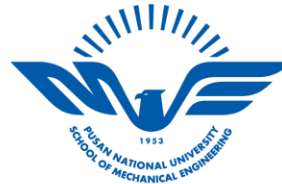


Simulation-and Data-driven Designs

Computational Science and Applied Mechanics Lab

Suwon Bae



부산대학교 기계공학부
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY
SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING



배수원 / Suwon Bae

Assistant Professor
School of Mechanical Engineering, Pusan National University

Contact Information)

Office: 기계관 618호 / 618 MechE Bldg.

E-mail: suwon.bae@pusan.ac.kr

Website: <https://suwonbae.github.io>

- Education

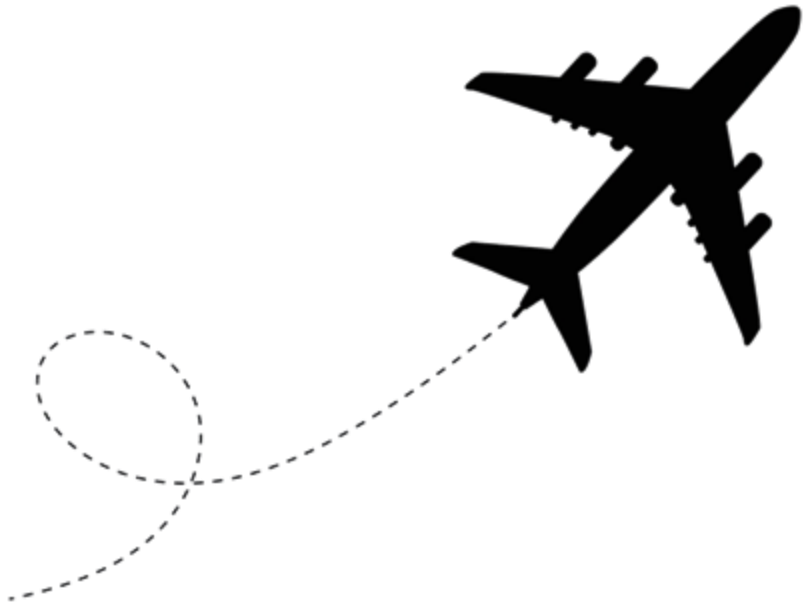
- Ph.D. in Mechanical Engineering, Cornell University, USA (2019)
- B.S. in Mechanical Engineering, Hanyang University, South Korea (2013)

- Professional Appointments

- Postdoctoral Research Associate (2019 – 2023), Brookhaven National Laboratory, USA

Design (설계)?

- 시스템의 거동(behavior) 또는 성능(performance)은 어떤 디자인인지에 따라서 변화한다.



Q. “날개의 길이가 어떤 값을 가져야할까?”

A. 2500 mm!

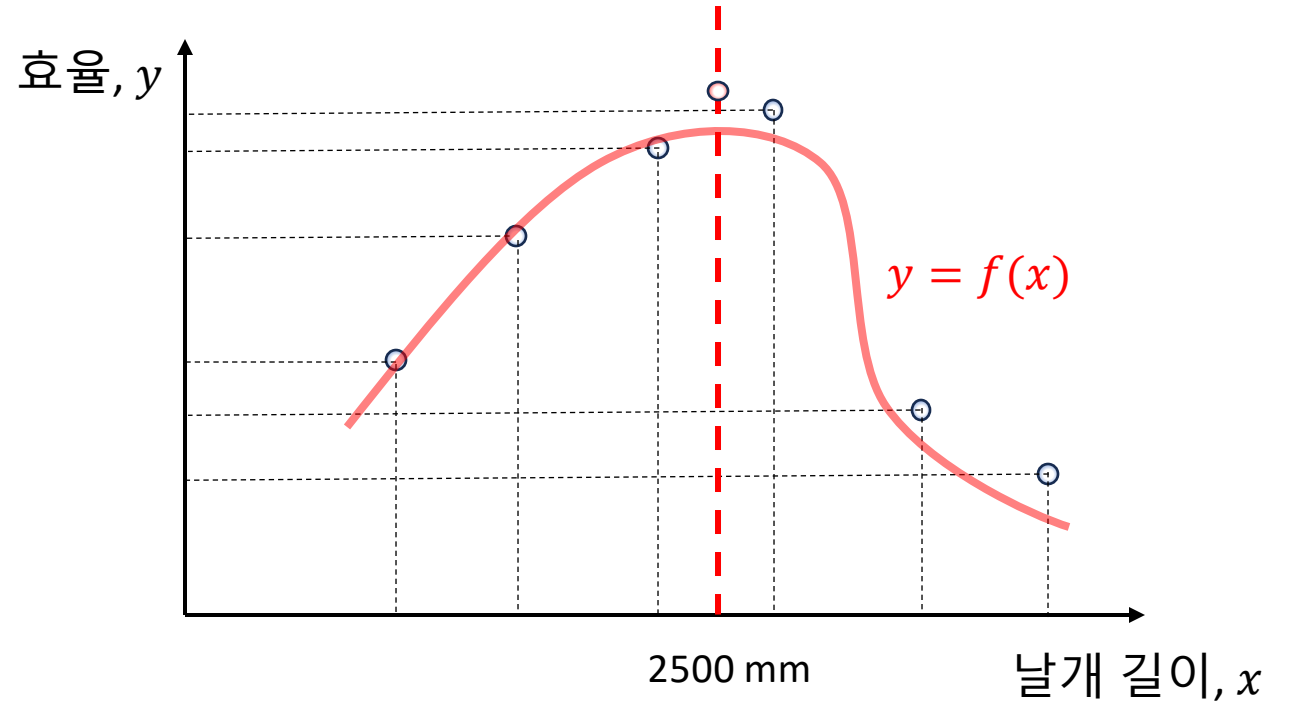
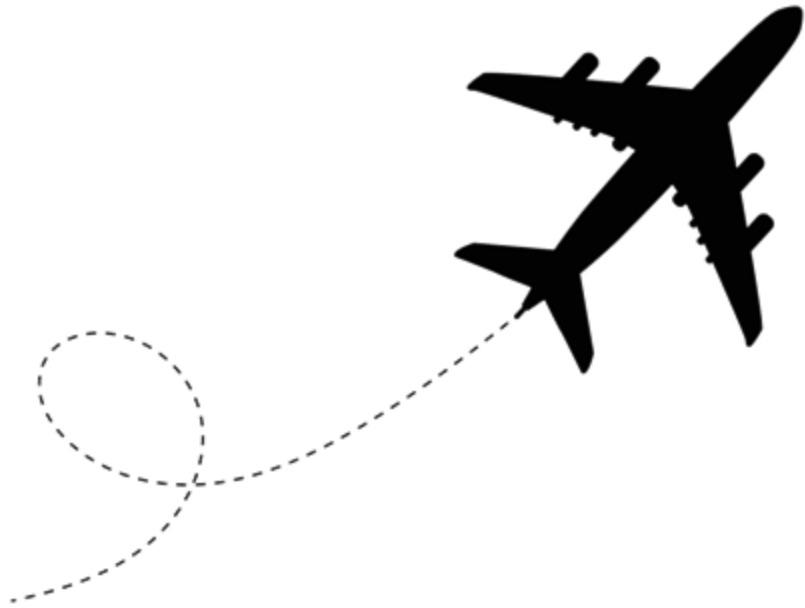
- 시스템을 설계, 디자인한다는 것은 그 시스템의 설계변수에 특정 값을 부여하는 행위를 일컫는다.
- 일반적으로 복잡하고 고도화된 시스템일수록 설계변수가 많다.

Effects of Design Variable on Systems

- 제안된 디자인의 거동 및 성능은 테스트를 하거나 사용해보아야 알 수 있다.

- 테스트?

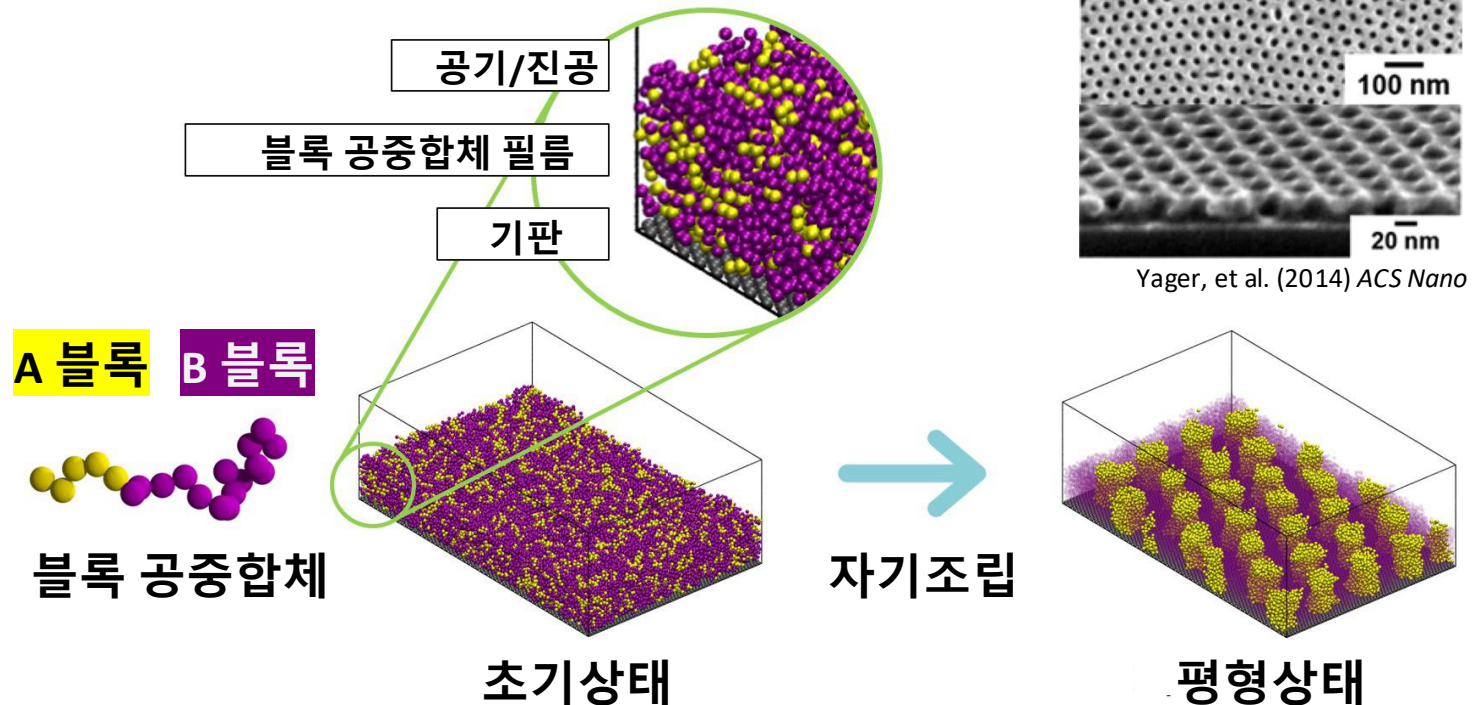
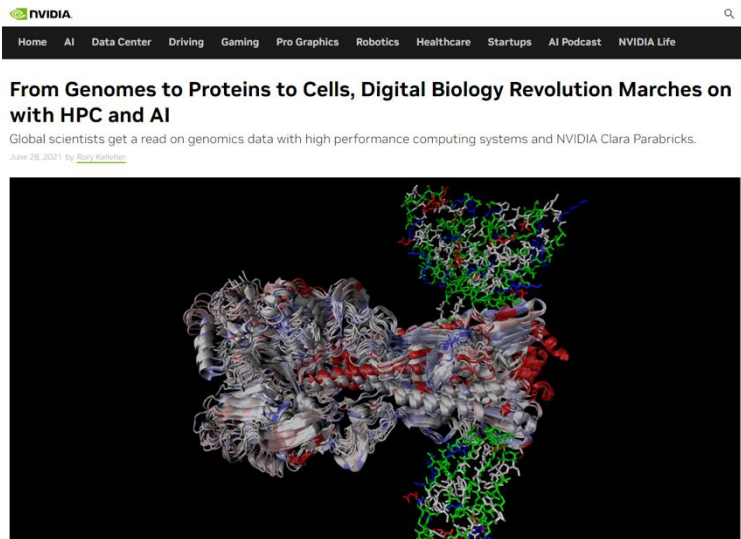
1. 2500 mm 길이의 날개를 가진 비행기 모델을 만들어서 실제 비행 실험을 해보는 것
2. 2500 mm 길이의 날개를 가진 비행기 모델을 만들어서 비행 **시뮬레이션**을 해보는 것



- 디자인(변수에 특정 값을 부여하는 것)은 쉽지만, 그 디자인이 좋은 지 판단을 하는 것은 일반적으로 많은 비용과 시간이 소모된다 -> **효율적인 실험/시뮬레이션의 수행이 필요함**

1. Simulations

- 시뮬레이션을 수행함으로써 시스템의 거동 및 성능을 평가할 수 있다.
- 나노스케일 분자 시뮬레이션 (Molecular Dynamics Simulations)



Bae, et al. (2022) ACS Nano

1. Simulations

<https://www.nbcnews.com/tech/innovation/spacex-says-ice-buildup-may-be-blame-botched-rocket-landing-n499096#>

<https://pwayblog.com/2015/11/04/buckling-prevention/>

<https://la.disneyresearch.com/wp-content/uploads/Discrete-Bending-Forces-and-Their-Jacobians-Paper.pdf>

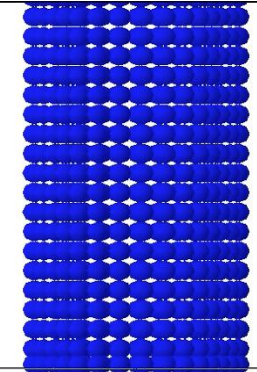
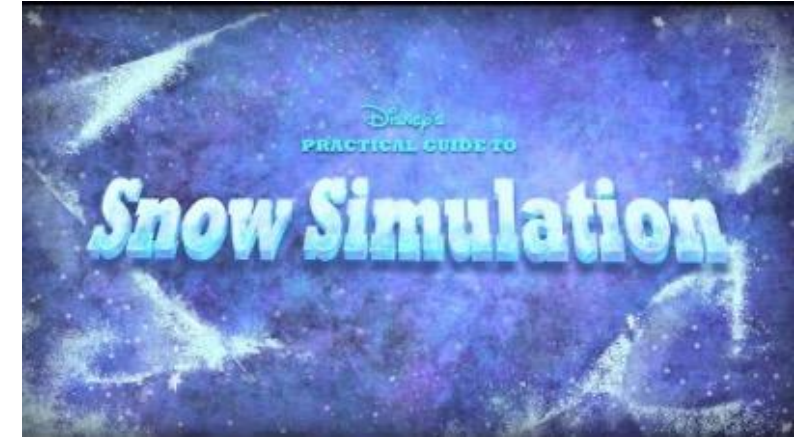
<https://www.youtube.com/watch?v=z4e9i0sCX7c>

- 시뮬레이션을 수행함으로써 시스템의 거동 및 성능을 평가할 수 있다.
- 유한요소 및 입자 시뮬레이션 (Finite Element Method & Discrete Element Method)



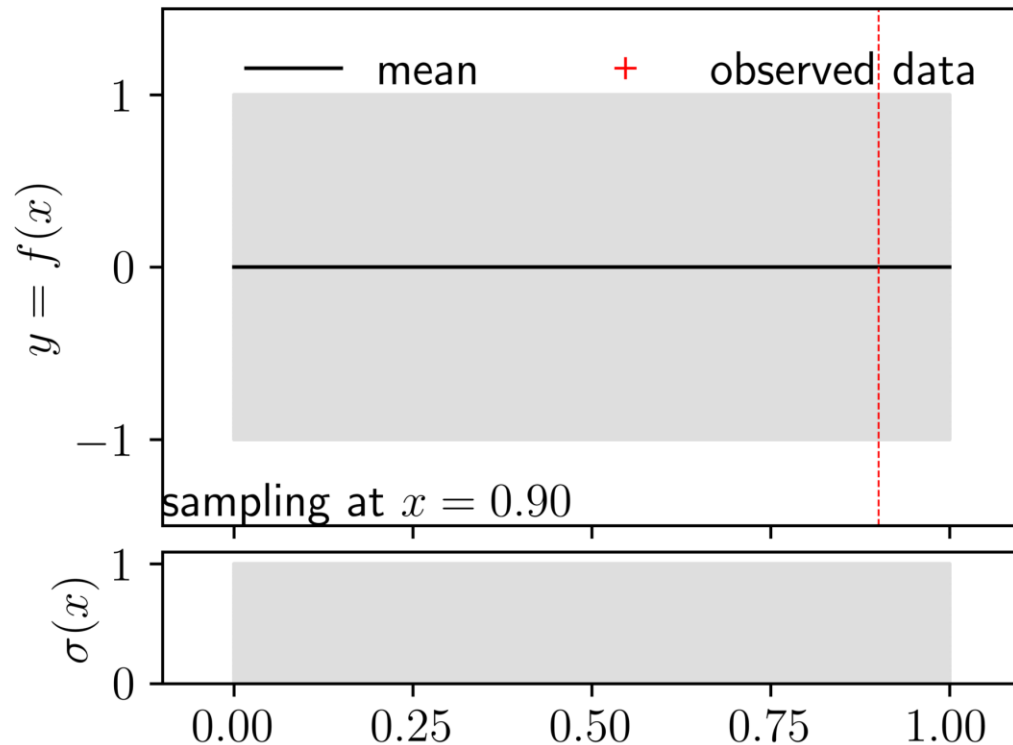
SpaceX Says Ice Buildup May Be to Blame for Botched Rocket Landing at Sea

The rocket had descended with pinpoint accuracy onto a drone ship before a landing leg buckled, causing the booster to tip over and explode.

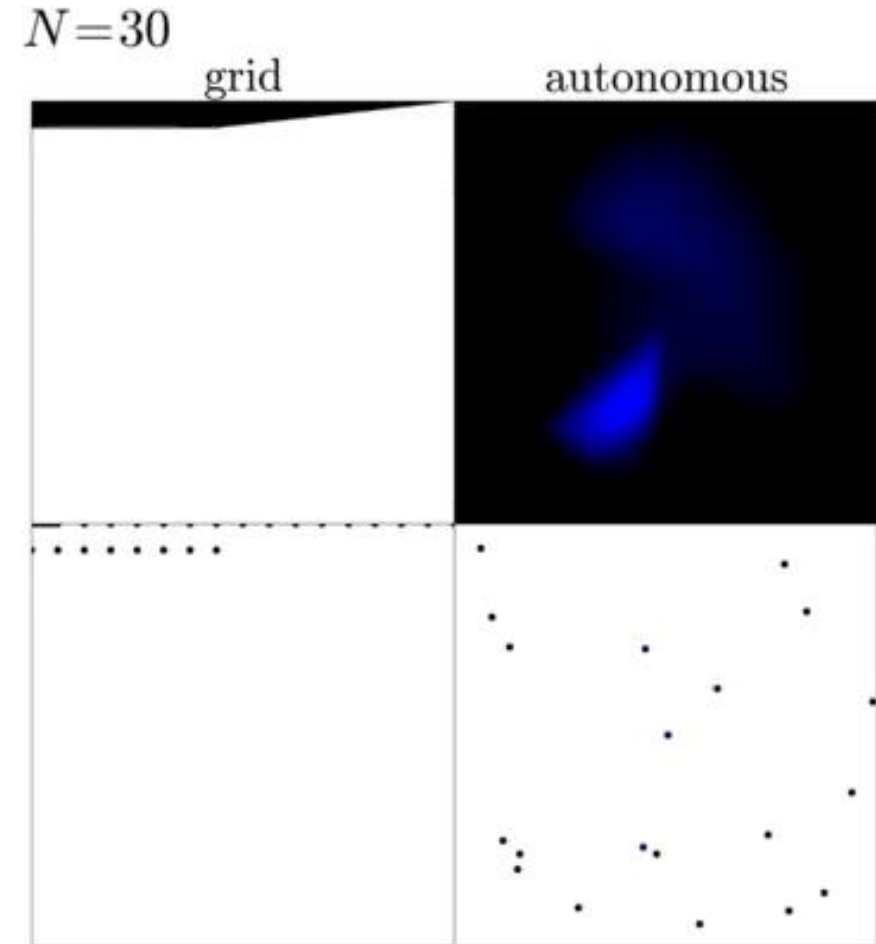


2. Autonomous Experimentation & Machine Learning

- 효율적인 실험/시뮬레이션을 수행할 수 있도록, 통계학/데이터/머신러닝을 이용한다.



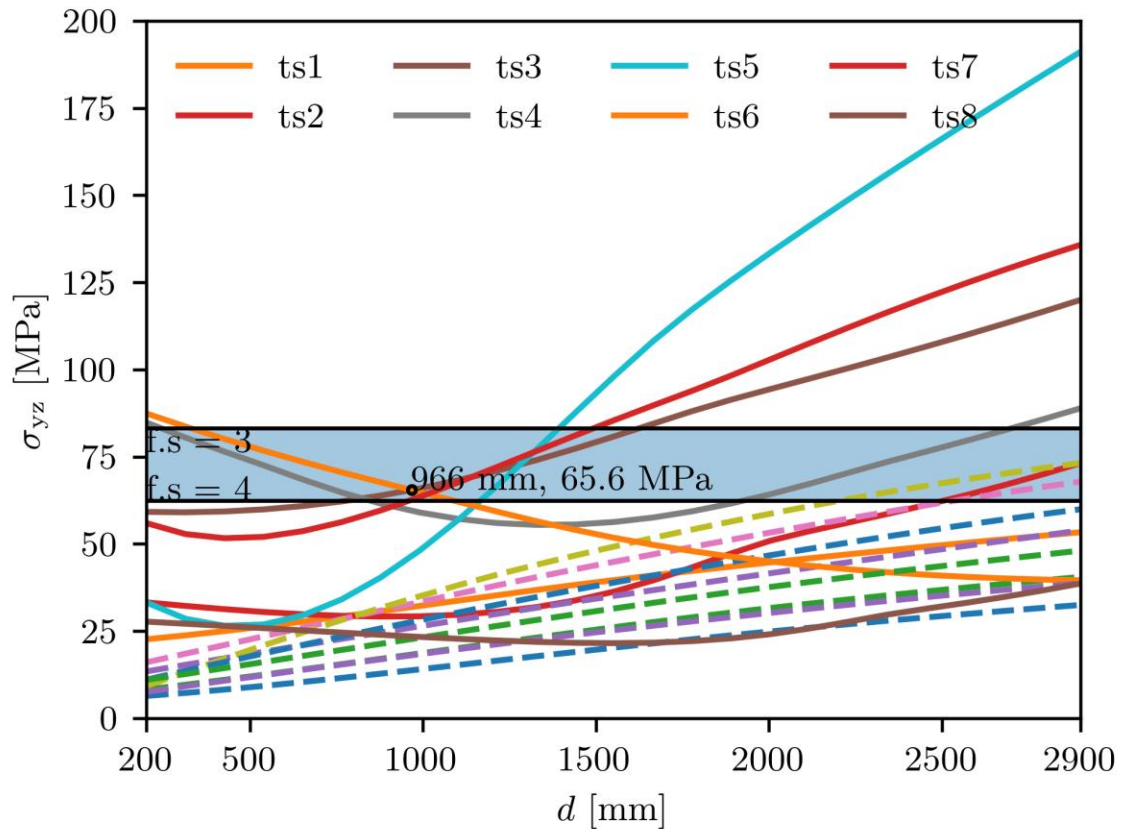
변수공간 탐색 (exploration of parameter space) / 패턴 인식 (pattern recognition) / 대리모델 (surrogate model) / 반응 표면 (response surface) / 불확실성 (uncertainty)



2. Autonomous Experimentation & Machine Learning

- 효율적인 실험/시뮬레이션을 수행할 수 있도록, 통계학/데이터/머신러닝을 이용한다.

- 산학과제: Design of Experiment 기반 최적설계



- 산학과제: 가스 누설 감지 딥러닝 모델 개발



What you can learn

- 데이터 처리/해석
- 시뮬레이션 기법
- 머신러닝 알고리즘
- 병렬 연산 (parallel computing)
- 슈퍼컴퓨터/High-performance Computer (CPU, GPU 사용)