

OpenFOAM工具详解 - renumberMesh

原创 姜蜉蝣 2020-07-10 21:40:10 1052 收藏 8 版权

分类专栏: OpenFOAM # OpenFOAM工具详解 文章标签: OpenFOAM

OpenFOAM自带的网格绘制工具较为简单，且使用时较为复杂繁琐。通常我们会选择利用较为成熟的网格绘制软件如Pointwise、ICEM等绘制好网格并将网格导入OpenFOAM算例文件夹中。

一些刚接触OpenFOAM的新手在将网格导入OpenFOAM并设置好算例进行计算时，通常直接执行求解器容易造成计算发散。其原因是缺少了在算例文件夹的顶层目录执行 `renumberMesh` 命令的过程。执行该命令的效果是降低导入网格的**bandwidth**与**profile**。

实际上bandwidth与profile是矩阵中的术语。对于一个 $N \times N$ 的对称矩阵A，第 i 行的bandwidth为：

$$\beta_i(\mathbf{A}) = \min \{j \mid a_{ij} \neq 0\}$$

矩阵整体的bandwidth为：

$$\beta(\mathbf{A}) = \max \{\beta_i(\mathbf{A}) \mid 1 \leq i \leq N\} = \max \{ |i-j| \mid a_{ij} \neq 0 \}$$

profile为：

$$\sum_i \beta_i(\mathbf{A})$$

bandwidth和profile反映了对称矩阵中非零元素在对角线周围的聚集程度。可以想到，降低bandwidth与profile对稀疏矩阵求解的收敛性与收敛速度有很大帮助。

为了更为直观的观察执行 `renumberMesh` 命令后发生的变化，我利用Pointwise随便绘制了一个底面直径为2米、高为2米的圆柱，其中包含了48000个网格。执行 `renumberMesh -overwrite` 对 `0` 文件夹及 `constant/polyMesh` 文件夹进行修正后，可以看到网格的bandwidth由40199下降为1153，profile由 $1.11116e+08$ 下降为 $3.96072e+07$ 。

```

1  Create mesh for time = 0
2
3  Mesh size: 48000
4  Before renumbering :
5      band           : 40199
6      profile        : 1.11116e+08
7
8  Using default renumberMethod.
9
10 Selecting renumberMethod CuthillMcKee
11
12 Reading geometric fields
13
14 Reading volScalarField cellid
15 Reading volScalarField p

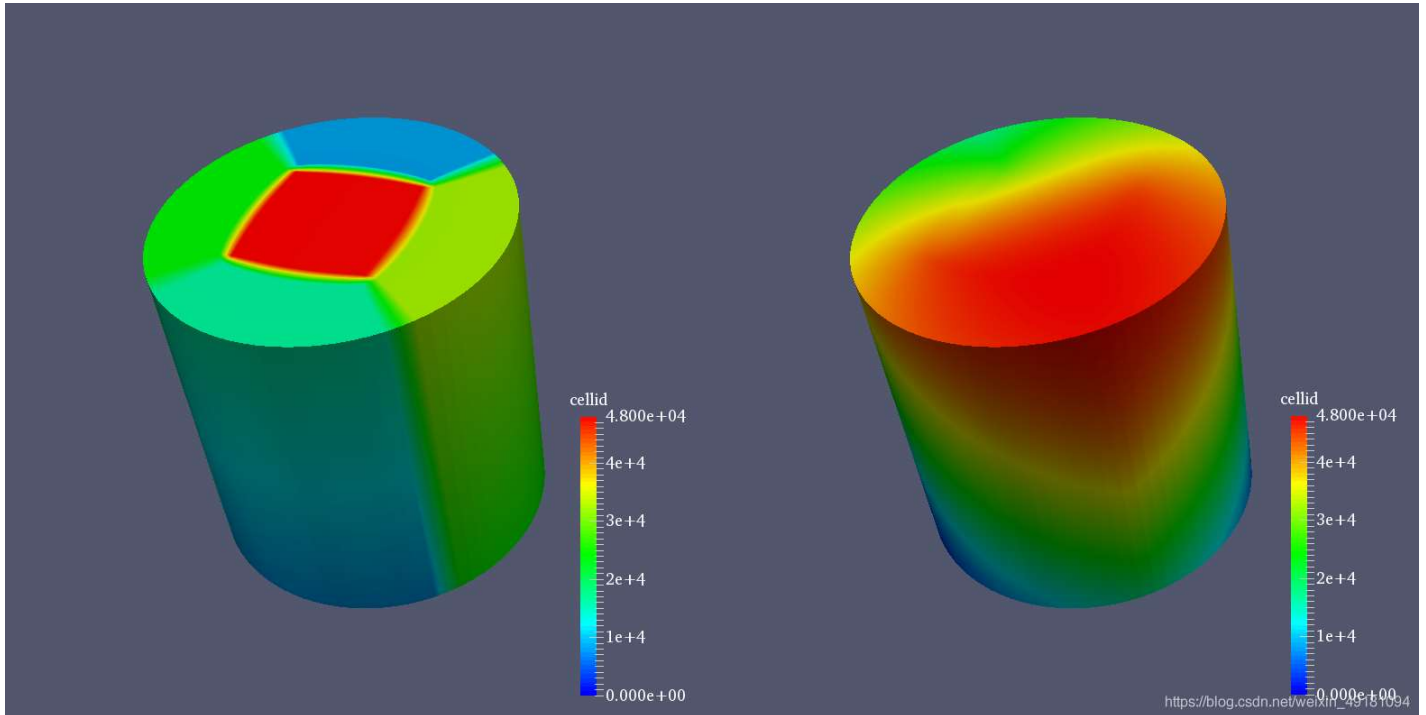
```

```

16 Reading volVectorField U
17
18 After renumbering :
19     band           : 1153
20     profile        : 3.96072e+07
21
22 Writing mesh to "constant"
23
24 End

```

从图像上来看，在执行 `renumberMesh` 命令之后，网格单元的ID会变得较为连续，如下图。这对于CFD求解是极其有益的。



这里附上 `renumberMesh` 的使用方法：

Usage: `renumberMesh` [OPTIONS]

options:

```

-case <dir>          specify alternate case directory, default is the cwd
-constant            include the 'constant/' dir in the times list
-dict <file>         read control dictionary from specified location
-fileHandler <handler>
                    override the fileHandler
-frontWidth          calculate the rms of the frontwidth
-hostRoots <(((host1 dir1) .. (hostN dirN)))>
                    slave root directories (per host) for distributed running
-latestTime          select the latest time
-libs <(lib1 .. libN)>
                    pre-load libraries
-noFields            do not update fields
-noFunctionObjects    do not execute functionObjects
-noZero              exclude the '0/' dir from the times list
-overwrite            overwrite existing mesh/results files
-parallel            run in parallel

```

```
-region <name>    specify alternative mesh region
-roots <(dir1 .. dirN)>
                  slave root directories for distributed running
-time <time>      specify a single time value to select
-srcDoc           display source code in browser
-doc              display application documentation in browser
-help             print the usage
```

Renumber mesh to minimize bandwidth
