

# 산업체에서 공개소스 CFD S/W의 활용방안 및 OpenFOAM®의 현황



2018. 08. 24. (주)넥스트폼 김 병 윤

# 목 차

- 넥스트폼 소개
- OpenFOAM® 개요
- CFD 환경과 패러다임의 변화
- 새로운 대안으로서 OpenFOAM®의 성능 평가
- OpenFOAM® 의 활용 방안
- 결론

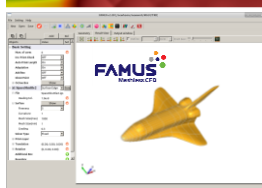
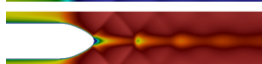
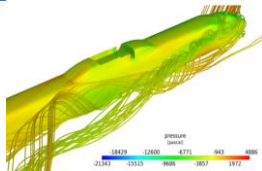
# 넥스트폼 소개

## 넥스트폼 일반현황

- 설립 : 2011년 1월
- 위치 : 서울 가산디지털단지
- 구성원 : 16(박사 5, 석사, 9, 학사 2)
- 연구개발분야 기술전문기업
- 병역특례 지정업체

## 사업분야

- 사용자 맞춤형 CFD 해석 프로그램 개발
- 공개소스 CFD 코드 OpenFOAM® 통합컨설팅
- OpenFOAM® 기반 제품 판매
- 무경력자 CFD 해석 프로그램 **FAMUS** 개발 및 판매
- CFD 해석 서비스



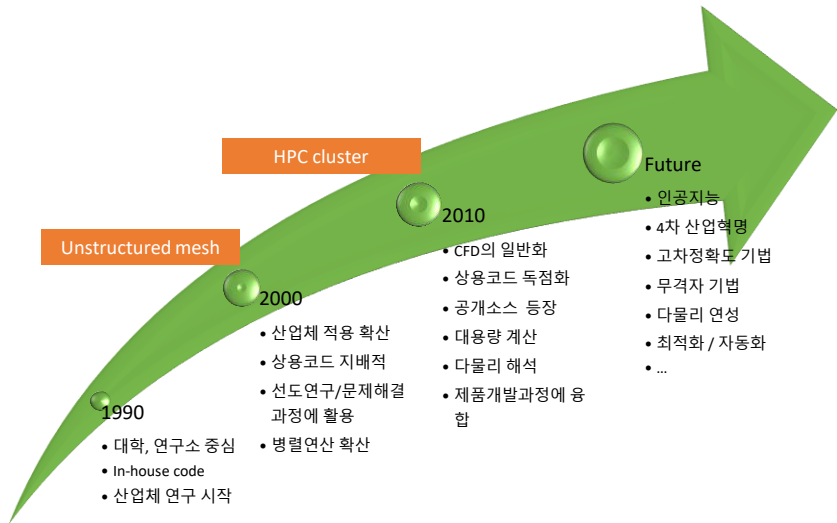
# 오픈폼 개요

- Open Field Operation And Manipulation
- 벡터 / 스칼라 장(field)의 미적분방정식 계산을 위한 소스코드 모음
- 2004년 OpenCFD Ltd.에서 v1.0 공개
  - Henry Weller, Harvoje Jasak
- 라이선스 : GNU GPL
- Open Source CFD Tool box
- Release
  - OpenFOAM Foundation : [OpenFOAM v6](#)
  - OpenFOAM extend group : [foam-extend-4.0](#)
  - ESI : [OpenFOAM-v1806](#)

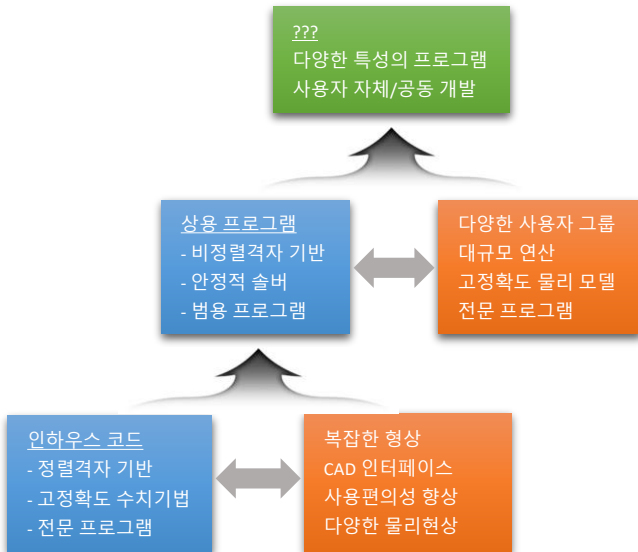
Open  FOAM®



# CFD 환경의 변화



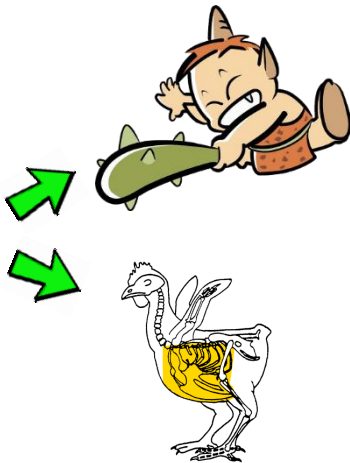
# 패러다임의 변화



# 새로운 패러다임의 요구사항

- 해석 결과의 정확도 향상 요구
  - 개별 기업에 차별화된 해석 도구 필요
  - 복잡한 물리 모델 코드 개발 필요
  - 소스 코드 접근성 요구
- CFD가 제품 개발 프로세스에 통합
  - 빠른 결과를 얻기 위해 대용량 CPU 사용 필요 → 장비 구매 비용과 라이선스 구매 비용 충돌
- 활용 범위와 사용자 확대
  - 사용자 라이선스 구매 비용 증대
- 사용자 층의 변화
  - 활용 분야의 확대 : CFD 엔지니어 → 설계, 개발 엔지니어 포함
  - CFD 비전문가도 사용할 수 있는 특화 프로그램 필요
  - 격자 생성 과정의 변화, 해석 과정의 표준화/자동화 필요

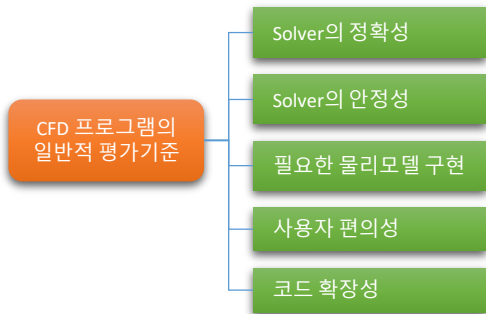
- 뜨거운 감자...



- 우선 성능을 평가해 봐야...



# OpenFOAM®의 성능 평가



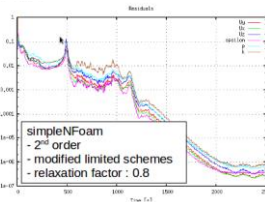
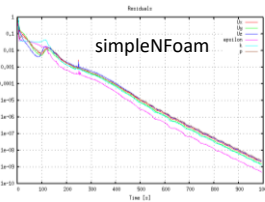
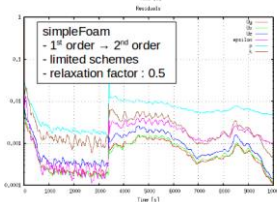
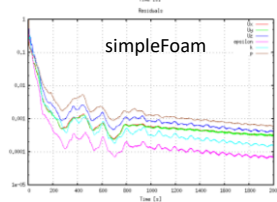
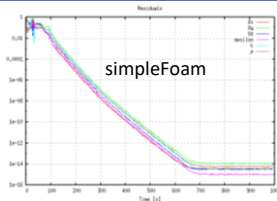
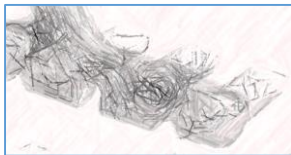
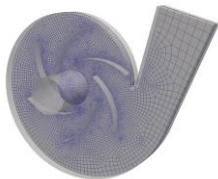
## • 성능 평가 시 유의할 점

- 상용 프로그램은 package / OpenFOAM®은 tool box
  - tool들이 정확히 구현되어 있는지가 중요
- 공짜는 아닙니다...

# OpenFOAM®의 성능 평가 – solver 정확성 / 안정성

- 수치해석 기법들은 정확히 구현
  - Upfront technology?
- Standard solver
  - 좋은 격자에서 정확성 보장
  - 안정성은 문제에 따라 편차가 있음
  - 격자 상태와 초기조건에 따라 안정성에 문제가 있을 수 있음
  - 압축성 유동과 열전달 문제에서 안정성 취약
- 솔버 수정을 통해 정확성과 안정성 확보 가능
- 기존에 개발된 솔버 사용을 통해 안정성 확보 가능
  - 넥스트폼 개발 솔버
    - 공개 : 비압축성, 열전달 솔버
    - 비공개 : 압축성 솔버, 다상유동 솔버

# 비압축성 유동 솔버 평가 사례



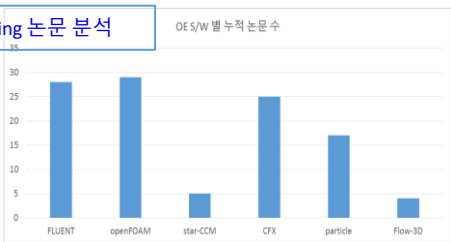
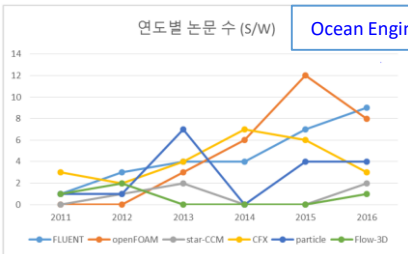
- 다양한 물리 모델 제공
  - Heat transfer : CHT, Natural convection, Radiation(S2S, P1, DOM)
  - Multiphase : VOF, Eulerian, Cavitation
  - Turbulence :  $k-\epsilon$  series,  $k-\omega$  series, RSM, SA, LES, DES, DNS
  - Dynamic mesh : Overset, Sliding mesh, Morphing, Layering
  - Particle : DPM, Granular, DEM
  - Combustion, Electro-magnetics, Adjoint...
- 많은 논문에서 검증됨
- 필요한 세부 기능에 대한 평가 필요
- 기존에 개발된 코드 사용 가능

- 사용자 편의성
  - Text user interface 환경
  - Linux 환경
  - 물리현상에 따른 별도 솔버
  
  - 스크립트 제작을 통한 자동화 가능
  - 그래픽 사용자환경 직접 제작 가능
  
- 코드확장성
  - 소스코드 공개

# OpenFOAM®의 성능 평가 – 참고자료

Software User Forums		Threads	Posts
<b>ANSYS</b> (20 Viewing) Topics related to the software packages sold by ANSYS Inc. Sub-Forums: <a href="#">CFX</a> , <a href="#">FLUENT</a> , <a href="#">ANSYS Meshing &amp; Geometry</a>	<a href="#">[Discussion] Resolving line evaluation fail...</a> by Evlenguez Yesterday 23:08	81,940	285,053
<b>Autodesk Simulation CFD</b> Topics related to the software packages sold by Autodesk Inc. (pre: CFDesign / Blue Ridge Numerics).	<a href="#">Autodesk Simulation CFD...</a> by Wlajan July 6, 2018 07:37	157	407
<b>AVL FIRE</b> Topics related to the software packages sold by AVL List GmbH.	<a href="#">AVL FIRE Engine combustion...</a> by Shah_HarshAugust 14, 2018 11:40	217	629
<b>CONVERGENCE</b> (1 Viewing) Topics related to the software packages sold by Convergent Science.	<a href="#">How to establish an I.D...</a> by MCal August 16, 2018 09:40	420	1,820
<b>Fluent, FluentMesh &amp; FluentMesh</b> Topics related to the software packages sold by Mentor Graphics Corporation.	<a href="#">High Mach Number flow...</a> by shencong Yesterday 00:25	485	2,103
<b>FLOW-3D</b> (1 Viewing) Topics related to the software packages sold by Flow Science Inc.	<a href="#">concentration output</a> by mrc012August 14, 2018 11:34	1,256	4,290
<b>NUMECA</b> Topics related to the software packages sold by NUMECA International.	<a href="#">JGI mesh</a> by mrc012August 17, 2018 07:57	558	1,777
<b>OpenFOAM</b> (34 Viewing) Topics related to the OpenFOAM software. Sub-Forums: <a href="#">OpenFOAM News &amp; Announcements</a> , <a href="#">OpenFOAM Installation</a> , <a href="#">OpenFOAM Meshing &amp; Mesh Conversion</a> , <a href="#">OpenFOAM Pre-Processing</a> , <a href="#">OpenFOAM Running, Solving &amp; CFD</a> , <a href="#">OpenFOAM Post-Processing</a> , <a href="#">OpenFOAM Reproduction &amp; Development</a> , <a href="#">OpenFOAM Contributions &amp; Tutorials</a> , <a href="#">OpenFOAM Community Contributions</a> , <a href="#">OpenFOAM Bug</a>	<a href="#">How to avoid using 1100Partic...</a> by janzofid Today 00:38	40,738	210,462
<b>Phoenics</b> (2 Viewing) Topics related to the software packages sold by CHAM Ltd.	<a href="#">Turbulence models</a> by phoenics_01 August 16, 2018 00:43	1,455	4,248
<b>Siemens</b> (15 Viewing) Topics related to the software packages sold by Siemens. Sub-Forums: <a href="#">STAR-CCM+</a> , <a href="#">STAR-CD</a>	<a href="#">Mesh Refinement Problem</a> by andi Yesterday 22:44	9,153	31,838
<b>SUZ</b> (2 Viewing) Topics related to the SU2 open-source software. Sub-Forums: <a href="#">SU2 News &amp; Announcements</a> , <a href="#">SU2 Installation</a> , <a href="#">SU2 Shape Design</a>	<a href="#">why there is no orderPa...</a> by mawing Yesterday 21:41	1,560	5,488

CFD Online discussion forum  
게시글 분석



# OpenFOAM® 활용 방법

- SW 구매와 다른 프로세스 필요 → 도구 상자 활용
- 자기가 직접 설계하고 제작하는 DIY 개념으로 접근
- OpenFOAM®의 특성과 성능에 대한 조사 / 분석이 필수
  - 외부 전문가 / 기관 활용 : 자문, BMT, 설치, 교육...
  - 전산유체공학회 공개소스 CFD 코드 연구회
  - OKUCC (OpenFOAM Korea Users Community Conference)
  - OFW (OpenFOAM Workshop)
  - ...

# OpenFOAM® 활용 개발 절차 제안

1. 문제 정의 : 필요한 기능들의 목록화

2. 각 기능의 충족 여부 확인

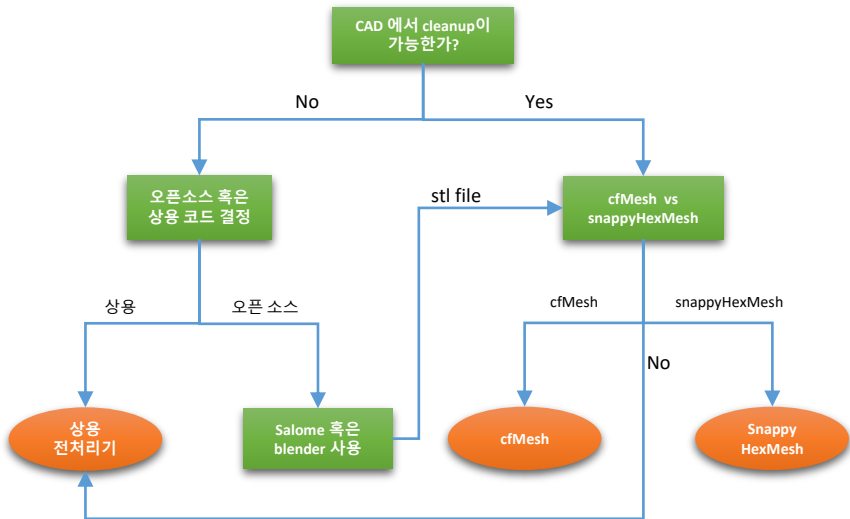
3. 개발 범위 및 방법 결정

4. 개발 일정 / 비용과 상용 프로그램 구매 비용 비교

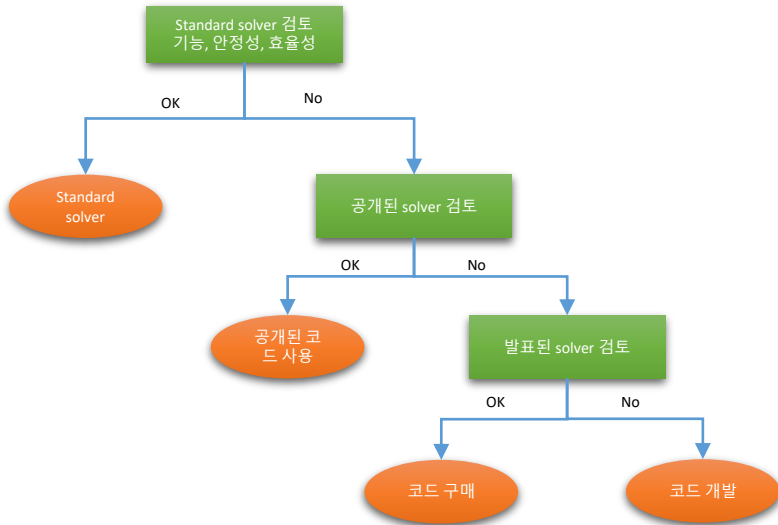
5. 개발, 적용, 업그레이드



# OpenFOAM® 개발 범위 결정 예 - 전처리과정



# OpenFOAM® 개발 범위 결정 예 - solver



# OpenFOAM® 개발 범위 결정 예 - 사용자환경

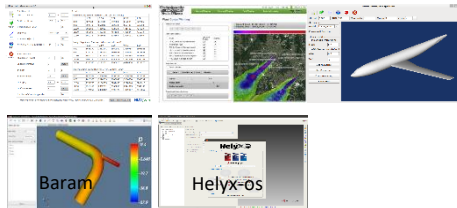
사용자환경

오픈폼 환경  
그대로 사용

Script를 통한  
자동화

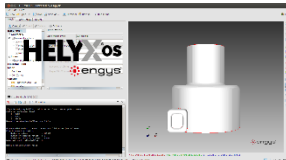
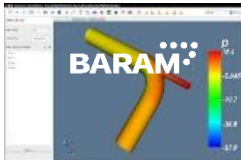
그래픽 환경  
개발

Open source GUI

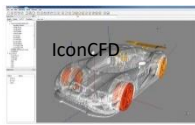
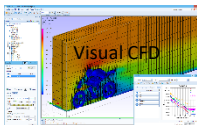
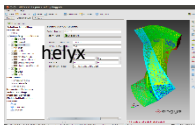


# OpenFOAM® 활용 방법 – another track

- 이미 개발되어 있는 프로그램을 사용
  - 공개 프로그램



- 상용으로 판매되는 프로그램



**ESPER**

**BARAM**  
Aero

- CFD 환경의 변화로 새로운 패러다임이 요구되고 있음
- 오픈 소스 기반의 OpenFOAM®이 새로운 대안으로 부각
- OpenFOAM®은
  - 패키지 제품이 아닌 Tool box
  - 자신에게 최적화된 해석 프로그램을 직접 설계/제작
  - 복잡한 사전 검토 및 개발 과정이 필요하지만...
  - CFD 해석 프로세스의 혁신이 가능

공개소스의 정신은 **공짜**가 아니라 **공유**입니다...

# OpenFOAM® 행사 안내

- 전산유체공학회 공개소스 CFD 코드 연구회 하계 세미나
  - 기존 ‘공개소스 컨소시움’
  - 08월 31일, 동아대학교



- OKUCC (OpenFOAM Korea Users Community Conference)
  - 전산유체공학회 추계학술대회와 함께 진행
  - 11월 01일, 서울대학교





**감사합니다.**