

환경을 고려한 라스트 마일 음식 배송 정책

세종대학교 호텔관광경영학과

고영대 교수 (제1저자)

대진대학교 산업공학과

오용희 교수 (발표자, 교신저자)



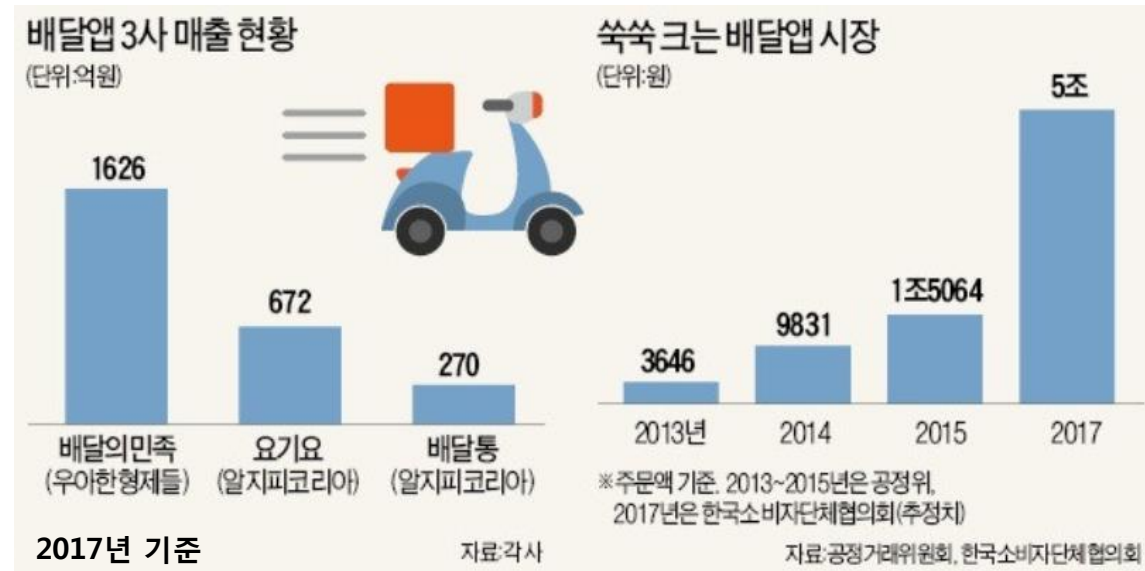
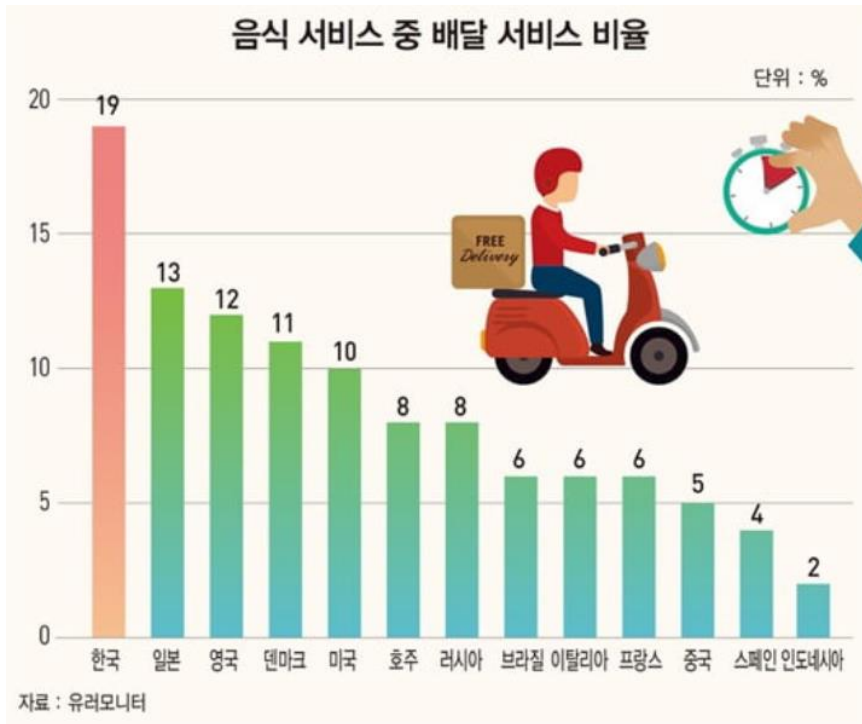
목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론



연구 배경

■ Is the Kitchen Dead?



연구 배경

- Last mile delivery

라스트 마일(Last Mile)은 '사형수가 집행장으로 걸어가는 마지막 길'을 뜻한다. 여기에 배달, 전달을 뜻하는 단어 Delivery가 붙은 것이다. 물류 업계에서 말하는 라스트 마일 배송은 '상품이 목적지까지 전달되기 위해 사용되는 모든 요소' 들을 뜻한다.



연구 배경

- Disposable bowl

- 장점: 회수할 필요 없음.
(배송비용↓, 환경오염↓)
- 단점: 일회용 용기 구입 필요.
(구입비용↑, 환경오염↑)



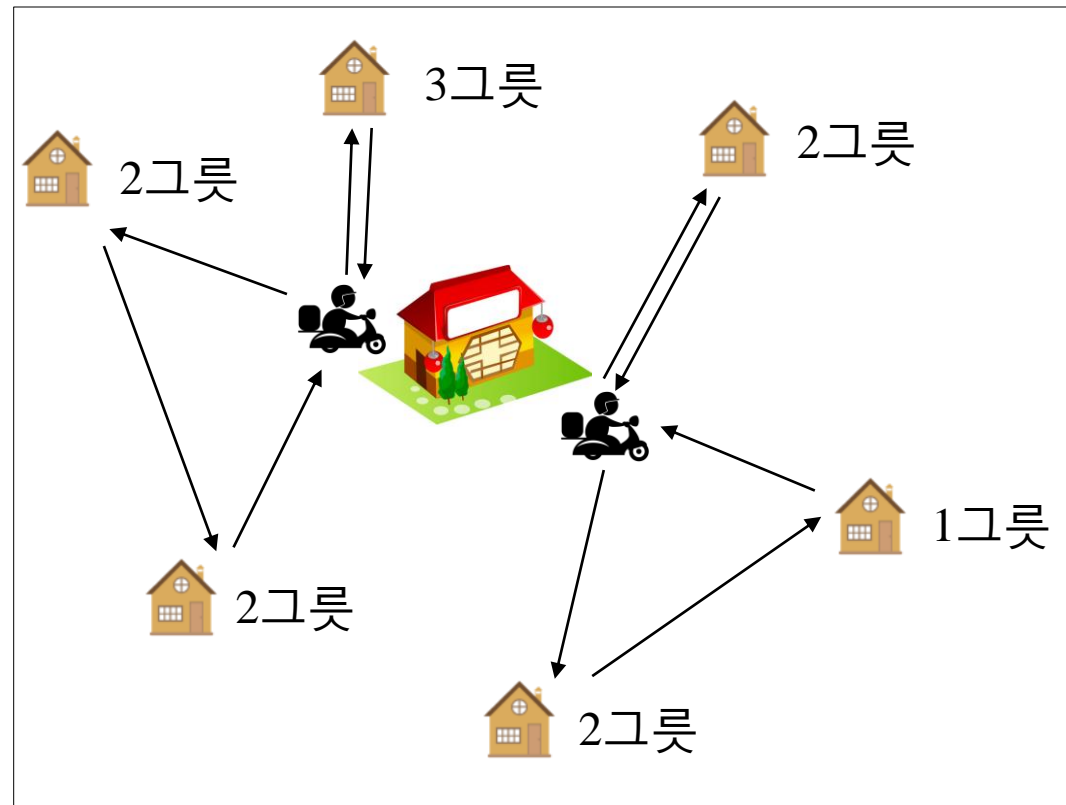
연구 배경

■ 의사결정 요소

- 각 오토바이의 배송 경로
- 각 수요처별 용기 종류(1회용vs.일반)

■ 고려사항

- 비용(배송, 용기구입)
- 환경(배송, 용기폐기)



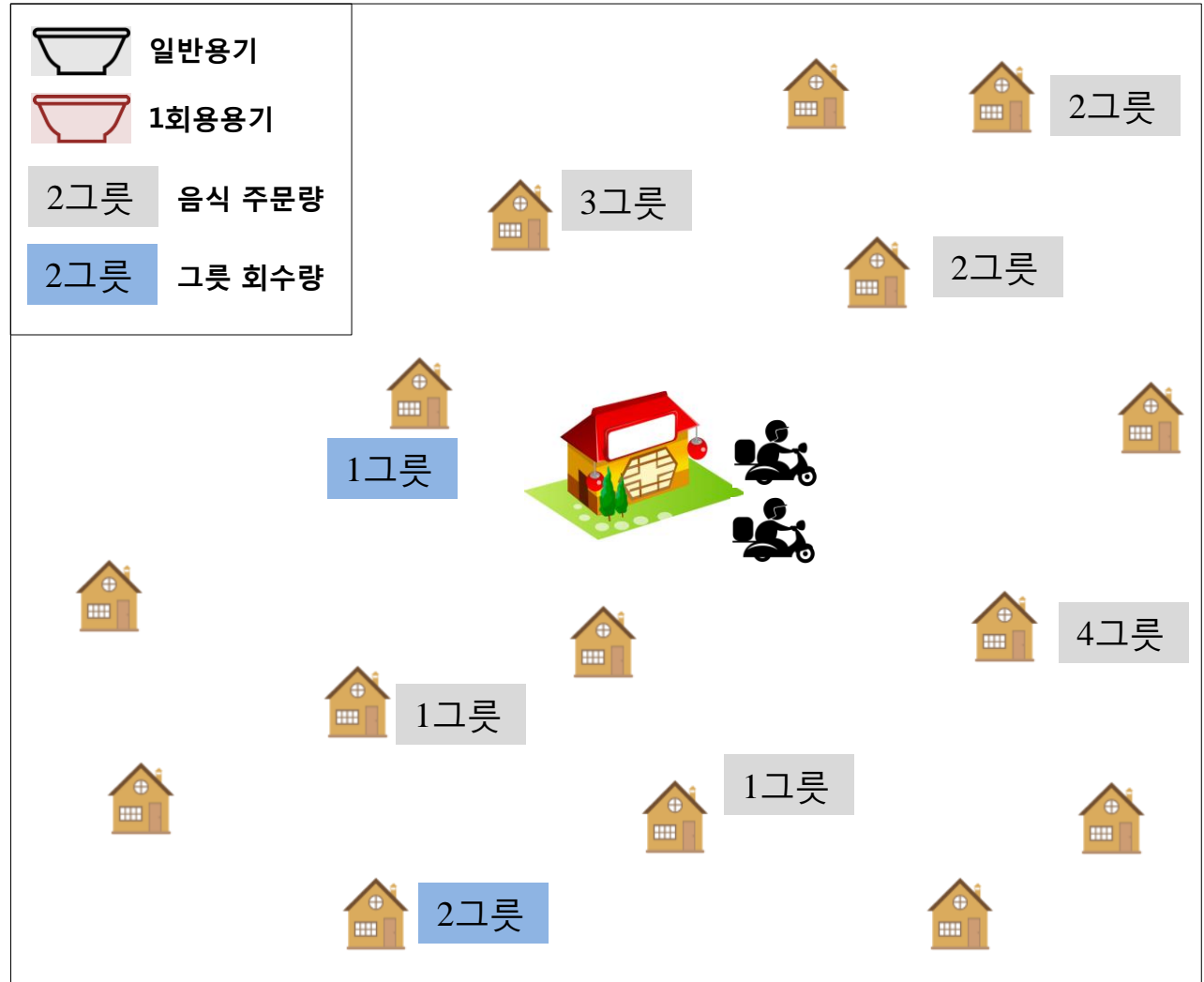
목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론



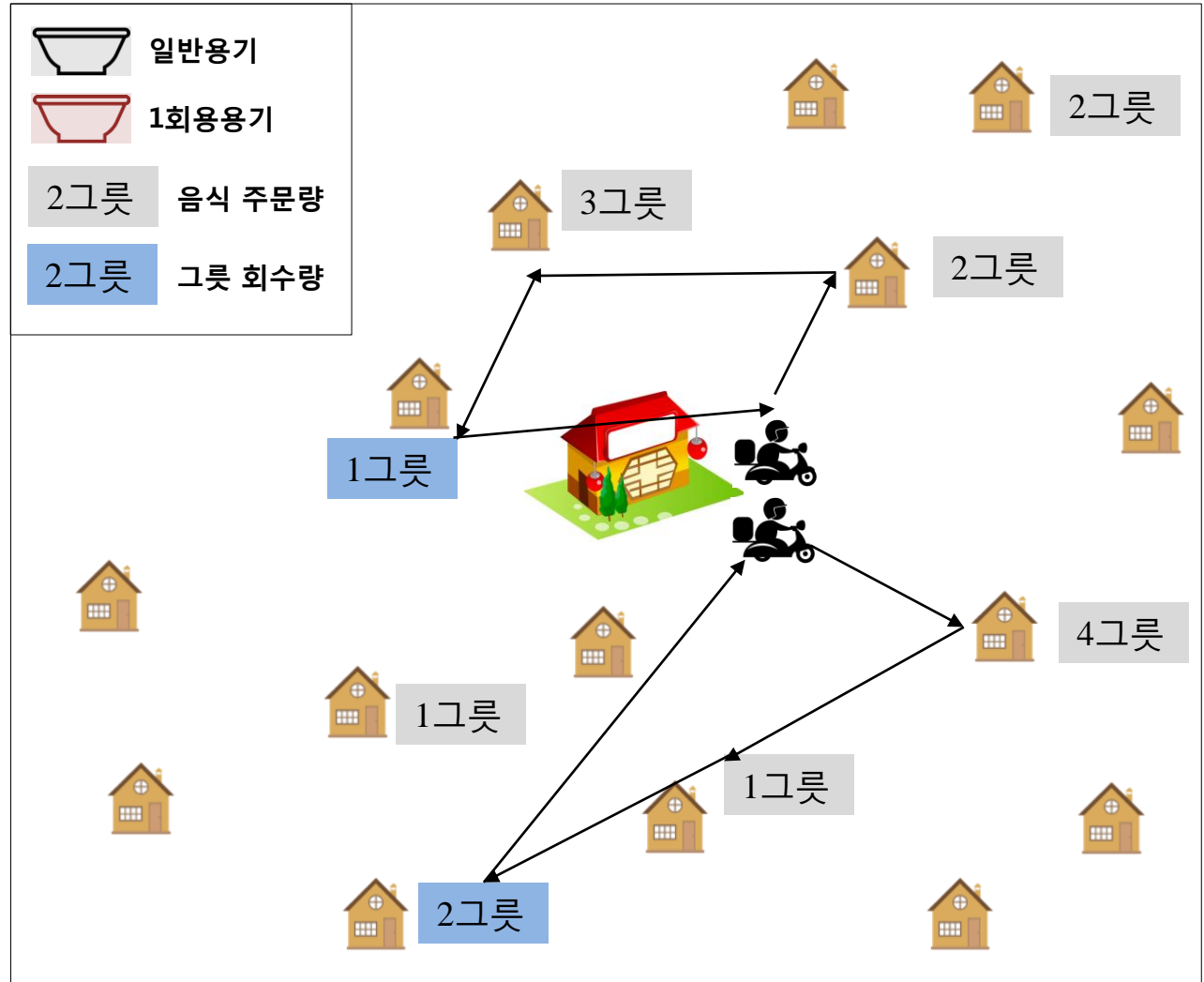
문제 상황

- 의사결정을 내려야 하는 특정 t 시점
- 가용 오토바이 존재
- 수요처 별 음식주문 혹은 그릇회수 물량 존재
- 일반용기 vs 1회용용기



문제 상황

- 오토바이별 route 생성
및 수요처 별 사용 그릇
종류 결정
- 배송비용, 용기구입비용
- 배송오염, 용기폐기오염
- 배송 및 수거 못한 수요
처에 대한 penalty
- 오토바이 배송용량 및
배송시간 제약



문제 상황

- 목적함수: i) 비용 최소화 (1회용기 구입비용 및 배송비용 고려)
 - ii) 환경을 고려한 비용 최소화 (배송 및 1회용용기 폐기에 따른 환경오염 고려)
 - iii) 환경부담금을 고려한 비용 최소화 (1회용용기 사용에 따른 환경부담금 고려)
- 가정
 - ✓ 수요처에서 발생한 음식주문 및 그릇회수 물량을 가능한 많이 처리해야 함
 - ✓ 일반용기의 회수는 배달을 마치고 수행되어야 함(음식배송 중 그릇회수 금지)

목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론



수리 모형

■ Notations

i, j	: 노드 인덱스
k	: 오토바이 인덱스
I	: 수요처 노드 셋
I^+	: 수요처 및 음식점 노드 셋, $I^+ = I \cup \{0\}$
K	: 오토바이 셋
ct	: 단위시간 동안 오토바이 운행비용
cb	: 1회용용기 개당 구입비용
pa	: 음식주문을 배송하지 못한 경우 단위물량 당 페널티 비용
pb	: 그릇을 회수하지 못한 경우 단위물량 당 페널티 비용
qa_i	: 노드 i 에서 발생한 음식주문 물량
qb_i	: 노드 i 에서 발생한 그릇회수 물량
qb_{max}	: 일반용기 최대사용 가능량
t_{ij}	: 노드 i 에서 노드 j 로 이동하는 데 소요되는 시간
t_{max}	: 오토바이 최대 운행가능 시간

수리 모형

■ Notations

s_i	: 노드 i 에서의 서비스 소요시간
M	: 매우 큰 수
qa_{max}	: 음식배송 최대용량
qb_{max}	: 그릇회수 최대용량

■ Decision variables

x_{ij}^k	: 노드 i 에서 노드 j 로 오토바이 k 가 이동하면 1 아니면 0의 값을 갖는 2진 변수
y_i^k	: 노드 i 가 오토바이 k 로 서비스를 받으면 1 아니면 0의 값을 갖는 2진 변수
z_i^k	: 노드 i 가 오토바이 k 로 서비스를 받을 때, 1회용용기를 사용하면 1 아니면 0의 값을 갖는 2진 변수
ua_i^k	: 노드 i 가 오토바이 k 로 음식배송을 할 때, 노드 i 에 도착하기 전 갖고 있는 음식 용량(그릇 수)
ub_i^k	: 노드 i 가 오토바이 k 로 그릇회수를 할 때, 노드 i 에 도착하기 전 갖고 있는 그릇 용량(그릇 수)
uo^k	: 오토바이 k 가 배송을 할 때, 갖고 있는 음식이 있으면 0 없으면 1의 값을 갖는 2진 변수

수리 모형

■ 목적함수

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize} \quad & \underbrace{ct \cdot \sum_{i \in I^+} \sum_{j \in I^+} \sum_{k \in K} t_{ij} \cdot x_{ij}^k}_{\text{운영비용}} + \underbrace{cb \cdot \sum_{i \in I^+} \sum_{k \in K} qa_i \cdot z_i^k}_{\text{용기구입비용}} \\
 & + \underbrace{pa \cdot \left(\sum_{i \in I} qa_i - \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} qa_i \cdot y_i^k \right)}_{\text{음식 미 배송 페널티 비용}} + \underbrace{pb \cdot \left(\sum_{i \in I} qb_i - \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} qb_i \cdot y_i^k \right)}_{\text{그릇 미 회수 페널티 비용}}
 \end{aligned}$$

수리 모형

■ 제약식

$$\sum_{i \in I} x_{0i}^k = \sum_{i \in I} x_{i0}^k, \quad \forall k \in K$$

Depot에서 출발한 횟수 만큼 도착하여야 함

$$\sum_{i \in I^+} \sum_{k \in K} x_{ij}^k \leq 1, \quad \forall j \in I$$

하나의 수요 node에는 하나 이하의 오토바이만 도착해야 함

$$\sum_{i \in I^+} x_{ij}^k = \sum_{i \in I^+} x_{ji}^k, \quad \forall j \in I, \forall k \in K$$

하나의 수요 node에 도착하면 떠나야 함

$$\sum_{i \in I^+} x_{ij}^k = y_j^k, \quad \forall j \in I, \forall k \in K$$

특정 node에 오토바이가 도착하면 그 node는 서비스를 받음

$$y_j^k \geq z_j^k, \quad \forall j \in I, \forall k \in K$$

특정 node가 서비스를 받는 경우 1회용용기를 사용 가능함

수리 모형

■ 제약식

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} qa_i \cdot y_i^k - \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} qa_i \cdot z_i^k \leq gb_{max}$$

전체 수요 중 1회용용기 사용
수요를 제외한 양은 일반용기
최대 수를 초과할 수 없음

$$\sum_{i \in I^+} \sum_{j \in I^+} (t_{ij} + s_j) \cdot x_{ij}^k \leq t_{max}, \quad \forall k \in K$$

특정 오토바이는 허용시간 내
에 운행이 완료되어야 함

$$ua_i^k - qa_i + M \cdot (1 - x_{ij}^k) \geq ua_j^k, \quad \forall i, j \in I, \forall k \in K$$

음식 배달 용량

$$ua_i^k \leq ua_{max}, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

음식 배달 용량

$$ua_i^k - qa_i \cdot y_i^k \geq 0, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

음식 배달 용량

수리 모형

- 제약식

$$ub_i^k + qb_i \leq ub_j^k + M \cdot (1 - x_{ij}^k), \quad \forall i, j \in I, \forall k \in K$$

일반용기 회수 용량

$$ub_i^k + qb_i \cdot y_i^k \leq ub_{max}, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

일반용기 회수 용량

$$ub_i^k \geq 0, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

일반용기 회수 용량

$$uo^k \leq 1 - ua_i^k / ua_{max}, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

음식배달 후 그릇수거 가능

$$ub_i^k \leq ub_{max} \cdot uo^k, \quad \forall i \in I, \forall k \in K$$

음식배달 후 그릇수거 가능

수리 모형

- 제약식

$$ua_i^k, ub_i^k \geq 0 \text{ and integer, } \forall i \in I, \forall k \in K$$

일반용기 회수 용량

$$x_{ij}^k, y_i^k, z_i^k, uo^k \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \in I, \forall k \in K$$

일반용기 회수 용량

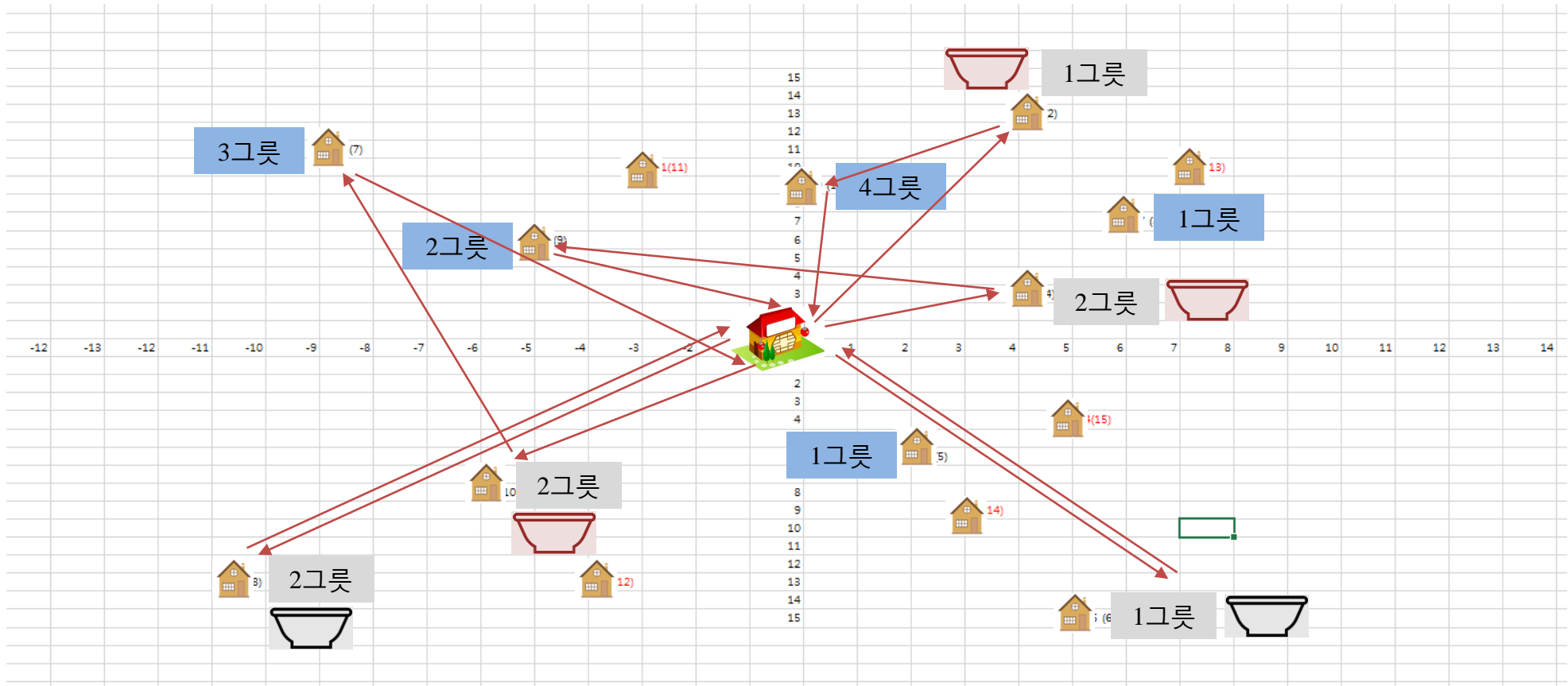
목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론



수치 예제

■ 결과



목차

1. 연구 배경
2. 문제 상황
3. 수리 모형
4. 수치 예제
5. 결론



결론

- 본 연구에서는 외식산업의 라스트 마일 배송을 다루면서 최근 이슈가 되고 있는 1회용 제품 활용에 대한 현재 상황을 반영하여 최소 비용으로 고객 수요를 충족하는 수리모형을 개발하였음
- 음식배송 후 일반그릇을 수거할 수 있도록 알고리즘을 구성하였으며, 배송 오토바이의 용량 및 최대 배송시간 등을 고려하여 현실성을 높였음
- 현재 연구 결과를 기반으로 환경오염에 대한 요소 및 1회용용기 사용에 따른 환경부담금이 전체 시스템에 미치는 영향을 추가적으로 모형에 반영하여 연구해보고자 함
- 향후 단일 계획기간으로 되어있는 현재 상황을 확장에서 복수 계획기간을 상정한 각 기간별 최적 라스트 마일 배송 계획을 도출할 계획임

END



SEJONG UNIVERSITY
College of Hospitality and Tourism



DAEJIN UNIVERSITY