

FLUENT

편집부

1. FLUENT 6

FLUENT 6는 비압축성영역에서 극초음속영역 전반에 걸친 모든 영역에 적용할 수 있는 범용 CFD solver이다. Fluent 사는 향상된 수렴성을 갖는 multigrid method를 이용한 다양한 solver option들을 이용함으로써 광범위한 속도영역의 유동장 해석에 있어 최적의 효율과 정확성을 갖는 solver를 제공하고 있다. FLUENT 6에 들어있는 풍부한 물리적 모델은 난류유동, 비정상상태 해석, 다양한 열전달 해석, 화학 반응 유동, 다상유동 등등 매우 다양한 물리적 현상의 해석을 가능케 하고 있다.

- 2차원, 2D axisymmetric, 2D rotational symmetric, 3D flows
- 정상상태 및 비정상상태 (transient flow) 해석
- 모든 속도 영역 (subsonic, transonic, supersonic, hypersonic flow)
- 층류, 전이 및 난류 영역
- Newtonian 혹은 non-Newtonian flows
- 강제대류, 자연대류, 혼합대류, conjugate (solid-fluid) 열전달, 복사열전달
- 화학종 혼합 및 반응이 있는 연소 모델, surface deposition/reaction model
- Lagrangian trajectory calculation for dispersed phase (particle/droplets/bubbles) including coupling with continuous phase
- Melting/solidification 분야를 위한 상변화 모델
- 비등방성, internal resistance, 고체열전달을 고려할 수 있는 porous media 처리 가능
- Fan, pump, radiator, heat exchanger를 위한 lumped parameter model

- 다중 moving frame 모델링을 위한 Multiple Reference Frame(MRF) 및 sliding mesh 기능
- Turbomachinery분야에 적용할 수 있는 mixing-plane model
- Mass, momentum, heat 및 chemical species의 source term 처리 기능
- 물성치 database
- Continuous fiber model
- Magnetohydrodynamics(MHD) model
- 유동소음 예측 모델
- GT-Power와의 쌍방향 coupling
- User-defined function을 이용한 강력한 customization
- In-cylinder flow modeling capability (including moving mesh)
- Moving and deforming mesh motion

2. GAMBIT

GAMBIT은 Fluent사에서 제공하는 다양한 FVM/FEM solver 와 호환하는 범용 전처리기이다. ACIS 커널을 사용하는 CAD 기능을 탑재하고 있으며, 전문 CAD software와의 호환이 가능하여 쉽고 빠르게 형

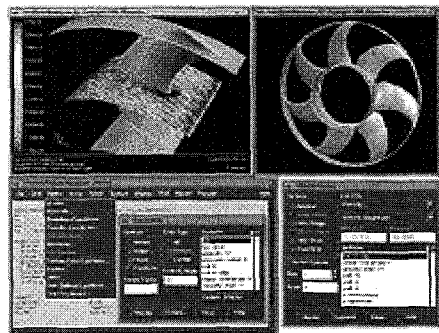


Fig. 1 Fluent 6.0

* 자료제공 김병윤, (주)ATES, CFD솔루션사업부 과장
E-mail : bykim@ates.co.kr

상을 구현할 수 있으며, 강력한 격자 생성 기능을 보유하고 있다.

2.1 CAD 기능

Gambit 은 자체적인 CAD 커널 (ACIS Kernel)를 장착하고 있어서 다양한 형상을 쉽게 구현할 수 있다.

원기둥, 구, 육면체, 사면체, 토러스 등의 수학적으로 간단한 도형 생성이 가능하다. 도형간의 집합 연산이 가능하게 하는 Boolean operation이 지원된다. 고품질의 격자생성을 위해서 도형을 분할할 수 있는 기능을 탑재하고 있다.

또한, 도형 구성의 기본 요소인 점, 선, 면을 다양한 방법으로 구성할 수 있는 기능을 지원한다. 선과 면은 top down menu에서 제공되지 않는 자유곡선이나, 자유곡면의 생성을 지원한다. 수학적 정보를 소실한 도형을 복구할 수 있는 healing 기능을 탑재하고 있다.

2.2 CAD 호환 기능

Gambit은 다양한 CAD 프로그램과 호환을 할 수 있다. 또한, 대부분의 CAD 프로그램에서 export할 수 있는 iges나 step파일에 대한 호환을 지원하고 있다.

- a) ACIS-based CAD programs
AutoCAD (solid), Cadkey, TurboCad
- b) Parasolid-based CAD programs
Unigraphics, SolidWorks, Solid Edge, PATRAN, ANSYS
확장자가 .x_t, .xmt_txt인 파일 통해서 호환
Pro/E 는 Gambit 2.0에 Direct Interface 모듈을 장착할 경우 part파일을 직접 읽어 들일 수 있다.
- c) Direct translators for native CAD systems
Pro-E/ACIS, Catia/ACIS

대부분의 CAD 프로그램에서 export를 지원하는 STEP, IGES파일을 호환 할 수 있다.

2.3 Meshing 기능

Gambit은 육면체, 사면체, 삼각기둥, 피라미드 등의 다양한 형태의 격자를 지원한다. Gambit의 격자는 solid의 형상에 의존하므로 정렬격자를 생성하려면 형상이 육면체에 상응하는 모양이어야 한다.

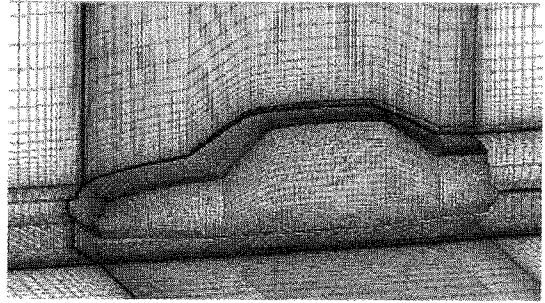


Fig. 2 Hexahedral mesh

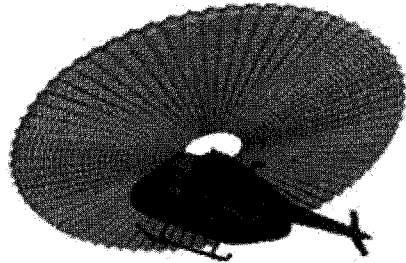


Fig. 3 Hexa-/tetra-hedra mixed mesh using pyramid cell

2.3.1 Hexahedral mesh

- a) Map : 단일 블록에 육면체 정렬격자를 생성
- b) Sub-map : 멀티블록에 육면체 정렬격자를 생성
- c) Tet-primitive : 사면체 형상을 자동으로 멀티블록화하여 육면체 격자를 생성
- d) Cooper : 정렬 또는 비정렬의 source면을 스위핑하여 삼각기둥 형태의 격자를 만든다.

2.3.2 Wedge mesh

Cooper : 삼각형 비정렬 source 면을 sweeping 하여 삼각기둥 형태의 격자를 만든다.

2.3.3 Tetra/hybrid mesh

Tgrid : 사면체 요소를 사용하여 비정렬 격자를 생성하며, 거의 실패하는 법이 없다.

2.3.4 Boundary layer mesh

주로 비정렬 격자와 함께 쓰이며, 관심 대상 영역 주변의 속도 경계층을 모사하기에 적합한 격자이다.

이외에도 default를 조정하면 복잡하게 연결되어 있는 분지관들에 대해서 자동적으로 cooper mesh를 할 수 있는 기능을 탑재하고 있으며, size function 기능을

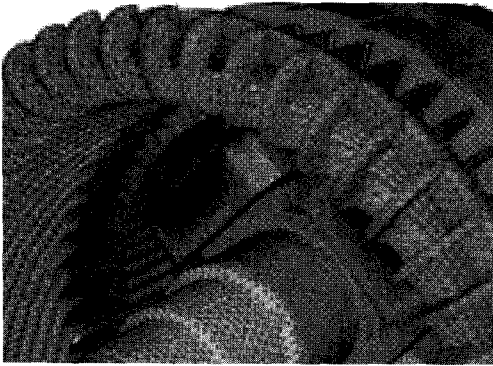


Fig. 4 Complex geometry with tetra mesh

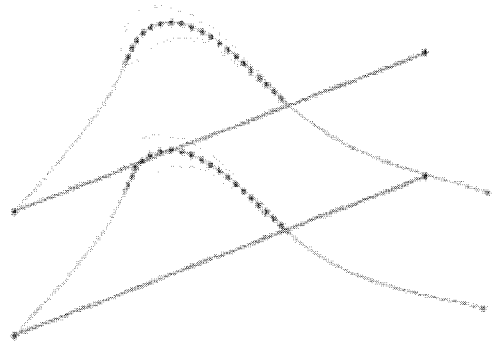


Fig. 6 Turbo profile

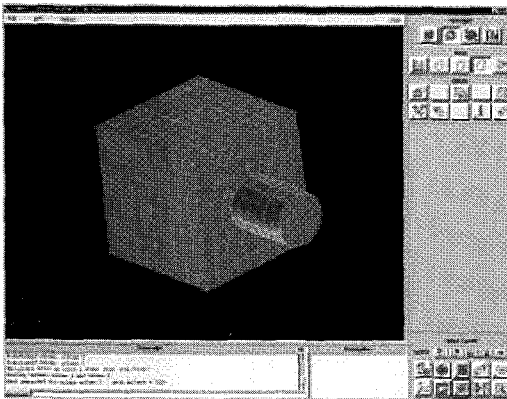


Fig. 5 GAMBIT

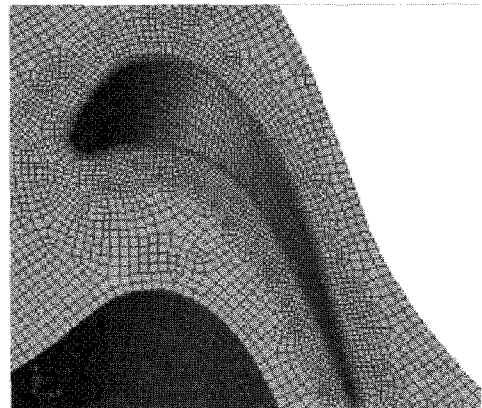


Fig. 7 Unstructured grid around a blade

사용하면, edge bunching을 할 필요 없이 정렬 또는 비정렬 격자의 분포를 제어할 수 있다.

2.4 GUI 환경

Gambit은 사용자가 icon을 편리하게 사용할 수 있도록 tree형태의 icon으로 구성되어 있으며, 형상을 3각도법으로 볼 수 있는 기능을 지원하고 있다. 또한, 대화상자가 매우 직관적으로 만들어져 있어서 쉽게 배울 수 있다. 기본적으로 제공하는 대화상자 이외에 사용자가 대화상자를 꾸밀 수 있도록 하는 User Customization기능을 탑재하고 있다.

2.5 GAMBIT Turbo

GAMBIT Turbo는 터보기계를 쉽게 설계하고 해석하기 위한 회전체 전문 전처리기이다. 터보기계의 형상의 구성을 용이하게 할 수 있으며, 전문 CAD

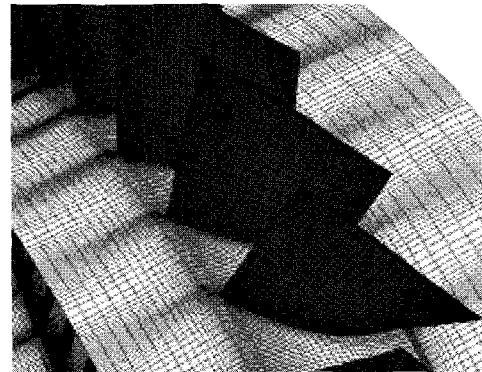


Fig. 8 Structured grid of rotors

software와 호환이 가능하며, H, H-C, H-O type의 정렬 격자계 및 비정렬 격자를 생성할 수 있다. 기본적인 turbo profile (hub, blade, shroud, tip clearance edge)을 정의하여 주면, 이로부터 형상의 생성과 분할, meshing은 자동으로 할 수 있으며, 항상 periodic condition을 만족시킨다.

2.5.1 Turbo Profile 정의

1) Point data import

Native ".tur" format (curves are created automatically), ProE ".ibl" format (curves are created automatically), Plain vertex data

2) Edge import

Parasolid, ACIS, STEP, STL, Mesh

3) Gambit의 CAD기능으로 생성

3. Applications

3.1 Turbomachinery

산업분야 전반에서 터보기계의 비중은 상당히 높다. 특히 자동차, 항공기, 선박등 고유의 기계분야에서는 터보기계의 효율에 따라 성능이 좌우되며, 현재 전자장치의 냉각방법 중에서 냉각팬에 의한 것이 가장 힘을 발휘하고 있다. 따라서 터보기계의 성능 및 효율을

법으로 CFD가 크게 대두되고 있다. Fluent는 다양한 터보기계 해석을 위한 모듈을 장착하고 있으며, 이미 높이기 위한 설계는 계속 되고 있다. 고성능, 고효율의 터보기계 설계를 위한 데이터를 얻어내는 효율적인 방법 다양한 산업분야의 터보기계 해석에 적용되어 효율성과 정확도를 검증 받은 바 있다.

Fluent는 터보기계 해석을 위한 세가지 모형을 갖추고 있다.

Moving reference frame은 축류형, 원심형 압축기 등 다양한 유체기계에 적용이 가능하다. 상대 좌표계를 사용하여 정상유동 해석하므로 비정상 거동을 놓칠 수 있으나, 계산의 경제성이 뛰어나고 정확도도 비교적 높다

Moving mesh는 터보기계의 속도로 격자를 시간에 따라서 직접 회전시키므로 계산의 정확도가 뛰어나다. 시로코 팬이나 횡류 팬처럼 블레이드와 cut off 간의 상호작용이 존재하는 경우에 효과적이다. 비정상 해석을 기본으로 한다.

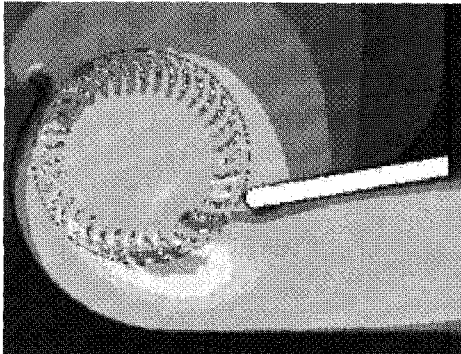


Fig. 9 Pressure contour of a cross flow fan flow

3.1.1 Mixing plane

Rotor와 stator가 이루는 터보기계 열을 계산하는데, 효과적이다. Rotor와 Stator가 만나는 면에서는 서로의 압력 및 속도의 평균 값을 교환하며, 두 면은 격자선이 서로 일치할 필요가 없는 non-conformal mesh기법이 적용 가능하다.



Fig. 11 Geometry and surface mesh of the 4-stage turbine

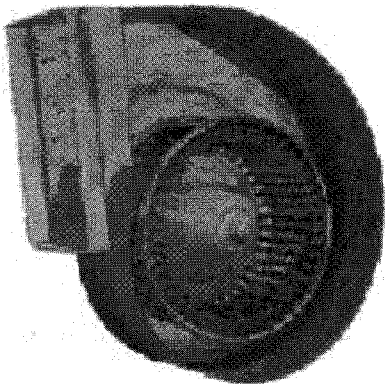


Fig. 10 Separated flow of centrifugal blower

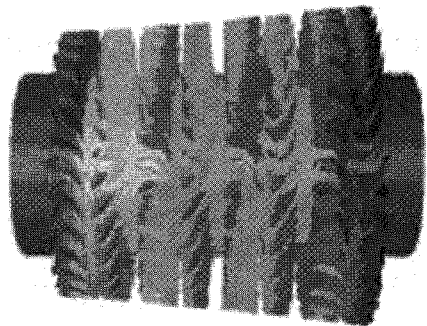


Fig. 12 Contours of static pressure

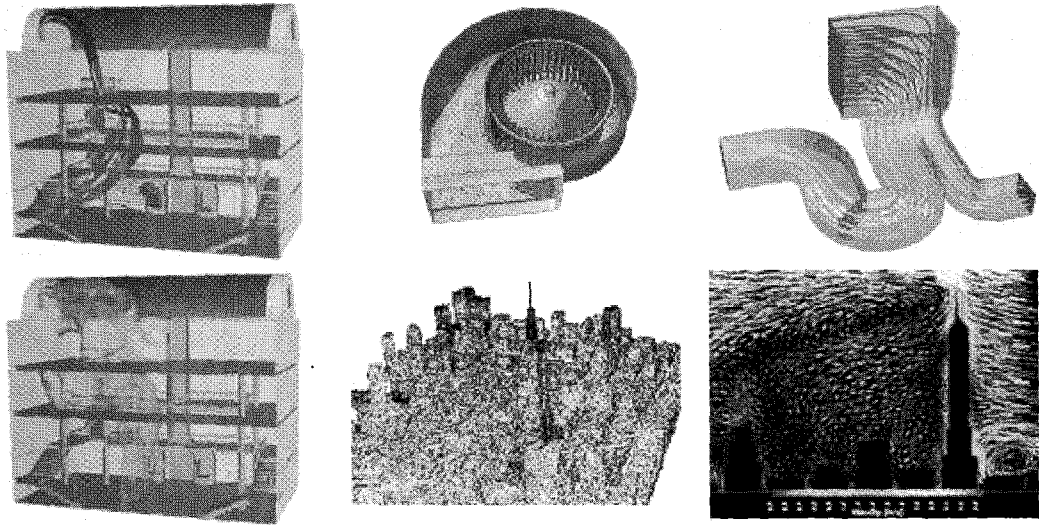


Fig. 13 Air conditioning, ventilation and flow around a building

3.2 공 조

FLUENT의 CFD 기술은 건물의 HVAC 설계에 필요한 각 부품의 개별적인 성능 뿐 아니라 이들이 조합된 전체로서의 성능 모두를 모사하기에 강력한 도구이다. 즉, 각 HVAC 덕트나 열교환기의 성능 분석과 건물 내/외의 공기 유동에 대한 성능 예측과 유동 가시화를 통하여 건물의 설계 사양을 만족시킬 수 있게 해주며 공장의 굴뚝 주위의 유동 분석이나 풍력 등을 계산하여 건물 설계가 환경에 미치는 영향을 고려할 수 있다.

3.3 가 전

가전제품의 설계에서 CFD를 이용하여 가상의 프로토타입을 꾸미고 이들의 열,유동 성능을 모사해보는 것은 신제품의 개발 사이클을 단축시키기 위한 중요한 요소이다. 특히 FLUENT를 이용한 열,유동의 가시화는 실제 상황에서 해당 제품들이 성공적으로 작동하는지를 판단하는데 도움을 준다.

어떤 사용자라도 짧은 기간 내에 익힐 수 있는 FLUENT의 사용법은 다른 CAD/CAE 도구들과 함께 설계를 담당하는 사용자의 개발 효율을 극대화 할 수 있게 한다.



Fig. 14 Flows inside a vacuum cleaner

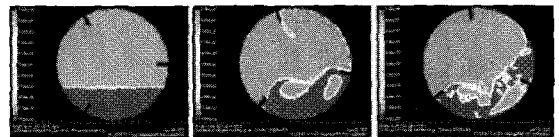


Fig. 15 Free surface flow in a washer

참고문헌

- (1) <http://www.ates.co.kr>