

빅 데이터에 근거한 강의실 자동 배정 알고리즘 설계와 학사관리 시스템 적용사례

진상규*, 김승환**, 이순교***, 정태수***

*고려대학교 정보전산처 전산개발부

**고려대학교 교무팀

***고려대학교 산업경영공학부

e-mail:tcheong@korea.ac.kr

Big Data based Classroom Assignment Algorithm and its Application to the Academics System

Sang-Kyu Chin*, Seung-Hwan Kim**, Soon-Kyo Lee***, Taesu Cheong***

*Office of Information & Computing, Korea University

**Office of Academic Affairs, Korea University

***School of Industrial Management Engineering, Korea University

요 약

대학에서는 매학기 개설된 수업에 대해 강의실 배정작업을 진행하고 있으며 대부분의 대학에서는 년4회(1·2학기, 여름, 겨울 계절학기) 수작업으로 반복적인 강의실 배정 작업을 수행하고 있다. 강의실 배정작업은 교수가 선호하는 강의실 또는 교과목특성(실험과목 및 대형 강의)이 반영된 강의실 등 다양한 조건에 의해 강의실을 배정하고 있으며 수작업으로 일일이 강의실을 배정 하는 데에는 상당한 시간이 소요되고 있다. 몇몇 대학에서는 강의실 배정작업을 개선하기 위해 교수 및 강의실의 특성을 고려한 강의실 자동 배정 시스템을 구축을 시도 하였으나, 많은 변수로 인해 여전히 수작업으로 강의실을 배정하고 있다. 이에 본 연구에서는 강의실 자동 배정 시스템을 구축하기 위한 방법으로 최근 3년간 기 배정된 강의실 빅 데이터 자료를 기반으로 작성된 강의실 자동 배정 알고리즘을 제시하고 실 적용한 고려대학교 시스템 구축 사례를 살펴보고자 한다.

1. 서론 및 문제배경

교육부에서는 학령인구 감소에 대비하여 대학구조개혁을 진행하고 있으며, 대학은 심한 재정압박에 직면하고 있다. 또한 등록금 동결, 입학정원 감소 등 학교 운영 재원의 감소로 인해 건물 신축을 통한 강의실 및 연구실 공간 추가 확보에 어려움을 겪고 있는 현실이다. 이로 인해 대학 내 단과대학 간에는 우선 공간 확보를 위해 치열하게 경쟁하고 있고 일부대학에서는 “공간조정관리 위원회”를 대학 본부에 설치하여 공간을 조정하고 있다. 일반적으로 대학에서는 크게 강의 공간, 연구 공간, 행정지원 공간 3가지로 구분되고 있으며 물리적인 공간부족으로 인해 많은 대학에서는 공간배정에 불만을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 특히 강의 공간은 교수의 선호도(강의실, 강의시간) 및 과목의 특성을 고려하여 강의실을 배정하기 때문에 교직원들이 일일이 수작업으로 진행하고 하고 있는 실정이다. 일반적으로 수도권의 4년제 대학은 학기별로 2000~5000개의 개설과목을 운영하고 있으며 매학기 수천 개에 이르는 과목에 대해 강의실을 수작업으로 배정하고 있어 단순 작업에 많은 시간을 소요하고 있다. 몇몇 대학에서는 수업시간 및 강의실 전체를 자동배정 처리하는 연구 및 시스템 구축 시도가 있었으나 모든 특성을 고려하여 수업 시간 및 강의실

을 자동배정 하는 데에는 많은 어려움이 있어 실제 적용사례는 없는 것으로 보인다. 이에 본 연구에서는 교수의 수업시간에 대한 선호정보를 선 입력 받고 이를 기반으로 하는 강의실 배정 알고리즘을 제시한다. 강의실 배정문제는 그간 수리최적화[1,3], 메타휴리스틱[2,4,5] 등과 같은 다양한 방법으로 접근을 하였으나, 본 논문에서는 최근 3년간 강의실 배정 데이터 분석결과를 활용하여 개설과목들을 효과적으로 할당하기 위한 휴리스틱 알고리즘을 제안하고자 한다. 또한, 실제 고려대학교 2016학년도 2학기 강의실 배정작업에 적용한 결과를 살펴보고자 한다.

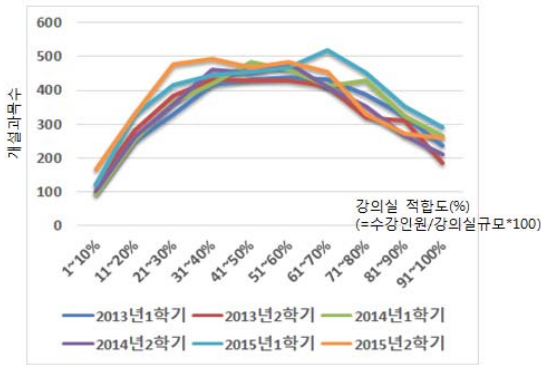
2. 기존 데이터 분석

기존 고려대학교의 강의실 배정절차를 살펴보면 강의 시간 변경이 불가한 기초교양과목에 대해 강의실을 우선 배정하고 전공과목에 대해서는 학과 교수로부터 해당학기 개설과목 및 수업시간을 통보받아 후순위로 강의실 배정작업을 수작업으로 진행한다. 전공과목의 강의실 배정작업은 지난학기 강의실 배정 정보를 참고하여 단과대학별로 행정 직원들이 모여서 배정 가능한 강의실들을 협의 후, 과목 및 교수의 특성을 고려하여 수작업으로 강의실을 배정하고 있다. 고려대학교는 학기당 약 4,000건이 넘는 과목을 개설

- 운영 하고 있으며 매학기 개설강좌에 대해 수작업으로

강의실을 배정하고 있어 강의실 배정에 많은 시간이 소요되고 있는 실정이다.

효율적인 강의실 자동 배정 구성 요소를 찾기 위해 최근 3년간의 강의실 배정 데이터 분석 작업을 2가지 측면에서 진행하였다. 먼저 강의실 규모 적합도를 배정된 강의실 수용인원에 대한 수강인원으로 정의 하고 기존 배정결과를 살펴보았다. 강의실 규모 적합도 측면에서 분석 결과 (그림 1)과 같이 강의실 적합도가 20%~80% 선에서 넓은 분포로 강의실을 배정되어 있으며 이는 수강생 수 및 강의실의 규모에 대한 전반적인 검토 작업 없이 수강인원에 맞는 강의실을 적당히 배정한 것으로 판단된다.



(그림 1) 고려대학교 최근 3년 강의실 적합도

두 번째로 전임교원의 강의실 자동 배정 만족도 향상을 위해 강의실 재사용 분포도를 분석하였다. <표 1>와 같이 전년도에 사용한 강의실을 재사용하는 빈도수가 많으며 평균 33.1% 정도 되는 것으로 파악되었다. 교수는 전년도에 수업을 진행한 강의실을 선호하는 편이며 교수의 강의실 선호도를 반영하는 것으로 볼 수 있다. 위에 기술한 내용과 같이 강의실 배정의 주요요소로 수강인원에 적합한 강의실 배정 및 담당교수의 선호도가 반영된 강의실 배정이 주요하게 작용하고 있음을 알 수 있었다.

<표 1> 강의실 재사용 빈도수

개설년도 (학기)	전입담당 과목수	1회	2회	3회 이상	1회 이상 사용률
2013(1)	1510	245	81	177	33.3%
2013(2)	1532	241	86	166	32.2%
2014(1)	1580	243	103	205	34.9%
2014(2)	1541	228	95	200	33.9%
2015(1)	1702	230	93	233	32.7%
2015(2)	1792	235	106	225	31.6%
평균	1610	237	94	201	33.1%

3. 제안 알고리즘

본 연구에서는 과목의 특성(실험기구 셋팅 및 각종 기 자체 설치 필요 등)을 고려한 강의실 배정은 상당한 어려움이 있고 구현에 한계가 있기 때문에 특정과목이 특정 강의실을 반드시 사용해야 하는 경우는 강의실을 선 지정 하였으며, 그 외 대부분의 과목들에 대해서 과목별 선호건물 정보를 입력받아 본 절에서 제시하는 알고리즘을 적용하여 강의실 자동배정을 시행하였다.

제안 알고리즘은 최근 3년간의 강의실 배정 데이터자료 분석을 통해 강의실 배정 시 우선순위결정을 위해 (그림 2)와 같이 선호건물, 강의실 적합도(강의실규모 대비 수강인원 비율), 담당교수 적합도(최근 3년간 강의실 재사용 빈도수)를 고려하였다.

선호건물 배점 배점				담당교수 적합도			
선호건물	1순위	2순위	3순위	적합도	2회 이상	1회	0회
배점	3	2	1	배점	2	1	0

강의실 적합도	강의실 적합도							
	75-85	70-74	65-69	...	40-44	30-39	95-100	
배점	3	2.8	2.5	...	1.1	0.8	0.5	

(그림 2) 강의실 배정 우선할당 순위 배점

선호건물의 배점은 1순위에서 3순위까지 배점을 구성하였고, 강의실 적합도의 경우는 강의실 적합도가 75%~85% 사이를 최고점을 부여하여 수강인원 대비 강의실 규모가 80%선에 가장 많이 배정되도록 하였다. 또한, 강의실 재사용 빈도수를 고려하여 강의실 배정으로 인한 불만족 사항을 고려하고자 담당교수 적합도를 우선순위 배점에 활용하였다. <표 2>에서 제시한 예시와 같이 비록 선호건물배점이 2점이지만 강의실 적합도 및 담당교수가 적합도가 높은 경우 C 강의실에 배정 될 수 있음을 의미한다.

<표 2> 강의실 배점별 강의실 배정 예시

구분	A강의실	B강의실	C강의실
선호건물	3	3	2
강의실 적합도	2.1	2.1	2.5
담당교수 적합도	1	0	2
계	6.1	5.1	6.5

추가적으로 대형 강의실에 적은 수강인원이 배정되는 경우의 수를 줄이기 위해 <표 3> 와 같이 강의실 규모에 따른 강의실 배정 가능 과목을 제한하였다.

<표 3> 강의실 규모에 따른 배정가능 인원

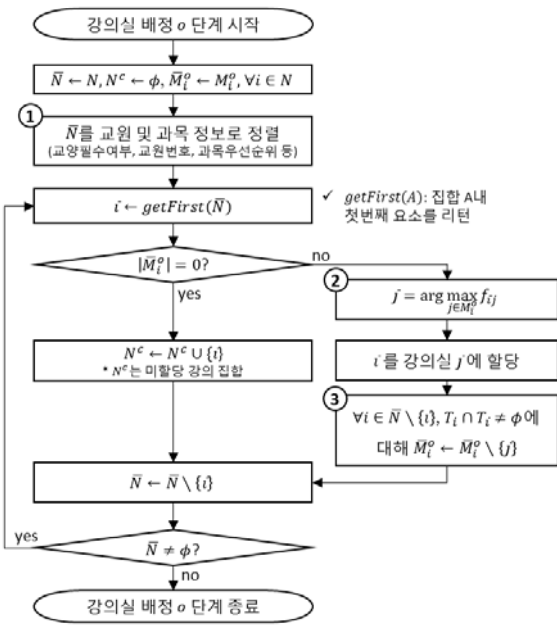
강의실 규모	배정가능 인원
200석 이상	강의실 수용인원 45%(90명) 이상
100석 이상	강의실 수용인원 40%(40명) 이상
50석 이상	강의실 수용인원 25%(13명) 이상
50석 미만	강의실 수용인원 이하

다음은 이상의 우선순위 배점 기준을 바탕으로 제안한 강의실 배정 알고리즘을 살펴본다. 알고리즘 설명을 위해 다음과 같은 집합과 인자를 정의한다.

집합 및 인자

- N : 강의 집합
- M : 강의실 집합
- T : 강의시간 집합
- T_i : 강의 $i \in N$ 이 지정한 선호시간(집합)
- M_i^o : 강의실배정 o단계에서 강의 $i \in N$ 를 배정할 수 있는 강의실 집합 ($\subset M$)
- N^c : 미배정 강의 집합
- f_{ij} : 강의 $i \in N$ 가 강의실 $j \in M$ 에 배정되었을 때의 배점

강의실 배정 절차는 총 4단계에 걸쳐 진행되는데, 1, 2단계는 교수가 선호하는 선호건물을 대상으로 강의실을 배정하고 3, 4단계는 선호건물에 강의실이 부족할 경우 선호건물의 인접 건물로 배정하는 것을 원칙으로 강의실을 배정하였다. 또한 학부 강의는 학부가 주로 사용했던 강의실에 대학원 강의는 대학원이 주로 사용했던 강의실에 배정하기 위해 학부/대학별원 별 강의실 최근 3년간 사용률로 차수를 구분하였다. 따라서, 크게는 각 단계별 차이는 과목별 배정의 대상이 되는 강의실 집합의 차이만 있으며 세부적인 강의실 배정절차는 동일하다. 먼저 (그림 3)은 각 단계별 강의실 배정 절차를 나타내고 있다.

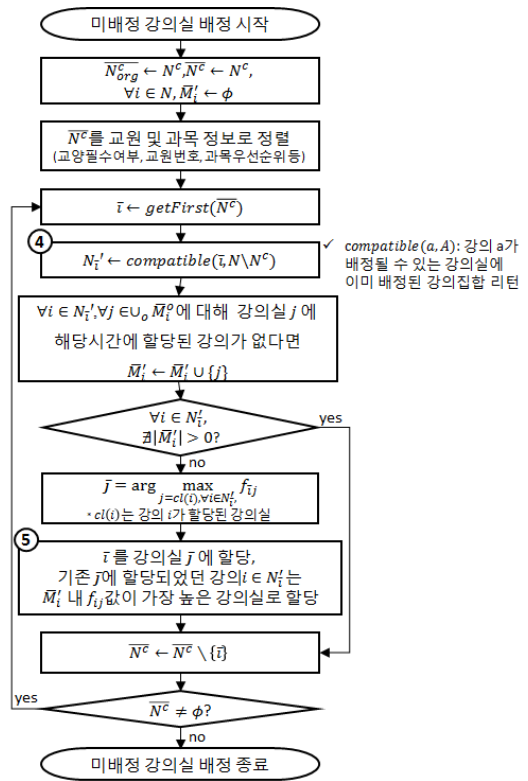


(그림 3) 단계 o에서의 강의실 배정 순서도

먼저 입력된 강의목록을 강의실 배정 우선조건에 따라 정렬한다 (①). 예를 들어, 전임교원의 경우 임용일자 순으로 우선 할당하여 연령대가 높은 교원이 선호하는 강의실에 우선 배정되도록 하였다. 그리고, 각 강의별 강의실 배정이 가능할 경우 기본적으로 배점이 높은 강의실에 해당 강의를 배정하지만 (②), 실제구현에는 다음과 같은 사항을 추가적으로 고려하였다. 강의실 배정에 있어 특정강의실에 편중되게 강의실이 배정되는 것을 막기 우선 배정 강의 할당 배점을 고려 한 강의실 균형배정을 적용하였으며, 전임교원의 경우 2개 이상의 강의를 담당할 경우 배정 만족도 향상을 위해 같은 강의실에 우선 배정하였다. 이후 강의 i 의 시간대에 강의실 j 가 배정되었으므로, 타 강의들이 같은 시간대에 강의실 j 에 배정되지 못하도록 처리한다 (③).

매 단계별로 강의실 배정조건들을 달리하여 (그림3)과 같은 과정을 반복하게 되고, 이후 강의실을 배정받지 못한 과목들에 대해 (그림 4)의 과정을 수행한다. 본 과정에서는

강의실을 배정받지 못한 강의 $i \in N^c$ 에 대해서 해당강의를 배정할 수 있는 강의실 $m \in \cup M_i^o$ 들에 이미 배정받은 강의 i' 들을 대상으로(④), 만약 강의 i' 를 배정할 수 있는 강의실들 중 배정 가능한 빈 강의실이 존재하는 경우에 대해 배점을 고려하여 강의 i' 를 빈 강의실로 재배정하고 강의실 미배정 강의 i 를 강의 i' 를 배정했던 강의실로 배정함(⑤)으로써 강의실 미배정 강의들의 강의실 배정을 진행한다.



(그림 4) 미배정 강의 강의실 배정 순서도

4. 배정 결과 및 분석

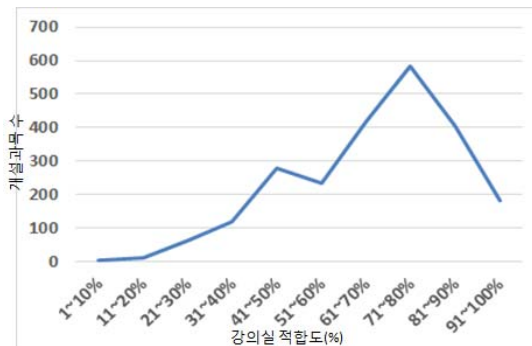
3절에서 기술한 강의실 배정 알고리즘을 Oracle Database 와 Oracle procedure를 이용하여 구현하였으며, 고려대학교 2016학년도 2학기 강의실 자동배정에 실제 적용하였다.

<표 4> 2016년 2학기 강의실 배정 현황

항목	수치
개설과목 수	4,108
배정요청 건수	2,331
배정요청비율	56.7%
선지정 건수	1,543
미입력 건수	234
배정 건수	2,292
미배정 건수	39
선호건물배정 건수	2,183
선호건물배정비율	93.7%
인접건물배정 건수	109

배정결과를 살펴보면 <표 4>와 같이 총 4,108건의 개설

과목 중 1,543건은 선 지정(강의실 사전 입력) 하였으며 2,331 과목을 자동 배정하였다. 주로 실험·실습 과목 및 단과대학의 특성상 반드시 해당 강의실을 사용해야 되는 경우 강의실을 선 입력 하였다. 2016년도 2학기 자동배정 결과를 살펴보면 선호건물에 배정비율은 93.7% 이며, 따라서 대다수의 과목이 선호건물에 배정된 것을 알 수 있다. 다른 대학의 경우 강의실 선호도에 따라 다르게 나타날 수도 있지만 대학 내의 건물 및 강의실 자료의 분석을 통해 선호하는 건물로 배정되도록 유도 할 수 있을 것으로 보인다. 또한 (그림 5)를 살펴보면 강의실 적합도 측면에서도 강의실규모 적합도가 70%~80% 가 가장 많이 배정되어 효율적인 강의실 배정이 된 것으로 판단된다.



(그림 5) 2016년 2학기 강의실 적합도

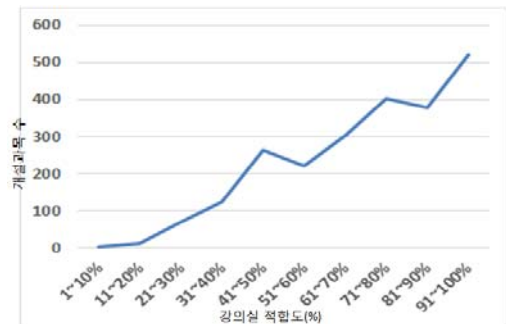
본 알고리즘의 검증에 위해 담당교수 적합도 항목 적용·미적용 시의 변화 및 강의실 적합도의 배점 조정에 따른 변화에 대한 민감도 분석을 수행하였다. 먼저 담당교수 적합도 분석에서는 <표5>와 같이 담당교수 적합도를 적용한 경우 약 34% 정도가 기존에 사용하던 강의실에 배정되어 강의실 우선배정 요소로 유의미 하다고 할 수 있을 것이다. 즉 담당교수 적합도를 적용한 경우가 미적용한 경우보다 19% 정도 담당교수가 기존에 강의했던 강의실에 배정되어 교수 선호도가 반영된 것으로 보인다.

<표 5> 2016년 2학기 교수 적합도 적용여부에 따른 결과비교

구분	담당교수 적합도 적용	담당교수 적합도 미적용
전임이 담당하는 과목 수	1,271	
1회 재사용 과목 수	256	128
2회 재사용 과목 수	108	44
3회 이상 재사용 과목 수	60	22
합계	426	194
비율	34%	15%

두 번째로는, 강의실 적합도 배점의 변동이 강의실 배정에 미치는 영향을 살펴보았다. (그림 6)은 강의실 적합도 배점을 95%~100%구간을 최고점으로 순차적으로 적용 했을 때 강의실 배정 분포도이며, 강의실 적합도 배점 적용에 따라 강의실 배정 현황이 바뀌는 것을 알 수 있었다.

이상이 결과에서 볼 수 있듯이, 담당교수 적합도, 강의실 규모 및 수강인원 분석을 통해 배점 조정을 통해 각 학교 별로 적합한 배점기준을 선별하는 것이 중요하다.



(그림 6) 배점조정에 따른 2016년 2학기 강의실 적합도 변화

5. 결론

본 연구는 데이터 분석에 기반한 강의실 자동배정을 위한 알고리즘을 소개하고, 고려대학교 2016년도 2학기 강의실 배정에 적용한 결과 실제 운영환경에서 만족스러운 결과가 나온 것에 의의가 있다고 볼 수 있다. 많은 대학에서 행정효율화 측면에서 강의실 자동배정 시스템 구축을 추진 하지만 과목 또는 교수 및 강의실 특성을 전부 고려해서 강의실을 배정하는 것은 한계가 있을 수밖에 없다. 이에 본 연구에서 밝힌 바와 같이 수업시간 및 특정 강의실을 반드시 사용해야 되는 과목은 강의실을 선지정하고 나머지 강의에 대해 자동배정 처리를 하는 것도 하나의 대안이 될 수 것으로 판단된다. 또한 본 알고리즘은 추가적인 시스템 구축 없이 기존 데이터 분석을 통해 작성된 것에 의의가 있으며 추후 데이터 축적 및 추가 분석을 통해 보다 나은 강의실 배정 알고리즘이 나올 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] Carter, M.W. (1989) "A Lagrangian Relaxation Approach to the Classroom Assignment Problem," INFOR 27(2), pp. 230-246.

[2] Elloumi A., Kamoun H., Jarboui B., Dammak A. (2014) "The classroom assignment problem: Complexity, size reduction and heuristics," Applied Soft Computing, 14, pp. 677-686.

[3] Phillips A., Ehrgott M., Ryan D. (2013) "Solving the Classroom Assignment Problem Using Integer Programming," ORSNZ 47th Annual Conference Proceedings, ID. 119.

[4] 강명주 (2011) "유전알고리즘을 이용한 강의시간표 작성 시스템 설계," 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 19(1), 289-292.

[5] 김대진, 김철현 (1996) "별칭 함수에 기반한 유전 알고리즘을 사용한 강의 시간표의 자동 작성," 정보과학회논문지(C), 2(3), 317-325.