



# Hexagon's AI/ML Solution **ODYSSEE**

Enhancing Engineering through Machine Learning & Artificial Intelligence



Design and Engineering business unit  
Manufacturing Intelligence  
Division Hexagon



## 주요 엔지니어링 도전과제 (AI/ML)

### 비효율적인 프로세스

시간이 많이 소요되고 오류가 발생하기 쉬운 수동 프로세스로 인해 **효율성과 생산성 감소**

### 높은 비용

비용이 많이 드는 수동 프로세스 및 시뮬레이션 기반 설계 탐색으로 인한 **운영 비용 증가**

### 복잡한 프로세스의 확장성

복잡한 프로세스에서 발생하는 대량의 데이터 관리의 **복잡성 및 운영 확장의 어려움**

### 부정확한 의사결정

의사결정 지원 도구 부족으로 인한 부정확하거나 최적의 결과 도출의 **어려움**

### 낮은 품질

주요 제품 개선 영역 식별이 어렵고 물리 기반 최적화 도구 부족

### 사용 가능한 데이터의 전체 가치 추출 불가능

수년에 걸쳐 생성된 시뮬레이션, 시험 데이터, 이미지, CAD데이터셋이 새로운 공학 프로젝트에 활용이 **어려움**

# Hexagon's AI/ML Solution – ODYSSEE



## ODYSSEE CAE & FMU Export

- 실시간 예측
- 전용 Parser 지원 (MSC Nastran, Adams, LS-Dyna)
- 민감도 분석, 강건설계, 최적화 실시간 수행
- 다양한 실험 계획 배치 생성 (Optimal Latin Hypercube, Halton, etc.)
- Export FMU models
- Export Nastran/Marc sub-models



## ODYSSEE A-Eye

- 이미지 기반 예측
- CAD데이터 기반 예측
- 비 전문가도 AI/ML 활용하여 결과예측 할 수 있는 맞춤형 어플리케이션 기능



## ODYSSEE Solver & FMU Run

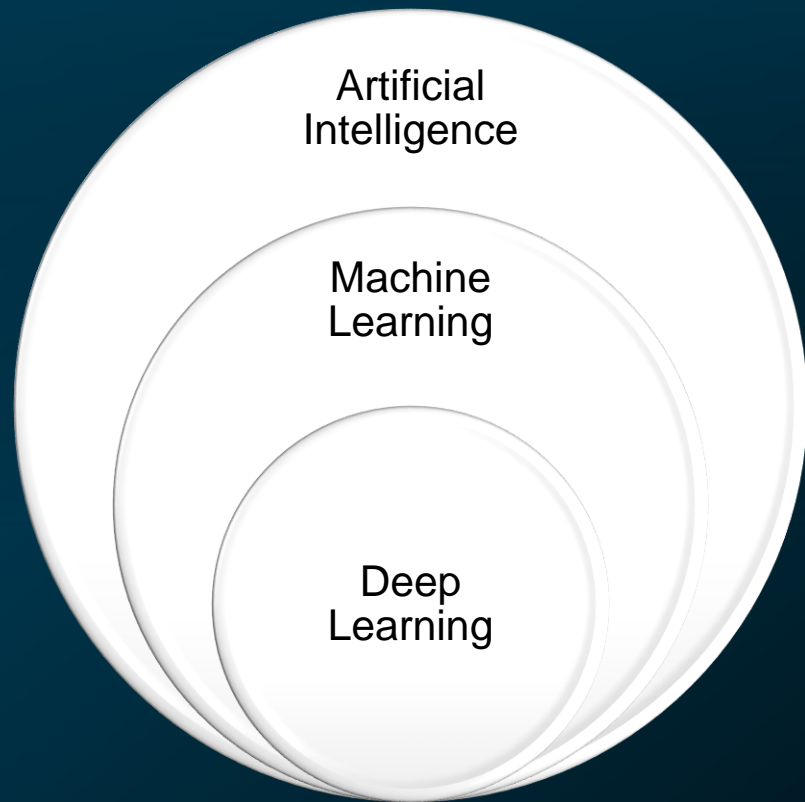
- 자체 스크립트 생성 가능 (Quasar/Python)
- 최적화
- 데이터 마이닝
- Co-Simulation through FMU model exchange
- Embedded CAE Software & Electronics (FMU or Smart Superelements)



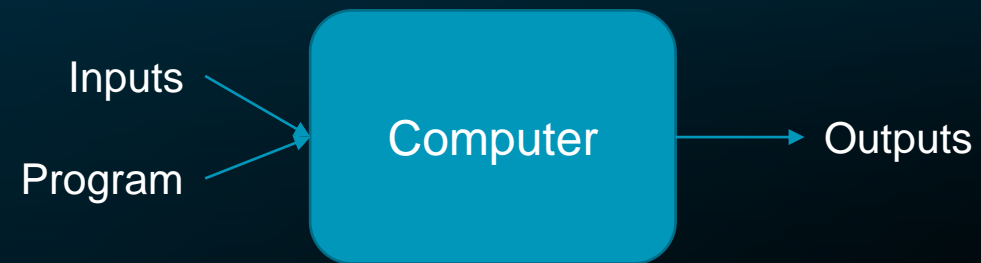
## ODYSSEE Explore

- 데이터 전후처리 기능
- 다양한 데이터 시각화 기능 (1D Plot, 2D Plot, Heat map, etc.)
- 머신러닝을 수행하기 전 데이터 처리 및 분석

# ML Introduction – AI/ML 주요 분야



## Traditional Programming :



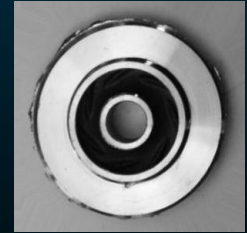
## Machine Learning :



# ML Introduction – AI/ML 주요 분야



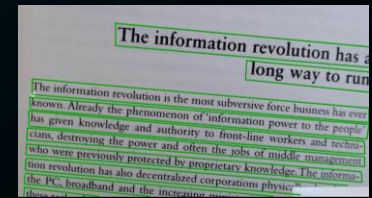
➤ 공학 문제 (Forces, deformations, frequencies...)



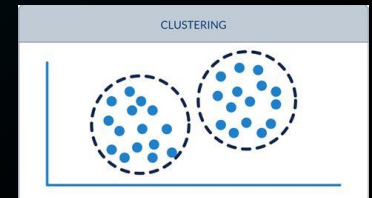
➤ 컴퓨터 비전 (default detection, shape recognition ...)



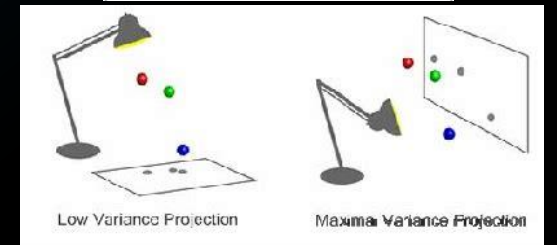
➤ 음성인식 (speech to text ...)



➤ 자연어 처리 (autocorrect, sentiment analysis ...)



➤ 클러스터링 (K-means, Spectral clustering ...)

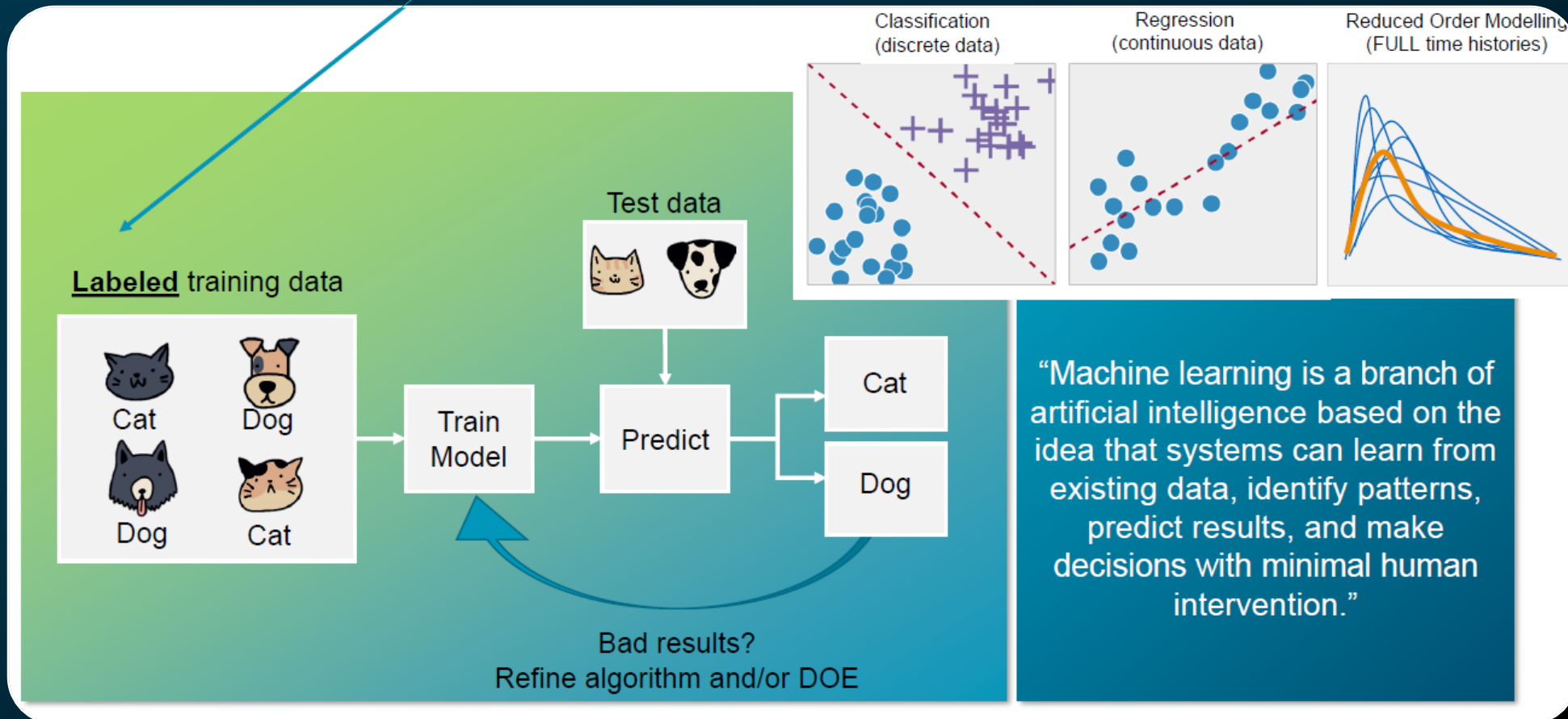


➤ 차원 축소 (FFT, SVD, PCA ...)

- 지도 학습
  - 입력 데이터 (Feature)
  - 정답 데이터 (Lable)

- 비지도 학습
  - 입력 데이터 (Feature)

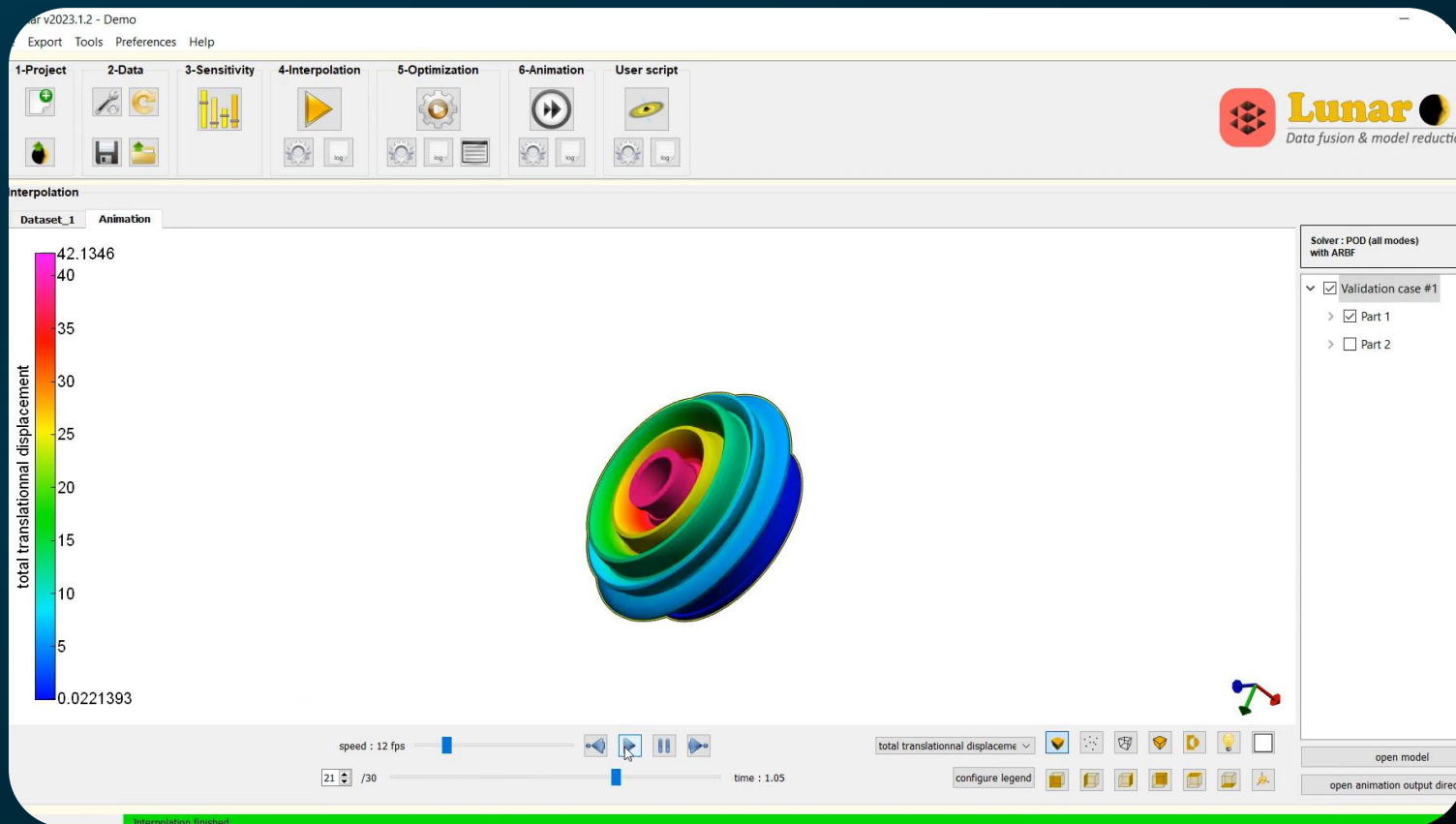
# ML Introduction – 지도 학습







“Machine learning is a branch of artificial intelligence based on the idea that systems can learn from existing data, identify patterns, predict results, and make decisions with minimal human intervention.”

# ODYSSEE CAE & FMU Export

CAE를 넘어 전체 설계 공간 탐색에 활용



-  ODYSSEE CAE & FMU Export
-  ODYSSEE A-Eye
-  ODYSSEE Solver & FMU Run
-  ODYSSEE Explore

## 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

## 이점

- [자동 DoE improvement 기능](#)
- physics & software와 독립적
- [데이터 기반 예측](#)
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

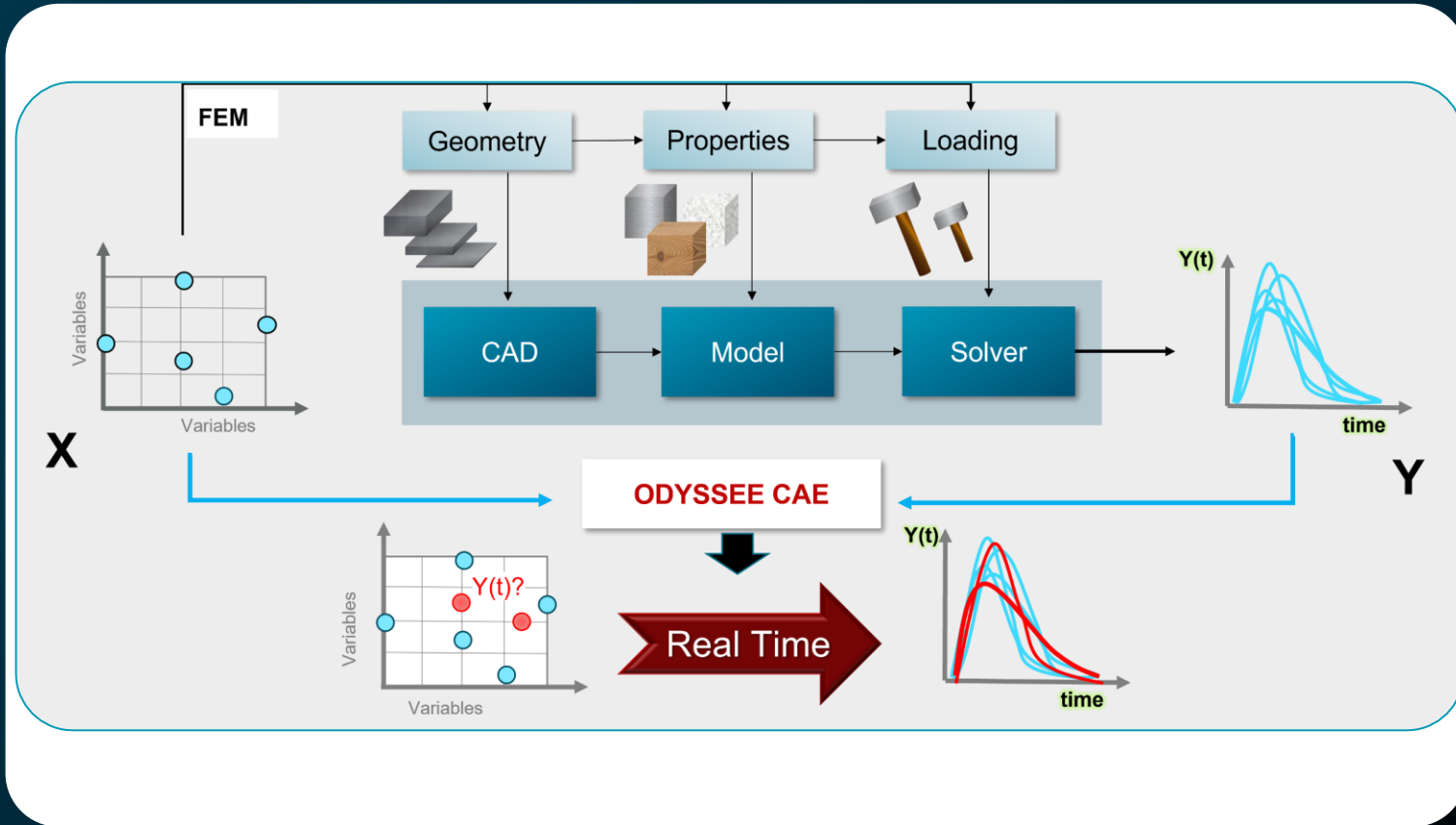
## 특징

- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

## CASE STUDIES

# ODYSSEE CAE & FMU Export – 주요기능

설계 주기 가속화 및 실시간 예측으로 다양한 시나리오 탐색



## 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

## 이점

- [자동 DoE improvement 기능](#)
- physics & software와 독립적
- [데이터 기반 예측](#)
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

## 특징

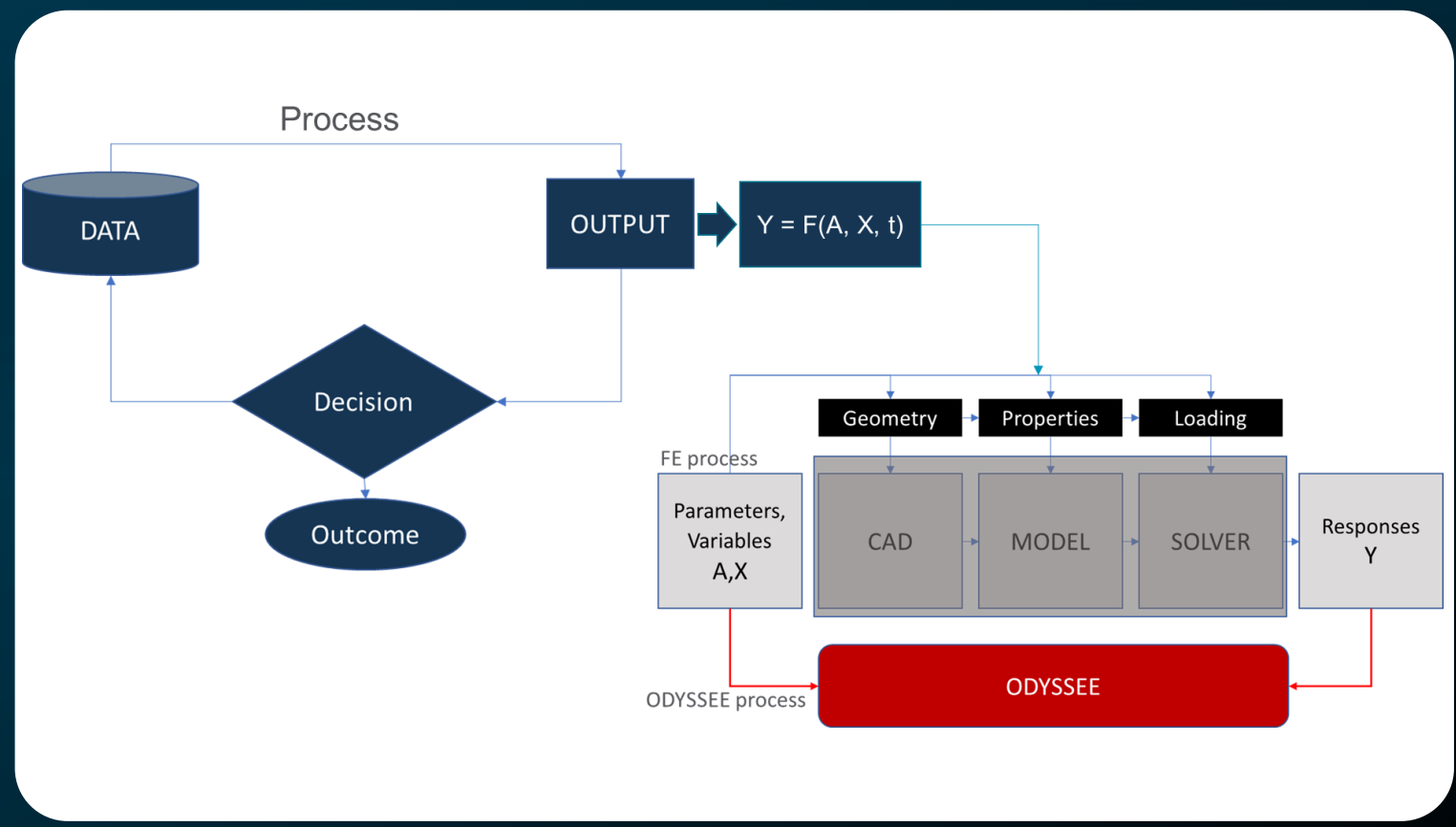
- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

## CASE STUDIES



# ODYSSEE CAE & FMU Export – 주요기능

## Workflow



### 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

### 이점

- 자동 DoE improvement 기능
- physics & software와 독립적
- 데이터 기반 예측
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

### 특징

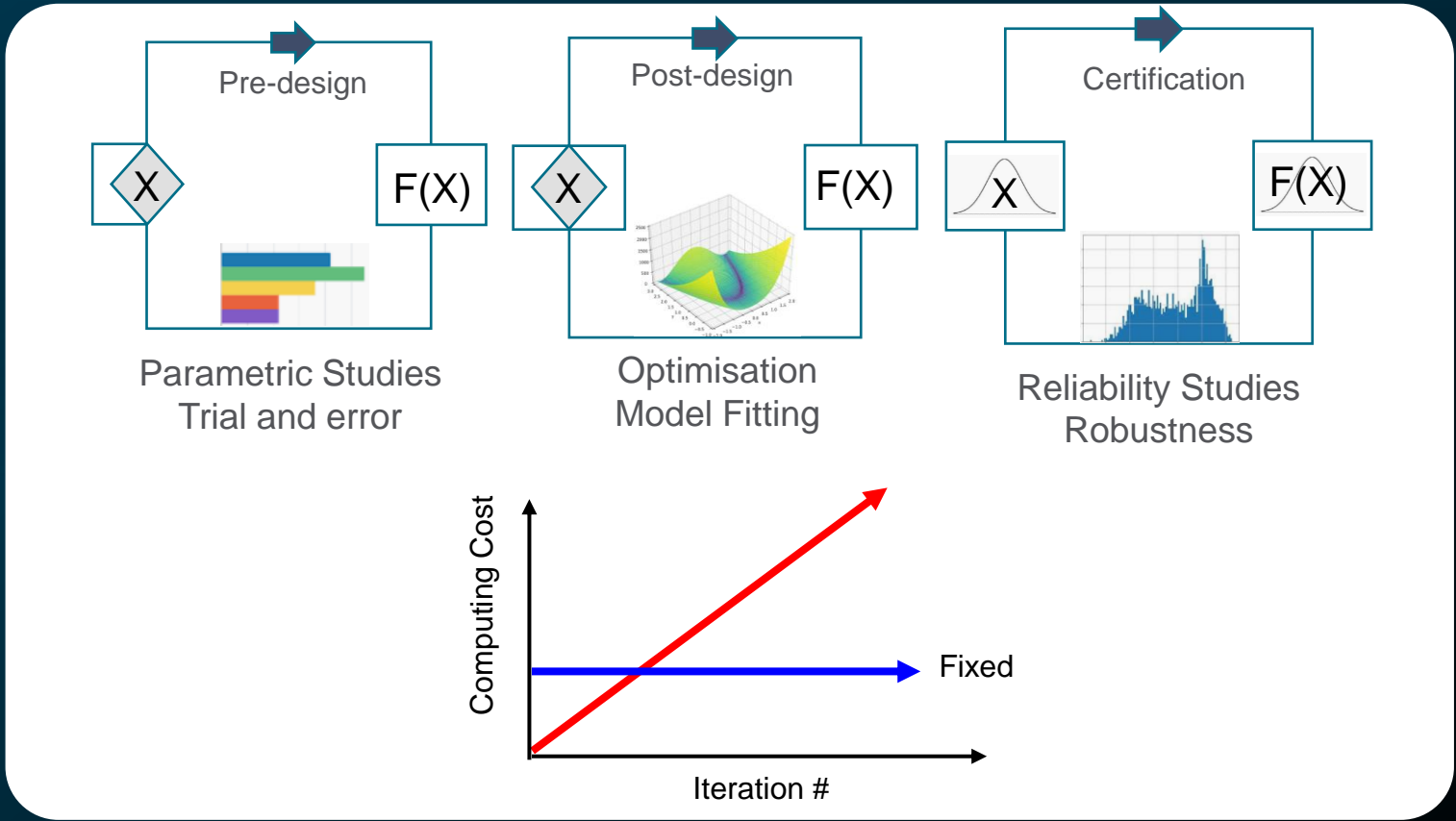
- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

### CASE STUDIES

- ODYSSEE CAE & FMU Export
- ODYSSEE A-Eye
- ODYSSEE Solver & FMU Run
- ODYSSEE Explore

# ODYSSEE CAE & FMU Export – 주요기능

Supporting full range of pre/post design and certification iterations



## 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

## 이점

- [자동 DoE improvement 기능](#)
- physics & software와 독립적
- [데이터 기반 예측](#)
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

## 특징



- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

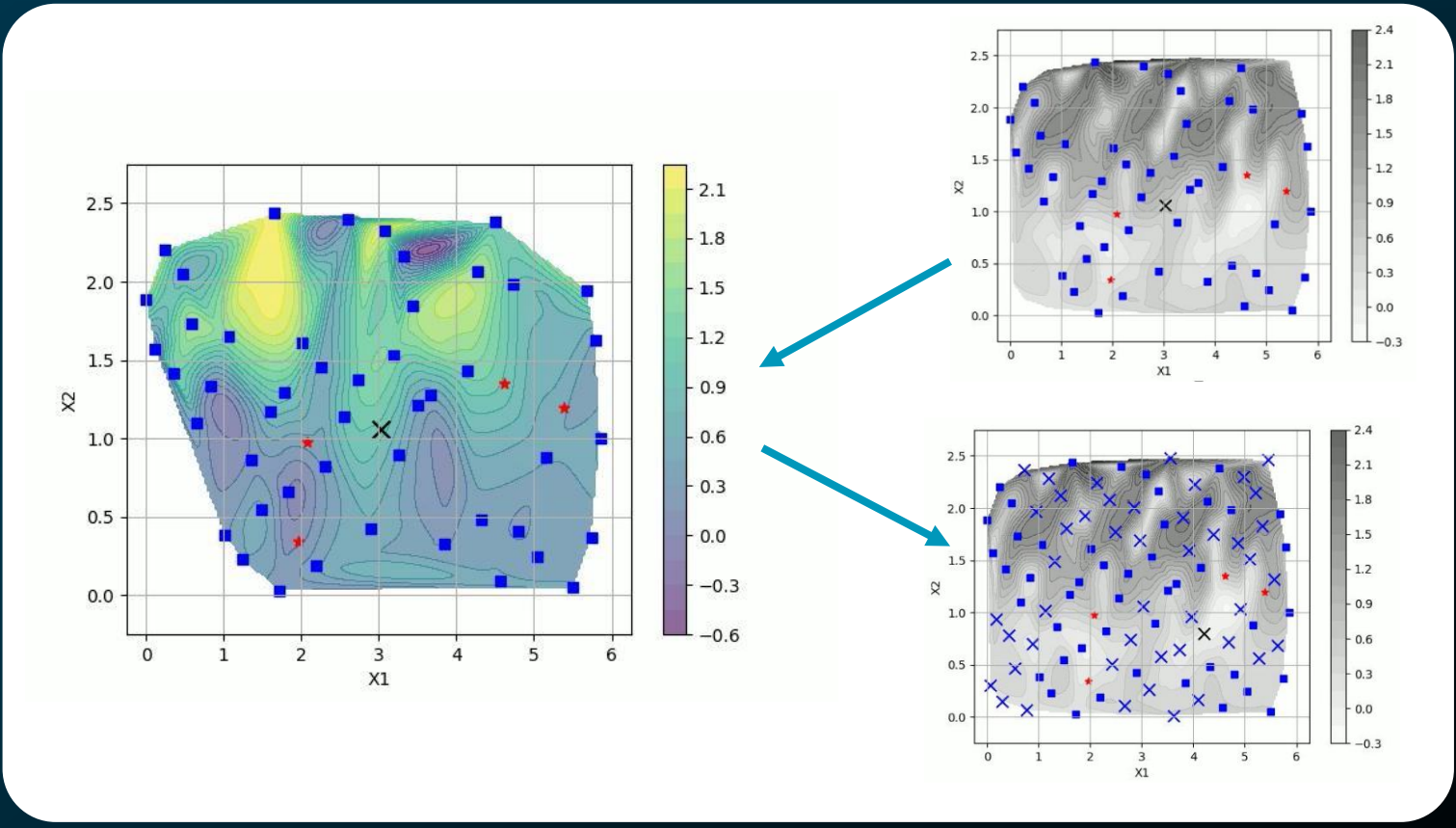
## CASE STUDIES



# ODYSSEE CAE & FMU Export – 이점

## DOE generation improvement

-  ODYSSEE CAE & FMU Export
-  ODYSSEE A-Eye
-  ODYSSEE Solver & FMU Run
-  ODYSSEE Explore



### 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

### 이점

- [자동 DoE improvement 기능](#)
- physics & software와 독립적
- [데이터 기반 예측](#)
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

### 특징

- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

### CASE STUDIES

# ODYSSEE CAE & FMU Export – 이점

## 유한요소방법 vs 데이터 기반 예측

### • PDE driven (Du/Dt)

- PDE Equation => u
- Given
  - $M\ddot{u} + Ku = F$
  - Given M, K, F

- Find
  - u

- Needs iterations over time (step by step)

### • We call this “integration”

### • Data Driven (u)

- $u_{old} \Rightarrow u_{new}$

#### • Given

- data sets ( $u_i$ )
- Given any  $u_{old}$ ,  $M_{new}$ ,  $K_{new}$ ,  $F_{new}$

#### • Find

- $u_{new}$

### • Needs iterations over data (set by set)c which we call “learning”

Purists deny this! Since Regression distributes the error among all data while ML, attributes it point by point!

### 주요기능

- DoE 생성
- [Model Reduction and machine learning](#)
- 최적화 기능
- 민감도 분석, 강건설계

### 이점

- [자동 DoE improvement 기능](#)
- physics & software와 독립적
- [데이터 기반 예측](#)
- 애니메이션 기능
- 다양한 데이터 (시험, 해석, 측정 etc.) 결과를 통해 학습

### 특징

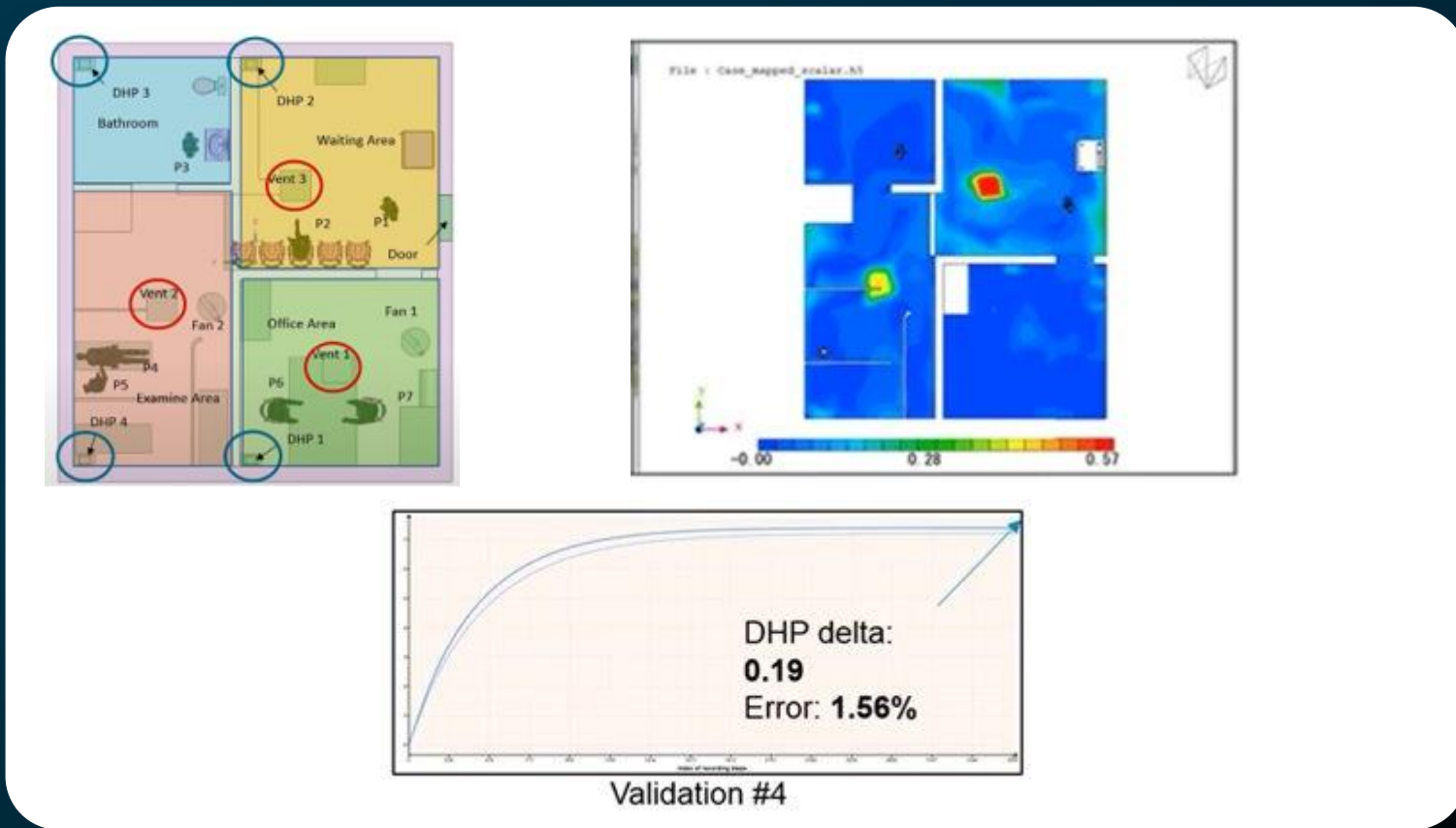
- 전용 parser 지원 (MSC Nastran, adams, etc.)
- 샘플링 및 데이터 수집을 위한 전략 자동 결정
- Export embedded solutions (software or on-board) FMU or smart super elements

### CASE STUDIES



# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Fluid Dynamics – ROM을 이용한 격리실의 공기질 평가



### Challenge

- 방에 탈균과 정화된 공기를 유지하기 위해 DHP 농도는 특정 기준을 충족해야 함
- CFD계산 없이 방 내의 건식 수소 과산화물(DHP) 농도 평가를 위한 CFD 품질 시뮬레이션 달성

### Solutions

- ODYSSEE CAE를 이용해 11개의 설계변수 (4개의 위치, 3개의 환기 공기유량)에 대한 40case를 학습 시뮬레이션을 통해 생성
- ODYSSEE CAE 자동화 스크립트를 통해 각 매개변수에 사용된 솔버 조합 최적화 (가장 높은 예측 정확도)

### Benefits

- ODYSSEE CAE를 이용해 각 시나리오 대한 일시적 및 정상 상태 농도 시간 곡선을 정확하게 예측
- 실시간 계산  
ODYSSEE CAE를 통해 5초 내에 6개의 시뮬레이션 완료했으며, CAE시뮬레이션 시 4.92시간 소요
- ODYSSEE CAE로 최적화된 매개변수 예측 가능

  
 ODYSSEE CAE &  
 FMU Export

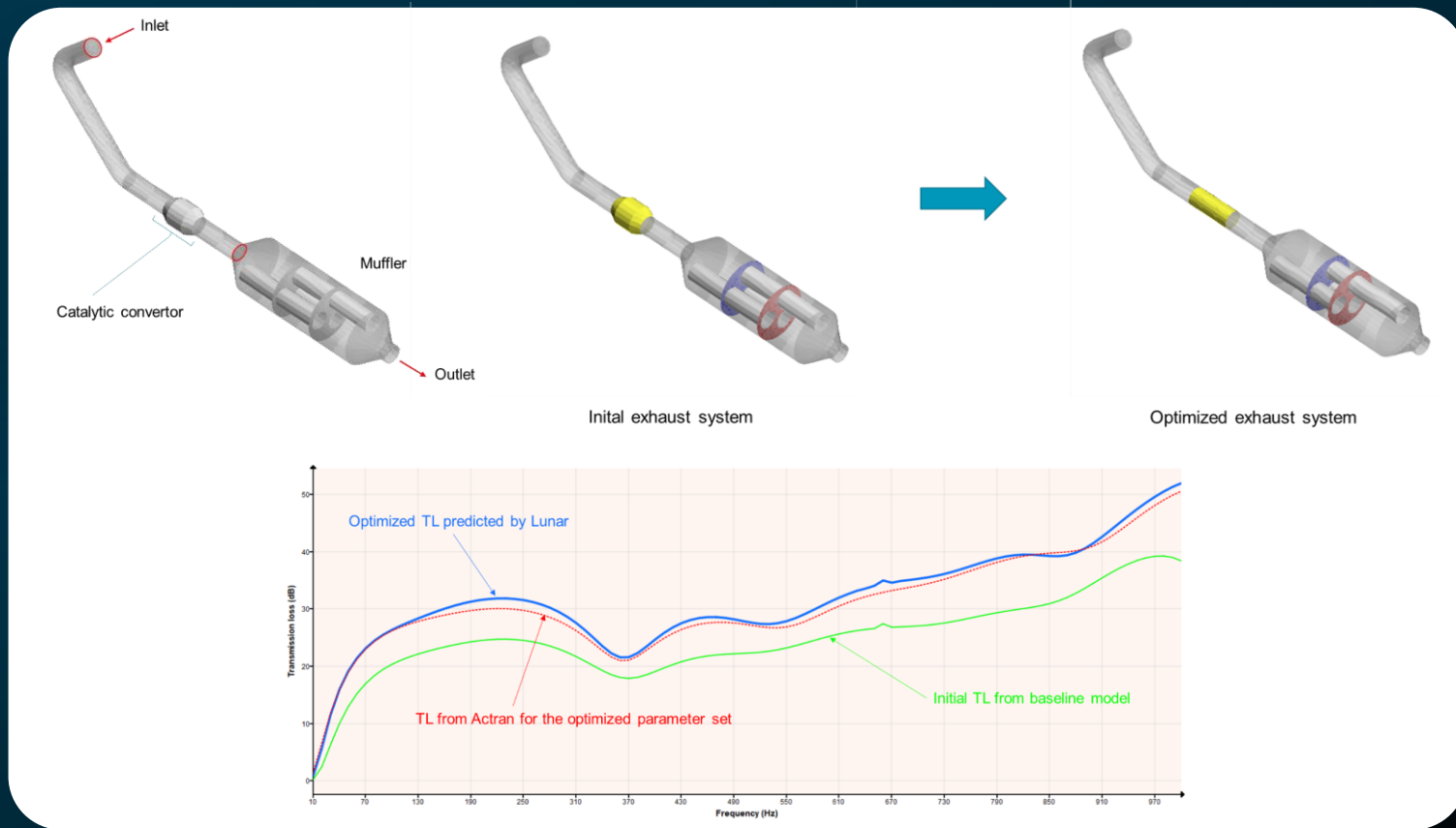
  
 ODYSSEE A-Eye

  
 ODYSSEE Solver &  
 FMU Run

  
 ODYSSEE Explore

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Acoustics – 모터사이클 배기 시스템의 TL(Transmission Loss) 최적화



### Challenge

- 배기 시스템은 모터사이클에서 엔진 소음 감쇠에 중요
- 소음의 TL(Sound transmission loss)은 시스템을 통한 소음 감쇠 측정에 사용
- 소음감소를 위해 전 주파수 대역에 TL값 최대화

### Solutions

- Actran 시뮬레이션과 ODYSSEE를 결합하여 ROM생성
- 소음기 촉매 변환기의 기하학적 매개변수 최적화

### Benefits

- ROM을 사용한 motorcycle 배기시스템 최적화로, 최적화 과정 가속화
- 시스템 해석(Actran)을 직접 수행하지 않고, 빠른 최적화 결과 도출

ODYSSEE CAE & FMU Export

ODYSSEE A-Eye

ODYSSEE Solver & FMU Run

ODYSSEE Explore



Fluid Dynamics



Acoustics



Structural



Thermal Analyses



Multi-Body Dynamics



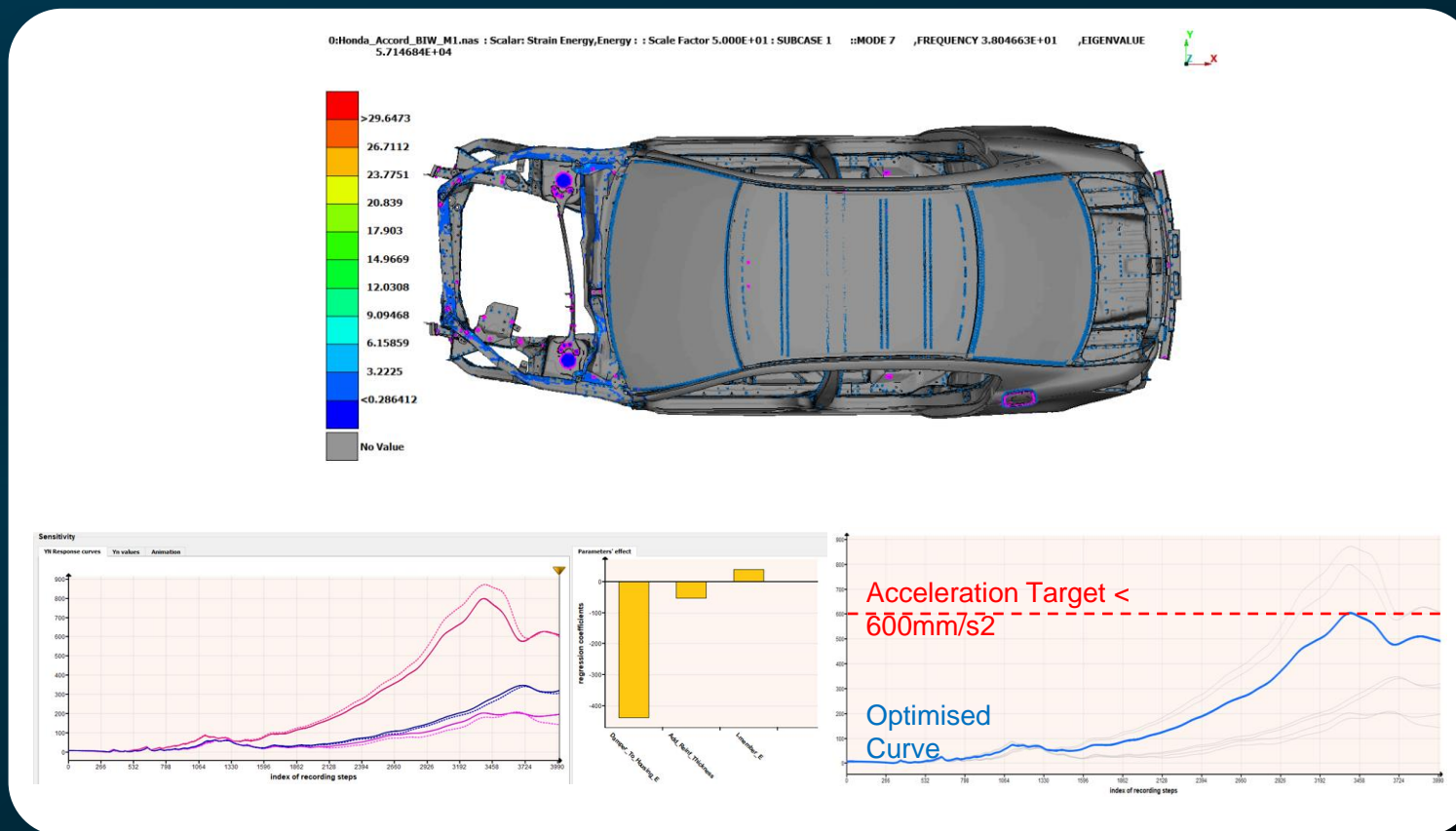
Manufacturing



Explicit Analysis

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Structural Analysis – Trimmed Body NVH를 위한 AI/ML 적용



### Challenge

- 기계학습을 이용한 차량 프론트 앤드 횡 방향 굽힘 예측
- 두께와 Young's modulus 변화에 따른 댐퍼 상단 포인트 동강성 예측 및 최적화

### Solutions

- Nastran 해석 결과(10DoE)를 통해 차수 축소 모델 개발(ROM)
- 가속도 피크에 미치는 설계변수 영향파악을 위해 설계 민감도 분석 소행

### Benefits

- ODYSSEE CAE를 이용해 Nastran 해석 대비 (해석 소요시간: 10분) 약 90%의 정확도로 1초 내에 결과를 예측
- ODYSSEE CAE를 통해 설계변수 최적화(5분 미만 소요)를 통해 최적 값 도출



Fluid Dynamics



Acoustics



Structural



Thermal Analyses



Multi-Body Dynamics



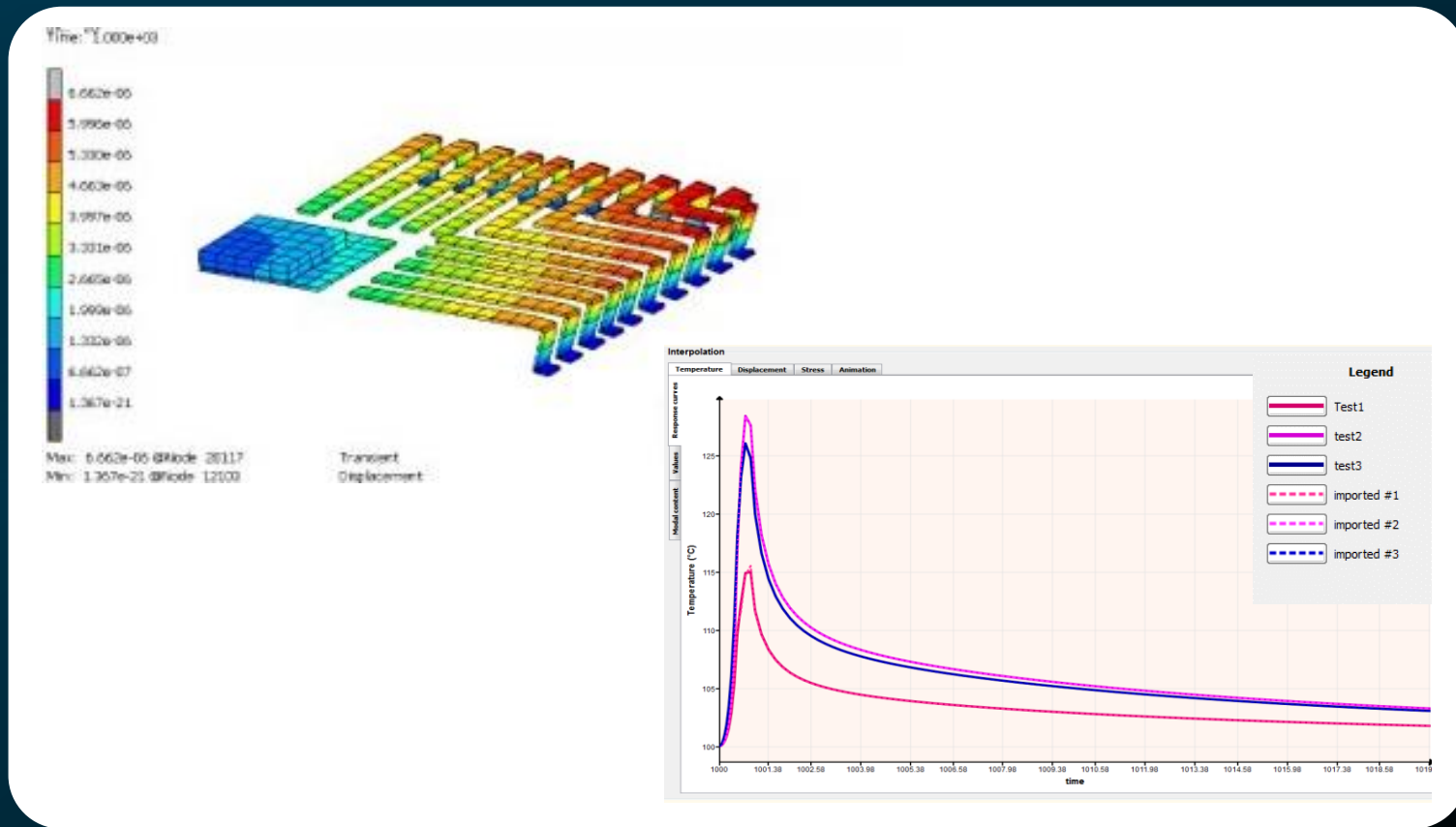
Manufacturing



Explicit Analysis

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Thermal Analysis – 회로 기판 분석



### Challenge

- 회로 칩에 1초 오버파워 피크가 있을 경우:
  - 발산되는 열을 어떻게 제어할지?
  - 마이크로 칩의 열 팽창을 어떻게 제한할지?
  - 마이크로 칩의 리드에서 높은 스트레스를 어떻게 제한 할지? (no failure in weld)

### Solutions

- MARC를 이용해 테스트된 각 오버파워 피크와 연관된 결과의 데이터베이스 준비
- ODYSSEE CAE를 이용 실시간 예측:
  - 설계변수 = 3 (오버파워 피크 진폭, 로딩 단계의 "곡률", 언로딩 단계의 "곡률")
  - 출력: 칩의 온도, 리드의 스트레스 및 케이스에서 측정된 변위

### Benefits

- 결과에 영향을 미치는 설계변수 파악
- 시간 절약 : ODYSSEE CAE 결과는 몇 초 만에 결과 예측 가능. (MARC 해석은 2분 요)



Fluid Dynamics



Acoustics



Structural



Thermal Analyses



Multi-Body Dynamics



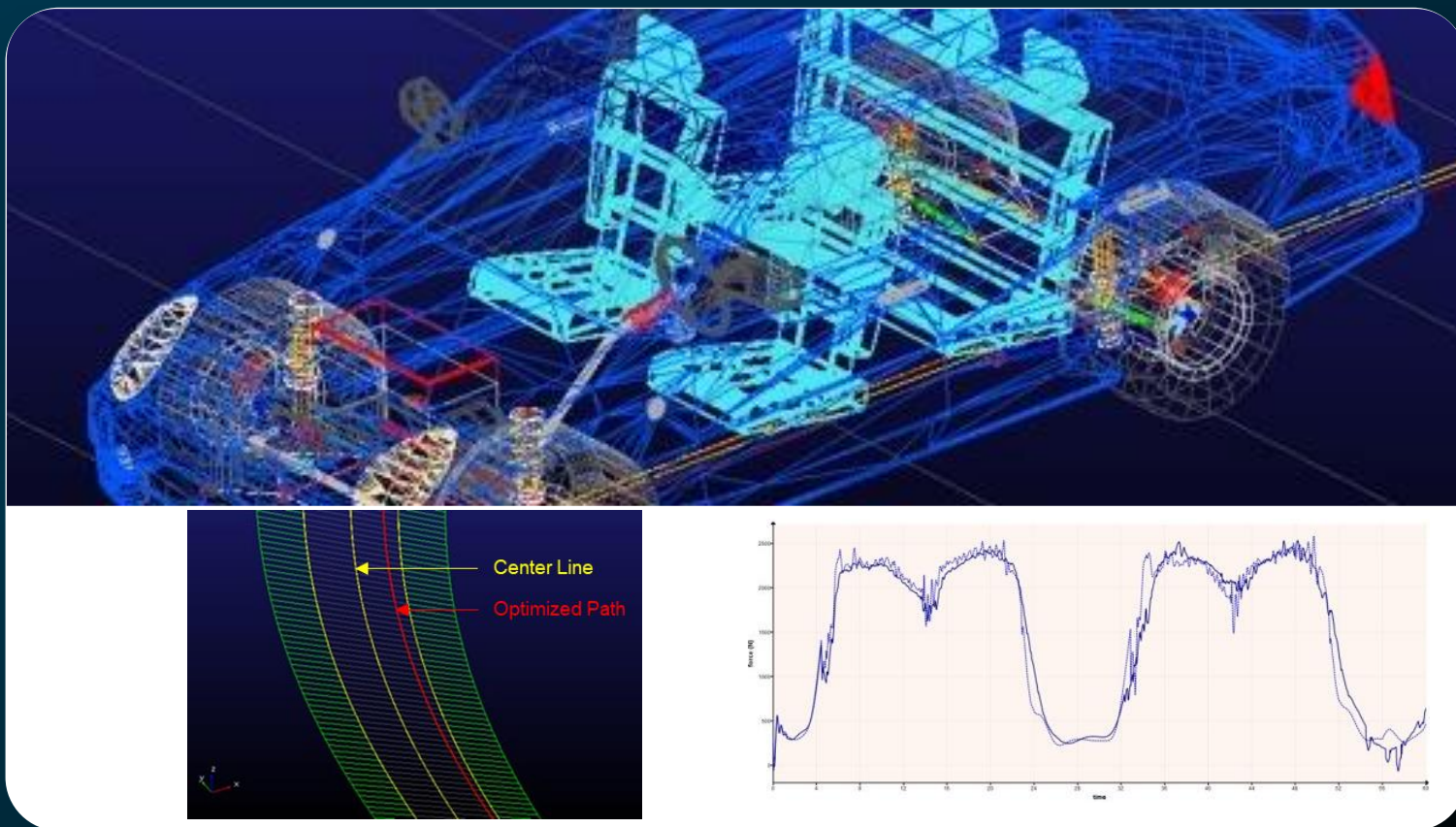
Manufacturing



Explicit Analysis

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Multi-Body Dynamics – 레이싱 데이터 예측



### Challenge

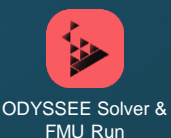
- 다양한 레이싱 타이어는 레이싱 카 핸들링에 영향을 미치는 다양한 속성을 가지고 있음.
- 레이싱 타이어 속성에 따라 레이스 랩 타임과 차량 동역학을 빠르게 예측 및 최적화

### Solutions

- ODYSSEE CAE는 최적의 라틴 하이퍼큐브 (Optimal Latin Hypercube) 방법을 이용해 15case DoE 생성.
- 설계변수 : 타이어 속도
- 응답 : 랩 타임, 타이어 측면, 종 방향 힘

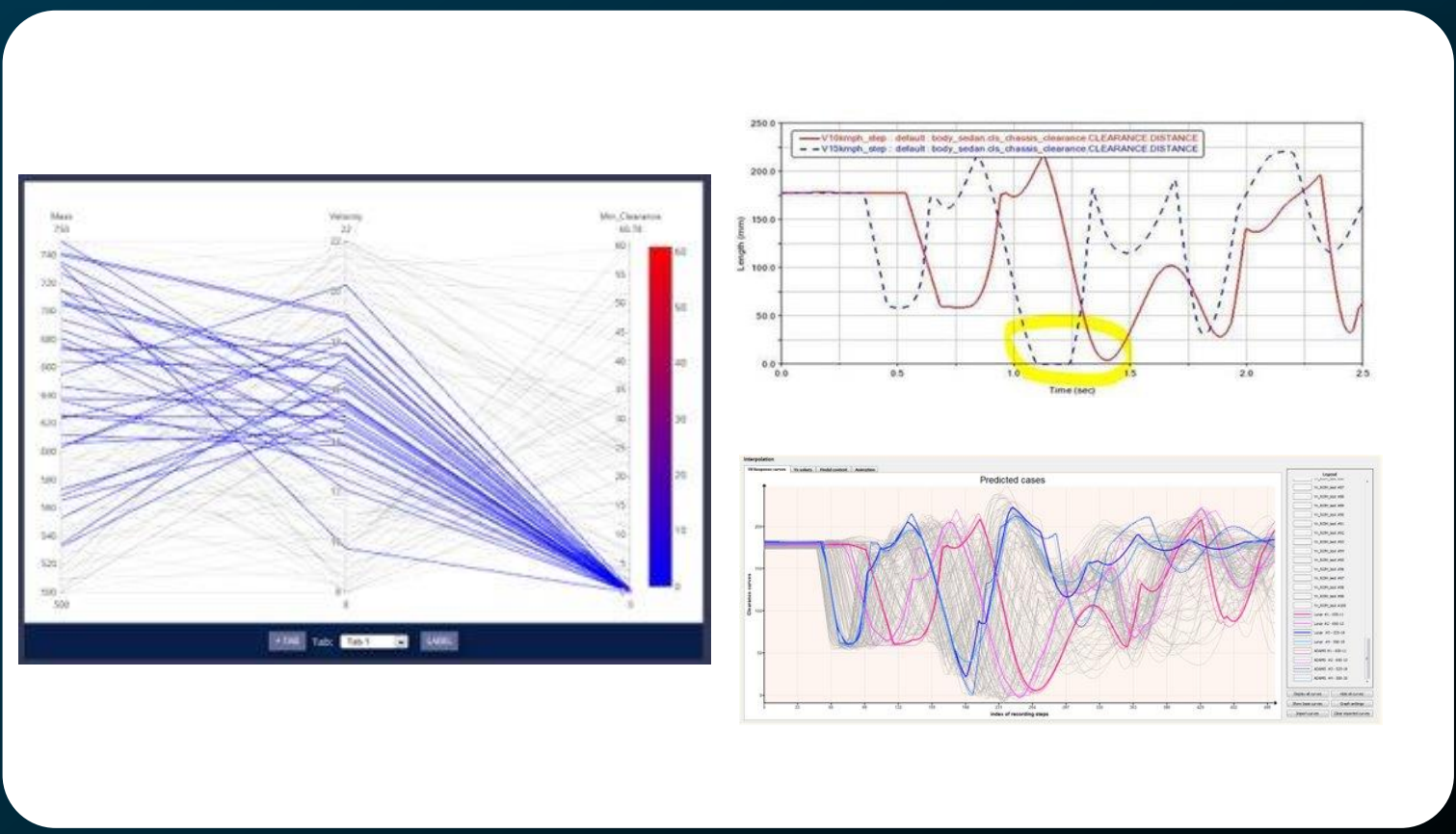
### Benefits

- ODYSSEE CAE를 이용해 Adams 시뮬레이션 결과와 1% 미만의 차이로 정확하게 예측
- 몇 초 안에 차량 동역학 해석 결과 예측
- ODYSSEE CAE를 이용해 최소 랩타임을 얻고 목표한 측면 힘 곡선을 달성하기 위해 타이어 속도 최적화



# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Multi-Body Dynamics – Clearance



### Challenge

- 차량이 뱀프(bump)를 지날 때 최소 클리어런스를 예측하고 최적화

### Solutions

- Adams 시뮬레이션을 통해 31 case 데이터 구축
- 설계변수 : 질량, 속도
- 응답 : 클리어런스(mm)

### Benefits

- ODYSSEE CAE를 이용해 Adams 시뮬레이션 없이 최소한의 중요 클리어런스 곡선보다 더 많은 클리어런스를 가질 수 있도록 설계변수 최적화 수행

  
 ODYSSEE CAE &  
 FMU Export

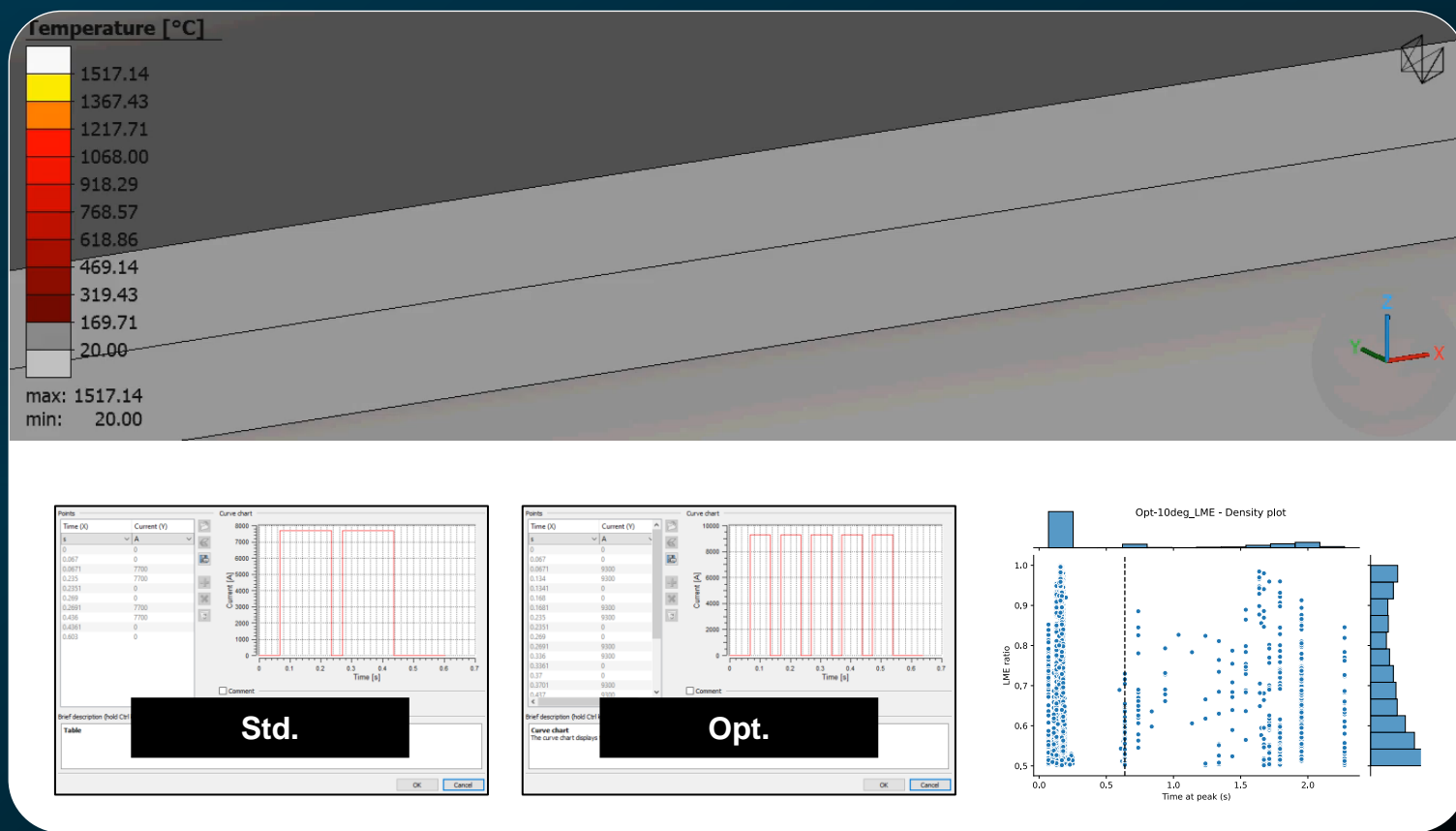
  
 ODYSSEE A-Eye

  
 ODYSSEE Solver &  
 FMU Run

  
 ODYSSEE Explore

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Manufacturing – 저항 점 용접 (*Resistance Spot Welding*)



### Challenge

- RSW는 자동차 산업에서 널리 사용되는 공정으로 재료와 조인트 파라미터에 대한 광범위한 지식이 필요.
- 특정 재료 스택을 위한 강력한 용접 일정 저의를 위해 수백 번의 테스트가 필요.
- 용접 쿠폰을 용접한 다음 원하는 강도가 확보되었는지 확인하기 위해 인장 시험 수행이 포함됨.

### Solutions

- ODYSSEE와 Simufact Welding 결합: 용접 전류, 펄스 수 및 전극력 제어를 통해 최적화된 용접 일정 도출  
결과에서 패턴 식별함으로써 용접 시뮬레이션을 확장

### Benefits

- ODYSSEE CAE에서 생성된 데이터를 통해 최적화된 RSW 일정 생성
- 일정은 새로운 용접에 다른 재료로 구현 가능



Fluid Dynamics

Acoustics

Structural

Thermal Analyses

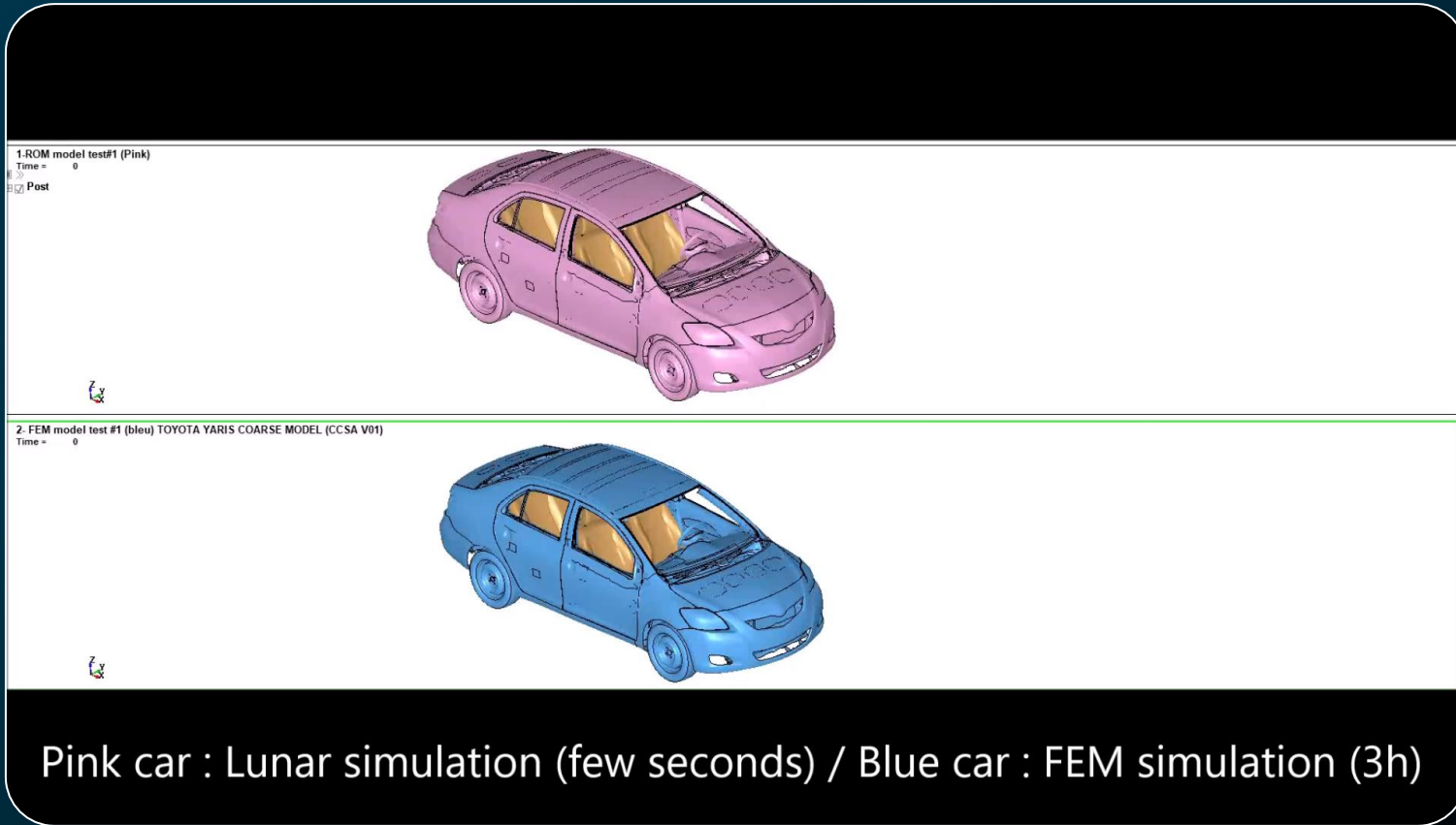
Multi-Body Dynamics

Manufacturing

Explicit Analysis

# ODYSSEE CAE & FMU Export – Case Studies

## Explicit Analysis – Crash – 실시간 정면 충돌



### Challenge

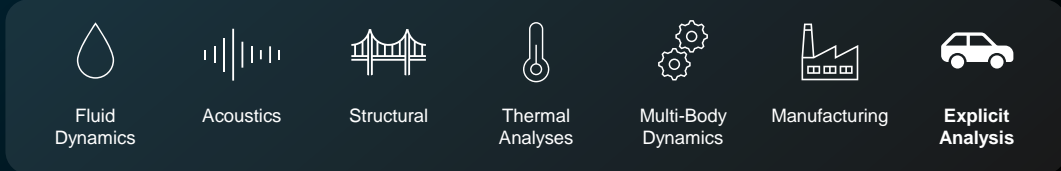
- 수 많은 파라미터에 따라 Crash/safety 가 결정.
- 파라미터를 최적화하는데 많은 시뮬레이션 결과 필요
- Explicit FEM 해석은 일반적으로 많은 해석시간이 소요되며, 설계 공간을 탐색하는데 수 일이 소요됨.

### Solutions

- ODYSSEE CAE를 통해 가장 민감한 변수를 식별함으로써 작은 DoE로 설계 최적화 수행
- ROM을 이용해 설계 공간을 탐색하는데 몇 분에 시간만 소요됨.

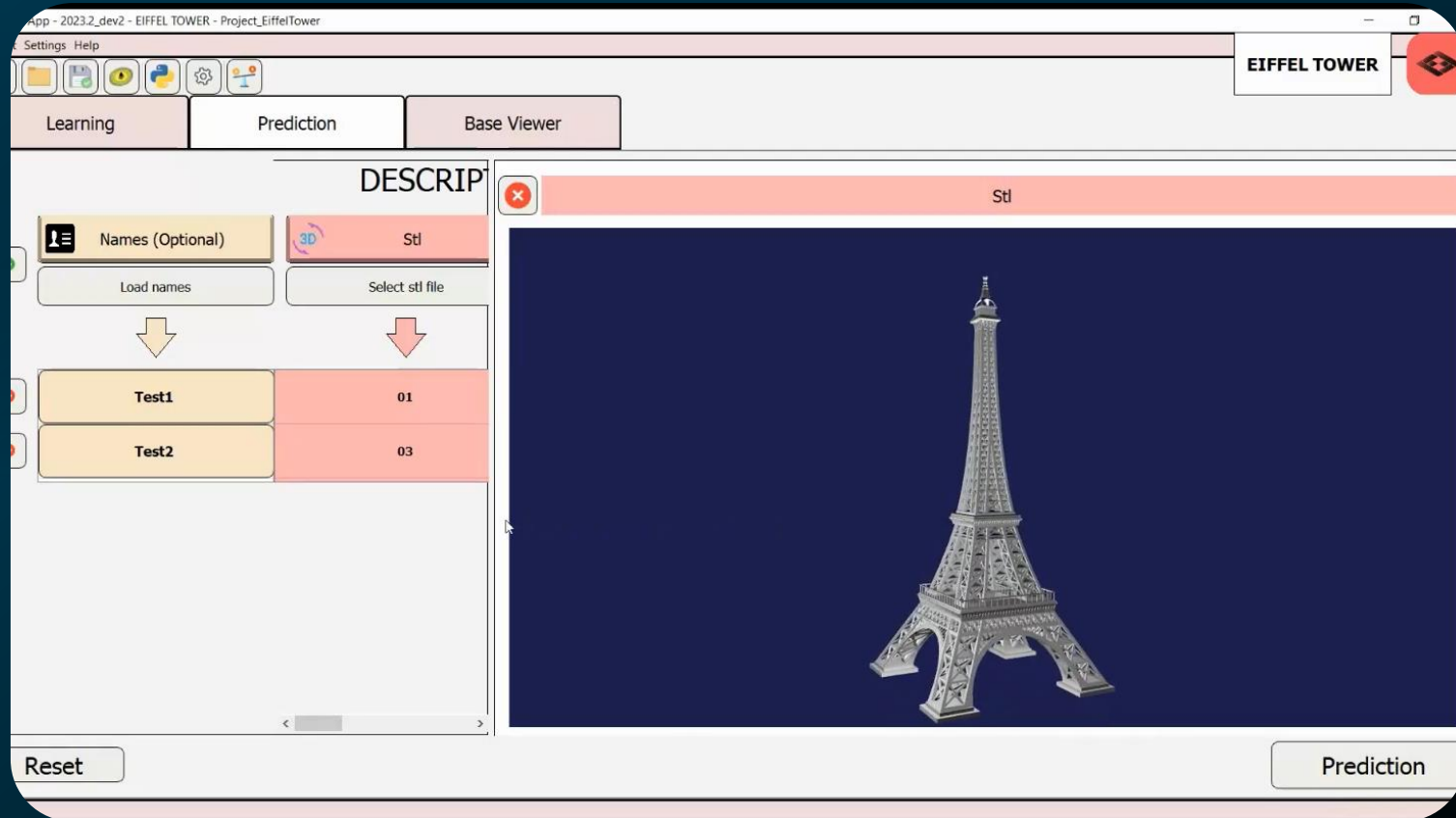
### Benefits

- ODYSSEE CAE를 사용함으로써 가장 민감한 파라미터를 결정, curve 데이터와 여러 요소정보(stress, strain, etc.)가 포함된 애니메이션으로 다양한 시나리오를 몇 초 만에 평가 가능
- ODYSSEE를 이용해 최적화(다중 제약 조건, 다목적) 수행 및 초 만에 최적의 응답 커브를 예측.



# ODYSSEE A-Eye

## 이미지 기반 학습 및 예측



### CAPABILITIES

- 입력 값 : 스칼라 값, 곡선, 레이블, 이미지, CAD파일(step, stl) 등
- 출력 값 : 스칼라, 곡선, 레이블 사
- 이미지는 부품/조립 사진, 설계 도면 시뮬레이션 결과 등을 포함

### BENEFITS

- 비전문가도 쉽고 빠르게 사용 가능
- 독립 실행형 응용 프로그램 제공 가능

### FEATURES

- 학습 데이터로 이미지(png, jpg) 혹은 CAD (step, stl)파일 사용
- 맞춤형 어플리케이션 생성 가능

### CASE STUDIES

ODYSSEE CAE & FMU Export

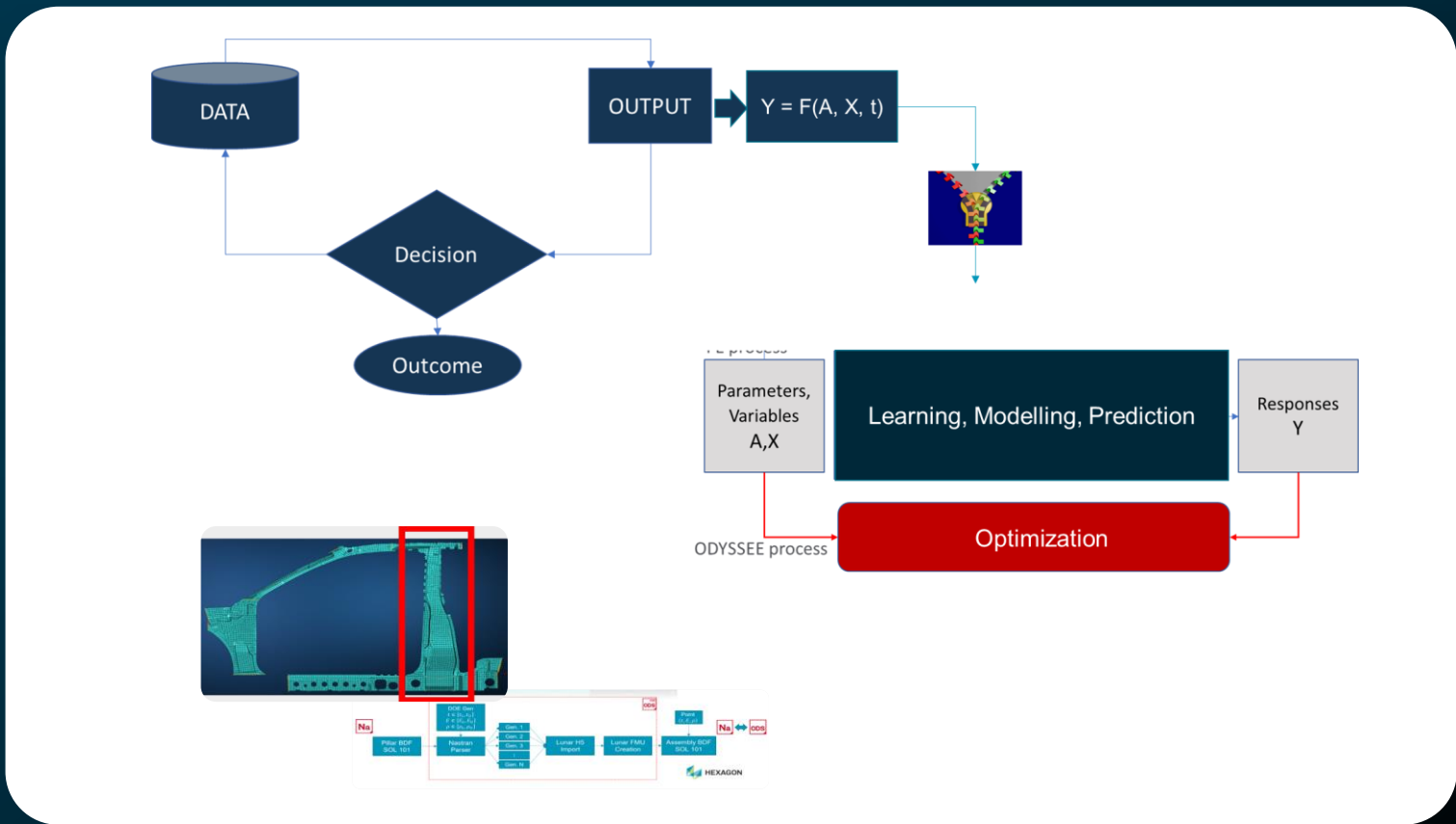
ODYSSEE A-Eye

ODYSSEE Solver & FMU Run

ODYSSEE Explore

# ODYSSEE Solver & FMU Run

The ODYSSEE AI engine



### CAPABILITIES

- 차원 축소 모델 생성(ROM)
- 통계, 데이터 마이닝 등
- 모니터링, 품질 평가 및 예측
- 최적화, 신뢰성 및 강건성 (reliability & robustness)

### BENEFITS

- Quasar 혹은 Python 스크립트 (access to Quasar external library)
- 제조 및 생산문제 해결을 위해 적합한 솔루션 방법 선택 지원
- Embedded CAE Software & Electronics (FMU or smart super elements)

### FEATURES

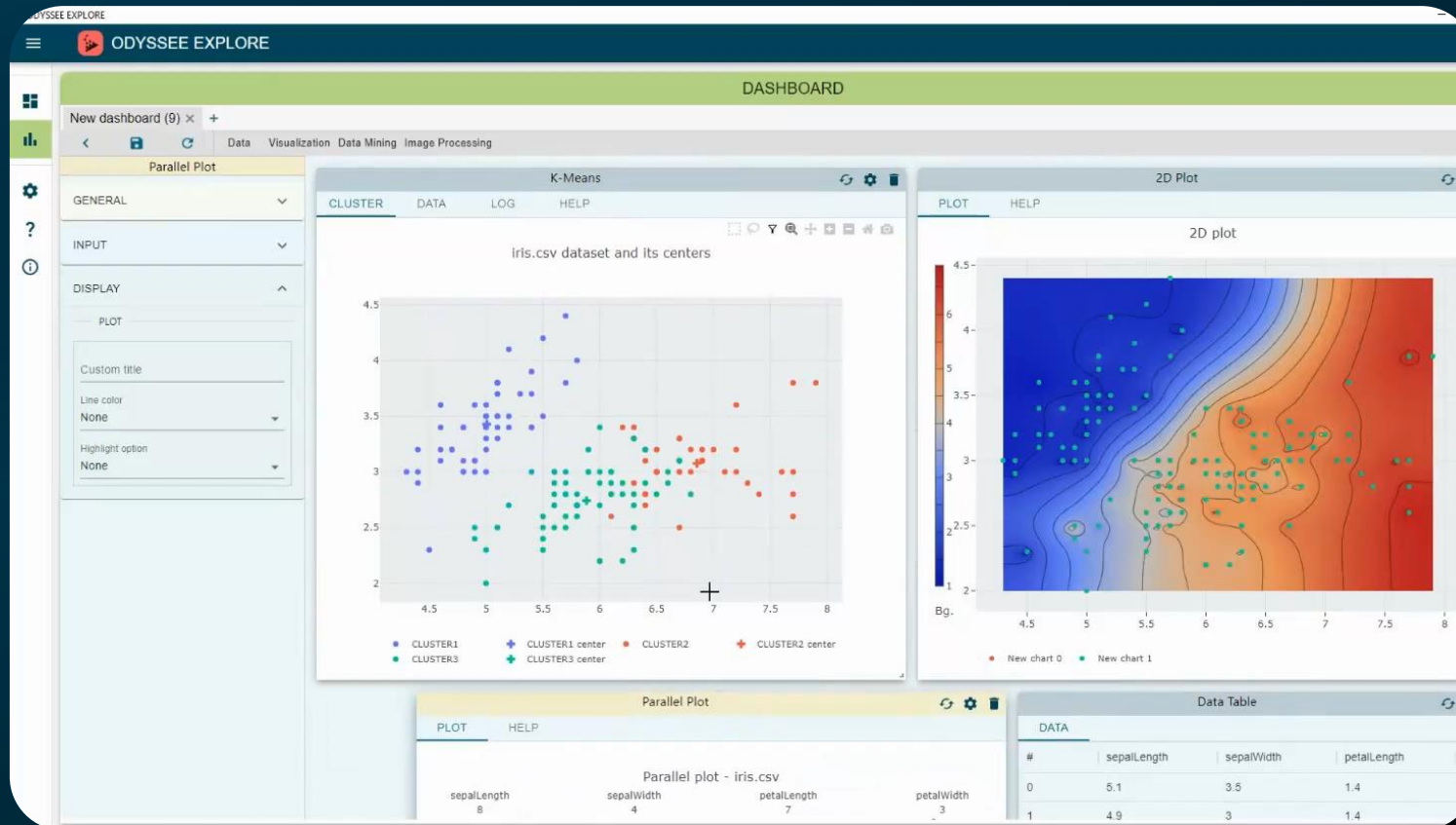
- Process discovery
- 시계열 데이터 분석 및 예측
- 이미지 데이터 인식을 통해 학습 가능
- FMU 모델 교환을 통한 Co-Simulation

### APPLICATIONS

- ODYSSEE CAE & FMU Export
- ODYSSEE A-Eye
- ODYSSEE Solver & FMU Run
- ODYSSEE Explore

# ODYSSEE Explore

## Data analysis and data mining



### CAPABILITIES

- 데이터 마이닝 및 학습을 위한 응용 프로그램:
  - 학습 데이터 분석 및 데이터 가시화
  - 응답 데이터를 분석하고 예측하기 어려운 이유 분석

### BENEFITS

- 대시보드 기반 GUI
- 머신러닝 학습 전 학습 데이터 시각적 요소 표시
- 데이터 분석을 위해 다양한 도구 제공: 공분산/상관관계, k-mean, PCA, PCoA, Dendrogram 등

### FEATURES

- 데이터 관리 : 데이터 업로딩 및 변환
- 시각화를 위해 다양한 플랫폼에 플롯 제공: 1D Plot, 2D Plot, Heatmap, parallel plot

- ODYSSEE CAE & FMU Export
- ODYSSEE A-Eye
- ODYSSEE Solver & FMU Run
- ODYSSEE Explore



Home



| Visit [hexagon.com](https://www.hexagon.com)