

spider2 と spider3 の比較 (改定)

大野泰治郎

1 spider2 と spider3 の本質的な違い

spider2 は、すでに作成された points データに変更を加えて蜘蛛の巣データに変更する。一方、spider3 は、元になる blockMeshDict ファイルから蜘蛛の巣を生成する新たな blockMeshDict ファイルを生成する。

2 基本的な流れ

2.1 spider2 を用いた蜘蛛の巣メッシュの作成手順

前提 通常メッシュ生成方法 (blockmesh , snappyHexMesh) を用いて、case(openfoam の作業ディレクトリの通称、case というディレクトリが実際にあるわけではない。) がすでに作成されていること。

準備 パラメータファイル (parameters) の準備 spider2 で指定できるのは、拡大率、コア指定拡大の原点、cuboid (本来対象とする直方体の長さの意味だが、使用方法は表を参照) 、コアを指定するパラメータである。

作業 spider2 プログラム (spider2.py etc) は points ファイル (通常 case/constant/polyMesh/points にあるファイル) とパラメータファイル (parameters) を入力ファイルとして、蜘蛛の巣に拡張された points ファイルを作成する。ユーザは、出力された points ファイルをもとの case/constant/polyMesh/points に入れ替えて使用する。

2.2 spider3 を用いた蜘蛛の巣メッシュの作成手順

前提 蜘蛛の巣に変更する blockMeshDict (通常 case/system/blockMeshDict に置かれている) がすでにあるか、または、最初から作成する場合は空の blockMeshDict (block,vertices,boundary がなにもない) を用意する。

準備 パラメータファイル (parameters.spider3) の準備。parameters.spider3 で指定できるのは、蜘蛛の巣拡張の原点、拡大率、コア領域、blockMeshDict に引き渡す変数 (x,y,z-分割数, 伸びしろの分割数 (divX),multigrading パラメータ)。

作業 spider3(java のプログラムであり、以下に示すように実行方法が spider2.py とは異なる。) を用いて、蜘蛛の巣を作成する (蜘蛛の巣部分を追加する) ための blockMeshDict を作成する。この blockMeshDict をもとの blockMeshDict と入れ替えた後、blockMesh を行うことで、蜘蛛の巣形状のメッシュデータを作成する。そのメッシュデータを土台にして、必要であれば、コア部分に snappyHexMesh を行い CAD データをくり抜いた蜘蛛の巣メッシュを作成するなどの作業を行う。

3 spider2 と spider3 の比較表

	spider2.py	spider3.08
開発言語	python2	java 11
入力ファイル	points	blockMeshDict.in ^{1.1}
出力ファイル	spider_points	blockMeshDict.out.3.08
パラメータファイル ¹	parameters	parameters.spider3
アルゴリズム ²	非線形点拡大 $(p)(p-p_0)+p_0$	線形点拡大 $A(p-p_0)+p_0$
蜘蛛の巣を張るメッシュ数 ³	$7 \times l \times m \times n$	$2 \times (l \times m + m \times n + n \times l)^{2.1} \times divE$
対象図形 ⁴	直方体 (制約あり) ^{4.1}	直方体 (制約なし)
拡大の原点	中心または境界面の中心 ^{5.1}	コア領域内部
拡大後の図形	非相似形にも対応 (制約あり) <i>cuboid</i> 記述参照	相似形
拡張メッシュ並びの調整	できない。	<i>multigrading</i> ^{5.1} を使用することで可能
起動方法 ^{6.1}	spider2.py	java -ea -jar spider3.08.jar
インストール場所 ^{6.2}	各自	MatsudaMacmini: /Users/takahashilab/

0.1 spider2.py の java 版

1 spider2.py のパラメータファイル <http://3.83.39.176/kyutech/2021.07.07/parameters.pdf>
 spider2.py では p_0 (拡大の中心) *cuboid* (正規化パラメータ) γ_1 (コア係数) γ_2 β_1 (1 固定) β_2 (拡大数) しかみていない。 $divX, divY, divZ$ は入力チェックはするが内部で使用していない。
 spider3.03 のパラメータ <http://3.83.39.176/kyutech/2021.07.07/parameters.spider3.pdf>
 はそれとは異なり、 p_0 β_2 $coreMinX$ $coreMinY$ $coreMinZ$ $coreMaxX$ $coreMaxY$ $coreMaxZ$ $divX$ $divY$ $divZ$ $divED$ *multigrading* を見ている。

1.1 拡張したい *blockMeshDict* を入力ファイルとする。ない場合は空の *blockMeshDict* ファイル.. 本来はプログラム内に埋め込むべきもの。

2 p は点 (point) の座標 p_0 は拡大の原点、 $(p) = (|(p-p_0)/cuboid|_{max})$ はスカラー値であるが、 p 依存である。即ち、全体では線形ではない。ここで、 $(p-p_0)/cuboid$ は x, y, z 成分ごとの割り算、 $|_{max}$ は各座標値の絶対値の最大値つまり、 $|v|_{max} = \max\{|v_x|, |v_y|, |v_z|\}$ を表す。点拡大の意味は p_0 と p の直線上に拡大された点ができることを意味する。線形拡大 A とは単なる行列による拡大である。

2.1 拡大の中心がコア内部にある場合。境界上にある場合は、それよりも減る。

3 概算である。 (l, m, n) はコア領域の (x, y, z) -方向メッシュ数、 spider2 では伸びしろの点数をコアの 2 倍にとって計算、 spider3 の $divED$ とは伸びしろ方向の分割数 (parameters.spider3 で与えられる入力パラメータ)

4.1 パラメータ *cuboid* の与え方は、立方体であればそのまま、そうでない場合も後で示すようにきれいな整数倍であればそのまま用いられる。そうでない場合は最大長に合わせるか、最小長にあわせる

かをしなければいけない。例えば、cuboid:x,y,z を x_len (拡大の原点 (p_0) からの x -長) として、 $x = y = z = \min(x_len, y_len, z_len)$

と与えると、拡張後の対角線でのメッシュでの整合性がある。ただし、直方体の最小方向以外では、拡大幅が一定 (β) のメッシュが残りの部分を埋めることになる。<http://3.83.39.176/kyutech/2021.07.07/png/70.60.80.spider2.pdf> 逆に、 $x = y = z = \max(x_len, y_len, z_len)$ にとると、拡大幅一定のメッシュがくることはないが、全体が直方体にはならず、シルクハット図形 (極端な例だけけれど、<http://3.83.39.176/kyutech/2021.07.07/png/70.60.80.spider2.pdf> の subsection 1.4) となる。

別の例として、x-len,y-len,z-len の比率が、例えば 4:1:1 など整数倍になった場合である。(2021年の4年のみなさんの課題 ただし、メッシュは大幅に荒いはず) <http://3.83.39.176/kyutech/2021.07.07/png/140.70.70.spider2.pdf>

5.1 multigrading ((a1 b1 c1)(a2 b2 c2)(a3 b3 c3)...(al bl cl)) は、spider3 での出力 blockMeshDict 内の block の記述に用いられるパラメータで、蜘蛛の巣方向のグリッドの並びをこのパラメータで調整する。蜘蛛の巣がコアから急に離れていたり、逆に、密になったりすることを調整することができる。最初の成分は (a1 a2 a3 ... al) は蜘蛛の巣方向の線分を 1 個に分割したときの、長さの配分比、() 比率であるので、絶対数 a1,a2... に意味があるのではなく、 $a1/a2$ $a1/a3$... に意味がある。) (b1 b2 b3 ... bl) は、1 個に分割したときの各線分へのグリッド数 (分割数) の比、最後の (c1,c2,c3,...,cl) はこれは各分割線分内でのグリッドの並びに関するパラメータで、 $c1 = 10$ であると最初のグリッド間隔と最後のグリッド間隔が 1:10 になる。逆に $c1=0.1$ であれば、最初のグリッド間隔と最後のグリッド間隔が 10:1 になる。

6.1 入力ファイル、パラメータファイルを同じディレクトリにいれておくこと

6.2 MatsudaMacmini: /Users/takahashilab/spider3/2021.10.27