

1. 문제 필터 검토

분류 형식	한글	영문
차원 구분	1차원 문제	1-dimensional problem
	2차원 문제	2-dimensional problem
	3차원 문제	3-dimensional problem
격자 형식	정렬 격자	structured mesh
	비정렬 격자	unstructured mesh
유동 분류1	압축성 유동	compressible flow
	비압축성 유동	incompressible flow
유동 분류2	점성 유동	viscous flow
	비점성 유동	inviscid flow
유동 분류3	정상 유동	steady flow
	비정상 유동	unsteady flow

이전에 드렸던 파일과 달리, 계층 구조가 아니라 각 분류 형식마다 2~3가지 옵션 중 하나를 선택할 수 있는 구조로 가는 게 적합하다고 생각되어 위와 같이 작성 하였습니다. 그러나 “유동 분류2” 에서는 계층 구조가 필요하므로 아래와 같이 세부로 나누었습니다.

유동 분류2 상세	viscous flow (점성유동)	laminar flow (층류)				
		turbulent flow (난류)	DNS (Direct Numerical Simulation)			
			난류 모델 (turbulent model)	RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes)	Standard $k-\epsilon$	
					Wilcox's $k-\omega$	
					Menter's $k-\omega$ SST	
LES (Large Eddy Simulation)						
DES (Detached Eddy Simulation)						

또한, EDISON의 UI가 한글로 개발되더라도, 교육적인 목적에서 볼 때 주요 단어들에 대해서는 한글과 영문이 혼용 되어야 할 것으로 생각되어 한/영 두 가지 형태로 정리하였습니다. 그러나 한글로 나타내기 어려운 경우에는 영어로만 써두었습니다.

위 문제 필터 용어의 이해를 돕고자 아래와 같이 주요 단어들에 대한 정의를 정리해 보았습니다. 전공분야에 치우친 표현들이 많긴 하지만, 그나마 일반적인 정의 위주로 정리하였습니다.

- ▶ 정렬 격자 : 사각형 격자(2D), 육면체 격자(3D)
- ▶ 비정렬 격자 : 삼각형 격자(2D), 사면체 격자(3D)

- ▶ 압축성 유동 : 균질한(homogeneous)한 유체의 유동에서 밀도가 일정하지 않고 변하는 유동을 의미하며, 일반적으로 실제 문제에서 밀도 변화비가 5% 이상일 때의 유동을 압축성 유동으로 고려한다.
- ▶ 비압축성 유동 : 균질한(homogeneous)한 유체의 유동에서 밀도가 변하지 않고 일정한 유동을 의미한다. 실제의 유체유동에서는 정도의 차이가 있지만 어느 정도의 압축성은 다 갖고 있으므로 엄밀한 의미에서의 비압축성 유동은 존재하지 않는다. 그러나 거의 모든 유체에서 어느 일정한 조건하에서 밀도의 변화가 매우 작으면 밀도 변화를 무시하여 비압축성으로 가정하여도 무방한 경우가 있다.

- ▶ 점성 유동 : 유체의 점성이라 불리는 접선 방향의 힘(전단응력) 또는 마찰력을 고려한 실제 유체의 유동을 의미하며, 유체와 고체벽면이 이루는 경계면에서 분자간의 상호인력작용에 의해서 고체벽면에 유체가 부착하게 되는 착벽 조건 (non-slip condition)을 갖게 된다.
- ▶ 비점성 유동 : 접촉하고 있는 두 유체 층간에 접선 방향의 힘(전단응력)이 작용하지 않으며 오직 수직방향의 힘(압력)만이 존재한다고 가정하는 유동이며 이는 유체의 변형에 대한 내부 저항이 없음을 의미한다. 비점성 유동에서는 유체와 고체벽면이 이루는 경계면에서 접선방향의 접선력이 없기 때문에 벽면과 유체 사이의 상대적인 속도차가 존재하게 된다. (slip 조건)

- ▶ 정상 유동 : 유체 유동의 공간상 임의의 점에서 유동조건이 시간에 따라 변하지 않고 일정한 유동
- ▶ 비정상 유동 : 유체 유동의 공간상 임의의 점에서 유동조건이 시간과 함께 변하는 유동

- ▶ 층류 : 층류란 유체가 평행한 층을 이루어 흐르며, 이 층 사이가 붕괴되지 않음을 의미한다. 유체역학에서는, 유체가 모멘텀 확산(diffusion)이 높고, 모멘텀 대류(convection)가 낮으며, 압력 및 속도가 시간에 무관한 유동을 층류라고 한다. 이 용어는 난류(turbulent flow)와 반대되는 용어이다.
- ▶ 난류 : 유체역학에서 난류(turbulent flow)는 유체 유동 중에서 무질서하고 비정상성을 가지는 경우를 일컫는 말이다. 난류 유동에서는 모멘텀 확산(diffusion)이 낮고, 모멘텀 대류(convection)가 높으며, 압력 및 속도가 시간 및 공간에 따라 빠르게 변화한다.

2. 모델 형상 목록/분류 수립

한글	영문
(1차원)_충격파관	(1D)_shock tube
(2차원)_충격파_폭발문제	(2D)_shock wave_explosion
(3차원)_충격파_폭발문제	(3D)_shock wave_explosion
(2차원)_이동 충격파	(2D)_moving shock wave
(3차원)_이동 충격파	(3D)_moving shock wave
(2차원)_평판	(2D)_flat plate
(2차원)_에어포일	(2D)_airfoil
(3차원)_비행체 날개	(3D)_wing
(3차원)_비행체 전기체	(3D)_wing-body
(2차원)_실린더 : 원형, 삼각형, 사각형, 다각형	(2D)_cylinder : circular, triangular, tetragonal, polygonal
(3차원)_구	(3D)_sphere
(2차원)_썰기	(2D)_wedge
(3차원)_원뿔	(3D)_circular cone
(2차원)_blunt body	(2D)_blunt body
(2차원)_곤충 날개	(2D)_insect wing
(3차원)_곤충 날개	(3D)_insect wing
(3차원)_곤충 날개-몸통	(3D)_insect wing-body
(2차원)_Synthetic jet	(2D)_Synthetic jet
(3차원)_Synthetic jet	(3D)_Synthetic jet
(2차원)_초음속 흡입구	(2D)_supersonic intake
(3차원)_초음속 흡입구	(3D)_supersonic intake

문제 필터와 마찬가지로 한글과 영문 두 가지로 적어두었으며, 모델 형상 앞에 (2차원), (3차원)을 붙여서 해당 모델 형상의 문제의 차원을 정의하였습니다.

3. 해석자 등록 정보

해석자 등록 정보의 경우, 앞서 정리한 문제 필터 및 타깃 모델 형상과 밀접하게 연관되어야 시뮬레이션 생성 시 사용 가능한 해석자가 필터링 될 것으로 생각합니다. 따라서 아래와 같이 해석자 등록 정보에 문제 필터와 타깃 모델 형상에 대한 정보를 정리하였습니다.

먼저 1차년도 개발되는 SW와 콘텐츠에 대해서만 정리하였으며, 1차년도 개발 SW 및 콘텐츠의 등록 정보 중 수정/보완해야 하는 부분에 대한 피드백을 받은 뒤에 추후에 나머지 차년도를 정리하면 될 것 같습니다.

◎ 1차년도 개발 SW

▶ 2차원 압축성 유동 해석을 위한 범용 소프트웨어1

문제필터	◦ 2D, 정렬, 압축성 유동, 점성/비점성 유동, 정상/비정상 유동, 난류모델(RANS)
주요특징	◦ 다양한 수치기법 적용 ◦ 공간차분 : Roe, RoeM, AUSM+, AUSMPW+, Jameson's scalar dissipation ◦ 시간적분 : Explicit Euler, Runge-Kutta, AF-ADI, LU-SGS ◦ 난류모델 : Standard k-e, Wilcox's k-w, Menter's k-w SST
적용문제	◦ 다양한 익형의 공력계수 산출 및 익형 주위 유동 해석 ◦ 평판에서의 경계층 생성 유동 해석 ◦ 썰기 형상에 의한 충격파 해석 ◦ ...
적용콘텐츠	◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 에어포일 형상 설계
타깃모델 형상	◦ (2차원)_에어포일, (2차원)_평판, (2차원)_썰기, (2차원)_blunt body

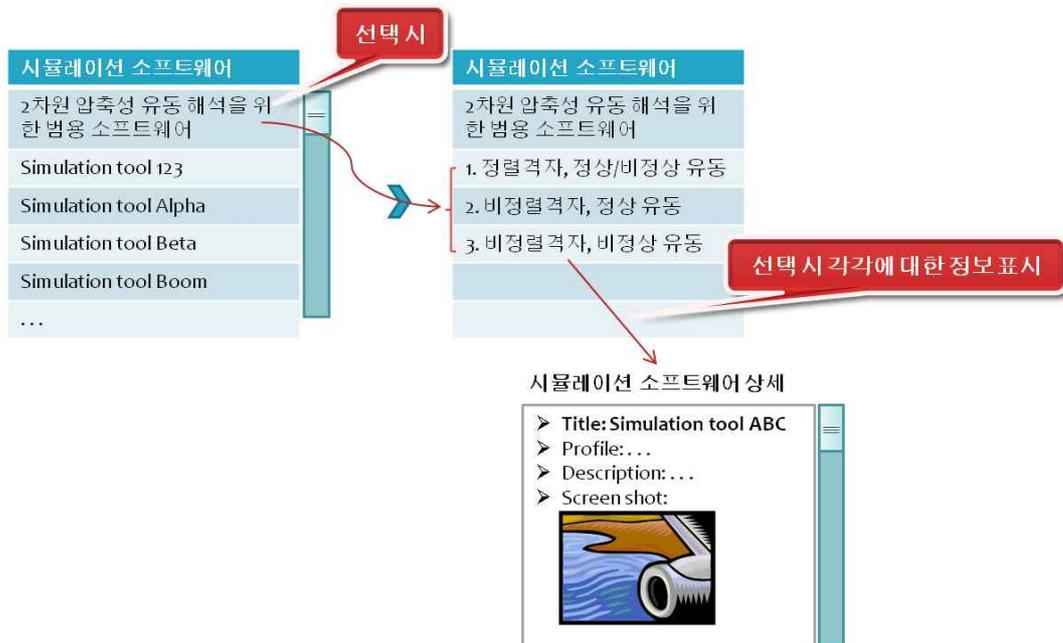
▶ 2차원 압축성 유동 해석을 위한 범용 소프트웨어2

문제필터	◦ 2D, 비정렬, 압축성 유동, 점성/비점성 유동, 정상 유동
주요특징	◦ 다양한 수치기법 적용 ◦ 공간차분 : Roe, RoeM, AUSM+, AUSMPW+ ◦ 시간적분 : Explicit Euler, Runge-Kutta, LU-SGS, Block LU-SGS
적용문제	◦ 다양한 익형의 공력계수 산출 및 익형 주위 유동 해석 ◦ 평판에서의 경계층 생성 유동 해석 ◦ 썰기 형상에 의한 충격파 해석 ◦ ...
적용콘텐츠	◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 에어포일 형상 설계
타깃모델 형상	◦ (2차원)_에어포일, (2차원)_평판, (2차원)_썰기, (2차원)_blunt body

▶ 2차원 압축성 유동 해석을 위한 범용 소프트웨어3

문제필터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2D, 비정렬, 압축성 유동, 점성/비점성 유동, 비정상 유동
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 수치기법 적용 ◦ 공간차분 : LLF, HLLE, Roe, RoeM, AUSM+, AUSMPW+ ◦ 시간적분 : Explicit Euler, Runge-Kutta
적용문제	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폭발 현상 해석 ◦ 썬기 형상에 이동 충격파가 부딪치는 유동 해석 ◦ 충격파-와류 상호 작용이 나타나는 유동 해석 ◦ ...
적용콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 에어포일 형상 설계 ◦ 다양한 2차원 형상을 지나는 이동 충격파 ◦ 2차원 충격파-와류 상호작용 현상 ◦ 썬기와 원뿔을 지나는 이동 충격파 유동 현상 비교 분석
타깃모델 형상	<ul style="list-style-type: none"> ◦ (2차원)_에어포일, (2차원)_썬기, (2차원)_충격파_폭발문제, (2차원)_이동 충격파

위에 정리한 3가지 “2차원 압축성 유동 해석을 위한 범용 소프트웨어”의 경우, 문제 필터로 분류되는 항목은 정렬/비정렬, 정상/비정상이며 그 이외에는 문제 필터의 변동이 없는 유사한 SW입니다. 따라서 각 SW별로 이름을 따로 만들기는 어렵다고 생각되어 아래와 같이 계층 구조로 만드는 것이 좋을 것 같습니다.



▶ 2차원 비압축성 유동 해석을 위한 범용 소프트웨어

문제필터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2D, 정렬, 비압축성 유동, 점성/비점성 유동, 정상/비정상 유동, 난류모델 (RANS)
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 수치기법 적용 ◦ 공간차분 : Upwind differencing with MUSCL approach ◦ 시간적분 : Explicit Euler, Runge-Kutta, LU-SGS ◦ 난류모델 : Standard k-e, Wilcox's k-w, Menter's k-w SST
적용문제	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 형상의 실린더에 대한 공력계수 산출 및 주위 유동 해석 ◦ 평판에서의 경계층 생성 유동 해석 ◦ 교량과 같은 각진 구조물 주위 유동 해석 ◦ ...
적용콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 비압축성 실린더 형상 설계 ◦ Reynolds 수에 따른 실린더와 구 후류의 와류 특성 비교 분석
타깃모델 형상	<ul style="list-style-type: none"> ◦ (2차원)_에어포일, (2차원)_실린더, (2차원)_평판

▶ 1차원 비점성 충격파관 문제 해석 소프트웨어

문제필터	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차원, 압축성 유동, 비점성 유동
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 다양한 수치기법 적용 ◦ 공간차분 : Flux Vector Splitting 기법 (Stager-Warming, Van Leer, AUSM, AUSM+, AUSMPW+), Finite Difference Splitting 기법 (Roe, RoeM) ◦ 시간적분 : Explicit Euler, TVD Runge-Kutta
적용문제	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 비점성 충격파관 문제 해석 ◦ 다양한 공간차분 기법에 따른 해의 정확도 비교 ◦ 격자 개수에 따른 해의 정확도 비교 ◦ ...
적용콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1차원 비점성 충격파관 문제
타깃모델 형상	<ul style="list-style-type: none"> ◦ (1차원)_충격파관

◎ 1차년도 개발 콘텐츠

▶ 타깃 공력계수 산출을 위한 에어포일 형상 설계

주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공력계수(양력, 항력 계수)들의 정의와 일반적인 특성 (이론) ◦ 유동조건(받음각, 마하수, Reynolds 수, 자유류 속도 등)에 따른 공력특성 (실습) ◦ 다양한 형태의 에어포일 형상 및 격자 제작 (실습) ◦ 에어포일 형상에 따른 공력특성 (시뮬레이션 결과)
대상 교과목	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유체역학, 항공역학, 압축성유체역학, 전산유체역학
콘텐츠 구성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이론 및 시뮬레이션 결과 ◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 기초적인 에어포일 형상 설계 (실습) ◦ 설계된 에어포일의 장단점 비교 (토론) ◦ 해석실습을 위한 script와 매뉴얼

▶ 타깃 공력계수 산출을 위한 비압축성 실린더 형상 설계

주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공력계수(양력, 항력 계수)들의 정의와 일반적인 특성 (이론) ◦ 무차원 파라미터(Reynolds 수, Strouhal 수)들의 정의와 일반적인 특성 (이론) ◦ 다양한 형태의 실린더 형상 및 격자 제작 (실습) ◦ 실린더 형상에 따른 공력특성 (시뮬레이션 결과)
대상 교과목	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유체역학, 항공역학, 점성유체역학, 전산유체역학
콘텐츠 구성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이론 및 시뮬레이션 결과 ◦ 타깃 공력계수 산출을 위한 기초적인 실린더 형상 설계 (실습) ◦ 설계된 실린더의 장단점 비교 (토론) ◦ 해석실습을 위한 script와 매뉴얼

▶ 1차원 비점성 충격파관 문제

주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Riemann 문제, 충격파의 정의 및 성질 (이론) ◦ 이론해와 수치해의 비교 분석 (시뮬레이션 결과) ◦ 다양한 공간차분 기법에 따른 해의 정확도 비교 (시뮬레이션 결과)
대상 교과목	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 압축성유체역학, 전산유체역학
콘텐츠 구성	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이론 및 시뮬레이션 결과 ◦ 1차원 비점성 충격파관 문제 해석 (실습) ◦ 해석실습을 위한 script와 매뉴얼