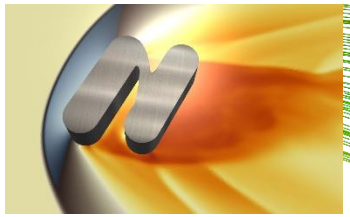
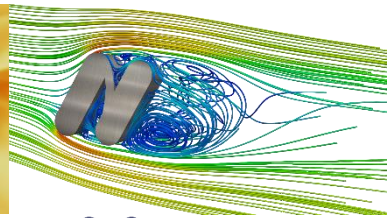
Open Source CFD Package

CFD for Everyone

BARAM





NEXTFOAM

BARAM-v24

CFD Program Package developed by NEXTFOAM and released under the GNU GPL License

- Based on NextFOAM-v24 which is fixed/developed OpenFOAM® by NEXTFOAM and based on GUI
- Solver Tool : baramFlow / Mesh Tool : baram Mesh

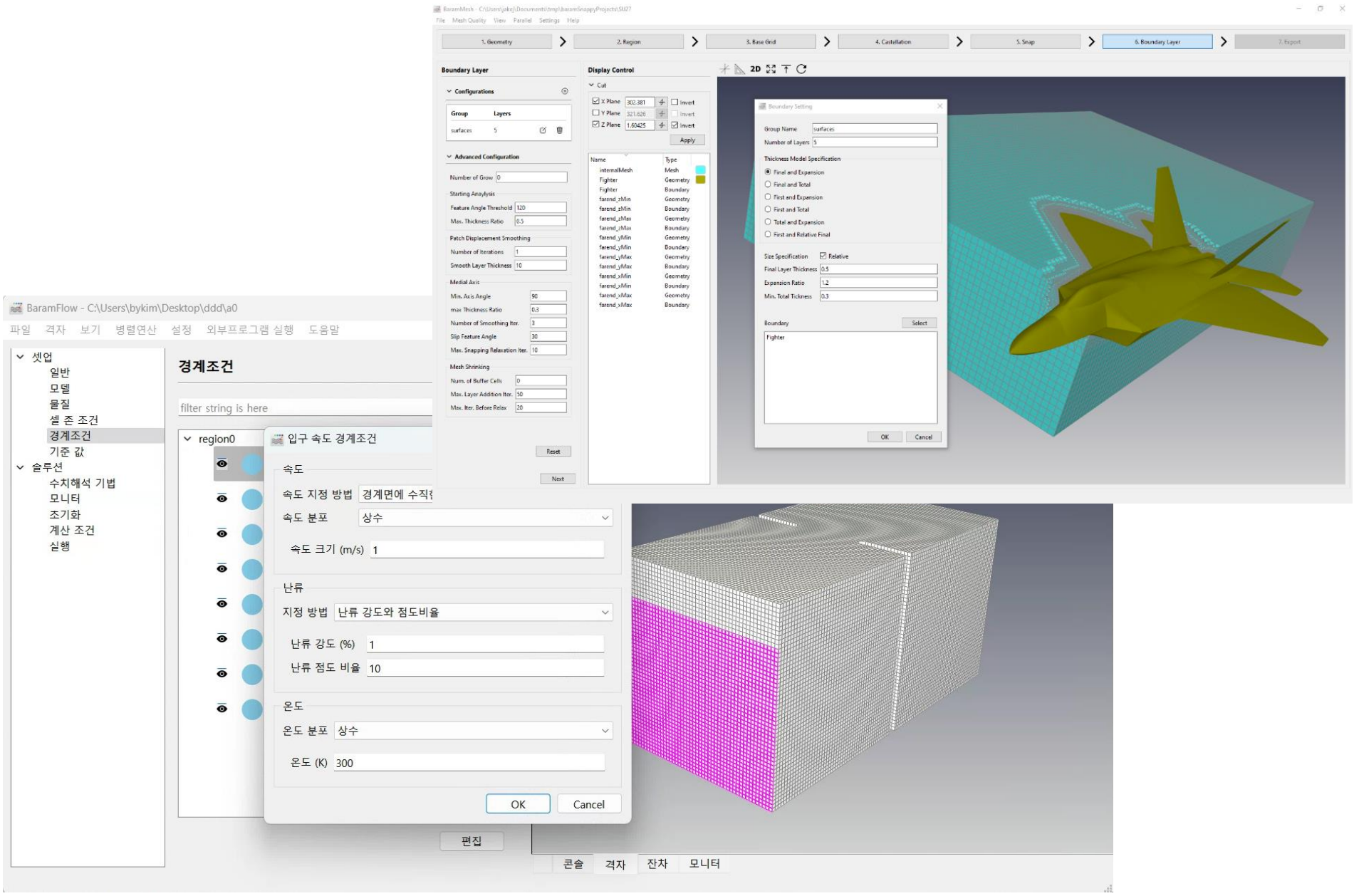
OS and Platforms

- Windows : 10 or later / server 2019 or later
- Linux : Ubuntu 20.04 or later / CentOS 8.2, Rocky Linux, AlmaLinux / OpenSUSE Leap 15.4 / Mint 21
- MacOS : 10.14 or later (Apple Silicon only)
- HPC Cluster / AWS & Azure Cloud

Features of BARAM

- Overcome the shortage of OpenFOAM® : OpenFOAM
- OpenFOAM®의 단점을 극복 : OpenFOAM 코드 수정을 통한 안정성/정확성 확보, GUI, Windows 지원
- CFD 전문지식이 없어도, 라이선스를 구매하지 않아도, 사용자와 병렬연산 프로세스 수의 제한 없이, 누구나 / 어디서나 CFD 해석이 가능
- 타 프로그램과 호환 : Fluent, StarCCM+, Gmsh 격자 변환 가능, ParaView, Tecplot, Ensight 이용 후처리 가능
- 사용자환경 customizing을 통해 맞춤형 프로그램 제작 가능
- 공개된 소스코드

Screenshots



주요 기능

BaramMesh

- 형상 : cad file import, feature angle 기반 자동 surface 분할, hex/sphere/cylinder 기본 형상 생성
- 격자 : snappyHexMesh를 이용한 격자 생성, multi-region, cell zone, conformal/non-conformal interface 지원
- MPI 기반 병렬 격자 생성

BaramFlow

- 다양한 격자 타입 지원 : OpenFOAM(polyMesh), Fluent(msh/cas), Gmsh(msh), I-deas universal(unv), StarCCM+(ccm)
- 난류모델 : Spalart-Allmaras, k-ε(standad, realizable, RNG), k-ω SST
- VOF 다상유동, 자연대류, 복합열전달, 압축성 유동
- 밀도 기반 압축성 솔버 (TSLAeroFoam)
- Cell zone model : MRF, porous, sliding mesh, actuator disk, source term, fixed value
- 모니터링 : residual, force, point/surface/volume values
- MPI 기반 병렬연산
- Batch Process 기능

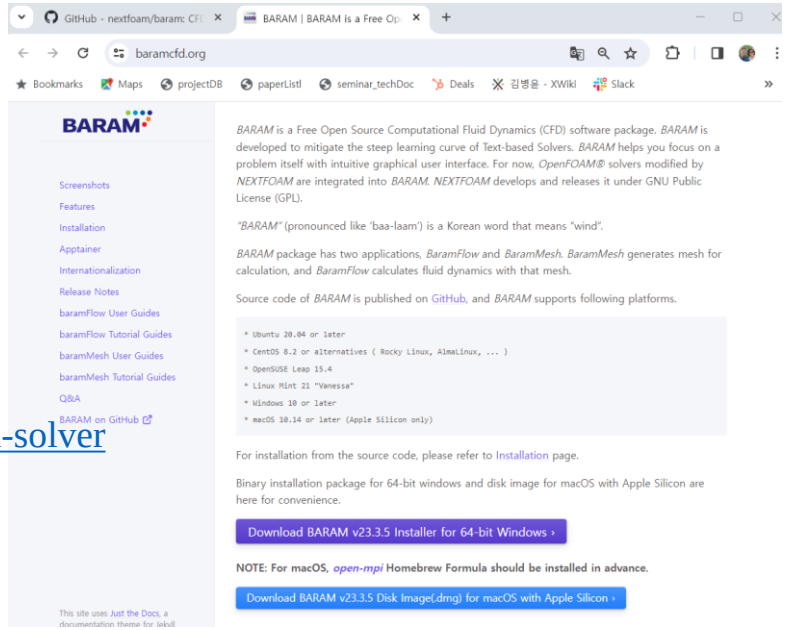
HPC Cluster / Cloud

- OpenMPI / IntelMPI 지원, NiceDCV / X2Go 원격 프로토콜 지원
- AWS, Azure 등 public 클라우드 BARAM launcher 제공 / 마켓플레이스 앱 지원

설치파일, 소스코드, 매뉴얼

설치 파일 / 소스 코드

- Windows/MacOS용 설치 파일 다운로드
  - 넥스트폼 홈페이지 : www.nextFoam.co.kr/pd-Baram.php
  - 깃허브 baram page : baramcfd.org
- 리눅스용 Apptainer : baramcfd.org/docs/installationApptainer/
- 소스코드
  - BARAM 소스코드 : github.com/nextFoam/baram
  - NextFOAM-v24 소스코드 : github.com/nextfoam/nextfoam-solver



매뉴얼, 튜토리얼

- 깃허브 baram page
  - BaramFlow 매뉴얼 : baramcfd.org/docs/baramFlow_UserGuides/
  - BaramFlow 튜토리얼 : baramcfd.org/docs/baramFlow_TutorialGuides/
  - BaramMesh 매뉴얼 : baramcfd.org/docs/baramMesh_UserGuides/
  - BaramMesh 튜토리얼 : baramcfd.org/docs/baramMesh_TutorialGuides/

웹사이트

- 넥스트폼 홈페이지 : www.nextFoam.co.kr/pd-Baram.php
- 넥스트폼 블로그 : blog.nextFoam.co.kr

BARAM 서브서크립션(subscription) 모델

오픈소스 서브스크립션(subscription) 모델이란?

- 엔터프라이즈 오픈소스 기업인 Red Hat이 처음 만든 오픈소스 사업 모델
- 오픈소스 소프트웨어 기술지원, 업데이트, 문제해결 등에 대한 신뢰성 있는 지원을 제공하는 서비스 모델

소프트웨어 라이선스 구매와의 차별점

- 기본적으로 서브스크립션 기간이 남아 있을 경우 버전, 업그레이드, 기술지원 등 제공
- 서브스크립션 모델은 등급에 따라서 지원 내용의 차이가 있을 뿐 기능상 차이는 없음
- 서브스크립션을 구매하지 않더라도 공개되어 있는 소프트웨어 사용에 제한이 없음

BARAM 서브스크립션

- BARAM 패키지에 대한 넥스트폼의 신뢰성 있는 기술 지원을 받을 수 있는 서비스 모델
- BARAM, NextFOAM 기반의 기술지원, 컨설팅, 클라우드, HPC, 개발 등에 대한 전문 서비스 제공

BARAM 서브서크립션(subscription) 모델 종류

- 기술지원 범위, 지원 플랫폼의 종류에 따라 Community, Workgroup, Professional, Enterprise로 구분
- 서브스크립션은 BARAM 패키지가 설치되는 노드 수량에 대해 연단위로 계약

	Community	Workgroup	Professional	Enterprise	비고
설치지원	Community Site	O	O	O	Professional / Enterprise Edition에 한하여 별도 방문지원 계약 가능
장애대응	Community Site	O	O	O	
업데이트	Community Site	이메일 / 고객포털	이메일 / 고객포털	이메일 / 고객포털	
지원 시간	X	영업일 8x5 접수 및 익영업일 대응	영업일 8x5 접수 및 익영업일 대응	영업일 8x5 접수 및 익영업일 대응	Enterprise Edition에 한하여 별도 추가계약에 따라 24x7 접수 및 대응
지원 방법	Community Site	이메일	이메일 / 전화 / 화상회의	이메일 / 전화 / 화상회의 / 방문지원	
추가기능개발	X	X	X	O	Enterprise Edition에 한하여 별도 추가 기능 개발 계약 가능
교육	X	서브스크립션 당 교육 개당 10% 할인	서브스크립션 당 교육 개당 20% 할인	교육 2명 무료	Professional / Enterprise Edition에 한하여 별도 방문 교육 계약 가능
Cloud	X	X	Workstation Launcher 제공	Workstation Launcher / HPC Launcher 제공	
On-premise HPC 지원	X	X	X	설치 및 최적화 지원	5 노드 이상은 별도 계약
Professional service	X	X	X	BMT, 최적 프로세스 도출, 교육, 기술지원	
Price	0	2,000,000원	2,000,000원	견적 요청	

BARAM Professional Service 프로그램

Professional Service 프로그램이란?

- 고객의 실제 문제에 대해 넥스트폼 기술진과 고객사가 함께 BARAM을 사용하여 해석을 수행하여 결과를 검증하고 성능을 평가
- 결과 검증 및 성능 평가 결과를 바탕으로 BARAM의 실무 적용을 위한 업무 프로세스 정립

Professional Service 수행 방법

- 고객의 문제에 대한 CFD 해석 방법 정립
- CFD 결과의 정확도 검증, 격자 구성 및 해석 모델의 타당성 / 경제성 확인
- BARAM의 실무 적용 프로세스 정립을 위한 방안 / 비용 도출 (필요한 계산 장비의 규모, 업무 프로세스 자동화 방안, 추가 기능 개발의 필요성 여부 등)
- 전체 해석 프로세스에 대한 매뉴얼 제공
- 프로그램 사용법 교육 – 형상 모델링, 격자 생성, 솔버 설정, 후처리
- 기술지원

BARAM 대학 교육용 서비스 패키지

BARAM 대학 교육용 서비스 패키지란?

- 대학의 학부 및 대학원 과정의 전산유체역학 과목의 실습을 위한 BARAM 서비스 패키지
- 모든 수강생이 기능 제한 없이 CFD 해석 프로그램(BARAM)을 설치 / 사용하고 결과를 얻을 수 있도록 지원

BARAM 대학 교육용 서비스 패키지 구성

- 교육 환경에 따른 프로그램 설치 지원
  - 교육용 서버를 사용하는 경우 서버에 설치 지원, 클라이언트 사용법 지원
  - 개별 PC / 노트북을 사용하는 경우 설치 방법에 대한 온라인 교육 및 Q&A 제공
- 맞춤형 교육 컨텐츠 제공 : 전공별 고객 요구에 따른 예제 문제를 제작해서 제공
- 사용법 교육
  - OpenFOAM, NextFOAM, BARAM의 특징 및 주요 기능 소개
  - BaramMesh를 사용한 격자 생성 방법
  - BaramFlow를 이용한 CFD 해석 방법
  - ParaView를 이용한 후처리 방법
- 기술지원 : Term Project 수행 시 필요한 기술 지원을 Q&A 사이트를 통해 지원

[CFD + BARAM] 교육 프로그램

[CFD + BARAM] 교육 프로그램이란?

- CFD 비전공자를 위한 CFD 기본 이론 교육과 BARAM 사용법 교육을 결합한 교육 과정
- 넥스트폼 정규 교육 과정 (https://nextfoam.co.kr/edu-Schedule.php)
- 요청이 있을 때 On-Site 교육으로 진행

[CFD + BARAM] 교육 내용

- 첫째날
  - 전산유체역학의 기본이론
    - 유체역학 지배방정식 및 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 방법론
    - 시뮬레이션 프로세스 – 전처리, 계산, 후처리 과정
    - 물리 모델의 종류와 적절한 모델 선정 방법
    - 경계조건, 초기조건의 개념 및 사용 방법
  - 수치해석 기법의 종류와 특성 및 선택 방법
  - BARAM 프로그램의 소개 및 설치
- 둘째날
  - BARAM 실습
    - BaramMesh를 이용한 격자 생성
    - BaramFlow를 이용한 계산 – 내부유동, 외부유동, 열전달, 다상유동
    - ParaView를 이용한 후처리 과정

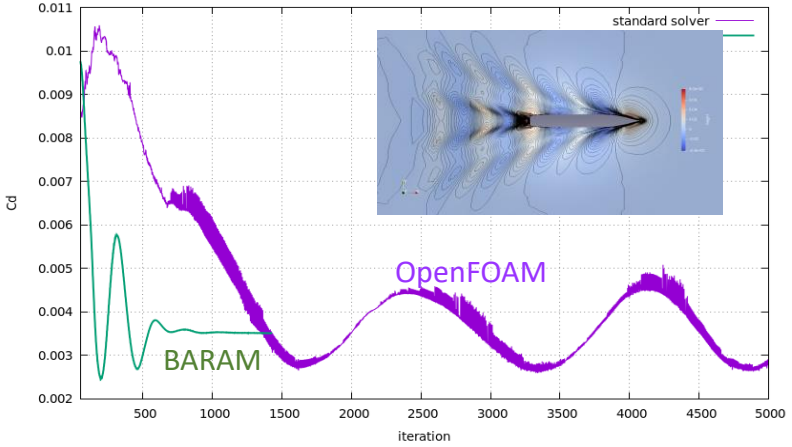
NextFOAM-v24

NextFOAM 이란?

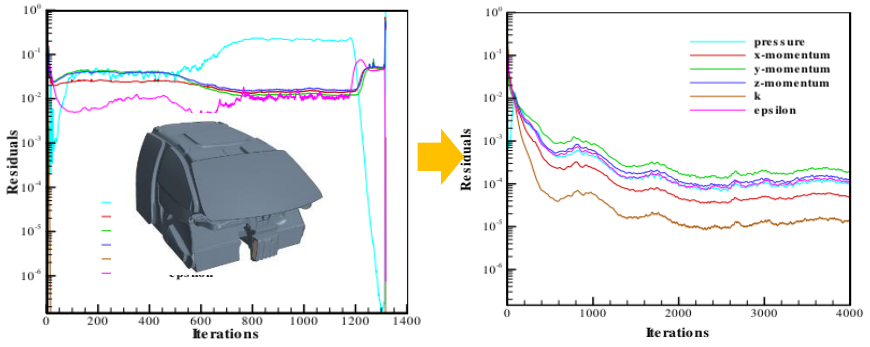
- 넥스트폼이 수정/개발한 OpenFOAM® 배포본 - ESI의 OpenFOAM 기반
- 수렴성, 안정성, 정확성 개선
- BARAM에서 사용

주요 개발 항목

- 솔버 알고리즘 개선
  - Pressure-velocity coupling 방법 개선
  - Velocity, density interpolation 방법 개선
  - 운동량보존방정식의 relaxation factor 의존성 제거
  - 비정상상태 솔버의 time step 의존성 제거
- Slope limiter 개선 – Venkatakrishnan limiter
- Multi-region 솔버의 수렴 판정 기준 개발
- 압력 구배 이산화 방법 개선
- 난류모델 생성항 선형화 방법 개선
- Porous, MRF 모델 정확성 개선
- 압축성 솔버 개발



선박 저항 문제에서 수렴성 향상 사례

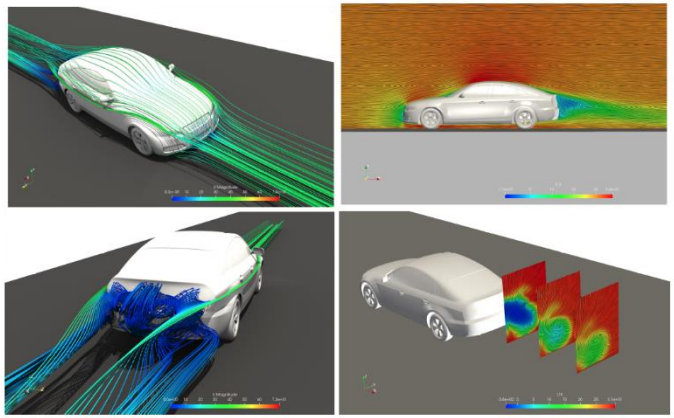


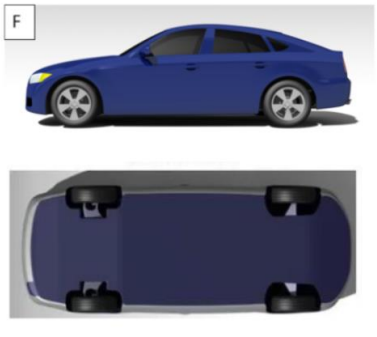
자동차 실내 공조 문제에서 안정성 향상 사례

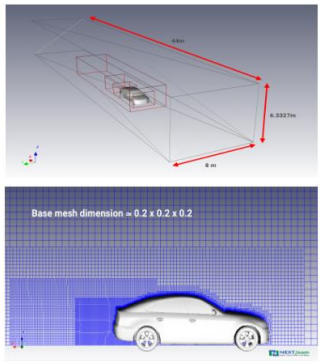
Validations

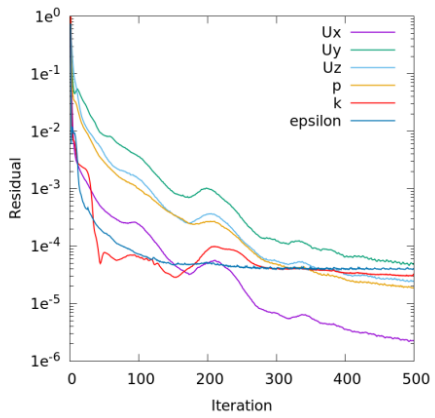
DrivAer

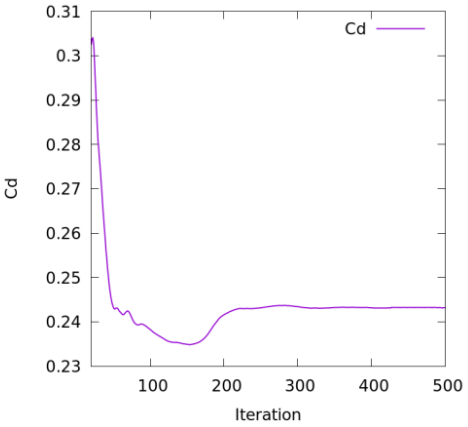
- DrivAer는 자동차 공학 분야에서 사용되는 차량 외부 디자인 및 공기역학 테스트를 위한 실제 차량 모델로 차량의 외부 형태와 공기역학적 특성을 시뮬레이션하고 평가하기 위해 사용
- 공개되어 있는 CAD 파일을 이용하여 BARAM에서 격자를 만들고 계산하여 풍동 시험 결과와 비교
- Model : Fastback model with smooth underbody, mirrors, wheels
- Mesh : BaramMesh, half domain, 1,569,710 cells
- Simulation
  - Boundary conditions : U=30m/s, moving ground, rotating wheels
  - realizable k-ε turbulence model, steady state, 2nd order upwind
- 결과
  - 500번 iteration에 수렴, 8 코어로 약 28분 소요
  - Cd = 0.243 (실험결과는 ASME는 0.247, SA는 0.243)







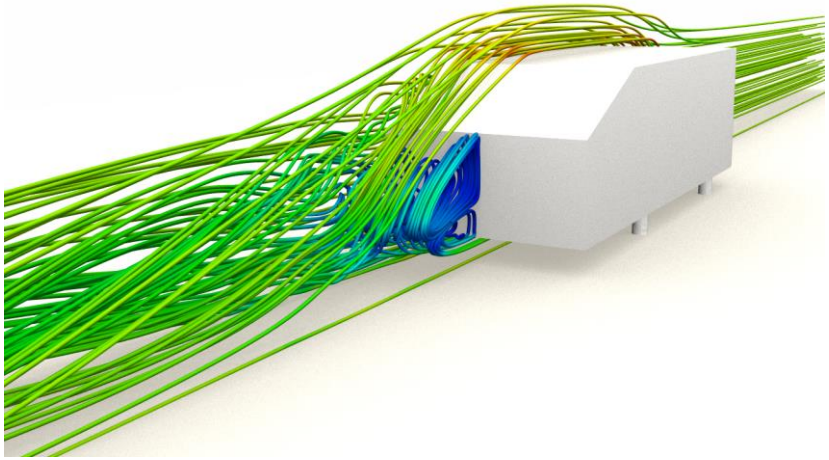


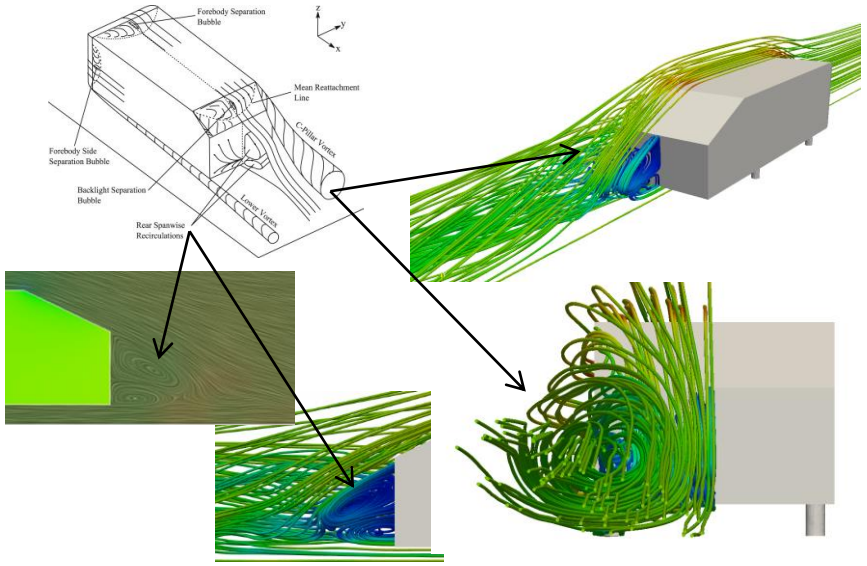


Validations

Ahmed body

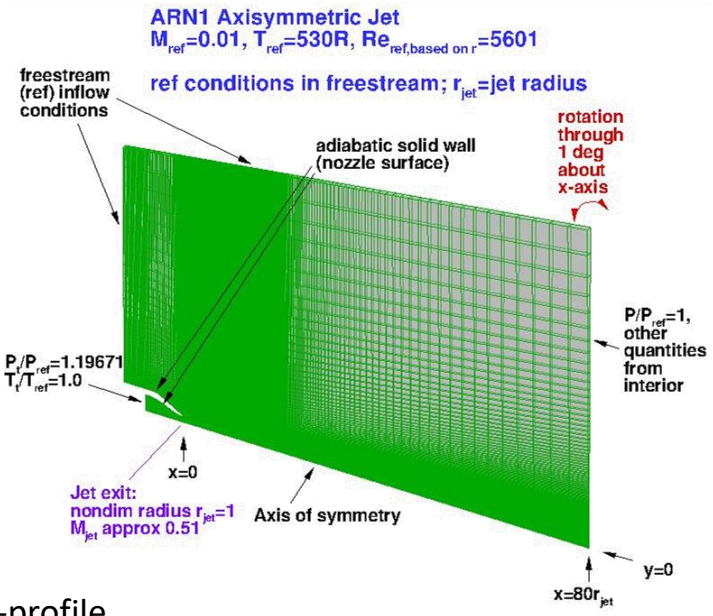
- S.R. Ahmed는 단순한 자동차 모형을 이용해 후방 경사각에 따른 유동 구조의 변화를 실험을 통해 관찰하였으며, 이 문제는 CFD 벤치마크테스트 문제로 많은 연구 결과가 발표되었음.
  - Ref) *S.R. Ahmed, G. Ramm, Some Salient Features of the Time-Averaged Ground Vehicle Wake*, SAE-Paper 840300, 1984
- 경사각 25도, 입구 속도 40m/s 조건에서 BARAM에서 격자를 만들고 계산하여 풍동 시험 결과와 비교
- Mesh : BaramMesh, half domain, 786,924 cells
- Simulation : realizable k-ε turbulence model, steady state, 2nd order upwind
- 결과
  - 약 500번 iteration 후 주기적인 진동
  - Cd = 0.285 (실험결과는 0.285)



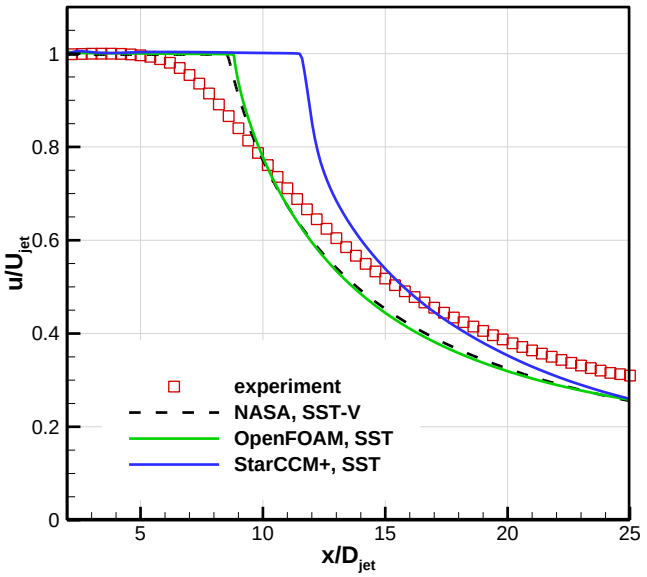


Validations

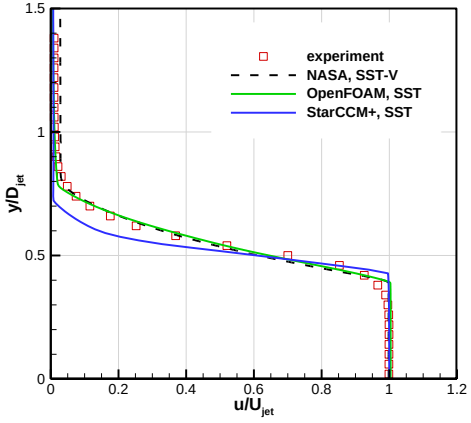
축대칭 아음속 제트



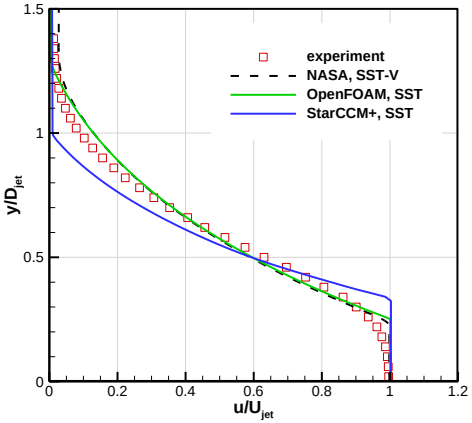
Centerline profile of axial velocity



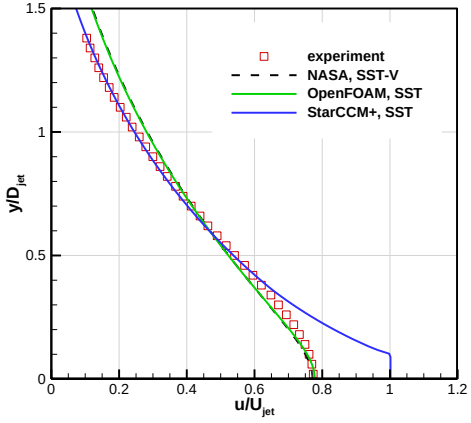
Radial u-profile



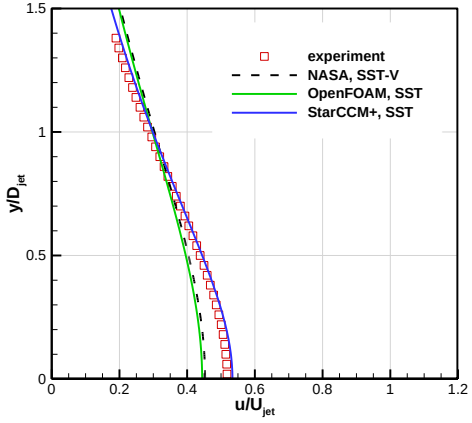
x/D_{jet} = 2



x/D_{jet} = 5



x/D_{jet} = 10

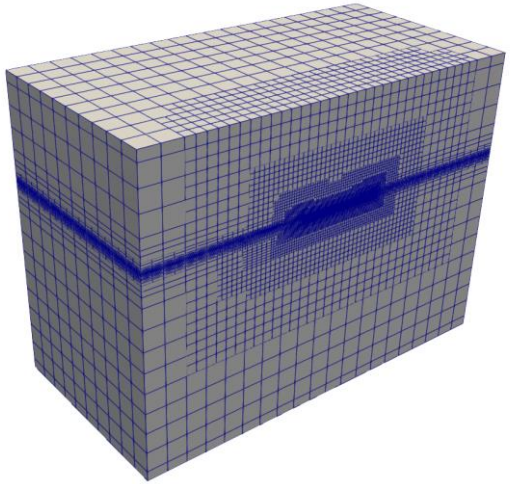


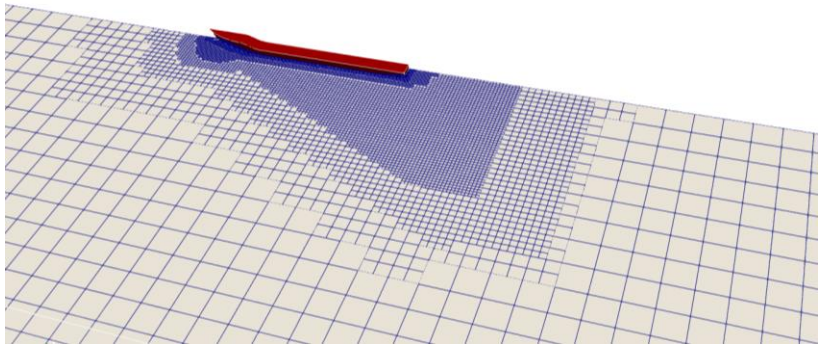
x/D_{jet} = 15

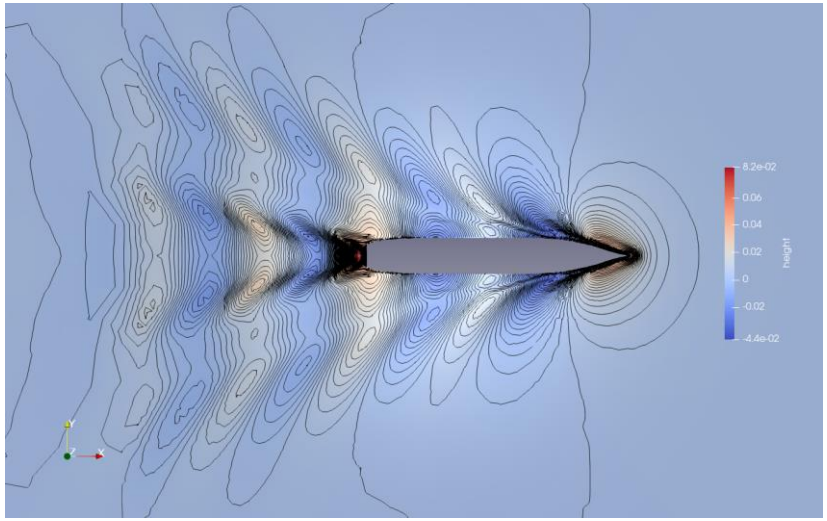
Validations

선박저항해석 – KCS

- 자유수면 해석을 위한 VOF(Volume Of Fluid) 솔버
- *Kim WJ, Van SH, Kim DH, 2001, Measurement of flows around modern commercial ship models, Experiments in Fluids*
- U = 2.196m/s, Fr = 0.26, Re = 1.4e7, Draft = 0.3418m, Wetted surface
- Mesh : 953,801 cells







Drag coefficient	Experiment	CFD	Difference
Pressure (C_r)	7.250e-04	7.267e-04	+0.23%
Friction (C_f)	2.832e-03	2.780e-03	-1.88%
Total (C_t)	3.557e-03	3.506e-03	-1.44%

- ㈜넥스트폼
  - www.nextfoam.co.kr
  - 서울 금천구 디지털로 9길 32 A-1106호(가산동 갑을그레이트밸리)
- 문의
  - marketing@nextfoam.co.kr
  - 070-8796-3019
  - 담당자 : 오광호책임