

Baram-snappy 사용자 매뉴얼

(주)넥스트폼
www.nextfoam.co.kr

Open Source CFD Consulting

NEXTfoam 기술연구소
153-790, 서울특별시 금천구 디지털로 9길 32 A동 1106호(갑을그레이트밸리)

October 2017

문의:

NEXTfoam Co.,Ltd.
153-790, 서울특별시 금천구 디지털로 9길 32
갑을그레이트밸리 A동 1106호
(070) 8796-3011

차례

1	개요	2
2	설치 및 실행 방법	2
3	Launcher	3
4	주화면(main window)	4
5	메뉴	6
5.1	File	6
5.2	Surface	6
5.3	Help	9
6	Tool bar	10
7	Geometry	11
8	blockMesh	12
9	Castellate mesh	13
9.1	Surface & Feature & Region refinement level	14
10	Snap mesh	15
11	Add boundary layers	16
12	Mesh Quality Control / Advanced	18
13	Run snappyHexMesh	18
14	Mesh manipulation	19
14.1	Split boundary	19
14.2	Scale mesh	21
14.3	Translate mesh	21
14.4	Create cellSet / Refine mesh	21

1 개요

Baram-snappy는 OpenFOAM의 기본 격자 생성 도구인 blockMesh와 snappyHexMesh를 이용하여 OpenFOAM에서 사용할 수 있는 격자를 생성하는 프로그램이다. Baram-v4.0 설치 시 함께 설치된다.

- 격자 생성 - blockMesh와 snappyHexMesh를 이용
 - 격자 생성 전 background hex mesh와 STL format의 형상 파일, snappyHexMeshDict 파일이 필요
 - blockMesh 도구를 이용하여 background hex mesh를 생성
 - STL format의 형상 파일은 binary / ASCII 관계없이 *constant/triSurface* 폴더에 위치
 - snappyHexMeshDict 파일은 *system* 폴더에 위치
- 후처리
 - Graphic window in Baram-snappy GUI / ParaView

OpenFOAM-4.0 버전을 기반으로 제작되었다.

사용자 환경은 python2.7, pygtk, vtk, vte를 사용하여 개발되었다.

2 설치 및 실행 방법

Baram-v4.0 프로그램 설치 시 함께 설치되므로 Baram-v4.0이 설치되었다면 별도의 설치 필요없다.

실행은 터미널에서 Baram-snappy를 입력하거나 우분투 메뉴에서 Baram-snappy 아이콘을 클릭하면 프로그램이 실행된다.

3 Launcher

프로그램이 구동되면 그림 3.1와 같은 창이 나타난다.

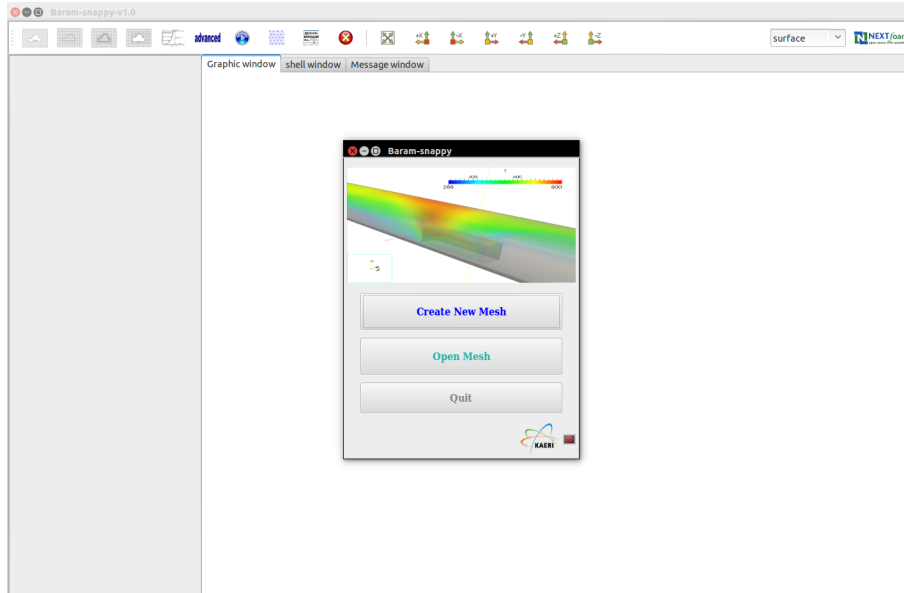


그림 3.1: Launcher

Launcher에서는 새로운 계산을 할 것인지 기존의 작업을 열 것인지를 선택한다.

원하는 항목을 선택하면 작업 폴더를 선택하는 창이 나타난다. 'New'를 선택했으면 원하는 위치로 이동하여 폴더 이름을 입력하면 새로운 폴더가 생성되며, 'Open'을 선택했으면 기존 작업 폴더를 선택한다.

4 주화면(main window)

launcher를 실행하면 그림 4.1와 같은 창이 나타난다.

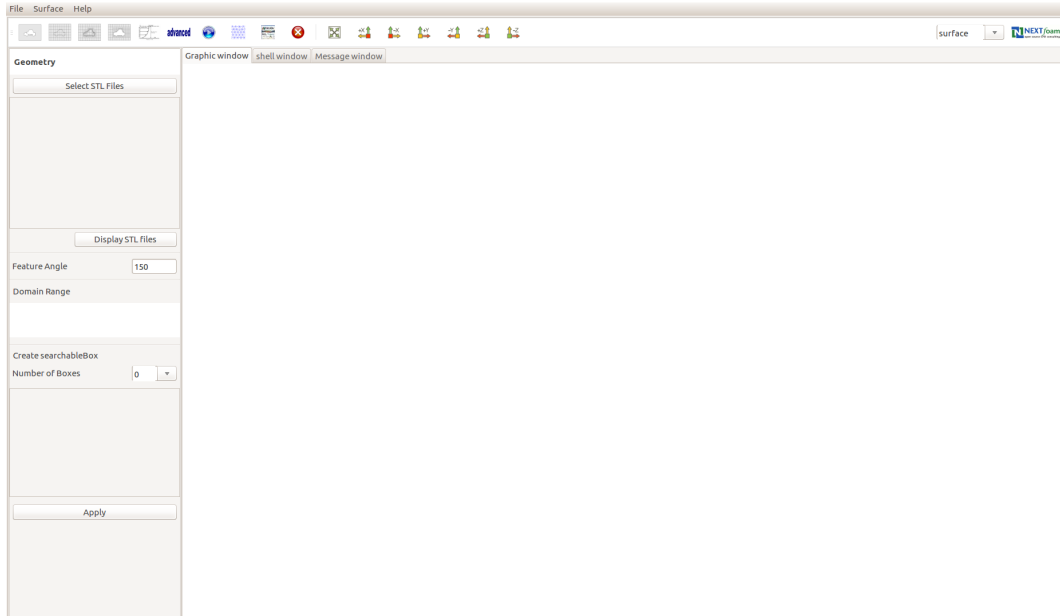


그림 4.1: 주화면

주화면은 다음의 여섯 개의 영역으로 나눌 수 있다.

- 메뉴
 - File, Surface, Help 세 개의 메뉴가 있다.
- 툴바
- 세부설정상자
 - 툴바의 아이콘을 클릭하면 해당하는 세부설정상자가 나타난다.
- 그래픽 창
 - 격자를 그래픽으로 보여주는 영역
- 메시지 창
 - 세부 설정의 결과 메시지를 보여준다.
- shell 창
 - 실행 결과를 보여주고 리눅스 명령을 사용할 수 있다.

그래픽창의 마우스 컨트롤

그래픽 창은 STL 형상/격자 확인과 같은 작업 시 필요한 다양한 그래픽을 표현하는 영역이다.

마우스 컨트롤 방법은 다음과 같다.

Order	Control 방법
Rotation	Mouse left button
Translation	Mouse wheel
Zoom in/out	Mouse right button

표 4.1: 마우스 컨트롤 방법

5 메뉴

메뉴는 File, Surface, Help 세 가지로 구성되어 있다.

5.1 File

File 메뉴는 다음과 같은 네 개의 항목으로 구성되어 있다.

New

새로운 작업을 시작하기 위한 메뉴이다. Launcher에서와 마찬가지로 기능을 하며 새로운 폴더를 설정하기 위한 설정 창이 열린다. 새로운 폴더를 설정하면 메시지 창에 새로 설정한 폴더가 표시되고 현재 작업 폴더가 변경된다.

Open

기존의 작업을 열기 위한 메뉴이다. Launcher에서와 마찬가지로 기능을 하며 기존 작업 폴더를 선택하기 위한 폴더 선택 창이 열린다.

Save As

'Save As'는 현재의 작업을 다른 이름으로 저장하기 위한 메뉴이다. 'New'와 마찬가지로 새로운 폴더를 설정하기 위한 설정 창이 열린다.

Exit

프로그램을 종료한다.

5.2 Surface

createCylinder, Scale, Translate, Split solids, Merge files 그리고 surfaceAutoPatch 다섯 가지 하위 메뉴가 있다.

createCylinder

실린더 형상의 STL 파일을 만들 수 있다. 메뉴를 선택하면 그림 5.1의 창이 열린다. 반경, 높이, 축, 중심좌표, 파일이름을 입력하면 STL 파일이 현재 작업 폴더에 만들어 진다.

Scale

STL format의 형상 파일을 이용하여 격자를 만들기 전 형상의 scale을 조정할 수 있는 기능이다. 메뉴를 선택하면 그림 5.2의 창이 열린다. x, y, z 방향의 scale factor를 입력하고 'Apply' 버튼을 누르면 현재 case 폴더에 scale이 적용된 형상 파일이 생성된다(해당 파일 명 앞에 scaled가 붙어서 생성).

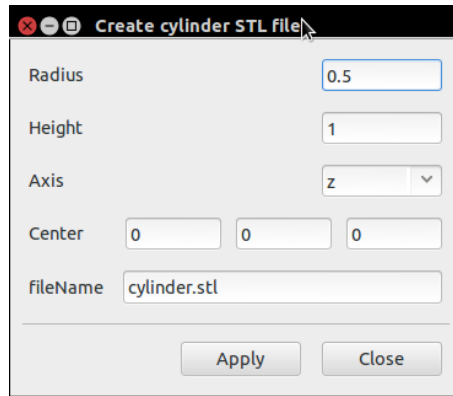


그림 5.1: createCylinder 설정 창

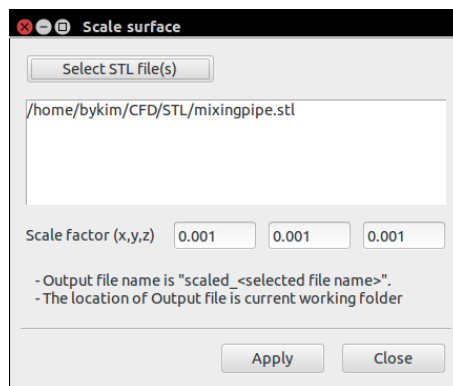


그림 5.2: Scale surface 설정 창

Translate

형상의 위치를 이동할 필요가 있을 때 사용하는 기능으로 해당 메뉴를 클릭하면 그림 5.3의 창이 열린다. 이동하고 싶은 방향의 vector를 입력한 후 'Apply' 버튼을 누르면 현재 case 폴더에 위치 이동이 적용된 형상 파일이 생성된다(해당 파일 명 앞에 translated가 붙어서 생성).

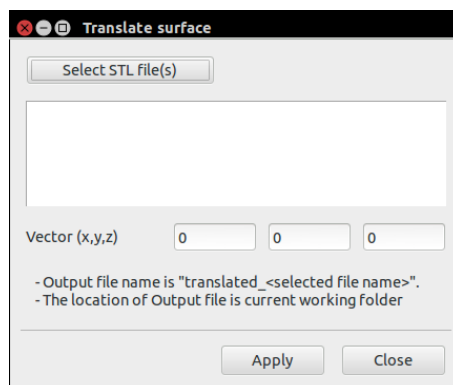


그림 5.3: Translate surface 설정 창

Split solids

STL format의 형상을 STL 파일에서 지정한 solid 영역별로 나누어 STL파일을 생성하는 기능이다. 해당 메뉴를 클릭하면 그림 5.4의 창이 열린다. 형상 파일을 선택한 후 'Apply' 버튼을 누르면 현재 case 폴더에 영역별로 나누어진 형상 파일이 생성된다(해당 파일 명 앞에 splitted가 붙어서 생성).

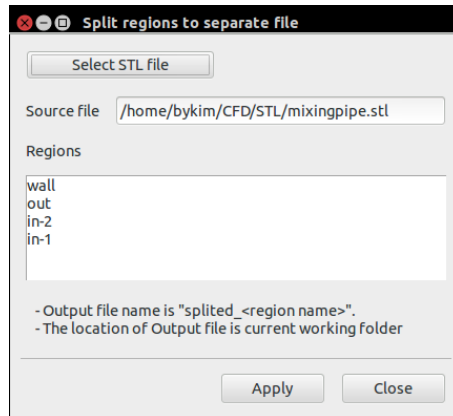


그림 5.4: Split solids 설정 창

Merge files

'Split solids' 기능과 반대로 여러개의 STL format의 형상 파일(ASCII)들을 하나의 STL파일로 합쳐주는 기능이다. 해당 메뉴를 클릭하면 그림 5.5의 창이 열린다. 형상 파일들을 선택한 후 'Apply' 버튼을 누르면 현재 case 폴더에 하나로 합쳐진 형상 파일이 생성된다('mergedSTL-file.stl' 파일이 생성).

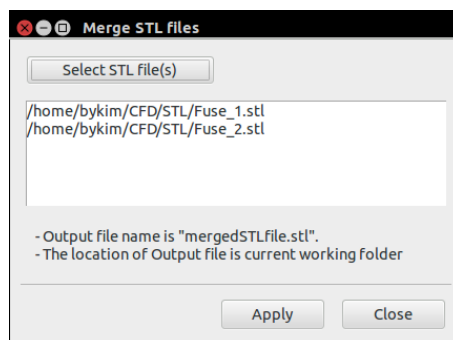


그림 5.5: Merge files 설정 창

surfaceAutoPatch

'surfaceAutoPatch'는 영역이 나누어져 있지 않은 STL 형상 파일을 사용자가 입력한 'includedAngle' 설정 값에 맞게 영역을 자동으로 나누는 기능이다. 해당 메뉴를 클릭하면 그림 5.6의 창이 열린다. 형상 파일을 선택한 후 'includedAngle' 값을 설정하고 'Output file name'

설정 한 후 'Apply'을 버튼을 누르면 현재 case 폴더에 영역이 나누어진 형상 파일이 생성된다. 해당 파일을 열어보면 임의의 이름으로 설정된 solid 영역들로 형상이 나누어져 있다.

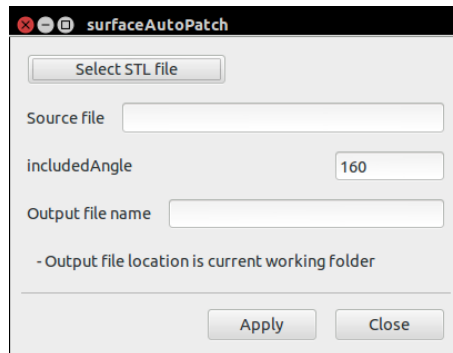


그림 5.6: surfaceAutoPatch 설정 창

5.3 Help

사용자 매뉴얼을 pdf 파일로 보여준다. pdf 파일 뷰어인 evince 프로그램을 사용한다.

6 Tool bar




그림 6.1: tool bar

Tool bar에는 다음과 같은 아이콘들이 있다.

- Geometry
- blockMesh
- castellate mesh
- snap mesh
- add layer
- advanced
- Run snappyHexMesh
- Mesh manipulation
- paraFoam
- Close
- View Control : 그래프 창의 크기 조절과 방향 조절을 위한 7개의 아이콘

7 Geometry

 (Geometry) 아이콘을 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 7.1과 같이 나타난다.

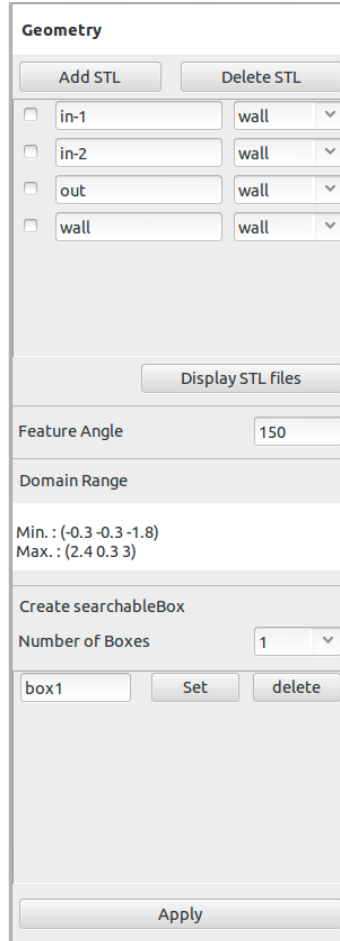


그림 7.1: Geometry 세부설정상자

- Add STL
 - 격자를 만들기 위한 형상 파일을 선택한다.
 - 선택된 형상 파일들은 이름과 patch type을 함께 보여준다.
 - patch type은 wall, patch, cellZone, baffle 등으로 설정할 수 있다.
 - 왼쪽의 체크 박스를 선택한 후 'Display STL files' 버튼을 눌러 형상 파일을 확인한다.
- Delete STL
 - 선택한 STL 파일을 항목에서 제거 한다.
- Feature Angle
 - 형상으로부터 feature line을 얻기 위한 각도.

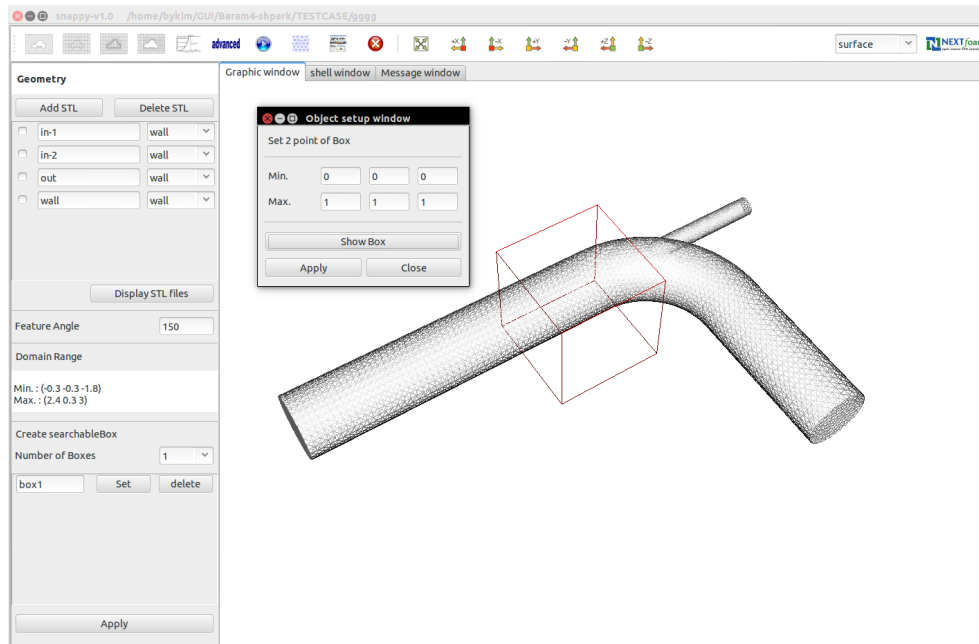



그림 7.2: searchableBox

- Domain Range
 - 형상 파일의 영역 범위를 Min/Max 좌표로 보여준다.
- Create searchableBox
 - 임의의 영역을 지정할 수 있다.
 - 그림 7.2 : Set 버튼을 누르면 'Object setup window'가 열리고, Min/Max point를 입력하여 box를 설정한다. 'Show Box' 버튼을 눌러 그래픽 창에서 확인 가능하다.

8 blockMesh

 (blockMesh) 아이콘을 클릭하면 background mesh 생성을 위한 blockMesh 설정 상자가 그림 8.1과 같이 나타난다.

blockMesh를 이용하여 background mesh를 생성할 때 domain을 설정하는 부분이다. 사용자가 직접 Min/Max 좌표를 입력하거나 'Set Domain Range' 버튼을 눌러 'Geometry'에서 선택한 형상을 둘러싸는 영역을 자동으로 설정할 수 있다

x/y/z 방향의 cell 수를 입력하여 앞서 지정한 background domain의 size를 설정한다.

모든 항목을 설정하고 blockMesh 버튼을 누르면 격자 생성이 시작된다. 격자 생성이 완료되면 그림 8.2와 같이 그래픽 창에 디스플레이된다.

blockMesh

Define background domain

Min. x/y/z

-0.327

-0.306

-1.848

Max. x/y/z

2.427

0.306

3.048

Set Domain Range

Define background mesh size

No. x/y/z

10

10

10

blockMesh

그림 8.1: blockMesh 세부 설정 상자

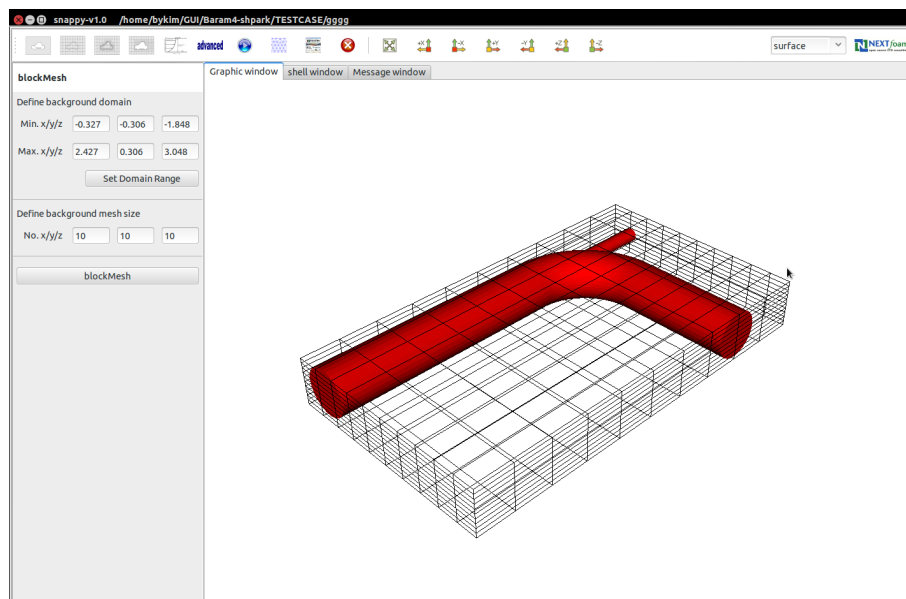



그림 8.2: blockMesh

9 Castellate mesh

 (Castellate mesh)를 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 9.1과 같이 나타난다.

- maxLocalCells : Refinement 과정에서 processor당 최대 cell 수
- maxGlobalCells : Refinement 과정에서 전체 cell 수 제한
- minRefinementCells : Refinement 과정에서 최소 허용 cell 수(해당 값보다 적은 수의 cell 을 refine할 경우 refine 과정 멈춤)
- maxLoadUnbalance : Refinement 과정에서 processor 불균형 최대 허용치

- nCellsBetweenLevels : 서로 다른 refinement levels 사이의 buffer layers 수
- resolveFeatureAngle : surface refinement level의 min/max 값이 다르다면 해당 각도를 넘는 교차 지점의 cell들에 최대 level을 적용
- locationInMesh : Surface를 기준으로 background mesh에서 실제 격자가 만들어지는 영역을 설정(surface 내부 or surface 외부)
- allowFreeStandingZoneFaces : faceZone을 독립적인 face로도 허용할지 여부

9.1 Surface & Feature & Region refinement level

'STL' 항목은 형상 표면의 refinement level, 'Feature' 항목은 edge의 refinement level을 설정하는 항목이다. 'Region'의 경우 'Geometry' 설정의 create searchableBox를 이용하여 만들어진 영역이며 'Value'항목에 refinement level을 입력한다.

Castellate mesh

maxLocalCells: 100000
maxGlobalCells: 3000000
minRefinementCells: 0
maxLoadUnbalance: 0.1
nCellsBetweenLevels: 3
resolveFeatureAngle: 30
locationInMesh: 0 0 0
Display point
☒ allowFreeStandingZoneFaces

Surface & Feature refinement level

Name	STL	Feature
in-1	1	1
in-2	1	1
out	1	1
wall	1	1

Region refinement level

Region	Value

Size level calculator
Apply

그림 9.1: Castellate Mesh 세부 설정 상자

Size level calculator

Refinement level을 [m] 단위를 가지는 size로 계산해주는 도구이다. BlockMesh를 통하여 만들어진 background mesh domain size와 zero level cell 하나의 x/y/z size를 보여준다. Zero level을 기준으로 계산을 원하는 level을 선택한 후 'Calculate' 버튼을 누르면 아래 결과를 나타낸다.

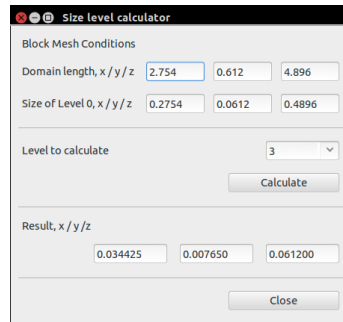



그림 9.2: Size Level Calculator 세부 설정 상자

10 Snap mesh

 (Snap mesh)을 클릭하면 설정 상자가 그림 10.1와 같이 나타난다. Snap 과정은 'castellate mesh' 과정을 통하여 생성된 격자 점들을 실제 형상 표면 위치로 움직여 격자를 생성하는 과정이다.

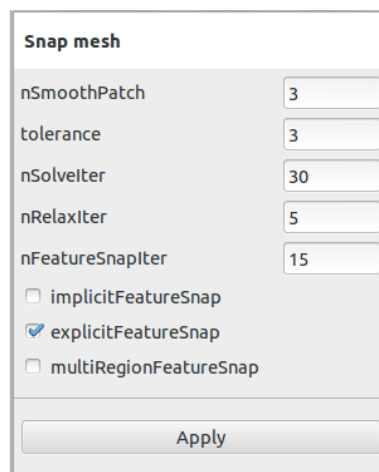



그림 10.1: Snap mesh 세부 설정 상자

- nSmoothPatch : Patch smoothing 반복 횟수
- tolerance : 표면에 끌려드는 포인트들의 상대 거리
- nSolveIter : Snapping 알고리즘 반복 횟수
- nRelaxIter : Relaxing 과정 반복 횟수
- nFeatureSnapIter : Feature edge snapping 반복 횟수
- implicitFeatureSnap : Surface로부터 features 추출
- explicitFeatureSnap : castellatedMeshControls::features 설정 사용

- multiRegionFeatureSnap : 다수의 Region으로부터 features 추출

11 Add boundary layers

 (Add layer)을 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 11.1과 같이 나타난다.

- 추가하는 층의 수와 expansion ratio 입력
- 층 높이 항목 설정 시 상대적인 크기 사용 여부
- 층 두께 기준 설정 (first layer / final layer / overall) 중 선택
- 층 두께 값 입력
- 추가하는 층들 총 두께의 최소 값 설정
- Point들이 extrude되지 않는다면 face들과 연결된 nGrow layers 역시 추가 되지 않는다.

'Layer size calculator'는 추가하는 층들의 높이를 계산해주는 도구이다. 그림 11.2처럼 추가하는 층의 수와 첫 cell의 높이, expansion ratio를 입력하면 결과 값이 아래에 출력된다.

- Advanced settings
 - featureAngle : 층 추가 과정의 한계 각도(설정 각도보다 큰 층은 층 추가 과정 생략)
 - slipFeatureAngle : 설정 각도 보다 extrusion direction이 만드는 각도가 더 크다면 격자의 slip을 허용
 - nRelaxIter : 층 추가 과정에서의 최대 relaxation 반복 횟수
 - nSmoothSurfaceNormals : surface normal들의 smoothing 반복 횟수
 - nSmoothNormals : 내부 격자 이동 방향에 대한 smoothing 반복 횟수
 - nSmoothThickness : 전체 층 두께의 smoothing 횟수
 - maxFaceThicknessRatio : Highly warped cell에서의 층 추가를 중지 시키는 설정
 - maxThicknessToMedialRatio : 추가하는 층의 두께와 medial axis까지의 거리 비가 큰 경우 추가하는 층의 두께를 줄이는 설정
 - minMedialAxisAngle : Medial axis points를 결정하는 각도
 - nBufferCellsNoExtrude : 새로운 층의 제거를 위한 buffer region 생성
 - nLayerIter : 층 추가 과정의 최대 반복 횟수
 - nRelaxedIter : Relaxed meshQuality controls 사용 이후 최대 반복 횟수

Add boundary layers

No. of layers

expansionRatio

☒ Use relative sizes

Thickness define method

finalLayerThickness

minThickness

nGrow

Boundary Name	Add layer
in-1	<input type="checkbox"/>
in-2	<input type="checkbox"/>
out	<input type="checkbox"/>
wall	<input checked="" type="checkbox"/>

Advanced settings

Items	Value
featureAngle	60
slipFeatureAngle	30
nRelaxIter	10
nSmoothSurfaceNormals	1
nSmoothNormals	3
nSmoothThickness	10

그림 11.1: Add layers 세부 설정 상자

Layer size calculator

Conditions

No. of layers

First cell height

Expansion ratio


Result

Last cell height

Overall layer thickness

그림 11.2: Layer size calculator 설정 상자

12 Mesh Quality Control / Advanced

 (Advanced)을 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 12.1과 같이 나타난다.


SnappyHexMesh를 이용한 격자를 생성에서 mesh quality를 다룰 수 있는 설정 도구. 사용자가 원하는 설정 값을 입력하고 'Apply' 버튼을 눌러 설정을 적용.

Mesh Quality Control / Advanced	
Mesh Quality Controls	
Items	Value
maxNonOrtho	65
maxBoundarySkewness	20
maxInternalSkewness	4
maxConcave	80
minVol	1e-13
minTetQuality	1e-9
minArea	-1
minTwist	0.05
minDeterminant	0.001
minFaceWeight	0.05
minVolRatio	0.01
minTriangleTwist	-1
nSmoothScale	4
errorReduction	0.75
relaxedMaxNonOrtho	75

Advanced	
mergeTolerance	<input type="text" value="1e-6"/>

그림 12.1: Mesh Quality Control / Advanced 설정 상자

13 Run snappyHexMesh

 (Run snappyHexMesh)을 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 13.1와 같이 나타난다.

- snappyHexMesh를 이용하여 격자를 생성하는 과정에서 각 과정을 진행할지 체크하는 부분이 있다. 격자 생성 과정은 castellate, snap, addLayer 순으로 진행된다.
- Start from : 이전의 격자 생성 과정을 이어서 진행하는 경우. '0'는 castellate부터, '1'은 snap, '2'는 addLayer부터 진행을 시작하는 설정이다.
- Write precision : Output data precision
- Write format : ASCII 형식과 binary 형식 중 선택


- Data compression : Output Data 압축 여부
- overWrite : snappyHexMesh 옵션인 overwrite 실행 여부
- 병렬계산 시 core수와 병렬계산 type 설정

모든 설정이 완료되면 'Initialize'버튼을 누른 후 설정을 적용하고 'Start Run'버튼을 눌러 실행한다.

The image shows a 'Run snappyHexMesh' dialog box. It has a title bar and a list of settings. The settings are grouped into sections. The first section contains 'castellate', 'snap', and 'addLayer', all of which are checked. The second section contains 'Start from' (0), 'Write precision' (6), 'Write format' (ascii), and 'Data compression' (unchecked). The third section contains 'overWrite' (checked), 'No. of cores' (1), and 'Parallel type' (SMP). At the bottom, there are two buttons: 'Initialize' and 'Start Run'.

그림 13.1: Run snappyHexMesh 설정 상자

14 Mesh manipulation

 (Mesh manipulation)을 클릭하면 세부 설정 상자가 그림 14.1와 같이 나타난다.

원하는 boundary를 선택하고 'Display'버튼을 누르면 그래픽 창에 생성된 격자가 디스플레이 된다. 'Display cut plane' 설정을 이용하여 생성된 격자 내부를 설정한 plane으로 잘라 격자를 확인할 수 있다.

Check Mesh

'Check mesh'를 이용하여 생성된 격자 상태를 확인한다. 그림 14.2와 같은 결과를 나타낸다.

14.1 Split boundary

격자 생성 후 boundary를 나눌 수 있는 도구이다. 'Split boundary' 버튼을 누르면 그림 14.3과 같이 설정 상자가 열린다. 'Feature angle'을 입력하고 'Test'버튼을 누르면 기존의 boundary와

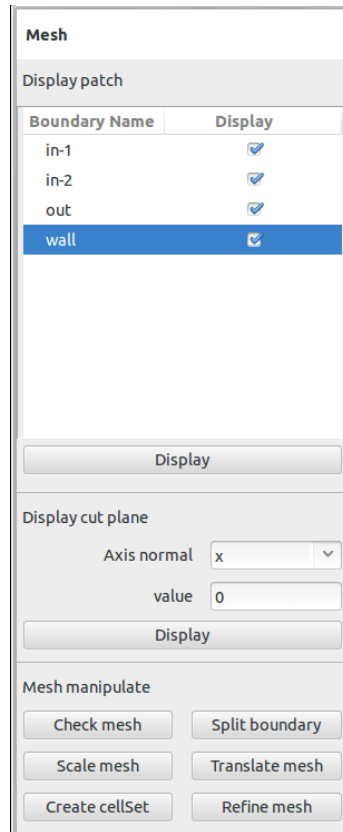


그림 14.1: Mesh 설정 상자

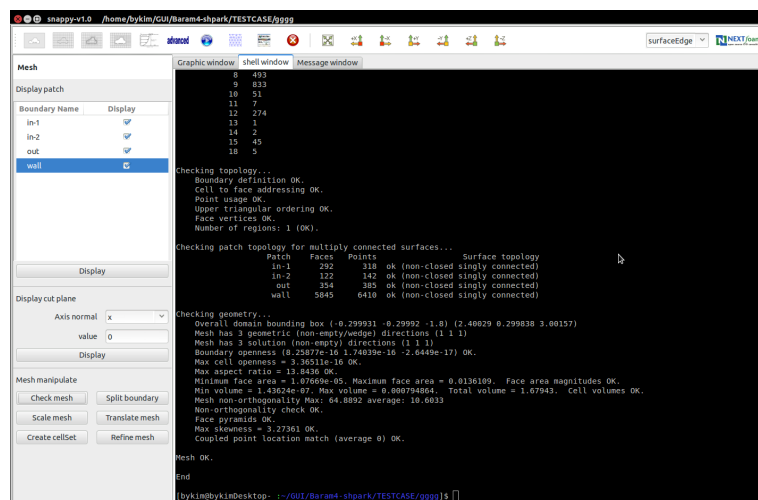


그림 14.2: Check Mesh

함께 새로운 boundary가 생성된다. 새로 생성된 boundary를 선택 후 'Display'를 통하여 확인이 가능하다. 'Apply' 버튼을 누르면 test한 'split boundary' 기능을 실제 실행하게 된다.

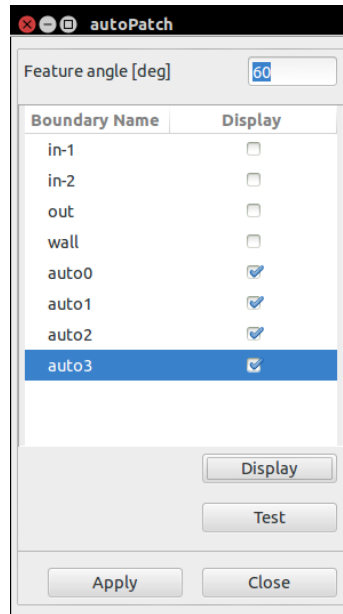


그림 14.3: Split boundary 설정 상자

14.2 Scale mesh

생성된 격자의 scale을 조절하는 도구이다. 'Scale mesh' 버튼을 누르면 그림 14.4와 같이 설정 상자가 열린다. 조절하고 싶은 'scale factor'를 입력한 후 'Apply' 버튼을 눌러 적용한다.

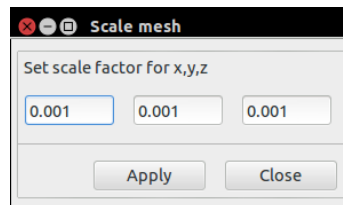


그림 14.4: Scale mesh 설정 상자

14.3 Translate mesh

생성된 격자를 이동시킬 때 사용하는 도구이다. 'Translate mesh' 버튼을 누르면 그림 14.5와 같이 설정 상자가 열린다. Vector 값을 입력한 후 'Apply' 버튼을 눌러 적용한다.

14.4 Create cellSet / Refine mesh

생성된 격자에서 cellSet을 만든 후 해당 cellSet에 대하여 refine mesh를 진행하여 원하는 영역을 세분화할 수 있는 도구들이다.

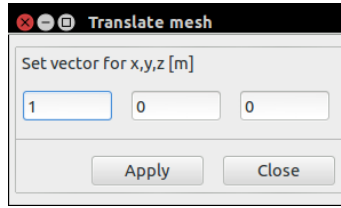


그림 14.5: Translate mesh 설정 상자

- 'Create cellSet'을 실행하면 그림 14.6과 같은 설정 상자가 열린다. Cellset의 이름을 설정한 후 영역을 min/max 좌표를 통하여 정의한다. 'Apply' 버튼을 눌러 cellSet을 생성한다.
- Cellset 생성 후 'Refine mesh'을 실행하면 그림 14.7과 같은 설정 상자가 열린다. 'Refine mesh'를 실행할 cellSet을 선택한 후 실행 옵션을 선택한다.
 - useHexTopology : 모서리들 가운데를 사이에 두고 모든 격자를 2x2x2 등분한다.
 - geometricCut : Vertice들을 토는 위상을 고려하여 격자를 자른다.
 - writeMesh : 중간 단계에서 mesh를 write한다.

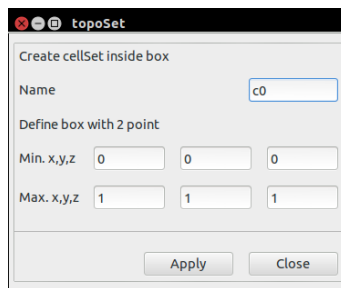


그림 14.6: Create cellSet 설정 상자

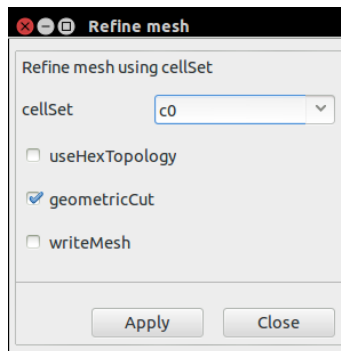


그림 14.7: Refine mesh 설정 상자

