

Propuesta de Trabajos Fin de Grado, curso académico 2020-21

PROFESOR: Davide Barbieri

Número máximo de TFG que solicita dirigir: 2

1.- TÍTULO: Análisis en tiempo-frecuencia y toros no conmutativos

Resumen/contenido:

Se puede medir exactamente la frecuencia instantánea de una oscilación? Esta simple pregunta ha dado lugar a un siglo de investigación en las áreas de análisis armónico, teoría de grupos, geometría no conmutativa, procesamiento de las señales y física cuántica. Con este trabajo se quiere estudiar el llamado análisis en tiempo-frecuencia, o análisis de Fourier local, desde sus aspectos más básicos (con la posibilidad de incluir estudios computacionales) hasta llegar a una de las interpretaciones más profundas actualmente conocidas, dada en términos de una clase de álgebras de operadores llamadas toros no conmutativos. En particular, se quiere considerar la llamada equivalencia de Morita, un concepto de dualidad entre álgebras no conmutativas asociado a las nociones duales de análisis/descomposición de una oscilación y de síntesis/generación de oscilaciones.

Bibliografía/referencias:

N. P. Landsman, *Mathematical Topics Between Classical and Quantum Mechanics*. Springer, 1998.

K. Gröchenig, *The Mystery of Gabor Frames*. *J. Fourier Anal. Appl.* (2014).

A. Austad, M. S. Jakobsen, F. Luef, *Gabor duality theory for Morita equivalent C^* -algebras*. *Int. J. Math.* (2020).

2.- TÍTULO: Representaciones de grupos y análisis geométrico de las señales

Resumen/contenido:

La teoría de representaciones unitarias de grupos dotados de una topología localmente compacta proporciona técnicas para construir un análisis geométrico capaz de extraer simetrías de las señales más comunes, como imágenes, sonidos o, más en general, flujos de información. Una de las construcciones más generales está asociada al concepto de representación metaplética, un objeto que aparece en áreas tan distintas como la óptica física y la teoría de números. Un teorema reciente y profundo muestra que esta construcción es posible solo si cada medida de Borel del grupo que es invariante por composiciones izquierdas, no es invariante por composiciones derechas. El objetivo de este trabajo es el estudio de estos objetos fundamentales del análisis armónico abstracto y, posiblemente, de sus aplicaciones.

Bibliografía/referencias:

G. B. Folland, *Harmonic Analysis on Phase Space*. Princeton University Press, 1989.

H. Führ, *Abstract Harmonic Analysis of Continuous Wavelet Transforms*. Springer, 2005.

F. De Mari, E. De Vito, *Admissible vectors for mock metaplectic representations*. *Appl Comput Harmon Anal* (2013).

A. Deitmar, S. Echterhoff, *Principles of harmonic analysis*. Springer, 2nd ed 2014.

3.- TÍTULO: **Los algoritmos de entrenamiento de las redes neuronales**

Resumen/contenido:

Las redes neuronales son familias de funciones definidas por una gran cantidad de parámetros. Entrenar una red neuronal significa encontrar los parámetros óptimos para una tarea dada. Los algoritmos que permiten hacerlo se basan en el método del descenso del gradiente, con tres trucos fundamentales: la derivación hacia atrás, la adaptación del aprendizaje, y un toque de aleatoriedad. El objetivo de este trabajo es el estudio de los resultados más recientes sobre las propiedades de estas técnicas numéricas, con énfasis en los aspectos adaptativos de los algoritmos más eficaces.

Bibliografía/referencias:

Y. Nesterov: Introductory Lectures on Convex Optimization. 2004 Kluwer.

L. Bottou: Stochastic gradient descent tricks. In "Neural Networks, tricks of the trade". Springer, 2012.

D. P. Kingma, J. L. Ba, ADAM: A method for stochastic optimization. ICLR 2015

S. J. Reddi, S. Kale, S. Kumar: On the convergence of ADAM and beyond. ICLR 2018

R. Ward, X. Wu, L. Bottou: AdaGrad Stepsizes: Sharp Convergence Over Nonconvex Landscapes. PMLR, 2019

T. P. Lillicrap et al.: Backpropagation and the brain. Nature Reviews, 2020.