

항공기 교체에 따른 좌석 재배정 정책에 대한 연구

세종대학교 호텔관광경영학전공

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

- 운항노선(대한항공, ICN기준)



연구 배경

■ 운항 기종(대한항공)

Boeing

Boeing 777



B777-200ER >
B777-300 >
B777-300ER >

Boeing 747



B747-400 >
B747-8i >

Boeing 737



B737-800 >
B737-900 >
B737-900ER >

Boeing 787



B787-9 >

Airbus

Airbus 330



A330-200 >
A330-300 >

Airbus 380



A380-800 >

연구 배경

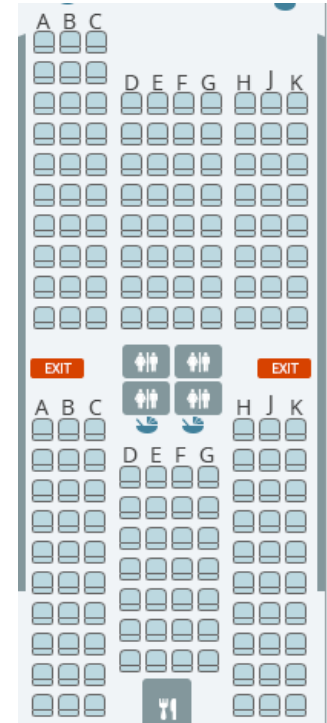
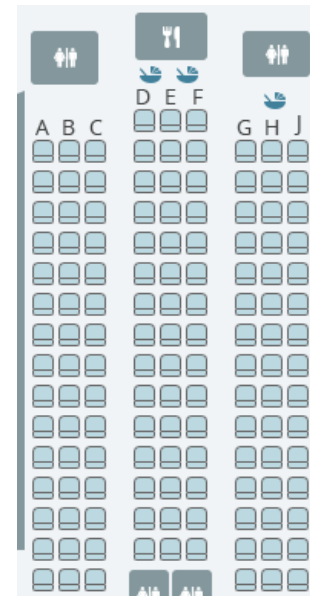
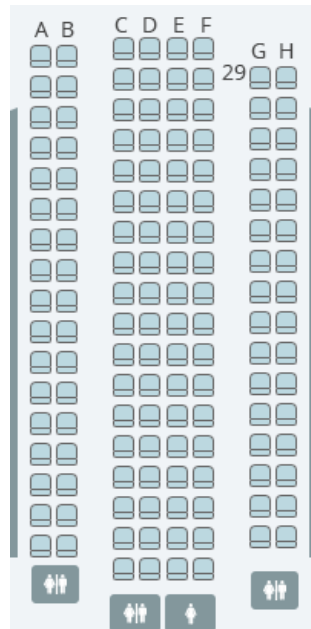
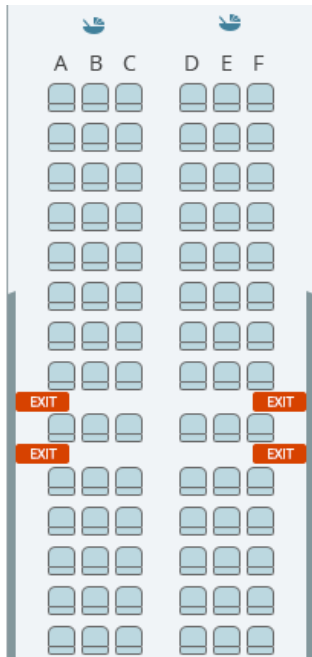
- 기종별 좌석 배치

Boeing 737-900

Airbus 330-300

Boeing 787-9

Boeing 747-400

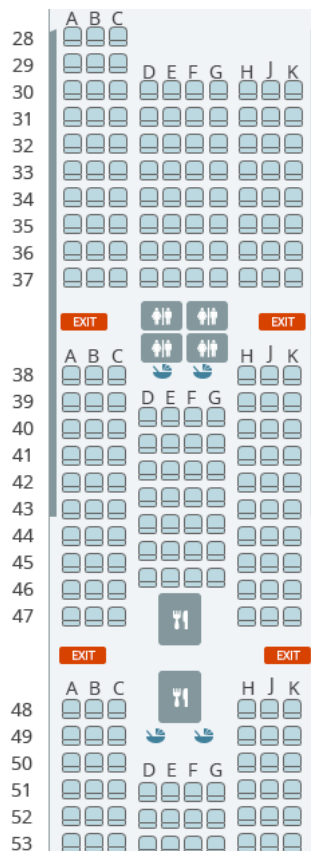


연구 배경

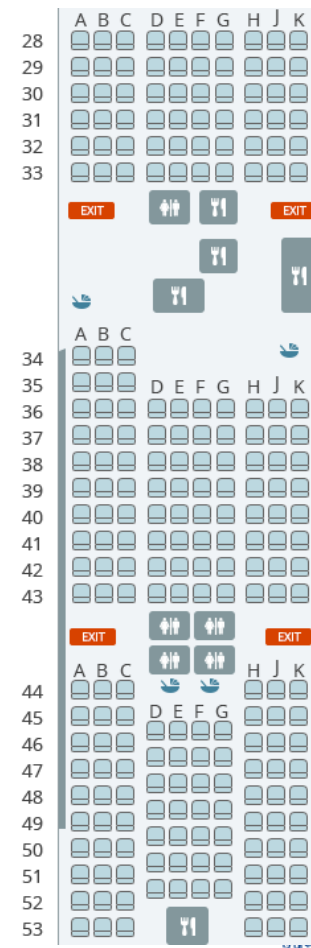
- 같은 기종 다른 좌석 배치

Boeing 747-400

365석



404석



연구 배경

- 다양한 이유로 특정 노선에 운항하는 항공기의 종류가 바뀔 수 있음
 - ✓ 연결 편 지연
 - ✓ 정비 불량
 - ✓ 예약률
 - ✓ 운항 승무원
 - ✓ 기타

연구 배경

- 고객의 좌석 선호도
 - ✓ 창측(window) vs 복도측(aisle) vs 기타
 - ✓ 비상구 좌석(앞에 좌석이 떨어진 좌석)
 - ✓ 비행기 앞쪽 vs 뒤쪽
 - ✓ 일행이 있는 경우 함께 vs 따로



목차

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



문제 상황

- 특정 출발지-목적지를 운항하는 항공기의 기종이 사전 고지 없이 바뀌는 경우
- 목적함수: i) 전체 고객의 불만족의 합을 최소화
 - ii) 개별 고객의 불만족의 최대값을 최소화
 - iii) 전체 불만을 가진 고객 수 최소화
 - iv) 특정 수준 이상의 불만을 가진 고객 수 최소화
- 제약식
 - ✓ 바뀌기 전 모든 고객이 바뀐 후에도 좌석 배정이 되어야 함
 - ✓ 개별 고객이 감내할 수 있는 불만족의 수준

문제 상황

- 고객의 좌석 선호도 – i) 창측(window) vs 복도측(aisle) vs 기타
 - ✓ a_{ij} : 좌석의 위치가 i 에서 j 로 바뀔 때 불만족도
 - ✓ Case 1: 변화 없는 경우: 불만족도 0
 - ✓ Case 2: 창측 → 복도측, 복도측 → 창측: 불만족도 $a_{wi} = a_{iw}$
 - ✓ Case 3: 창측, 복도측 → 내측: 불만족도 $a_{wb} = a_{ib}$
 - ✓ Case 4: 내측 → 창측, 복도측: 불만족도(음의 불만족도) $a_{bw} = a_{bi}$
 - ✓ $a_{wb} = a_{ib} > a_{wi} = a_{iw} > 0 > a_{bw} = a_{bi}$

문제 상황

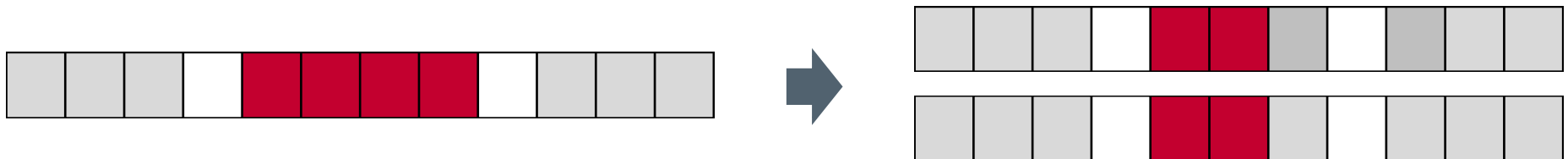
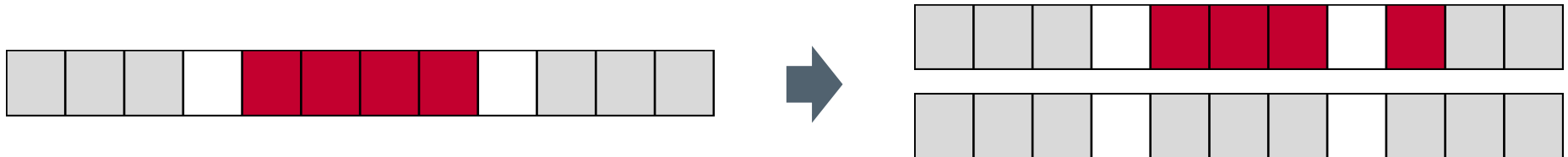
- 고객의 좌석 선호도 – ii) 비상구 좌석(앞에 좌석이 떨어진 좌석)
 - ✓ $b_{kk'}$: 좌석 앞에 타 좌석이 떨어져 있는 경우와 바로 붙어 있는 경우 불만족도
 - ✓ Case 1: 변화 없는 경우: 불만족도 0
 - ✓ Case 2: 좌석 앞에 타 좌석이 떨어져 있는 경우 → 붙어 있는 경우: 불만족도 $b_{kk'}$
 - ✓ Case 3: 좌석 앞에 타 좌석이 붙어 있는 경우 → 떨어져 있는 경우: 음의 불만족도 $b_{kk'}$
 - ✓ $b_{kk'} > 0 > -b_{kk'}$

문제 상황

- 고객의 좌석 선호도 – iii) 비행기 앞쪽 vs 뒤쪽
 - ✓ $c_{kk'}$: 좌석 열에 대한 불만족도
 - ✓ Case 1: 변화 없는 경우: 불만족도 0
 - ✓ Case 2: 좌석이 앞에서 중간, 중간에서 뒤로 바뀌는 경우: 불만족도 $c_{fm} = c_{me}$
 - ✓ Case 3: 좌석이 앞에서 뒤로 바뀌는 경우: 불만족도 c_{fe}
 - ✓ Case 4: 좌석이 중간에서 앞, 뒤에서 중간으로 바뀌는 경우: 음의 불만족도 $c_{mf} = c_{em}$
 - ✓ Case 5: 좌석이 뒤에서 앞으로 바뀌는 경우: 음의 불만족도 c_{ef}
 - ✓ $c_{fe} > c_{fm} = c_{me} > 0 > c_{mf} = c_{em} > c_{ef}$

문제 상황

- 고객의 좌석 선호도 – iv) 일행이 있는 경우 함께 vs 따로
 - ✓ *da*: 일행끼리 붙어 있지 못한 경우에 대한 불만족도
 - ✓ *db*: 일행끼리 열이 다른 경우에 대한 불만족도



목차

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



수리 모형

■ Assumptions

- 사전좌석배정은 사전좌석배정을 원하는 고객만 신청을 하고, 주어진 정보이다.
- 변경된 좌석배정에 따른 불만족도는 좌석 위치(창가/복도/끼인자리), 열, 그룹고객 인접위치에 기인한다.
- 좌석의 위치를 나타내는 인덱스는 복도도 하나의 좌석으로 인식한다.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|

수리 모형

■ Notations

$usf(k)$: 승객 k 의 불만족도 함수

usf_{limit} : 불만족도 함수

$r(k)$: (특정 수준이상) 불만족도가 증가한 고객 수

$a_{pp'}$: 좌석재배정 결과 좌석 위치변경에 따른 불만족도 변화

$b_{ii'}$: 좌석재배정 결과 좌석 열 변경에 따른 불만족도 변화

$c_{ii'}$: 좌석재배정 결과 앞에 여유가 있는 좌석배정 변화에 따른 불만족도 변화

da : 좌석재배정 결과 같은 그룹이 나란히 앉는 정도의 변화에 따른 불만족도 변화

db : 좌석재배정 결과 같은 그룹이 같은 열에 앉는 정도의 변화에 따른 불만족도 변화

I : 변경 전 항공기의 열 수

I' : 변경 후 항공기의 열 수

P : 변경 전 항공기의 같은 열 좌석 수

P' : 변경 후 항공기의 같은 열 좌석 수

K : 탑승객 수

N : 탑승객 중 같은 그룹 수



수리 모형

■ 결정변수

given

✓ $x(k, i, p, n) = 1$, 사전좌석배정 승객 k 의 좌석이 i 열의 p 위치에 있으며 n 번째 그룹에 속한 경우

0, 이외의 경우

✓ $y(k, i', p', n) = 1$, 좌석변경 후 승객 k 의 좌석이 i' 열의 p' 위치에 있으며 n 번째 그룹에 속한 경우

0, 이외의 경우

D.V.

수리 모형

- 불만족도 함수 (unsatisfaction function)

$$usf(k) = \sum_{p=1}^P \sum_{p'=1}^{P'} a_{pp'} \cdot z^1(k, p, p') + \sum_{i=1}^I \sum_{i'=1}^{I'} \{b_{ii'} \cdot z^2(k, i, i') + c_{ii'} \cdot z^2(k, i, i')\} \\ + \sum_{n=1}^N \{da \cdot z^3(k, n) + db \cdot z^4(k, n)\}, \quad \forall k$$

- ✓ $z^1(k, p, p') = 1$, 승객 k 의 좌석이 p 위치에서 p' 위치로 바뀌는 경우
0, 이외의 경우
- ✓ $z^2(k, i, i') = 1$, 승객 k 의 좌석이 i 열에서 i' 열로 바뀌는 경우
0, 이외의 경우
- ✓ $z^3(k, n) =$ 승객 k 의 좌 혹은 우에 같은 그룹이 앉아가는 정도의 차이
- ✓ $z^4(k, n) =$ 승객 k 와 같은 열에 같은 그룹이 앉아가는 정도의 차이

D.V.

수리 모형

- 목적함수

i) 전체 고객의 불만족의 합을 최소화

$$\text{Minimize } \sum_{k=1}^K usf(k)$$

ii) 개별 고객의 불만족의 최대값을 최소화

$$\text{Minimize } \text{Max}_k usf(k)$$

수리 모형

- 목적함수

iii) 전체 불만을 가진 고객 수 최소화

$$\begin{aligned} &\text{Minimize} \quad \sum_{k=1}^K r(k) \\ &\text{s.t.} \quad B \cdot r(k) \geq usf(k) \end{aligned}$$

iv) 특정 수준 이상의 불만을 가진 고객 수 최소화

$$\begin{aligned} &\text{Minimize} \quad \sum_{k=1}^K r(k) \\ &\text{s.t.} \quad B \cdot r(k) \geq usf(k) - usf_{limit} \end{aligned}$$

수리 모형

■ 제약식

✓ 좌석 위치가 바뀌는 경우 불만족도 계산

$$2 \cdot z^1(k, p, p') \leq \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N x(k, i, p, n) + \sum_{i'=1}^{I'} \sum_{n=1}^N y(k, i', p', n), \quad \forall k, \forall p, \forall p'$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{p'=1}^{P'} z^1(k, p, p') = 1, \quad \forall k$$

✓ 좌석 열이 바뀌는 경우 불만족도 계산

$$2 \cdot z^2(k, i, i') \leq \sum_{p=1}^P \sum_{n=1}^N x(k, i, p, n) + \sum_{p'=1}^{P'} \sum_{n=1}^N y(k, i', p', n), \quad \forall k, \forall i, \forall i'$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{i'=1}^{I'} z^2(k, i, i') = 1, \quad \forall k$$

수리 모형

■ 제약식

✓ 같은 일행과 인접한 정도에 따른 불만족도 계산(좌우)

$$zb^3(k,n)+1 \geq x(k,i,1,n) + \sum_{k'=1}^K x(k',i,2,n), \quad \forall k, \forall n, \forall i$$

$$2 \cdot zf^3(k,n) \leq y(k,i',1,n) + \sum_{k'=1}^K y(k',i',2,n), \quad \forall k, \forall n, \forall i'$$

$$z^3(k,n) = zb^3(k,n) - zf^3(k,n), \quad \forall k, \forall n$$

$$zb^3(k,n)+1 \geq x(k,i,P-1,n) + \sum_{k'=1}^K x(k',i,P,n), \quad \forall k, \forall n, \forall i$$

$$2 \cdot zf^3(k,n) \leq y(k,i',P'-1,n) + \sum_{k'=1}^K y(k',i',P',n), \quad \forall k, \forall n, \forall i'$$

$$z^3(k,n) = zb^3(k,n) - zf^3(k,n), \quad \forall k, \forall n$$

수리 모형

■ 제약식

✓ 같은 일행과 인접한 정도에 따른 불만족도 계산(좌우)

$$zb^3(k, n) + 1 \geq x(k, i, p, n) + \sum_{k'=1}^K x(k', i, p-1, n), \quad \forall k, \forall n, \forall i, p = 2, \dots, P-1$$

$$zb^3(k, n) + 1 \geq x(k, i, p, n) + \sum_{k'=1}^K x(k', i, p+1, n), \quad \forall k, \forall n, \forall i, p = 2, \dots, P-1$$

$$3 \cdot zf^3(k, n) \leq 2 \cdot y(k, i', p', n) + \sum_{k'=1}^K y(k', i', p'-1, n) + \sum_{k'=1}^K y(k', i', p'+1, n) \\ , \quad \forall k, \forall n, \forall i', p' = 2, \dots, P'-1$$

$$z^3(k, n) = zb^3(k, n) - zf^3(k, n), \quad \forall k, \forall n$$

수리 모형

▪ 제약식

✓ 같은 일행과 인접한 정도에 따른 불만족도 계산(앞뒤)

$$zb^4(k,n) = \left| \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P i \cdot x(k,i,p,n) - \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P i \cdot x(k',i,p,n) / \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P x(k',i,p,n) \right|, \quad \forall k, \forall n$$

$$zf^4(k,n) \geq \sum_{i=1}^{I'} \sum_{p=1}^{P'} i' \cdot y(k,i',p',n) - \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^{I'} \sum_{p=1}^{P'} i' \cdot y(k',i',p',n) / \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P x(k',i,p,n), \quad \forall k, \forall n$$

$$zf^4(k,n) \geq \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^{I'} \sum_{p=1}^{P'} i' \cdot y(k',i',p',n) / \sum_{k'=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P x(k',i,p,n) - \sum_{i=1}^{I'} \sum_{p=1}^{P'} i' \cdot y(k,i',p',n), \quad \forall k, \forall n$$

$$z^4(k,n) = zf^4(k,n) - zb^4(k,n), \quad \forall k, \forall n$$

수리 모형

■ 제약식

- ✓ 복도인 경우 할당 될 수 없음

$$y(k, i', p', n) = 0, \quad \forall k, \forall i', \forall n, p' \in P'_{aisle}$$

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|

- ✓ 사전좌석배정과 변경된 좌석배정의 연결

$$\sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P \sum_{n=1}^N x(k, i, p, n) = \sum_{i'=1}^{I'} \sum_{p'=1}^{P'} \sum_{n=1}^N y(k, i', p', n), \quad \forall k$$

수리 모형

- 제약식

- ✓ 비음제약식

$$y(k, i', p', n) \in \{0, 1\}, \quad \forall k, \forall i', \forall p', \forall n$$

$$z^1(k, p, p') \in \{0, 1\}, \quad \forall k, \forall p, \forall p'$$

$$z^2(k, i, i') \in \{0, 1\}, \quad \forall k, \forall i, \forall i'$$

$$z^3(k, n) \in \{-1, 0, 1\}, \quad \forall k, \forall n$$

$$zf^3(k, n) \in \{0, 1\}, \quad \forall k, \forall n$$

$$z^4(k, n) \text{ is real number}, \quad \forall k, \forall n$$

$$zf^4(k, n) \geq 0, \quad \forall k, \forall n$$

목차

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



수치 예제

- TBD



목차

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



결론

- 본 연구에서는 특정 노선의 운항 항공기가 예상치 못하게 바뀌는 경우에 고객 불만족을 최소화 할 수 있는 연구를 수행함
- 좌석 재배정에 따른 불만족도 함수를 개발함
- 다양한 목적의 고객 불만족 최소화를 제안함
- 향후 연구 방향
 - ✓ 고객 성향에 따른 좌석 재배정 불만족도를 설문 등의 방법으로 실제화
 - ✓ 불만족도에 영향을 미치는 요소를 추가적으로 도출
 - ✓ 휴리스틱 방법 개발

END



SEJONG UNIVERSITY
College of Hospitality and Tourism



DAEJIN UNIVERSITY