado (SIR) y porque no es capaz de hacer predicciones precisas sobre el curso de afecciones como el COVID-19. En [**?**] los autores demuestran que los datos oficiales publicados por las autoridades de diversos países (Italia, España y EE.UU.) sobre la expansión del COVID-19 son compatibles con un modelo no autónomo de tipo SIR con dinámica vital y población no constante, calibrado según tasas de infección y mortalidad exponencialmente decrecientes. Se mostrará que utilizando esta calibración construyeron un modelo cuyos resultados para los parametros epidemiológicos más relevantes, como el número de casos activos, las muertes acumuladas, las nuevas muertes diarias y los nuevos casos diarios (entre otros) se ajustan a los datos reales disponibles sobre la primera y sucesivas oleadas de COVID-19. Además, también se proporcionan predicciones sobre la evolución de esta pandemia en Italia y Estados Unidos en varios escenarios plausibles.

Trabajo conjunto con:

Faouzi Tamzart[1], Alumno INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain.

Jeremias van der Wardt[2], Alumno INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain.

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 **115(772)**, (1927), pp. 700-721.

[2] Muñoz-Fernández, G.A.; Seoane, J.M.; Seoane-Sepúlveda, J.B., *A SIR-type model describing the successive waves of COVID-19*, Chaos, Solitons, Fractals **144**, (2021).

[3] Pliego, E.C., *Modelos epidemiológicos de enfermedades virales infecciosas*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, 2011.

*e-mail: eter@alumnni.uv.es

[1]e-mail: tamfa@alumni.uv.es

[2]e-mail: wardt@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Mathematical modeling in epidemiology using networks contacts

Faouzi Tamzart*
Alumno INVESTMAT, Universitat de Valencia, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, Spain

abstract

The last decade has seen the development of an innovative and efficient approach to model the spread of infectious diseases in populations. Contact network epidemiology using theory of graphs to account for the interactions that allow the transmission of infectious diseases between individuals. A complex network is a set of nodes and links connecting them together. Different types of networks are defined according to the nature of the nodes and links. The percolation of links in such networks can predict the outcome of an epidemic and thus help test and improve public health policies. We present a new model of link percolation on complex networks with any degree distribution and where heterogeneity in link occupancy probability is explicitly incorporated. Since many infectious diseases have heterogeneous transmissible, due to physiological and behavioral differences between individuals, this model will allow for much more precise and detailed studies and may contribute to the development of public health policies better adapted to reality.

Joint work with:
Emilia Giulia Tersigni[1], Alumna INVESTMAT, Universitat de Valencia, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, Spain.
Jeremias van der Wardt[2], Alumno INVESTMAT, Universitat de Valencia, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, Spain.

Bibliography

[1] J.Abello, P M. Pardalos, and M. G. C., *Random evolution of massive graphs,in Handbook of Massive Data Sets, Resende, eds KLuwer Academic* . **Dordrecht,(2002)**, pp. 97a122

[2] R. Albert and A.-L. Barabasi,, *Statistical mechanics of complex networks,Rev. Mod. Phys.,***Rev. Mod. Phys, 74 (2002)**, pp. 47a97.

[3] S. Bansal, B. T. Grenfell, and L. A. Meyers., *When individual behaviour matters : homogeneous and network models in epidemiology J. R. Soc.* **Interface,4 (2007),**,pp. 879a891.

*e-mail: tamfa@alumnni.uv.es
[1]e-mail: eter@alumni.uv.es
[2]e-mail: wardt@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Applications of mathematics in epidemics Stochastic Epidemic Modeling

Jeremias van der Wardt*
Student INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain

Abstract

In this article we explain different ways to model an epidemic using mathematics. A more detailed introduction to this topic is provided in [1]. The modelling of epidemics allows a distinction between two approaches, i.e. a deterministic and a non-deterministic approach. With regard to the latter, we consider models in which the course of the epidemic is described by stochastic processes. More specifically, we look at compartmental models, such as the well-known SIR-model, in which the population is divided into groups that describe their health status. The aim is then to describe the transition dynamics between the groups. While also existend as deterministic versions, we focus on the non-deterministic models. Using the SIR-model as an example, we show how the deterministic version can be extended to a stochastic model in order to take into account for the randomness of the transition rates. We then show how key figures of the epidemic can be derived via the properties of the stochastic processes used.

In collaboration with:
Faouzi Tamzart[1], Student INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain.
Emilia Giulia Tersigni[2], Student INVESTMAT, Universitat de València, Universidad Politécnica de Valencia, València, Spain.

References

[1] Daley, D. J.; Gani, J., *Epidemic Modelling: An Introduction*, Cambridge University Press, 1999.

*e-mail: wardt@alumni.uv.es
[1]e-mail: tamfa@alumni.uv.es
[2]e-mail: eter@alumnni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

The heat flow on random walk spaces

Daniel Isert Sales*
Universitat de València
València, Spain

Abstract

Our main goal in this paper is to study the heat flow in random walk spaces. To do so, firstly we will need to introduce some notation about semigroup theory, which we can find more extended in [1], and some important properties. We will also revise a result given in [2] that prove that in a reversible random walk space, the m-laplacian generates a Markovian semigroup in $L^2(X, \nu)$ which we will call the heat flow. And two equivalences for the study of the asimptotic behaviour of the heat flow and the infinite propagation speed. To end up, we will give some examples of the heat flow in graphs and in nonlocal models in $\mathbb{R}^N$ associated with a nonsingular kernel.

Joint work with:
Eduardo Sena Galera[1], Universitat de València.
Álvaro González Cortés[2], Universitat Politècnica de València.

References

[1] Masatoshi, Fukushima and Yoichi, Oshima and Masayoshi, Takeda, *Dirichlet forms and symmetric Markov processes*, De Gruyter studies in mathematics 19, 2011.

[2] Mazon, Jose M and Solera, Marcos and Toledo, Julian, *Gradient flows in random walk sapces*, SeMA Journal, Springer, 2021.

*e-mail: isada@alumni.uv.es
[1]e-mail: segae@alumni.uv.es
[2]e-mail: algoncor@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

The Rudin-Osher-Fatemi Model in random walk spaces

Eduardo Sena Galera*
Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Let us recall the classic problem in image restoration. Given a corrupted image $f : \Omega \longrightarrow \mathbb{R}$, the aim is to remove the noise or corruption in order to obtain the desired "clean" image $u : \Omega \longrightarrow \mathbb{R}$ which is related to the original one by

$$f = u + n$$

when n is the additive noise. Unfortunately, the problem of recovering u from f is ill-posed. To handle this problem, Rudin, Osher and Fatemi (see [1]) proposed to solve the minimization problem over the space of Bounded Variation. To solve this, we will obtain the Euler-Lagrange equations of the corresponding variational problems and their gradient flows. [2]

Joint work with:
Álvaro González Cortés[1], Universitat de València.
Daniel Isert Sales[2], Universitat de València.

References

[1] Rudin, L.; Osher, S.;Fatemi, E., *Nonlinear Total Variation based Noise Removal Algorithms*. Physica D., **60** (1992), 259–268.

[2] Solera, Marcos; Mazón, J.M. ; Toledo, J.J., *Gradient Flows in Random Walk Spaces*, SeMA Journal, Springer, 2021.

*e-mail: segae@alumni.uv.es
[1]e-mail: algoncor@alumni.uv.es
[2]e-mail: isada@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

An introduction to Random Walk Spaces and its applications in Partial Differential Equations

Álvaro González Cortés*
Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

In this paper, whose framework is measure theory, we will introduce the concept of random walk through several notations and concepts. Later on, we will expand all these to the notion of random walk space, and give examples that will motivate the study of these spaces. Specially in the context of the partial differential equations (PDE), giving a new approach to this theory how it is done in [1].

Joint work with:
Daniel Isert Sales[1], Universitat de València.
Eduardo Sena Galera[2], Universitat de València.

References

[1] Mazón, José M and Solera, Marcos and Toledo, Julián, *Gradient flows in random walk spaces*, SeMA Journal, Springer, 2021.

*e-mail: algoncor@alumni.uv.es
[1]e-mail: isada@alumni.uv.es
[2]e-mail: segae@alumni.uv.es

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

Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad de Valencia

25 - 26 de Enero de 2022

Modelización y control de los procesos de interacción de glucosa e insulina mediante el modelo de Bergman

Álvaro Vargas Moreno *
Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, Spain

Resumen

La diabetes tipo I es una enfermedad ampliamente extendida en la población mundial cuyo tratamiento en forma de dosis de insulina autoaplicadas se revela en muchos casos deficiente. En este sentido en los últimos años ha surgido una corriente de investigación cuyo objetivo es desarrollar autómatas que sean capaces de suministrar la insulina necesaria a tiempo real y así mantener los niveles de glucosa siempre estables. Con este objetivo se han ido sucediendo en el tiempo los modelos matemáticos de interacción de glucosa e insulina. En esta presentación se expondrá el primer modelo que surgió, el modelo de Bergman [2], y trataremos de diseñar un control automatizado para personas con diabetes tipo I. Para ello desarrollaremos técnicas como la linealización de modelos dinámicos y la transformada de Laplace [3] con el fin de tratar el modelo no lineal de Bergman hasta expresarlo en forma de función de transferencia [1]. Asimismo desarrollaremos también las herramientas de teoría de control necesarias y propondremos un diseño de un controlador PID cuyos resultados son satisfactorios para el modelo de Bergman.

Trabajo conjunto con:
Alberto Pérez Galende[1], Universidad Politeécnica de Valencia, Valencia, Spain.
Marcos Llamazares López[2], Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Bibliografía

[1] Karam, Ekhlas y Jadoo, Eman y Hassony, Eman, (2019), *Design Modified Robust Linear Compensator of Blood Glucose for Type I Diabetes Based on Neural Network and PSO Algorithm*, 29-36, 10.11648/j.cse.20190302.12

[2] Bondia, Jorge y Romero-Vivo, Sergio y Ricarte, Beatriz y Diez, Jose Luis, (2018), IEEE Control Systems Magazine, *Insulin Estimation and Prediction: A Review of the Estimation and Prediction of Subcutaneous Insulin Pharmacokinetics in Closed-Loop Glucose Control*, 10.1109/MCS.2017.2766312.

[3] Gustav Doetsch, (1974) Springer-Verlag Berlin Heidelberg *Introduction to the Theory and Application of the Laplace Transformation*

*e-mail: alvarmo1@etsii.upv.es
[1]e-mail: apergal.posgrado.upv.es
[2]e-mail: marllalo@alumni.upv.es

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

Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad de Valencia

25-26 de Enero de 2022

Resolución del modelo de Hovorka en pacientes con diabetes tipo 1

Alberto Perez Galende*
Alumno Máster Investmat, Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, España

Resumen

La diabetes tipo 1 es una enfermedad que afecta a un gran número de personas a nivel mundial. Desde hace años se han desarrollado diferentes modelos matemáticos para ser capaz de prevenir las alteraciones y las respuestas necesarias para estabilizar el sistema. El modelo de Hovorka es una evolución del modelo mínimo o modelo de Bergman. Este modelo divide el problema en tres subsistemas, el primero que se encarga de modelizar absorción, distribución y disposición de la glucosa la glucosa a través de un esquema de dos compartimentos. El segundo subsistema monitoriza la absorción, distribución y disposición de la insulina usando un esquema de un único compartimento. El último subsistema se basa en tres ecuaciones auxiliares que modelizan las acciones de la insulina.[**?**] En esta presentación se presentará el teorema de existencia y unicidad de la solución de las ecuaciones diferenciales y se explicará este modelo en profundidad. Para finalizar se comparará el modelo de Hovorka con el modelo mínimo de Bergman, destacando las ventajas e inconvenientes en comparación.

Trabajo conjunto con:
Alvaro Vargas Moreno[1], Alumno Máster Investmat, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España.
Marcos Llamazares Lopez[2], Alumno Máster Investmat, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España.

Bibliografía

[1] Roman Hovorka et al , *Nonlinear model predictive control of glucose concentration in subjects with type 1 diabetes*, 2004 Physiol. Meas. , 25 905

*e-mail: apergal@posgrado.upv.es
[1]e-mail: alvarmo1@alumni.upv.es
[2]e-mail: marllalo@alumni.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Resolución de un sistema de ecuaciones diferenciales de orden fraccionario para el modelado de glucosa e insulina

Marcos Llamazares López*
Alumno Máster InvestMat,Universidad Politecnica de Valencia
Valencia, España.

Resumen

La modelización de los niveles de glucosa e insulina en sangre es fundamental para el control y la mejora en la calidad de vida de los pacientes de diabetes. En esta charla se modelizarán dichos parámetros empleando un sistema de tres ecuaciones diferenciales no lineales de orden fraccionario propuesto en [1], donde se resolverán las variables de glucosa, insulina y respuesta dinámica de insulina. Para ello se definirán en primer lugar los conceptos básicos de la derivación fraccionaria [2]. Seguidamente se propondrán unas herramientas de resolución para ecuaciones diferenciales fraccionarias empleando propiedades de la transformada de Laplace y la función de Mittag-Leffler [2],[3]. Finalmente se resolverá el sistema linealizado en torno a los valores basales de glucosa e insulina, obteniendo una soluci0́n general para funciones cualesquiera de entrada de glucosa por ingesta de alimentos y entrada de insulina por métodos de control.

Trabajo conjunto con:
Alvaro Vargas Moreno[1], Alumno Máster Investmat, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España.
Alberto Pérez Galende[2], Alumno Máster Investmat, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España.

Bibliografía

[1] Simona Coman, Cristian Boldisor, Laura Floroian, *Fractional Adaptive Control for a Fractional â Order Insuline â Glucose Dynamic Model*, 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM) 2017 Intl Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP)

[2] María Rodríguez Martín, Antonio López Montes, *Introducción al cálculo fraccionario y a los modelos de crecimiento tumoral clásicos y fraccionarios*, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Matemáticas, 2020.

[3] Antón Lombardero Ozores, *Fractional Calculus and newtonian dynamics.*, Revista de investigación GIE Pensament Matemàtic, Volumen IV, Número 1, pp.077-106 (2014).

*e-mail: marllalo@alumni.upv.es
[1]e-mail: alvarmo1@alumni.upv.es
[2]e-mail: apergal@posgrado.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Cryptographyc systems. Public Key Systems and Elliptic Curve Cryptography

Pablo Sabater García

Abstract

Importance of cryptography is increasing rapidly in our society, every time exist the necessity of send a message preventing someone else read it. The purpose of this talk is to revise the mathematic formulation of the problem which consists in encrypt and decrypt messages using rudiments of algebra. The idea is to model the process of encrypt and decrypt as elementary functions of a group. The interest is that the problem of encrypt is easy and the problem of decrypt is difficult, and the difficult of the decryptation depdens, parttly, on the choosen group. The model consists in to find the logatithm of an element of the group to a base, the callen Discrete Logarithm Problem. We deepen in the particular case when the group is an elliptic courve of a field.

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Cryptographic systems: Public-Key Cryptanalysis

Cristina Perez-Diukina*
Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

With the ever-increasing compute power, security of sensitive information is at risk. The encryption algorithms have greatly gained in complexity, but even these crypted messages could be at risk from attackers. There exist, however, cryptography algorithms that cannot be broken in an efficient way and in a reasonable amount of time [1]. In this talk we will focus on public-key cryptosystems such as RSA (Rivest-Shamir-Adleman), that was first bulished in 1978 [2]. We will discuss their security from a cryptanalytic perspective. Some examples to illustrate how difficult it is to break such cryptosystems will be given. We will also introduce some probabilistic algorithms that exist and can be used by attackers to decrypt messages without having access to the private key.

Joint work with:
Juan Zaragoza-Chichell[1]
Pablo Sabater-Garcia

References

[1] Hinek, M Jason, *Cryptanalysis of RSA and its variants*, CRC press, 2009.

[2] Rivest, Ronald L and Shamir, Adi and Adleman, Leonard, *A method for obtaining digital signatures and public-key cryptosystems*, (1978), pp. 120–126.

*e-mail: cperdiu@posgrado.upv.es
[1]e-mail: juzachi@posgrado.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Cryptosystems:

Hash Functions

Juan Zaragoza Chichell*
Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

What digital signatures, password storing and cryptocurrency have in common is the use of the so called hash functions. The fact that hash functions play a role in so many different aspects of modern technology makes them worth studying. Within this talk we approach its definition, desirable properties and show some examples and use cases.

Joint work with:
Cristina Pérez Diukina[1], Universitat de València / Universitat Politècnica de València.
Pablo Sabater García[2], Universitat de València / Universitat Politècnica de València.

References

[1] Naor, M; Yung, M, *Universal One-way Hash Functions and their Cryptographic Applications*, Proceedings of the Twenty-first ACM Symposium on Theory of Computing, pp 33-43. ACM Press, New York, 1989

[2] Knuth, D. E., *The Art of Computer Programming, Vol. 1 Fundamental Algorithms, 2nd edn.*, Addison-Wesley Publishing COmpany, Reading, 1973.

[3] Damgård I.B., *A design Prnciple for Hash Functions, Advances in Cryptology -CRYPTO '89.* Lecture Notes in COmputer Science 435, pp 428-446. Springer-Verlag, Berlin, 1989.

*e-mail: haffaz.pi@gmail.com
[1]e-mail: cperezd98@gmail.com
[2]e-mail: sabapablo65@gmail.com

IX Congreso del Master en Investigacion Matematica y del Doctorado en Matematicas

Facultat de Ciencies Matematiques, Universitat de Valencia

25 - 26 de Enero de 2022

A fuzzy system to improve image denoising method

Khleef Khalaf Almutairi*

Departament of Applied Mathematics, Universitat Politecnica de Valencia, Valencia, Spain

Abstract

Denoising of color images has been always challenging to perform as this processing is needed to distinguish between the original structure of the image that must be preserved and the noise that is required to be removed. Moreover, this performance needs to consider the correlation between the image channels. In this research, we propose a method that has the capability to reduce the noise and preserve the edges of colored images using a fuzzy inference system. In the fuzzy filter, we are computing three coefficients to use them for smoothing the three channels in images also this process includes transforming from the RGB space to eigenvector space to have the ability to process the correlation in the channels. The fuzzy filtering method aims to preserve the details of the image eliminate noise and, in addition, increase the smoothing capability. This method has shown a promising result compared with other classical and recent methods of denoising but the working still going on for generalizing the smoothing coefficients in this filter for all images to increase the smoothing capability.

Joint work with:

Prof. Samuel Morillas Gomez[1], Departament of Applied Mathematics, Universitat Politecnica de Valencia, Valencia, Spain

References

[1] Latorre-Carmona, P., Minana, J.−J. and Morillas, S., *Colour image denoising by eigenvector analysis of Neighbourhood Colour Samples*, Signal, Image and Video Processing **14(3)**, (2019), pp.483-490.

*e-mail: kkalmuta@doctor.upv.es

[1]e-mail: smorillas@mat.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Introducción a la Teoría de fractales desde la geometría

Eloy Tomás Serrano Andrés*

Resumen

Los fractales son objetos matemáticos de gran complejidad y belleza que aparecen muy frecuentemente en la naturaleza. Además, en los últimos años diversas aplicaciones de la teoría de fractales han demostrado ser gran utilidad en diversos ámbitos de la ingeniería, biología y física. En esta charla se introducen las bases teóricas necesarias para entender la teoría fractal desde el prisma de la geometría, siguiendo principalmente lo expuesto en [1], para después tratar algunas aplicaciones de esta rama, que serán abordadas en charlas distintas. En primer lugar, se hará una breve introducción histórica que servirá para dar contexto al oyente, y se presentarán varios ejemplos de fractales notables, tales como el conjunto de Mandelbrot, el triángulo de Sierpinski o el conjunto de Cantor. Después se introducirán la métrica de Hausdorff y la convergencia con la misma. Por último, se desarrollará el concepto de dimensión fractal, la herramienta de mayor importancia para tratar con objetos fractales, y principalmente se explicará la dimensión fractal de Hausdorff. Para ello será necesario introducir la medida de Hausdorff y varios teoremas de topología y teoría de la medida. La charla concluirá con las conclusiones e interpretación de varios de los conceptos expuestos.

Trabajo conjunto con:
Fernán González Ibáñez,
Cayetano Manchón Pernis

Bibliografía

[1] Gerald Edgar, *Measure, Topology, and Fractal Geometry*, Second edition, Springer 2008.

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

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Fractals in real world

Fernán González Ibáñez *

Abstract

Since the birth of the concept of fractals, in 1967 by Benoit Mandelbrot measuring the length of the coast of Great Britain[1], it has been linked to real world objects. Then the concept of fractal dimension has been applied to rivers [2]. Nowadays, the concepts of statistical fractal and fractal geometry have been applied to other fields of science such as Biology, Cosmology or Economy[3][4][5]. All of this fractal objects have one factor in common, self-similarity. A self-similarity object, exactly or approximately to a part of itself, in fractal world is exact fractal or statistical fractal[6].

It is almost impossible to compute the fractal dimension from a real world object using the definition of fractal dimension. Therefore, the dimension can be computed using two method: box counting and circle counting, this methods are based on the Minkowski-Bouligand dimension[6].

Joint work with:
Cayetano Manchon Pernis[1],
Eloy Tomás Serrano Andrés[2]

References

[1] Benoit Mandelbrot, *How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and FractionalDimension*,Science, New Series, Vol. 156, No. 3775. (May 5, 1967), pp. 636-638.

`http://links.jstor.orgsicisici=0036-8075%2819670505%293%3A156%3A3775%3C636%3AHLITCO%3E2.0.CO%3B2-NSci`

[2] K. Montgomery, 1990, *Sinuosity and fractal dimension of santanderino rivers*, Pergamon Press, London, 1990.

[3] *Buldyrev S.V. (2009) Fractals in Biology.* In: Meyers R. (eds) Encyclopedia of Complexity and Systems Science. Springer, New York, NY. `https://doi.org/10.1007/978-0-387-30440-3_222`

[4] J. Einastro, G. Hütsi, M. Einastro *Corraltion function: biasing and fractal propertie of cosmic Web*

[5] Mizuno T, Kurihara S, Takayasu M, Takayasu H (2003) , *Analysis of high-resolution foreign exchange data of USD-JPY for 13 years*, In Phys A 324:296?302

*e-mail: `gonife@alumni.uv.es`
[1]e-mail: `tano@tano.xyz`
[2]e-mail: esean@alumni.uv.es

[6] Edgar, Gerald. (2008). Measure, Topology, and Fractal Geometry. 10.1007/978-0-387-74749-1.

[7] Coornaert, M., *Topological Dimension and Dynamical Systems*. Springer, New York (2015)

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Aplicaciones de los fractales, en generación de terreno realista y compresión de imágenes

Cayetano Manchón Pernis*
Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Los fractales y la teoría en la que se sustentan pueden servir para diferentes aplicaciones, por ejemplo en la generación de terreno realista para videojuegos o animación. En ella se utilizan algoritmos que simulan el movimiento browniano fraccionario debido a su gran similitud con montañas y paisajes, dos algoritmos conocidos para esta labor son "Spectral synthesis" y "Midpoint displazement", tras crear estas superficies brownianas se aplican algoritmos de postprocesado que simulan erosión en el terreno para mejorar su apariencia. Utilizando las propiedades de autosimilitud de los fractales se pueden desarrollar métodos de compresión de imágenes de tipo "lossy", donde al descomprimir la imagen esta no coincide exactamente con la original. La compresión de imágenes fractales se basa en encontrar un grupo de subconjuntos de la imagen a través de los cuales se pueden aplicar transformaciones afines iteradas que permiten recuperar la imagen completa.

Trabajo conjunto con:
Fernán González Ibáñez[1], Universitat de València, València, Spain
Eloy Tomás Serrano Andrés, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

[1] Michael F Barnsley. "Fractal Image Compression". In: 43.6 (1996), p. 6.

[2] G. Lu. "Fractal image compression". In: *Signal Process. Image Commun.* (1993). DOI: 10.1016/0923-5965(93)90055-X.

[3] F Kenton Musgravet, Craig E Kolb, and Robert S Mace. "The Synthesis and Rendering of Eroded Fractal Terrains". In: *Computer Graphics* 23.3 (1989), p. 10.

[4] Jacob Olsen. "Realtime Procedural Terrain Generation". In: (), p. 20.

*e-mail: tano@tano.xyz
[1]e-mail: gonifer@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Renderizado Diferénciable

José Daniel Subías Sarrato*
Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Dentro de las *Ciencias de la Computaciones*, la *Informática Gráfica* es la disciplina que estudia el desarrollo de algoritmos para la generación de imágenes realistas. Concretamente se trata de llevar al plano en 2D, escenas sintéticas tridimensionales iluminadas por unas determinadas fuentes de luz. Durante los últimos años la investigación en este campo se a intensificado, por la cantidad de aplicaciones que tiene en campos como el cine, los videojuegos o detección el tratamiento de enfermedades visuales. Además las nuevas mejoras en hardware han abierto nuevas lineas de investigación pudiendo así proponer nuevos problemas a resolver. Un ejemplo que de gran impacto en nuestros días es el *Renderizado Diferenciable*. La idea se basa en el hecho de considerar a las imgágenes como funciones diferenciables. Esto da la oportunidad de desarrollar algoritmos que en lugar de generar imágenes, realicen el proceso inverso y extraigan de ellas las propiedades de la escena. Con el auge del *Machine Learning* de los últimos años cada vez se invierten mas recursos en este nuevo campo. Es por esta razón que es de graán importancia conocer los fundamentos teóricos básicos del estado del arte. Dando a su vez ejemplos prácticos y planteando nuevas aplicaciones desde el punto de vista de la ingeniería.

Trabajo conjunto con:
Joaquín F. Valencia Sullca[1], Alumno Investmat, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
Roberto Pons Anaya[2],Alumno Investmat, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

*e-mail: maria.c.marti@uv.es
[1]e-mail: joaquin@posgrado.upv.es
[2]e-mail: roponan@posgrado.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Design of New Topologies of Microwave Filtering Structures in Waveguide Technology

Joaquin Francisco Valencia Sullca*
Universitat de València and Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

The inductive band-pass filters are the most common implementation in rectangular waveguide technology. This is because, the design procedure of the inductive filters is well established, and show important advantages both in the high power handling capacity and reduction of the manufacturing cost, in comparison with other implementations [1]. In this context, therefore, the objective of this presentation is to describe an alternative topology of inductive filters in rectangular waveguide based on inductive windows with zero thickness and the implementation of an offset in the position of the inductive irises, with the objective to yield an improvement both in the out-of-band response and reduction of the size of the filter [2]. In addition to theory, we also discuss the performance of several filter structures. Finally, we implement the differentiable rendering technique in the final structure that we proposed [3].

Joint work with:
José Daniel Subías Sarrato[1], Universitat de València and Universitat Politècnica de València.
Roberto Pons Anaya[2], Universitat de València and Universitat Politècnica de València.

References

[1] Matthaei, G.L.; Young, L.; Jones, E.M.T., *Microwave Filters, Impedance-Matching Networks, and Coupling Structures.*, Norwood, MA: Artech House, 1980.

[2] Marcuvitz, N., *Waveguide Handbook, ser. IEE Electromagnetic Waves Series, vol. 21.*, Stevenage, UK: Peter Peregrinus Ltd., 1986.

[3] Kato, H.; Beker, D.; Morariu, M.; Ando, T.; Matsuoka, T.; Kehl, W.; Gaidon, A., *Differentiable rendering: A survey. arXiv preprint arXiv:2006.12057.*, 2020.

*e-mail: jovasull@alumni.uv.es
[1]e-mail: jodasusa@alumni.uv.es
[2]e-mail: roponsa@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciéncies Matemàtiques, Universitat de Valéncia

25 - 26 de Enero de 2022

Renderizado diferenciable y aplicaciones: Restauración y preservación del patrimonio mediante registro 3D

Roberto Pons Anaya*
Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, España

Resumen

La inclusión de la informática en la vida cotidiana de los seres humanos en las últimas décadas, ha desencadenado un avance tecnológico en las técnicas de modelado y digitalización 3D. A lo largo de la historia el hombre ha buscado la manera de reproducir objetos, replicando la superficie y la morfología del objeto, lo que es lo mismo: proceder a su registro. En este apartado vamos a trabajar con las distintas técnicas de fotogrametría para estudiar, analizar y registrar la superficie de monumentos históricos e infraestructuras, creando modelos tridimensionales con la mayor semejanza posible a la realidad, con el fin de salvaguardar y restaurar mediante el renderizado diferenciable el patrimonio cultural, como por ejemplo, el monumento de las Torres de Serranos, reliquia histórica del pueblo valenciano.

Trabajo conjunto con:
José Daniel Subias Sarrato[1], Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, España.
Joaquín Francisco Valencia Sullca[2], Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, España.

Bibliografía

[1] Santos, S.; Bastir, M., *Aplicación de la tecnología 3D a las técnicas de documentación, conservación y restauración de Bienes Culturales*, Madrid, 2019.

[2] Seguí, A., *Escaneado láser y HBIM de las torres de Serranos de Valencia mediante la iniciativa aprendizaje-servicio*, Valencia, 2020.

*e-mail: roponan@topo.upv.es
[1]e-mail: jdsubsar@posgrado.upv.es
[2]e-mail: joavasu2@teleco.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Modelos de Interacciones Interespecíficas en Ecología Matemática

Sergio Alvarado Orellana*
Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La competencia ecológica, generalmente se da cuando dos o más especies se ven afectadas de forma negativa $(--)$, esto ya que comparten un mismo ambiente ecológico con limitación de alimentos o de espacio, es decir, las dos especies son rivales y al competir entre sí inhiben el crecimiento de la otra. Matemáticamente fue estudiado por Alfred Lotka y Vito Volterra [1], por medio de la ecuación del modelo logístico $\frac{dN}{dt} = rN(\frac{K-N}{K})$, de crecimiento poblacional al cual se le agregaron términos que dieran cuenta de dicha relación de competencia. Al generalizar el modelo a dos especies, se incorporan términos que explican el efecto competitivo de una especie $Sp1$ sobre el crecimiento poblacional de la $Sp2$. Para la especie 1 ($Sp1$) el término es $\alpha_{12}N_2$ y para la especie 2 ($Sp2$) el término es $\alpha_{21}N_1$. Para la especie 1, α_{12} se llama coeficiente de competencia por individuo y cuantifica el efecto de $Sp1$ sobre $Sp2$, de forma similar es el desarrollo para $Sp2$. Los coeficientes actúan convirtiendo el número de individuos de la población de una de las especies en un número equivalente de individuos de la otra en función de los recursos que comparten y definen sus capacidades de carga. Para la especie 1 ($Sp1$) se define la ecuación $\frac{dN_1}{dt} = r_1N_1(\frac{K_1-N_1-\alpha N_2}{K_1})$, y para la 2 ($Sp2$) la ecuación $\frac{dN_2}{dt} = r_2N_2(\frac{K_2-N_2-\beta N_1}{K_2})$ [2]. El objetivo de este trabajo es mostrar como se generaliza el modelo de competencia a n especies mediante un Sistema Generalizado de Lotka-Volterra (GLV) [3] mediante la expresión $\frac{dN_i}{N_i dt} = k_i + \sum_{j=1}^{n} a_{ij}N_j$, donde k_i y a_{ij} corresponden a diferentes significados biológicos. Se abordará el análisis de estabilidad y representación mediante grafos de las interacciones interespecíficas.

Bibliografía

[1] Iannelli, M.; Pugliese, A., *An Introduction to Mathematical Population Dynamics Along the trail of Volterra and Lotka*, pringer International Publishing Switzerland, (2014), 351 pp..

[2] Murray, J.D., *Mathematical Biology I. An Introduction*, Springer International Publishing Switzerland, (2002), 551 pp.

[3] Stevenson, P.; Fennell, P.S.; Galvin, K.P., *An Illustrated Guide to Theorical Ecology*, Oxford University Press, (2000) 449 pp.

*e-mail: seralo3@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Graphs of convolutions in neural networks

Ángel Rolando Morocho Quintuña*
Student in Master's programme INVESTMAT, Universidad de Valencia
and Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, Spain

Abstract

The graphs help us to better understand how things work, but being neural networks, they simplify their understanding and in turn increase their possibility of study and applications through mathematics. Thus, [2] makes a general description of the graphs and in the same way [3]. Graphs are ubiquitous in the real world [1], which is why they have gained relevance in multiple applications and have become an iconic research topic. What is intended in this work is to give a general perspective and some applications of them. In addition, provide an example that helps your understanding of the possible applications that can be made based on this study.

Joint work with:
Enric Alberola Boloix[1], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.
Pablo Merino San José[2], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

References

[1] Bronstein M. , Bruna J. , Cohen T. , Petar Velicković, *Geometric Deep Learning Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges*, (2021)

[2] Hamilton, W.L., *Graph Representation Learning*, Morgan and Claypool Publishers, Austin, 2020.

[3] Kipf, T.N.; Welling, M., *Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks*, ICLR (2017).

*e-mail: anmoquin@alumni.uv.es
[1]e-mail: ealbbol@posgrado.upv.es
[2]e-mail: pmersan1@posgrado.upv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

Spectral theory and methods for graph CNNs and some applications

Pablo Merino San José*
Student in Master's programme INVESTMAT, Universidad de Valencia
and Universidad Politécnica de Valencia,
Valencia, Spain

Abstract

The study of neural networks in graphs is, still today, one of the broadest and most appealing research areas in terms of its mathematics and its implementation. In this article, I expose the general approach of one of the main branches of this area: graph neural networks of convolutional kind within spectral graph theory. I provide the reader with a theoretical framework of spectral graph theory, its theoretical and practical application in graph neural networks, and some notions of graph signal processing, following [2] and works such as [1] and [3], and always focusing on convolutional networks. Moreover, I explore some advantages and limitations of the studied spectral methods, in comparison with the spatial branch. I study as well some implementation examples, to give an idea of the practical potential of the forementioned theory.

Joint work with:
Enric Alberola Boloix[1], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.
Ángel Rolando Morocho[2], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

References

[1] Kipf, T.N.; Welling, M., *Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks*, ICLR (2017).

[2] Hamilton, W.L., *Graph Representation Learning*, Morgan and Claypool Publishers, Austin, 2020.

[3] Defferrard, M.; Bresson, X.; Vandergheynst, P., *Convolutional Neural Networks on Graphs with Fast Localized Spectral Filtering*, International Conference on NIPS **30**, (2016), pp. 3844 - 3852

*e-mail: pmersan1@posgrado.upv.es
[1]e-mail: ealbbol@posgrado.upv.es
[2]e-mail: anmoquin@alumni.uv.es

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

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

25 - 26 de Enero de 2022

From convolutions to convolutions in graphs: A mathematical framework

Enric Alberola Boloix*
Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

Abstract

Classical Convolutional Neural Networks operate on grid-type and matrix-type data, performing iterative discrete cross-correlation (or convolution), a well-known operation within the framework of classical signal processing. In [1], a connection between signal processing and graph theory through convolution is established for the simple case of a cyclic directed graph. In [2] a theoretical framework for extending signal processing techniques for general graph signals is introduced. In [3], some concepts developed in [2] are used in the context of Convolutional Neural Networks on graphs. Following these references, I present a mathematically rigorous framework of the extension of convolution operator to general graphs.

Joint work with:
Pablo Merino San José[1], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.
Ángel Rolando Morocho[2], Student in Master's programme INVESTMAT,
Universidad de Valencia and Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain.

References

[1] Bamieh,B. *Discovering transforms: A tutorial on circulant matrices, circular convolution, and the discrete fourier transform.* arXiv:1805.05533, 2018.

[2] Stanković L., Daković M., Sejdić E., *Introduction to Graph Signal Processing.* In Stanković L., Sejdić E. (eds) Vertex-Frequency Analysis of Graph Signals. Signals and Communication Technology. Springer, Cham., 2019.

[3] Hamilton, W.L., *Graph Representation Learning*, Morgan and Claypool Publishers, Austin, 2020.

*e-mail: ealbbol@posgrado.upv.es
[1]e-mail: pmersan1@posgrado.upv.es
[2]e-mail: anmoquin@alumni.uv.es