

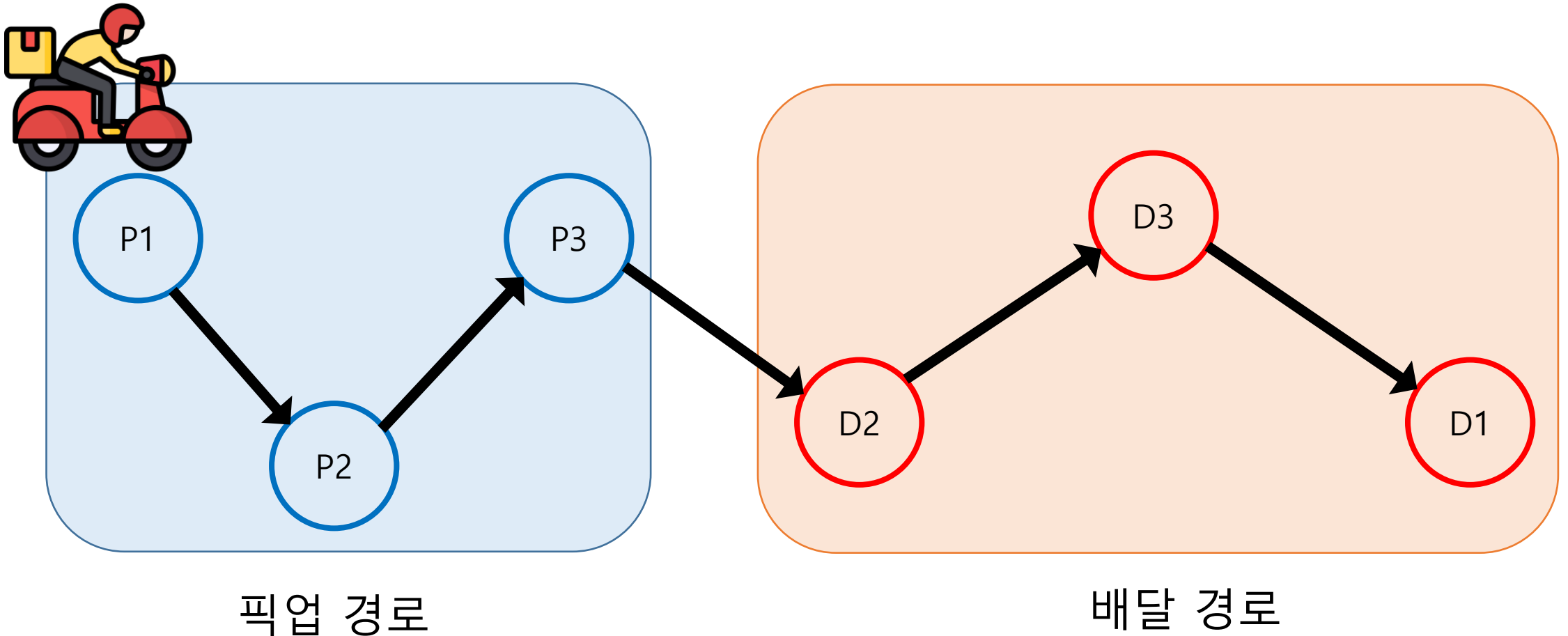
# OPTIMIZATION GRAND CHALLENGE 2024

nodez

고우석, 조원우, 홍성원(팀장)

# 전체 경로

- 전체 경로: 용량 제약, 시간 제약, 방문 순서 제약을 만족시키는 한 배달원의 이동 경로.
- 전체 경로는 픽업 경로와 배달 경로로 분리가 가능하다.



# 전체 알고리즘

## 알고리즘 개요

1. 전체 경로 탐색 → Our focus!

→ 용량 제약, 시간 제약, 방문 순서 제약 만족

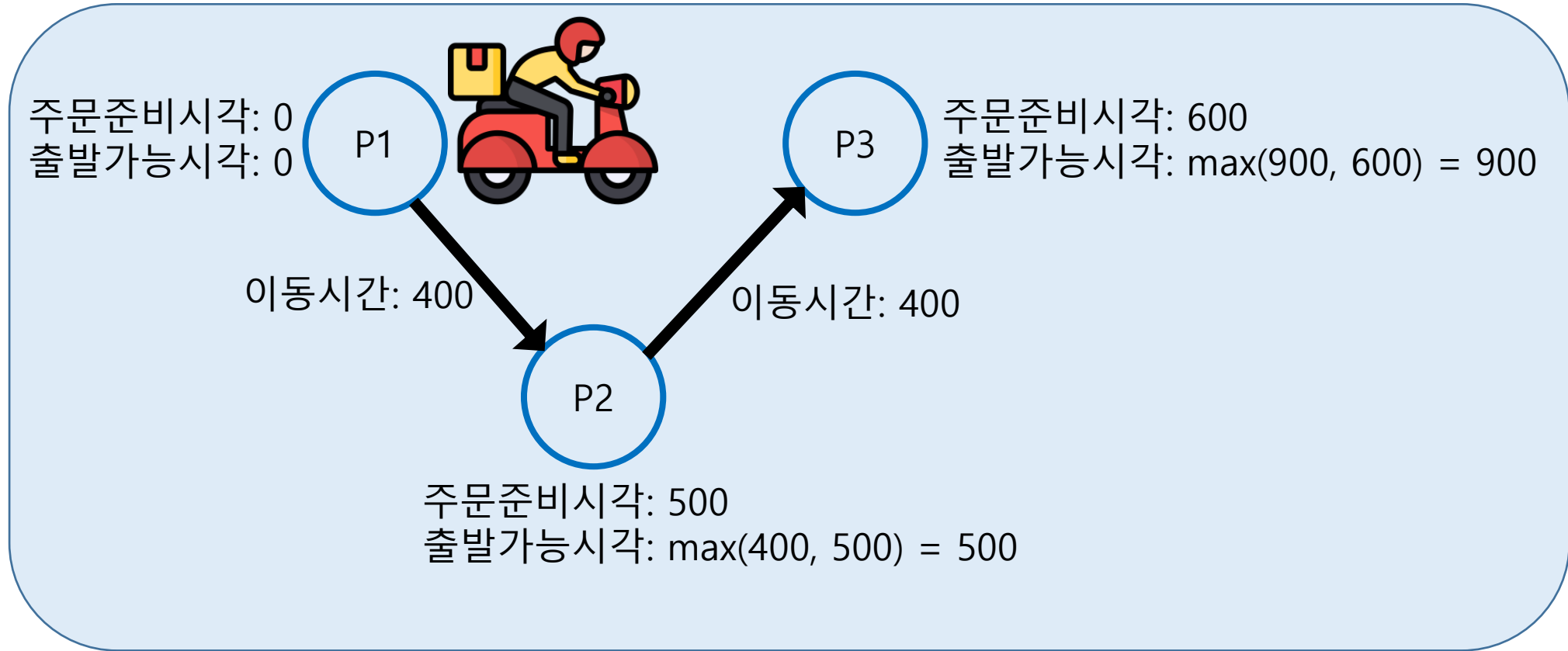
2. 탐색한 전체 경로들 중 무엇을 사용할지를 결정하는 혼합정수계획(MIP) 모형 풀이

→ 주문 만족 제약, 배달원 할당 제약 만족

## 구현 관련

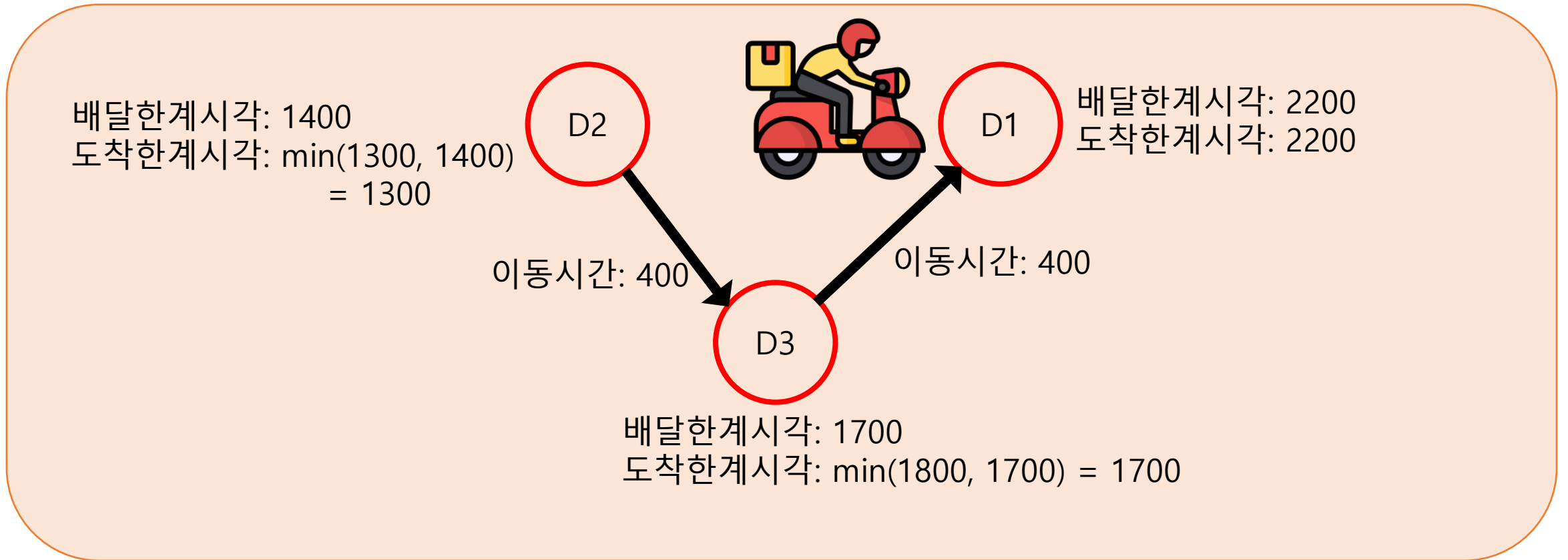
- 프로그래밍 언어: C++
- MIP 솔버: Gurobi

# 픽업 경로



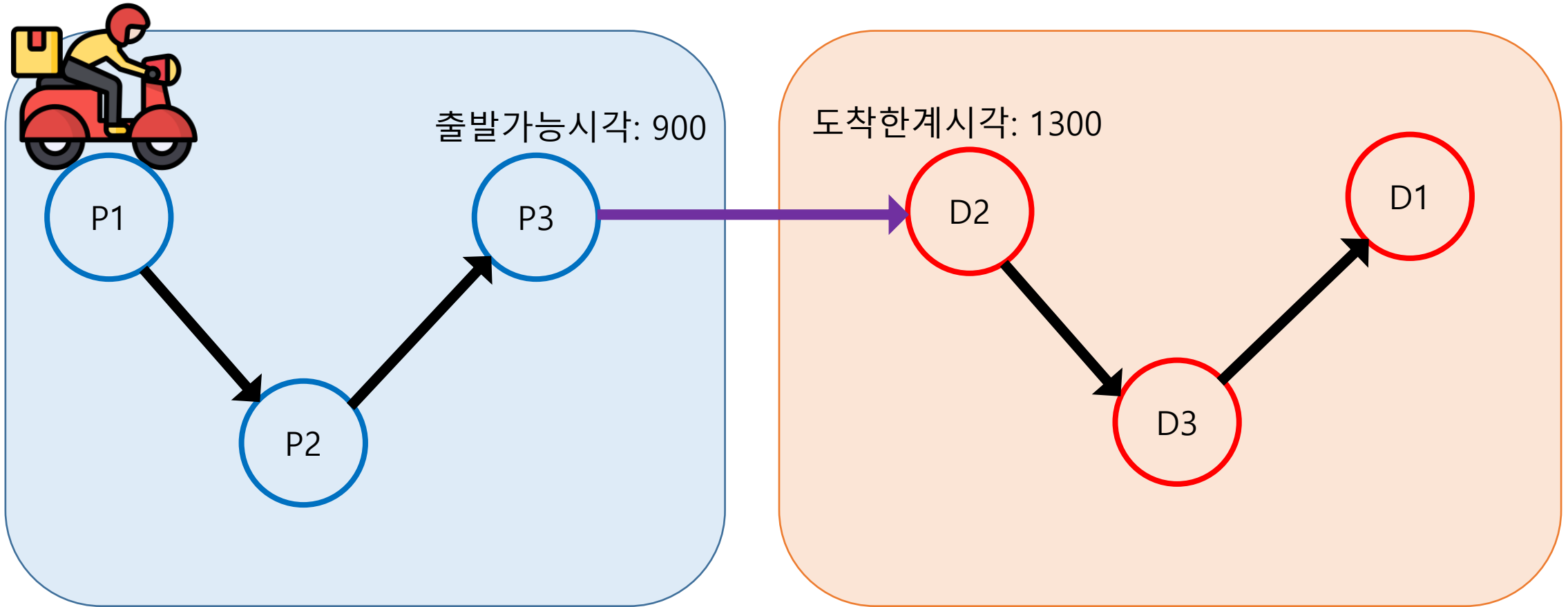
- 오토바이 배달원이 (P1→P2→P3)로 배달하는 경우, P3에서 900에 출발할 수 있다.

# 배달 경로



- 오토바이 배달원이 (D2→D3→D1)로 배달하는 경우, D2에 1300까지 도착해야 한다.

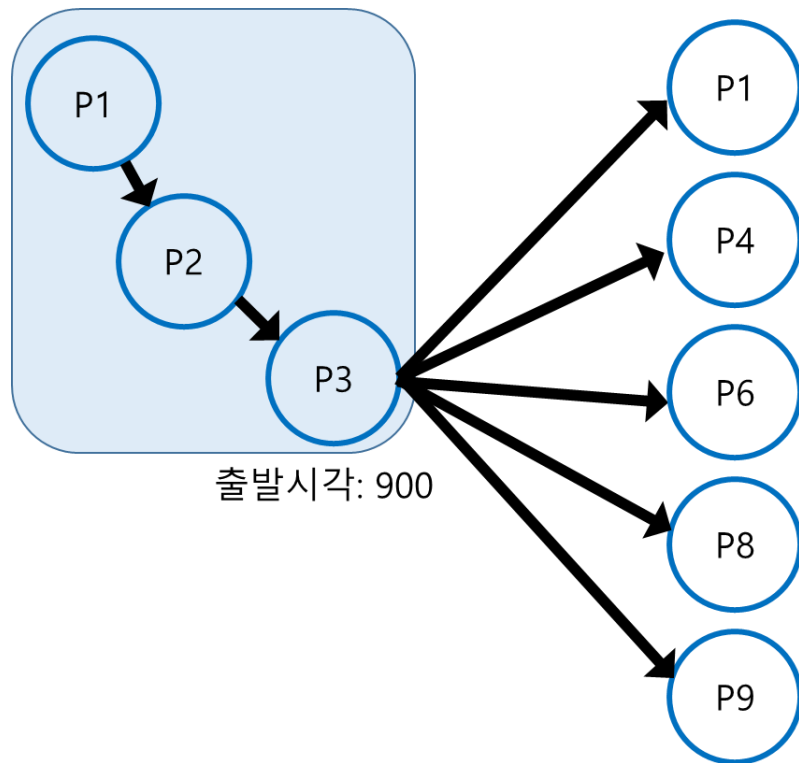
# 픽업 경로 + 배달 경로



- (P3→D2)시간이 400 이하이면 배달이 가능하고, 400보다 크면 시간 제약을 위반한다.
- 픽업 경로의 출발가능시각과 배달 경로의 도착한계시각 정보만 있으면 시간 제약을 만족하는 전체 경로를 생성 가능하다.
- 픽업 경로와 배달 경로를 따로 생성한 뒤, 합치는 방식으로 전체 경로를 탐색한다.<sup>6</sup>

# 픽업/배달 경로 확장

- 현재 위치의 주문  $i$ 에 대하여, 다음 주문을  $j$ 라고 했을 때,  $((P_i, P_j)$  거리 +  $(D_i, D_j)$  거리) 값이 가장 작은  $N$ 개의 주문으로만 확장한다.

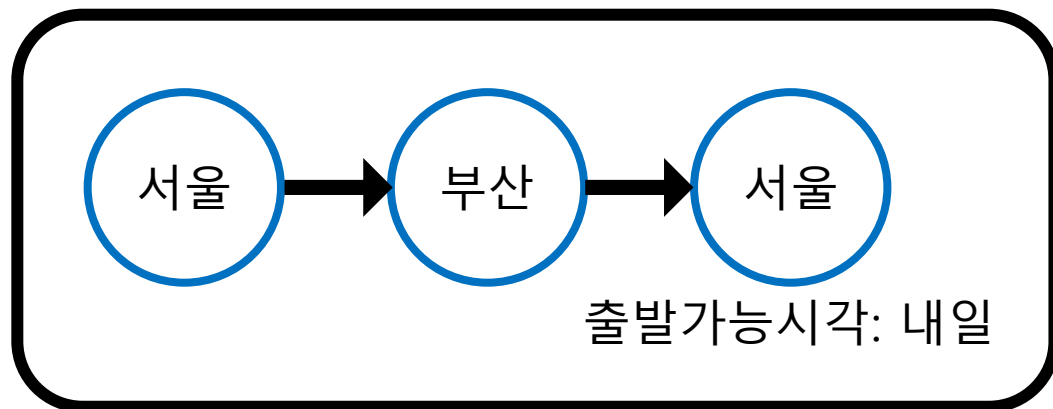


거리 기준으로 일부만 탐색하는 방법의 효과성:

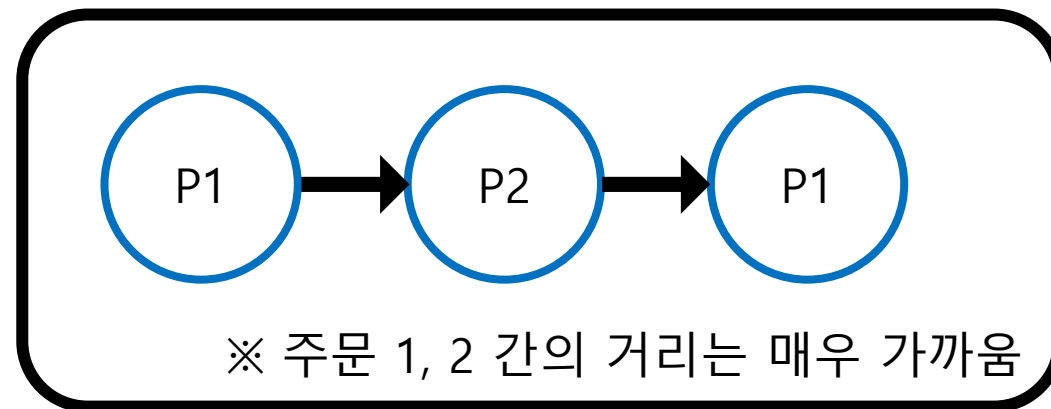
- Ex1) 본선 #4 ( $K = 500$ ,  $\text{timelimit} = 60$ ):  
 $N = 31$ 로 전체 제출 중 가장 좋은 결과 얻음
  - Ex2) 결선 #10 ( $K = 300$ ,  $\text{timelimit} = 30$ ):  
 $N = 24$ 로 전체 제출 중 (가장 좋은 결과 + 2) 얻음
- $\therefore$  거리상 가까운 곳으로만 확장해도 해 품질이 좋다.**

# 경로 확장 - 구현 상의 아이디어 (1/3)

- 픽업, 배달 경로를 분리해서 확장하는 방식에는 두 가지 문제가 있다:



첫째로, 배달(픽업) 경로들과 합쳐질 수 없는 픽업(배달) 경로들을 효율적으로 찾아서 지워야 한다.



둘째로, 같은 주문을 두 번 이상 처리하는 픽업(배달) 경로들을 효율적으로 찾아서 지워야 한다.

- 이 두 문제를 동시에 처리하는 일석이조의 알고리즘을 고안하였다.

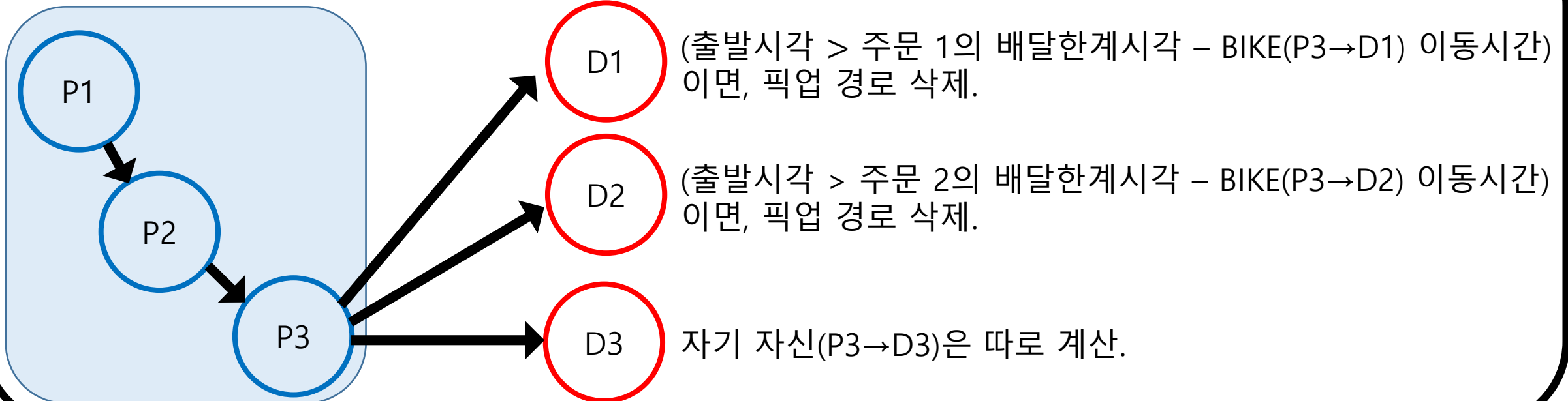


## 경로 확장 – 구현 상의 아이디어 (2/3)

픽업 경로 기준으로 설명한다 (배달 경로에도 적용 가능).

- 배달 장소에 바로 가도 배달한계시각보다 늦으면, 그 픽업 경로는 지울 수 있다.
- (주문  $j$ 의 배달한계시각 –  $\text{RIDER}(P_i \rightarrow D_j)$  이동시간)을  $(i, j)$ 값으로 가지는 array를 사용한다.

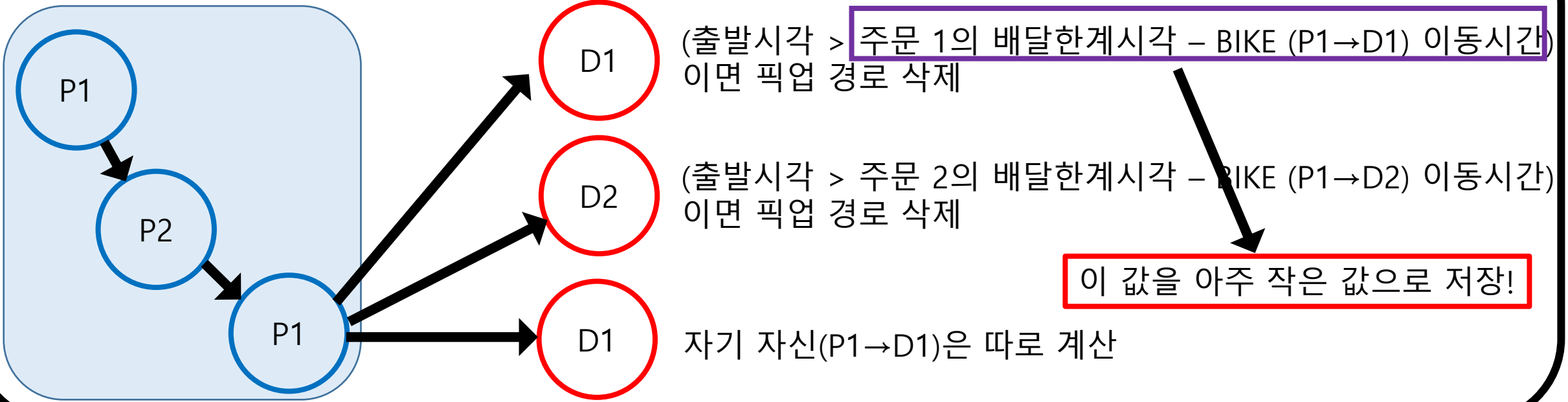
예시:  $(P1 \rightarrow P2 \rightarrow P3)$



## 경로 확장 - 구현 상의 아이디어 (3/3)

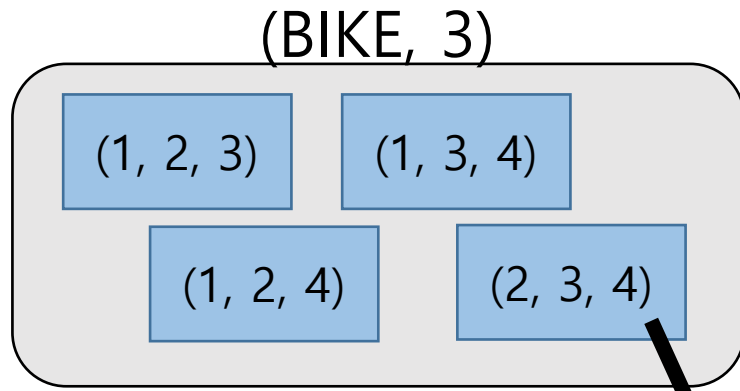
- 픽업 경로에 중복되는 주문이 존재함은 array의 대각 성분을 참조함과 동치이다.
- array의 대각 성분 값들을 아주 작은 값으로 저장하면, 중복되는 주문이 있는 모든 픽업 경로를 지울 수 있다.

예시: (P1→P2→P1)



# 경로 저장 방식

- (배달원 종류, 주문 개수) 별 hash map 생성 (주문 개수는 최대 8개까지):



Key: 정렬된 주문 리스트.

Value:

- 배달원의 남은 부피(=BIKE 용량 - (주문 2, 3, 4, 부피 합)),
- 픽업 경로 정보 (현재 위치, 비용, 출발가능시각) 리스트,
- 배달 경로 정보 (현재 위치, 비용, 도착한계시각) 리스트.

- Key와 픽업(배달) 경로 정보로 픽업(배달) 경로를 확장한다.
- 한 Key의 픽업 경로 정보와 배달 경로 정보를 이용해서 시간 제약을 만족하는 최소 비용 전체 경로를 탐색한다.

- 작은 크기의 문제에 대하여 짧은 시간 안에 좋은 해를 내는 데 적합한 알고리즘이다.
- 본 알고리즘은 탐색 과정에서 얻은 모든 전체 경로들을 MIP 모형에 포함시키는데, 경로들 중 일부만 넣고 선형완화문제를 푼 후에 수정 비용(reduced cost) 등을 이용하여 경로들을 추가/삭제하면 알고리즘 성능이 훨씬 향상될 것이라고 생각한다.
- 주문의 중복 처리 방지, 용량 제약 처리, MIP 최적해의 경로 복원 등에 다른 알고리즘에서도 참고할 만한 구현상의 아이디어들이 있다.

**Thank you!**

nodez

고우석, 조원우, 홍성원(팀장)