

CAE 소개

Computational Design Laboratory
Department of Automotive Engineering
Hanyang University, Seoul, Korea



CONTENTS

- **Lecturer**
- **CAE Overview**
- **System Simulation**
- **Finite Element Analysis**
- **Application in HMC**

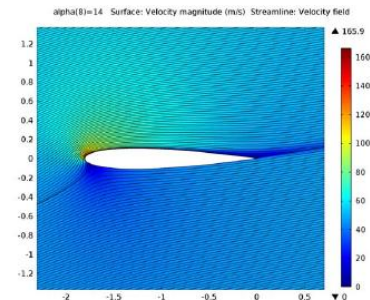
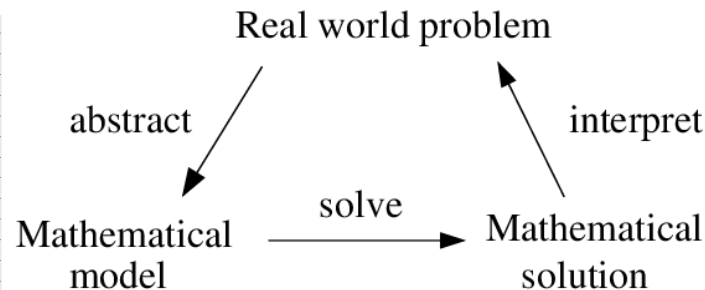
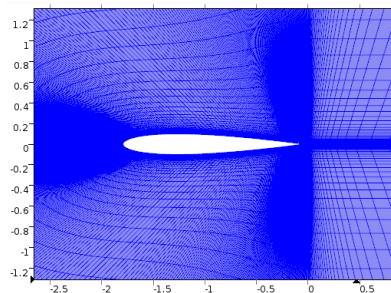
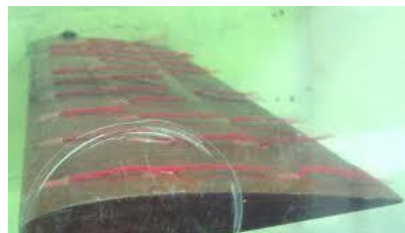
LECTURER

- 성명 : 권기한 (namhyun234@gmail.com / 010-9999-5999)
- 개요
 - 현대자동차 연구장학생(5기) 전형 입사 (2009)
 - 파워트레인센터 변속기개발실 CAE 담당 (2009~2012)
 - 환경기술센터 환경차성능개발실 제어시스템 요건 담당 (2012~2015)
 - 미래자동차공학과 전산설계연구실 석박통합과정 (2015~)
- 경력
 - 변속기 동력 성능 / 부품 내구 해석, 차량 연비 해석
 - 환경차 동역학 모델 기반 제어로직 성능 분석, 제어 요건 개발
 - 활용 가능 S/W
 - System Simulation : AMESim/Simulink/MapleSim(1D), Adams(3D)
 - Finite Element Analysis : Hyperworks, Abaqus, FEMFAT, COMSOL
 - Language : MATLAB, C++ - CAD : CATIA, Pro/ENGINEER

CAE OVERVIEW

모든 물리현상은 편미분방정식(Partial Differential Equation)로 표현 가능
 CAE : 컴퓨터를 활용, 편미분방정식을 수치적인 방법으로 풀어 물리현상을 해석
 대표적으로 System Simulation과 FEA의 두 가지 방법을 통해 원하는 현상 분석

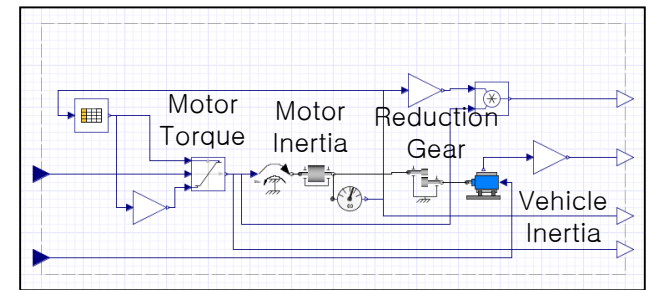
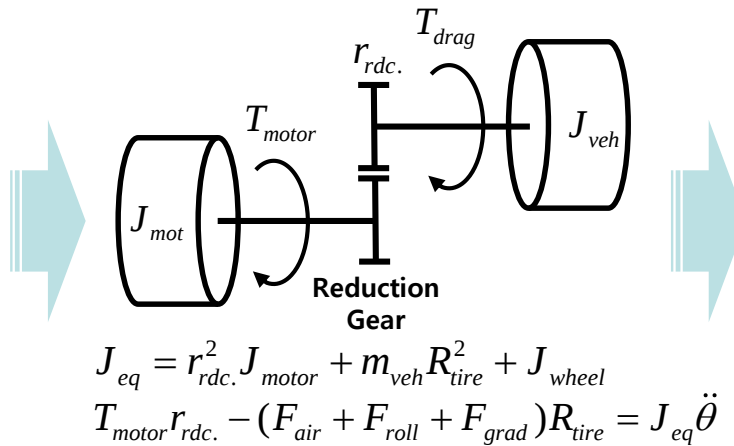
$$\begin{aligned} \rho(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} &= \\ \nabla \cdot \left[-p\mathbf{I} + (\mu + \mu_T)(\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^T) - \frac{2}{3}(\mu + \mu_T)(\nabla \cdot \mathbf{u})\mathbf{I} - \frac{2}{3}\rho\mathbf{k}\mathbf{l} \right] + \mathbf{F} \\ \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) &= 0 \\ \rho(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{k} &= \nabla \cdot \left[(\mu + \mu_T \sigma_k) \nabla \mathbf{k} \right] + \rho - \beta_0 \rho \alpha k \\ \rho(\mathbf{u} \cdot \nabla) \omega &= \nabla \cdot \left[(\mu + \mu_T \sigma_\omega) \nabla \omega \right] + \frac{\gamma}{\mu_T} \rho P - \beta \rho \omega^2 \\ &\quad + 2(1 - f_{v1}) \frac{\sigma_{\omega 2} \rho}{\omega} \nabla \mathbf{k} \cdot \nabla \omega, \quad \omega = \text{om} \\ \nabla G \cdot \nabla G + \sigma_w G (\nabla \cdot \nabla G) &= (1 + 2\sigma_w) G^4, \quad l_w = \frac{1}{G} - \frac{l_{ref}}{2} \end{aligned}$$



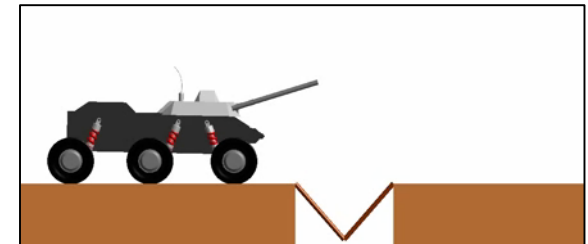
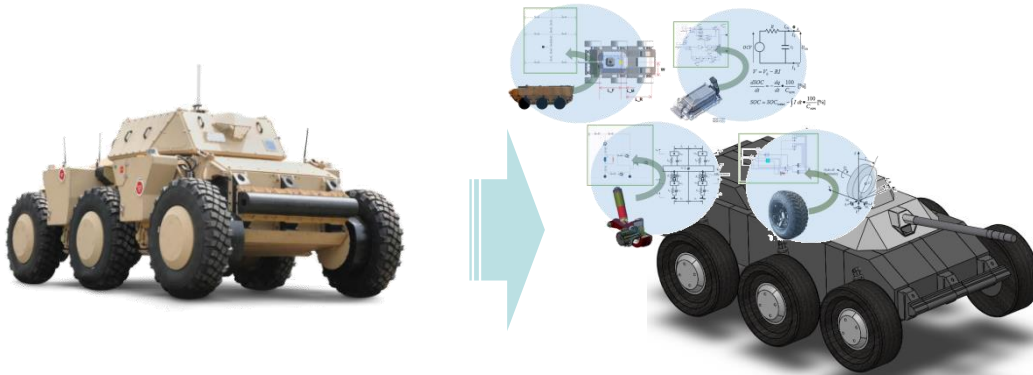
	System Simulation	Finite Element Analysis
분석 대상	System	Component
모델 종류	Function	Shape
해석 요소	Lumped Element	Finite Element
Domain	Time	Space(+Time)
주요 분석 현상	Integrated Performance	Deformation, Endurance

SYSTEM SIMULATION

각 구성품 간의 상관관계에 의한 복잡한 시스템의 통합적인 성능 분석
 Model-Based Design 기법을 활용하여 복잡한 시스템의 직관적 모델링
 주로 차량 시스템 관점에서의 동력성능, 연비분석 등 FEA로 구현하기 힘든 부분에 활용



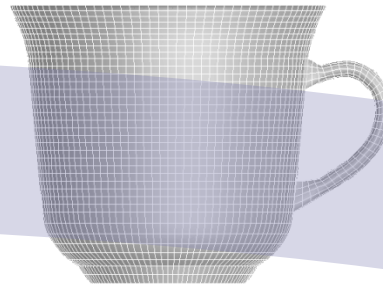
[MathWorks : MBD overview](#)



FINITE ELEMENT ANALYSIS

유한요소법(Finite Element Method)을 통해 특정 컴포넌트의 국부적 거동 예측
부품 내구 강도, 충돌 변형, 유체 흐름, 열전도 등의 세부적인 거동을 모사하기 위해 사용

$$\mathcal{L}(\phi) + f = 0$$



$$\mathcal{L}(\phi) + f = 0 \rightarrow [\mathbf{K}^e]\{\Delta^e\} = \{\mathbf{F}^e\}$$

要素方程式
(Element Equation:



$$[\mathbf{K}]\{\Delta\} = \{\mathbf{F}\}$$

