

# Un método paralelo para flujos de partículas rígidas basado en dominios ficticios

JORDI BLASCO

Dpt. de Matemàtica Aplicada I, Univ. Politècnica de Catalunya

jorge.blasco@upc.edu

M<sup>a</sup> CARMEN CALZADA

Dpto. de Informática y Análisis Numérico, Univ. de Córdoba

malcanam@uco.es

MERCEDES MARÍN

Dpto. de Informática y Análisis Numérico, Univ. de Córdoba

ma1mabem@uco.es

## Resumen

En esta comunicación se presenta un método numérico paralelo para la simulación de flujos de partículas en un fluido incompresible viscoso newtoniano.

El movimiento del fluido está regido por la ecuación de Navier-Stokes incompresible no estacionaria en el dominio fluido, mientras que el movimiento de las partículas está gobernado por las ecuaciones de sólido rígido. Se utiliza una técnica de dominio ficticio ([4]) que permite resolver la ecuación de Navier-Stokes en una malla fija. La condición de sólido rígido no se impone sobre las partículas mediante el habitual método de los multiplicadores de Lagrange distribuidos ([4]), sino que se utiliza una técnica basada en la conservación de los momentos lineal y angular ([5]) que reduce el cálculo del movimiento de cada partícula al cálculo de dos integrales sobre ella.

La paralelización se consigue, en primer lugar, mediante un método de paso fraccionado para el avance en el tiempo que conduce a la resolución de un problema de tipo Burgers y un problema de Stokes independientes en cada paso de tiempo ([1]), que pueden resolverse simultáneamente. En función del número de procesadores disponibles, puede paralelizarse además la resolución de cada uno de esos dos problemas reduciéndolos a problemas de Poisson unidimensionales mediante el método SDI (Simultaneous Directions Implicit, [2, 3]). Los problemas a resolver son independientes entre sí y su resolución puede distribuirse entre los diferentes nodos, proporcionando así un alto nivel de paralelización.

La implementación paralela se lleva a cabo sobre un *cluster* paralelo usando el protocolo MPI. Se presentan, finalmente, algunos resultados numéricos obtenidos en diferentes problemas de sedimentación de una y varias partículas.

**Sección en el CEDYA 2007:** AN

## Referencias

- [1] I.I. Albarreal, M.C. Calzada, J.L. Cruz, E. Fernández-Cara, J.R. Galo, M. Marín. *Convergence analysis and error estimates for a parallel algorithm for solving the Navier-Stokes equations*. Numerische Mathematik, 93 (2002), 201-221.
- [2] I.I. Albarreal, M.C. Calzada, J.L. Cruz, E. Fernández-Cara, J.R. Galo, M. Marín. *Time and space parallelization of the Navier-Stokes equations*. Journal of Computational and Applied Mathematics, 24 (2005), 115-130.
- [3] J.R. Galo, I. Albarreal, M.C. Calzada, J.L. Cruz, E. Fernández-Cara, M. Marín. *A Simultaneous direction parallel algorithm for the Navier-Stokes equations*. C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, 339 (2004), 235-241.
- [4] R. Glowinski, T.W. Pan, T.I. Hesla, D.D. Joseph. *A distributed Lagrange multiplier/fictitious domain method for particulate flows*. International Journal of Multiphase Flow, 25 (1999), 755-794.
- [5] N. Sharma, N.A. Patankar. *A fast computation technique for the direct numerical simulation of rigid particulate flows*. Journal of Computational Physics, 205 (2005), 439-457.