

Interacción fluido-estructura basada en dominios inmersos: aspectos computacionales

E.A. Dari^{a,c}, P.J. Blanco^{b,c}

^a*CAB, Centro Atómico Bariloche, Av. Bustillo Km. 9.5, San Carlos de Bariloche, 8400, Rio Negro, Argentina, e-mail: darie@cab.cnea.gov.ar*

^b*Laboratório Nacional de Computação Científica, Av. Getúlio Vargas 333, Quitandinha, 25651-075, Petrópolis, Brazil, pjblanco@lncc.br*

^c*Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica, Brazil*

Abstract

Existen varias alternativas para el tratamiento computacional de la interacción de un sólido moviéndose completamente contenido en un fluido. Una de ellas es utilizar para las ecuaciones del fluido una discretización del espacio estrictamente ocupado por el fluido, y ajustar el mallado en cada paso temporal. Si los movimientos son limitados se puede utilizar una estrategia de movimiento de nodos sin cambio de la topología de la malla, para reducir los costos computacionales, mientras que para grandes desplazamientos se debe recurrir al remallado completo. Otra alternativa es utilizar dominios inmersos, en los que la malla del fluido permanece fija, utilizándose un fluido ficticio en la zona superpuesta con el sólido, e imponiendo la continuidad del campo de velocidades a través de multiplicadores de Lagrange. En este trabajo presentamos una estrategia intermedia: por una parte se utiliza una malla para el fluido que contiene completamente al sólido, y que no cambia su topología durante la simulación. Sin embargo se permite el movimiento de sus nodos para ajustarse a las fronteras del sólido inmerso. De esta manera se evita el costo computacional de la regeneración completa de la malla del fluido, y se reducen los errores de interpolación producidos por elementos de la malla del fluido conteniendo parcialmente al sólido. La estrategia puntualmente consiste en ajustar las posiciones de algunos nodos de la malla para ubicarlos sobre la frontera del sólido. Se define una velocidad de la malla del fluido coincidente con la velocidad del sólido tanto para los nodos ubicados en el borde como para los interiores al sólido, extendiéndose el campo a los nodos exteriores. En los elementos ubicados en la parte de fluido se utiliza

una formulación ALE para resolver las ecuaciones de Navier Stokes, mientras que en la parte del fluido ficticio se imponen las velocidades calculadas en el sólido. Cuando el sólido ha sufrido grandes desplazamientos, la distorsión de la malla del fluido puede ser importante, en ese caso se procede a tomar la malla original y realizar nuevamente el ajuste en la posición de algunos nodos para llevarlos a la frontera del sólido. Las principales dificultades de esta metodología consisten en la generación de una malla válida en forma eficiente (sin la presencia de elementos distorsionados), en la transferencia de información entre la malla del sólido y la del fluido, y en la interpolación necesaria en el momento de re-ajuste de la malla del sólido. Se han obtenido algunos resultados preliminares trabajando con un código de cálculo de las ecuaciones de Navier Stokes en paralelo, utilizando técnicas de búsqueda geométrica con pre-clasificación que consiguen mantener acotados los costos computacionales involucrados.

Key words: Métodos inmersos, Fluido-estructura, Hemodinámica.
