

RESOLUCIÓN DE LAS ECUACIONES DE NAVIER-STOKES CON ACOPLE TÉRMICO EN MULTI-GPGPU

NUMERICAL SOLUTION OF THE NAVIER-STOKES EQUATIONS WITH THERMAL COUPLING ON MULTI-GPGPU

Fernando F. Benitez^a, Jorge D'Elia^a y Mario A. Storti^a

^a*Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC), CONICET, Predio CONICET Santa Fe, Colectora Ruta Nac 168, Km 472, Paraje El Pozo, Santa Fe, Argentina, <http://www.cimec.org.ar>*

Palabras clave: Multi-GPGPU, Ecuaciones de Navier-Stokes, Aproximación de Boussinesq, FVM.

Resumen. En este trabajo se presenta la resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes con acople térmico mediante un enfoque multi-GPGPU con GPUs ubicados en diferentes nodos del clúster que interactúan mediante el protocolo MPI. La idea es usar descomposición de dominio de modo que cada GPU resuelve una parte del dominio computacional y MPI es usado para intercambiar datos de borde. El problema a resolver es el conocido buoyancy-driven flow que ha sido muy usado como caso de validación para nuevos métodos numéricos y códigos en dinámica de fluidos computacional con acople térmico. Se utiliza para la discretización espacial un esquema de grilla colocada en el contexto del método de volúmenes finitos sobre mallas estructuradas cartesianas de paso constante. El acople de presión y velocidad se realiza mediante el método Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations (SIMPLE). La ecuación de corrección de la presión es resuelta por el método de Gradientes Conjugados (CG) ya que la matriz es simétrica. Mientras que las ecuaciones de momento y la ecuación de conservación de la energía reducidas al considerar la hipótesis de Boussinesq son resueltas por Gradientes Biconjugado Estabilizado (Bi-CGSTAB), ya que la matrices no son simétricas debido a la discretización del término convectivo. Se presentan su performance computacional en multi-GPGPU.

Keywords: Multi-GPGPU, Navier-Stokes Equations, Boussinesq approximation, FVM.

Abstract. In this work the resolution of the Navier-Stokes equations with thermal coupling is presented by means of a multi-GPGPU approach with GPUs located in different nodes of the cluster interacting through the MPI protocol. The idea is to use domain decomposition so that each GPU solves a part of the computational domain and MPI is used to exchange boundary data. The problem to solve is the well-known buoyancy-driven cavity flow that has been widely used as a validation case for novel numerical methods and codes in computational fluid dynamics. A grid scheme placed in the context of the finite volume method on structured cartesian meshes with a constant pitch is used for spatial discretization. The coupling between pressure and velocity is done through the SIMPLE method. The pressure correction equation is solved by CG method since the matrix is symmetric. While momentum equations and the energy conservation equation reduced considering the hypothesis of Boussinesq are solved by Bi-CGSTAB, since the matrices are not symmetric due to the discretization of the convective term. Their computational performance in multi-GPGPU is presented.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por: CONICET PIP 588/2015, ANPCyT PICT 2660-2014, FONCYT PICT 2015-2904, UNL CAI+D 2016 504-201501-00112-LI.