

Capítulo 8

Conclusiones y futuras líneas de investigación

8.1. Conclusiones

En este proyecto se ha implementado un sistema que permite realizar simulaciones numéricas de turbulencias homogéneas e isotrópicas. Para ello debido a las necesidades computacionales se ha instalado un cluster de ordenadores para cálculo numérico y se ha diseñado un código capaz de usar todos los recursos del mismo.

El cluster está formado por diez nodos cada uno de ellos con dos procesadores AMD Opteron de 64 bits e interconectados mediante dos redes, una ethernet gigabit para usar un único sistema de ficheros en red mediante el protocolo NFS y otra red compuesta por tarjetas SCI que ofrecen una gran velocidad de interconexión y baja latencia lo que permite transferir la información que es necesario intercambiar entre los nodos con eficiencia.

El código se ha estructurado en archivos y funciones de forma que se puede variar cualquier característica del mismo para su estudio sin necesidad de conocer los algoritmos del resto de la implementación.

Para realizar las simulaciones se usa un método pseudoespectral en el que se integran las ecuaciones de Navier-Stokes utilizando el método de Adams-Bashforth de segundo orden salvo en el instante inicial que se usa un método de Runge-Kutta de segundo orden.

En la implementación se han usado distintas librerías de programación que permiten resolver algunas de las partes críticas del código con mayor eficiencia computacional, así en la paralelización del algoritmo FFT se ha usado el paquete FFTW que se adapta a las características propias de cada procesador para obtener mejor rendimiento. Para realizar el resto de las operaciones en paralelo se usa el estándar MPI a través del paquete NMPI que permite utilizar las tarjetas SCI para las comunicaciones.

Una de las características del código es que puede desactivar parte de los cálculos que se pueden realizar que no son estrictamente necesarios para aumentar la velocidad de la ejecución como puede ser la generación de gráficas en tiempo real, el guardar el estado en disco o el cálculo de los invariantes que pueden no ser necesarios para determinados estudios.

Existe además un sistema de configuración en tiempo real que permite variar los parámetros de la simulación así como pararla en cualquier momento.

Los resultados obtenidos son los esperados y son comparables a los de la bibliografía lo que permite asegurar su fiabilidad y uso en posibles estudios posteriores.

8.2. Futuras líneas de investigación

Actualmente las líneas de investigación usan modelos de las escalas pequeñas para realizar simulaciones con altos números de Reynolds reduciendo así el coste computacional. Existen modelos que permiten obtener la evolución del campo de velocidades, si bien no se ha conseguido aplicarlos con éxito al estudio de la dispersión de partículas.

Como posibles ampliaciones de este proyecto se podría añadir alguna de las siguientes líneas de investigación:

- Simulación de la evolución temporal de un conjunto de partículas en el interior de un flujo turbulento para su posible caracterización. Estudios de dispersión de partículas, de fluctuaciones de concentración de contaminantes o de fluctuaciones de temperatura.
- Búsqueda de algoritmos de integración temporal más precisos o con menor coste computacional.