

Estudo da variação dos parâmetros numéricos sobre o desempenho computacional do código Mach2D-7.0. Parte B: código otimizado para o modelo de Euler.

Guilherme Bertoldo

18 de Agosto de 2012

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Computadores, sistema operacional e compilador	1
3	Parâmetros numéricos	1
4	Variação dos parâmetros $imax$, $nitm_u$ e $nitm_p$ (UDS)	2
5	Variação dinâmica de dt (UDS)	3
6	Variação dos parâmetros $imax$, $nitm_u$ e $nitm_p$ (CDS)	4
7	Variação dinâmica de dt (CDS)	5

1 Introdução

O código Mach2D-7.0 original, que incorporava os modelos de Euler e Navier-Stokes, foi simplificado de modo a incorporar apenas o modelo de Euler. A seguir são apresentados alguns resultados obtidos com este novo código e algumas comparações com os resultados obtidos com o código original.

2 Computadores, sistema operacional e compilador

Todas as simulações que seguem foram feitas em uma das máquinas listadas na Tab. 1.

Tabela 1: Máquinas utilizadas nas simulações

Máquina		VILNIUS	VIENTIANE
Placa mãe	modelo	0HY9JP	0HY9JP
	marca	Winbond	Winbond
Processador	modelo	Intel(R) Core(TM) i3-2100	Intel(R) Core(TM) i3-2100
	núcleos	4	4
	freq. (GHz)	3.1	3.1
RAM	modelo	DIMM DDR3 Synchronous - AMD	DIMM DDR3 Synchronous - AMD
	freq. (MHz)	1333	1333
	quantidade	2 x (4 GiB)	2 x (4 GiB)
HD	modelo	ATA Disk - Seagate	ATA Disk - Seagate
	quantidade	931 GiB	931 GiB

O sistema operacional utilizado foi o Linux Ubuntu 12.04 LTS. O compilador utilizado foi o GNU Fortran (Ubuntu/Linaro 4.6.3-1ubuntu5) 4.6.3.

3 Parâmetros numéricos

Os parâmetros numéricos de entrada do código Mach2D-7.0 otimizado para o modelo de Euler são dados na Tab. 2.

Tabela 2: Parâmetros numéricos de entrada do código Mach2D-7.0 otimizado para Euler

Simulation identification (up to 100 characters)	sim_id
Number of real volumes in the csi direction	nx-2
Number of real volumes in the eta direction	ny-2
Kind of grid (1=eta uniform, 2=geometric progression for eta, 3=power law)	kg
Initial step for the geometric progression grid (m)	al
Coordinate system (1=cylindrical, else cartesian)	coord
Perfect gas constant (J/(kg.K))	Rg
gamma = Cpo / Cvo in the chamber (Specific heat ratio)	gamma
Stagnation pressure in the chamber (Pa)	po
Stagnation temperature in the chamber (K)	To
atmospheric pressure at the sea level (Pa)	pr
gravitational acceleration at the sea level (m/s2)	go
Initial constant of the UDS/CDS mixing scheme	beta1
Final constant of the UDS/CDS mixing scheme	beta2
beta = beta1 for it <= itb1	itb1
beta = beta2 for itb2 <= it	itb2
dt = dt1 for it <= it1	it1
dt = dt2 for it2 <= it	it2
Initial time step (s)	dt1
Final time step (s)	dt2
Maximum number of iterations of the time evolution	itmax
Parada com base no valor do residuo, se negativo, a parada e feita com base no imax	tolerance
Maximum number of iterations for the pressure correction	imax
Maximum number of iterations for the TDMA method for u, v and T	nitm_u
Maximum number of iterations for the TDMA method for p	nitm_p
Upload backup data and continue computation (0 = no, 1 = yes)	reload
Frequency of saving backup data	wbkp
Frequency of printing in the listing file and in the screen	wlf
1 = do not open result files, 0 = open	sem_a
0 = visualize the plot, 1 = do not visualize	sem_g
Frequency of writing data for graphics	w_g
1 = write the fields, 0 = do not	w_cam
Mostrar resultados de iteracoes na tela, 0 = nao, 1= sim	ver_tela
Numero de nucleos que serao utilizados na computacao paralela	num

4 Variação dos parâmetros imax, nitm_u e nitm_p (UDS)

Realizou-se um conjunto de simulações (S0052) com o código otimizado idêntico ao conjunto S0039 realizado com o código original. Os resultados do conjunto S0052 são mostrados na Tab. 3. A lista completa dos valores dos parâmetros de entrada é dada na Tab. 4. A única diferença entre o conjunto de simulações S0039 e o atual, S0052, é a memória utilizada e o tempo de cpu. Na nova versão do código, para o conjunto S0052, houve uma redução de cerca de 10% da memória e 2% do tempo de cpu.

Tabela 3: Resultados do conjunto de simulações S0052.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006	Back.007
nx-2	448	448	448	448	448	448	448
ny-2	160	160	160	160	160	160	160
RAM	70	70	70	70	70	70	70
beta1	0	0	0	0	0	0	0
beta2	0	0	0	0	0	0	0
itb1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
itb2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
dt1	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06
dt2	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06
it1	5	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5	5
itmax	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
imax	1	3	2	2	2	2	2
nitm_u	5	5	4	6	5	5	5
nitm_p	2	2	2	2	1	3	2
it	2504	1948	2304	1937	2504	1948	2117
tcpu	4.61E+02	4.12E+02	3.96E+02	4.35E+02	4.64E+02	4.12E+02	4.19E+02
Cd	9.9147E-01	9.9153E-01	9.9150E-01	9.9155E-01	9.9147E-01	9.9153E-01	9.9142E-01
Fd*	9.6861E-01	9.6873E-01	9.6869E-01	9.6876E-01	9.6861E-01	9.6873E-01	9.6860E-01

Tabela 4: Parâmetros do conjunto de simulações S0052.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006	Back.007
nx-2	448	448	448	448	448	448	448
ny-2	160	160	160	160	160	160	160
kg	1	1	1	1	1	1	1
a1	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
coord	1	1	1	1	1	1	1
Rg	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02
gamma	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00
po	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06
T0	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02
pr	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05
go	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00
beta1	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
beta2	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
itb1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
itb2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
it1	5	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5	5
dt1	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
dt2	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
itmax	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
tolerance	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
imax	1	3	2	2	2	2	2
nitm_u	5	5	4	6	5	5	5
nitm_p	2	2	2	2	1	3	2
reload	0	0	0	0	0	0	0
wbcp	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
wlf	1	1	1	1	1	1	1
sem_a	1	1	1	1	1	1	1
sem_g	1	1	1	1	1	1	1
w_g	1	1	1	1	1	1	1
w_cam	1	1	1	1	1	1	1
ver_tela	0	0	0	0	0	0	0
num	1	1	1	1	1	1	1

5 Variação dinâmica de dt (UDS)

O mesmo estudo da variação dinâmica de dt conduzido no conjunto de simulações S0044 foi repetido para o código otimizado (conjunto S0053, Tab. 7). Os resultados são apresentados na Tab. 5. As únicas variáveis diferentes entre os dois conjuntos de simulações são a memória (RAM) e o tempo de cpu (tcpu). A Tab. 6 compara os dois conjuntos. Percebe-se que para as malhas mais finas, para as quais as diferenças são mais importantes, há uma redução de cerca de 11% da memória e de 2 a 3% no tempo de cpu.

Tabela 5: Resultados do conjunto de simulações S0053.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006
nx-2	56	112	224	448	896	1792
ny-2	20	40	80	160	320	640
RAM	16	18	29	70	234	888
beta1	0	0	0	0	0	0
beta2	0	0	0	0	0	0
itb1	1000	1000	1000	1000	1000	1000
itb2	1000	1000	1000	1000	1000	1000
dt1	5.00E-06	1.00E-06	8.00E-07	5.00E-07	1.00E-07	8.00E-08
dt2	5.00E-05	1.00E-05	8.00E-06	5.00E-06	1.00E-06	8.00E-07
it1	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5
itmax	20000	20000	20000	20000	30000	40000
imax	2	2	2	2	2	2
nitm_u	4	4	4	4	4	4
nitm_p	2	2	2	2	2	2
it	226	587	1123	2368	5526	14018
tcpu	3.69E-01	3.02E+00	2.75E+01	4.45E+02	5.52E+03	6.45E+04
Cd	1.04704E+00	1.01695E+00	1.00083E+00	9.91475E-01	9.86469E-01	9.83914E-01
Fd*	9.77042E-01	9.72029E-01	9.70168E-01	9.68638E-01	9.67767E-01	9.67341E-01
maxcu	8.18206E-01	8.15134E-01	8.13465E-01	8.14611E-01	8.17196E-01	8.18984E-01
maxcv	8.18206E-01	8.15134E-01	8.13465E-01	8.14611E-01	8.17196E-01	8.18984E-01
maxct	8.18206E-01	8.15134E-01	8.13465E-01	8.14611E-01	8.17196E-01	8.18984E-01
maxcp	9.90162E-01	9.90442E-01	9.90437E-01	9.90375E-01	9.90384E-01	9.90091E-01
maxcc	9.90000E-01	9.90000E-01	9.90000E-01	9.90000E-01	9.90000E-01	9.90000E-01
dt	1.35737E-05	6.56160E-06	3.19554E-06	1.56990E-06	7.75884E-07	3.79244E-07

Tabela 6: Comparação dos resultados dos conjuntos S0053 e S0044.

sim_id	RAM-53	RAM-44	dif. rel.	tcpu-53	tcpu-44	dif. rel.
Back.001	16	16	-1%	3.69E-01	3.18E-01	16%
Back.002	18	19	-3%	3.02E+00	3.05E+00	-1%
Back.003	29	31	-6%	2.75E+01	2.87E+01	-4%
Back.004	70	77	-9%	4.45E+02	4.54E+02	-2%
Back.005	234	263	-11%	5.52E+03	5.67E+03	-3%
Back.006	888	1002	-11%	6.45E+04	6.57E+04	-2%

Tabela 7: Parâmetros do conjunto de simulações S0053.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006
nx-2	56	112	224	448	896	1792
ny-2	20	40	80	160	320	640
kg	1	1	1	1	1	1
a1	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06
coord	1	1	1	1	1	1
Rg	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02
gamma	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00
po	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06
T0	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02
pr	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05
go	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00
beta1	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00
beta2	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00
itb1	1000	1000	1000	1000	1000	1000
itb2	1000	1000	1000	1000	1000	1000
it1	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5
dt1	5.000000000E-06	1.000000000E-06	8.000000000E-07	5.000000000E-07	1.000000000E-07	8.000000000E-08
dt2	5.000000000E-05	1.000000000E-05	8.000000000E-06	5.000000000E-06	1.000000000E-06	8.000000000E-07
itmax	20000	20000	20000	20000	30000	40000
tolerance	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06
imax	2	2	2	2	2	2
nitm_u	4	4	4	4	4	4
nitm_p	2	2	2	2	2	2
reload	0	0	0	0	0	0
wbkip	50000	50000	50000	50000	50000	50000
wlf	1	1	1	1	1	1
sem_a	1	1	1	1	1	1
sem_g	1	1	1	1	1	1
w_g	1	1	1	1	1	1
w_cam	1	1	1	1	1	1
ver_tela	0	0	0	0	0	0
num	1	1	1	1	1	1

6 Variação dos parâmetros imax, nitm_u e nitm_p (CDS)

O mesmo estudo conduzido no conjunto de simulações S0046 foi realizado (conjunto S0054) para o código otimizado a fim de avaliar a influência dos parâmetros imax, nitm_u e nitm_p no tempo de cpu para o esquema CDS. Os resultados são mostrados na Tab. 8. A lista completa dos valores dos parâmetros de entrada é dada na Tab. 9. A única diferença entre o conjunto de simulações S0046 e o atual, S0054, é a memória utilizada e o tempo de cpu. Observa-se que o tempo de cpu ora é maior no código original, ora no código otimizado. Isto se deve à incerteza na medida de tempo, que é comparável ao tempo de cpu.

Tabela 8: Resultados do conjunto de simulações S0054.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006	Back.007
nx-2	224	224	224	224	224	224	224
ny-2	80	80	80	80	80	80	80
RAM	29	29	29	29	29	29	29
beta1	0	0	0	0	0	0	0
beta2	1	1	1	1	1	1	1
itb1	100	100	100	100	100	100	100
itb2	500	500	500	500	500	500	500
dt1	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07
dt2	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07	8.00E-07
it1	5	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5	5
itmax	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
imax	1	3	2	2	2	2	2
nitm_u	5	5	4	6	5	5	5
nitm_p	2	2	2	2	1	3	2
it	2219	1983	2438	1971	2219	1983	1984
tcpu	5.28E+01	5.24E+01	5.63E+01	5.56E+01	5.26E+01	5.26E+01	5.08E+01
Cd	9.8109E-01	9.8110E-01	9.8110E-01	9.8111E-01	9.8109E-01	9.8110E-01	9.8110E-01
Fd*	9.6667E-01	9.6659E-01	9.6662E-01	9.6663E-01	9.6667E-01	9.6659E-01	9.6659E-01

Tabela 9: Parâmetros do conjunto de simulações S0054.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005	Back.006	Back.007
nx-2	224	224	224	224	224	224	224
ny-2	80	80	80	80	80	80	80
kg	1	1	1	1	1	1	1
a1	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
coord	1	1	1	1	1	1	1
Rg	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02	2.869000E+02
gamma	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00	1.400000E+00
po	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06	1.725068E+06
T0	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02	8.333300E+02
pr	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05	1.013250E+05
go	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00	9.806650E+00
beta1	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
beta2	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00	1.000000E+00
itb1	100	100	100	100	100	100	100
itb2	500	500	500	500	500	500	500
it1	5	5	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5	5	5
dt1	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07
dt2	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07	8.000000E-07
it max	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
tolerance	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06	1.000000E-06
imax	1	3	2	2	2	2	2
nitm_u	5	5	4	6	5	5	5
nitm_p	2	2	2	2	1	3	2
reload	0	0	0	0	0	0	0
wbcp	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
wlf	1	1	1	1	1	1	1
sem_a	1	1	1	1	1	1	1
sem_g	1	1	1	1	1	1	1
w_g	1	1	1	1	1	1	1
w_cam	1	1	1	1	1	1	1
ver_tela	0	0	0	0	0	0	0
num	1	1	1	1	1	1	1

7 Variação dinâmica de dt (CDS)

Realizou-se para o esquema CDS o mesmo estudo da variação dinâmica de dt realizado para o esquema UDS. Os parâmetros de entrada são dados na Tab. 11 (conjunto S0055) e os resultados na Tab. 10. Este estudo é similar ao do conjunto de simulações S0047 baseado no código original. Novamente, as únicas diferenças nos resultados estão na memória e tempo de cpu utilizados.

Tabela 10: Resultados do conjunto de simulações S0055.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005
nx-2	56	112	224	448	896
ny-2	20	40	80	160	320
RAM	16	18	29	70	234
beta1	0	0	0	0	0
beta2	1	1	1	1	1
itb1	100	100	100	100	100
itb2	500	500	500	500	500
dt1	5.00E-06	1.00E-06	8.00E-07	5.00E-07	1.00E-07
dt2	5.00E-05	1.00E-05	8.00E-06	5.00E-06	1.00E-06
it1	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5
itmax	20000	20000	20000	20000	30000
imax	2	2	2	2	2
nitm_u	4	4	4	4	4
nitm_p	2	2	2	2	2
it	938	1186	988	732	501
tcpu	1.16E+00	5.90E+00	2.42E+01	1.38E+02	5.02E+02
Cd	9.7991E-01	9.8081E-01	9.8118E-01	9.8163E-01	9.7308E-01
Fd*	9.6486E-01	9.6609E-01	9.6677E-01	9.6343E-01	9.5771E-01
maxcu	8.2624E-01	8.2594E-01	6.8023E-01	5.6087E-01	4.6793E-01
maxcv	8.2624E-01	8.2594E-01	6.8023E-01	5.6087E-01	4.6793E-01
maxct	8.2624E-01	8.2594E-01	6.8021E-01	5.5875E-01	4.6219E-01
maxcp	9.9001E-01	9.9284E-01	9.9520E-01	9.4170E-01	9.3094E-01
maxcc	9.9000E-01	9.9000E-01	9.9000E-01	9.9000E-01	9.9000E-01
dt	1.3658E-05	6.5616E-06	1.3310E-06	3.5251E-07	1.4659E-07

Tabela 11: Parâmetros do conjunto de simulações S0055.

sim_id	Back.001	Back.002	Back.003	Back.004	Back.005
nx-2	56	112	224	448	896
ny-2	20	40	80	160	320
kg	1	1	1	1	1
a1	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06
coord	1	1	1	1	1
Rg	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02	2.869000000E+02
gamma	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00	1.400000000E+00
po	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06	1.725068000E+06
T0	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02	8.333300000E+02
pr	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05	1.013250000E+05
go	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00	9.806650000E+00
beta1	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00
beta2	1.000000000E+00	1.000000000E+00	1.000000000E+00	1.000000000E+00	1.000000000E+00
itb1	100	100	100	100	100
itb2	500	500	500	500	500
it1	5	5	5	5	5
it2	5	5	5	5	5
dt1	5.000000000E-06	1.000000000E-06	8.000000000E-07	5.000000000E-07	1.000000000E-07
dt2	5.000000000E-05	1.000000000E-05	8.000000000E-06	5.000000000E-06	1.000000000E-06
itmax	20000	20000	20000	20000	30000
tolerance	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06	1.000000000E-06
imax	2	2	2	2	2
nitm_u	4	4	4	4	4
nitm_p	2	2	2	2	2
reload	0	0	0	0	0
wbkp	50000	50000	50000	50000	50000
wlf	1	1	1	1	1
sem_a	1	1	1	1	1
sem_g	1	1	1	1	1
w_g	1	1	1	1	1
w_cam	1	1	1	1	1
ver_tela	0	0	0	0	0
num	1	1	1	1	1