

Proyectos SIMUMAT (S-0505/ESP-0158 de la CAM), **MTM2005-00714** dirigido por E. Zuazua, y proyecto **DOMINÓ** CIT-370200-2005-10 dirigido por F. Palacios

Los proyectos citados engloban varios grupos con intereses en diversos temas que detallamos a continuación:

1. Diseño óptimo aeronáutico

Investigadores: C. Lozano, F. Monge y F. Palacios del INTA, C. Castro de la UPM y E. Zuazua de la UAM

Descripción del problema: Diseño óptimo de aeronaves, en las cuales el aire se modeliza mediante las ecuaciones de Euler, Navier-Stokes o RANS.

Métodos utilizados: El método de optimización se realiza principalmente mediante técnicas de gradiente clásicas basadas en el cálculo de las ecuaciones adjuntas para la evaluación de los gradientes de funcionales de interés aeronáutico. A su vez, también se incorporan otras técnicas más sofisticadas, como el uso de level sets.

Dificultades:

- a) Cálculo de gradientes en presencia de singularidades (choques).
- b) Estudio de la adaptabilidad de la malla a cada nueva geometría
- c) Estudio de la sensibilidad de la malla al cálculo de las soluciones
- d) Falta de diferenciabilidad de los esquemas numéricos
- e) Optimización del conjunto de variables de diseño para mejorar la eficacia.
- f) Implementación de métodos de optimización multi-objetivo
- g) Desarrollo de algoritmos numéricos robustos en condiciones reales de interés ingenieril.

2. Modelización y simulación determinista y estocástica de fenómenos y sistemas complejos en biología, sociología y economía

Investigadores: A. Cuevas y J. Berrendero de la UAM

Principales problemas:

- a) Desarrollo de nuevos tests de hipótesis, válidos para datos funcionales y/o datos de alta dimensión.
- b) Estudio de técnicas de clasificación aplicadas al reconocimiento de imágenes y a los datos funcionales. Aplicaciones a problemas médicos de diagnóstico basado en espectros de resonancia magnética.
- c) Estudio de nuevos procedimientos para estimar las longitudes de frontera, con aplicaciones al análisis de imágenes.
- d) Técnicas de estimación robusta en regresión.

En todos estos problemas surge de modo natural la necesidad de comparar diferentes procedimientos por medio de simulación. También el tratamiento de ejemplos con datos reales requiere el uso de computación intensiva.

Métodos utilizados: Los métodos de computación utilizados se centran, cada vez más, en el uso del software "R". Se trata de un software libre que proporciona un entorno computacional sumamente flexible y potente, que permite cubrir la mayoría de nuestros requerimientos de programación y ofrece, además, una gran cantidad de "librerías" o

"subrutinas" especializadas. Los actuales ordenadores personales (especialmente cuando se encuentran organizados en un "cluster" como el que estamos a punto de inaugurar en la UAM) ofrecen potencia de cálculo suficiente por el momento.

Dificultades:

La principal dificultad que encontramos es, sin duda, la falta de tiempo para realizar el trabajo de computación asociado a muchas de las ideas que estamos desarrollando. En otras áreas científicas, esta actividad (que es asimilable al trabajo de laboratorio más especializado) está sobre todo en manos de los investigadores en formación, generalmente doctorandos. Las especiales características de la investigación matemática en España hacen que esta situación aparezca ahora como muy lejana. En todo caso, consideramos que se trata de un factor limitante para el desarrollo de la vertiente aplicada de nuestra investigación.

3. Álgebra lineal numérica

Investigadores: F. Dopico de la UC3M

Descripción:

- a) Algoritmos de *alta precisión* para problemas espectrales. Incorporación a la librería LAPACK de algunos de estos algoritmos.
- b) Algoritmos para calcular autovalores, autovectores y descomposiciones en valores singulares para matrices estructuradas (Cauchy, Vandermonde, Totalmente no negativas, Signo regulares, simplécticas....)
- c) Algoritmos para factorizaciones tipo LU y QR de matrices generales y estructuradas.
- d) Algoritmos para el cálculo de matrices de Jacobi de familias de polinomios ortogonales.
- e) Análisis de estabilidad y de errores de redondeo de dichos algoritmos.
- f) Teoría de Perturbaciones de Problemas Matriciales: factorizaciones matriciales, autovalores y autovectores, descomposición en valores singulares, formas canónicas espectrales de matrices y haces de matrices (Jordan, Weierstrass, Kronecker), y formas canónicas en control.
- g) Problemas de Álgebra Lineal Numérica cerca de singularidades (autovalores múltiples y defectivos, polinomios matriciales singulares, altos números de condición....)

Métodos computacionales utilizados:

SOFTWARE: MATLAB, FORTRAN.

HARDWARE: Estaciones de trabajo LINUX, PCs. (No uso, ni desarrollo, cálculos en paralelo).

Dificultades:

Falta de tiempo para dedicar a la investigación. Dificultad de encontrar en España estudiantes de doctorado interesados en mis líneas de investigación. Desconexión de otros grupos que investiguen en ramas diferentes del Análisis Numérico y que necesiten algoritmos no estándar de Álgebra Lineal Numérica.