

# 인천대 컴퓨터공학부 소개 및 여행하는 세일즈맨 문제와 인공지능



인천대학교

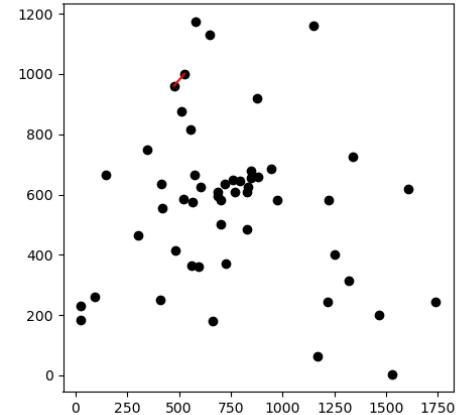
컴퓨터공학부 교수 김지범

e-mail: [jibumkim@inu.ac.kr](mailto:jibumkim@inu.ac.kr)

Website: [GAI Lab \(google.com\)](https://GAI Lab (google.com))

Berlin 52 - Transformer solution

Step:0, Tour Length:64.031



[\*\*https://github.com/cm8908/TSP\*\*](https://github.com/cm8908/TSP)

# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (**실습**)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (**실습**)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (**실습**)

# 약력

- 1993 ~ 1996: 인천 미추홀구 출신, 서인천 고등학교
- 1996 ~ 2005: 연세대 전기전자공학과 (학사, 석사)
- 2006 ~ 2012: (미) 펜실베니아 주립대 컴퓨터공학과
- 2013: (미) **로스알라모스 국립연구소** 박사후 연구원
- 2013 ~ 현재: 인천대 컴퓨터공학부 교수
- 2019, 2020: 인천대학교 학술연구 우수상 **수상**
- 2023: 발명의 날 특허청장 표창 **수상**
- 현재: 서울 물연구원 연구위원



- 미국 로스 알라모스 국립연구소: 뉴멕시코주
- 2차 세계대전 중에 핵무기 관련 연구소로 출발
- 오펜하이머가 최초 연구 소장
- Applied Mathematics and Plasma Physics (lanl.gov)
- Applied mathematics (응용 수학)부서에서 2013년에 박사후 과정 근무



## ■ 실제 2013년 받은 offer letter



***Human Resources Division***

P.O. Box 1663, MS P125  
Los Alamos, New Mexico 87545

January 31, 2013

Dr. Jibum Kim

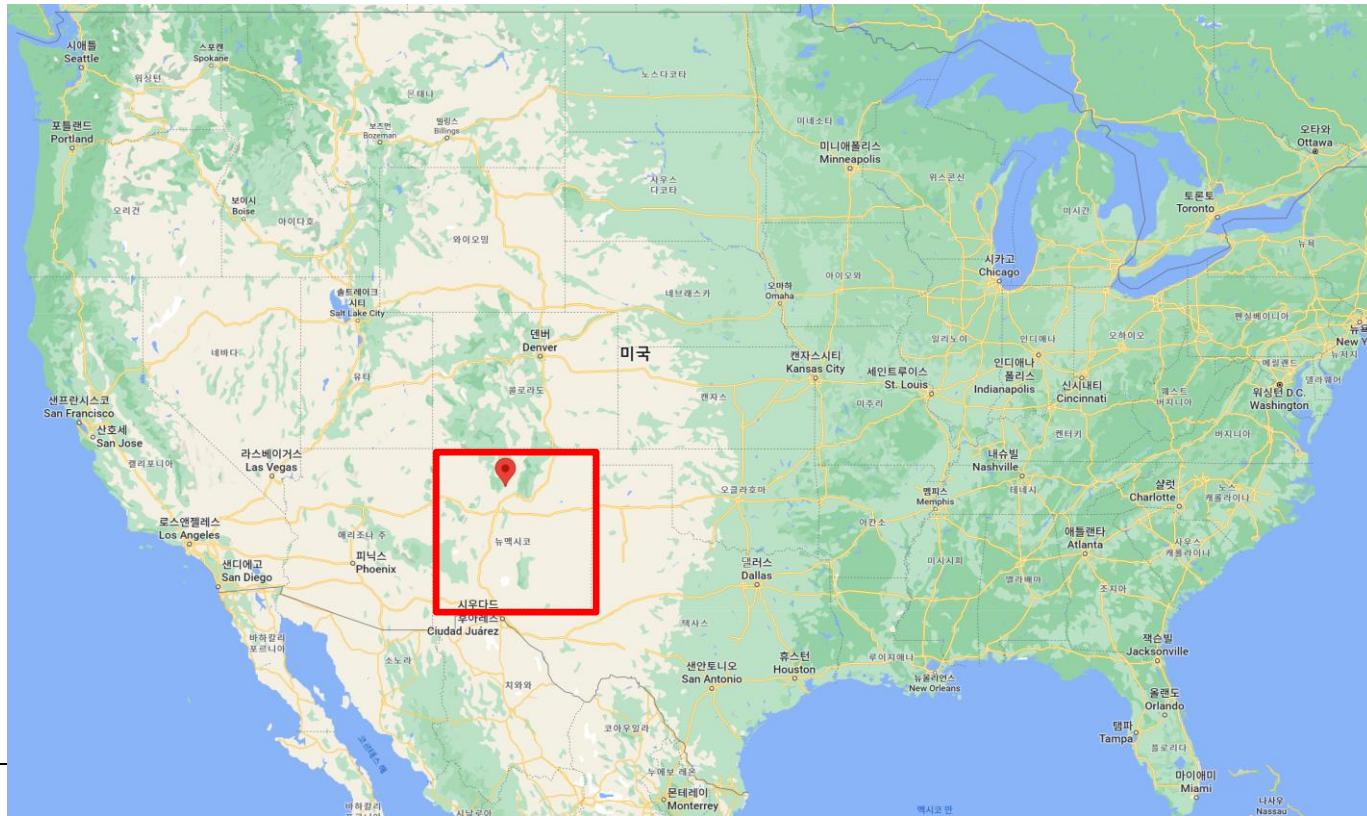
1730 Bristol Ave., Apt. 822  
State College, PA 16801

Dear Dr. Kim:

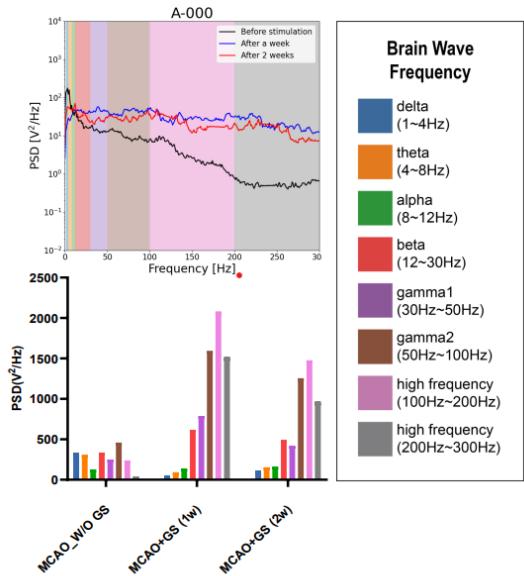
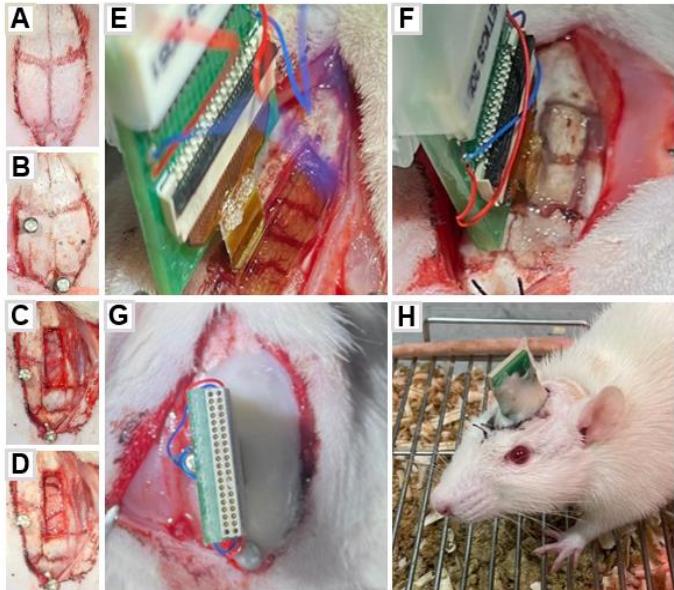
Los Alamos National Laboratory is pleased to offer you an exempt position in the Applied Mathematics and Plasma Physics (T-5) Group as a Postdoc Research Associate. The salary commensurate with your level of education will be **\$72,200.00** per year.

The enclosed addendum includes the specific terms of the offer. If you accept, please sign and return the addendum to Debbie Brown no later than **March 31, 2013**. We will coordinate a start date once the pre-hiring requirements have been met. Please do not report to the Laboratory until a Human Resources Representative has contacted you.

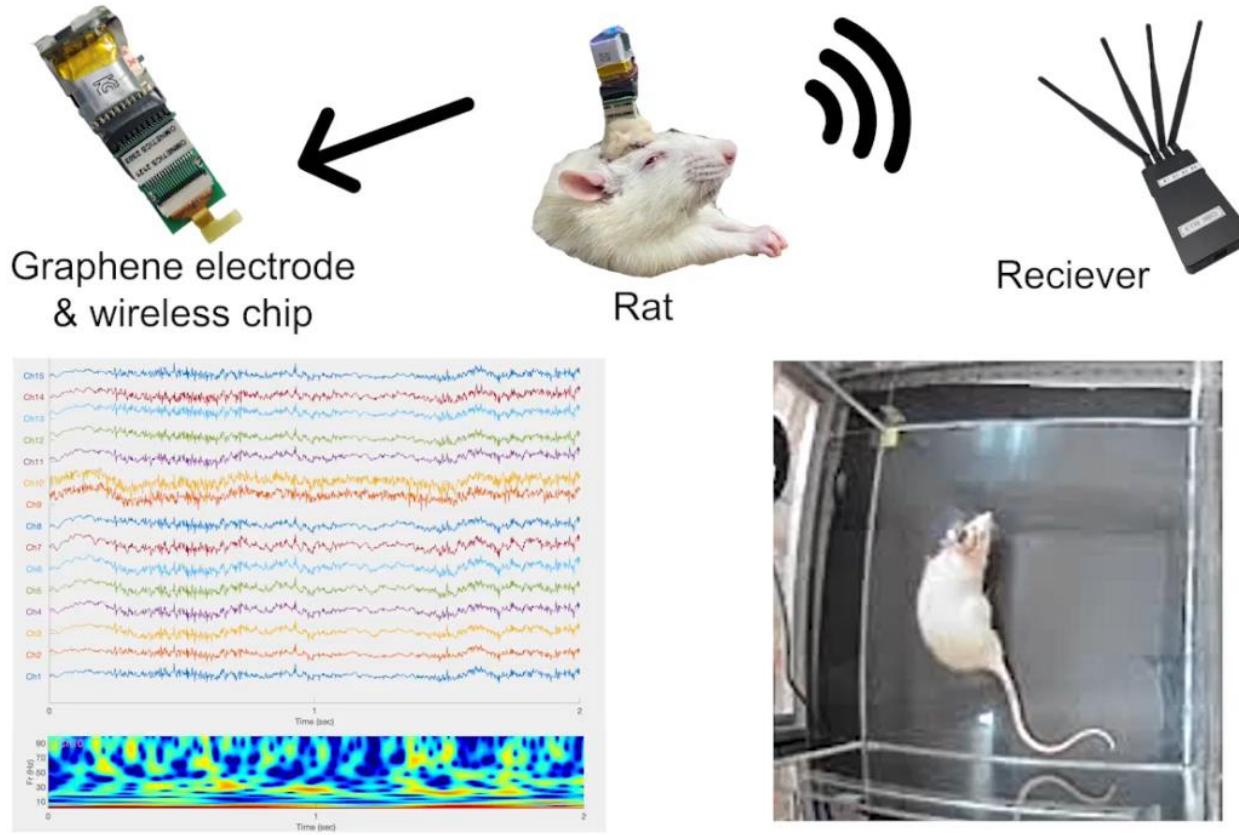
- 미국 로스 알라모스와 산타페 (Santa Fe)
- 미국 뉴멕시코주에 위치



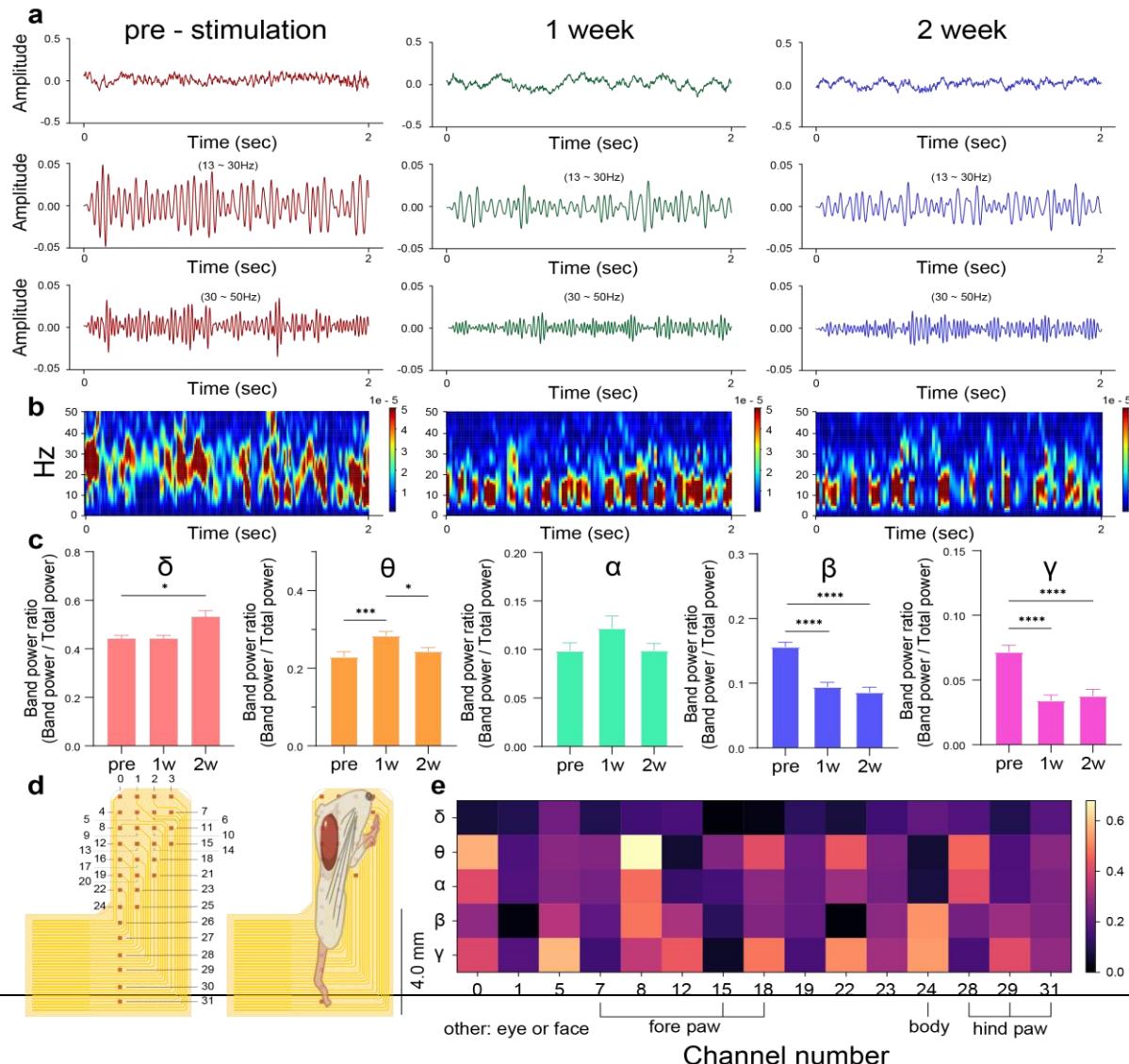
- 한국 연구재단 **기초연구실 과제** 수행 중
- 3년 총 연구비 13억 5천만원
- 뇌질환을 앓고 있는 동물을 전기자극으로 치료 (전자약)
- 전기자극 치료 후의 동물의 뇌파를 인공지능으로 학습 및 분석



Power spectral density (PSD) of MCAO-induced rats according to brain frequency (left)  
The eight frequency bands of brain wave signals (right)



- 
- Q: 전기 자극 치료 전 후로 어느 대역의 뇌파가 어떻게 달라졌는지?
  - Q: 뇌의 어느 부분이 많이 치료되었는지?  
운동 능력이 개선되었는지 평가



# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

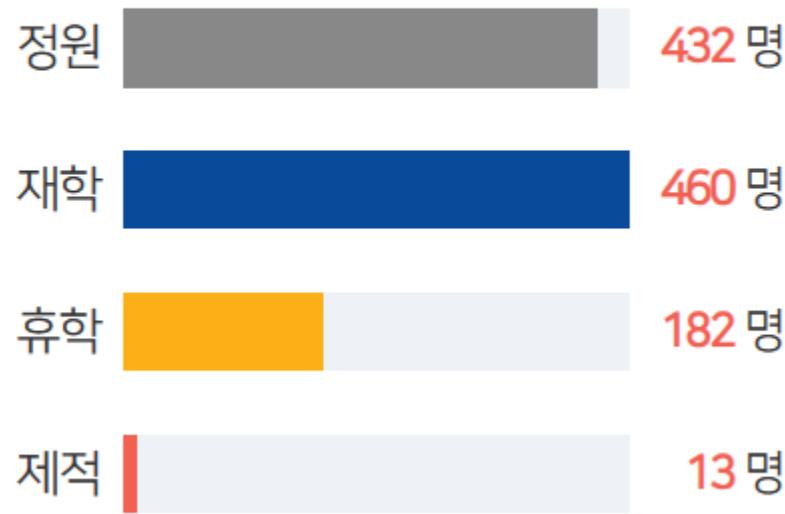
- 
- 인천대 컴퓨터공학부 역사
  - 1984년 10월, 정원 50명으로 시작
  - 1985년: 제 1회 입학
  - 2015년: 설립 30주년
  - 2017년: 컴퓨터공학부 (주간: 78명, 야간: 30명)
  - 2023년 현재: 컴퓨터공학부 (주간: 108명)

- 위치: 인천광역시 연수구 송도동에 위치
- 인천대 컴퓨터공학부는 “정보기술대학” 소속
- **7호관 4층과 5층 사용 중**



- 컴퓨터 공학부 입학 정원: 108명
- 현재 학과 학생 현황

### 학과 학생현황

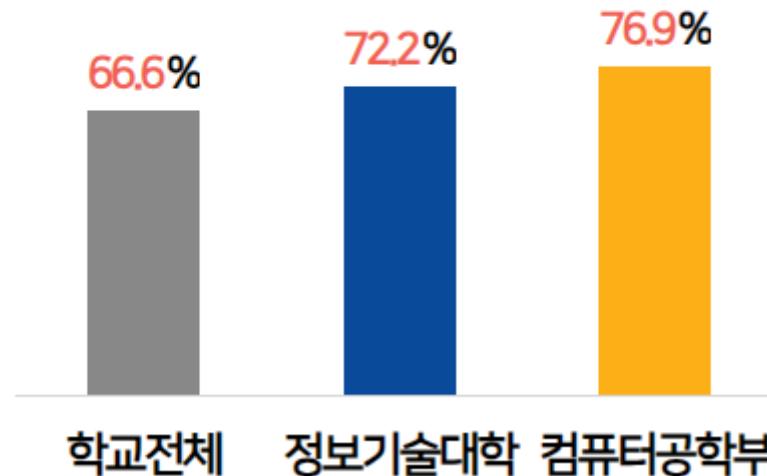


- 전임교수: 총 18명
  - 직원 (조교): 4명
  - 4개의 컴퓨터 실습실
  - 자체 서버실 보유
- 
- 전임 교수가 많은 대학/학과가 좋음

| • 실습실 환경  |                                      |
|---|--------------------------------------|
|  | 컴퓨터실습실1<br>위치: 정보기술대 408호<br>규모: 54석 |
|  | 컴퓨터실습실2<br>위치: 정보기술대 415호<br>규모: 48석 |
|  | 컴퓨터실습실3<br>위치: 정보기술대 501호<br>규모: 47석 |
|  | 컴퓨터실습실4<br>위치: 정보기술대 511호<br>규모: 48석 |

- 학과 취업률 현황
- 인천대 최상위권

### 취업률 현황 (2022년 학과성과평가 기준)



- 
- 컴퓨터 공학의 대표적 진로
  - 1. 웹/앱 개발자: 웹사이트 개발, 앱 개발
  - 2. 네트워크/정보 보안: 해커, 보안 시스템
  - 3. 클라우드: 인터넷을 통해 컴퓨팅 리소스 제공
  - 4. 인공지능/데이터과학: 데이터 학습/예측
  - 5. 게임: 게임 개발

## ■ 왜 컴퓨터 공학이 인기인가?



자율주행



VR/AR



인공지능



게임개발

- 루닛
- 주목받는 의료 AI 기업



몸값 3조 AI기업...루닛

루닛 328130 >  
**161,100** ▲ 2,000 (+1.26%)



## ■ 학부생 대표 기업 취업 현황

- 2022년: 우아한형제들, 현대HT, 한전KDN, 스마일게이트
- 2021년: 삼성 리서치(**Samsung Research**), 네이버, 카카오엔터프라이즈, 쿠팡
- 2020년: 삼성전자, 우아한형제들, 쿠팡, AJ 네트웍스, IBK시스템
- 2019년: KT, 삼성전자, 카카오, GS 리테일, 농협은행, 라인플러스, 롯데정보통신, 삼성 SDS, LG CNS, 예금보험공사, 네오위즈 게임즈, 한전 KDN, 한화 시스템
- 2018년: 삼성전자, 카카오, 카카오게임즈, SK인포섹, 롯데정보통신, GS ITM, 관세청, 동아제약

- **사람인, 로켓펀치** 등에서 컴퓨터공학 전공자 연봉 검색 가능
- 로켓펀치에서 ‘sw개발’, ‘Python’ 검색
- 채용 정보 | 로켓펀치 - 비즈니스 네트워크 (rocketpunch.com)

ANTILABS  
Connectivity Made Easy  
앤티랩스케이알  
앤티랩스케이알(ANTLABS KR)

리워드 50만원 응답률 우수 20명 이상 지원

시스템개발자/프로그래머  
5,000 - 8,000만원 / 신입, 경력  
10/31 마감 | 원격근무

B  
블루시그널  
사람들이 더 나은 감정으로 하루하루를 보낼 수 있도록 다양한 일상용 심리/정신건강 서비스를 만듭니다.

리워드 50만원 응답률 우수 55명 이상 지원

음성 AI 연구개발  
5,500 - 7,000만원 / 신입, 경력  
수시채용

- 대학원 대표 기업 취업 현황
- 삼성전자, 안랩, NHN, SK 하이닉스, 네이버  
파이낸셜등



## ■ 2023년 수시 전형 입시 결과

## ■ 인천대 최상위권 입학 성적

| 단과<br>대학       | 모집단위          | 지원현황     |          |       | 성적      |           |           |            | 교과<br>환산점 |            |           | 총원<br>합격 |  |
|----------------|---------------|----------|----------|-------|---------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|----------|--|
|                |               | 모집<br>인원 | 지원<br>인원 | 경쟁률   | 지원<br>자 | 최초<br>합격자 | 최종<br>등록자 | 최종<br>등록자  | 최종등록자     |            |           |          |  |
|                |               |          |          |       | 평균      |           |           | 70%<br>cut | 평균        | 70%<br>cut | 가산점<br>평균 |          |  |
| 정보<br>기술<br>대학 | 컴 퓨 터 공 학 부   | 24       | 200      | 8.33  | 3.48    | 2.36      | 2.66      | 2.74       | 342.52    | 341.9      | 4.90      | 42       |  |
|                | 정 보 통 신 공 학 과 | 19       | 142      | 7.47  | 3.68    | 2.80      | 3.00      | 3.13       | 339.06    | 337.8      | 4.96      | 26       |  |
|                | 임베디드시스템공학과    | 6        | 90       | 15.00 | 3.44    | 2.94      | 2.98      | 3.02       | 338.93    | 338        | 5.04      | 4        |  |

※ 70%cut : 학생부교과(교과성적우수자전형)의 해당학부(과)의 최종등록자 중 학생부교과성적 상위 70%  
(ex) 최종등록자가 100명일 경우 70등의 점수

## ■ 2024년 수시 교과성적우수자 전형 경쟁률

|        |            |    |     |          |
|--------|------------|----|-----|----------|
| 정보기술대학 | 컴퓨터공학부     | 24 | 158 | 6.58 : 1 |
|        | 정보통신공학과    | 19 | 161 | 8.47 : 1 |
|        | 임베디드시스템공학과 | 6  | 54  | 9.00 : 1 |

## ■ 2024년 수시 자기추천 전형 경쟁률

|        |            |    |     |           |
|--------|------------|----|-----|-----------|
| 정보기술대학 | 컴퓨터공학부     | 29 | 362 | 12.48 : 1 |
|        | 정보통신공학과    | 21 | 161 | 7.67 : 1  |
|        | 임베디드시스템공학과 | 13 | 151 | 11.62 : 1 |

# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

- 인천대 컴퓨터공학부는 교육부 ‘대학혁신사업’, 교내 ‘특성화 사업’에 선정
- 2022-2024년까지 3년간 총 6억원 예산 지원



- 
- 2023년 기준 인천대 컴퓨터공학부
  - 졸업요건: 130학점 이상 (전공 60학점 이상)
  - 졸업작품 (3학년 2학기, 4학년 1학기)
  - 2-5명이 팀을 이룸
  - 주제: 게임, 인공지능, 앱개발, 알고리즘  
개발, 컴퓨터비전등

## ■ 2023년 졸업작품발표회



# ■ 대학교에서 하는 졸업작품 내용

**구술 02 Ruin's Fall**

**작품개요**  
PC와 VR에서 즐길 수 있는 자연요소와 퍼즐을 응용한 3인칭 퍼즐게임

**작품기능 및 구현**

- 탐험가는 물/불 능력을 사용할 수 있고 능력을 이용하여 맵을 클리어한다.
- 4개의 맵과 13종류의 퍼즐로 구성되어있다.
- 맵을 클리어하면 보상을 이용해 다음 맵으로 나아갈 수 있다.
- HP가 0이 되면 패배하며, 모든 맵을 클리어하여 엔드 지점까지 가면 승리한다.
- 게임은 PC모드, VR모드 두 가지로 플레이할 수 있다.

**작품시연**

다양한 맵      VR과 PC지원

**작품특징 및 기대효과**

- 언리얼 엔진과 oculus VR을 이용해 다양한 시각적 효과를 느낄 수 있다.
- VR모드와 PC모드를 모두 지원하여, 다양한 플레이어가 즐길 수 있는 게임 경험을 제공한다.
- 각 맵의 배경과 특징을 통해 이야기를 전개하여 플레이어가 몰입할 수 있는 세계관을 구축한다.
- 불과 물 능력을 활용한 퍼즐과 트랩을 통해 게임의 난이도와 재미를 높인다.

**이뉴이트**  
지도교수 박종승

**작품개요**

**작품기능 및 구현**

**작품시연**

**작품특징 및 기대효과**

**INU** 인천대학교컴퓨터공학부

**구술 09 킥보드 마스터**

**작품개요**  
킥보드에 최적화된 길 찾기와 운전 점수에 따른 개별적인 경로 안내를 제공해 주는 애플리케이션

**작품기능 및 구현**

- 사용자는 애플리케이션 로그인(회원가입) 후 원하는 목적지 입력
- 사용자의 운전 점수를 토대로 안전한 경로 또는 최근 시간 경로 제공
- GPS와 차량 오디션서를 활용한 실시간 킥보드 운전 데이터 측정
- 운행이 종료되면 위치 사항에 대해 마일리지 차감 후 마일리지 제공

**작품시연**

메인 화면      인천 경로 안내      최근 시간 경로 안내      내 정보

**작품특징 및 기대효과**

- 킥보드에 최적화된 길 찾기로 교통 법규를 준수하며 안전하게 운전할 수 있다.
- 사용자의 운전 실력에 맞는 경로 안내로 킥보드 운전 사고를 예방할 수 있다.
- 마일리지 제도로 사용자의 인천한 킥보드 운전을 유도할 수 있고, 이에 따라 운영자는 킥보드 유지보수(파손) 비용을 절감할 수 있다.

**월도**  
지도교수 김지범

**작품개요**

**작품기능 및 구현**

**작품시연**

**작품특징 및 기대효과**

**INU** 인천대학교컴퓨터공학부

---

## ■ 1학년 교과과정

## ■ 1학년 1학기

### [기초교양] 대학수학(1) (CALCULUS(1))

함수의 극한과 연속, 도함수, 극좌표, 부정적분 및 정적분등 수학의 기본 이론을 다룬다.

---

### 컴퓨터공학개론 (Introduction to Computer Engineering)

컴퓨터의 기초적인 개념, 컴퓨터의 특성 구조, 데이터의 표현, 프로그램과 계산기의 상호간 관계 등을 연구하고 간단한 프로그래밍을 연습함으로서 컴퓨터를 보다 올바르게 이해한다.

---

### 프로그래밍 입문 (Introduction to Programming)

대학에 입학하여 처음으로 프로그래밍 언어를 배우기 시작하는 신입생을 대상으로 파이썬 프로그래밍 언어를 사용하여 컴퓨터 프로그래밍의 기초에 대해 학습한다.

---

### 이산수학 (Discrete mathematics)

전산 분야에 활용되는 이산 환경의 수학적 배경을 학습한다.

---

## ■ 이산 수학에서 한 학기동안 배우는 내용

| 논리               | 수학적 귀납법               |
|------------------|-----------------------|
| 집합, 데카르트 곱, 함수   | 재귀                    |
| 수열, 행렬           | Counting (세기), 순열, 조합 |
| 알고리즘             | 확률, 베이즈 정리            |
| 함수 복잡도, 알고리즘 복잡도 | 점화 관계 및 응용            |
| 정수, 소수, 해시, 암호   | 그래프, 트리               |

## ■ 이산수학에서 배우는 베이즈 정리

- 베이즈 정리(Bayes theorem)
- 사건 A와 사건 B가 있을 때, 사건 B가 일어난 것을 전제로 사건 A가 발생할 확률을 구하고 싶다고 하자.  $P(A|B)$
- 그런데 지금 알고 있는 것은 사건 A가 일어난 것을 전제로 사건 B가 발생할 확률, 사건 A가 발생할 확률, 사건 B가 발생할 확률 뿐이다 .  
 $P(B|A)$
- 그럴 때 아래와 같은 베이즈 정리를 이용할 수 있다
- $$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B)} = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B|A)P(A) + P(B|\bar{A})P(\bar{A})}$$

# ■ 1학년 2학기

- 1학년 2학기

## [기초교양]대학수학(2) (CALCULUS(2))

대학수학(1)에 이어 편도함수, 중적분, 급수 및 행렬과 행렬식 등의 수학의 기본 이론을 다룬다.

## 데이터사이언스 입문 (Introduction to Data Science)

데이터를 분석하고 연구하기 위한 기본적인 내용들을 파이썬과 중요 라이브러리를 통해 배운다. 데이터 수집, 텍스트 데이터 다루기, 수치 데이터 다루기 등에 유용한 numpy, pandas, matplotlib를 포함한 중요 라이브러리의 활용에 대해 배움으로써 데이터 사이언스 분야에 대한 이해를 높이고 능숙하게 주요 기능들을 쓸 수 있도록 한다.

## C언어 (C Language)

C 언어는 많은 고급 프로그래밍 언어의 기초가 되었으며, Unix, Linux 등 대다수의 운영체제의 기반을 이루는 언어이다. 따라서 C 언어의 기초를 튼튼히 전반의 이해에 있어서도 도움을 줄 수 있다. 이를 위해서 프로그래밍을 위한 기본적인 사항들과 C 언어의 문법, 그리고 주어진 문제를 C 언어로 해결하는

## 확률 및 통계 (Probability and Statistics)

자료구조와 확률, 통계의 기본 구조를 정리하고 이를 컴퓨터 프로그래밍에 응용하기 위한 방법 등을 학습한다.



- 
- 데이터 사이언스 입문 수업
  - Python의 Pandas, Matplotlib
  - 구글 코랩 (Colaboratory)에서 실행
  - 대화형 코드 작성 및 데이터 분석 도구
  - 작업은 구글의 클라우드에서 실행
  - <https://github.com/cm8908/TSP>

- 
- **Python의 Pandas:** 데이터 조작 및 분석
  - **head():** 데이터의 상위 N행 봄. 기본 N=5
  - **info():** 데이터에 대한 전반적인 정보
  - **describe():** 열별 요약 통계량
  - **hist(): histogram 보기**
  - **Python의 MatPlotLib:** 데이터 시각화 체험
  - 그래프, 히스토그램등

# ■ 4년 전체 커리큘럼

| 구분  | 제 1 학년                     |        |  |                  | 제 2 학년                          |                |   |                             | 제 3 학년   |                            |                              |                | 제 4 학년   |                       |   |                       |  |
|---|----------------------------|--------|--|------------------|---------------------------------|----------------|---|-----------------------------|--|----------------------------|------------------------------|----------------|--|-----------------------|---|-----------------------|--|
|   | 1학기                        |        | 2학기  |                  | 1학기                             |                | 2학기   |                             | 1학기  |                            | 2학기                          |                | 1학기  |                       | 2학기                                       |                       |  |
|   | 과목명                        | 학점     | 과목명  | 학점               | 과목명                             | 학점             | 과목명   | 학점                          | 과목명  | 학점                         | 과목명                          | 학점             | 과목명  | 학점                    | 과목명                                       | 학점                    |  |
| 교양필수  | Academic English<br>대학수학1◎ | 2<br>3 | 글쓰기이론과실제<br>대학수학2◎                               | 2<br>3           | 대학영어회화1                         | 1              | 대학영어회화2   | 1                           |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| INU핵심교양 5개 영역(리더십, 창의융합, 문제해결, 의사소통, 글로벌) 중 3개 영역에서 각각 1과목 이상 선택하여 이수 |                            |        |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 교양선택  | 균형교양 6개 영역에서 자유롭게 이수       |        |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 전공기초  | 컴퓨터공학개론                    | 2      | C언어  | 3(4)             |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
|   | 프로그래밍입문                    | 3(4)   |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
|   | 이산수학◎                      | 3      |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 전공필수  |                            |        | 자료구조◎  | 3                | 컴퓨터구조                           | 3              | 운영체제  | 3                           | 캡스톤디자인 I   | 2(3)                       | 캡스톤디자인 II                    | 2(3)           |  |                       |   |                       |  |
|   |                            |        | Java언어◎  | 3                | C++언어                           | 3(4)           | 데이터베이스◎   | 3                           | 알고리즘   | 3(4)                       |                              |                |  |                       |   |                       |  |
|   |                            |        |  |                  |                                 |                |   |                             | 컴퓨터네트워크◎   | 3                          |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 2020학년도 이후 입학생은 캡스톤디자인(1),(2)를 포함하여 19학점 이상 이수                        |                            |        |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 2019학년도 이전 입학생은 캡스톤디자인(1),(2)를 포함하여 본인의 교과과정표에 있는 전공필수 학점 수 이상 이수     |                            |        |  |                  |                                 |                |   |                             |  |                            |                              |                |  |                       |   |                       |  |
| 전공선택  | 공학수학 I ◎<br>물리             | 3<br>3 | 데이터사이언스입문<br>공학수학 II ◎<br>확률및통계 ◎<br>선형대수학◎(2-1) | 3<br>3<br>3<br>3 | 디지털공학<br>시뮬레이션기초및실습◎<br>데이터사이언스 | 3<br>3<br>3(4) | 모바일소프트웨어◎<br>윈도우즈프로그래밍◎<br>시스템소프트웨어<br>LINUX시스템◎<br>수치해석◎ | 3(4)<br>3<br>3<br>3(4)<br>3 | 데이터통신<br>병렬컴퓨팅<br>소프트웨어공학<br>프로그래밍언어론<br>웹프로그래밍◎<br>컴퓨터그래픽스(3-2) | 3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3 | 지능정보시스템<br>소프트웨어모델링◎<br>서버관리 | 3<br>3<br>2(3) | 게임프로그래밍<br>컴파일러설계<br>인공지능과딥러닝◎<br>클라우드컴퓨팅<br>진로설계Seminar | 3<br>3<br>3<br>3<br>1 | 빅데이터입문◎<br>컴퓨터비전◎<br>정보보호론<br>엔터테인먼트소프트웨어 | 3<br>3<br>3<br>3<br>3 |  |
| 추가  |                            |        |  |                  | (컴)정보보호개론                       |                | (컴)사이버공격방어  |                             | 기계학습<br>(컴)게임프로그래밍입문   |                            | 자연어처리                        |                | 생물정보학  |                       | 음성인식<br>(컴)개임인공지능                         |                       |  |

- 
- 최근 추가된 전공 과목들
  - 1. 자연어 처리: 인간이 사용하는 언어와 관련된 현상들을 컴퓨터를 이용하여 모사
  - 2. 시스템보안과 해킹: 시스템 보안과 해킹에 관한 기초지식 학습
  - 3. 기계학습: 데이터를 기반으로 문제를 해결하는 컴퓨터프로그램

---

## ■ Q & A

# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

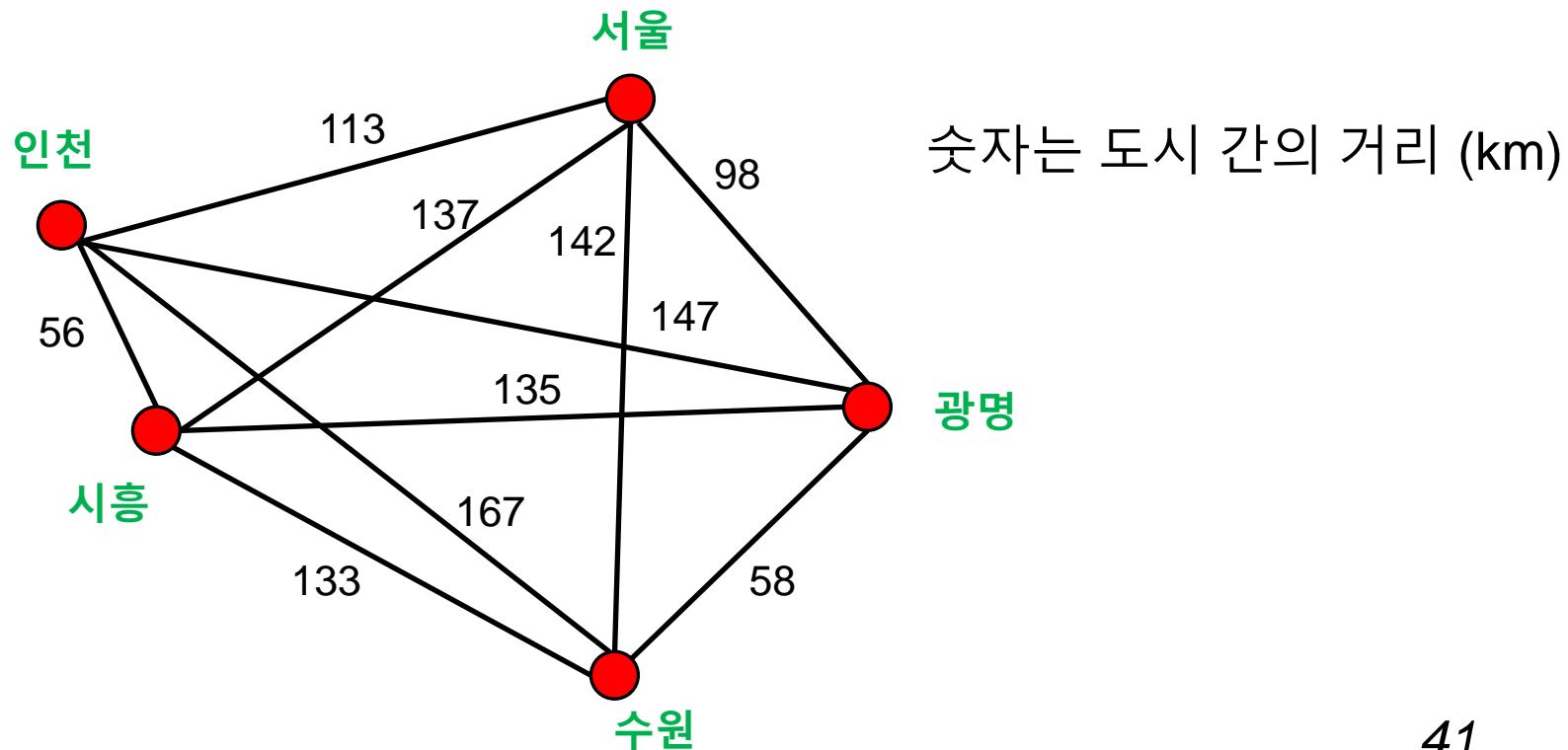
# 여행하는 세일즈맨 문제

- **외판원 (salesman)?** 자신이 맡은 구역내의 집들을 방문하여 물건을 파는 판매원
- 화장품, 학습지, 우편 배달부 판매원
- 오래 전 화장품 외판원의 모습



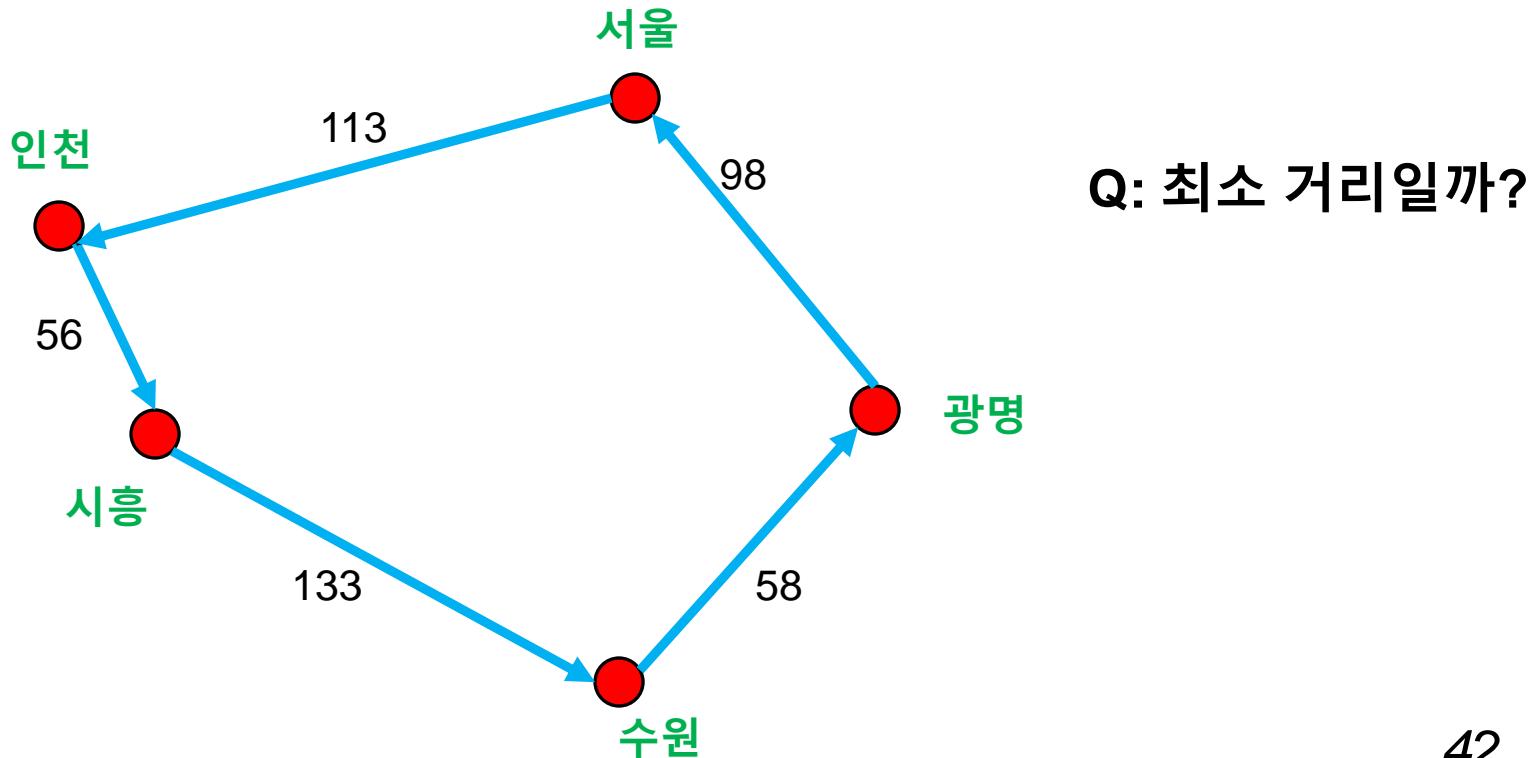
# 여행하는 세일즈맨 문제

- 외판원이 서울에서 출발하여 인천, 시흥, 광명, 수원 5개 모든 도시를 한 번씩만 방문하여 물건을 판매하고 최소 거리로 다시 서울로
- Q: 어떤 순서로 도시를 방문해야 할까?



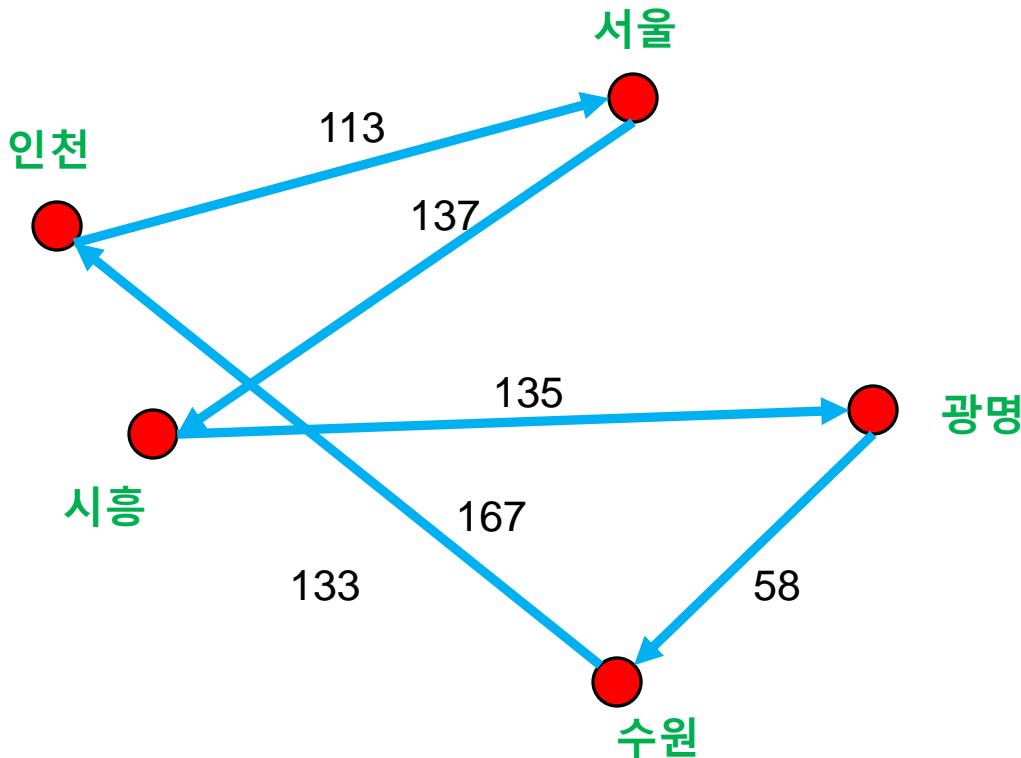
# 여행하는 세일즈맨 문제

- 예: 서울 → 인천 → 시흥 → 수원 → 광명 → 서울
- 이 경우 이동한 총 거리 (경로): 458km



# 여행하는 세일즈맨 문제

- 예: 서울 → 시흥 → 광명 → 수원 → 인천 → 서울
- 이 경우 이동한 총 거리 (경로): 610km



# 여행하는 세일즈맨 문제

- 이와 같은 문제: **순회외판원 문제 (traveling salesman problem)**
- 19세기의 유명한 수학자인 **해밀턴**이라는 의해서 최초로 소개
- 처음으로 독일과 스위스를 경유하는 여행을 소개하면서 **순회외판원 문제**를 언급



(사진 출처) 위키피디아

# 여행하는 세일즈맨 문제

- 택배 배달, 물류, 여행사 영업등 다양한 현실 세계에 응용 가능
- 컴퓨터공학과 **코딩 테스트 (백준)**에도 소개



# 목차

1. 강연자 약력
  2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
  3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
  4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
  5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
- 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
- 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
- 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- 순회외판원 문제 = **수학적 최적화 문제**
- **수학적 최적화 문제**: 어떤 문제에 대한 최적  
(최소, 최대)의 답을 찾는 문제
- 최적의 경로는 모든 가능한 경로를 구해  
**총 길이가 최소인 것을 선택**

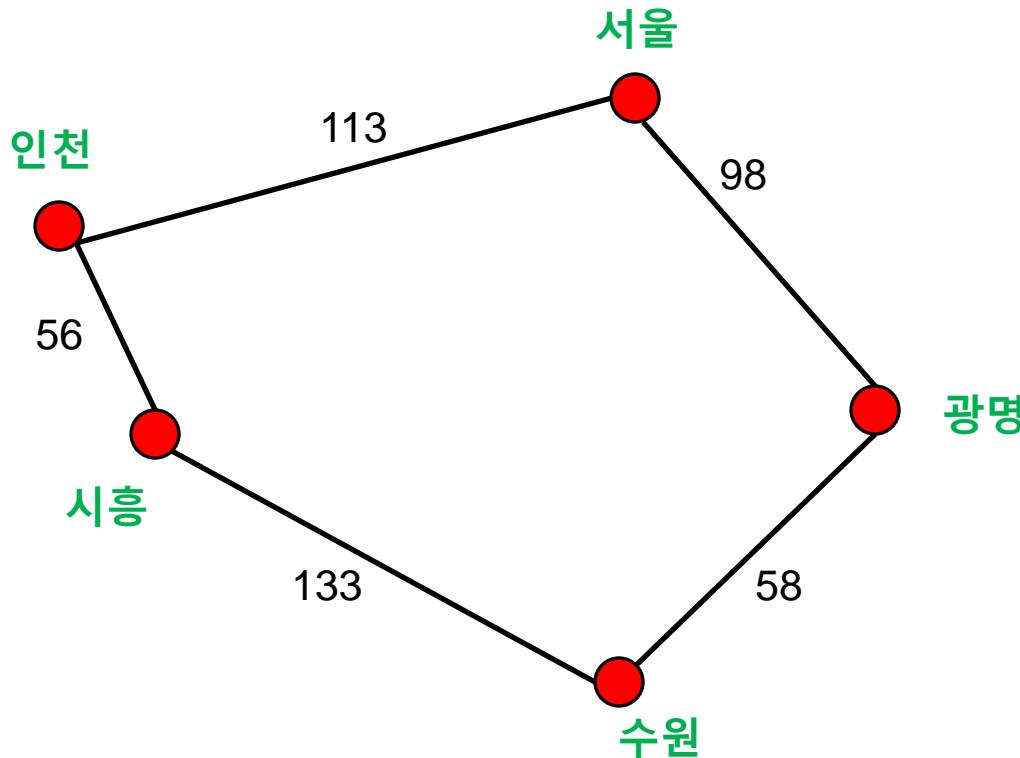
# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- Q: 최적 (최소 거리)의 경로를 찾기 위하여 총 몇가지 케이스를 찾아봐야 할까? 총 **12개**. Why?

| 경로 (노선)  | 전체 길이 (마일) |
|--|------------|
| 서울 -> 인천 -> 광명 -> 수원 -> 시흥 -> 서울                       | 588        |
| 서울 -> 인천 -> 광명 -> 시흥 -> 수원 -> 서울                       | 670        |
| 서울 -> 인천 -> 수원 -> 광명 -> 시흥 -> 서울                       | 610        |
| 서울 -> 인천 -> 수원 -> 시흥 -> 광명 -> 서울                       | 646        |
| 서울 -> 인천 -> 시흥 -> 광명 -> 수원 -> 서울                       | 504        |
| <b>서울 -&gt; 인천 -&gt; 시흥 -&gt; 수원 -&gt; 광명 -&gt; 서울</b> | <b>458</b> |
| 서울 -> 광명 -> 인천 -> 수원 -> 시흥 -> 서울                       | 682        |
| 서울 -> 광명 -> 인천 -> 시흥 -> 수원 -> 서울                       | 576        |
| 서울 -> 광명 -> 수원 -> 인천 -> 시흥 -> 서울                       | 516        |
| 서울 -> 광명 -> 시흥 -> 인천 -> 수원 -> 서울                       | 598        |
| 서울 -> 수원 -> 인천 -> 광명 -> 시흥 -> 서울                       | 728        |
| 서울 -> 수원 -> 광명 -> 인천 -> 시흥 -> 서울                       | 540        |

# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- 최적의 경로
- 서울 → 인천 → 시흥 → 수원 → 광명 → 서울 (총 거리: 458)

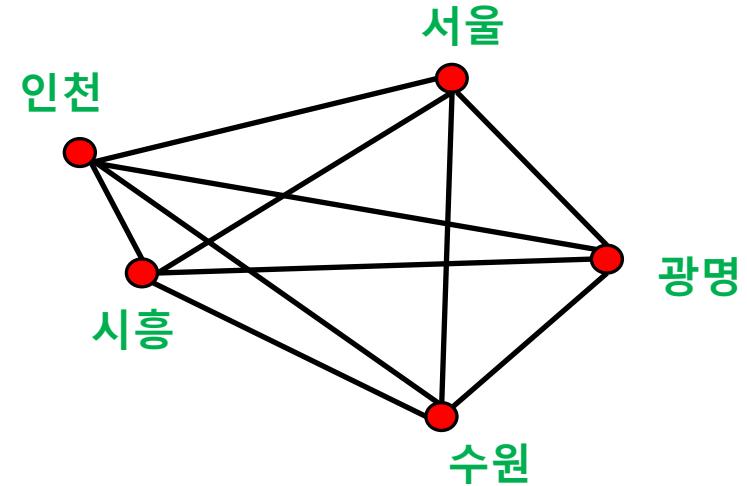


# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- Q: 그렇다면 모든 가능한 경로가 왜 12개 일까?
- 고등학교 수학: 경우의 수

모든 가능한 경로 계산

서울에서 출발



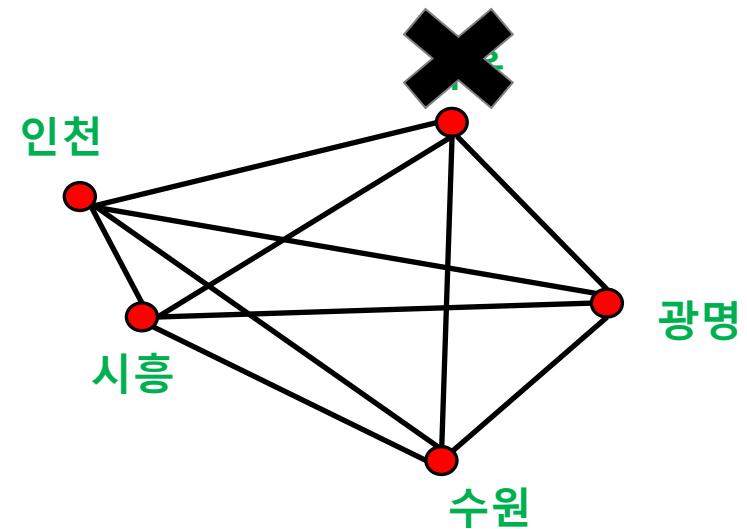
# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- Q: 그렇다면 모든 가능한 경로가 왜 12개 일까?
- 고등학교 수학 (경우의 수 내용)

모든 가능한 경로 계산

서울에서 출발

그 다음 선택 가능한 도시는 총 4개



# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

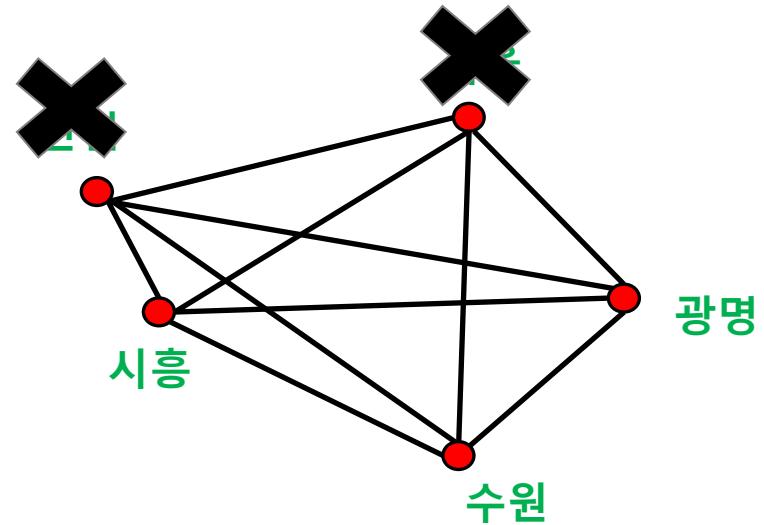
- Q: 그렇다면 모든 가능한 경로가 왜 12개 일까?

## 모든 가능한 경로 계산

서울에서 출발

그 다음 선택 가능한 도시는 총 4개

**그 다음 선택 가능한 도시는 총 3개**



# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- Q: 그렇다면 모든 가능한 경로가 왜 12개 일까?

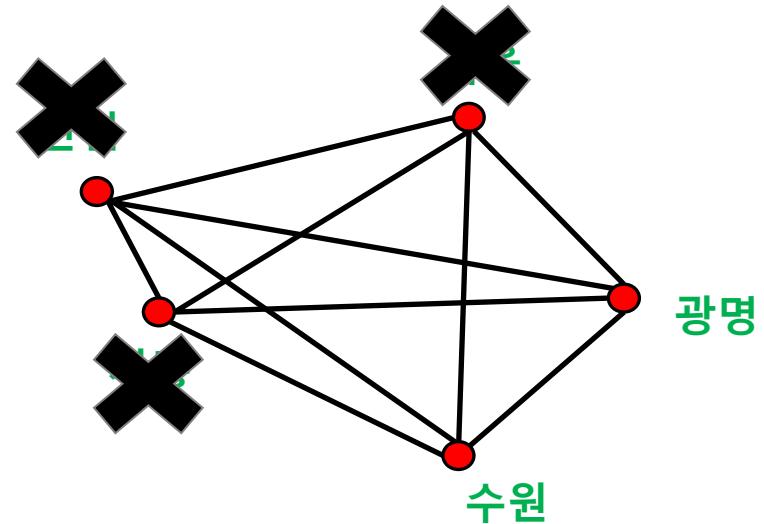
## 모든 가능한 경로 계산

서울에서 출발

그 다음 선택 가능한 도시는 총 4개

그 다음 선택 가능한 도시는 총 3개

**그 다음 선택 가능한 도시는 총 2개**



# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- Q: 그렇다면 모든 가능한 경로가 왜 12개 일까?

## 모든 가능한 경로 계산

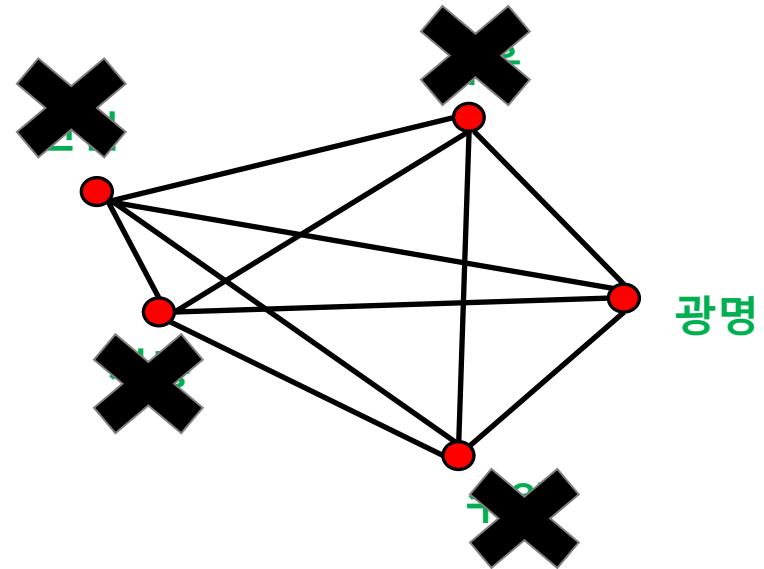
서울에서 출발

그 다음 선택 가능한 도시는 총 4개

그 다음 선택 가능한 도시는 총 3개

그 다음 선택 가능한 도시는 총 2개

**마지막에는 1개**



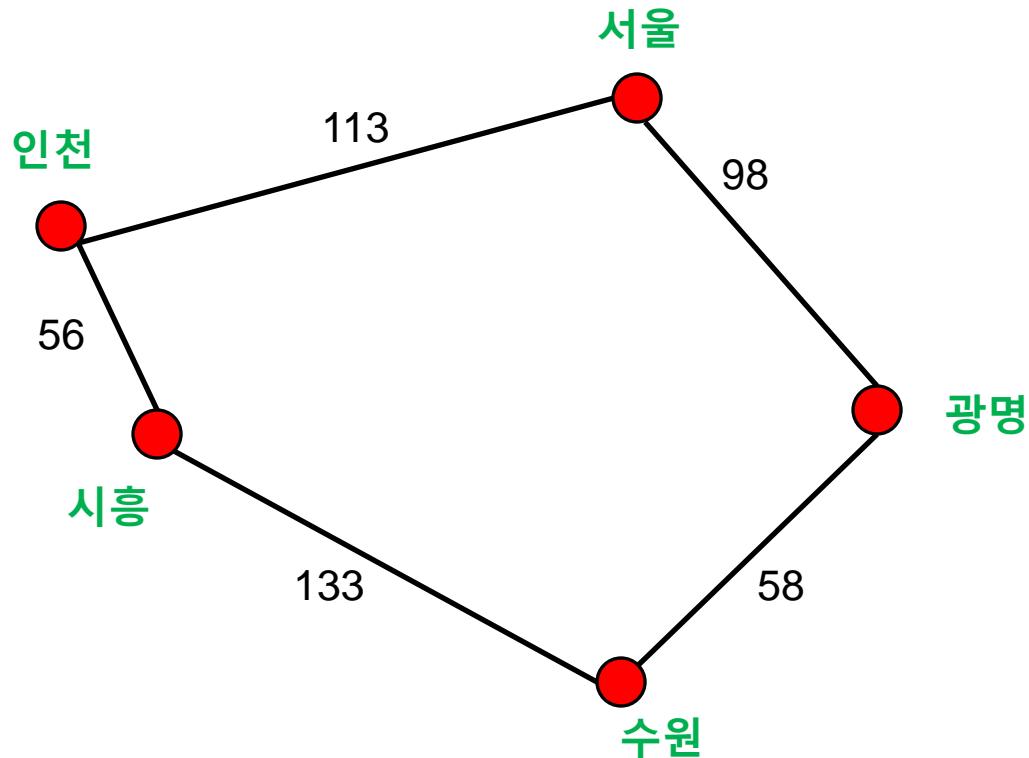
# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- **곱셈 법칙**: 두 개 이상의 독립적인 사건이 연속적으로 발생 시에 각 사건마다 경우의 수를 곱하여 전체 경우의 수를 구함
- 모든 가능한 경로 =  $4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$ 개

그러나

답은 12개      왜일까?

- 
- 1) 서울 → 인천 → 시흥 → 수원 → 광명 → 서울
  - 2) 서울 → 광명 → 수원 → 시흥 → 인천 → 서울



# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- **n개의 도시일 때 필요한 비교 횟수 :**  $\frac{(n-1)!}{2}$
- **팩토리얼:**  $n! = 1 \times 2 \times \cdots \times n$
- **예: 5개의 도시의 경우 비교 횟수**

$$: \frac{(5-1)!}{2} = \frac{4 \times 3 \times 2 \times 1}{2} = \frac{24}{2} = 12$$

# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

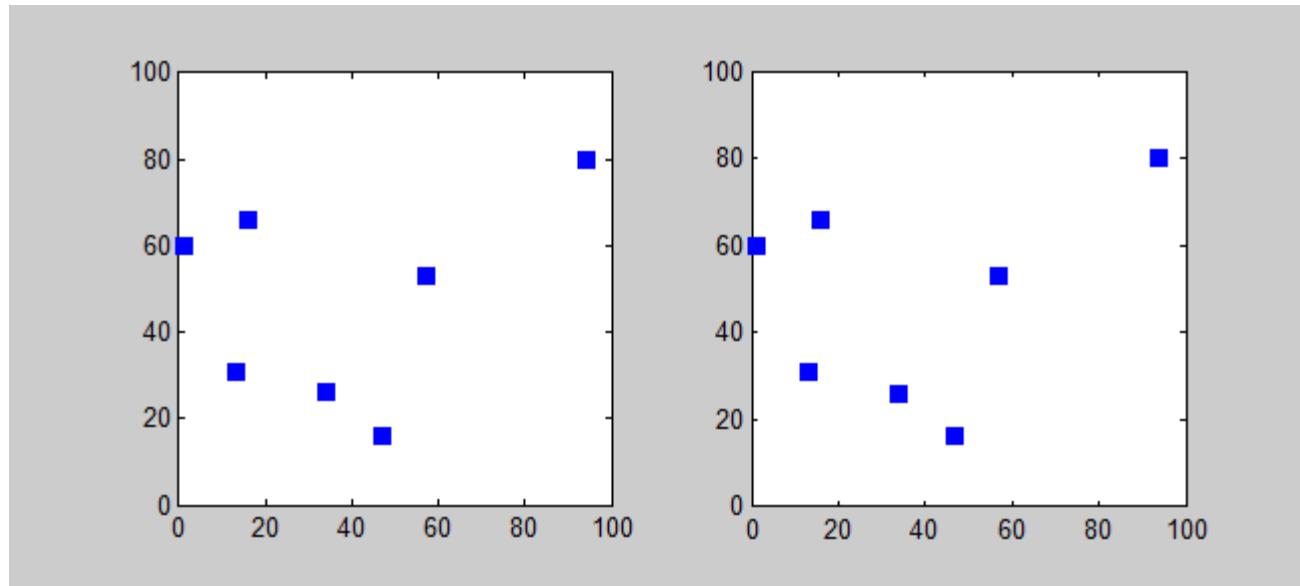
- 도시의 수가 많아지면 **너무 오래 걸린다!**
- 만약 25개의 도시인 경우

$$\frac{24!}{2} \approx 3.1 \times 10^{23}$$

총 3,100,000,000,000,000,000,000,000번 비교 필요

# 순회 외판원 문제의 정답 찾기

- 7개의 도시가 주어져 있을 때 순회외판원 문제의 최소 경로 찾기 예



# 목차

1. 강연자 약력
  2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
  3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
  4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
  5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
- 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결**
- 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)**
- 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)**

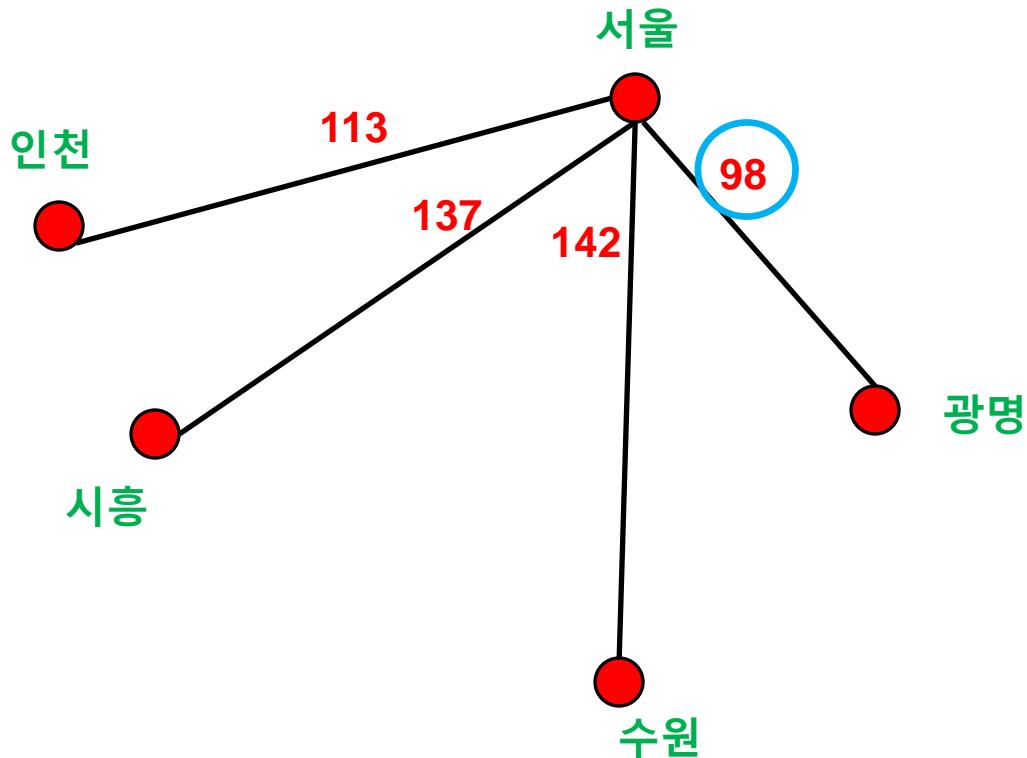
# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 순회 외판원 문제에서 최소 거리인 경로를 찾는데에는 보통 오랜 시간이 걸린다

간단한 방법은 없을까?

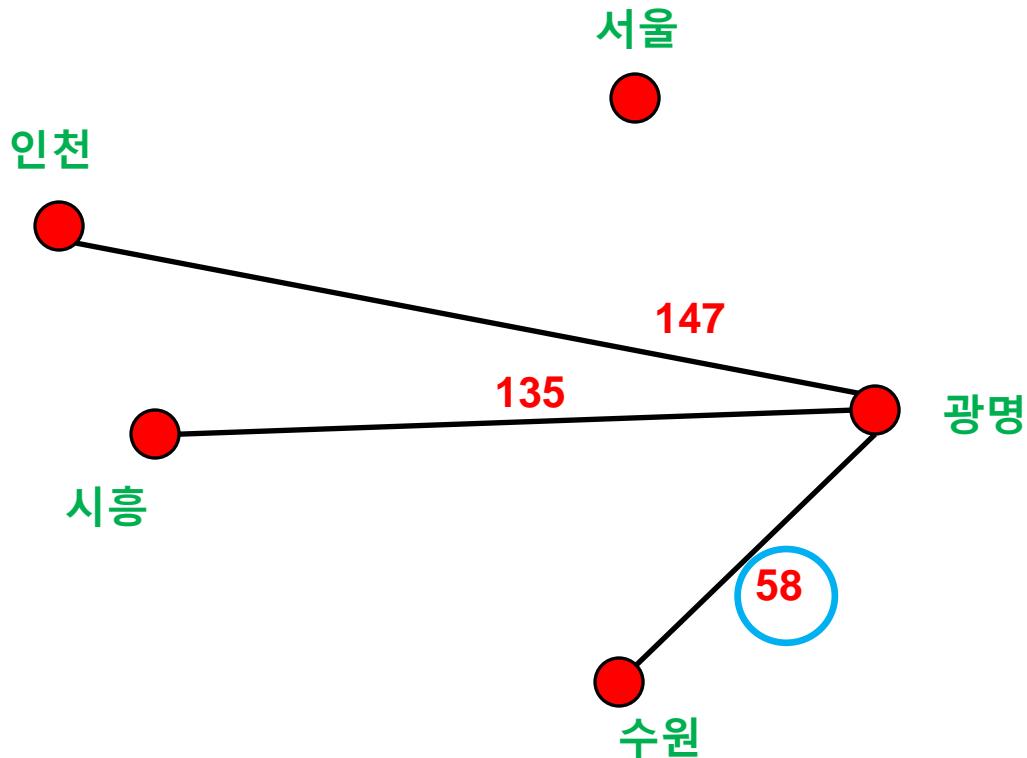
# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 최초 서울에서 출발
- 인천, 시흥, 수원, 광명 중에서 가장 가까운 도시 (광명) 선택



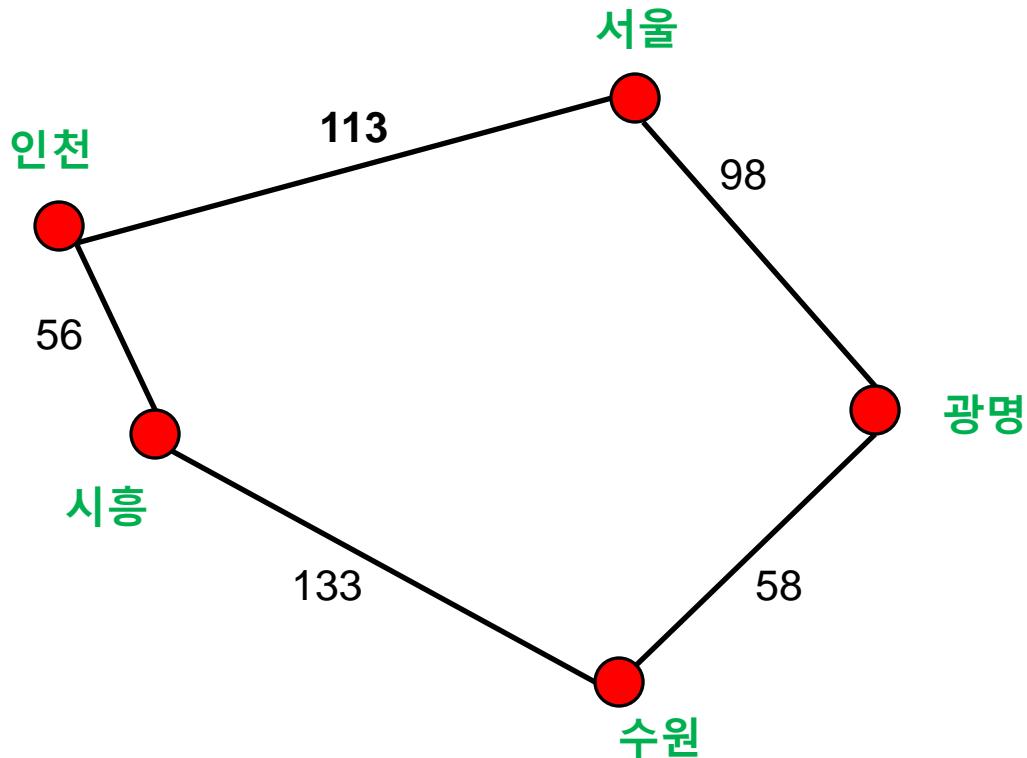
# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 광명에서 인천, 시흥, 수원 중에 가장 가까운 도시 선택
- 수원 선택. **서울->광명->수원**



# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 반복하면
- 서울->광명->수원->시흥->인천->서울, 거리: 458



# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

## ■ 욕심쟁이 (greedy, 탐욕) 알고리즘

욕심쟁이 알고리즘이 뭐야

"욕심쟁이 알고리즘"은 최적화 문제를 해결하는데 사용되는 알고리즘의 한 유형입니다. 이 알고리즘은 **매 순간마다 가장 욕심스럽게(즉, 최적의 선택으로) 행동**하여 최종적으로 전체 문제의 최적해를 찾는 방법입니다. 주어진 문제를 여러 작은 하위 문제로 분할하고, 각 하위 문제에서 가장 욕심스러운 선택을 계속해서 수행하여 최적해에 점진적으로 다가가는 것이 특징입니다.

# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 욕심쟁이 알고리즘을 통해 얻은 답은  
**최적의 답 (최소 거리 경로)**에 비하여 평균적으로  
**25%정도** 좋지 않다.

# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- 욕심쟁이 (greedy, 탐욕) 알고리즘
- 예) 25센터, 10센트, 5센트, 1센트의 동전들이 있을때,  
동전의 수를 최소화하면서 48센트를 동전으로 바꾸어라
- 48센트를 만드는 방법
- 1센트 48개
- 5센트 9개 1센트 3개
- ...

# 방법 1. 욕심쟁이 알고리즘

- **욕심쟁이 알고리즘 적용:** 동전의 수를 최소화 하기 위해 각 단계에서 숫자가 큰 동전 부터 최대한 채운다
- 총 몇 개의 동전이 필요할까?
- 주어진 돈: 48센터
- Step 1: 25센트 1개, 잔돈 23센트
- Step 2: 10센트 2개, 잔돈 3센트
- Step 3: 5센트 0개, 잔돈 3센트
- Step 4: 1센트 3개,

# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

## 방법 2. 구글 OR-TOOLS

- 구글에서 개발한 최적화 문제 해결 도구 (Python등)
- OR-Tools | Google for Developers
- 순회판매원 (여행사 영업 담당자) 문제의 답 구할 수 있다!



라우팅

개요

여행사 영업 담당자 문제

차량 라우팅 문제

용량 제약

픽업 및 배달

기간 제약



## 방법 2. 구글 OR-TOOLS

- OR-Tools 예: 총 13개 도시, 최소 거리로
- 0번에서 시작, 모든 도시를 한번씩 방문, 0번으로 돌아옴



0. New York - 1. Los Angeles - 2. Chicago - 3. Minneapolis - 4. Denver - 5. Dallas  
- 6. Seattle - 7. Boston - 8. San Francisco - 9. St. Louis - 10. Houston - 11. Phoenix - 12. Salt Lake City



# 방법 2. 구글 OR-TOOLS

- 각 도시에서 도시로 거리가 주어져 있으면 이를 한번에 표시할 수는 없을까? **행렬**로 표현
- 컴퓨터에 데이터를 저장할 때 유용

도착도시

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

출발도시  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

```
[0, 2451, 713, 1018, 1631, 1374, 2408, 213, 2571, 875, 1420, 2145, 1972],  
[2451, 0, 1745, 1524, 831, 1240, 959, 2596, 403, 1589, 1374, 357, 579],  
[713, 1745, 0, 355, 920, 803, 1737, 851, 1858, 262, 940, 1453, 1260],  
[1018, 1524, 355, 0, 700, 862, 1395, 1123, 1584, 466, 1056, 1280, 987],  
[1631, 831, 920, 700, 0, 663, 1021, 1769, 949, 796, 879, 586, 371],  
[1374, 1240, 803, 862, 663, 0, 1681, 1551, 1765, 547, 225, 887, 999],  
[2408, 959, 1737, 1395, 1021, 1681, 0, 2493, 678, 1724, 1891, 1114, 701],  
[213, 2596, 851, 1123, 1769, 1551, 2493, 0, 2699, 1038, 1605, 2300, 2099],  
[2571, 403, 1858, 1584, 949, 1765, 678, 2699, 0, 1744, 1645, 653, 600],  
[875, 1589, 262, 466, 796, 547, 1724, 1038, 1744, 0, 679, 1272, 1162],  
[1420, 1374, 940, 1056, 879, 225, 1891, 1605, 1645, 679, 0, 1017, 1200],  
[2145, 357, 1453, 1280, 586, 887, 1114, 2300, 653, 1272, 1017, 0, 504],  
[1972, 579, 1260, 987, 371, 999, 701, 2099, 600, 1162, 1200, 504, 0],
```

# 방법 2. 구글 OR-TOOLS

## ■ 구글의 OR-Tools를 사용하여 순회판원 문제를 해결한 예

Objective: 7293 miles

Route for vehicle 0:

0 → 7 → 2 → 3 → 4 → 12 → 6 → 8 → 1 → 11 → 10 → 5 → 9 → 0



## ■ 실습

## ■ <https://github.com/cm8908/TSP>

경로 길이: 7293 마일

0 ->  
0 -> 7 ->  
0 -> 7 -> 2 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 -> 10 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 -> 10 -> 5 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 -> 10 -> 5 -> 9 ->  
0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 -> 10 -> 5 -> 9 -> 0

# 방법 2. 구글 OR-TOOLS

- 1. 여행 경로끼리 교차하지 않음.



- 2. 시작점 제외 중복으로 도시 방문 없음.

Objective: 7293 miles

Route for vehicle 0:

0 -> 7 -> 2 -> 3 -> 4 -> 12 -> 6 -> 8 -> 1 -> 11 -> 10 -> 5 -> 9 -> 0

## 방법 2. 구글 OR-TOOLS

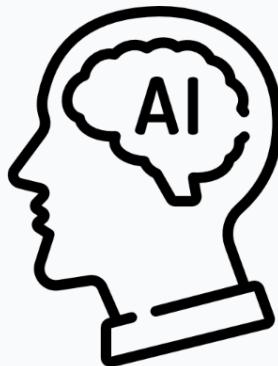
- 구글 OR – TOOLS 를 통해 얻은 답은  
최적의 답 (최소 거리 경로)에 비하여 평균적으로  
2~3%정도 좋지 않다.

# 목차

1. 강연자 약력
2. 인천대 컴퓨터공학부 소개
3. 인천대 컴퓨터공학부 커리큘럼 소개 (실습)
4. 여행하는 세일즈맨 (순회외판원) 문제
5. 순회 외판원 문제의 정답 찾기
  - 5-1. 욕심쟁이 알고리즘을 이용한 문제해결
  - 5-2. 구글 OR-Tools를 이용한 문제 해결 (실습)
  - 5-3. 인공지능을 이용한 문제 해결 (실습)

## 방법 3. 인공지능

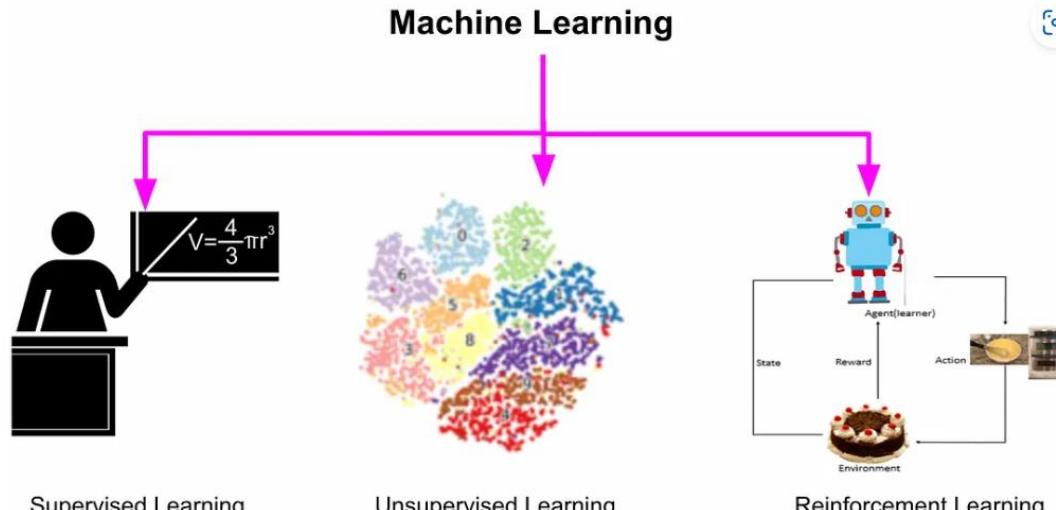
- 인공지능 혹은 기계 학습이란 ?
- 컴퓨터가 인간의 지능적인 작업을 모방하거나 수행할 수 있는 능력



# 방법 3. 인공지능

## ■ 어떻게 학습하나?

1. 지도 학습
2. 비지도 학습
3. 강화 학습



Supervised Learning

Unsupervised Learning

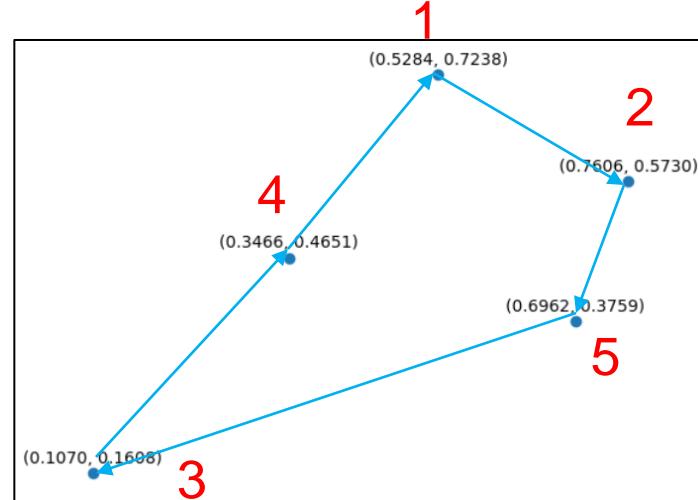
Reinforcement Learning

- 
- 인공지능 학습 단계
  - 1. 데이터 준비: 정답 데이터 준비
  - 2. 사용할 인공지능 모델 선택
  - 3. 학습
  - 4. 출력 생성

# 방법 3. 인공지능

```
tsp5_test.txt - Windows 메모장
파일(F) 폴더(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)
0.0293917945835 0.00964773810843 0.367719666527 0.0106191137455 0.694157200237 0.303067391838 0.724765619752 0.671382093482 0.27330556367 0.955392355916 output 1 2 3 4 5 1
0.528447058132 0.723820349021 0.760590431168 0.572962812756 0.106977584004 0.160785774948 0.348606404914 0.465129584674 0.696204794697 0.375925633357 output 1 2 5 3 4 1
0.946595607796 0.055076370964 0.900261695035 0.33310360808 0.867709892367 0.0504619847148 0.258794395549 0.885420519511 0.0660963526887 0.103315392368 output 1 3 5 4 2 1
0.851153523028 0.739943154728 0.96035578147 0.596362425032 0.930038258598 0.10717940006 0.54971316001 0.956029334878 0.262190562822 0.501427279828 output 1 4 5 3 2 1
0.137993688633 0.182660894121 0.379690055333 0.313163532644 0.0564601582991 0.245320903474 0.246308310686 0.565367742899 0.460767003758 0.282389251905 output 1 3 4 2 5 1
0.218286958442 0.972515900233 0.703058580338 0.501984033514 0.554823566387 0.664882434643 0.404517325224 0.322668256373 0.955478634667 0.276011770824 output 1 3 2 5 4 1
0.899182506221 0.46827349791 0.166866450431 0.0357106408552 0.574468891184 0.198146713806 0.439492020315 0.144716436228 0.74166685404 0.125912272424 output 1 3 4 2 5 1
0.87131653897 0.906237824323 0.0241906401212 0.310740683375 0.227785508312 0.17841179789 0.358576834666 0.658378935748 0.172110359296 0.486718409747 output 1 4 5 2 3 1
0.474973266263 0.963672767468 0.687121110728 0.69272068173 0.77125596534 0.571279145221 0.440475610679 0.112800518098 0.769119827284 0.27270737544 output 1 2 3 5 4 1
0.906353049588 0.708742758174 0.248352048743 0.985213093573 0.851254943369 0.733959632129 0.298546040636 0.048389147399 0.0610096622718 0.688877295191 output 1 4 5 2 3 1
0.459688583895 0.24364501292 0.29276315627 0.990398501767 0.294151471142 0.572609666772 0.543768644693 0.696839986123 0.12478832947 0.809060349271 output 1 4 2 5 3 1
0.0516555805 0.388469744 0.0633186108577 0.299100487967 0.494099422118 0.475508026377 0.916468963485 output 1 3 2 5 4 1
```

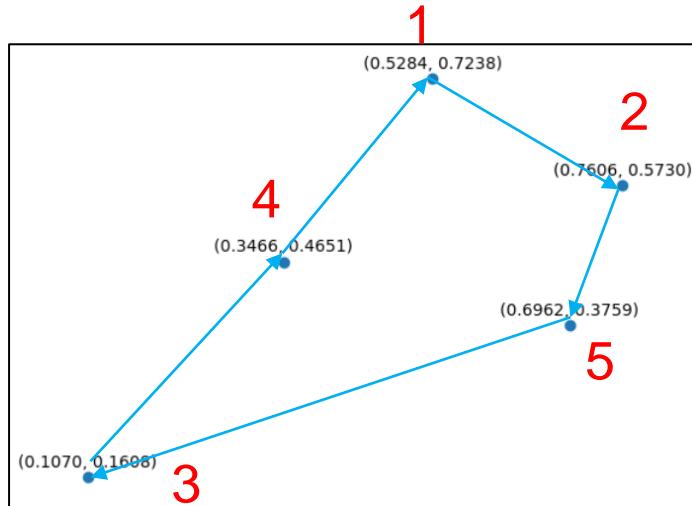
0.528447 0.723820  
x좌표 (위도, 가로) y좌표 (경도, 세로)



# 방법 3. 인공지능

tsp5\_test.txt - Windows 메모장  
파일(F) 폴립(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)

```
0.0293917945835 0.00964773810843 0.367719666527 0.0106191137455 0.694157200237 0.303067391838 0.724765619752 0.671382093482 0.27330556367 0.955392355916 output 1 2 3 4 5 1  
0.528447058132 0.723820349021 0.760590431168 0.572962812756 0.106977584004 0.160785774948 0.346606404914 0.465129584674 0.696204794697 0.375925633357 output 1 2 5 3 4 1  
0.940336607736 0.053070376904 0.900291633555 0.535103555555 0.867709892367 0.0504619847148 0.258794395549 0.885420519511 0.0660963526687 0.103515592568 output 1 3 5 4 2 1  
0.851153523028 0.739943154728 0.960355753147 0.596362425032 0.930038258598 0.10717940006 0.54971316001 0.956029334878 0.262190562822 0.501427279828 output 1 4 5 3 2 1  
0.187993688633 0.182660894121 0.379690055333 0.313163532644 0.0564601582991 0.245320903474 0.246308310686 0.565367742899 0.460767003758 0.282389321905 output 1 3 4 2 5 1  
0.212286958442 0.972515900233 0.703058580338 0.581084033514 0.554823566387 0.664682434643 0.404517325224 0.322668256373 0.955478634667 0.276011770824 output 1 3 2 5 4 1  
0.899182506221 0.46827349791 0.166866450431 0.0357106468552 0.574468891184 0.198146713806 0.439492020315 0.144716436228 0.74166685404 0.125012272424 output 1 3 4 2 5 1  
0.871331653897 0.906237824323 0.0241906401212 0.310740683975 0.227785508312 0.17841179789 0.356576834666 0.658378935748 0.172110359296 0.486718409747 output 1 4 5 2 3 1  
0.474975266263 0.963672767468 0.687121110728 0.69272068173 0.77435596534 0.571279145221 0.440475610679 0.112800518098 0.769119827284 0.272707373544 output 1 2 3 5 4 1  
0.906353849588 0.708742758174 0.248352048743 0.985213093573 0.851254943369 0.733959632129 0.298546040636 0.048389147399 0.061009602718 0.688877295191 output 1 4 5 2 1 1  
0.459688588885 0.24864591292 0.29276315627 0.990398591767 0.294151471149 0.572609666772 0.543768644693 0.696839986123 0.124788922947 0.809060349271 output 1 4 2 5 3 1  
0.0516558058715 0.815652194211 0.822743085411 0.225454839799 0.408697215274 0.345826546569 0.388574927099 0.95507541749 0.290288474543 0.809491382519 output 1 3 2 4 5 1  
0.388469744308 0.299885259177 0.788249658284 0.752496520075 0.505963324084 0.0633186108577 0.299100487967 0.494099422112 0.475509026277 0.016463923485 output 1 3 2 5 4 1
```



1 2 5 3 4 1

1번 도시 ->2번도시 ->5번도시

- 
- 인공지능 학습 단계
  - 1. 데이터 준비: 정답 데이터 준비
  - 2. 사용할 인공지능 모델 선택
  - 3. 학습
  - 4. 출력 생성

# 방법 3. 인공지능

- 인공지능, 번역기와 챗GPT와 같은 곳에서 가장 많이 쓰이는 인공지능: **Transformer 모델**
- 구글에서 2017년에 최초로 나온 인공지능 모델

The screenshot shows a YouTube search results page for "transformer 모델". The search bar at the top contains the query. Below it, there are several video thumbnails. One prominent thumbnail is for a video titled "DC-DC 컨버터 - AC-DC 컨버터 전문기업 수유전자" (DC-DC Converter - AC-DC Converter Professional Company Su-Yu Electronics). Another thumbnail is for "[DMQA Open Seminar] Transformer" by 김성범 [교수 / 산업경영공학부]. A third thumbnail is for "[딥러닝 기계 번역] Transformer: Attention Is All You Need (꼼꼼한 딥러닝 논문 리뷰와 코드 실습)". The left sidebar of the YouTube interface is visible, showing navigation links like Shorts, Subscriptions, and Watch History.

YouTube

transformer 모델

전체 Shorts 시청하지 않음 감상한 동영상 추천 최근에 업로드된 동영상 실시간 필터

홈 Shorts 구독 보관함 시청 기록 내 동영상 내 영화 나중에 볼 동영상 좋아요 표시한 동영상 대전보건대학교 채널 탐색

DC-DC 컨버터 - AC-DC 컨버터 전문기업 수유전자

트랜스포머, 마이크로 스피커, 지문인식 모듈, 등 전자부품 전문.  
Transformer, Li-Sion, Toward relay, MINMAX TECHNOLOGY. Transformer.

광고 · <https://www.su-yu.co.kr/>

제품소개 회사소개 연락처 사업소개

[DMQA Open Seminar] Transformer

조회수 1만회 · 2년 전

김성범[ 교수 / 산업경영공학부 ]

36:42 화학 분야 구조 생성 모델 연구 기준 연구: Seq2Seq 기반의 MaskGAN 모델 적용 Transformer 기반의 생성 모델 연구 및 강화학습 적용 ...

트랜스포머의 동작 원리: 인코더(Encoder)와 디코더(Decoder)

Layer N Same Operations Add + Norm Feedforward Layer

[딥러닝 기계 번역] Transformer: Attention Is All You Need (꼼꼼한 딥러닝 논문 리뷰와 코드 실습)

조회수 10만회 · 2년 전

84

- 
- 인공지능 학습 단계
  - 1. 데이터 준비: 정답 데이터 준비
  - 2. 사용할 인공지능 모델 선택
  - 3. 학습
  - 4. 출력 생성

---

## ■ 학습 과정

- 1. 최초에는 예측 실패
- 2. 예측 결과와 정답이 틀리면 오차 (loss)생김
- 3. 오차를 줄이도록 학습 시킴
- 4. 오차가 충분히 줄면 학습이 끝남

입력 데이터

| x    | y    |
|------|------|
| 0.53 | 0.72 |
| 0.76 | 0.57 |
| 0.11 | 0.16 |
| 0.35 | 0.47 |
| 0.70 | 0.38 |

정답 데이터

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|

정답 데이터

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|

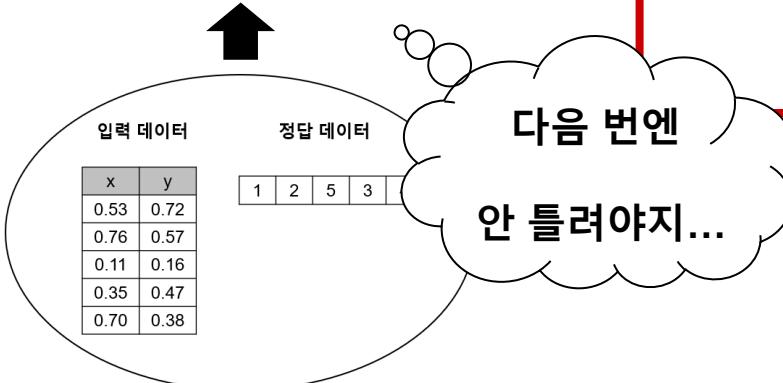
정답 데이터

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 5 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|

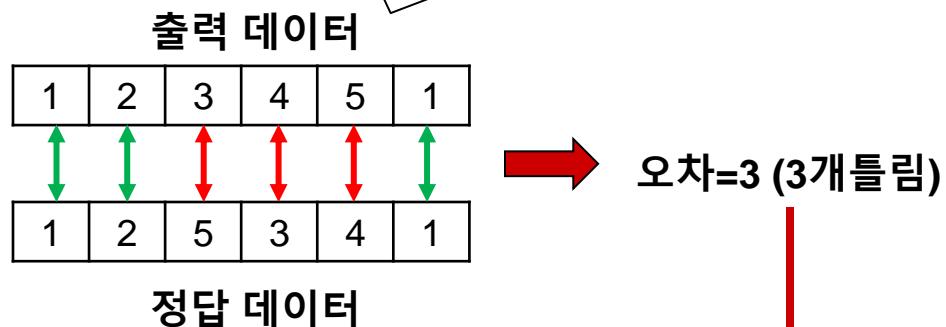
• • •

출력 데이터

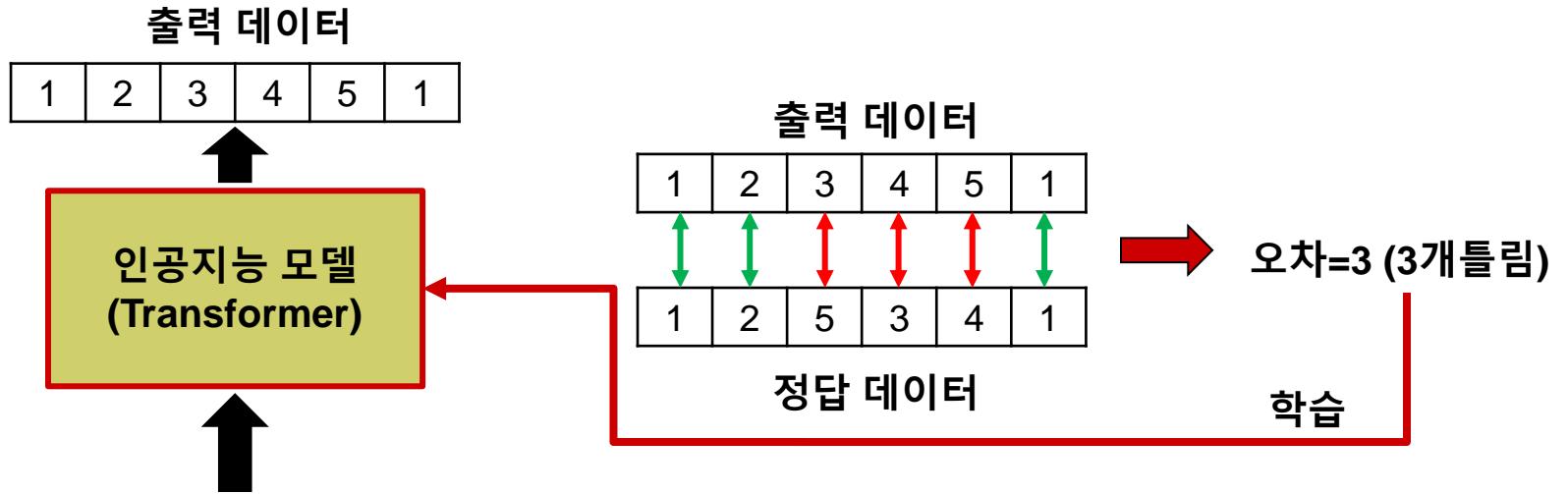
|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|



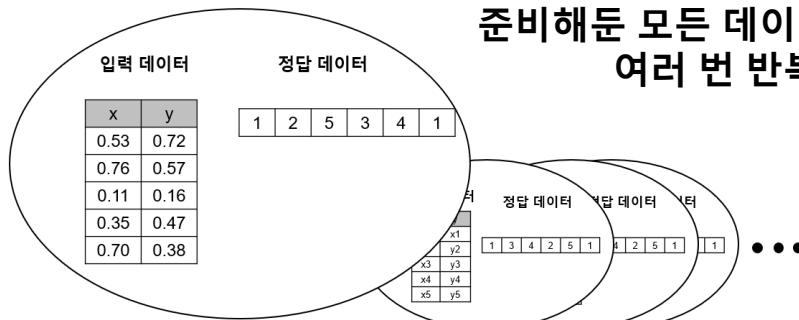
출력 데이터와 정답 데이터를  
비교하여 오차(둘 사이의 차이)를 계산함  
초록색: 정답, 빨간색: 오답



인공지능 모델이 오차를 줄이도록 학습됨

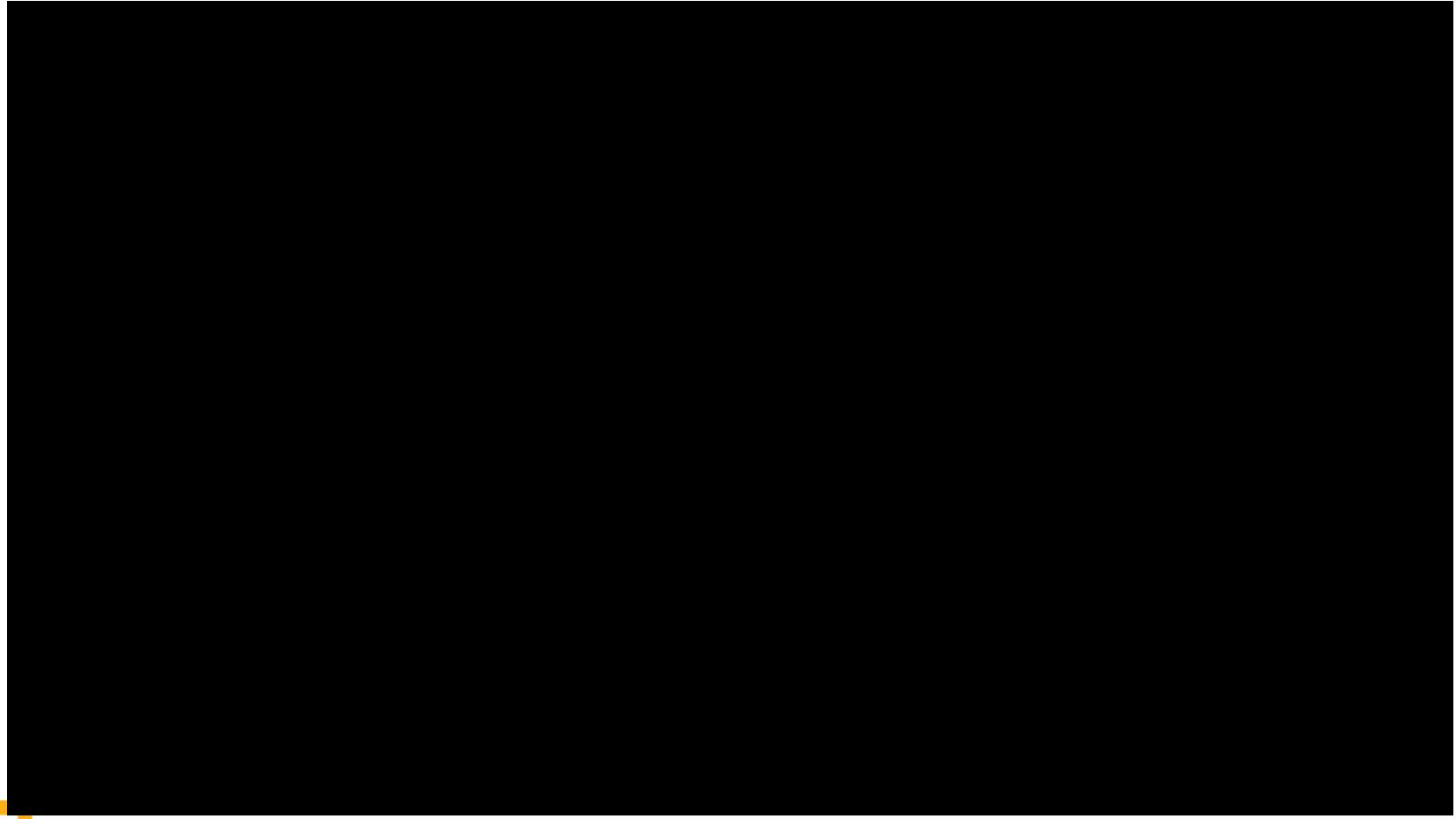


지금까지의 과정을  
준비해둔 모든 데이터에 대해서  
여러 번 반복함 → 인공지능 모델의 오차가 줄어듦  
(=정확도가 올라감)

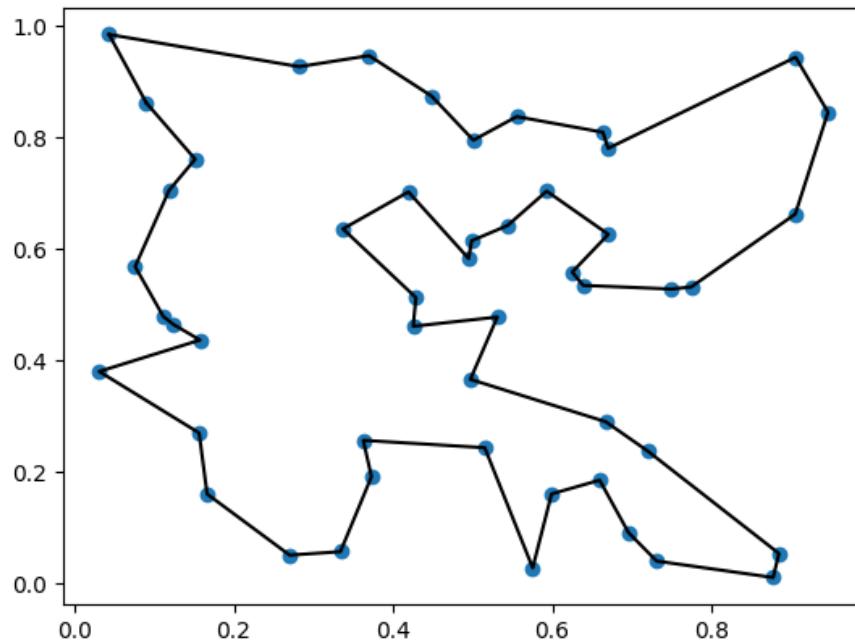


- 
- 인공지능 학습 단계
  - 1. 데이터 준비: 정답 데이터 준비
  - 2. 사용할 인공지능 모델 선택
  - 3. 학습
  - 4. 출력 생성: 입력을 넣으면 출력 생성

## 방법 3. 인공지능



- 구글 코랩을 사용한 실습
- <https://github.com/cm8908/TSP>



# 방법 3. 인공지능

## ■ 최근 우리 연구실의 연구결과 (2023년 아카이브 제출)

arXiv > cs > arXiv:2305.01883

Computer Science > Machine Learning

[Submitted on 3 May 2023]

### A Lightweight CNN-Transformer Model for Learning Traveling Salesman Problems

Minseop Jung, Jaeseung Lee, Jibum Kim

Transformer-based models show state-of-the-art performance even for large-scale Traveling Salesman Problems (TSPs). However, they are based on a standard Transformer architecture which is computationally expensive. Our CNN-Transformer model is able to better learn spatial features from input data using a CNN embedding layer compared with the standard Transformer-based models in terms of TSP solution quality, GPU memory usage, and inference time. Our model consumes approximately 20% less GPU memory than the state-of-the-art Transformer-based models.

Subjects: **Machine Learning (cs.LG)**; Computational Geometry (cs.CG)

Cite as: arXiv:2305.01883 [[cs.LG](#)]

(or [arXiv:2305.01883v1 \[cs.LG\]](#) for this version)

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.01883> 

#### Submission history

From: Jibum Kim [[view email](#)]

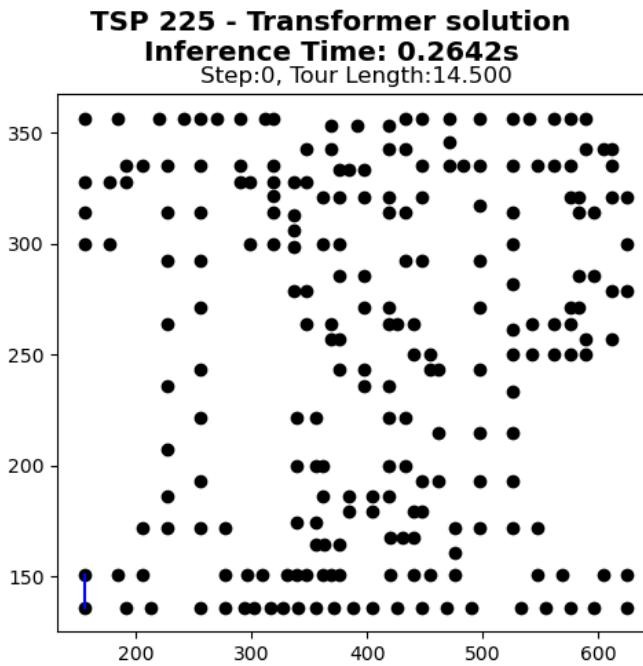
[v1] Wed, 3 May 2023 04:28:10 UTC (233 KB)

- 최적 결과와 비교 매우 좋은 성능
- 50개 도시: 겨우 (?) 0.1% 나쁜 성능

| Method              | Type                 | TSP50       |       | TSP100      |       |
|---------------------|----------------------|-------------|-------|-------------|-------|
|                     |                      | Tour length | Gap   | Tour length | Gap   |
| Concorde [6]        | Exact solver         | 5.689       | 0.00% | 7.764       | 0.00% |
| OR Tools [3]*       | Heuristic            | 5.80        | 1.83% | 7.99        | 2.90% |
| Kool et al. [4]*    | Greedy               | 5.80        | 1.76% | 8.12        | 4.53% |
|                     | Beam search (B=5000) | 5.72        | 0.47% | 7.93        | 2.18% |
|                     | Greedy               | 5.750       | 1.05% | 8.015       | 3.22% |
| TSP Transformer [5] | Beam search (B=2500) | 5.696       | 0.11% | 7.863       | 1.26% |
|                     | Greedy               | 5.745       | 0.97% | 7.985       | 2.83% |
| Ours                | Beam search (B=2500) | 5.695       | 0.10% | 7.851       | 1.11% |

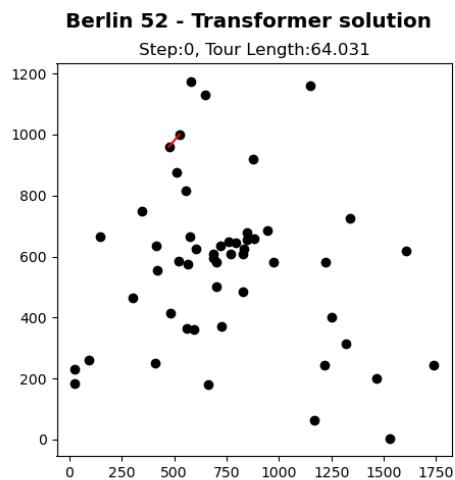
## 방법 3. 인공지능

- **TSP 225:** TSP 모양의 경로가 나오게 만든 가상의 데이터에 대하여 Transformer 모델을 학습시키고 정답을 예측한 예



## 방법 3. 인공지능

- Berlin 52: 실제 독일 베를린 지역에서 순회판매원 문제에 대하여 Transformer 모델을 학습시키고 정답을 예측한 예



## 방법 3. 인공지능

- 인공지능을 통해 얻은 답은  
**최적의 답**에 거의 가깝다.

---

## ■ Q & A