

# 자전거 공유 시스템 모델링: 코드 개선 및 분석 확장

---

반복적 모델링(Iterative Modeling)과  
점진적 개발(Incremental Development)

# 모델링의 진화 과정

---

## Version 1:

### 코드 유연성 및 안정성

---

단순 스크립트 형태의 코드를 **견고한 모듈**로 발전시키는 단계입니다.

- 구조적 리팩토링 (Refactoring)
- 버그 수정 및 예외 처리
- 코드의 안정성(Robustness) 확보

## Version 2:

### 분석 및 시뮬레이션 확장

---

모델을 단순 실행하는 것을 넘어, **심층 분석 도구**로 활용하는 단계입니다.

- 매개변수 스위프 (Parameter Sweep)
- 시뮬레이션 도구 확장
- 시스템 민감도 분석

# 유연성 및 안정성 (Ver. 1)

---



## State 객체 일반화

전역 변수 사용을 지양하고, **State 객체를 매개변수로 전달**하여 구조를 개선했습니다. 이를 통해 하나의 코드로 여러 개의 시뮬레이션 상태를 동시에 독립적으로 관리할 수 있습니다.



## 문서화 (Documentation)

함수와 클래스에 **Docstring** 및 **상세 주석**을 추가했습니다. 코드의 의도를 명확히 하여 가독성을 높이고, 팀원 간의 협업 효율성을 확보했습니다.



## 구조적 기틀 마련

점진적 개발의 기초가 되는 **모듈화**를 수행했습니다. 복잡한 로직을 작은 단위로 분리하여 유지보수와 확장이 쉬운 형태로 재구성했습니다.



# 로직의 현실성 확보

---

## ✖ 음수 자전거 문제 해결

if olin == 0 조건문과 return을 활용하여 자전거가 0대일 때 대여가 발생하는 비현실적인 상황(음수 발생)을 원천 차단했습니다.

## 📈 성능 메트릭 도입

단순 이동 횟수가 아닌 시스템의 **실패(Failure)**를 측정합니다. empty 변수를 추가하여 자전거 부족으로 인한 '불만족 고객 수'를 정량화했습니다.

# 분석 도구 도입 (Ver. 2)

---

## ↩ Return Values 활용

---

함수가 단순히 결과를 출력(print)하는 것에서 벗어나, 최종 **State 객체나 메트릭 값을 return**하도록 수정했습니다.

→ 반환된 데이터를 재사용하여 그래프 작성 등 후처리가 가능해집니다.

## 📊 NumPy 라이브러리

---

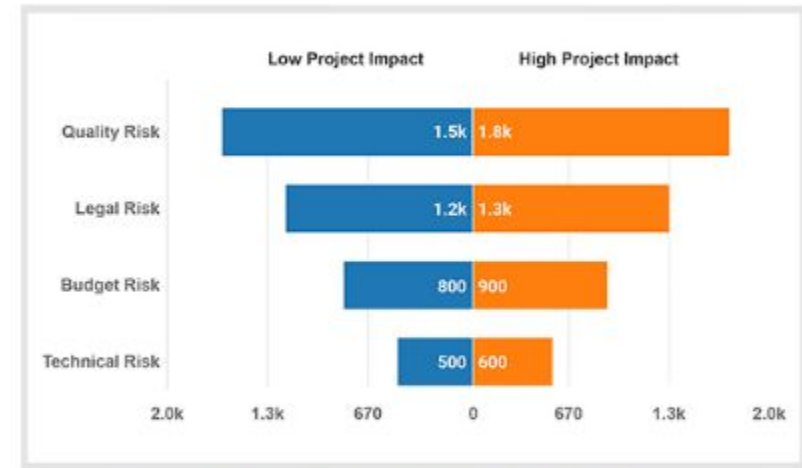
Python 기본 range() 함수가 가진 정수 생성의 한계를 극복하기 위해 도입되었습니다.

→ np.linspace()를 사용하여 정밀한 비정수(float) 배열을 생성하고 시뮬레이션을 정교하게 제어합니다.

# 매개변수 스위프 (Parameter Sweep)

## 시스템 동작 예측 및 최적화

- **매개변수 스위프:** 모델의 주요 변수(예: 이동 확률 p1) 범위를 순차적으로 변경하며 시뮬레이션을 반복
- **필감도 분석:** 특정 변수의 변화가 시스템 성능(불만족 고객 수 등)에 미치는 영향을 파악합니다.
- **SweepSeries 객체:** 시간 축인 TimeSeries와 달리, 인덱스가 '매개변수 값'이고 값이 '시뮬레이션 결과'인 데이터 구조를 사용합니다.



How to Do Sensitivity Analysis in Excel? | Easy Steps

# 결론: 점진적 개발 전략

소프트웨어 엔지니어링 원칙을 모델링에 적용하여 신뢰성 높은 모델을 구축합니다.

## Step 1

단순 작동 코드  
기본적인 로직이  
작동하는 프로토타입 작성

## Step 2

구조 개선 (Ver. 1)  
변수화 및 객체화를 통한  
유연성 확보

## Step 3

안정성 확보 (Ver. 1)  
버그 수정, 예외 처리 및  
현실성 반영

## Step 4

분석 확장 (Ver. 2)  
도구 도입 및 매개변수  
스윙 실험

# Image Sources

---



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/00\\_2141\\_Bicycle-sharing\\_systems\\_-\\_Sweden.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/00_2141_Bicycle-sharing_systems_-_Sweden.jpg)

Source: [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)



<https://chartexpo.com/blog/wp-content/uploads/2022/07/how-to-do-sensitivity-analysis-in-excel.jpg>

Source: [chartexpo.com](https://chartexpo.com)