

# Blender 3D를 활용한 CAD/Surface Mesh Repair

삼성중공업  
해양부유체연구파트  
연성모

2016.09.29-30

- Background
- Blender3D
- Surface Repair에서의 활용방법
- Open Source Mesh Generator (SHM, cfMesh)에서의 활용방법
- 사용상의 장애물
- 기타 활용처
- 요약 및 결론

- CAD File Cleanup
  - Leakage 수정 (watertight mesh)
  - Surface mesh 수정
  - Time consuming work
- 상용 CAD S/W
  - SolidWorks
  - Rhino 3D
  - AutoCAD
- Open Source CAD S/W
  - FreeCAD
    - Open CasCade 기반
    - Unmature (beta)
- Open Source 3D Modeler
  - **Blender 3D**

- 역사

- 네델란드 애니메이션 회사 NeoGeo의 창업자 Ton Roosendaal에 의해 개발
- 1995년 in-house tool로서 개발시작
- 자회사 NaN 설립 and **망함**
- 2002년 Blender Foundation 설립
  - 2002년 10월 : NaN 투자자로 부터 소스코드에 대한 IP 획득
  - **GPL로 open source화 (Blender v2.26)** (저장소 [git://git.blender.org/blender.git](https://git.blender.org/blender.git))
- 2006년 예술 프로젝트 “오렌지” 시작
  - 세계최초 오픈소스 애니메이션 “코끼리의 꿈 (Elephants Dream)” 발표
  - 3D 애니메이션, 게임, VFX 영화 제작
  - **제작에 관련된 모든 소스 공개**
- 2008년 v2.5부터 UI 변경
- 현재 가장 성공한 Open Source S/W
  - 상용 : 3D Max (게임), Maya (Wavefront) (영화)
  - Open Source : Blender 3D
- [2016 SIGGRAPH 출전 작품 \(심사위원상 수상\) : Cosmo Laundromat](#)



## Modeling tool

- Rich keyboard shortcuts
- Python scripting



## Game creation

- Interactive application
- Physics model
- Python scripting



## Sculpting tool

- Zbrush
- Dynamic topology sculpting



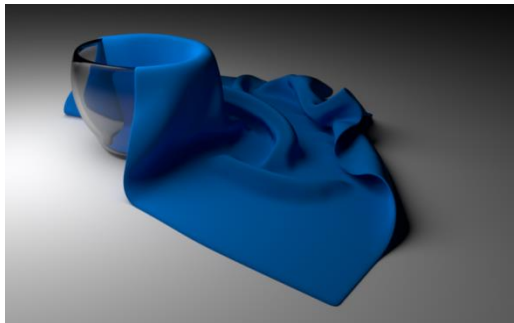
## Camera & object tracking

- Powerful camera reconstruction
- Real-time preview of tracked footage and 3d scene



## Realistic simulation

- GPU&CPU rendering
- Accurate shader
- Realistic material
- Fluid, smoke, hair, cloth, particles

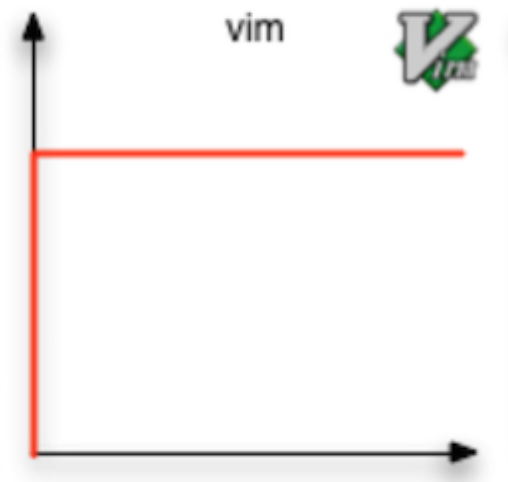


## Character animation

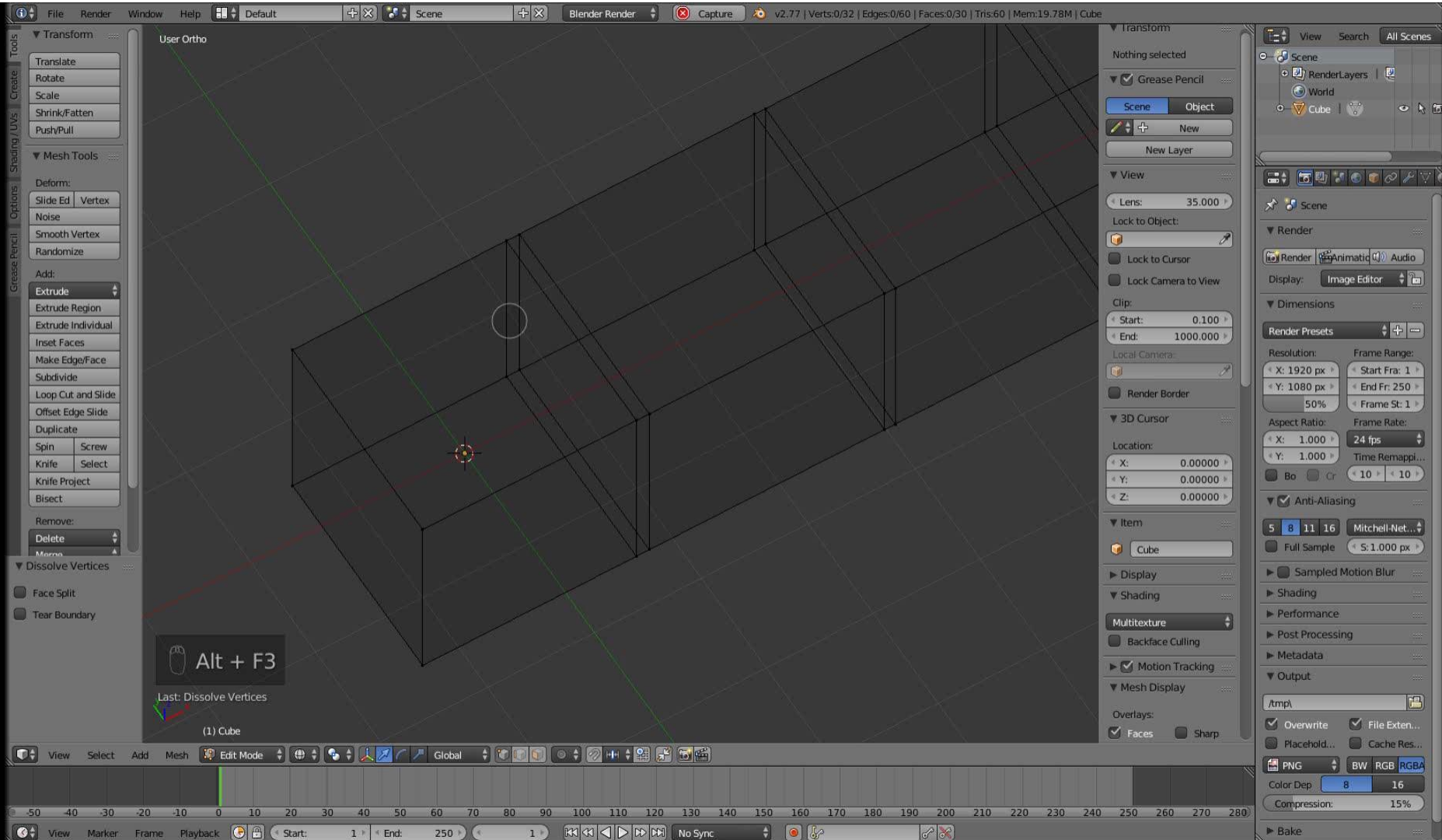
- Fast rigging
- Skeleton
- Automatic skinning
- Powerful video-edit



- **Keyboard shortcut oriented workflow**
  - 작업 효율 증가 (VIM 과 비슷)
- **Advanced selection methods**
  - 반복적인 작업 최소화
- **Mesh diagnostic method 제공**
  - Water-tight mesh check
- **Python scripting**
  - 복잡하거나, 반복적인 작업의 프로그래밍
- **OpenFOAM과의 궁합**
  - OpenFOAM 지원 Export 파일포맷



- selection 기능을 이용한 cleanup 및 leakage 수정



- StarCCM+ repair mesh 기능의 보완 도구로서의 Blender 3D
  - Surface mesh 진단 항목
    - Pierced faces
    - Non-manifold edges
    - Non-manifold vertices
    - Free edges
    - Face quality
    - Face proximity
  - STL file import 시 쉽게 발생하는 문제
    - Pierced faces
    - Non-manifold edges
    - Non-manifold vertices
    - 원인
      - 삼각화된 각 face들의 vertex의 tolerance 문제
    - Blender 3D에서의 해결방법
      - STL export 전에 모든 face들을 삼각화 시킴 (Ctrl+T)
    - Single-region only
      - Boundary surface 구분이 안됨



- STL file format 구조
  - Single region only
  - Face 정보 (face 마 지게)
  - Connectivity inf

- exhaustive s

readSTLASCII.L

- 보통 h

```

labelList pointMap;
label nUniquePoints = mergePoints
(
    STLpoints,
    100*SMALL, // merge distance
    false, // verbose
    pointMap
);

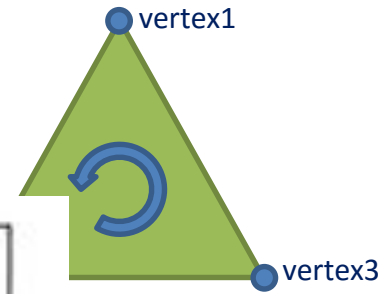
pointField& sp = storedPoints();

setSize(lexer.nTriangles());
sp.setSize(nUniquePoints);
forAll(STLpoints, pointI)
{
    const floatVector& pt = STLpoints[pc
    sp[pointMap[pointI]] = vector
    (
        scalar(pt.x()),
        scalar(pt.y()),
        scalar(pt.z())
    );
}

// Assign triangles
label pointI = 0;
forAll(*this, i)
{
    operator[](i)[0] = pointMap[pointI++];
    operator[](i)[1] = pointMap[pointI++];
    operator[](i)[2] = pointMap[pointI++];
    operator[](i).region() = STLlabels[i];
}
    
```



A facet



조

nx ny nz

v1y v1z  
v2y v2z  
v3y v3z

구조

header  
number of triangles

normal vector  
vertex 1

REAL32[3] – Vertex 2  
REAL32[3] – Vertex 3  
UNIT16 – Attribute byte count

- STL file format의 한계
  - Named face/multi region 정보를 가지기 힘들

- ASCII 파일
  - Split S1
  - Renam
  - Merge
    - »
  - Split+R
  - 비표준
  - 지원하지
    - »
- BINARY 파일
  - Attribu
    - »
    - »
    - »
    - »



```
Multi region STL 구조
solid surface1
...
endsolid surface1

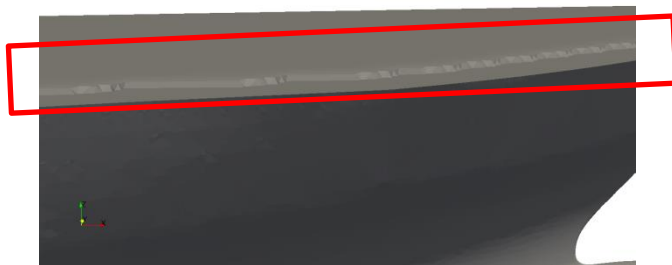
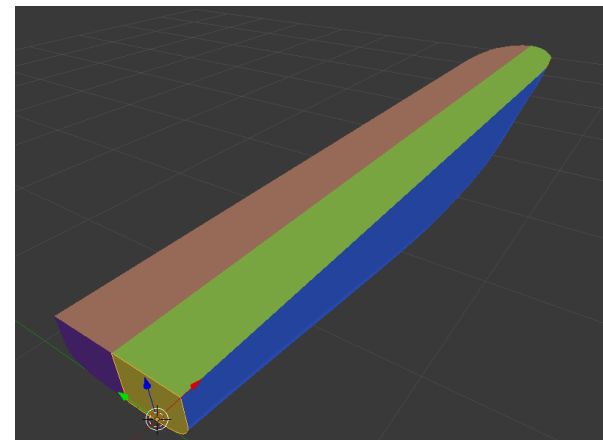
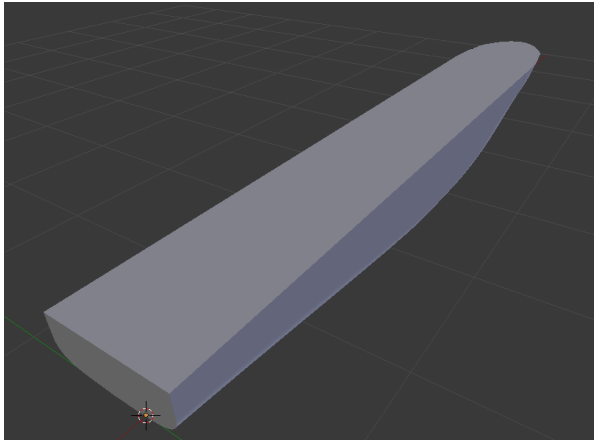
surface2
id surface2

surface3
id surface3
```

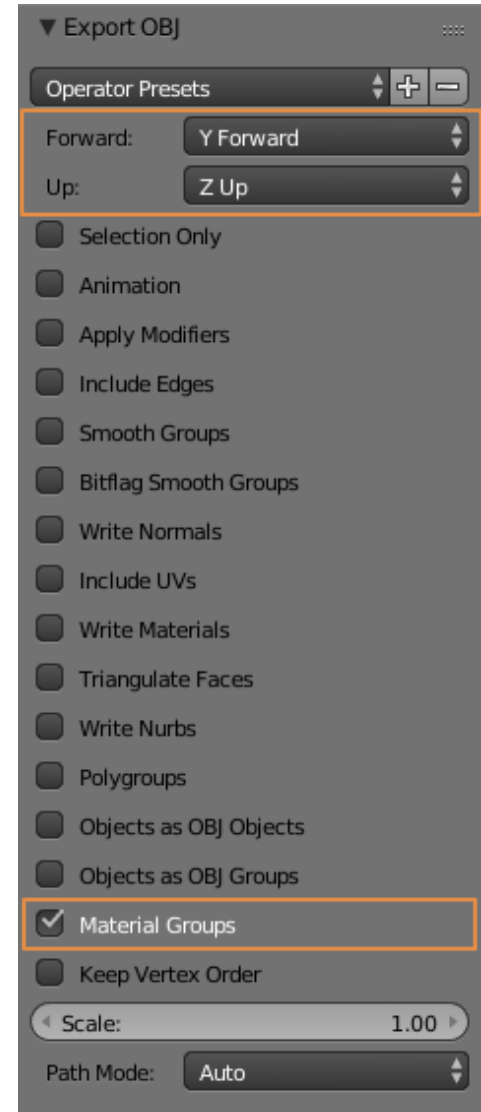
되는 field임

- Multi region 사용 유무에 따른 SHM 결과 비교 (DTC tutorial 사용)

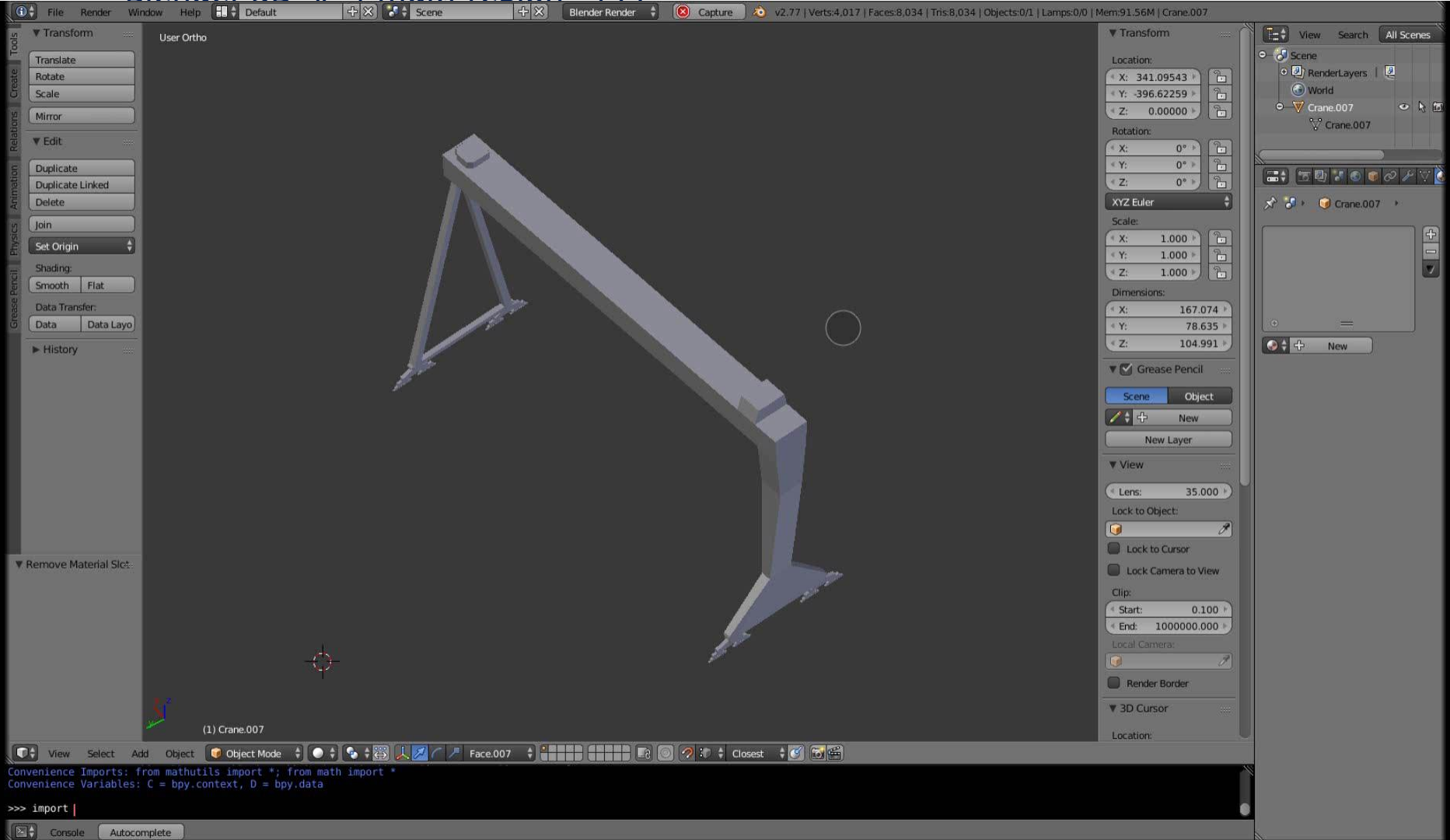
Parameter	Single region	Multi region
Feature Edge	3	3
RefinementSurface level	(3 4)	(3 4) for each region



- 대안
  - Wavefront file format (.obj)
    - **OpenFOAM 2.2.0 이후로 권장 포맷임**
    - ASCII 기반
    - **Multi-region 지원**
    - Supported in Blender 3D
      - Correct forward into Y Forward
      - Turn off all options except Material Groups
  - 장점
    - Named surface 관리 및 수정이 용이
    - 별도의 Surface split 과정이 필요없음
      - Split + rename + merge 과정이 없음
  - 단점
    - ASCII 기반이기 때문에 대용량 파일의 경우 불리
    - OpenFOAM외에 지원하는 CFD tool이 딱히 없음



- Blender 3D에서 multi-region 작성

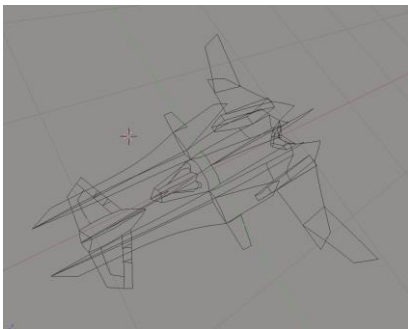


```

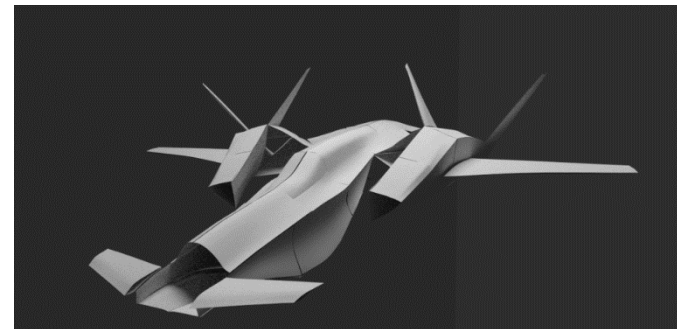
Convenience Imports: from mathutils import *; from math import *
Convenience Variables: C = bpy.context, D = bpy.data

>>> import |
    
```

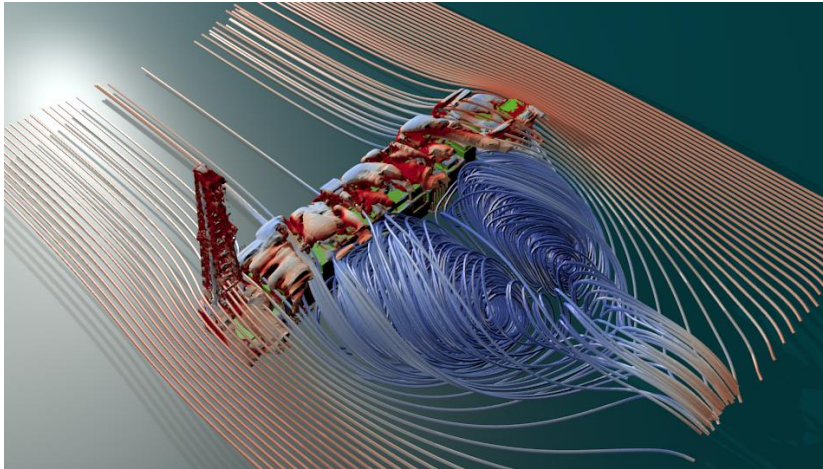
- User Interface
  - 그동안 학습된 Mouse LMB 기능과 다른 동작방식
    - Object 선택은 Mouse RMB
    - 3D Max, Maya interface 지원
  - Zoom in/out, Rotation, Panning
    - Mouse MMB
  - 단축키 위주의 구성
    - 익숙해지면 작업효율 상승
- CAD file import 기능의 부재
  - Blender 3D is modeler, not CAD S/W
    - Approximate polymesh 기반
  - Python Add-on 개발로 어느정도 해결 가능
    - B-spline curve (entity 126) 의 경우 성공사례 있음  
(<http://blenderscripting.blogspot.com/2012/07/blender-26x-igs-importer.html>)



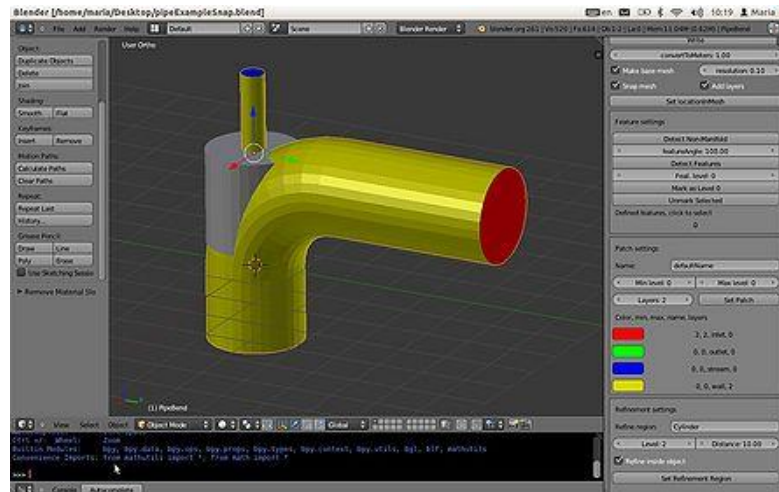
면 생성 작업 후



- OpenFOAM post-processor



- OpenFOAM Front-End 개발 platform
  - swiftBlock and swiftSnap



Learn Blender 3d in a single sheet poster. made by [giudansky.com](http://giudansky.com)  
follow me for updates  
12/20/2014 ver. 1.09 FOR BLENDER 2.77

Does it look like too complex? Remember: size and thickness define IMPORTANCE

Legend: Object Mode (blue circle), Edit Mode (orange circle), Plugins (pink circle), New feature (purple circle)

**view - display & windows**

- shift+A** Add object
- T** left panel tool shelf
- N** right panel properties
- 7, 8, 9** top view
- 4, 5, 6** front view
- 1, 2, 3** right view
- 0** camera / user persp.
- ctrl+0** zoom + center on selected
- ctrl+alt+0** Active camera set view on selected camera
- ctrl+alt+0** set camera on current view
- ctrl+alt+0** Navigation mode

**select - organize**

- space** Search
- ctrl+C** Copy
- ctrl+V** Paste
- ctrl+I** Invert select
- ctrl+G** Group
- ctrl+P** Parent
- ctrl+M** Move to layer
- ctrl+H** Hide selected
- alt+H** unhide
- ctrl+U** Unlink instances
- ctrl+A** Apply transform

**modeling (edit mode)**

- F** Create face
- K** Knife
- V** Rip
- J** Connect
- alt+M** Merge
- ctrl+R** Loopcut and slide
- ctrl+B** Bevel
- P** Separate
- ctrl+J** Join
- alt+D** Duplicate
- E** Extrude
- I** Inset face
- alt+R** Spin
- alt+D** Duplicate
- alt+D** Duplicate

**transform**

- G** Move
- R** Rotate
- S** Scale
- ctrl+M** Mirror
- ctrl+H** Hide selected
- alt+H** unhide
- ctrl+U** Unlink instances
- ctrl+A** Apply transform

**modifiers**

- alt+D** Duplicate
- alt+D** Duplicate
- alt+D** Duplicate

**texture painting**

- S** Color picker
- ctrl+B** border render
- ctrl+alt+B** reset border
- W** restrict to selected
- m** show last render
- f12** Render
- f3** Save image

**render**

- ctrl+B** border render
- ctrl+alt+B** reset border
- W** restrict to selected
- m** show last render
- f12** Render
- f3** Save image

**miscellaneous**

- ctrl+space** mode wrainger menu
- ctrl+shift+P** preview selected mode
- ctrl+D** Draw stroke free hand
- D** Erase

**musload - addons**

- ctrl+space** mode wrainger menu
- ctrl+shift+P** preview selected mode

**materials**

- ctrl+D** Draw stroke free hand
- D** Erase

**grease pencil**

- ctrl+D** Draw stroke free hand
- D** Erase

**Render f12**

- ctrl+B** border render
- ctrl+alt+B** reset border
- W** restrict to selected
- m** show last render
- f12** Render
- f3** Save image

**Free for personal use. This map is the result of a long work. If you like it buy me a beer and get the vector on [giudansky.com](http://giudansky.com)**

<http://www.giudansky.com/design/51-blender-map>



- Repairing에 사용된 단축키 일람
  - x : 삭제 및 desolve에 사용
  - **w : duplicate vertices (merge by distance) 제거에 사용**
  - **Ctrl+Shift+Alt+M : non-manifold selection에 사용**
  - Shift+G : selection by edge length에 사용
  - Ctrl+Shift+Alt+F : selection by angle에 사용
  - Ctrl+T : face triangulation에 사용
  - Ctrl+N : normal vector 수정에 사용
  - Ctrl+F : flip normal
- CFD preprocessing tool로써의 Blender 3D 평가
  - Surface (Mesh) 수정
    - 단축키를 활용한 효율 증대
    - 다양한 selection 기능으로 반복작업 최소화 가능
    - STL 또는 OBJ format으로 export 가능
  - Python을 이용한 기능 확장
    - OpenFOAM Front-End 개발 platform
  - 제한적인 CAD file 지원 (not CAD tool)
    - CAD S/W (freecad, 상용 S/W)를 이용한 STL export
    - Python을 이용한 해결

