

Elmer

Link : http://www.csc.fi/english/pages/elmer/index_html

Co a k čemu je Elmer? – viz. ElmerOverview.pdf

Kde je Elmer?

- Geof40 (včetně grafického preprocesoru (ElmerFront) a postprocesoru (ElmerPost))
- Geof50

Na obou strojích je k dispozici jak seriová, tak paralelní verze řešiče

Šedivá je teorie, zelený strom života aneb příklad neuškodí

Model tečení ledu (ISMIP-HOM B –benchmark viz. <http://homepages.ulb.ac.be/~fpattyn/ismip/>)

- 2-D model tečení ledu po nakloněné sinusově zvlněné ploše (kde no-slip) , free surface na povrchu a periodické podmínky hranicích vpravo a vlevo
- led coby neneutronovská viskózní kapalina
- bez teplotní závislosti

1.) ElmerGrid – nástroj pro přípravu sítě

Viz. ElmerGridManual.pdf

- Command-line input
 - Síť vytvoříme v COMSOLu (což již umíme: obdélník, pak buď unstructured mesh nebo lépe obdélníkové elementy pomocí mesh->mapped mesh parameters), exportujeme (export mesh as .mphtxt) a překonvertujeme do Elmer formátu příkazem:

```
ElmerGrid 9 2 ice.mphtxt
```

Jak si prohlédnout své dílo?

```
ElmerGrid 9 3 ice.mphtxt
```

Vytvoří .ep soubor, ten otevřeme pomocí **ElmerPost** a Display Mesh Lines

Vsuvka: jak na grafické programy (xfig, ElmerFront, ElmerPost) přes putty z windows (by F.Gallovič):

1. Nainstalovat novou verzi cygwinu (<http://www.cygwin.com/>)
2. Z voleb co instalovat nechat vše default, krom X11 kde install
3. Nejlépe do Startup (PoSpuštění) dodat kam_instalovano\cygwin\usr\X11R6\bin\startxwin.bat
4. Pustit putty a povolit v nastavení Connection->SSH->Tunnels Enable X11 forwarding
5. Uložit session i pro příště

- Command-file input
 - Vytvoříme ice.grd file s následující strukturou

```
***** ElmerGrid input file for structured grid generation *****
```

```
Version = 210903
```

```

Coordinate System = Cartesian 2D
Subcell Divisions in 2D = 1 1
Subcell Limits 1 = 0.0 1.0
Subcell Limits 2 = 0.0 1.0
Material Structure in 2D
1
End
Materials Interval = 1 1
Boundary Definitions
! type  out  int
1  -1  1  1  !down
2  -2  1  1  !right
3  -3  1  1  !top
4  -4  1  1  !left
End
Numbering = Horizontal
Coordinate Ratios = 1
Decimals = 12
Element Innernodes = False
Element Degree = 1
Triangles = False
Element Divisions 1 = 20
Element Divisions 2 = 20

```

Přeložíme pomocí **ElmerGrid 1 2 square.grd**

Vznikne adresář /square se 4 ASCII soubory mesh.boundary, mesh.elements, mesh.header, mesh.nodes

Prohlédneme opět pomocí

```

ElmerGrid 1 3 square.grd
ElmerPost

```

Zbývá přeškálovat a zdeformovat síť:

- Buď ručně (F90 prográmek) editovat souřadnice v mesh.nodes
- Nebo přidáme do .grd následující řádky:

Geometry Mappings

```
! mode line limits(2) Np params(Np)
```

```
1 1 1000.0 1000.0 4 0.0 0.0 2.00000000e+04 -1.74537356e+02
```

```
1 0 1000.0 1000.0 4 0.0 0.0 2.00000000e+04 -1.74537356e+02
```

```
5 0 1000.0 1000.0 4 0.0 2.00000000e+04 1.0 500.0
```

```
End
```

Uložíme jako nový soubor mesh.grd, přeložíme pomocí

```
ElmerGrid 1 2 mesh.grd
```

ElmerSolver

Viz. ElmerSolver.pdf

Vlatní jádro Elmeru, ovládání buď pomocí grafického interface **ElmerFront** nebo parametrickým souborem ice.sif (solver input file):

echo on

\$L = 20.0e3

\$Slope = -tan(0.5 * pi / 180.0)

Header

Mesh DB "." "mesh_B"

End

Constants

! No constant needed

End

!!

Simulation

Coordinate System = Cartesian 2D

Simulation Type = Steady State

Steady State Min Iterations = 1

Steady State Max Iterations = 1

Output File = "ice".result"

Post File = "ice".ep"

max output level = 100

End

!!

Body 1

Equation = 1

Body Force = 1

Material = 1

Initial Condition = 1

End

!!

Initial Condition 1

Pressure = Real 0.0

Velocity 1 = Real 0.0

Velocity 2 = Real 0.0

End

!!

Body Force 1
Flow BodyForce 1 = Real 0.0
Flow BodyForce 2 = Real -9.7696e15 !MPa - a - m
End

!!

Material 1
Density = Real 9.1376e-19 ! MPa - a - m

Viscosity Model = String "power law"
Viscosity = Real 0.170998e0 ! MPa - a - m
Viscosity Exponent = Real 0.33333333333333333333
Critical Shear Rate = Real 1.0e-10
End

!!

Solver 1
Equation = "Navier-Stokes"

Stabilization Method = String Bubbles

Linear System Solver = Direct
Linear System Direct Method = umfpack

Nonlinear System Max Iterations = 100
Nonlinear System Convergence Tolerance = 1.0e-5
Nonlinear System Newton After Iterations = 5
Nonlinear System Newton After Tolerance = 1.0e-02
Nonlinear System Relaxation Factor = 1.00

Steady State Convergence Tolerance = Real 1.0e-3
End

!!

Equation 1
Active Solvers(1) = 1
NS Convect = Logical False
End

!!

! Bedrock
Boundary Condition 1
Target Boundaries = 1
Velocity 1 = Real 0.0e0
Velocity 2 = Real 0.0e0
End

! Periodic Right

```
Boundary Condition 2
  Target Boundaries = 2
  Periodic BC = 4
  Periodic BC Translate(2) = Real $ (L) (L*Slope)
  Periodic BC Velocity 1 = Logical True
  Periodic BC Velocity 2 = Logical True
  Periodic BC Pressure = Logical True
End
```

```
! Upper Surface
Boundary Condition 3
  Target Boundaries = 3
End
```

```
! Periodic Left
Boundary Condition 4
  Target Boundaries = 4
End
```

Solver spustíme příkazem: **ElmerSolver ice.sif**

Výsledky opět vizualizujeme pomocí **ElmerPost** otevřením /ice/ice.ep

Až doteď jenom další FEM solver. Co to umí navíc? Paralelizace!!!

Jak Elmer paralelizuje?

- MPI
- Rozdělíme výpočetní oblast na N podoblastí
- ElmerSolver_mpi – paralelní verze solveru

Máme v současnosti k dispozici 8 procesorů (geof40, geof50)

Step-by-step paralelizace naší úlohy

1. Rozdělení sítě

Použijeme ElmerGrid rutinu k rozdělení již vytvořené sítě např. následovně:

- **ElmerGrid 2 2 mesh -metis 8**

Metis rutina rozdělí výpočetní oblast na 8 nepravidelných souvislých podoblastí podobné velikosti

Prohlédněme si opět výsledek:

```
ElmerGrid 2 3 mesh -metis 8 -out meshp
ElmerPost
```

Případně explicitně předepíšeme, jak dělit (keyword -partition x-dělení y-dělení z-dělení)

- **ElmerGrid 2 2 mesh -partition 8 1 1**

2. Vytvoříme soubor ELMERSOLVER_STARTINFO, který bude obsahovat název sif souboru (ice.sif)

3. Není třeba jakkoli modifikovat solver-input-file ice.sif, o vše se postará paralelní verze solveru ElmerSolver_mpi
 4. Do souboru hosts vepíšeme stroje, které chceme vytižit i.e. např. geof40, geof50
 5. Spustíme solver
- ```
mpirun -np 8 -x LD_LIBRARY_PATH -hostfile hosts
ElmerSolver_mpi
```

Získáme N výstupních .ep souborů, které můžeme spojit do jednoho: v /mesh

```
ElmerGrid 15 3 ice -out icep
```