

# 템플릿 기반의 상호대화형 전공강의시간표 작성지원시스템

장용식  
한신대학교 e-비즈니스학과  
(yschang@hs.ac.kr)

정예원  
한신대학교 e-비즈니스학과  
(ywJeong88@gmail.com)

.....

매 학기마다 반복되는 대학의 강의시간표 작성 방법은 대학 상황에 따라 다르며, 교육환경의 변화에 따라 그 복잡도와 문제의 크기가 증가되는 NP-hard 문제로 알려져 있다. 그 동안, 효과적인 강의자원 배분을 위한 강의시간표 자동생성의 필요성으로 대학 강의시간표 작성에 관한 여러 방법의 연구가 진행되어 왔다. 일반적으로 교양과목 강의시간표는 대학행정부서에서, 전공과목은 학과에서 작성하는데 각 학과 단위의 전공강의시간표작성지원시스템은 학생들의 편의를 도모하고 수업의 효과와 전공강의자원의 효과적인 배분을 위해 중요한 역할을 한다. 이를 위하여 본 연구는 한신대학교의 새로운 강의시간표 작성체계에 따라, 사례 기반의 템플릿을 생성하고, 이로부터 규칙 기반의 상호대화형으로 효과적인 강의자원 배분이 가능한 전공강의시간표를 작성하는 두 단계 지원시스템을 제안하였으며, 사례 데이터를 이용한 프로토타입으로 그 효과를 검증하였다. 과거 사례와의 유사도는 학과 평균 41.72%로 템플릿의 유용성을 볼 수 있으며, 민감도 분석 결과에서 동일 시간 개설과목 허용 임계치를 90% 이상 설정한다면 강의시간표가 더 고른 분포를 갖게 됨을 검증하였다.

.....

논문접수일 : 2010년 08월 09일    논문수정일 : 2010년 08월 17일    게재확정일 : 2010년 08월 18일    교신저자 : 장용식

## 1. 서론

대학의 학사관리에서 강의시간표 작성은 과목, 교수, 강의실, 학생, 수강인원, 수업 기자재, 강의편성 기준 등을 고려하여 학기 별로 반복되는 일련의 과정으로, 대학의 교양과목과 여러 학과의 전공과목들이 조화롭게 작성되어 학생들의 수강편의에 도움이 되어야 한다. 그러나, 강의시간표 작성은 실제로 다양한 정보를 기반으로 하는 만큼 정보시스템의 지원이 필요하지만, 대부분 대학들은 주로

과목정보와 편성된 강의시간표를 제공하는 정도에 그치고 있으며, 수작업에 많이 의존하고 있다.

한신대학교도 예외는 아니어서, 학과에서 매 학기 반복되는 일상적인 강의시간표는 수작업으로 편성하기 때문에 시간과 노력의 비효율성 문제로 개선의 필요성이 제기되어 왔다. 그 현상의 몇 가지를 보면 첫째, 학과별 전공과목의 강의시간표는 특정 요일과 시간대에 일부 편중된 현상을 보이고 있다. 이는 수업효과가 낮아질 염려가 크며, 일부 강의실에 수요가 집중되어 강의실 활용의 효율성을 떨어

\* 이 논문은 한신대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

뜨리게 된다. 이는 학과 간 이해관계 또는 학과와 행정부서 간 마찰의 여지를 남기고 있다. 둘째, 학과에서는 학생들의 수강편의를 위하여 교양필수와 교직과목, 그리고 학생들이 관심 있는 일부 교양과목의 시간을 고려하는 전공시간표 작성이 바람직하나, 전공과목 강의시간표 편성 시에 인쇄물로 배포되는 교양강의시간표(교직과목 포함)를 잘 활용하지 않고 있다. 즉, 교양필수/교직과목과 전공과목이 같은 교시에 편성되는 경우가 있어 학생들의 수강계획에 일부 부담을 주고 있다. 셋째, 강의시간표 작성 시 참고하여야 할 규정이 있으나, 학과에서는 그 규정을 다 고려하지 않고 작성하기 때문에 규정의 이행여부를 대학행정부서가 확인하고 수정 요청하는 일이 잦은 편이다. 이러한 현상들은 매 학기마다 반복되는 학과와 대학행정부서의 강의시간표 작성에 많은 부담이 되고 있으며, 강의시간 변경 등의 관리는 대학행정부서의 업무과다 원인이 되고 있다. 한편, 지난 2010학년도 1학기의 과목개설 현황을 보면, 총 881개설 강좌 수 중에 전공과목이 611강좌가 개설되었다. 이는 전체에서 69.4%에 해당하는 높은 비율을 보이는데, 전공강의시간표 작성의 중요성을 알 수 있다.

따라서, 학과에서 강의시간표 작성 시 전공과목의 효과적 배분을 통해 학생의 수강 편의를 도모하며, 수업의 효과를 제고하고, 강의실 활용의 효율성을 높이기 위해서는 각 대학의 교육환경과 교육체계를 반영하는 강의배정 원칙에 따라 전공강의시간표 작성을 지원하는 정보시스템이 필요하다.

본 연구는 한신대학교의 현상분석과 개선방안을 도출하고 교육체계를 고려하여, 각 학과에서 과거 사례를 기반으로 강의시간표 템플릿을 생성하고,

비전공과목과의 조화로운 전공과목 배정은 물론, 사용자 편의성을 고려한 상호대화형 시스템 환경과 강의시간표 작성기준의 실시간 자동확인으로 효과적인 전공과목 강의시간표 작성이 가능한 강의시간표작성지원시스템 체계를 제안한다. 또한, 그 효과 측정을 위해 과목 분산도 평가를 위한 지표표를 제시한다.

이를 위해 제 2장에서는 강의시간표 작성 관련 문헌을 살펴보고, 제 3장에서는 한신대학교의 강의시간표 작성현황 분석과 그 개선책을 제안하며, 제 4장에서는 각 학과에서 사례 기반의 템플릿을 생성하고, 이로부터 강의시간표 작성 규칙에 기반하는 두 단계의 상호대화형 강의시간표 작성지원체계를 기술한다. 제 5장에서는 프로토타입과 대학의 실제 사례데이터를 이용한 성능평가를 통해 본 연구의 유용성을 제시하며, 마지막으로 제 6장에서는 결론 및 향후 과제를 제시한다.

## 2. 문헌 연구

시간표 작성은 주어진 자원을 제약조건 하에서 가능하면 희망하는 목적을 만족하는 방향으로 공간-시간에 할당하는 것이다(Wren, 1996). 대학의 시간표 작성은 강의시간표와 시험시간표로 나눌 수 있다(Burke et al., 1997). 이에 관련된 문제들은 필수적으로 만족해야 하는 필수 제약조건(Hard constraint)과 필수는 아니지만 희망하는 선택 제약조건(Soft constraint)의 제약을 받는다(Burke et al., 1997). Pongcharoen et al.(2008)은 그 동안의 연구문헌을 바탕으로 14개의 필수 제약조건과 18개의 선택 제약조건으로 분류하였으며, 연구방법에 따라

일부 제약조건들이 상황에 따라 필수 제약조건 또는 선택 제약조건으로 적용됨을 기술하였다. 본 연구의 강의시간표 작성 문제는 필수 제약조건과 선택 제약조건을 고려하여 학생들이 수강하고 강사가 지정된 과목을 ‘강의실-교시’에 할당하는 과정을 의미한다(Causmaecker et al., 2009).

강의시간표 작성 문제는 1960년대 이래로 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 특히, 교육과 관련된 시간표 작성문제는 각양각색이기 때문에, 문제 해결방법도 역시 다양하며 주어진 문제 크기에 매우 의존적이다(Daskalaki and Birbas, 2005). 시간표 작성은 NP-hard 문제로 알려져 있다(Bardadym, 1996). 즉, 이는 문제를 풀기 위한 컴퓨터 처리 시간이 문제 크기에 따라 기하급수적으로 증가하기 때문에, 특히 큰 문제의 경우 목적과 제약을 만족하는 시간표를 수작업으로 작성하는 것은 시간 소모적이며 매우 어렵다는 것을 의미한다(Pongcharoen et al., 2008).

이러한 문제들을 효과적으로 해결하기 위하여 강의시간표의 여러 특성에 맞는 많은 기법들이 연구되었는데, 수리 계획법(Mathematical programming)(Burke et al., 2010; Daskalaki et al., 2004; Daskalaki and Birbas, 2005; Dimopoulou and Miliotis, 2004; Thompson, 2005), 그래프 컬러링(Graph coloring)(Burke et al., 1994), 메타 휴리스틱(Meta-heuristic)(김대진, 김철현, 1996; 박유석, 김병재, 1999; 신영수, 1987; 유상진, 진광진, 1997; 이호중, 전건욱, 2004; Causmaecker et al., 2009; Chahal and Werpa, 1989; Deris et al., 1999; Loo et al., 1986; Santiago-Mozos et al., 2005), 사례 기반 추론(Case-based reasoning)(Burke et al., 2000; Burke et al., 2006), 로직 프로그래밍(Logic programming)(Fahrion and Dollansky, 1992; Kang et al., 1991;

Kang and White, 1992; Selim, 1982) 등이 그 예이다.

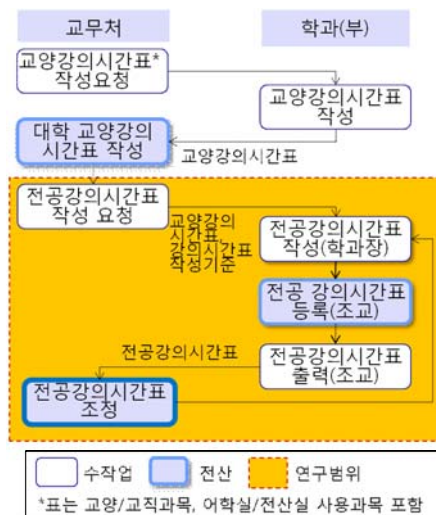
다양한 제약조건을 일괄로 정하는 자동생성 과정은 문제가 복잡하고 요구사항이 다양한 경우, 만족스런 해를 구하기는 쉽지 않다. 본 연구는 대학의 요구기준을 따르며, 학과에서 시뮬레이션을 통한 전공강의시간표 작성으로 효과를 높이고자 한다. 이는 단계별 접근에 의한 전공강의시간표 생성으로, 1단계는 강의시간표 사례를 기반으로 템플릿을 생성하며, 2단계는 상호대화형의 화면을 통해 실시간으로 강의시간표 작성기준을 확인하는 지원체계에 따라 쉽게 전공강의시간표 작성이 가능하도록 한다. Burke et al.(2000)은 과목 간의 제약조건을 표현하는 속성 그래프(Attribute graphs)를 이용하여 강의시간표의 구조화를 시도하였으며, Burke et al.(2000, 2006)은 사례 구조를 변화시키는 벌칙과 비용 관점의 유사도를 이용하였다. 본 연구는 반복 개설되는 과목에 대한 강의시간표의 배치를 위해 강의시간표를 구성하는 과목에 대해 주요 속성만 비교하여 동일성 여부에 따른 유사도를 제안한다. 또한, 강의시간표 작성기준을 분류하여 실시간 점검하면서 시뮬레이션이 가능하고, 작성된 강의시간표에 대한 분포도의 측정으로 그 효과를 검증하기 위해 정보 엔트로피(Shannon, 1948)를 활용한 분포도 지표를 제안한다.

### 3. 강의시간표 작성현황과 개선방향

#### 3.1 강의시간표 작성현황

교무처에서는 매 학기에 다음학기의 강의시간표 작성을 위해 각 학과에 학과 관련 교양과목(교직과목 및 전산실/어학실 사용과목 포함)에 대하여

담당교수 할당과 시간 배정을 요청한다. 각 학과에서 작성한 시간표를 참고하여 시간이 중복되는 일부 과목에 대하여 조정 과정을 거친 후에, 교양강의시간표를 작성한다. 교무처는 교양강의시간표와 강의시간표 작성기준을 각 학과에 공지하고 전공과목시간표 작성을 요청한다. 학과장은 학과교수와 협의하여 수작업으로 시간표를 작성하고, 학과 조교는 강의시간표 작성시스템에 등록한다. 등록 결과를 출력한 전공과목시간표를 교무처에 발송하면 종합적으로 검토하고 필요 시 학과와 협의하여 수정 과정을 거치게 된다. <그림 1>은 이러한 과정을 도식화 한 것이다. 교무처에서는 학생들의 수강신청이 끝나면 수강인원을 고려하여 강의실을 배정한다.



<그림 1> 기존 강의시간표 작성 프로세스

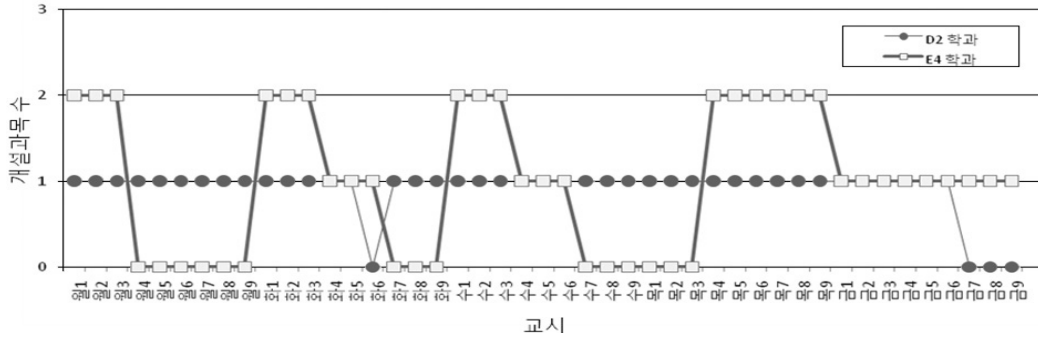
<그림 1>에서 점선영역이 본 연구의 대상으로 학기 별로 반복되는 이러한 일련의 과정은 몇 가지 문제점을 안고 있다.

첫째, 학과의 경우, 매 학기 반복되는 일상적인 강의시간표 작성 시 관련 교수들이 협의하여 수작업으로 전공강의시간표를 완성해 가는 과정에서 시간과 노력의 비효율성을 느끼고 있다. 수작업 과정에서는 초안 작성과 반복적 수정의 번거로운 일들로 진행된다. 교무처와의 조정 과정이 있게 되면, 앞의 과정을 반복하기도 한다. 또한, 교무처에서는 학과에 공문으로 강의시간표 작성기준을 통보하지만 각 기준의 이행여부를 파악하기가 쉽지 않다.

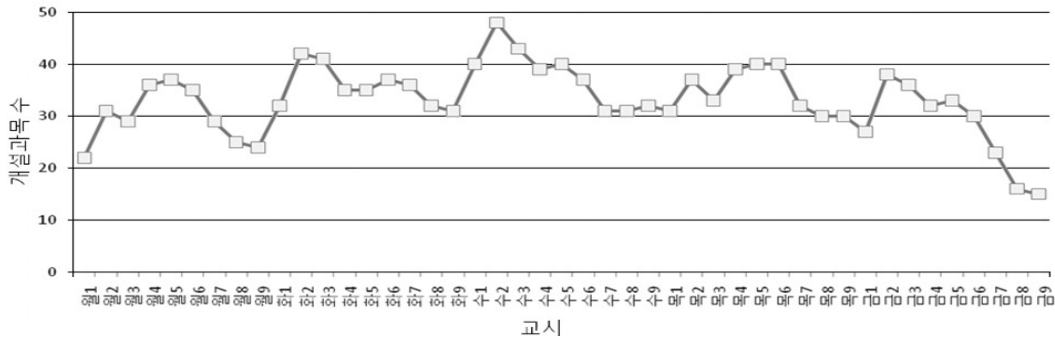
둘째, 학과별 전공과목 강의편성 현황을 보게 되면, 전공과목들이 특정한 요일 및 시간에 편성된 현상을 보이고 있다. <그림 2>는 가장 고른 분포를 보이고 있는 D2학과와 가장 고르지 않은 E4학과의 교시별 전공과목 편성현황을 나타낸 것이다. D2학과는 개설시간이 45시간 이내로 각 시간대별로 한 과목씩 고루 편성되어 있고, E4학과의 경우는 각 시간대별로 개설시간 수가 고르지 못한 현상을 보이고 있다. <그림 3>은 26개 학과의 총 과목편성으로 시간대별 분포가 상당히 고르지 않음을 알 수 있다.

개설과목의 분포 정도와 학과 간 상대적인 정량적 비교 측정을 위하여 정보 엔트로피(Shannon, 1948)에 기반한 과목분산도의 측정지표를 제시한다. 모형화에 필요한 표기는 다음과 같다.

- $i$ : 요일 색인.
- $j$ : 수업교시에 대한 색인.
- $n_{ij}$ :  $i$ 번째 요일의  $j$ 번째 교시에 개설되는 수업시간 수.
- $N_{\sigma}$ : 학과별 개설되는 과목의 총 수업시간 수.
- $M$ : 한 주간의 총 수업 교시 수, 5일(월~금)간 각 9교시로 총 45시간임.
- $p_{ij}$ : 한 주간의 총 수업교시 수에 대한  $i$ 요일의  $j$ 시간대의 개설과목 수,  $n_{ij}/N_{\sigma}$ .



<그림 2> 학과별 시간대별 개설 전공과목 수(2009-1학기)



<그림 3> 교시별 대학의 총 개설 전공과목 수(2009-1학기)

정의한 표기를 바탕으로 요일별 시간대별 총 엔트로피  $H$ 를 표기하면 식 (1)과 같다.

$$H = -\sum_{ij} p_{ij} \ln p_{ij}. \tag{1}$$

그런데, 학과별로 총 개설과목 수가 다르기 때문에 상대적인 비교를 위하여, 엔트로피의 조정계수에 해당하는 정규화 요소(Normalization Factor,  $NF$ )를 정의한다.  $NF$ 는 학과별로 과목들을  $M$ 교시 내의 강의시간표에 최대한 고르게 배정할 때의 엔트로피 값이다. 즉,  $N_d \leq M$ 인 경우, 월 1교시부터 금 9교시까지 각 교시별로 1강좌씩 배정해 나가면 가장 고르게 분포된다.  $M < N_d \leq 2M$ 인 경우는,

월 1교시부터 금 9교시까지 각 교시별로 1강좌씩 배정하고 남은 강좌는 같은 방법으로 다시 반복하면 가장 고르게 분포된다. 이를 일반화하여 수식으로 표현하면 식 (2)와 같다. 첫 항은 월 1교시부터 금 9교시까지 각 교시별로 차례로 배정하고 남은 강좌에 대한 부분이며, 둘째 항은 그 외 부분에 대한 엔트로피값을 의미한다. ‘\’는 나눗셈의 정수 몫을 반환하는 연산자이며, ‘%’는 그 나머지를 반환하는 연산자를 의미한다.

$$NF = - X ((Y+1)/N_d) \ln((Y+1)/N_d) - (M-X)(Y/N_d) \ln(Y/N_d), \tag{2}$$

where  $X = N_d \% M$  and  $Y = N_d \setminus M$ .

식 (1)의 엔트로피에 대해 식 (2)의 조정계수  $NF$ 를 적용하면, 상대적으로 비교 가능한 정규화된 엔트로피(Normalized Entropy,  $NE$ )는 식 (3)과 같다.

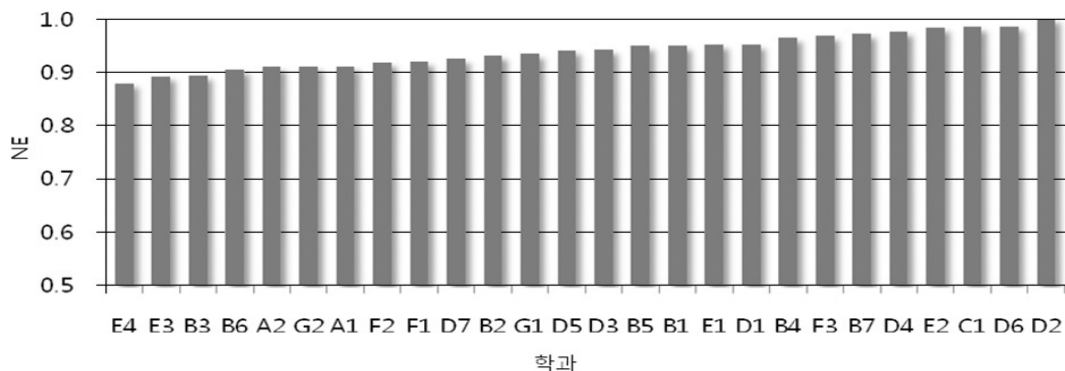
$$NE = H/NF. \quad (3)$$

식 (3)을 이용하여 2009-1학기 각 학과의  $NE$ 를 비교하면 그 결과는 <그림 4>와 같다. <그림 2>의 분포를 갖는 E4학과의 경우,  $NE$ 가 0.8786으로 가장 낮으며, D2학과의 경우,  $NE$ 가 1이다. 즉, E4학과는 개설과목 대비 편성과목의 편중현상이 가장 심하고 이에 따라 강의실을 효과적으로 사용하지 못함을 알 수 있고, D2학과는 총 개설과목이 최대한 고루 편성된 현상을 보이며 강의실을 효과적으로 사용함을 알 수 있다.

셋째, 학과에서는 전공과목의 강의시간표 작성시, 학생들의 수강편의를 위해 교양필수과목(교직과목 포함)과의 중복을 피할 필요가 있다. 학생들은 각 학년별로 해당하는 교양필수과목을 이수하여야 하며, 교직과정이 설치되어 있는 학과의 경우 교직과목을 수강하기도 한다. 따라서, 전공과목을

편성할 때 가능하면 그 중복을 피하여 편성하도록 해야 할 것이다. 이를 위해서 교무처에서는 교양강의시간표 책자를 보내 주기는 하지만 학과에서는 그 두툼한 내용을 참고하는 것은 쉬운 일이 아니다. 실제, 교양필수과목과 전공과목의 강의시간표 편성 현황을 보면 동일 교시에 많은 중복현상을 볼 수 있다. <표 1>은 2009-1학기의 강의시간표를 분석한 내용으로 각 학과별 학년별 교양필수과목에 대한 전공과목의 동일 교시 중복편성 현황을 나타낸 것이다. 학년별 반드시 수강해야 할 교양필수과목이 있는데도 불구하고, 각 학년별 전공과목과의 중복성(평균 30%~50%)으로 인해 학생들이 교양필수 또는 전공과목 중에 하나를 포기해야 하는 현상이 발생하게 되어 수강계획에 영향이 있을 수 있다.

넷째, 강의시간표 작성은 매 학기 반복되는 일상적인 과정으로, 대부분 이전 연도의 학기와 같은 과목들이 개설되며, 교수들은 동일한 시간대를 많이 선호하는 현상이 있다. <표 2>는 E4학과의 학기별 기준 학기 대비 비교 학기와의 과목, 과목·교수, 과



<그림 4> 학과별 정규화된 엔트로피(2009-1학기)

<표 1> 학과별 교양필수과목(교직과목 포함)에 대한 전공과목의 동일 교시 중복편성 현황(2009-1학기)

학과	1학년			2학년			3학년			4학년		
	교필	전공	중복수(비율)	교필	전공	중복수(비율)	교필	전공	중복수(비율)	교필	전공	중복수(비율)
A1'	3	3	0(0%)	2	9	0(0%)	2	17	0(0%)	1	14	2(200%)**
A2'	2	4	0(0%)	2	5	0(0%)	2	11	1(50%)	1	7	0(0%)
B1'	2	1	0(0%)	2	7	0(0%)	2	11	0(0%)	1	6	0(0%)
B2'	2	4	1(50%)	2	7	1(50%)	2	7	2(100%)	1	5	0(0%)
B3'	2	6	2(100%)	2	8	0(0%)	2	6	0(0%)	1	5	0(0%)
B4'	2	4	1(50%)	2	5	0(0%)	2	8	1(50%)	1	11	1(100%)
B5'	3	1	0(0%)	1	8	0(0%)	2	11	1(50%)	1	7	0(0%)
B6'	2	2	0(0%)	2	10	2(100%)	2	10	1(50%)	1	10	1(100%)
B7	2	3	0(0%)	-	6	-	-	11	-	-	8	-
C1'	2	15	2(100%)	2	30	1(50%)	2	24	2(100%)	1	26	1(100%)
D1	2	2	0(0%)	-	4	-	-	6	-	-	3	-
D2	2	2	0(0%)	-	5	-	-	7	-	-	8	-
D3'	2	5	2(100%)	2	9	1(50%)	2	9	2(100%)	1	8	1(100%)
D4'	2	4	1(50%)	2	11	2(100%)	2	6	2(100%)	1	6	0(0%)
D5	2	3	1(50%)	-	8	-	-	8	-	-	11	-
D6	2	4	3(150%)**	-	6	-	-	15	-	-	3	-
D7'	2	1	0(0%)	2	4	1(50%)	2	6	1(50%)	1	8	0(0%)
E1'	2	1	1(50%)	2	5	0(0%)	2	8	1(50%)	1	10	0(0%)
E2'	2	1	0(0%)	2	10	1(50%)	2	8	1(50%)	1	4	0(0%)
E3	2	2	0(0%)	-	5	-	-	5	-	-	6	-
E4	2	2	0(0%)	-	6	-	-	3	-	-	5	-
F1	2	1	0(0%)	-	6	-	-	7	-	-	5	-
F2	2	4	0(0%)	-	5	-	-	3	-	-	4	-
F3'	2	4	1(50%)	2	10	0(0%)	2	10	0(0%)	1	8	0(0%)
G1	2	11	0(0%)	-	17	-	-	15	-	-	4	-
G2'	2	-	-	2	-	-	2	23	1(50%)	1	13	0(0%)
평균	2.1	3.6	0.6(30%)	1.9	8.2	0.6(30%)	2.0	9.8	1.0(50%)	1.0	7.9	0.4(37.5%)

주) \* 표는 교직과목 개설 학과이며, \*\* 표는 전공과목들의 교시가 교필/교직과목 교시의 일부와 중복되어 100% 보다 높게 나타나는 현상임.

목·교수·교시 일치 현황을 나타내고 있다. 최근 5년 간의 현상을 보면, 과목의 일치율은 평균 65%이며, 그 중에서 교수까지 일치하는 비율은 평균 64%이며, 또 그 중에서 교시까지 일치하는 비율은

평균 44%로 높은 편이다. 따라서, 가능하면 과거 학기의 강의시간표를 참고하여 해당 학기의 강의 시간표를 작성하면 효율적일 것이다. 완전 일치하지 않는 큰 이유는 교육환경 변화에 따른 과목의

<표 2> 학기별 과목 일치도(E4학과)

기준 학기	비교 학기	기준학기 개설과목 수 <sup>A</sup>	과목 일치도		과목·교수 일치도		과목·교수·교시 일치도	
			일치 수 <sup>B</sup>	일치율 <sup>B/A</sup>	일치 수 <sup>C</sup>	일치율 <sup>C/B</sup>	일치 수 <sup>D</sup>	일치율 <sup>D/C</sup>
2006-1	2005-1	15	5	33%	3	60%	1	33%
2006-2	2005-2	17	7	41%	6	86%	1	17%
2007-1	2006-1	18	9	50%	6	67%	5	83%
2007-2	2006-2	17	7	41%	6	86%	0	0%
2008-1	2007-1	16	14	88%	7	50%	3	43%
2008-2	2007-2	16	15	94%	11	73%	7	64%
2009-1	2008-1	15	8	53%	5	63%	5	100%
2009-2	2008-2	15	11	73%	6	55%	3	50%
2010-1	2009-1	16	14	88%	8	57%	3	38%
2010-2	2009-2	16	14	88%	6	43%	1	17%
평균		18.1	10.4	65%	6.4	64%	2.9	44%

<표 3> 강의시간표 작성의 주요 문제점과 개선 방법

구 분	주요 문제점	개선 방향	개선 방법	개선 관점		
				IT 수준	강의 기준	방법론
프로세스	반복 과정과 수작업	과정 단순화와 자동화	RIA 기반의 사용자 인터페이스	○		
	강의시간표의 작성 후 수작업에 의한 기준이행 여부 확인	강의시간표의 작성 시 자동 확인	규칙 기반 기준점검		○	
과목 편성 분포	과목 편중 현상	과목 분산	강의시간표 작성기준, 분산지표		○	○
교양/전공 중복	교양필수과목(교직과목 포함)에 대한 전공과목 중복 발생	동일 교시 중복 배제	교양필수과목의 강의시간표 자동 배치	○		
	수강 권유 비전공 과목에 대한 전공과목 중복 발생	수강 권유 과목에 대한 중복 배제	수강 권유 비전공 과목의 강의시간표 배치	○		
과거정보 활용	과거 시간표 활용의 어려움	과거 시간표 활용	사례 기반 추론의 템플릿 제공 및 검색			○

변화, 강사의 변화, 선호 시간의 변화, 교수의 연구년에 따른 변화 등이 있다.

### 3.2 개선방향

이상의 현상을 바탕으로 <표 3>과 같이 강의시간표 작성시스템의 개선방법을 프로세스, 과목편성

분포, 교양/전공 중복, 과거정보 활용 관점으로 살펴보고, 개선 관점으로는 IT 수준, 강의기준, 방법론으로 구분하였다. 프로세스 관점에서는 학과별 강의시간표 작성 과정의 단순화와 함께 그 과정을 모두 자동화한다. 특히, 사용자 편의를 높이기 위하여 RIA(Rich Interface Application) 기능을 활용한다



또한, 강의시간표 작성규칙을 이용하여 실시간으로 그 기준의 이행여부를 점검한다. 과목편성 분포 측면에서는 분포도를 높이기 위하여 강의시간표 작성기준을 적용하고, 정량적 비교를 위하여 분포도 지표를 활용한다. 교양/전공 중복 관점에서는 교양필수과목과 수강권유 비전공 과목을 우선 배치하고 전공과목을 편성한다. 과거정보의 활용 관점에서는 강의시간표 작성 학기에 대해 가장 유사성이 높은 학기의 과거 강의시간표 사례를 이용하여 강의시간표 템플릿을 제공한다.

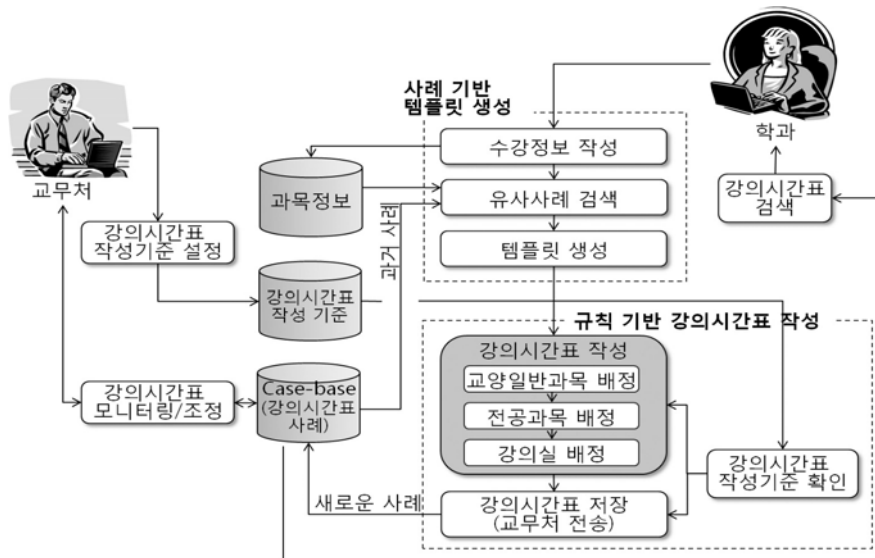
서는 그 결과를 종합적으로 모니터링하거나 조정하는 자동화된 일련의 과정으로 이루어진다. 기존 프로세스와 다른 주요 변화는 강의시간표 작성기준의 통합관리와 자동화 외에, 강의실 지정을 학과에서 하여 학과 지정강의실을 최대 활용함으로써 효과적인 강의실 사용과 과목 분산을 유도하는 것이다. 상세 과정은 <그림 5>와 같다.

학과 전공강의시간표 작성 관련 세부 프로세스는 사례 기반 템플릿 생성과 규칙 기반 강의시간표 작성의 두 단계로 이루어진다. 첫 단계에서는, 분반 대상이 되는 과목은 분반하고 수강정보를 입력한다. 수강정보는 담당교수, 책임교수, 수강허용구분, 사용기자재, 수강인원 등이다. 책임교수는 2인 이상의 교수가 팀티칭하는 경우에 지정하게 된다. 수강허용구분은 전공자(복수전공자), 전공자(복수전공자)/부전공자, 전공자(복수전공자)/타학과이다. 사용 기자재는 강의실의 보유 기자재 중 하나

## 4. 전공강의시간표 작성지원 체계

### 4.1 강의시간표 작성 절차

교무처에서 강의시간표 작성기준을 설정하고 각 학과에 전공과목 강의시간표 작성을 요청하면, 각 학과에서는 강의시간표를 작성하고, 교무처에



<그림 5> 전공강의시간표 작성의 개선 프로세스

이상이 되며, 프로젝터(전자식)와 PDP가 있다. 각 과목에 대한 정보를 기반으로 과거 강의시간표 사례들과의 유사도를 측정하고 가장 유사도가 높은 과거 사례를 선택하면 그로부터 강의시간표 작성을 위한 템플릿이 생성된다. 템플릿에는 일치하는 과거 전공과목과 학과의 학생들이 수강해야 할 교양필수과목(교직과목, 전산실/어학실 사용과목 포함)이 자동으로 배치되어 나타난다. 템플릿이 생성되면 규칙 기반 강의시간표 작성의 둘째 단계로 들어간다. 먼저, 학과에서 권장할 교양일반과목을 강의시간표에 배치한다. 다음으로 전공과목을 배치한다. 전공과목이 배정될 때마다 강의시간표 작성기준을 실시간으로 자동확인한다. 이후, 각 전공과목마다 강의실을 배정한다. 강의시간표 작성이 끝나면 사례로 등록하고, 교무처로 전송한다. 작성 결과는 수시로 검색할 수 있으며, 필요 시 수정 가능하다.

#### 4.2 사례 기반 템플릿 생성

강의시간표 작성 학기와 과거 학기의 강의시간표 사례 간 유사도를 측정하고 유사성이 가장 높은 사례를 이용하여 강의시간표 템플릿을 생성한다. 사례 표현과 유사도 지표를 위한 추가적 표기는 다음과 같다.

$k$  : 학기 색인, 0은 강의시간표 편성 학기이며, 1 이상은 과거 학기를 의미함(이전 학기일수록 숫자가 큼).  
 $l$  : 과목 색인.  
 $S_{kl}$  : 과거 사례  $k$ 학기에 개설된  $l$ 과목을 의미함.  
 $SN_{kl}$  : 과거 사례  $k$ 학기에 개설된  $l$ 과목의 과목명을 의미함.  
 $T_{kl}$  : 과거 사례  $k$ 학기에 개설된  $l$ 과목의 담당교수를 의미함.  
 $C_k$  :  $k$ 번째 강의시간표 사례를 의미함.

사례 간 비교를 위해서는 사례의 표현 방법이 필요하다. 식 (4)는  $k$ 번째 강의시간표 사례의 비교속성에 대한 표현을 나타낸 것이다. 각 사례는 다수의 과목으로 구성되며, 각 과목의 비교속성은 과목명과 담당교수로 구성된다.

$$C_k = \{ S_{kl} \forall l \},$$

$$\text{where } S_{kl} = (SN_{kl}, T_{kl}). \quad (4)$$

작성 학기의  $C_0$ 와 과거 사례  $C_k$  간의 비교속성을 이용한 강의시간표 유사도 측정지표는 식 (5)와 같다. 사례를 구성하는 과목들 간 과목명과 담당교수가 일치하는 개수를 찾고, 분모의 정규화 요인인  $C_0$ 의 총 과목 수  $n(C_0)$ 으로 나누면 유사도는 0과 1 사이의 값을 갖는다. 가장 유사한 사례 내의 일치하는 과목들은 기존에 편성되었던 교시에 템플릿을 채우게 된다. 강의실은 타학과에서 먼저 점유하면 충돌 발생 가능성이 있기 때문에 초기에는 지정하지 않은 채로 배치하며, 전산실을 사용하는 과목과 같이 학과에서 미리 시간을 지정한 과목은 과거 사례에서 가져 오지 않는다.

$$SIM(C_0, C_k) = \sum_l COMP(S_{0l}, S_{kl})/n(C_0),$$

$$\text{where } COMP(X, Y) = 1 \text{ if } X \text{ is equal to } Y, 0 \text{ otherwise.} \quad (5)$$

#### 4.3 강의시간표 작성기준

강의시간표 작성기준은 강의시간표의 내재적 특성에 의한 기준과 외재적 환경에 의한 기준으로 나눌 수 있다. 강의시간표의 내재적 기준은 강의시간표가 자체적으로 가지고 있는 기준을 의미하며,

외재적 기준은 대학의 규정이나 교무처에서 수업 효과를 제고하고 강의자원의 효과적 운영을 위해 정하는 내규를 의미한다. 각 기준은 필수 제약조건 또는 선택 제약조건 중 하나가 된다. 분류코드는 그 특성을 쉽게 구별할 수 있도록 'I/E-SEQ(HC/SC)' 형태로 표기하였다. 'I'는 내재적 기준을 'E'는 외재적 기준을 나타내며, 'SEQ'는 일련번호를 의미하고, HC는 필수 제약조건을 'SC'는 선택 제약조건을 나타낸다.

강의시간표의 내재적 기준은 같은 교시에 동일 교수, 동일 과목, 동일 강의실이 두 번 이상 배정될 수 없는 상황으로 구체적인 내용은 <표 4>와 같다.

분반 과목은 서로 다른 과목으로 본다.

강의시간표의 외재적 기준의 예로, '교원근무에 관한 규정'은 교원의 주 기본의무시수와 주 최대 수업가능 시수를 정하고 있다. 추가적으로 교무처의 '강의시간표 작성 내규'로는 교원의 일 최대 가능 수업시간이 있고, 과목별로는 동일 시간 내에 동시에 개설이 허용되는 과목 수가 있다. 또한, 각 학과는 학과 지정강의실을 우선적으로 사용하여 강의실 활용도를 높여야 하며, 특정 시간 이상 사용 시에는 대학 공용강의실을 활용할 수 있다. <표 5>는 강의시간표의 작성을 위한 외재적 기준을 기술한 것이다. 수업시수의 기본의무는 필수 제약조

<표 4> 강의시간표의 내재적 기준

강의자원	내재적 기준	분류코드
교수	동일 교수가 동일 교시에 두 강좌 이상 강의할 수 없다.	I-1(HC)
과목	동일 과목이 동일 교시에 두 강좌 이상 편성될 수 없다.	I-2(HC)
강의실	동일 강의실이 동일 교시에 두 강좌 이상 배정될 수 없다.	I-3(HC)

<표 5> 강의시간표 작성의 외재적 기준

강의자원		외재적 기준		분류코드	근거
교원	교수, 보직교수	수업시수	기본의무	E-1(SC)	교원근무에 관한 규정, 초빙강의교원 규정, 겸임교원 규정, 외래교수 규정, 강의시간표작성 내규*
			주 최대허용	E-2(HC)	
			일 최대허용	E-3(HC)	
	위원	수업배정 금지교시	<ul style="list-style-type: none"> <li>대학에서 주관하는 회의를 위하여 특정 요일의 특정 시간 내에 수업 배정 불가</li> </ul>	E-4(HC)	교무회의의 규정**
	과목	동일 시간 개설 과목 수	<ul style="list-style-type: none"> <li>동일 시간 개설과목 임계치에 따른 동일 시간 최대 허용 개설 과목 수</li> </ul>	E-5(HC)	강의시간표작성 내규*
	강의실	대학 공용강의실 사용	<ul style="list-style-type: none"> <li>학과 지정강의실을 지정시간 이상 사용 시 수강인원과 보유기자재에 따른 대학 공용강의실 이용 가능함</li> </ul>	E-6(HC)	강의시간표작성 내규*

주) \*는 교무처에서 별도로 정하며, \*\*는 총장이 회의를 소집할 수 있다.

건으로 볼 수 있으나, 학기별로는 그 기준을 만족시키지 않아도 되기 때문에 선택 제약조건으로 정하였다. 다만, 학기별 기준을 만족하지 못하는 경우에는 사용자가 인식할 수 있도록 경고한다.

• **수업시수** : 강의시간표 작성의 외재적 기준에 따른 구체적인 예시는 <표 6>과 같다. 먼저, 교원 수업에 관한 기준은 수업시수와 수업배정 금지시간으로 구분된다. 수업시수는 교원구분별로 기본 의무 수업시수(주 최소 수업시수), 주 최대 수업시수, 일 최대 수업시수로 구분된다. 기본 의무 수업시수와 주 최대 수업시수는 대학규정에 따른 예시이며, 일 최대 수업시수는 교무처의 ‘강의시간표 작성 내규’에 의한 것이다. 기준의 적용 우선순위

에서는 보직교수의 기준이 교수의 기준보다 우선한다. 기본 의무 수업시수는 강의시간표 작성 완료시에 확인하며, 그 외는 과목 배정 시마다 확인한다. 기준은 의사결정표(Decision table)로 표현한다.

• **수업배정 금지시간** : 수업배정 금지시간은 대학에서 정한 회의시간과의 중복을 피하기 위하여 필요한 사항이다. 예를 들어 교무위원의 경우, 월 2회 정기적인 교무회의가 있기 때문에 교무회의 예정 시간에는 수업이 배정되지 않아야 한다. <표 7>은 보직교수의 수업배정 금지시간에 관한 기준을 나타낸 것이다. 기준은 과목 배정 시마다 확인하며, 의사결정표로 표현한다.

• **동일 시간 개설과목수** : 동일 시간 개설과목

<표 6> 교수/보직교수의 수업시수에 관한 기준(E-1(SC), E-2(HC), E-3(HC))

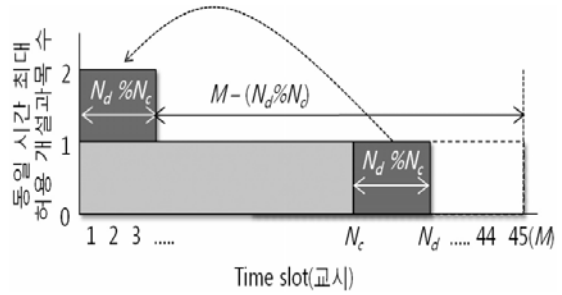
구분	교원구분 (조건)	수업시수(기준)			근거
		기본 의무 수업시수	주 최대 수업시수	일 최대 수업시수	
교수	전임교원	8	-	4	교원근무에 관한 규정, 강의시간표 작성 내규
	겸임교원	3	9	6	겸임교원 규정, 강의시간표 작성 내규
	초빙강의교원	9	-	6	초빙강의교원 규정, 강의시간표 작성 내규
	외래교수	-	9	6	외래교수 규정, 강의시간표 작성 내규
보직 교수	본부 처·실장, 대학원장	3	6	-	교원근무에 관한 규정
	대학장*, 학술원장, 중앙도서관장*, 특수대학원장*, 학부/학과장, 연구소장, 교수평의회 의장, 박물관장, 종합인력개발센터장, 산학협력단장*, 국제교류원장, 공학교육혁신센터장, 공학교육혁신센터PD, 학보사·방송국주간	6	-	-	교원근무에 관한 규정

수의 기준은 동일 시간 내에 개설이 허용되는 최대 과목 수에 관한 기준을 의미한다. 선호되는 시간대에 집중적으로 과목이 편성되는 쏠림 현상을 피하기 위한 것이다. 동일 시간 개설과목 수는 동일 시간 과목개설 허용 임계치에 따라 조정된다. 동일 시간 개설과목 수의 기준을 위해 추가적으로 사용되는 표기는 다음과 같다.

$N_c$  : 동일 시간 과목개설 허용 임계치로,  $0 < N_c \leq M$  사이의 값을 가짐.

<표 8>은 동일 시간 과목개설 허용 임계치  $N_c$ 에 따른 동일 시간 최대 허용 개설과목 수의 기준을 정한 것이다. 즉, <그림 6>에서  $N_c = 27$ 시간(강의 시간표 총 교시  $M$ 의 60% 수준)이라고 하자. 학과의 수업시수  $N_d = 33$ (시간)인 경우는,  $N_d \% N_c = 6$ (시간)에 대해  $(N_d \setminus N_c) + 1 = 2$ (과목)까지 개설 가능하며,  $M - N_d \% N_c = 39$ (시간)에 대해서는  $(N_d \setminus N_c) = 1$ (과목)이 개설 가능하다. 기준은 과목 배정 시마다 확인하며, 기준의 표현에 있어서는 동일 시간 개설과목 허용 임계치(조건)는 의사결정표로, 동일

시간 최대 허용 개설과목 수(기준)는 알고리즘에 반영한다.



<그림 6> 강의시간표의 동일 시간 개설과목 허용 임계치와 과목 분포의 변화

- **대학 공용강의실 사용** : 한편, 학과에서의 효과적인 강의실 활용을 위하여 우선적으로 학과 지정강의실을 사용하고, 학과의 지정강의실 사용시간을 초과하는 경우에는 대학 공용강의실을 사용할 수 있다. 대학 공용강의실은 그 수용인원과 사용기자재 등이 다르기 때문에 조건에 맞추어 활용하여야 한다. 가능하면 과목의 수강인원에 근접한 수용인원을 가진 강의실을 활용하면 강의실 활용도를 높일 수 있다. 따라서, 특정 과목의 수강인

<표 7> 위원의 수업배정 금지교시 기준(E-4(HC))

위원 구분(조건)	수업배정 금지교시(기준)	근거
교무위원	금 1, 2, 3교시*	교무회의 규정

주) \*는 총장이 교무회의의 규정에 따라 정함.

<표 8> 동일 시간 개설과목 수 기준(E-5(HC))

동일 시간 개설과목 허용 임계치(조건)	동일 시간 최대 허용 개설과목 수(기준)	근거
$N_c$	$N_d \% N_c$ 시간에 대해 $(N_d \setminus N_c) + 1$ 과목 수	강의시간표 작성 내규
	$M - N_d \% N_c$ 시간에 대해 $(N_d \setminus N_c)$ 과목 수	

원과 사용기자재에 대한 조건을 만족하는 강의실을 우선 대상으로 선택할 수 있도록 한다. 대학 공용강의실 사용기준을 위해 추가적으로 필요한 표기는 다음과 같다.

$h$  : 강의실 색인.  
 $N_i$  : /과목의 수강인원.  
 $T_i$  : /과목의 사용기자재 집합.  
 $M_h$  :  $h$ 강의실의 수용인원.  
 $F_h$  :  $h$ 강의실이 보유하고 있는 기자재 집합으로 (프로젝터(전자식), PDP)의 부분집합으로 구성됨.  
 $\alpha$  : 허용인원(예 : 5명).  
 $R_i$  : /과목이 사용 가능한 강의실 집합.

<표 9>는 강의실 수용인원이 과목의 수강인원 이상이고 허용인원 범위 내에 있으며, 강의실의 보유 기자재가 과목에서 필요로 하는 사용기자재를 가지고 있는 강의실의 집합을 의미한다. 지정된 강의실은 작성 당일에 한하여 가능하며, 작성 당일에 교무처로 전송하지 않은 경우, 그 강의실은 지정되지 않은 것으로 한다. 이는 일부 학과의 우선선택에 의한 폐해를 막고 타학과에서 사용할 수 있도록 하기 위함이다. 기준은 과목 배정 시마다 확인하며, 기준의 표현에 있어서는 학과 지정강의실의 일 최소 사용시간(조건)은 의사결정표로, 대학 공용강의실 사용(기준)은 알고리즘에 반영한다.

#### 4.4 강의시간표 분포도

강의시간표 분포도는 강의시간표에 대한 정량

적인 지표로서, 각 학과에서 강의시간표 작성기준에 맞추어 작성한 강의자원의 효과적인 분배여부를 파악하고 각 학과별로 비교하기 위한 것이다. 분포도 지표는 식 (3)에서 정의한  $NE$ 를 사용한다. 강의시간표 작성기준은 이러한 분포도에 영향을 미치게 되는데, 대학규정에 의한 기준은 쉽게 수정할 수 없지만 교무처에서 정하는 내규 즉, 동일 시간 개설과목 수, 일 최대 허용과목 수, 대학 공용강의실 사용에 관한 기준은 대학 상황에 따라 수정이 쉽기 때문에 이들 요인을 잘 조절하면 과목이 고른 분포를 갖는 효과적인 강의시간표 작성이 가능하다.

### 5. 프로토타입과 성능평가

개발시스템 환경의 OS는 Windows Server 2000, DB는 MS SQL Server 2000, Web Application Server는 Tomcat으로 하였다. 사용이 쉽고 효과적인 강의시간표 작성을 위해 UI는 Web 2.0 기반의 RIA 지원이 가능한 Flex 기반으로 하고 로직과 데이터 처리는 Java Beans로 구현하였다. 강의시간표 작성의 주요 흐름에 따른 프로토타입의 예시는 한신대학교의 실제 데이터를 이용한 것이다. 본 연구의 효과검정을 위해, 과거 사례와의 유사도 비교를 통한 템플릿 생성과 강의시간표 작성기준 변화에 따른 강의자원의 분포도 변화를 측정하고, 동일 시간

<표 9> 대학 공용강의실 사용기준(E-6(HC))

학과 지정강의실 일 최소 사용시간(조건)	대학 공용강의실 사용 (기준)	근거
6	$R_i = \{h \mid N_i \leq M_h < N_i + \alpha, T_i \subseteq F_h \ \forall h\}$	강의시간표 작성 내규

개설과목 허용 임계치의 변화에 따른 과목의 분포 변화를 민감도 분석을 통하여 측정하였다. 먼저, 교무처는 강의시간표 기준을 설정하면, 학과에서는 강의시간표 작성을 위한 첫 단계로 과목에 대한 분반여부를 결정하고, 각 과목별로 수강정보를 입력 후에 다음 단계를 진행한다.

<그림 7>은 E4학과가 강의시간표 작성을 위한 템플릿을 생성하기 위해 식 (5)에 근거하여, 작성 학기인 2010-1학기과 과거 5년 간의 사례에 대한 유사도를 계산한 것으로 유사도가 높은 5위까지의 결과를 보이고 있다. 과목들은 대개 1년에 한번씩 반복적으로 개설되기 때문에 학기가 다르면 유사도는 0이거나 매우 낮다. 현재, 2009-1학기의 과거 사례가 50%의 유사도로 가장 큰 값을 보이고있다.

<표 10>은 학과별로 최근 사례로부터 2010-1학기 개설과목 대비 유사도가 높은 5개 학기를 유사도가 높은 순으로 나열한 것이다. 과목·교수 일치에 의한 유사도가 가장 높은 사례들은 85.7%(D1학과), 60.0%(D2학과, A2학과), 59.1%(E2학과), 57.7%(B7

No	학기	전공 과목 수	과목 일치 수	과목·교수 일치 수	유사도
1	2009-1	15	14	8	50.0%
2	2008-1	16	9	5	31.3%
3	2007-1	18	10	5	31.3%
4	2006-1	15	6	2	12.5%
5	2005-1	18	5	1	6.3%

<그림 7> 강의시간표 유사도(E4학과의 예)

학과), 56.3%(F1학과) 등으로 나타나고 있다. 학과 변경에 따라 사례가 존재하지 않는 G2학과를 제외한 유사도 평균은 41.7%이다. 이는 과거 사례를 이용한 템플릿의 활용이 유용함을 보여주고 있다.

<그림 7>에서 가장 유사도가 큰 학기 또는 임의의 학기를 선택하면, 그 학기에서 2010-1학기과 동일한 과목과 이미 지정된 교양필수과목(교직과목, 전산실/어학실 사용과목 포함) 중에서 학과와 관련 있는 과목들을 포함한 강의시간표 템플릿을 생성한다. <그림 8>의 오른쪽 영역은 강의시간표 템

<표 10> 학과별 2010-1학기 과목과 과거 사례간 유사도

학과	개설 전공 과목 수 <sup>A</sup>	과거 사례			유사도 <sup>B/A</sup>	학과	개설 전공 과목 수 <sup>A</sup>	과거 사례			유사도 <sup>B/A</sup>
		학기	과목 일치 수	과목·교수 일치 수 <sup>B</sup>				학기	과목 일치 수	과목·교수 일치 수 <sup>B</sup>	
A1	29	2009-1	13	6	<b>20.7%*</b>	D4	24	2005-1	11	5	<b>20.8%*</b>
		2008-1	14	4	13.8%			2009-1	15	4	16.7%
		2007-1	9	3	10.3%			2007-1	11	4	16.7%
		2006-1	9	3	10.3%			2008-1	12	3	12.5%
		2005-1	8	2	6.9%			2006-1	11	3	12.5%
A2	15	2009-1	12	9	<b>60.0%*</b>	D5	18	2009-1	11	3	<b>16.7%*</b>
		2008-1	10	7	46.7%			2007-1	10	3	16.7%
		2007-1	9	4	26.7%			2008-1	15	2	11.1%
		2006-1	9	4	26.7%			2006-1	8	1	5.6%
		2005-1	8	3	20.0%			2005-1	6	1	5.6%

B1	17	2008-1	14	7	<b>41.2%*</b>	D6	26	2009-1	21	8	<b>30.8%*</b>
		2006-1	10	7	41.2%			2007-1	13	6	23.1%
		2007-1	9	6	35.3%			2008-1	17	4	15.4%
		2009-1	9	5	29.4%			2006-1	14	4	15.4%
		2005-1	6	2	11.8%			2005-1	13	3	11.5%
B2	22	2007-1	20	9	<b>40.9%*</b>	D7	18	2009-1	16	8	<b>44.4%*</b>
		2008-1	20	8	36.45			2008-1	11	6	33.3%
		2009-1	19	7	31.8%			2005-1	11	5	27.8%
		2005-1	16	3	13.6%			2007-1	11	3	16.7%
		2006-1	20	2	9.1%			2006-1	10	3	16.7%
B3	20	2005-1	7	4	<b>20.0%*</b>	E1	17	2008-1	10	7	<b>41.2%*</b>
		2009-1	15	2	10.0%			2009-1	10	5	29.4%
		2008-1	9	1	5.0%			2006-1	9	5	29.4%
		2007-1	9	1	5.0%			2007-1	6	2	11.8%
		2006-1	8	1	5.0%			2005-1	6	2	11.8%
B4	17	2009-1	10	9	<b>52.9%*</b>	E2	22	2009-1	19	13	<b>59.1%*</b>
		2008-1	11	6	35.3%			2008-1	16	9	40.9%
		2007-1	7	4	23.5%			2006-1	15	6	27.3%
		2006-1	12	4	23.5%			2005-1	10	6	27.3%
		2005-1	9	1	5.9%			2007-1	16	4	18.2%
B5	17	2009-1	14	9	<b>52.9%*</b>	E3	17	2009-1	16	8	<b>47.1%*</b>
		2008-1	13	9	52.9%			2008-1	15	8	47.1%
		2007-1	12	9	52.9%			2007-1	12	7	41.2%
		2006-1	10	6	35.3%			2005-1	13	6	35.3%
		2005-1	10	3	17.6%			2006-1	12	5	29.4%
B6	20	2009-1	14	8	<b>40.0%*</b>	E4	16	2009-1	14	8	<b>50.0%*</b>
		2008-1	10	5	25.5%			2008-1	9	5	31.3%
		2007-1	11	5	25.5%			2007-1	10	5	31.3%
		2006-1	10	5	25.5%			2006-1	6	2	12.5%
		2005-1	9	4	20.0%			2005-1	5	1	6.3%
B7	26	2007-1	20	15	<b>57.7%*</b>	F1	16	2009-1	13	9	<b>56.3%*</b>
		2008-1	22	14	53.8%			2008-1	8	4	56.3%
		2009-1	25	13	50.0%			2005-1	4	4	25.0%
		2006-1	20	9	34.6%			2006-1	5	3	18.8%
		2005-1	19	4	15.4%			2007-1	5	1	6.3%
C1	46	2009-1	25	9	<b>19.6%*</b>	F2	16	2009-1	13	8	<b>50.0%*</b>
		2008-1	3	3	6.5%			2008-1	12	6	37.5%
								2007-1	11	6	37.5%
								2006-1	8	4	25.0%
								2005-1	6	3	18.8%



D1	14	2009-1	12	12	85.7%*	F3	31	2009-1	30	14	45.2%*
		2008-1	12	10	71.4%			2008-1	26	9	29.0%
		2006-1	10	9	64.3%			2006-1	27	8	25.8%
		2007-1	10	7	50.0%			2005-1	25	8	25.8%
		2005-1	10	7	50.0%			2007-1	25	6	19.4%
D2	15	2008-1	11	9	60.0%*	G1	27	2008-1	17	8	29.6%*
		2009-1	9	6	40.0%			2009-1	17	5	18.5%
		2006-1	8	5	33.3%			2007-1	12	4	14.8%
		2007-1	8	4	26.7%			2006-1	11	3	11.1%
		2005-1	7	3	20.0%			2005-1	12	3	11.1%
D3	24	2008-1	12	6	25.0%*	G2	-	-	-	-	-
		2009-1	15	4	16.7%						
		2007-1	12	0	0.0%						
		2006-1	9	0	0.0%						
		2005-1	7	0	0.0%						
가장 유사한 사례(*)들의 평균 유사도( $\mu$ )										41.7%	

주) 학과변경으로 C1학과는 의해 비교 사례 수가 적으며, G2학과는 사례가 없음(측정에서 제외).

\*표는 각 학과별로 가장 유사한 사례를 의미함.

The screenshot displays the '교양 전공 강의를' (General Education / Major Courses) interface. It shows a list of courses on the left and a grid of course assignments on the right. A detailed view of a selected course is shown at the bottom. Red annotations (a, b, c) highlight specific areas: (a) course selection, (b) room assignment, and (c) detailed course information.

<그림 8> 교양/전공과목과 강의실 배정(E4학과의 예)

플릿이며, 왼쪽 영역은 템플릿에 추가적으로 지정할 교양(ⓐ 탭), 전공(ⓑ 탭), 강의실(ⓒ 탭)에 관한 부분이다. ⓐ 탭을 클릭 후, 학생들이 선호하는 교양 일반과목(교직, 평생교육과정 과목 포함)들을 템플릿에 추가할 수 있다.

ⓑ 탭을 클릭하면, 왼쪽 영역은 학과의 편성 대상 전공과목을 보여준다(B4학과의 예). 전공과목을 선택하고 마우스로 드래깅하여 오른쪽 강의시간표에서 원하는 요일 및 교시 위치에 놓으면 자동으로 과목이 편성된다(① 참조). 배치 횟수는 과목의 수업시간만큼 가능하다. 반대로 강의시간표 내의 과목을 선택하고 왼쪽 이동 버튼을 클릭하면 그 과목은 강의시간표에서 사라지게 된다(② 참조). 이는 다양한 방법으로 과목을 배치하면서 시뮬레이션을 통하여 효과적으로 강의시간표를 작성 지원하는 사용자의 편의를 위한 것이다. 또한, 과목 배치 시에 강의시간표의 내재적 기준은 물론, 수업시수(기본의무 제외), 동일 시간 개설과목 수, 수업배정 금지교시에 관한 기준을 자동으로 확인한다. 기준과 충돌 시에는 강의시간표 내로 배치가 불가능하며(③ 참조), 경고 창으로 그 내용을 보여준다(④ 참조).

ⓒ 탭을 클릭하면, 학과 지정강의실과 선택한 전공과목에 대해 사용 가능한 대학 공용강의실이 나타난다. 대학 공용강의실은 학과 지정강의실이 <표 9>의 일 최소 학과 지정강의실 사용시간을 초과하여야 사용 가능하며, <표 9>의 기준과 같이 수강인원과 사용기자재 조건을 만족하는 강의실이 화면에 나타나게 된다. 강의실을 클릭하면 해당 과목에 지정된다. 최종으로 저장하게 되면, 수업시수에 관한

기본의무 제약조건을 자동으로 확인하고 충돌 시에는 경고를 하여 참조하게 한다.

교무처에서는 강의시간표를 모니터링하며 필요 시 학과와 의논하여 조정하게 된다. <그림 9>는 학과에서 작성한 전공강의시간표를 근거로 NE를 측정된 값을 보여주고 있다. 각 학과를 선택하면 학과의 상세 강의시간표를 조회할 수 있다.

No	학과명	과목 수	수업시간 수	분산도
1	A1	29	61	0.9074
2	A2	15	40	0.8967
3	B1	17	43	0.9400
4	B2	22	55	0.9463
5	B3	20	52	0.8787
6	B4	17	44	0.9334
7	B5	17	50	0.9559
8	B6	20	49	0.8998
9	B7	26	78	0.9504
10	C1	46	99	0.9472

<그림 9> 강의시간표 모니터링/조정(교무처)

강의시간표의 NE를 높이기 위해 조정 가능한 요인 중 하나인 동일 시간 개설과목 허용 임계치  $N_c$ 의 변화에 따른 학과별 강의시간표 분포도의 변화에 관한 민감도 분석 결과는 <표 11>과 같다. <표 11>은  $N_c$ 의 값을 강의시간표 총 교시 수인  $M(45)$ 에 대해 27시간(60%)부터 45시간(100%)까지 10%씩 증가함에 따라, 과목편성 시 가장 고르지 않게 편성할 때의 최소 NE의 변화를 측정된 값을 나타내고 있다(<표 11>의 B1열~B5열). 최소 NE는 주어진  $N_c$  조건에서 강의시간표의 과목이 가장 고르지 않게 분포될 때의 값에 대응한다. 각 경우에서 최대 NE는 모두 1이 되며, 이는 가장 고르게 분포되는 경우를 의미한다. <표 11>의 2010-1학기에 대한 NE(<표 11>의 A열)는  $N_c$ 의 기준을 적용하지

<표 11> 동일 시간 개설과목 허용 임계치  $N_c$ 의 변화에 따라 가능한 최소 NE (2010-1학기)

학과	2010-1학기 <sup>A</sup>	$N_c$				
		27시간 <sup>B1</sup> (60%)	32시간 <sup>B2</sup> (70%)	36시간 <sup>B3</sup> (80%)	41시간 <sup>B4</sup> (90%)	45시간 <sup>B5</sup> (100%)
A1	0.9074	<b>0.8748*</b>	0.9212	0.9454	0.9757	1.0000
A2	0.8967	<b>0.8779*</b>	0.9248	0.9624	1.0000	1.0000
B1	0.9400	0.8629	0.9057	<b>0.9400*</b>	0.9829	1.0000
B2	0.9463	0.8767	0.9127	<b>0.9396*</b>	0.9732	1.0000
B3	0.8787	<b>0.8725*</b>	0.9079	0.9363	0.9717	1.0000
B4	0.9334	0.8585	0.9001	<b>0.9334*</b>	0.9750	1.0000
B5	0.9559	0.8677	0.9045	<b>0.9339*</b>	0.9706	1.0000
B6	0.8998	<b>0.8652*</b>	0.9027	0.9326	0.9701	1.0000
B7	0.9504	0.8724	0.9138	<b>0.9469*</b>	0.9811	1.0000
C1	0.9472	0.8670	0.9130	<b>0.9417*</b>	0.9741	1.0000
D1	0.9205	0.8675	<b>0.9117*</b>	0.9470	0.9912	1.0000
D2	0.9084	0.8585	<b>0.9001*</b>	0.9334	0.9750	1.0000
D3	0.9116	<b>0.8736*</b>	0.9220	0.9503	0.9779	1.0000
D4	0.9689	0.8741	0.9249	<b>0.9480*</b>	0.9769	1.0000
D5	0.9560	0.8751	0.9199	<b>0.9445*</b>	0.9753	1.0000
D6	0.9557	0.8723	0.9126	<b>0.9448*</b>	0.9816	1.0000
D7	0.9791	0.8748	0.9096	0.9374	<b>0.9722*</b>	1.0000
E1	0.9269	0.8702	<b>0.9062*</b>	0.9351	0.9711	1.0000
E2	0.9832	0.8738	0.9229	0.9496	<b>0.9776*</b>	1.0000
E3	0.9134	0.8702	<b>0.9062*</b>	0.9351	0.9711	1.0000
E4	0.9084	0.8626	<b>0.9008*</b>	0.9313	0.9695	1.0000
F1	0.9401	0.8652	0.9027	<b>0.9326*</b>	0.9701	1.0000
F2	0.9466	0.8626	0.9008	<b>0.9313*</b>	0.9695	1.0000
F3	0.9616	0.8739	0.9239	<b>0.9488*</b>	0.9772	1.0000
G1	0.9813	0.8723	0.9120	<b>0.9438*</b>	0.9819	1.0000
G2	0.9592	0.8668	0.9112	<b>0.9429*</b>	0.9754	1.0000
평균( $\mu$ )	<b>0.9376</b>	<b>0.8696</b>	<b>0.9113*</b>	<b>0.9411</b>	<b>0.9765</b>	<b>1.0000</b>

주) \*표는 각 행에서, 최소 NE ≤ A열의 값 ≤ 1을 만족하는 모든 최소 NE 중에 최대 값을 의미함.

않고 편성했을 때의 값으로, 현재 각 값은 같은 행의 \*표로 표시된 NE의 최소 값과 NE의 최대 값인 1사이에 속한다.

$N_c$  기준의 적용여부에 따라 학과의 강의시간표의 NE가 더 고른 분포를 가질 수 있는지의 여부를

파악하기 위하여 쌍체비교를 통한 가설검정을 하였다.  $\alpha = 0.05$ 수준에서 귀무가설  $H_0: \mu_{B_i} - \mu_A \leq 0$  for  $i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ 에 대해 귀무가설이 기각되는 경우는  $N_c$ 가 41시간(B<sub>4</sub>열), 45시간(B<sub>5</sub>열)로서,  $p$  값이 각각  $2.3913 \times 10^{-7}$ ,  $1.4247 \times 10^{-11}$ 이다. 즉,  $N_c$ 를

$M$ 의 90% 이상으로 정하면 더 고른 분포를 갖는 강의시간표 작성이 가능하다고 할 수 있다. 따라서,  $N_c$ 의 적절한 기준을 적용한다면 더 효과적인 강의시간표 작성이 가능하게 된다.

## 6. 결론

대학의 강의시간표 작성 과정에서 학과의 전공 강의편성은 학생들의 수업효과는 물론, 과목, 교수, 강의실의 효과적인 배분에 중요한 역할을 한다. 또한, 강의시간표 작성과 관련된 과목, 수강정보, 강의실 정보 등을 쉽게 활용할 수 있는 시스템 체계는 학과와 대학담당부서의 업무 효율성을 제고할 수 있다.

본 연구는 각 학과에서 효과적인 전공강의시간표 작성이 가능한 두 단계, 즉 사례를 기반으로 강의시간표 템플릿을 생성하고 그로부터 강의시간표 작성기준에 의해 사용자들이 손쉽게 강의시간표를 작성할 수 있는 전공강의시간표작성지원시스템을 제안하였다. 이를 위해 한신대학교의 강의시간표 작성기준을 분류하고, 강의시간표 사례 간 유사도를 측정하는 지표와, 작성된 강의시간표를 정량적으로 측정하고 학과 간 비교를 위한 분포도 측정 지표를 제시하였다.

본 연구의 유용성을 보이기 위해 RIA 기반의 프로토타입을 개발하였으며, 한신대학교의 사례 데이터를 이용하여 예시하였다. 학과별로 2010-1학기에 대한 과거 사례와의 유사도를 측정한 결과, 55% 이상의 높은 유사도를 갖는 학과들이 25개 학과 중 6개 학과이며, 전체 학과의 유사도 평균은 41.7%로서, 이는 유사한 사례를 템플릿으로 활용

함이 의미가 있음을 보여 주고 있다. 또한, 강의시간표 작성기준의 하나인 동일 시간 개설과목 허용 임계치의 변화에 따른 개설과목 분포도의 민감도 분석 결과, 동일 시간 개설과목 허용 임계치를 90% 이상 설정한다면 개설과목이 더 고른 분포를 갖게 됨을 검정하였다. 따라서, 동일 시간 개설과목 허용 임계치의 적절한 기준을 적용한다면 더 효과적인 강의시간표 작성이 가능함을 알 수 있다.

강의시간표는 문제가 복잡하고 반영해야 할 요소들이 많은 만큼, 정보시스템의 지원과 강의시간표 작성기준에 따라 달라진다. 각 대학마다 상황은 다르나, 본 연구에서 제시한 접근 방법은 타대학에서도 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 향후, 대학의 상황에 맞추어 강의시간표 관리부와 학과 간 역할을 고려하면서 교양과 전공과목을 통합하는 효과적인 대학 강의시간표 작성지원시스템에 대한 연구가 요구되고 있다.

## 참고문헌

- 김대진, 김철현, “별칙 함수에 기반한 유전 알고리즘을 사용한 강의 시간표의 자동 작성”, *정보과학학회논문지*, 2권 3호(1996), 317~325.
- 박유석, 김병재, “병렬 모집단 진화프로그램을 이용한 강의시간표”, *공업경영학회지*, 22권 52호(1999), 275~284.
- 신영수, “PC를 이용한 대학강의 시간표 작성에 관한 연구”, *경영학연구*, 17권 1호(1987), 125~140.
- 윤상진, 전광진, “SCOT(Software for College Timetable) 소프트웨어의 개발 및 운용에 관한 연구”, *경영교육논총*, 14권(1997), 313~354.
- 이호중, 전건욱 “발견적 알고리즘을 이용한 강의

- 시간표 작성에 관한 연구”, 한국국방경영분석학회 학술대회논문집, 20권(2004), 104~137.
- Bardadym, V. A., “Computer-aided school and university Timetable : The new wave”, In : Burke, E., Ross, P. (Eds), Practice and Theory of Automated Timetabling, 1995, Springer Lecture Notes in Computer Science Series, Springer, Berlin, Vol.1153(1996), 22~45.
- Burke, E. K., D. G. Elliman, and R. Weare, “A University Timetabling System based on Graph Colouring and Constraint Manipulation”, *Journal of Research on Computing in Education*, Vol.27, No.1(1994), 1~18.
- Burke, E., K. Jackson, J. H. Kingston, and R. Weare, “Automated university timetabling : the state of the art”, *The Computer journal*, Vol.40, No.9(1997), 565~571.
- Burke, E. K., J. Marecek, A. J. Parkes, and H. Rudova, “Decomposition, reformulation, and diving in university course timetabling”, *Computer and Operations Research*, Vol.7 (2010), 582~597.
- Burke, E. K., B. MacCarthy, S. Petrovic, and R. Qu, “Structured cases in case-based reasoning-reusing and adapting cases for timetabling problems”, *Knowledge-Based Systems*, Vol.13(2000), 159~165.
- Burke, E. K., B. L. MacCarthy, S. Petrovic, and R. Qu, “Multiple-Retrieval Case-Based Reasoning for Course Timetabling Problems”, *Journal of Operations Research Society*, Vol.57, No.2(2006), 148~162.
- Burke, E. K. and S. Petrovic, “Recent research directions in automated timetabling”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 140, No.2(2002), 266~280.
- de Causmaecker, P., P. Demeester, and G. V. Berghe, “A decomposed metaheuristic approach for a real-world university timetabling problem”, *European Journal of Operational Research*, Vol.195, No.1(2009), 307~318.
- Chahal, N. and D. de Werra, “An interactive system for constructing timetables on a PC”, *European Journal of Operational Research*, Vol.40, No.1(1989), 32~37.
- Daskalaki, S. and T. Birbas, “Efficient solutions for a university timetabling problem through integer programming”, *European Journal of Operational Research*, Vol.160, No.1(2005), 106~120.
- Daskalaki, S., T. Birbas, and E. Housos, “An integer programming formulation for a case study in university timetabling”, *European Journal of Operational Research*, Vol.153, No.1(2004), 117~135.
- Deris, S., S. Omatu, H. Ohta, and P. Saad, “Incorporating constraint propagation in genetic algorithm for university timetable planning”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol.12, No.3(1999), 241~253.
- Dimopoulou, M. and P. Miliotis, “An automated university course timetabling system developed in a distributed environment : A case study”, *European Journal of Operational Research*, Vol.153, No.1(2004), 136~147.
- Fahriou, R. and G. Dollansky, “Construction of university faculty timetables using logic programming techniques”, *Discrete Applied Mathematics*, Vol.35, No.3(1992), 221~236.
- Kang, L., G. H. von Schoenberg, and G. M. White, “Complete university timetabling using logic”, *Computers and Education*, Vol. 17, No.2(1991), 145~153.
- Kang, L. and G. M. White, “A logic approach to the resolution of constraints in timetabling”, *European Journal of Operational Research*, Vol.61, No.3(1992), 306~317.

- Loo, E. H., T. N. Goh, and H. L. Ong, "A heuristic approach to scheduling university timetables", *Computers and Education*, Vol.10, No.3(1986), 379~388.
- Pongcharoen, P., W. Promtet, P. Yenradee, and C. Hicks, "Stochastic Optimisation Timetabling Tool for university course scheduling", *International Journal of Production Economics*, Vol.112, No.2(2008), 903~918.
- Santiago-Mozos, R., S. Salcedo-Sanz, and M. DePrado-Cumplido, "Carlos Bouso no-CalzonA two-phase heuristic evolutionary algorithm for personalizing course timetables : a case study in a Spanish university", *Computers and Operations Research*, Vol.32, No.7(2005), 1761~1776.
- Selim, S. M., "An algorithm for constructing a university faculty timetable", *Computers and Education*, Vol.6, No.4(1982), 323~332.
- Shannon, C. E., "A Mathematical Theory of Communication", *The Bell System Technical Journal*, Vol.27(1948), 623~656.
- Thompson, G. M., "Using information on unconstrained student demand to improve university course schedules", *Journal of Operations Management*, Vol.23, No.2(2005), 197~208.
- Wren, A., "Scheduling, Timetabling and Rostering-A Special Relationship?" In : Burke, E., Ross, P. (Eds), *Practice and Theory of Automated Timetabling*, 1995, Springer Lecture Notes in Computer Science Series, Springer, Berlin, Vol.1153(1996), 46~75.

Abstract

## A Template-based Interactive University Timetabling Support System

Yong Sik Chang\* · Yewon Jeong\*

University timetabling depending on the educational environments of universities is an NP-hard problem that the amount of computation required to find solutions increases exponentially with the problem size. For many years, there have been lots of studies on university timetabling from the necessity of automatic timetable generation for students' convenience and effective lesson, and for the effective allocation of subjects, lecturers, and classrooms. Timetables are classified into a course timetable and an examination timetable. This study focuses on the former.

In general, a course timetable for liberal arts is scheduled by the office of academic affairs and a course timetable for major subjects is scheduled by each department of a university. We found several problems from the analysis of current course timetabling in departments. First, it is time-consuming and inefficient for each department to do the routine and repetitive timetabling work manually. Second, many classes are concentrated into several time slots in a timetable. This tendency decreases the effectiveness of students' classes. Third, several major subjects might overlap some required subjects in liberal arts at the same time slots in the timetable. In this case, it is required that students should choose only one from the overlapped subjects. Fourth, many subjects are lectured by same lecturers every year and most of lecturers prefer the same time slots for the subjects compared with last year. This means that it will be helpful if departments reuse the previous timetables.

To solve such problems and support the effective course timetabling in each department, this study proposes a university timetabling support system based on two phases. In the first phase, each department generates a timetable template from the most similar timetable case, which is based on case-based reasoning. In the second phase, the department schedules a timetable with the help of interactive user interface under the timetabling criteria, which is based on rule-based approach.

This study provides the illustrations of Hanshin University. We classified timetabling criteria into intrinsic and extrinsic criteria. In intrinsic criteria, there are three criteria related to lecturer, class, and classroom which are all hard constraints. In extrinsic criteria, there are four criteria related to 'the numbers of lesson hours' by the lecturer, 'prohibition of lecture allocation to specific day-hours' for committee members, 'the number of subjects in the same day-hour,' and 'the use of common classrooms.' In 'the numbers of lesson hours' by the lecturer, there are three kinds of criteria : 'minimum number of lesson hours per week,' 'maximum number of lesson hours per week,' 'maximum number of lesson hours per day.' Extrinsic criteria are also all hard constraints except

---

\* Department of e-Business, Hanshin University

for 'minimum number of lesson hours per week' considered as a soft constraint.

In addition, we proposed two indices for measuring similarities between subjects of current semester and subjects of the previous timetables, and for evaluating distribution degrees of a scheduled timetable. Similarity is measured by comparison of two attributes-subject name and its lecturer-between current semester and a previous semester. The index of distribution degree, based on information entropy, indicates a distribution of subjects in the timetable.

To show this study's viability, we implemented a prototype system and performed experiments with the real data of Hanshin University. Average similarity from the most similar cases of all departments was estimated as 41.72%. It means that a timetable template generated from the most similar case will be helpful. Through sensitivity analysis, the result shows that distribution degree will increase if we set 'the number of subjects in the same day-hour' to more than 90%.

**Key Words** : Timetable, Case, Rule, Entropy

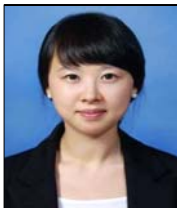


## 저 자 소개



**장용식**

현재 한신대학교 e-비즈니스학과에 재직 중이다. KAIST에서 경영공학 박사학위를 취득하였으며, POSDATA 등 기업 및 연구기관에서 MIS 관련 개발 및 연구과제를 수행하였다. Decision Support Systems, OMEGA, Expert Systems with Applications, Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce 등의 국제 학술지에 다수 논문을 게재하였으며, 주요 관심분야는 Managerial Decision Modeling, Complexity, Social Network이다.



**정예원**

현재 한신대학교 e-비즈니스학과에 재학 중이다. 한신대학교 교내 연구과제에 다수 참여하였으며, 관심분야는 지능형 정보시스템과 경영의사결정 모델링이다.