

Métodos Numéricos para Procesado de Imagen (NUM)

Versión 1.0

8 de octubre de 2010

1. Datos iniciales de identificación

Nombre de la asignatura	Métodos Numéricos para Procesado de Imagen (NUM)
Módulo al que pertenece	Técnicas Avanzadas de Procesado de Señales Multidimensionales.
Carácter	Obligatoria
Titulación	Máster en Computación Avanzada y Sistemas Inteligentes (http://casi.uv.es)
Ciclo	Postgrado
Créditos asignatura/módulo	5 ECTS / 10 ECTS
Departamento	Departament de Matemàtica Aplicada (http://www.uv.es/matapl)
Profesor responsable	Francesc Aràndiga
Otros profesores	Vicent Candela

2. Introducción a la asignatura

La evolución en los últimos años de la ciencia en general, y de las matemáticas en particular, tiende a ofrecer una problemática que no puede analizarse sin el uso de la experimentación. Los avances matemáticos, de este modo, van unidos a los avances cibernéticos, y los ordenadores se han convertido en una herramienta tan importante dentro de la matemática como pueda serlo el microscopio para la química, por ejemplo. No obstante, la idea generalizada de los ordenadores como piedras filosofales que todo lo pueden, o, en el otro extremo, el desdén hacia ellos por impedir la reflexión y la introspección propia de los matemáticos, oculta en muchos casos una certeza: las máquinas llegan adonde las hacen llegar las personas, y, por tanto, la computación no puede llevarse a cabo sin un mínimo de racionalidad, organización y conocimiento de sus limitaciones, que es una de las finalidades del análisis numérico.

Durante la licenciatura no sólo de matemáticas, sino de otros títulos, se introducen los estadios básicos del análisis numérico: sus conceptos, técnicas, metodología, aplicaciones fundamentales... Sin embargo, existe un amplio campo que queda sin cubrir, no ya de ciencia avanzada, sino dentro de la problemática usual que plantea el análisis numérico. Grandes aspectos quedan referidos y planteados durante los cursos de las licenciatura, pero sus soluciones son apenas esbozadas (entre otras razones, porque, al contrario de otras áreas, no hay soluciones generales válidas). Algunas de las principales aplicaciones del numérico (tales como el tratamiento de imágenes) apenas quedan referenciadas durante los dos primeros ciclos de la licenciatura. Incluso técnicas completas muy extendidas hoy en día y comúnmente utilizadas (como la multiresolución, wavelets y transformadas rápidas), no pueden más que esbozarse, y no siempre.

Es por esto que consideramos el curso que presentamos lo suficientemente interesante no sólo para los estudiantes que quieran formarse en esta disciplina sino también para aquellos matemáticos, físicos o ingenieros que, en algún momento, necesiten resolver o confirmar sus modelos por medio del ordenador.

3. Volumen de trabajo

Los 5 ECTS de esta asignatura se corresponden con 125 horas de trabajo del alumno que se descomponen de la siguiente manera:

Asistencia a clases de teoría	7 sesiones de 2 horas	14
Asistencia a clases prácticas	6 sesiones prácticas de 2.5 horas	15
Asistencia a exámenes	la evaluación será continua y se distribuirá entre varias sesiones	2
Total asistencia programada		31
Asistencia a tutorías	mínimo de horas que cada estudiante deberá citarse personalmente con el profesor	1
Total presencial		32
Estudio y preparación de clases, trabajos y resolución de ejercicios	Horas estimadas de trabajo necesario para superar la asignatura	93
Volumen de trabajo total		125

4. Objetivos Generales

Introducción a las herramientas básicas más comunes en la multiresolución y en los métodos multiescala: wavelets, splines, multiresolución de Harten, con

especial atención a las aplicaciones de los métodos.

5. Contenidos

- Introducción a la transformada wavelet: la transformada wavelet continua.
- La transformada wavelet discreta: transformada rápida.
- Wavelets ortogonales y biortogonales.
- Wavelets interpolatorios y splines.
- Prácticas de los distintos temas de la parte teórica con un wavelet toolbox de Matlab.
- Otras técnicas de multirresolución: multirresolución de Harten.
- Técnicas de reconstrucción no lineal: ENO y ENO-SR.
- Aplicaciones a la compresión de datos y tratamiento de señales.

6. Destrezas a adquirir

Que conozcan la transformada wavelet discreta. Otras técnicas de multirresolución. Aplicaciones a la compresión y al tratamiento de señales. Conocer el Wavelet Toolbox de Matlab.

7. Habilidades sociales

- Adquisición del nivel suficiente en lenguaje tecnológico para coordinarse con profesionales técnicos.
- Capacidad de trabajar en grupo.

8. Temario y planificación temporal

Parte I. Waveletes

1. Introducción (I): objetivos y antecedentes.
2. Introducción (II): origen y expectativas.
3. Transformadas matemáticas: del logaritmo al análisis de Fourier.
4. Transformada de Fourier.
 - a) Convolución. Propiedades fundamentales.
 - b) Transformada de Fourier continua.
 - c) Filtrado de señales.

- d) El proceso de discretización: Transformada de Fourier discreta.
- e) Transformada ventana (window transform).
- 5. Transformada wavelet.
 - a) Localización frecuencia-espacial: transformaciones locales.
 - b) Condiciones de admisibilidad.
 - c) Funciones scaling y bases de wavelet.
- 6. Construcción de bases de wavelets.
 - a) Wavelets ortogonales (Daubechies).
 - b) Propiedades interpolatorias y de regularidad.
 - c) Otros tipos de wavelets.
- 7. Transformadas wavelet discretas: algoritmos.
 - a) Multirresolución lineal
 - b) Algoritmos piramidales (Mallat).
 - c) Filtros en espacios de wavelets. Obtención de coeficientes.
- 8. Wavelets biortogonales.
- 9. Wavelet packets.
- 10. Conclusiones: líneas a seguir. Expectativas

Parte II. Técnicas de Multiresolución.

- 1. Introducción.
- 2. Vista general de la Multiresolución.
- 3. Análisis de la estabilidad para reconstrucciones basadas en operadores lineales.
- 4. Discretización basada en medias ponderadas por una función peso.
- 5. Conexión con los wavelets biortogonales.
- 6. Técnicas de reconstrucción no lineal: ENO i ENO-SR.
- 7. Compresión de datos y control del error para reconstrucciones no lineales.
- 8. Multirresolución en dos dimensiones.
- 9. Aplicaciones de la multirresolución.

9. Bibliografía de referencia

Bibliografía básica

- [1] Harten, A., Multiresolution representation of data II: General framework, SINUM, 33 (1996), pp. 1205-1256.
- [2] Daubechies, I., Ten Lectures on Wavelets, CBMS 61, SIAM (1991)

- [3] Harten, A., Discrete Multiresolution Analysis and Generalized Wavelets, J. Applied Num. Math., 12 (1993), pp. 153-193
- [4] Mallat, S., a wavelet tour of signal processing, Academic Press (1998)
- [5] Chui, C.K., An Introduction to Wavelets, Academic Press (1992)

10. Conocimientos previos

Se suponen conocimientos básicos de álgebra lineal, análisis matemático y métodos numéricos. También se suponen conocimientos de Matlab.

11. Metodología

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a cuatro ejes: las sesiones de teoría, las de problemas prácticos (resueltos en el aula con el ordenador), las tutorías y la preparación y posterior exposición de un trabajo individual por cada alumno. Por lo que respecta a las primeras, el alumno asistirá a una clase teórica por semana, donde el profesor desarrollará los puntos principales del temario comentado. El alumno debe atender al tiempo de preparación de las clases previsto para su aprovechamiento óptimo. Las clases prácticas (6 en total) servirán para que el alumno verifique el grado de conocimiento adquirido, enfrentándose a problemas relativamente complejos y analizando los resultados obtenidos. Las sesiones prácticas llevarán asociado un formulario para que el alumno comunique los datos obtenidos al profesor. Al igual que antes, el alumno deberá preparar dichas sesiones para poder realizar los experimentos en el tiempo previsto. Todo intercambio de información entre profesor y alumno se realizará a través del aula virtual de la Universitat de València (aulavirtual.uv.es). Los trabajos finales tendrán un carácter teórico/práctico.

12. Evaluación del aprendizaje

La evaluación será continua. Los ejercicios entregados o resueltos en clase serán puntuados, así como los pequeños proyectos desarrollados por los alumnos. Además se puntuarán las intervenciones de los alumnos en clase. Como mínimo todo alumno deberá exponer en público algún trabajo relacionado con la asignatura. Al final de la asignatura, se realizará un examen que podrá ser opcional para aquellos alumnos que cuenten con nota suficiente.