

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Comparações do Processamento Paralelo e Sequencial no OpenFOAM[®] para o Escoamento em uma Cavidade

Luiz Haines Júnior¹
Gilcilene Sanchez de Paulo²
Messias Meneguette Junior³

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Matemática e Computação, Presidente Prudente, SP

1 Introdução

O objetivo deste trabalho é comparar os tempos de execução em processamento paralelo e sequencial que o software livre OpenFOAM[®] [1] leva para simular o escoamento de um fluido Newtoniano em uma cavidade bidimensional com tampa deslizante.

As simulações sequenciais utilizam um núcleo para a execução do algoritmo de solução do problema. Para a execução paralela, o domínio computacional é decomposto em partes menores e associadas a diferentes processadores para resolução simultânea do problema.

Neste trabalho, foi utilizada uma geometria quadrada com $1m$ de lado ($0 \leq x \leq 1m$ e $0 \leq y \leq 1m$) em que a parede superior move-se a uma velocidade constante de $1m/s$ e as demais permanecem fixas, a uma velocidade nula. As simulações no OpenFOAM[®] foram realizadas para os números de Reynolds (Re) 100, 400, 1000 e 3200, em uma malha estruturada cartesiana de 128×128 pontos e outra de 256×256 pontos. Cada simulação foi realizada uma vez de forma sequencial e outra de forma paralela. As simulações foram executadas em uma máquina com um processador Intel[®] Core[™] i3-2330M de 2.20GHz tendo 2 núcleos físicos e 4 núcleos lógicos e com uma memória RAM de 4GB. Para maximizar a utilização do processador o problema foi dividido em 4 subdomínios, cada um sendo associado a um processo. Os resultados clássicos publicados em [2] serão utilizados para verificação dos resultados numéricos obtidos no presente trabalho por OpenFOAM[®].

2 Discussão dos Resultados

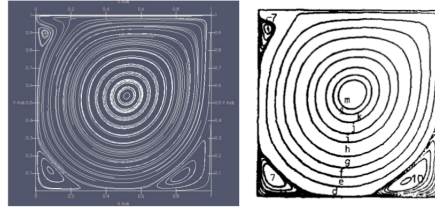
A Figura 1 apresenta um resultado qualitativo de verificação da solução numérica obtida pelo código OpenFOAM[®] para $Re = 3200$, em que compara as linhas de corrente com os resultados publicados em [2]. Ainda, sobre a mesma simulação ($Re = 3200$), a Tabela 1 apresenta uma comparação quantitativa dos valores das componentes u e v da

¹luizhaines@hotmail.com - agradece o CNPq pela parceria com o PICME do IMPA.

²gilcilene@fct.unesp.br

³messias@fct.unesp.br

velocidade capturadas nas posições $x = 0.5m$ e $y = 0.5m$, respectivamente. Os tempos



(a)OpenFOAM[®] (b)Ghia [2].

Figura 1: Comparação qualitativa das linhas de corrente. $Re = 3200$. Malha de 256×256 pontos para a simulação (a).

Tabela 1: Valores das componentes da velocidade em cortes vertical e horizontal.

Pontos	Corte Vertical: u		Corte Horizontal: v	
	OpenFOAM [®]	Ghia [2]	OpenFOAM [®]	Ghia [2]
8	-0,36487	-0,35344	0,37837	0,39560
64	-0,03383	-0,04272	0,01231	0,00999
122	0,44072	0,46101	-0,52938	-0,52357

de execuções em processamento paralelo e sequencial foram medidos e são mostrados na Tabela 2 para comparação juntamente com as taxas entre estes tempos. Pode-se observar que com apenas 2 processadores a economia de tempo para realizar a simulação em processamento paralelo chega a 41,8%.

A computação paralela, incluindo a utilização de GPUs, tem um grande potencial a ser explorado, o que pode diminuir consideravelmente o tempo necessário para solucionar problemas que demandam um imenso esforço computacional.

Tabela 2: Tempos de processamentos (em segundos) em paralelo (T_P) e sequencial (T_S).

Re	128×128			256×256		
	Tempo		Razão	Tempo		Razão
	Sequencial	Paralelo	$\frac{T_P}{T_S}$	Sequencial	Paralelo	$\frac{T_P}{T_S}$
100	67	39	0,582	446	286	0,641
400	91	54	0,593	806	508	0,630
1000	79	47	0,595	830	530	0,638
3200	102	62	0,608	1021	669	0,655

Referências

- [1] U. Ghia, K. N. Ghia and C. T. Shin. High-Re solutions for incompressible flows using the Navier-Stokes equations and a multigrid method, *J. Comput. Phys*, 48:387–411, 1982.
- [2] C. J. Greenshields, OpenFOAM: The OpenFOAM Foundation, User Guide version 5.0, 24th July 2017. <http://openfoam.org>