

# 이진정수계획법을 사용한 복층숙소의 최적 방 배정문제

이상원 · 임석철<sup>†</sup>

아주대학교 산업정보시스템공학부

## Optimal Room Assignment Problem for Multi-floor Facility using Binary Integer Programming

Sang-won Lee · Suk-Chul Rim

Division of Industrial & Information Systems Engineering, Ajou University, Korea

Consider a multi-floor facility with multiple rooms of unequal size on each floor. Students come from many organizations to attend the conference to be held at this facility. In assigning the rooms to the students, several constraints must be met; such as boys and girls must not be assigned to the rooms on the same floor. Given the capacity of each room and the number of students from each organization, the problem is assigning students to rooms under a set of constraints and various objectives. We present six models with different objective functions; and formulate them as binary integer programming problems. A numerical example and a case study follow to illustrate the proposed models.

**Keyword:** room assignment, multi-floor facility, binary integer programming

### 1. 문제의 정의

H수양관에서는 매년 여름에 전국 규모의 청소년 수련회가 개최되어 전국의 60여개 교회에서 2천명 정도의 남녀 청소년 학생들이 참가하고 있다. 수련회의 운영본부에서는 기간중 학생들이 사용할 방을 배정해 주어야 한다. 수양관은 R개의 방을 가지고 있으며, 모든 방의 용량을 더한 총 수용인원은 수련회의 총 참가인원보다 커서 전체 인원을 수용하는데에는 문제가 없다. 그러나 남녀 청소년 학생들이 여러 개별 교회에서 참가하기 때문에 숙소배정에 제약이 존재하기 때문에 숙소를 신속하고 공정하게 배정하기 위해서는 체계적인 숙소 배정방법이 요구된다.

본 논문에서는 방의 이용률(utilization)과 쾌적성을 고려하는 6가지의 방 배정 문제를 소개한다. 설명의 편의상 각 교회에서 온 남학생 그룹과 여학생 그룹을 각각 팀이라고 부르자. n개의 교회에서 참가한 2n개의 팀을 R개의 방에 배정하는 문제이다

( $R \geq 2n$ ). 첫 번째 문제는 각 방에 하나의 팀을 할당하면서 방의 평균 이용률을 최대화하는 문제이다. 두 번째 문제는 하나의 방에 하나의 팀을 할당하되, 사용되는 방들의 최대 이용률이 최소가 되도록 배정하는 문제이다. 세 번째 문제부터는 성(gender)이 동일한 여러 팀이 하나의 방을 공동 사용하는 것을 허용하면서 사용되는 방의 수를 최소화하는 문제이다. 네 번째 문제는 모든 방의 이용률을 일정 수준 이하로 억제하면서 사용되는 방의 수를 최소화하는 문제이다. 다섯 번째 문제는 건물관리의 편의를 위해서 사용하는 층의 수를 최소화 하는 문제이다. 마지막으로 여섯 번째 문제는 모든 방을 사용하여 각 방의 이용률을 최소화함으로써 가급적 여유있게 방을 배정하는 문제이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 본 논문과 관련된 기존 연구결과를 살펴보고, 제 3장에서는 문제를 모형화하기 위해 기호를 정의하고 작은 예제를 소개하며 제약조건들을 명시한 후, 여섯 가지의 문제를 차례로 정의하고 이진정수계

본 연구의 주제와 데이터를 제공해 주신 분당 할렐루야교회(당회장 김상복 목사)에게 감사드립니다.

<sup>†</sup>연락처 : 임석철 교수, 443-749 경기도 수원시 영통구 원천동 산5번지 아주대학교 산업정보시스템공학부, Fax : 031-219-1610,

E-mail : scrim@ajou.ac.kr

2007년 11월 접수, 1회 수정 후 2008년 02월 게재확정.

획(Binary Integer Programming: BIP) 문제로 모델링한다. 제 4장에서는 실제 사례를 풀고 그 해를 음미한다. 제 5장에서는 결론과 향후 연구방향을 언급하고자 한다.

## 2. 관련연구

본 논문에서 다루는 숙소 방배정 문제에 관한 연구는 이제까지 학술지에 보고된 바가 없다. 직접적인 관련은 없으나 좀 더 넓은 의미에서 본 논문과 관련 있는 할당문제(assignment problem)는 다양한 분야에서 매우 많은 연구논문이 발표되었다. Burkard(2002)는 할당문제의 여러 분야들, 즉 bipartite matchings, linear sum assignment, bottleneck assignment, multidimensional assignment, quadratic assignment(특히 하한치, 특수 경우, 그리고 근사결과), biquadratic and communication assignment 문제 등의 발전 동향을 조사하였다. Ho and Ji(2005)는 회로기판 인쇄를 위한 PCB 조립라인할당문제를 유전 알고리즘을 사용하여 연구하였다. Zäpfel and Wasner(2006)는 철강산업에서 여러 지역에 산재한 창고에 철강코일을 효율적으로 저장하기 위해 코일을 각 창고에 할당하는 경험적 해법을 연구하였다.

방 배정과 관련하여 병원에서 수술일정을 수술실에 할당하는 문제에 대한 연구로 Jebali *et al.*(2006)은 종합병원의 수술실 운영을 위해 undertime cost, overtime cost, 그리고 환자가 수술을 기다리는 동안 발생하는 비용의 합을 최소화하는 수술일정 할당계획을 혼합정수계획법으로 모델링하였다. 그러나 본 논문에서 다루는 숙소 배정문제를 다룬 연구결과는 아직까지 보고된 바가 없다.

## 3. 모델링

### 3.1 기호정의

본 논문에서 다루는 문제들을 수식화하기 위하여 표기법, 매개변수, 그리고 의사결정변수를 다음과 같이 정의한다.

#### 3.1.1 색인(index)

- 참가교회 :  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )
- 숙소의 층 :  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, J$ )
- 각 층의 방 :  $k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, K$ )
- $R$  : 숙소의 방의 총 개수 ( $R \geq 2n$ )

여기서 각 층의 방의 수는 동일할 필요는 없으며, 방의 수가 가장 많은 층의 방의 수를  $K$ 로 하고, 각 층에서 존재하지 않는 방들은 그 용량을 0으로 설정하면 된다.

#### 3.1.2 모수

- 교회  $i$ 에서 온 남학생 수 :  $b_i$

- 교회  $i$ 에서 온 여학생 수 :  $g_i$
- $j$ 층  $k$ 호실의 용량 :  $Q_{jk}$
- 방의 이용률(utilization) :  $U$  ( $0 \leq U \leq 1$ )
- $M$  : 충분히 큰 양의 정수

#### 3.1.3 결정변수

- $B_j$  :  $j$ 층이 남학생에게 배정되면 1; 아니면 0.
- $G_j$  :  $j$ 층이 여학생에게 배정되면 1; 아니면 0.
- $X_{ijk}$  : 교회  $i$ 의 남학생이  $j$ 층  $k$ 호실에 배정되면 1; 아니면 0.
- $Y_{ijk}$  : 교회  $i$ 의 여학생이  $j$ 층  $k$ 호실에 배정되면 1; 아니면 0.
- $O_{jk}$  :  $j$ 층  $k$ 호실이 사용되면 1; 아니면 0.

## 3.2 수치예제와 제약조건

이해를 돕기 위해 본 절에서는 작은 예제를 소개한다.  $H$ 수 양관은 4층 건물이고, 각 층에는 5개의 방이 있으며, 각 방의 용량은 <Table 1>과 같고 총 318명을 수용할 수 있다. 총 8개 교회에서 남학생과 여학생이 각각 <Table 2>와 같이 총 105명이 참가한다.

Table 1. Room Capacity(# of persons)

Room Floor	1	2	3	4	5	total
1	13	30	15	15	30	103
2	5	20	10	10	15	60
3	15	15	20	10	20	80
4	15	10	10	30	10	75

Table 2. Number of students from churches

church	1	2	3	4	5	6	7	8	total
Boy	5	12	3	8	6	4	10	1	49
Girl	3	7	15	7	5	7	10	2	56

청소년 남녀 학생들의 숙소를 배정함에 있어서 고려해야 하는 제약조건은 다음과 같다.

- 제약 A : 샤워실 사용 등으로 인해 각 층은 남학생 전용 또는 여학생 전용으로 사용되어야 한다. 즉, 동일한 층에 남학생 방과 여학생 방이 함께 배치될 수는 없다.
- 제약 B : 각 방에 배정되는 학생의 수는 그 방의 용량을 초과해서는 안된다.
- 제약 C : 동일한 교회에서 온 남학생 팀이나 여학생 팀은 흩어지지 않고 각각 반드시 하나의 방에 모두 배정되어야 한다. 단, 참가 학생수에 비해 용량이 큰 방들이 충분히 많이 있다고 가정한다.

다음에 차례로 정의하는 여섯 문제를 이진정수계획(BIP) 문제로 모델링하고, <Table 1>과 <Table 2>에서 주어진 예제

데이터를 사용하여 CPLEX 9.0과 Visual C++6.0을 이용하여 해를 구하여 설명한다.

3.3 팀별 전용 방 배정(Exclusive Room Assignment)문제

제 1장에서 정의한 바와 같이 각 교회에서 온 남학생 그룹과 여학생 그룹을 각각 팀이라고 부르자. 팀별 전용 방 배정(ERA) 문제는 다 교회에서 온 학생들과 방을 공동으로 사용하지 않고 각 남학생 팀과 여학생 팀에게 방을 전용으로 배정하는 방식이다. 사용하는 방의 수는 2n으로 결정되며, 목적함수는 방의 이용률(=배정된 학생 수/방의 용량)을 최대화하는 것이다. 이는 참가자로서는 총 숙소 사용료를 최소화하며, 수양관 측 으로서는 향후 추가로 입소할지도 모르는 인원을 대비하여 빈 방을 최대한 많이 확보해 두는 결과가 된다. 이 문제는 다음과 같이 이진정수계획문제로 모델링할 수 있다.

$$\text{Max. } Z = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left\{ \sum_{i=1}^n (X_{ijk} b_i + Y_{ijk} g_i) / Q_{jk} \right\} \quad (1)$$

subject to

$$\text{제약 A: } B_j + G_j \leq 1 \text{ for all } j \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K X_{ijk} \leq MB_j \text{ for all } j \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K Y_{ijk} \leq MG_j \text{ for all } j \quad (4)$$

$$\text{제약 B: } \sum_{i=1}^n (X_{ijk} b_i + Y_{ijk} g_i) \leq Q_{jk} \text{ for all } j, k \quad (5)$$

$$\text{제약 C: } \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{ijk} = 1 \text{ for all } i \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K Y_{ijk} = 1 \text{ for all } i \quad (7)$$

$$\text{이진제약: } X_{ijk}, Y_{ijk}, B_j, G_j = 0 \text{ or } 1 \text{ for all } i, j, k \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n (X_{ijk} + Y_{ijk}) \leq 1 \text{ for all } j \text{ and } k \quad (9)$$

식 (1)은 목적함수로서 각 방의 이용률의 합을 최대화한다. 식 (2)~식 (4)는 3.2절에 기술된 제약 A를, 식 (5)는 제약 B를, 그리고 식 (6)과 식 (7)은 제약 C를 각각 나타낸다. 제약 A, B, C는 이진 제약식 (8)과 함께 본 논문에서 다루는 나머지 모든 문제에 공통적으로 적용되는 의무적 제약조건이다. 식 (9)는 ERA 문제의 고유한 제약으로서 각 방에 한 팀만 배치함을 의미한다. 3.2절에 기술된 예제 데이터를 사용하여 이 문제를 BIP로 푼 결과는 <Table 3>과 같다. 표 안의 번호는 각 방에 배정된 교회의 번호이며, 괄호 안의 숫자는 정원 대비 배정인원이다.

총 20개의 방에서 8개 교회 16개 팀이 16개의 방을 사용하도록 배정하며 V(vacancy)로 표시된 4개 방은 사용하지 않는다. 1, 2층은 남학생에게, 3, 4층은 여학생에게 배정하였다. 이용률이

Table 3. BIP solution for ERA

Room Floor	1	2	3	4	5	Gender
1	2(12/13)	V	5(6/15)	6(4/15)	V	Boy
2	1(5/5)	8(1/20)	7(10/10)	4(8/10)	3(3/15)	Boy
3	5(5/15)	3(15/15)	8(2/20)	6(7/10)	V	Girl
4	1(3/15)	4(7/10)	7(10/10)	V	2(7/10)	Girl

가장 높은 방은 100%이고, 가장 낮은 방은 2층 2호실의 5%이며, 사용된 방의 평균 이용률은 81.2%; 표준편차는 35.6%로 이용률의 편차가 심하다.

이를 개선하기 위해 예를 들어 2층 1호와 2호의 배정을 맞바꾸면 1호는 이용률이 100%에서 20%로, 2호는 5%에서 25%로 평균화되어 만족도가 높아질 수 있을 것이다. 이와 같이 각 방의 이용률을 보다 평균화하여 만족도를 높이기 위해 다음 절에서는 목적함수를 방의 최대 이용률(U)로 하고 이를 최소화해보자.

3.4 팀별 전용 방 평준배정(Exclusive Room Assignment: Balanced)문제

ERA-B 문제는 ERA 문제에서 목적함수를 최대 이용률의 최소화로 전환하고 식 (10)을 추가하여 각 방의 이용률을 U 이하로 억제하도록 수식화한다. 예제를 ERA-B 문제로 모델링하여 푼 결과는 <Table 4>와 같다.

Minimize U

subject to

제약식 (2)~식 (9)

$$\sum_{i=1}^n (X_{ijk} b_i + Y_{ijk} g_i) / Q_{jk} \leq U \text{ for all } j, k \quad (10)$$

Table 4. BIP solution for ERA-B

Room Floor	1	2	3	4	5	Gender
1	5(5/13)	7(10/30)	4(7/15)	6(7/15)	3(15/30)	Girl
2		2(7/20)	1(3/10)	8(2/10)		Girl
3	5(6/15)		7(10/20)	3(3/10)	4(8/20)	Boy
4		6(4/10)	8(1/10)	2(12/30)	1(5/10)	Boy

1, 2층은 여학생에게, 3, 4층은 남학생에게 배정되었다. 이제 이용률이 가장 높은 방은 1층 5호실, 3층 3호실 그리고 4층 5호실로서 50%이고, 가장 낮은 방은 4층 3호실의 10%이며, 사용된 방의 평균 이용률은 44.3%; 표준편차는 11.1%로 ERA 문제에 비해 이용률의 편차가 크게 줄어 사용자들의 불만이 감소하게 된다. 동일한 인원이 동일한 16개 방을 사용함에도 이용

들의 평균이 크게 감소한 것은 ERA-B에서는 용량이 큰 방들을 사용하기 때문이다.

3.5 최소 방 사용(Minimum Rooms Used) 문제

이제까지의 두 문제는 각 팀마다 하나의 방을 전용으로 배정해 주는 경우에 대하여 다루었다 (즉,  $R \geq 2n$ ). 그러나 방의 총 수가 충분히 많지 않은 경우 청소년 수련회에서는 하나의 방을 여러 교회 학생들이 공동으로 사용하는 경우가 발생한다. 이후 모든 문제는 공동배정의 여러 경우를 다룬다(즉,  $R < 2n$ ).

최소 방 사용(MRU)문제는 한 방에 여러 남학생 팀 또는 여러 여학생 팀이 공동 배정되는 경우 사용하는 방의 수를 최소화하고자 하는 문제이며, 다음과 같이 이진정수계획문제로 모델링될 수 있다.

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K O_{jk} \tag{11}$$

subject to

제약식 (2)~식 (8)

$$\sum_{i=1}^n (X_{ijk} + Y_{ijk}) \leq MO_{jk} \text{ for all } j \text{ and } k \tag{12}$$

$$O_{jk} = 0 \text{ or } 1 \text{ for all } j \text{ and } k \tag{13}$$

새로운 결정변수  $O_{jk}$ 는 식 (12)와 식 (13)에 의해  $j$ 층의  $k$ 호실에 한 팀이라도 배정이 되면 1값을 갖게 되는 이진 정수변수이다. 따라서 목적함수인 식 (11)은 사용되는 방의 수를 최소화한다. 이 MRU 문제를 BIP로 풀 결과는 <Table 5>에서 보듯이 단 4개의 방에 모두 수용하면서 그 이용률은 모두 90% 이상이 된다.

Table 5. BIP solution for MRU

Rm Floor	1	2	3	4	5	Gen
1		1, 3, 4, 8 (27/30)			2, 5, 6, 7 (29/30)	Girl
2						
3					2, 5, 8(19/20)	Boy
4				1, 3, 4, 6, 7 (30/30)		Boy

3.6 최소 방 사용: 이용률 상한(Minimum Rooms Used: Limited Utilization) 문제

앞 절의 MRU 문제는 사용하는 방의 수만을 최소화한 결과 방의 이용률이 90% 이상으로 너무 집중되는 결과가 나타난다. 이를 어느 정도 완화하면서 단계적으로 조정하고자 본 절에서는 사용하는 방의 수를 최소화하되 각 방의 이용률의 상한(U)을 제약식에 두고 이 상한값을 조정하면서 숙소를 배정하는

문제를 생각해 보자. 이 MRU-LU 문제에 대한 이진정수계획 모델은 MRU 문제의 모델에 제약식 (10)만 추가하면 된다.

여기서 모수 U값을 1.0에서 차례로 감소시키면서 MRU-LU를 풀면 그 해는 <Table 6>과 같다. <Table 7>은 U= 80%로 설정한 경우의 결과로서, 6개의 방에 대부분 80% 이용률로 배정되었고 평균 이용률은 70.3%로서 MRU 문제의 배정결과보다 쾌적한 방 배정을 구할 수 있다.

Table 6. BIP solution for MRA-LU with various U values

U	# Rooms Used	Avg. Utilization
1.00	4	95.4%
0.95	5	79.3%
0.90		80.3%
0.85		81.3%
0.80	6	70.3%
0.75		69.2%
0.70		61.9%
0.65	8	58.3%
0.60		58.3%
0.55	10	50.1%
0.50		46.4%

Table 7. BIP solution for MRA-LU(for U = 0.8)

F	Rm	1	2	3	4	5	Gen
1			2, 4, 7 (24/30)			3, 6, 8 (24/30)	Girl
2			1, 5, 6, 8 (16/20)			7(10/15)	Boy
3				1, 5(8/20)			Girl
4					2, 3, 4(23/30)		Boy

3.7 최소 층 사용(Minimum Floors Used) 문제

수련회장을 보다 효과적으로 청소, 관리, 유지하기 위해 최소의 층만을 사용하고자 하는 최소 층 사용(MFU) 문제는 다음과 같이 이진정수계획문제로 모델링될 수 있다.

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^J F_j \tag{14}$$

subject to

제약식 (2)~식 (8)

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K (X_{ijk} + Y_{ijk}) \leq MF_j \text{ for all } j \tag{15}$$

$$F_j = 0 \text{ or } 1 \text{ for all } j \tag{16}$$

새로운 결정변수  $F_j$ 는 식 (15)와 식 (16)에 의해  $j$ 층의 어느 방

에라도 한명이라도 배정이 되면 1값을 갖는 이진 정수변수이다. 따라서 목적함수 식 (14)는 사용하는 층의 수를 최소화한다. <Table 8>은 MFU 문제에 대한 BIP의 해로서 두 층만을 사용한다. MFU 문제도 MRU-LU처럼 방의 이용률에 대한 상한치를 설정하려면 제약식 (10)을 추가하면 된다. <Table 9>는 방의 최대 이용률 U의 범위에 따라 사용되는 층의 수를 보여준다. 관리자는 사용되는 층 수와 이용률의 상한치를 검토하며 방 배정을 조정할 수 있다.

Table 8. BIP solution for MFU

Room Floor	1	2	3	4	5	Gender
1F	1, 8	3, 4, 5	2		6, 7	Girl
2F	1	2, 4	7		3, 5, 6, 8	Boy
3F						
4F						

Table 9. Number of floors used under MFU as U varies

# floors used	Range of U value		
	1.00~0.65	0.64~0.54	0.53~0.50
	2	3	4

3.8 이용률 최소화(Minimum Utilization) 문제

이용률 최소화(MU) 문제는 모든 방을 사용하여 각 방의 이용률을 낮추어 가급적 쾌적한 숙소 배정을 추구하는 문제이며, 다음과 같이 BIP로 모델링될 수 있다.

Minimize U

subject to

제약식 (2)~식 (8), 제약식 (10)

$$1 \leq \sum_{i=1}^n (X_{ijk} + Y_{ijk}) \text{ for all } j, k \quad (17)$$

제약식 (17)은 각 방을 모두 사용하도록 하는 제약식이다. 이식이 없어도 목적함수에서 이용률을 최소화하면 일반적으로 더 많은 방에 분산 배정하기 위해 방을 모두 사용하게 된다. 그러나 어떤 큰 팀으로 인해 U값이 더 이상 작아질 수 없는 경우 다른 방들의 배정이 보다 분산되도록 강제하기 위해서는 식 (17)을 추가하는 것이 도움이 된다.

이 MU 문제의 예제를 보다 확인하기 쉽도록 하기 위해 기존 <Table 1>의 방 용량 대신 <Table 10>을 사용하자. MU 문제에 대한 BIP의 해는 <Table 11>과 같다. 이용률의 최대치는 60%, 최소치는 35%, 평균은 50.4%, 표준편차 8.2%로 나타나 상당히 표준화된 배정 결과를 얻을 수 있다.

Table 10. Simplified Room Capacity (# of persons)

Room Floor	1	2	3	Total
1	20	30	15	65
2	15	20	10	45
3	15	15	20	50
4	15	20	10	45

Table 11. BIP solution for MU

Rm Floor	1	2	3	Gender
1	7(10/20)	1,3(18/30)	2,8(9/15)	Girl
2	3,6(7/15)	2(12/20)	1,8(6/10)	Boy
3	5(6/15)	4(7/15)	7(10/20)	Boy
4	6(7/15)	4(7/20)	5(5/10)	Girl

4. 사례연구

본 장에서는 매년 전국 규모의 수련회를 개최하는 분당 H교회의 실제 사례 데이터를 사용하여 3.8절에서 다룬 이용률 최소화 문제에 적용해 본다. 전국의 83개의 교회에서 1,618명이 참가하였으나 21개의 교회는 특수한 사정때문에 미리 지정된 방에 배정하고, <Table 12>에 나타난 나머지 62개 교회 1,284명만을 대상으로 숙소를 배정하자.

Table 12. Number of participants from 62 churches

C.I	B	G	C.I	B	G	C.I	B	G	C.I	B	G
1	2	3	17	2	8	33	9	11	49	4	0
2	11	9	18	8	8	34	18	23	50	8	8
3	12	11	19	21	19	35	39	34	51	74	52
4	6	3	20	3	5	36	11	4	52	3	4
5	7	8	21	6	6	37	3	0	53	3	6
6	8	10	22	13	3	38	12	7	54	6	4
7	4	0	23	11	6	39	23	19	55	6	10
8	18	14	24	4	2	40	4	4	56	8	14
9	7	5	25	23	22	41	11	7	57	14	13
10	6	4	26	39	31	42	8	6	58	3	7
11	7	1	27	16	19	43	8	11	59	15	13
12	3	4	28	10	12	44	7	6	60	11	6
13	2	4	29	11	8	45	23	12	61	5	5
14	5	5	30	6	0	46	8	10	62	10	30
15	20	20	31	4	7	47	1	0			
16	8	0	32	15	7	48	12	9	sum	1,284	



PC에서 Cplex 9.0으로 푸는데 286초가 소요되었다.

## 5. 결론

본 논문에서는 복층의 숙소시설에 다수의 단체로부터 참가하는 남녀 참가자들을 여러 실제적인 제약조건 하에서 방을 배정하는 문제를 다루었다. 본 논문에서 제시한 이진정수계획 모델을 사용하면 다음과 같은 장점이 있다. (1) 문제의 크기가 증가함에 따라 사람의 직관으로는 바람직한 해(solution)를 보장하기 어려우나 BIP모델은 주어진 제약식과 목적함수에 대한 최적의 해를 항상 제공한다. (2) 참가자의 수 등 데이터가 마지막 단계에서 변동하는 경우에 짧은 시간내에 고품질의 새로운 숙소배정을 구할 수 있다. (3) 목적함수와 제약식이 방 배정 원칙을 명확하게 서술하기 때문에 혹 발생할 수 있는 방 배정의 불만요인을 사전에 해소할 수 있다. (4) 방의 최대 이용률이나 방의 용량 등 모수를 변화시켜 가면서 BIP모델의 해를 음미하며 시뮬레이션을 해 볼 수 있다.

본 연구에서 제시한 이진정수계획 모델들은 문제의 크기, 즉 숙소의 층수와 층별 방의 수, 그리고 참가팀의 수가 증가할

수록 해를 구하는 소요시간이 급격하게 증가한다. 제4장에서 다룬 사례문제를 Cplex 9.0을 사용하여 푸는데 286초가 소요되었다. 따라서 문제의 크기가 이보다 커지면 본 논문에서 제시한 이진정수계획 모델들을 사용하기 어렵게 될 것이다. 따라서 향후 연구로는 최적값에 가까운 숙소배정을 할 수 있는 경험적 방법론에 관한 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

- Bazaraa, M. S. (1990), *Linear Programming and Network Flows*, Wiley.
- Burkard, R. E. (2002), Selected topics on assignment problems, *Discrete applied mathematics*, 123(1/3), 257-302.
- Hiller, F. S. and Lieberman, G. J. (1995), *Introduction To Operations Research*, 6th ed, McGraw-Hill.
- Ho, W. and Ji, P. (2005), PCB assembly line assignment: a genetic algorithm approach, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(6), 682-692.
- Jebali, A., Hadj Alouane, A. B., and Ladet, P. (2006), Operating rooms scheduling, *International Journal of Production Economics*, 99(1-2), 52-62.
- Zäpfel, G. and Wasner, M. (2006), Warehouse sequencing in the steel supply chain as a generalized job shop model, *International Journal of Production Economics*, 104(2), 482-501.



**이상원**

아주대학교 산업정보시스템공학부 학사  
아주대학교 산업공학과 석사  
현재: 현대모비스 종합생산관리팀  
관심분야: SCM, Lean 생산, 시뮬레이션



**임석철**

서울대학교 산업공학과 학사  
KAIST 산업공학과 석사  
The Univ. of Michigan 박사  
현재: 아주대 산업정보시스템공학부 교수  
관심분야: 물류/SCM, 시뮬레이션, TOC