

수리적 모델링을 통한 강의실 배정문제 해법에 관한 연구

안남수

육군사관학교 기계·시스템공학과

Mathematical modeling approach for classroom assignment problem

Namsu Ahn

Department of Machinery and System Engineering, Korea Military Academy

요약 최근 한국의 교육인구가 급격히 감소함에 따라 대학 환경에 많은 변화가 일어나고 있다. 특히 지역사회에 연계한 전문대학의 경우 다양한 교육의 변화, 즉 기존의 일률적인 2년제 학제에서 3년제로의 학제전환, 일학습병행제를 통한 근로자 학위 수여, 산업체 근로자 야간 위탁교육 등의 실시를 통해 위기에 대응하고 있다. 하지만 이러한 교육대상 및 내용의 변화는 한정된 강의실을 적절히 전공과목에 배정해야 하는 새로운 형태의 강의실 배정문제를 일으키고 있다. 본 논문에서는 강의실 배정을 위해 준수해야 하는 제약을 반드시 준수해야 하는 절대 제약과 가능한 준수 해야 하는 상대제약으로 구분하고, 이를 수리적으로 모델링 하여 최적화 소프트웨어를 통해 최적의 강의실 배정을 하였다. 절대제약에는 한 강의실에 2개 교반 이상 배정이 되면 안 되는 등과 같은 물리적인 제약들이며, 상대제약은 교수의 편의성을 고려한 강의 시수 배정 등과 같은 논리적인 제약이다. 결과는 만족스러웠으며 기존의 사람을 통한 강의실 배정보다 여러 가지 지표면에서(강의실 활용률과 교수 만족도) 월등한 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract Recently, as the education population of Korea has been rapidly declining, many changes have beentaking place in the university environment. Especially, community colleges linked to local communities have responded to these crises through various educational changes, such as three-year study transfers, work-parallelism, and employee commissioned education. However, such changes in the contents of education are causing a new type of classroom allocation problem, in which it is difficult to assign the limited number of classrooms to the major courses. In this paper, we classified the constraints involved in assigning classrooms into absolute constraints and relative constraints, mathematically modeled them, and allocated the classrooms optimally through optimization software. The results were satisfactory and enabled us to obtain superior results in terms of the various performance indices (classroom utilization rate, teacher satisfaction, etc.) than when assigning classrooms in the normal way.

Keywords : Classroom Assignment, Community College Education, Integer Programming, Optimization, Time Schedule Assignment

1. 서론

최근 학령인구의 급속한 감소와 교육 환경의 빠른 변화는 국내의 대학들에 적지 않은 영향을 미치고 있다. 이미 많은 언론에 보도되었듯이 2018년부터는 대입정원과 입학자원의 역전 현상이 발생할 것으로 예측되며, 2023년에는 입학자원이 현재의 55만여 명에서 40여만 명

으로 급속히 줄 것으로 판단하고 있다[1].

이에 따라 교육부는 대학의 정원을 학교간 통폐합, 야간정원 감축, 폐교 등 다양한 형태를 통해 줄이는 방향으로 유도하고 있으나, 이는 대학 구성원의 생계 및 지역 경제에 미치는 영향 등을 고려할 때 많은 진통이 예상된다.

특히 지역사회와 연계하여 이러한 환경의 변화에 더

*Corresponding Author : Namsu Ahn(Korea Military Academy)

Tel: +82-2-2197-2996 email: namsu.ahn@gmail.com

Received September 4, 2017

Revised September 25, 2017

Accepted October 13, 2017

Published October 31, 2017

직접 노출되는 전문대학의 경우 학령인구의 감소에 선제적으로 대응하기 위해, 교육의 대상, 내용 및 커리큘럼의 변화를 꾀하고 있다[2].

먼저 최근 몇 년 전부터 일부 전문대학의 학과는 2년제에서 3년제로 학제를 전환함으로써 입학정원을 자연스럽게 줄이는 방법을 선택하였다[3]. 물론 이는 사회적으로 국내외 자격 기준이나 직업 능력 기준이 상향되어 보다 고급의 전문 기술인력 양성이 필요해진 측면도 존재한다.

또한, 많은 전문대학이 고등학생 신입생이 아닌 다른 형태의 신입생, 즉, 산업체 신입직원이 회사에서 OJT(On the Job Training)를 받고 주중 1회 정도 대학에서 OffJT(Off the Job Training)를 통해 전문학사 학위를 부여하는 일학습병행제 학위과정[4], 산업체의 추천을 받아 고졸 출신의 현장직 근로자에게 야간에 계속 교육기회를 제공하는 산업체 근로자 위탁교육제도[5], 그리고 중소기업 장기 근로자에게 교육기회를 제공하기 위한 중소기업 계약학과 제도[6]등을 통해 모집하고 있다.

하지만 이러한 대내외 환경의 변화는 실제 해당 학과를 운영하는 전임교수들에게 새로운 고민을 안겨주었는데, 그건 바로 전공과목 강의실을 배정하는 문제이다.

과거에는 수업연한이 2년제로 고정되었고, 대학 재학생을 상대로 하는 수업을 제외한 일학습 병행제, 위탁교육제도, 계약학과 제도 등의 수업이 없었기에 따라 과거에 작성된 시간표를 업데이트하는 수준에서 강의실 배정 업무가 간단히 끝났다. 그러나 현재는 학교 내외의 제도 및 여건이 급격히 변하는 과도기임에 따라, 과정별 소요과목을 산출하고 한정된 개수의 강의실을 적절하게 배정하는 일이 매우 시간과 노력을 소모하는 업무로 바뀌었다.

일반적으로 학과에서 강의실을 할당하기 위해서는 먼저 개설예정인(혹은 필수로 개설해야 하는) 전공과목들에 대해 정년트랙 혹은 비정년트랙 교수들 섭외해야 하며, 두 번째로 각 정년트랙 혹은 비정년트랙 교수들의 선호 혹은 비선호 강의시간대를 파악하고 학교의 공통 교양과목 시간대를 확인해야 한다(이는 교양과목 시간대에는 전공과목 강의를 할당하지 않기 위해서이다). 세 번째로 과목별로 실습실이 필요한 과목들을 구분하여, 해당 과목들은 실습실로 배정하는 것이다. 물론 이 과정에서 동일 시간 동일 강의실에 2개 이상 과목이 할당되면 안되며, 한 학년이 동일 시간에 2과목 이상 할당이 되면 안

된다.

강의실을 배정할 때 어려운 부분은 각 정년트랙 또는 비정년트랙 교수들의 선호 혹은 비선호 강의시간대를 전적으로 반영하여 작성이 불가할 경우 시간을 조정하는 부분과 강의실이 부족하여 타과 강의실을 대여해야 하는 부분이다. 물론 이 두 가지 모두 가능한 한 적게 발생토록 시간표를 작성하면 좋으나, 수작업을 통한 강의실 배정으로는 이러한 문제 해결이 쉽지 않다.

강의실 배정문제를 한정된 자원을 합리적으로 할당하기 위한 수학적인 문제로 보고 접근을 한 연구는 크게 국외에서 연구한 논문과 국내에서 연구한 논문으로 나뉘 볼 수 있다.

먼저 국외에서는 강의실 배정을 위한 연구가 활발히 이루어졌으며, 2013년에는 그동안 이루어진 강의실 배정에 연구에 관한 조사 논문이 발표되었다[7]. 연구들은 문제의 크기가 작은 대학 또는 학과 단위의 강의실 배정 문제는 정수계획법을 통해 해를 찾았으며[8, 9], 대학 모든 학과의 강의실 배정처럼 문제의 크기가 커졌을 때는 문제를 나누거나 휴리스틱 알고리즘의 적용을 통해 해를 찾는 연구가 많이 진행되었음을[10, 11] 확인할 수 있었다.

가장 최근에 이루어진 연구[12]에서는 여러 형태의 강의실 할당 문제에 적용 가능한 일반적인 형태의 정수 계획모델을 제시하였고, 해당 모델을 사용함으로써 효율적으로 해를 구할 수 있다고 주장하였다.

상당수의 기존연구는 과목을 강의실에 할당시 어떤 비용이 발생한다고 보고 이 비용을 최소화하는 것을 목적으로 수리적 모델링을 하고 휴리스틱 등의 방법을 사용하여 해를 구하였다.

국내에서는 상대적으로 많은 연구가 진행되지 않았으며[13, 14], 이러한 연구들은 전문대학의 강의실 배정에 적용하기에는 어려움이 존재한다. 이는 앞에서 기술한 바와 같이 상담과목 운영 및 비정년 트랙 교원의 강의시수 등과 같은 대학 강의환경의 변화 및 전문대학 강의형태의 특수성 등이 고려되지 않았기 때문이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 실제 강의실을 배정하기 위해 고려해야 하는 물리적인 제약과 논리적인 제약을 설명하며, 3장에서는 강의실 배정을 수리적인 모델을 통해 해결하기 위한 수학적인 기호와 모형을 나타내었다. 4장에서는 실제 강의실을 과거의 사람이 수행했던 방식과 수리적인 모델을 통해 수행했을

시의 차이를 표현하였다. 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 관해 기술하였다.

2. 강의실 배정시 고려사항

4년제 대학과 달리 많은 전문대학의 전공과목 강의실 배정은 학교본부 차원에서 종합적으로 수행하지 않고, 학과에서 보유한 학과 강의실을 대상으로 수행한다. 모든 학년은 대략 1학기 21학점 기준으로 전공과목 18학점(3학점 6과목)과 교양과목 3학점의 수강(상담과목 포함)을 권장한다. 교양과목은 대학본부에서 특정 요일·특정 시간대에만 개설하므로 학과 입장에서 전공과목에 대한 강의실 배정만 수행하면 된다. 본 장에서는 학과에서 강의실을 배정하기 위한 절차 및 고려해야 하는 사항을 기술하고자 한다.

실제 2년제에서 3년제로 학제를 전환한 특정 전문대학 특정 학과의 전공과목(모든 전공과목은 3학점 3시간이 기준이다.) 강의실 할당사례를 대상으로 하였고, 현재의 할당 절차는 Fig. 1과 같다.

일단 해당 대학에서는 특정 요일·특정 시간대는 교양과목들의 시간 배정을 위해 전공과목의 강의실 배정을 할 수 없으며, 학과에서는 학생들의 집단상담을 위해 마찬가지로 특정 요일·특정 시간대에는 전공과목의 진행을 급하고 있다. 따라서 전공과목의 강의실 배정을 위해서는 먼저 배정을 할 수 없는 요일들의 시간대를 파악해야 한다.

이후 대략적인 휴학생과 복학생 수를 고려하여 분반을 편성해야 한다. 분반은 대략 30여 명의 학생을 기준으로 하며, 본 논문 대상 학과의 경우 1학년의 경우 3개의 분반(1A, 1B, 1C), 2학년의 경우 2개의 분반(2A, 2B), 3학년의 경우 1개의 분반(3A) 등 총 6개의 분반을 편성해야 하는 것으로 파악되었다.

다음으로는 각 교수의 형태별로 강의시수, 강의과목, PC 실습실 필요 유무 등을 파악하여 아래와 같은 <Table 1>을 완성한다. 일반적으로 정년 트랙교원은 9학점, 비정년 트랙교원의 경우 6학점을 기본으로 배정한다. 시수배정은 외래교수의 시수 6학점을 먼저 채우고, 조정이 필요한 경우 전임교원의 시수를 가감하는 형태로 조정하고 있다.

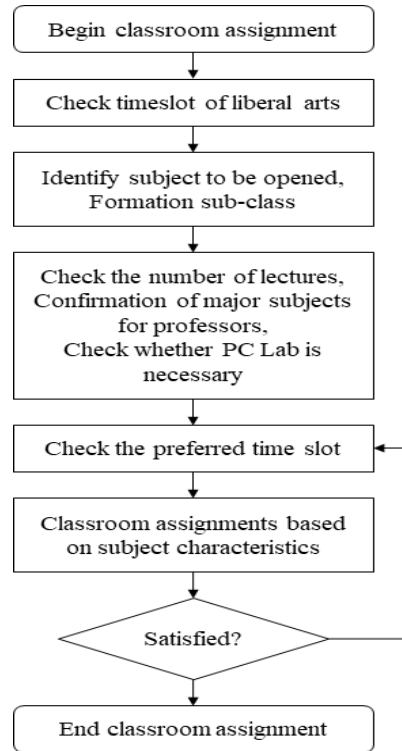


Fig. 1. Typical Classroom Assignment Procedure

Table 1. Courses-Professors Matching Table

Major Courses (Class)	Professor in Charge	Need for PC Lab.
Intro. to Industrial Engineering(1A)	Kwon	
Intro. to Industrial Engineering(1B)	Kim	
...		
ERP Production/Logistics (2A)	Gu	○

다음으로는 정년 및 비정년 트랙교수들의 선호시간대 혹은 비선호 시간대를 강의실 배정에 반영해야 한다. 일반적으로 비정년 트랙교수들의 경우 별도의 직업이 있고 부가적으로 강의를 진행함에 따라, 6학점을 배정할 때 가능하면 하루(오전 3시간, 오후 3시간)에 모든 수업을 진행하는 것을 선호한다. 반면 전임교수들의 경우 강의 부담으로 인해 가능한 하루에 3시간 이하로 강의하는 것을 선호한다. 하지만, 전임교수들의 일일 강의 시간은 외래교수의 편의를 위해서는 조정될 수 있다(하루 6시간 이상 강의 등).

이후 단계는 실제 강의실을 요일별 시간표에 맞추어 할당하는 단계로써, 이론 전공과목은 이론 강의실에, PC 실습이 필요한 전공과목은 PC 실습실로 배정한다. 전술한 바와 같이 최근 일학습 병행제, 산업체 위탁교육 등 다양한 형태의 강의 수요가 발생함에 따라 강의실이 부족한 형편이다. 따라서 이론 과목이지만 PC 실습실로 배정해야 한다면, 또는 반대로 PC 실습이 필요한 과목이지만 이론 강의실로의 배정이 불가피하게 필요하다면, 타과의 강의실을 사전에 대여 신청해야 한다. 타과 역시 강의실이 충분치 못하므로 가능하면 조속히 필요한 강의실 수를 확인하고 대여 신청해야 학과 강의 진행을 할 수 있다.

본 논문의 대상 학과의 경우 이론 강의실 4개(401, 404, 405, 409), PC 실습실 2곳(421, 422)을 보유하고 있으며 각 강의실은 최대 40명의 학생을 수용할 수 있다.

이러한 단계를 거친 요일별, 학년별, 분반별 강의실 배정결과는 아래 Table 2와 같은 형태로 표현되며, 현실에서는 담당 교수들의 회람 및 조정을 통해 강의실 배정을 최종적으로 확정한다.

Table 2. Course-Classroom Matched Timetable

Week days	Class	Morning (Classroom)	Afternoon (Classroom)
Mon.	1A	Intro. to IM(401)	Excel(422)
	1B	No Class	Industrial Safety(409)
	1C	Industrial Safety(409)	Intro. to Accounting(401)
	2A	Work Measurement(404)	No Class
	2B	Electrical Safety(405)	Process Management(405)
	3A	ERP (421)	No Class
.....			
Fri.	1A	Intro. to Accounting(401)	No Class
	1B	Excel(421)	
	1C		
	2A	Human Resource Mgt.(405)	
	2B	Human Resource Mgt.(409)	
	3A	Value Engr.(404)	

3. 강의실 배정을 위한 수리적 모형

3.1 수학적 기호

본 절에서는 강의실 배정을 위한 수리적 모형을 작성하기 위한 몇 가지 수학적 기호를 소개하고자 한다.

Table 3. Symbol for Mathematical Modeling

Symbol	Explanation
C	Set of courses
C_i	Set of courses for class i division
C_i^{nonT}	Set of courses which are designated for non tenure-track professor i
C_i^T	Set of courses which are designated for tenure-track professor i
C^{PC}	Set of courses which require PC lab.
C^{nonPC}	Set of courses which does not require PC lab.
R	Set of lecture rooms
R^{PC}	Set of PC laboratories
R^{nonPC}	Set of general lecture rooms
T	Set of time slots
$T^{No.C}$	Set of timeslot which cannot be assigned any courses
P^{nonT}	Set of non tenure-track professors
P^T	Set of tenure-track professors
Mon.	Set of timeslot for Monday(morning, afternoon)
Tue.	Set of timeslot for Tuesday(morning, afternoon)
Wed.	Set of timeslot for Wednesday(morning, afternoon)
Thr.	Set of timeslot for Thursday(morning, afternoon)
Fri.	Set of timeslot for Friday(morning, afternoon)

각 기호는 집합을 나타내고 있다. C 는 개설예정인 전체 전공과목을 나타낸다. 전공과목은 강의실 배정을 위해 교반 기호와 함께 붙여 과목을 표기한다. 예를 들어 산업공학 개론 1학년 A반의 경우, IE 1A로 나타내는 식이다. C_i 는 교반 i의 전공과목들을 나타낸다. 예를 들어 3학년 A반의 경우($C_{3,A}$) VE 3A, ERP 3A, QM 3A 등이 해당 집합을 구성하는 원소들이다. C_i^{nonT} 와 C_i^T 는 각각 비정년 트랙과 정년 트랙 교수 i의 담당 전공과목을 나타내고, C^{PC} 와 C^{nonPC} 는 각각 PC 실습실과 이론 강의실로 배정되어야 하는 전공과목을 나타낸다. R 은 전체 강의실을 나타내고, R^{PC} 와 R^{nonPC} 는 각각 PC 실습실과 이론 강의실을 나타낸다. T 는 전공과목을 배정할 수 있는 전체 시간대를 가리킨다. 모든 전공과목은 3시간을 이어서 강의하고, 오전 10시부터 1시 혹은 오후 2시부터 5시까지 진행한다. 따라서, 월요일부터 금요일까지 전공

과목을 배정할 수 있는 시간대는 총 10개이다. $T^{No.C}$ 는 전공과목을 공통교양 혹은 상담수업 진행을 위해 배정할 수 없는 시간대를 나타낸다. P^{nonT} 와 P^T 는 각각 비정년 트랙교수들과 정년 트랙 교수들을 나타낸다. Mon.부터 Fri.는 요일별로 전공과목을 배정할 수 있는 시간대들의 집합인데, 요일별로 오전과 오후 2가지 시간대만을 원소로 포함한다.

3.2 0-1 이진정수 수리적 모델

본 절에서는 3.1 절에서 정의되고 설명한 기호들을 사용하여 강의실 배정을 수행하기 위한 수리적인 모델을 0-1 이진정수 모델로 나타내고자 한다.

먼저 의사결정변수를 정의하고, 정의된 의사결정변수를 사용하여 강의실 배정을 수행하기 위한 여러 제약 조건을 표현하고, 마지막으로 목적함수를 표현하고자 한다.

1단계로 의사결정변수를 정의하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 x_{ijk} &= \begin{cases} 1, & \text{과목 } i \text{가 } k \text{시간에 강의실 } j \text{로 배정시,} \\ 0, & \text{그외의 경우.} \end{cases} \\
 y_{ijk}^1 &= \begin{cases} 1, & \text{이론과목 } i \text{가 } k \text{시간에 } PC \text{실 } j \text{로 배정시,} \\ 0, & \text{그외의 경우.} \end{cases} \\
 y_{ijk}^2 &= \begin{cases} 1, & \text{과목 } i \text{가 } k \text{시간에 강의실 } j \text{로 배정하여} \\ & \text{정년트랙교수가 하루에 6시간 강의를} \\ & \text{하는 경우,} \\ 0, & \text{그외의 경우.} \end{cases} \\
 z_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{비정년트랙교수 } i \text{의 강의요일이 } j \text{일시,} \\ 0, & \text{그외의 경우.} \end{cases}
 \end{aligned}$$

위 의사결정변수들을 활용하여 제약조건들을 표현하면 다음과 같다.

$$\sum_{j \in R, k \in T} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in C \quad (1)$$

$$\sum_{i \in C} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall j \in R, k \in T \quad (2)$$

$$\sum_{i \in C_{1k}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (3)$$

$$\sum_{i \in C_{1b}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (4)$$

$$\sum_{i \in C_{1c}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (5)$$

$$\sum_{i \in C_{2k}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (6)$$

$$\sum_{i \in C_{2b}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (7)$$

$$\sum_{i \in C_{3k}} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (8)$$

$$\sum_{i \in C_1^T, j \in R} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (9)$$

$$\sum_{i \in C_1^{nonT}, j \in R} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall k \in T \quad (10)$$

$$\sum_{i \in C_1, j \in R} x_{ijk} = 0, \quad \forall k \in T^{No.C} \quad (11)$$

$$\sum_{j \in R^T, k \in T} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in C^{PC} \quad (12)$$

$$\sum_{j \in Mon, Tue, \dots, Fri} z_{ij} = 1, \quad \forall i \in P^{nonT} \quad (13)$$

$$2z_{i, Mon} - \sum_{i \in C_1^{nonT}, j \in R, k \in Mon.} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in P^{nonT} \quad (14)$$

$$\sum_{j \in R^{nonT}, k \in T} (x_{ijk} + y_{ijk}^1) = 1, \quad \forall i \in R^{PC} \quad (15)$$

$$\sum_{i \in C_1^T, j \in R, k \in Mon.} (x_{ijk} - y_{ijk}^2) \leq 1, \quad \forall i \in P^T \quad (16)$$

$$\leq 1, \quad \forall i \in C, \quad (17)$$

$$x_{ijk}, y_{ijk}^1, y_{ijk}^2, z_{ij} \in \{0, 1\}. \quad \forall j \in R, k \in T$$

제약식 (1)은 개설하기로 한 과목은 반드시 강의실과 강의시간대가 할당되어야 함을 의미하며, 제약식 (2)는 특정 시간대-강의실에 강의를 중복으로 할당하지 말아야 함을 나타낸다. 제약식 (3)부터 (8)은 각 학년의 분반별로 특정 시간대에 교과목들이 중복으로 할당되지 않아야 함을 의미하며, 제약식 (9)와 (10)은 교수가 특정 강의 시간에 교과목을 2개 이상 할당하지 않아야 함을 나타낸다. 제약식 (11)은 사전에 교양과목과 상담과목으로 결정된 시간대에는 전공과목이 배정될 수 없음을 의미하며, 제약식 (12)는 PC 실습실이 있어야 하는 과목은 PC가 갖춰져 있는 강의실로 배정되어야 함을 나타낸다. 제약식 (13)과 (14)는 비정년 트랙 교수들의 강의일은 일주일 중 하루로 선택하고, 해당 요일에는 2과목 배정(6시간, 즉 오전과 오후 각 3시간)을 표현하는 데 필요하다.

제약식 (1)부터 (14)는 강의를 진행하기 위한 기본적인 요구사항들을 나타낸 것으로 반드시 준수되어야 하는 절대 제약으로 부르기로 한다.

제약식 (15)는 이론 전공과목은 이론 강의실에 배정되어야 함을 의미하며, 이론 강의실 부족으로 배정이 못 되어 해를 못 찾게 되면 추가변수 y_{ijk}^1 가 1의 값을 갖도록 표현하였다. 제약식 (16)은 정년 트랙 교수의 경우 하루 한 과목 이하의 과목 배정을 선호하지만, 비정년 트랙 교수의 일정을 우선하여 반영함에 따라 하루에 2과목의 강의를 진행할 때는 추가변수 y_{ijk}^2 가 1의 값을 가진다(사

실 수리적 모형을 통해 불가피하게 정년 트랙 교수가 하루에 2과목의 강의를 진행함에 따라 주 3일 이하의 강의를 하게 됨을 입증하는 것은 중요한 의미가 있다. 학교 규정에 의하면 정년 트랙 교수는 최소 주 4일 이상 강의 시간이 배정되어야 하며 그렇지 못하면 적절한 방법으로 소명해야 하기 때문이다). 제약식 (16)은 모든 요일에 대해 생성이 필요하나 공간상의 부족으로 본 논문에서는 월요일에 해당하는 제약식만($k \in Mon.$) 명기하였다.

결론적으로 제약식 (15)와 (16)은 원활한 강의 진행을 위해 가능한 준수 되어야 하는 상대적인 제약을 나타낸다.

마지막으로 제약식 (17)은 모든 의사결정변수가 0 또는 1의 값을 가지는 이진 정수여야 함을 나타낸다.

이제 우리의 목적함수는 절대제약 (1) ~ (14)를 준수하기 위해 불가피하게 상대제약 (15)와 (16)에서 y_{ijk}^1 과 y_{ijk}^2 가 값을 가진다면 그 값을 최소화하는 것이므로 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$\text{Minimize} \sum_{i \in C_i^{stud}, j \in R, k \in T} y_{ijk}^1 + \sum_{i \in C_i^T, j \in R, k \in T} y_{ijk}^2$$

4. 실험결과

본 논문의 대상 학기는 1학년은 3개의 분반, 2학년은 2개의 분반, 3학년은 1개의 분반이 존재하며, 분반별로 6개의 전공과목을 개설해야 한다. 따라서 36개의 과목을 개설해야 하며, 학과에서 보유하고 있는 강의실은 총 6개이고 이중 2개 실이 PC 실습실이다. 교수(전임 및 겸임)별로 담당 과목은 이미 결정되었으며, 교양과목과 상담과목 시간대도 이미 수요일 오전, 목요일과 금요일 오후로 결정되었다. PC 실습실이 필요한 과목은 총 8과목이며(해당 과목의 글꼴은 기울임 처리하였다), 이론 강의실이 필요한 과목은 28과목이다.

먼저 해당 학기의 전공과목을 배정하기 전에 학과 조교에게 시간표를 작성하기 위해 걸리는 시간을 확인하였더니, 대략 하루 정도가 소요된다고 하였다. 또한, 타과 강의실을 대여해야 하는 경우 또는 겸임교수님의 수업이 하루에 배정이 안 되어 여러 일에 걸쳐서 배정되는 일 등이 발생하면 실제 시간표를 확정하는데 걸리는 시간이 하루 더 늘어난다고 하였다. 그 결과는 아래 Table 4와 같다.

Table 4. Course-Classroom Matching Table I

Day of the Week	Class	Morning (Room #)	Afternoon (Room #)
Mon.	1A	IE(401)	IS(401)
	1B	IS(404)	IE(404)
	1C	AP(409)	ME(409)
	2A	ES(405)	WM(405)
	2B	ERP-I(421)	
	3A	CAD(422)	
Tue.	1A	AP(405)	ME(401)
	1B	ME(404)	AP(404)
	1C	SQC(401)	MA(421)
	2A	ERP-I(422)	
	2B	ES(405)	WM(405)
	3A	MA(421)	VE(422)
Wed.	1A	Consultation Time	SQC(401)
	1B		SQC(404)
	1C		IS(405)
	2A		ERP-I(421)
	2B		PM(419)
	3A	QM(401)	
Thr.	1A	MA(421)	Common Liberal Arts
	1B	MA(422)	
	1C	IE(404)	
	2A	HRM(401)	
	2B	SQC(405)	
	3A		
Fri.	1A		No Class
	1B		
	1C		
	2A	SQC(401)	
	2B	HRM(404)	
	3A	LM(405)	

같은 데이터를 사용하여 이러한 상황을 3.2절의 수리적 모델을 윈도우 10 64bit 운영체제에서 IBM ILOG CPLEX 12.6.3을 최적화 소프트웨어로 사용하여 최적해를 구해보았다. 강의실 배정결과(Table 5)는 매우 짧은 시간(0.01초 이하)에 구할 수 있었다.

Table 5. Course-Classroom Matching Table II

Day of the Week	Class	Morning (Room #)	Afternoon (Room #)
Mon.	1A	IE(401)	MA(422)
	1B		IS(409)
	1C	IS(409)	AP(401)
	2A	WM(404)	
	2B	EC(405)	PM(405)
	3A	ERP-I(421)	QM(404)
Tue.	1A	IS(401)	ME(409)
	1B	ES(405)	IE(405)
	1C	ME(404)	MA(422)
	2A	PM(409)	SQC(404)
	2B		WM(401)
	3A	MA(422)	

Wed.	1A	Consultation Time	ES(405)
	1B		AP(404)
	1C		ES(409)
	2A		EC(401)
	2B		ERP-I(421)
	3A		CAD(422)
Thr.	1A	Common Liberal Arts	
	1B		ME(404)
	1C		IE(401)
	2A		ERP-I(421)
	2B		SQC(409)
	3A		LM(405)
Fri.	1A		AP(401)
	1B		MA(421)
	1C		
	2A		HRM(405)
	2B		HRM(405)
	3A		VE(404)

결론적으로 두 강의실 배정결과를 비교해 보면, 조교가 시간표를 작성할 때 이론 강의실 2곳의 대여가 필요했고, 이론 과목을 실습 강의실에 배정하는 경우가 1건 발생했다. 또한, 제조공학 1학년 A반과 1학년 C반은 1명의 비정년 트랙 교수에 의해 강의 폐야 하는 과목이나, 월요일과 화요일로 분리되었다.

반면 수리적 모델링을 통하여 시간표를 작성할 시 강의실 대여는 필요하지 않았으며 비정년 트랙의 교수는 하루에 강의를 마칠 수 있었다. 즉, 강의실 활용률과 교수 만족도 모두 향상이 가능함을 확인할 수 있었다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 현재 대학현장에서 학제변환, 산업체 근로자 위탁교육제도, 계약학과 제도 등의 변화에 따른 강의실 배정문제를 풀기 위한 연구를 수행하였다.

먼저 강의실 배정을 위한 제약을 크게 반드시 지켜야 하는 절대 제약과 가능한 한 지켜야 하는 상대제약으로 나누고 목적함수로는 이러한 상대제약을 가능하면 준수 하는 것으로 구분하였다.

이를 위해 수리적 모델을 제안하였으며, 이를 풀기 위해서 최적화 소프트웨어인 IBM ILOG CPLEX를 사용하여 매우 짧은 시간 내에 좋은 강의실 배정을 구할 수 있었다.

다만, 이러한 연구결과가 대학현장에 더욱 널리 사용되기 위해서는 사용자 인터페이스 등의 별도 개발이 필요하다고 판단된다. 또한, 대학마다 제약의 종류 및 내용

이 다를 수 있으므로 이러한 제약들에 대한 표현 및 반영이 필요하다.

References

- [1] Statistics Korea, Korean Statistical Information Service, Available From: <http://www.kosis.kr>, (accessed July 26, 2017)
- [2] Kim, M. E., Jang, W. S., Development a Measurement Scale for Analysis on Factors Influencing College Choice of College Freshman's, *Korean Journal of Contents*, vol. 16, no. 7, pp. 50-62, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2016.16.07.050>
- [3] Ulsan College, *Rules of Ulsan College*, UCS-A-101, 102, 2017
- [4] Choi, J.H. et. al., A Study on the Linkage of Work-Related Parallel Degree, *In Proc. Conference of Korean Development & Career Association*, pp. 27-39, 2014.
- [5] Ministry of Education, Guidelines for the Implementation of Fostering Education in Junior College, *Established Rule of Ministry of Education*, No. 26. 2016.
- [6] Ministry of SMEs and Startups, Operational Guidelines for Small Business Contract Department, Notice No. 2015-369, 2015.
- [7] MirHassani, S., Habibi, F., Solution approaches to the course timetabling problem, *Artificial Intelligence Review*, vol. 39, no. 2, pp. 133 - 149, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-011-9262-6>
- [8] Schimmelpfeng, K., Helber, S., Application of a real-world university-course timetabling model solved by integer programming, *OR Spectrum*, vol. 29, no. 4, pp. 783-803, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00291-006-0074-z>
- [9] Van den Broek, J., Hurkens, C., Woeginger, G., Timetabling problems at the TU Eindhoven, *European Journal of Operational Research*, vol. 196, no. 3, pp. 877-885, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.04.038>
- [10] Dammak, A., Elloumi, A., Kamoun, H., Classroom assignment for exam timetabling, *Advances in Engineering Software*, vol. 37, no. 10, pp. 659-666, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2006.02.001>
- [11] Elloumi, A., Kamoun, H., Jarboui, B., Dammak, A., The classroom assignment problem: Complexity, size reduction and heuristic, *Applied Soft Computing*, 14, Part C, pp. 677-686, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.09.003>
- [12] Phillips, Antony E. et al., Integer programming methods for large-scale practical classroom assignment problems, *Computers & Operations Research*, 53, pp. 42-53, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.07.012>
- [13] Kang, M. J., Design a Timetable System using a Genetic Algorithm, *Proceedings of the Korean Society of*

Computer Information Conference, vol. 19, no. 1, pp. 289-292, 2011.

- [14] Yoo, J. S., Lee, S. K., Jung, S. H., Jung, T. S., Allocation algorithm for the lectures in a given time slot, *Proceedings of the Korean Operations Research and Management Science Society*, pp. 480-503, 2016.
-

안 남 수(Namsu Ahn)

[종신회원]



- 2010년 1월 : KAIST 산업 및 시스템 공학과 (공학박사)
- 2011년 1월 ~ 2015년 2월 : 국방기술품질원 선임연구원
- 2015년 3월 ~ 2017년 7월 : 울산과학기술대학교 산업경영과 조교수
- 2017년 8월 ~ 현재 : 육군사관학교 기계·시스템공학과 조교수

<관심분야>

품질경영, 최적화 이론, 생산스케줄링