

발견적 알고리즘을 이용한 강의시간표 작성에 관한 연구

이호종/전건욱**

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

대학의 강의시간표 작성 문제는 제한된 자원 하에 개설되는 모든 교과목에 강의 시간과 강의실을 배정하는 문제이다. 이때 특정 학생이나 교수의 강의가 특정 시간에 둘 이상 배정되지 않도록 학생이나 교수의 입장에서 요구조건을 최대한 만족하여야 한다.

대학 강의 시간표 작성 문제는 대학에서 개설되는 강의들을 강의 시간에 배정하는 스케줄링 문제의 일종이다. 강의 시간표 작성문제는 강의를 시간표상의 시간대에 대한 할당이라는 단순한 구조를 가지면서도, 과목들의 특수한 시간대에 대한 요구, 교수 및 학생들의 요구 등을 만족시켜야 하는 어려움을 가진 문제이다. 계량적으로 표현된 많은 강의 시간표 작성 문제는 대부분 NP-hard 문제에 속한다. 현재 대부분의 대학에서 교직원들에 의한 수작업을 통해서 작성하고 있다. 이러한 현재의 방법은 담당자들의 많은 노력과 시간이 요구되고 수작업으로 인한 오류가 유발되기도 한다. 또한 일부 학생이나 교수의 강의시간이 몰려 있다든지, 강의실이 비효율적으로 사용되는 등의 시간표 상의 여러 문제가 발생하기도 한다.

바람직한 강의시간표는 교수나 학생의 중복배정과 강의실의 중복배정이 반드시 없어야 하고 교수나 학생의 수업이 특정 요일에 몰려 있거나 무리한 속강을 가능

* 본 내용은 '03년도 한국국방경영분석학회 추계학술대회 발표내용을 정리한 것임.

** 국방대학교 운영분석과

한 피해야 한다. 또한 교수의 개인적인 요구를 최대한 만족하고 교수나 학생에게 편리한 시간표, 너무 이르거나 늦은 수업 등이 적어야 한다.

또한 강의실의 이용률이 낮거나 부족함이 없도록 하여야 한다. 각 강의실에는 많은 장비와 집기류가 배치되기 때문에 비효율적인 사용은 많은 비용을 낭비하는 요인이 될 수 있으므로 최적의 강의실 수를 파악하는 것 또한 매우 중요하다.

본 연구에서는 기존의 수리적 모형(Tripathy 모형, Glassey 와 Mizrach 모형, 권현태의 전문가 시스템 모형)을 기초로 모형들을 결합하고 제약조건을 추가하여 다음과 같은 목적들을 만족 시킬 수 있는 새로운 휴리스틱 기법을 제시하는데 있다. 본 연구의 첫 번째 목적은 강의시간표 작성시에 교수의 선호가 합리적으로 반영되도록 하고자 하는데 있다. 모든 교수의 연구활동에 지장을 주지 않는 강의시간표를 작성한다. 두 번째 목적은 강의시간표를 변경하는 경우 제약조건을 만족시키면서 동시에 교수의 수업시간에 대한 효용은 감소시키지 않는 방향으로 새로운 시간표를 용이하게 작성 하는 것이다. 부득이하게 시간표가 변경되는 경우, 변경조건을 만족하는 강의시간표를 작성할 수 있다. 세 번째 목적으로는 이러한 강의시간표를 작성함에 있어 강의실의 이용률을 분석하여 최적의 강의실수를 파악하여 부수적인 장비 및 집기류들의 비효율적 사용을 줄여 낭비요소를 감소시키는데 있다.

수작업으로 강의시간표 작성시 많은 시간과 인력이 소모되므로 휴리스틱 기법을 적용하여 많은 낭비 요소를 절감할 수 있다. 교수의 선호도 및 강의실 이용률을 본 연구에 반영함으로써 효율적인 강의시간표 작성에 기여할 수 있는 탐색적 작성기법을 만드는데 목적을 두고 있다.

제 2 절 연구의 내용 및 범위

본 연구의 내용 및 범위는 다음과 같다. 1장에서는 본 연구의 목적 및 배경과 기대효과에 대하여 기술한다. 제 2장에서는 수리 모형에 대한 이론적 배경을 정리하고 각종 제약식을 만족하는 모형구축을 위한 개념을 설정하고 또한 기존 수리모형과 휴리스틱모형을 비교 한다. 제 3장에서는 기존 휴리스틱 모형의 특성을 기술하고 새로운 휴리스틱 기법을 적용 강의시간표를 작성한다. 제 4장에서는 실지로 예제를 적용하여 수작업 시간표의 결과를 비교 분석한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 연구의 결론과 함께 추후 연구과제에 대하여 기술한다.

제 2 장 강의시간표 작성 문제의 본질

제 1 절 강의시간표 작성 문제의 정의

강의시간표 작성 문제는 대학에서 매학기 겪게 되는 어려운 일정 계획 문제이다. 현재 강의시간표 작성은 거의 수작업에 의존하고 있는데 이는 복잡도가 매우 높은 문제이므로 상당한 인력과 시간이 소모되고 있다. 따라서 이 문제를 수리 모형으로 분석하고 해법을 정식화하여 전산화 시킨다면 이러한 많은 낭비가 절약될 수 있을 것이다.

강의시간표 작성 문제는 여러 가지 제약조건하에서, 가능한 많은 조합 중에서, 한 가지 제약조건을 만족하는 경우를 찾아내는 것이라고 할 수 있다. 제약조건은 다시 필수적 제약조건과 부수적 제약조건으로 나누어지는데, 필수적 제약조건은 해가 반드시 만족하여야만 하는 조건들이다. 따라서 이 조건은 어떤 해가 실행가능해가 되기 위한 조건이라고도 할 수 있다. 필수제약조건에 비해 부수적 제약조건은 반드시 만족하여야만 하는 것은 아니나 가급적 만족되면 좋은 조건이다. 따라서 같은 실행 가능해라 해도 얼마나 많은 부수적 제약조건을 만족시켜줄 수 있는가에 따라 해의 우열이 가려질 수 있다. 강의시간표 작성시 필수적 제약조건 및 부수적 제약조건은 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 필수적 제약조건과 부수적 제약조건

구 분	필 수 적	부 수 적
제약 조건	<ul style="list-style-type: none"> ● 한 교수는 같은 요일, 같은 시간에 두 개 이상의 강의를 할 수 없다. ● 한 학년의 한 분반은 같은 요일, 시간에 두 강의를 받을 수 없다. ● 학생이 같은 시간에 수업이 중복되면 안 된다. (같은 학년의 전공과목은 동일시간에 배정을 금지한다.) ● 같은 과목은 같은 요일에 배정되어서는 안 된다. ● 시간이 지정된 교양과목의 시간에 전공과목이 배정되면 안 된다. ● 어떤 과목도 겹쳐져서 강의될 수 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 수업시간은 월요일부터 금요일 각 8시간, 일주일 수업은 40시간으로 한다. ● 교수의 강의시간은 지정된 범위 내에서 강의한다. (1일 강의시간 5시간 이하) ● 교수는 사정이 있을 때 먼저 강의시간을 배정받을 수 있다. ● 연속강의는 지켜져야 한다. ● 학생, 교수의 중식시간을 보장한다. ● 강의실 용도에 따라 균일하게 배정한다. ● 학급의 1일 수업량은 일정한 수준이 되도록 한다.

이러한 부수적 제약조건을 모두 만족하는 최적 해는 존재하지 않을 수도 있으며 가령 존재한다 해도 실행가는 해에 비하여 해를 구하기 위한 부담이 훨씬 클 수도 있다. 대학 특성상 요구되는 제약조건이 있으면 위의 제약조건에 추가될 것이다.

가장 바람직한 강의시간표는 대학교, 교수 그리고 학생들이 원하는 바를 모두 만족시키는 것이기 때문이다.

대학의 강의시간표는 교수와 학생 그리고 학교라는 3주체의 이해관계 내에서 최적의 해를 찾아야 한다. 강의 주체로서의 교수는 원하는 시간에 강의를 하기 바라며, 수강 주체로서의 학생은 원하는 시간에 원하는 수업을 듣기를 원한다. 또한 경영 주체로서 학교는 모든 강의실이 균등하게 그리고 최대한으로 사용되기를 원한다. 이들 3주체의 요구사항은 서로 충돌하게 되어있으며, 얼마만큼 이들의 요구사항을 만족시키느냐에 따라 대학 강의시간표 작성의 성패가 좌우된다고 할 수 있다.

그러나 모든 조건을 만족하는 강의시간표 작성이란 거의 불가능하므로 서로간의 원하는 바가 틀릴 경우에 발생할 수 있는 상호충돌을 최소로 하여 만족도를 높이는 것이다. 즉, 강의시간표에 배정될 과목들이 제약조건을 모두 만족시키면서 최대한 요구조건을 만족시키도록 강의시간표에 배정하는 것을 의미한다. 여기서 배정될 과목들간의 입력정보 및 제어정보들과 관련된 강의시간 선점의 충돌이 발생할 수 있으므로 이를 반드시 해결해야 한다. 따라서 이 문제는 과목의 배정으로 충돌한 과목들이 어떤 위치로 이동하는 것이 가장 적당인가를 탐색하는 문제가 된다.

제 2 절 기존 모형 분석

2. 2. 1. 수리 모형

강의시간표 작성에 관한 초기의 연구는 단순히 수작업으로 수행하던 방법을 컴퓨터로 구현하는 것이었다. 이후 시간표 작성에 대한 새로운 접근 방법으로서 시간표 작성 문제를 수리적으로 모형화 하고 이로부터 최적해를 찾는 방법이 제시되었다. 그 결과 지금까지 여러 접근 방법으로 수리모형을 구축하여 해를 구하는 방법이 연구되었다.

정수계획법(Integer Programming : IP)이란 변수들이 정수 값을 갖는다는 단순한 추가적인 제약을 갖는 선형계획법으로 변수의 일부만이 정수값이 필요할 경우 이러한 모형을 혼합정수계획법(mixed integer programming : MIP)이라고 하며 모든 변수가 정수값을 취해야 하는 경우를 순수정수계획법(pure integer programming)이라고 한다. 이렇듯이 정수계획법은 선형계획법의 연장으로 변수의 불가분성(indivisibility)에 기인한 방법이나 선형계획법처럼 연속적(continuous)것이 아니라 불연속(discrete)인 모형으로 만일 변수가 “0”과 “1”의 값만 가져야 하는 경우, 이러한 모형을 “0-1 정수계획모형”이라고 하며 “이진정수계획모형”(binary integer programming)이라고도 한다. 이러한 0-1 정수계획모형은 “예 혹은 아니오 의사결정”(yes or no decision)에 중요하게 사용되는 기법으로 의사결정에 많이 사용되는

기법이다.

1980년에 Tripathy[13]는 교과목의 강의시간대를 결정하는 문제를 정수계획모형으로 모형화하였다. 그는 교과목의 수(NSG), 학생그룹의 수(NCG), 이용가능한 시간대의 수(NP), 교과목 i 의 강의시간(NSPG $_i$), 시간대 j 에 배정 가능한 강의의 수용한계(NR $_j$: 주로 강의실의 수에 의해 결정됨), 학생그룹 m 이 선택한 교과목들의 집합(S $_m$), 교과목 i 가 시간대 j 에 배정될 때의 이익(C $_{ij}$: 특정요구가 있으면 큰 값을 갖고 그렇지 않으면 0, 실제 문제 적용시 대부분의 C $_{ij}$ 는 0이다)이 주어질 때, 교과목 i 가 시간대 j 에 배정될 때 1이고 그렇지 않으면 0인 결정변수 X $_{ij}$ 에 대하여 시간배정 효과를 최대로 하는 정수계획 모형은 다음과 같다.

$$\text{Max } \sum_{i=1}^{NSG} \sum_{j=1}^{NP} C_{ij} X_{ij} \quad (2.1)$$

subject to

$$\sum_{j=1}^{NP} X_{ij} = NSPG_i \quad i = 1, \dots, NSG \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^{NSG} X_{ij} \leq NR_j \quad j = 1, \dots, NP \quad (2.3)$$

$$\sum_{i \in S_m} X_{ij} \leq 1 \quad m = 1, \dots, NCG \quad (2.4)$$

$$j = 1, \dots, NP$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\}$$

X $_{ij}$ = 1 : 과목 i 가 시간대 j 에 배정된다.

0 : 과목 i 가 시간대 j 에 배정되지 않는다.

$i = 1, 2, \dots, NSG$ 강좌를 나타내는 지수

$j = 1, 2, \dots, NP$ 시간대를 나타내는 지수

$k = 1, 2, \dots, NTG$ 전공을 나타내는 지수

NSG : 총과목의 수

NP : 수업이 가능한 총 시간대의 수

NCG : 학생그룹의 수

NSPG $_i$: 과목 i 의 주당 수업 횟수

NR $_j$: 시간대 j 에 동시에 개설될 수 있는 강좌수

S $_m$: 학생그룹 m 이 선택한 교과목들의 집합

C $_{ij}$: 과목 i 를 시간대 j 에 배정될때의 이익

위의 정수계획모형에서 목적식 (2.1)은 이러한 제약조건 하에 교과목들의 시간배정시 추정되는 배정 효과를 최대로 함을 목적으로 한다. 수식 (2.2)은 교과목의 정해진 강의시간이 꼭 배정되어야 함을 나타낸다. 수식(2.3)는 특정 시간대에 배정된 교과목의 수가 수용한계(주로 강의실의 수에 의해 결정됨)를 넘어서는 안됨을 의미한다. 수식 (2.4)은 특정 학생그룹의 수업이 중복되어서는 안됨을 의미한다. 위의 모형에서 정수해를 구하는 방법으로 Lagrangean Relaxation기법을 적용하였다. 이후 Tripathy는 강의실의 특성에 따라 그룹화 시켜서 이를 모형에 포함시켰다. 그는 강의실 그룹의 수(NRG), 시간대 j에 강의실 그룹 k에 배정가능한 수용한계(NA_{jk}), 강의실 그룹 k에 배정이 가능한 강의 집합(R_k)이 주어질 때 두 번째 제약식 (2.3)를 다음과 같이 변환 하였다.

$$\sum_{i \in R_k} X_{ij} \leq NA_{jk} \quad j = 1, \dots, NP \quad (2.5)$$

$$k = 1, \dots, NRG$$

변경된 제약식 (2.5)은 특정 시간대의 특정 강의실 그룹에 배정되는 교과목이 수용한계를 초과해서는 안됨을 나타낸다. 즉, 교과목의 특성에 맞는 강의실을 배정할 수 있는 강의시간대를 배정해야 됨을 의미한다. 또한 그는 해를 구하는 방법으로 분지한계기법(Branch and Bound)을 도입한 방법을 개발하고 더 좋은 결과를 얻음을 보여주었다.

1986년에 Glassey 와 Mizrach[16]는 강의시간대가 결정된 교과목의 강의실을 배정하는 정수계획 모형을 다음과 같이 제시하였다.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{NSG} \sum_{k=1}^{NR} D_{ik} Y_{ik} \quad (2.6)$$

subject to

$$\sum_{k \in K_i} Y_{ik} = NSPG_i \quad i = 1, \dots, NSG \quad (2.7)$$

$$\sum_{i \in R_t} Y_{ik} \leq 1 \quad t = 1, \dots, NP \quad (2.8)$$

$$k = 1, \dots, NRG$$

$$Y_{ik} \in \{0, 1\}$$

$Y_{ik} = 1$: 과목 i 가 시간대 j 에 배정된다.

0 : 과목 i 가 시간대 j 에 배정되지 않는다.

$i = 1, 2, \dots, NSG$ 강좌를 나타내는 지수

$j = 1, 2, \dots, NP$ 시간대를 나타내는 지수

NP : 수업이 가능한 총 시간대의 수

NSPG_i : 과목 *i* 의 주당 수업 횟수

NR_j : 시간대 *j* 에 동시에 개설될 수 있는 강좌수

D_{ik} = 강의 *i*가 강의실 *k*에 배정되는 경우의 비용

K_i = 강의 *i*를 배정 가능한 강의실들의 집합

R_t = 시간대 *t*에 배정이 요구되는 강의들의 집합

목적함수는 교과목 *i* 가 강의실 *k* 에 배정되는 경우의 총 비용 최소화이며 목적식은 (2.6)와 같다. 위의 제약식 (2.7)은 모든 교과목의 강의시간에 대하여 강의실을 배정해야 됨을 의미한다. 제약식 (2.8)은 특정 강의실에 2개 이상의 강의를 배정되지 않아야 한다는 제약을 나타낸다. 위의 모형에서 가장 중요한 부분이 목적함수의 비용이다. Glassey와 Mizrach는 교수의 이동거리, 교수의 강의횟수, 강의실의 수용인원과 수강학생수, 학생의 이동거리, 필요장비 등을 고려하여 각 강의의 강의실 배정 비용을 추정하였다. 그들은 위의 모형의 해를 구하는 방법으로 요구(강의)/공급(강의실)의 비가 큰 시간대부터 강의실을 배정하는 순서에 따라 제약식을 만족하고, 목적함수의 비용을 최소화하는 강의실을 배정하는 알고리즘을 개발하여 이를 미국의 Berkeley 대학에 실제로 적용하였다.

권헌태[6]의 모형은 Tripathy의 교과목의 강의시간대를 결정해 주는 모형과 Glassey와 Mizrach의 강의실을 배정하는 모형의 특성을 응용하여 강의시간대와 강의실을 배정할수 있고 교수의 중복배정에 대한 제약조건을 추가한 정수계획 모형을 다음과 같이 제시하였다.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{NSG} \sum_{j=1}^{NP} \sum_{k=1}^{NR} C_{ijk} X_{ijk} \quad (2.9)$$

s. t

$$\sum_{j=1}^{NP} \sum_{k=1}^{NR} X_{ijk} = NSPG_i \quad i = 1, \dots, NSG \quad (2.10)$$

$$\sum_{i=1}^{NSG} X_{ijk} \leq 1 \quad j = 1, \dots, NP, k = 1, \dots, NR \quad (2.11)$$

$$\sum_{i \in S_m} X_{ijk} \leq 1 \quad m = 1, \dots, NCG, \quad j = 1, \dots, NP, \quad (2.12)$$

$$k = 1, \dots, NR$$

$$\sum_{i \in TE_n} X_{ijk} \leq 1 \quad n = 1, \dots, NT, \quad j = 1, \dots, NP, \quad (2.13)$$

$$k = 1, \dots, NR$$

$$X_{ijk} = 0, 1$$

$X_{ijk} = 1$, 교과목 i 가 시간대 j 에서 강의실 k 에 배정되는 경우

$= 0$, 그렇지 않은 경우

C_{ijk} = 교과목 i 가 시간대 j 에서 강의실 k 에 배정될때의 비용

NSG = 교과목의 수

NCG = 학생그룹의 수

NT = 교수의 수

NP = 이용 가능한 시간대의 수

NR = 이용 가능한 강의실의 수

NSPG $_i$ = 교과목 i 의 강의시간

S_m = 학생그룹 m 이 수업 받아야 하는 교과목들의 집합

TE $_n$ = 교수 n 이 담당한 교과목들의 집합

NRG : 강의실 그룹의 수

NA_{jk} : 시간대 j 에 강의실 그룹 k 에 배정가능한 강의의 수용한계

R_k : 강의실 그룹 k 에 배정이 가능한 강의의 집합

목적식 (2.9)은 배정비용을 최소로 하는 것이며 제약식 (2.10)는 교과목의 정해진 강의시간이 꼭 배정되어야 함을 나타낸다. 제약식 (2.11)는 특정 시간대의 특정 강의실에 배정된 교과목이 중복되어서는 안됨을 나타낸다. 제약식 (2.12)은 특정 학생 그룹의 수업이 중복되어서는 안됨을 의미한다. 제약식 (2.13)은 특정 교수의 강의가 중복되어서는 안됨을 의미한다.

2. 2. 2. 휴리스틱 모형

1982년에 Romero[14]는 시험시간표를 작성하는 방법으로 학생수가 많은 시험과목을 우선배정하는 배정 순서에 따라 각각의 시험과목에 대하여 시험 시간을 배정한 후에 강의실을 배정하는 절차에 따른 휴리스틱 방법을 개발하여 대규모 공과대학의 시험스케줄을 실제로 적용하였다.

국내 연구사례로 1980년에 강경희[1]는 시간배정은 제한된 교실을 고려하여 시간표상에 나타나는 시간을 성격에 따라 나누어 두시간, 세시간, 한시간 그리고 하루 건너 두시간 등으로 나누어 각각의 가능한 시간의 조합을 나열하여 시간표를 생성하였다. 그러나 시간조합은 유한개의 경우이므로 생성되는 시간대에 제약이 있어 가능한 전부의 조합을 찾는 방법이 필요하였다.

신영수[3]는 시간생성시 교과목의 성격을 '배정형태'로 구분하여 크게 격일의 탐색과 속강의 탐색으로 나누어 시간을 생성하는 방법을 사용하였다. 배정이 불가능한 경우는 시간조합을 생성하여 시간을 배정하였다. 시간 배정시에는 시간대에 따

라 우선순위를 두어 배정하였는데, 이 경우 시간대 선정과 평가에 있어 기준이 다르므로 특정기준을 정하여 단일기준으로 평가하는데 문제가 발생하여 강의실 부족, 교수부족, 분반 및 합반에 따른 문제, 특정형태의 시간을 사용하는 강좌의 증가 등에 적절히 대응하지 못했다.

기존의 수리 모형과 휴리스틱 모형을 요약하면 아래의 표와 같다.

<표 2-2> 기존 수리 모형과 휴리스틱 모형의 요약

구분	제안자	목적	제약 / 고려요소	모형의 특성	접근방법
수리 모형	Tripathy, A. (1980)	교과목의 강의시간대 배정시 배정 효과를 최대화	<ul style="list-style-type: none"> 교과목이 정해진 강의시간에 배정 특정 학생 그룹의 강의의 중복 배제 특정시간대에 배정된 교과목의 강의실수용 한계 제한 	<ul style="list-style-type: none"> 수강인원에맞는 강의실 배정 정해진 시간에 여러 개의 강의가 동시에 배정 되는 경우 연속강의 그리고 한주간에 걸쳐 고르게 분배되어야 하는 경우를 고려하지 않음 	라그란지 완화법
	Glassey and Mizrach (1986)	교과목의 강의실 배정 비용의 합을 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 교수의 이동거리 교수의 강의횟수 강의실수용인원 과 수강학생수 	<ul style="list-style-type: none"> 교과목의 강의시간대가 정해졌다는 가정하에 강의실을 배정 	정수계획모형
	권헌태 (1992)	강의요일시간, 강의실 배정 비용의 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 교과목이 정해진 강의 시간에 배정 특정강의실에 교과목의 중복 배제 학생그룹의 강의중복 배제 특정교수의 강의중복 배제 	<ul style="list-style-type: none"> 교과목의 강의시간대 배정시 고려되는 비용(요일, 시간)과 강의실 배정시 고려되는 비용 추정 	전문가 시스템
휴리스틱 모형	Romero, P.B. (1982)	대규모 공과대학 시험 스케줄 작성시 배정비용 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 시험 시간 배정후 강의실 배정 학생수에 따른 우선순위 지정 	컴퓨터 기억장소의 크기문제를 해결	1,4단계:탐색 2,3단계:수송 계획을 적용 휴리스틱
	강경희 (1980)	강의시간표 작성시 시간배정 강의실배정 비용 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 2시간,3시간대의 가능한 시간조합을 나열. 강의실 수용인원과 수강 학생수 	시간 조합이 유한개의 경우이므로 시간대에 제약 발생	시간의 조합 나열 및 배정 휴리스틱
	신영수 (1987)	교과목의 강의 시간 배정시 배정효과 최대화	<ul style="list-style-type: none"> 시간대를 격일탐색과 속강의 탐색으로 구분 시간대별 우선순위 부여 시간표 평가기준에 따른 단일 평가 	특정기준에 따른 단일기준 평가로 평가의 부적합 강의실부족, 강의시간표 변동에 제약	휴리스틱
	본연구	강의실이용률 / 선호도최대화 교수의 이동거리 최소화	<ul style="list-style-type: none"> 2시간 4시간대의 강의 시간생성 및 배정 교수의 선호도 교수연구실에서 강의실까지의 거리 강의실별 이용률 	<ul style="list-style-type: none"> 교수, 학생그룹의 중복 배제 효율적 강의실 사용 교수의 선호도 고려 강의 시간 배정 	휴리스틱

2. 2. 3. 수리 모형과 휴리스틱 모형의 비교

선형계획법은 극점을 이동하면서 해를 구하기 때문에 실행정도가 빠르는데 비하여 정수계획법은 해로써 고려될 가능도가 기하급수적으로 증가함으로 인하여 해를 구하는데 많은 시간이 소요되며 따라서 속도가 빠른 컴퓨터라도 한정된 해의 정수변수 밖에 풀수 없다는 단점이 있다. 또한 시간표 작성 문제로 인한 노동력의 소모에 착안하여 그 수리적 해결 방법을 찾아내어 전산화시키고자 하는 노력이 계속되어 왔다. 그러나 이러한 시도들은 대개가 가령 체계적인 해결 방법을 찾아내었다고 해도 입력자료가 증가함에 따라 필요로 하는 컴퓨터의 기억공간 및 수행시간이 폭발적으로 증가하여 실용성을 갖는 문제의 해결에는 도움이 되지 못하였다. 가장 최근에 연구된 수리모형은 문제의 규모가 증가함에 따라 현실적으로 최적해를 구하는 것이 불가능해 진다.

예를 들어 교과목 100개, 이용 가능 시간대 40개, 이용가능 강의실 30개, 학생그룹 40개, 교수 60명 규모의 강의시간표 작성 문제인 경우 결정변수 120,000개, 총 제약식 91300개를 고려해야 하는 정수 계획 모형이 된다. 또한 우선배정에 대한 어려움과 부득이한 경우 강의시간 및 강의실 변경에 신속하게 대응할수 없게 된다. 대학의 강의시간표는 필수적 제약조건이 적은 반면에 부수적 제약조건이 많다. 따라서 최적해를 구하기는 어려우며 휴리스틱 기법을 적용함으로써 보다 많은 부수적 제약조건을 만족시키기가 좀더 용이하며 향상의 여지가 높다고 할수 있다.

제 3 장 휴리스틱 기법을 적용한 강의시간표 작성 문제

제 1 절 휴리스틱 모형의 특성

휴리스틱이란 통찰력과 경험을 바탕으로한 의사결정규칙으로써 빠르면서 비최적의 해를 구하는 기법이라 할수 있는데, 때때로 좋은 휴리스틱은 최적해를 구해주는 경우도 있으나 일반적으로 최적해에 가까운 해를 주므로 근사값(approximate) 또는 근사최적해(near-optimal)라고도 한다.

역사적으로 보면 1950년대는 휴리스틱을 이용하여 많은 문제를 해결했던 휴리스틱의 전성기였다. 그러나 1960년대에 들어서면서 복잡한 수리계획을 통하여 제반 문제를 해결하고자 하는 경향이 성행하여 중요한 연구업적을 남겼으나, 많은 경우에 신뢰할만한 해를 구해주지 못하였다. 1970년대에 들어서는 문제가 불확실해지고 최적화 알고리즘의 계산상의 복잡성이 야기되면서 일부에서는 다시금 휴리스틱에 대하여 관심을 갖기 시작하였는데, 현재에는 1950년대만큼이나 여러 분야에 있어

휴리스틱을 적용하여 문제를 해결하고 있다.

휴리스틱을 사용하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 시간이 적게 소요되고 둘째, 명확히 규명되지 않은 문제에도 적용가능하며 셋째, 알고리즘에 의한 것보다 보다 탄력적이고 넷째, 변화에 더욱 민감하게 적용할 수 있다.

즉, 휴리스틱은 정확한 알고리즘들이 그들 자체의 정적인 특성으로 말미암아 환경의 변화를 수용하지 못하는데서 비롯되는 비효율성을 배제할수 있기 때문에 사용되는 것이다. 선형계획법에서도 휴리스틱이 적용되고 있는데, 심플렉스 방법은 pivot선정규칙에 의하여 pivot열을 선택하면, 이 선정된 pivot은 행열에서 $(C_j - Z_j)$ 값을 극대화시켜준다. 이러한 경우의 휴리스틱을 greedy 휴리스틱이라 하는데, 일반적으로 이러한 휴리스틱은 최적화 알고리즘이 최적해를 구해주는데 비하여 최적해를 보장하지는 못한다.

제 2 절 휴리스틱 모형에 의한 강의시간표 작성

본 연구에서는 해를 구하는 방법으로 기존의 수리적 모형(Tripathy 모형, Glassey 와 Mizrach 모형, 권헌태의 전문가 시스템 모형)을 기초로 모형들을 결합하고 제약조건을 추가하여 새로운 휴리스틱 기법을 제시한다. 즉, 교과목들의 배정 순서를 정하고 이에따라 각 과목의 강의시간대(요일, 시간)를 배정한후 강의실을 배정하는 것으로 한다.

3. 2. 1 강의시간표 작성시의 가정 및 고려사항

제 2 장에서 제시한 시간표 작성시 필수적 및 부수적 제약조건을 모두 만족하면서 추가적인 제약조건으로는 본 연구에서 분석할 강의실 이용률에 대한 사항과 교수의 강의배정에 대한 사항을 포함한다.

<표 3-1> 추가적인 가정 및 고려사항

구 분	교수의 강의배정	강의실 이용률
가 정 / 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> ● 시간배정시 우선순위 시간은 교수의 선호도에 따른다. ● 교수는 하루 5시간 미만의 강의를 원칙으로 한다. ● 교수는 사정이 있을때 필요한 시간을 미리 배정받을 수 있다. ● 학교에 따라 시간 및 강의실 배정시 특정교수(원로교수,보직교수등)에 한하여 우선배정을 할 수 있다. ● 교수의 연구실에서 강의실까지의 거리를 최소화 하여 배정한다. 교수가 소속되어 있는 대학의 강의실 사용을 우선으로 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 강의실은 강의실별 수용인원의 크기에 따라 배정을 하고 이용률은 임의로 지정이 가능하다. ● 해당 대학의 강의실 사용을 우선으로 한다. ● 전체 강의실 이용률은 사용된강의실시간수/사용가능한 총시간수 에대한 백분율로 계산 ● 연속 강의는 같은 강의실로 한다.

3. 2. 2 교과목 자료의 정리

시간표를 작성하는데 있어 우선적으로 결정되어야 할 것은 배정할 교과목의 순서이다. 즉 교실이 제한된 것 혹은 다수의 학과에 모두 유용한 시간을 배정받아야 하는 교과목의 경우 우선적으로 배정되어 강의실 사용 및 가용시간대에 제약을 최소화 하여야 한다. 그러므로 교과목자료를 정리하여 입력순서를 결정해야 하는데 그 순서는 다음과 같은 교과목의 중요성에 따라 결정할 수 있다.

첫째, 미리 교실이나 시간이 정해진 과목

둘째, 전교생 선택 등의 교과목

셋째, 수강인원이 많은 교과목

넷째, 전공필수 교과목

위의 사항에 해당하는 교과목들은 강의시간 배정 시 중복 가능성이 높기 때문에 배정순위를 높여 먼저 배정할 수 있도록 한다.

3. 2. 3 시간배정방법

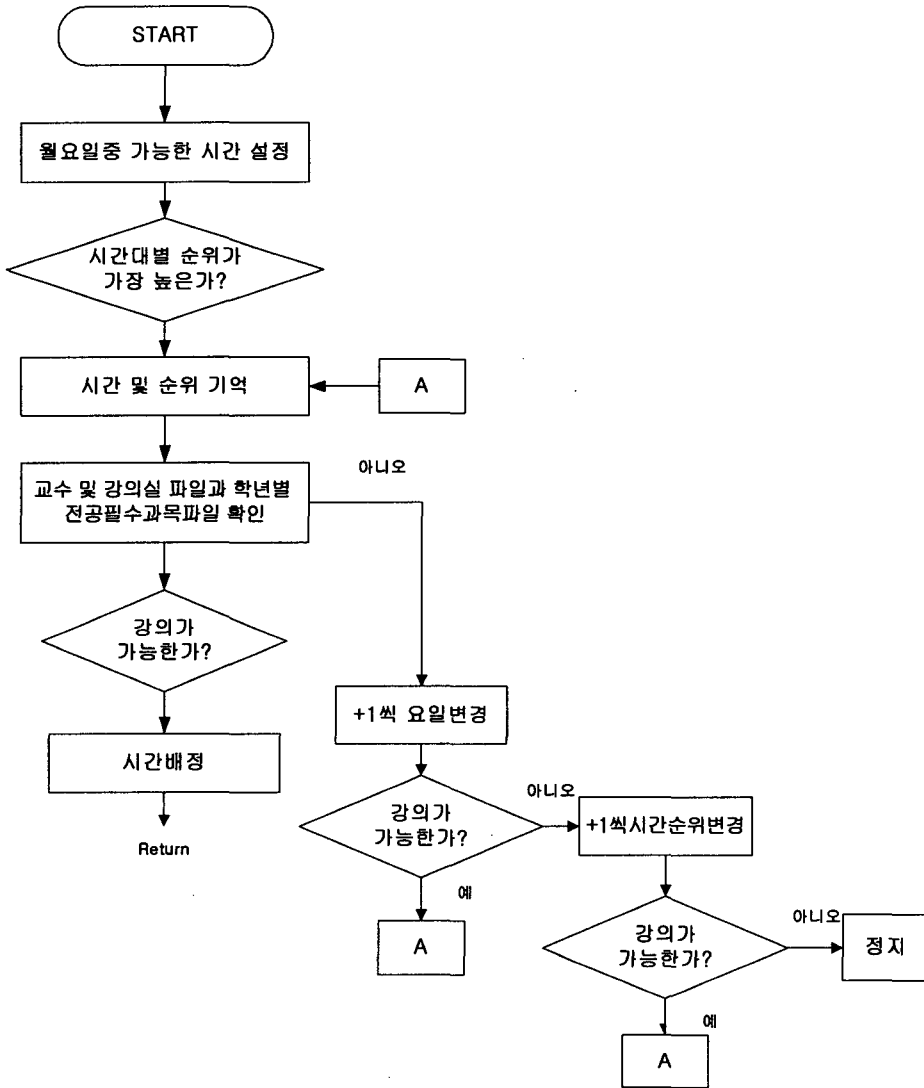
교과목의 배정형태는 2시간, 4시간으로 구분하여 탐색하는 방법을 사용하였으며 시간생성 알고리즘을 2시간, 4시간의 교과목별로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

1. 2시간 강의시 시간생성 방법

2시간 강의시 시간생성 절차는 다음과 같다.

- 1) 우선 월요일부터 강의가 가능한 시간을 탐색해 나간다.
이때, 기준시간은 시간대별 우선순위표를 이용하여 우선순위가 높은 순으로 선정하고 기준시간과 연이어 강의가 가능한지를 탐색한다.
- 2) 강의시간이 선정되면 교수 및 강의실 파일과 전공필수 과목 파일에 가서 해당 시간대가 비어있는지를 확인하고 비어있으면 해당시간대에 배정하고 그렇지 않은 경우는 +1 씩 요일을 변경하여 기준시간에 배정이 가능한지를 탐색해 나간다.
- 3) 기준요일을 변경했음에도 기준시간에 강의배정이 불가능한 경우는 기준시간을 다음순위 시간으로 변경하여 월요일부터 다시 탐색해나간다.
- 4) 기준시간을 변경했음에도 배정이 불가능한 경우는 “배정 불가”표시와 함께 상황을 출력하고 프로그램 운영을 중지한다.

<그림 3-1> 2시간 강의 시 시간배정 Flowchart



2. 4시간 강의 시 시간생성 방법

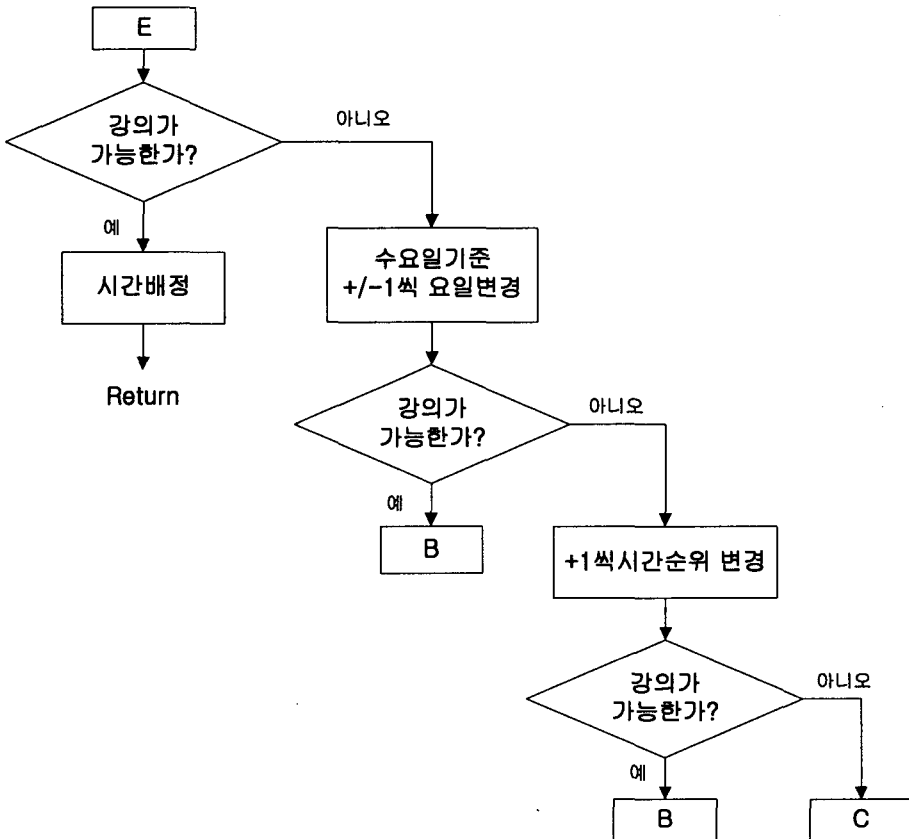
4시간 강의의 경우는 2시간 연강이 두 번에 걸쳐 이루어지는 만큼 2시간 시간생성의 방법과 마찬가지로 기준 일에 두 시간 강의를 배정되고 남은 두 시간 강의는 격일 시간대에 배정하는 것을 원칙으로 하며 시간생성 방법은 다음과 같다.

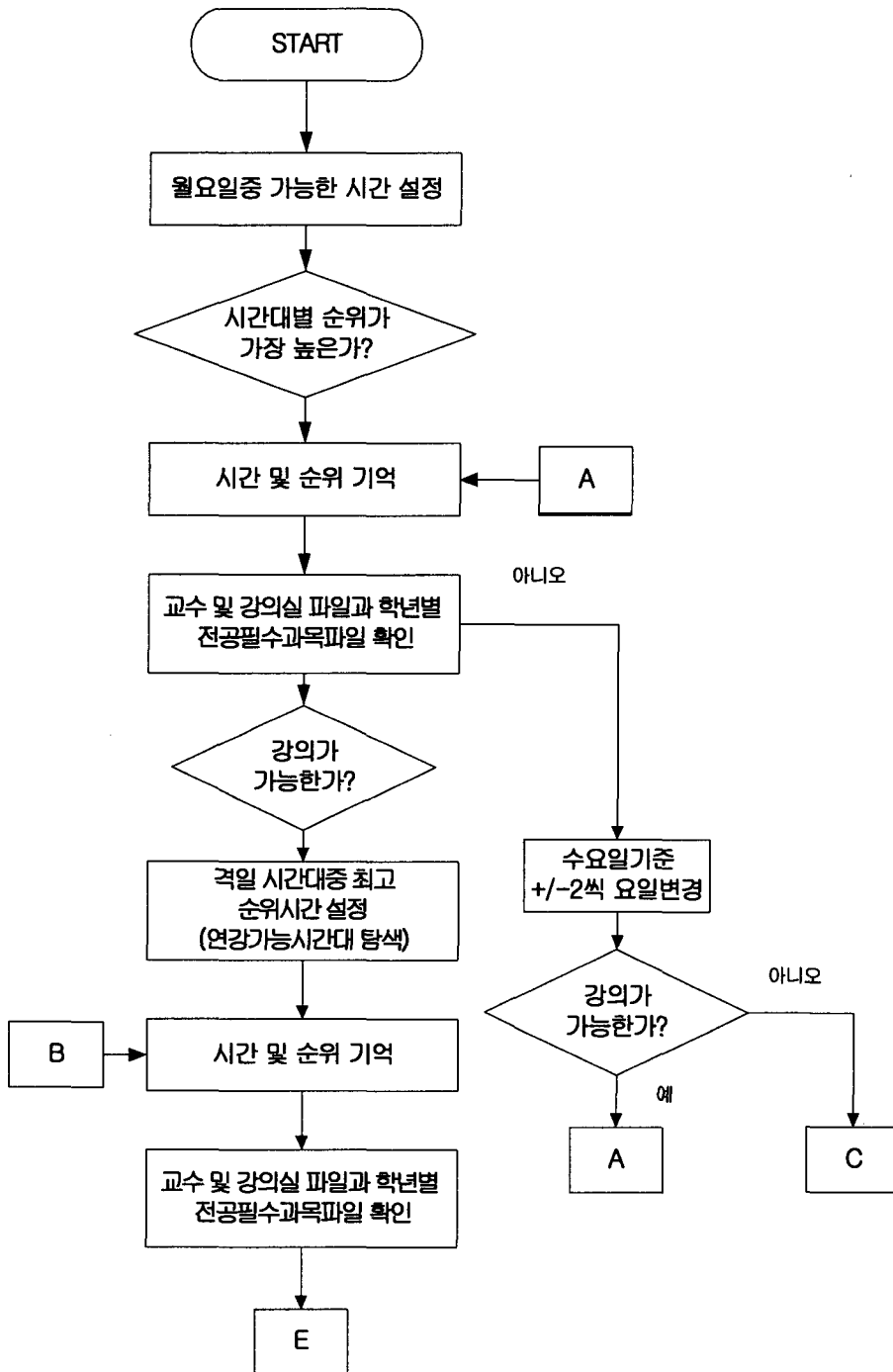
- 1) 우선 기준일은 월요일에서 금요일의 시간 중 강의를 가능한 요일이 선정되고 마찬가지로 우선순위가 가장 높은 시간부터 탐색한다.
- 2) 시간이 배정되면 해당시간이 비어있는지를 교수, 강의실 및 전필과목 파일에서 확인하고 비어있으면 격일시간대 중 우선순위가 가장 높은 시간을 선정하여

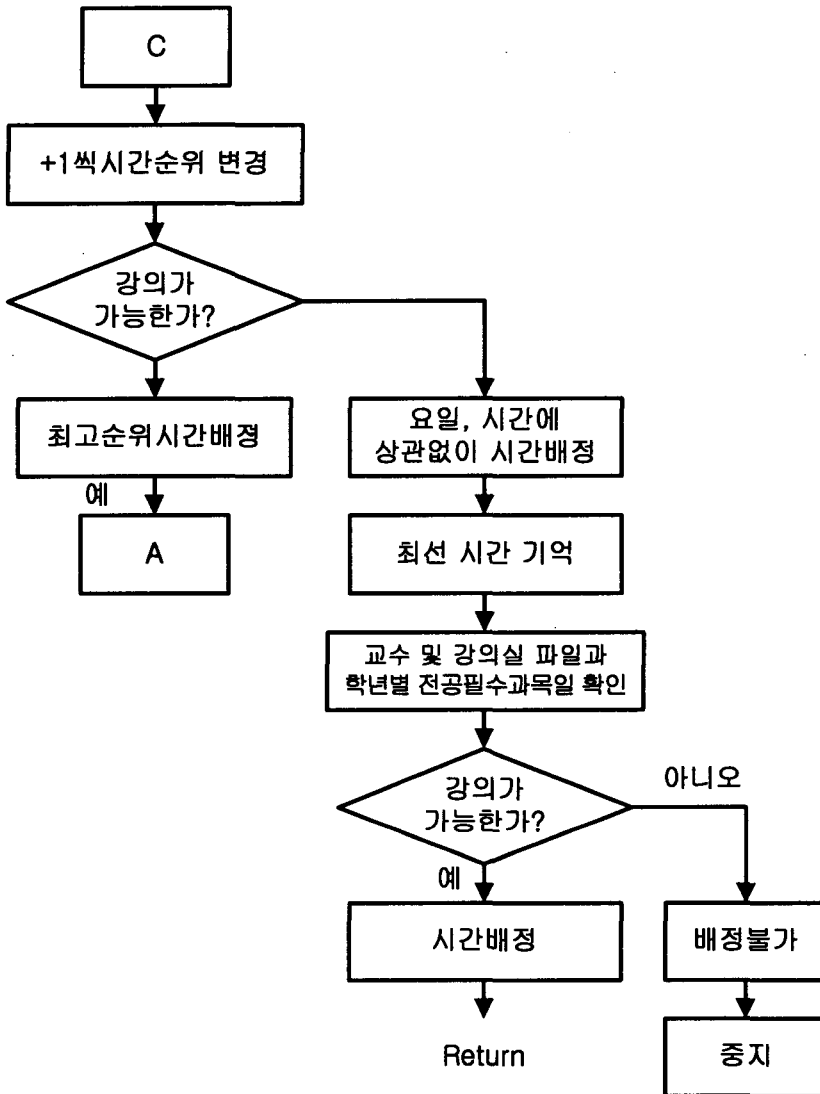
배정가능성을 탐색한다.

- 3) 배정이 불가능한 경우는 요일을 변경하여 동일순위의 시간대를 탐색하고 해당 시간대에 배정이 어려운 경우는 시간순위를 1씩 증가하여 기준요일부터 다시 탐색한다.
- 4) 이때 기준시간의 변경은 우선순위를 따라 이루어지나 기준요일의 변경은 수요일을 기준하여 마찬가지로 방법으로 배정가능성을 탐색하여 배정하고 격일 시간대를 탐색한다. 이때 연이어서 강의가 가능한 시간을 선정한다.
- 5) 격일배정의 경우, 기준요일의 변경은 마찬가지로 수요일을 기준하여 +/- 1씩 요일을 변경하여 탐색한다.
- 6) 마지막까지 배정이 안된 교과목은 요일 / 시간에 상관없이 선정된 시간에 배정을 시도해보고 그래도 배정되지 않는 경우는 배정을 중지한다.

<그림 3-2> 4시간 강의시 시간배정 Flowchart



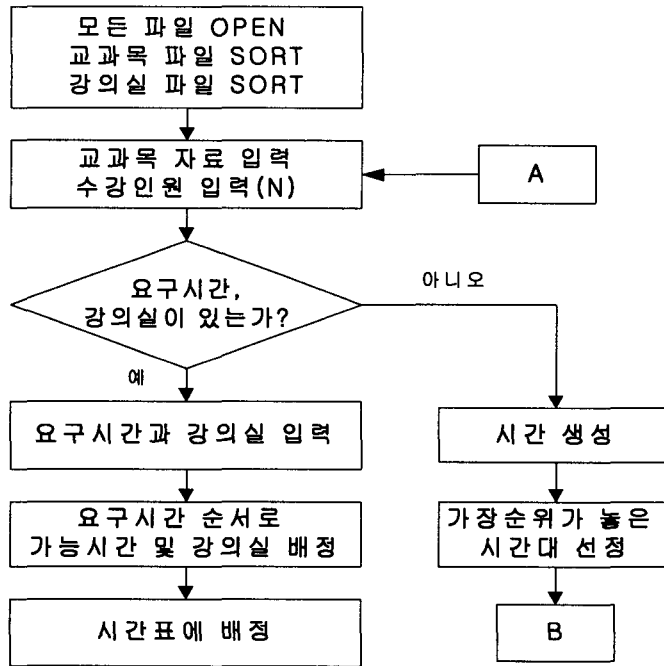


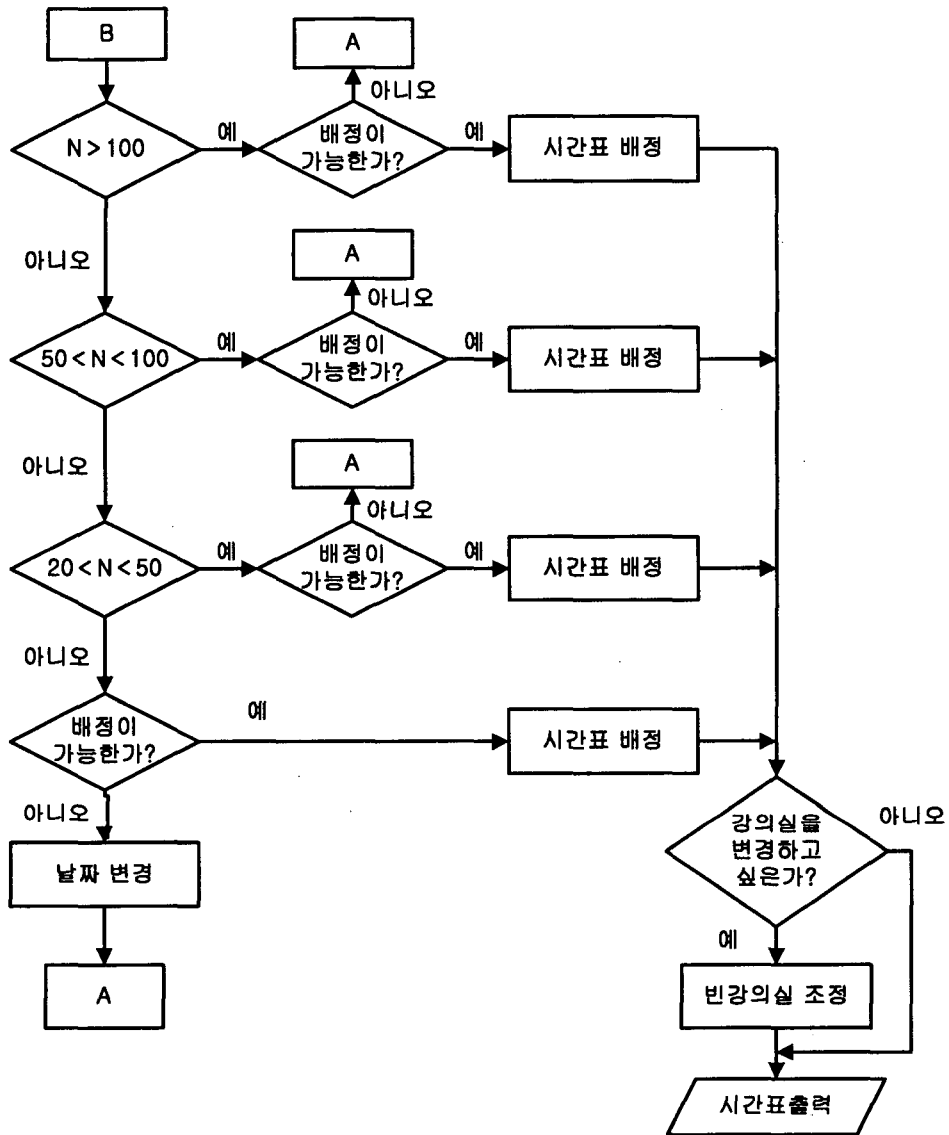


3. 2. 4 강의실 배정방법

강의실 배정은 소속대학이 속한 건물내의 강의실을 주로 사용하고 강의실 배정이 되지않는 예외적인 경우에는 타 대학의 강의실에 배정하는 것으로 한다. 한편, 강의실이 제한된 대형강의실이나 특수강의실의 경우는 모든 학과가 공통으로 사용하는 것을 원칙으로 한다. 강의실 배정은 강의실 화일에서 특수강의실을 우선으로 하고 나머지는 코드순으로 배열한 뒤에 소속대학내의 강의실을 수용인원 크기순으로 다시 배열하고 시간배정 알고리즘을 적용한다.

<그림 3-3> 강의실 배정 Flowchart





3. 2. 5. 강의시간표 작성 휴리스틱 절차

강의시간표 작성 휴리스틱 절차를 요약하면 다음과 같다.

- 단계 1. 본 시스템에서 고려하는 모든 데이터 파일을 열고 교과목과 강의실 파일을 정렬한다. 우선배정이 있는 교과목은 단계 6로 가서 배정된 강의시간 및 강의실을 강의시간표에 입력한다. 우선배정이 아닌 교과목은 단계 2로 간다.
- 단계 2. 교과목들 중 배정우선순위가 높은 교과목부터 시간 생성 프로그램에 따라 시간 및 강의실을 배정받는다. 시간배정은 교수의 선호도가 높은 시간 순으로 배정을 받는다. 시간배정을 받은 교과목은 단계 3으로 간다.

- 단계 3. 시간배정을 받은 교과목 중 같은 날 교수의 강의가 중복되어 있는가를 확인하고 중복되어 있으면 단계 2로 가서 다른 요일의 시간을 배정받는다. 교수의 강의가 같은 날 중복되지 않았다면 단계 4로 가서 수강학생수에 맞는 강의실을 배정받는다.
- 단계 4. 해당 대학의 강의실 배정을 우선으로 하며 해당 대학에 강의실이 없을시에는 단계 2로 가서 다른 요일의 시간을 배정받는다. 강의실 배정을 받은 교과목은 단계 6로 간다. 시간배정을 받은 교과목이 해당대학에 강의실이 없을 경우에 단계 5로 간다.
- 단계 5. 시간배정을 받은 교과목들 중 해당대학에 강의실이 없는 경우는 타 대학의 강의실중 수강인원에 맞는 강의실을 배정받는다. 배정을 받으면 단계 6로 가서 강의시간표에 입력한다.
- 단계 6. 강의시간 및 강의실을 배정받은 교과목은 강의시간표에 입력한다. 이렇게 모든 교과목에 대해 배정이 완료되었으면 프로그램을 종료한다.

제 3 절 입 · 출력 자료 설계

아무리 잘 설계된 시스템이라 할지라도 투입되는 입력정보의 내용이 정확하지 않고 적시성이 없다면 시스템 전체로서 효과가 없으며 출력도 또한 가치없는 것이 되고 말것이다. 입력자료는 전 교수의 수, 각 학년별 학급수, 학년, 요일별 시간수, 학년담당 교수의 과목 이름, 이수과목등의 자료가 필요하다. 출력설계는 전산시스템으로의 특성인 경영이나 관리면에서 이용가치가 큰 양질의 출력 정보를 보다 빠르고 정확히 출력 시켜줌으로써 그 가치와 효과가 인정된다. 학급별 시간표, 요일별 시간표, 교수별 강의 시간표 설계를 목적으로 하였다.

3. 3. 1 입력 자료

강의시간표 작성을 위해 필요한 입력정보로는 각 해당학기에 개설되는 과목정보, 수강하는 학생정보, 강의하는 교수정보, 강의장소로서의 강의실정보 그리고 이들을 제어할수 있는 제어정보들이 필요하다. 각각의 입력정보를 자세히 살펴보면,

- 1) 과목정보는 수강과목에 대한 정보로서 해당학기에 개설되는 과목이다.
- 2) 학생정보는 학과, 학년 등에 관한 정보이다.
- 3) 교수정보는 교수의 소속학과 및 직위의 단순정보와 교수의 강의시간 선호도 정보를 말한다.
- 4) 강의실 정보는 강의실의 크기, 위치, 수, 형태 등 강의시간표 적성과 관련된 강의실에 관한 모든 정보이다.
- 5) 제어정보는 어떤 제약조건들을 얼마나 중요하게 작용하는지 비중에 관한 제약조건의 정보이다. 강의시간표 작성의 기본자료인 각 요소에 대한 자료의

구성은 다음과 같다.

<표 3-2> 교과목 배정자료

일련 번호	학정 번호	과목명	과목 구분	학점	인원	수업 시간	교수 코드	교수명	배정 시간	강의실
9(4)	X(8)	X(20)	X(1)	9(1)	9(3)	X(1)	X(2), 9(2)	X(10)	X(2)	X(4)

<표 3-3> 교수자료

교수코드	교수명	직위	강의시간표(총 40시간)
X(2), 9(2)	X(10)	X(1)	

<표 3-4> 학과자료

학과코드		학과명	강의시간표(총 교과목)
과	학년	X(30)	
X(3)	X(1)		

<표 3-5> 강의실자료

강의실번호		형태	수용인원	강의시간표(총 40시간)
건물	교실	9(1)	9(30)	
X(1)	X(3)			

위의 자료를 통해 교과목, 교수, 강의실 등에 대한 정보가 제공되고 이를 토대로 시간을 배정하여 배정결과를 기억유지하게 된다. 프로그램 운영을 위해 실제 필요한 자료는 교과목 일련번호, 과목구분, 학년구분, 분반구분, 수업시간수, 교수코드, 강의실 형태, 강의실 번호와 수용인원 등으로 이들 자료는 각 파일이 OPEN된 후 프로그램 운영을 위해 파일로 다시 만들어진다.

반면 시간표 작성시에 만족스런 결과를 갖기 위해 반드시 고려되어야 하는 것이 좋은 시간대에 가능한 한 대부분의 교과목을 배정하는 것이라 하겠다. 그러나 '좋은' 시간대의 선정을 위한 절대기준이 존재하지 않는 만큼 이의 선정은 다양할 수 있겠다. 한가지 예로 사용자의 의도에 따라 시간배정을 점수로써 통제하는 것이 가능한데 이는 각 학교의 특성이나 환경에 따라 원하는 시간대의 점수를 입력하여 점수표를 만들고 만들어진 점수표를 이용하여 시간 생성시 최대점수를 계속 계산해 가면서 좋은 시간을 우선 선정하는 것이다.

3. 3. 2 출력 자료

입력된 정보들을 이용하여 생성된 강의시간표는 수요자에 따라 각각 종합 강의 시간표, 학과 및 학년별 강의시간표, 교수 강의시간표, 강의실 강의시간표 및 통계 자료들을 출력한다. 각각의 출력정보를 자세히 살펴보면,

- 1) 종합 강의시간표는 모든 학과, 학년의 개설강의에 대한 담당교수, 시간, 강의실을 기록한다.
- 2) 학과, 학년별 강의시간표는 각 학과 학년용의 시간표로 요일, 시간테이블에 개설강의의 담당교수와 강의실을 기록한다.
- 3) 교수 강의시간표는 담당교수들을 위한 시간표로 요일, 시간테이블에 개설학과, 학년, 강의실을 기록한다.
- 4) 강의실 강의시간표는 강의실별 시간표로 모든 강의실 각각에 대한 요일, 시간테이블에 개설강의의 학과, 학년, 담당교수를 기록한다. 이는 교과목의 강의실 임의 변경시 매우 필요한 자료이다.
- 5) 통계자료는 컴퓨터에 의해 시간표를 작성하여 얻을 수 있는 부산물로 강의실 이용률등을 분석하여 관리를 수월하게 해준다. 통계자료에는 빈강의실 리스트와 강의실 이용률 분석표, 선호도의합 등으로 배정의 효율성을 알아볼 수 있는 척도로 이용된다.

제 4 절 시스템 구성

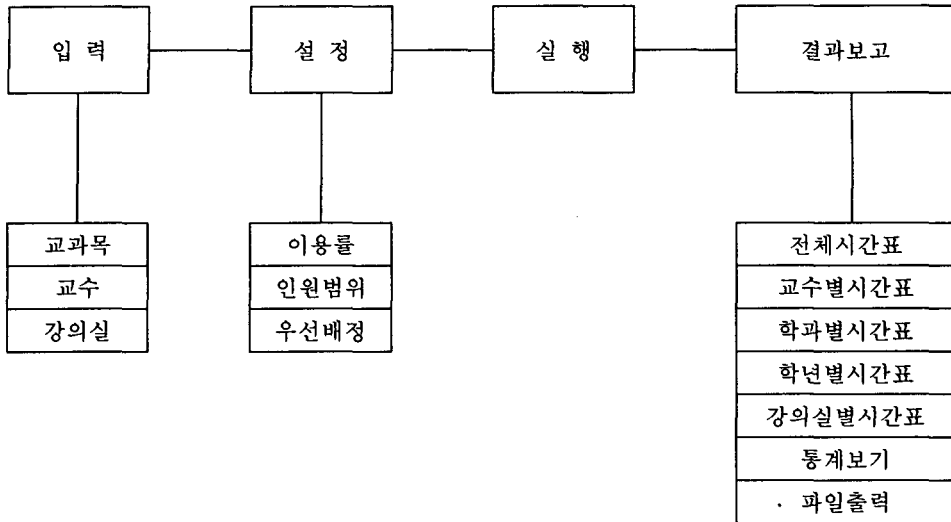
3. 4. 1 하드웨어 / 소프트웨어의 구성

본 시스템을 운용하기 위하여 필요한 하드웨어 및 소프트웨어의 구성은 다음과 같다.

1. 기종 : 펜티엄Ⅲ CPU 500MHz 또는 호환기종
2. 운영체제 : Windows 98 이상
3. 기억용량 : 128MB RAM
4. 그래픽 어댑터 카드 : VGA
5. 드라이브 : 3.5인치 디스켓 또는 CD Rom
6. 하드 디스크 드라이브 : 500M 이상
7. 소프트웨어 : Microsoft Visual Basic 6.0
8. 데이터베이스 소프트웨어 : Microsoft Access 2000

3. 4. 2. 화면구성

본 시스템은 입력, 설정, 실행, 결과보고의 4부분의 주메뉴와 그에 따른 부메뉴로 구성된다.



<그림 3-4> 시스템 구성도

1. 입력

입력부문에서는 개설된 교과목, 교수, 강의실에 대한 여러정보를 입력받는다. 각각의 입력 Microsoft Access를 이용하여 데이터 베이스화 한다.

2. 설정

프로그램을 실행하기 전에 사용자가 학교의 상황을 최대한 반영하기 위하여 부문으로 강의실의 이용률 설정, 강의실의 인원범위 설정, 우선배정을 필요로 하는 교수 및 교과목을 설정하는 단계이다.

3. 실행

실행부문에서는 Microsoft Access에서 구축된 데이터베이스를 프로그램 상으로 입력하고 설정이 완료된 후 배정 버튼을 누르면 모든 교과목에 대하여 요일, 시간, 강의실을 배정한다.

4. 결과보기

결과보기 부문에서는 수행이 완료된 후 전체 강의시간표, 학과별 강의시간표, 학년별 강의시간표, 강의실별 강의시간표, 교수별 강의시간표를 조회할 수 있다. 통계보기에서는 강의실별 이용률과 선호도 그리고 배정 후 빈 강의실 목록을 통계자료로 분석할수 있다. 파일출력에서는 원하는 배정결과를 텍스트 파일로 출력할 수가 있다.

제 4 장 모형의 적용 및 결과 분석

제 1 절 적용 예제

적용 데이터는 국방대학교의 실제 2003학년도 2학기 및 4학기 개설과목, 강의에 참여한 교수 및 강사, 월요일부터 금요일까지의 오전, 오후 시간단위의 하루 2개 시간대의 시간대를 사용하였으며 현재 사용중인 강의실은 총 21개이고, 개설교과목은 96개이며, 교수는 56명이다.

교내 강의실 현황은 다음과 같다.

사용가능시간은 월요일에서 금요일까지 요일별 2개 시간대 즉, 오전 및 오후의 시간대를 가지며 총 10개의 시간대이다. 시간대별 선호도는 학생들의 설문조사를 통하여 작성되었으며, 설문조사는 4학기에 재학중인 학생을 대상으로 실시되었다. 학생들이 가장 선호하는 요일 및 시간대를 총 5등급으로 나누어 1등급에는 100점, 2등급에는 80점, 3등급에는 70점, 4등급에는 50점, 5등급에는 30점을 부여하였다. 선호도는 각 학교에 따라 다르게 나타날 수 있다. 현재 국방대학교 학생들은 화요일, 목요일 수업을 선호하고 있으며 월요일 및 금요일 수업을 원하는 학생이 가장 적은 것으로 나타났다. 설문 조사를 바탕으로 시간대별 선호도는 <표4-1>와 같다.

<표 4-1> 시간대별 선호도

구분	월	화	수	목	금
오전	30	100	80	100	50
오후	70	80	80	100	30

우선순위가 높은 교과목은 선호도가 높은 시간대에 우선 배정되며 시간과 강의실을 배정받은 교과목은 강의시간표에 입력되고 이렇게 강의시간표에 입력이 완료된 모든 교과목의 선호도합이 전체 선호도의 합이 된다.

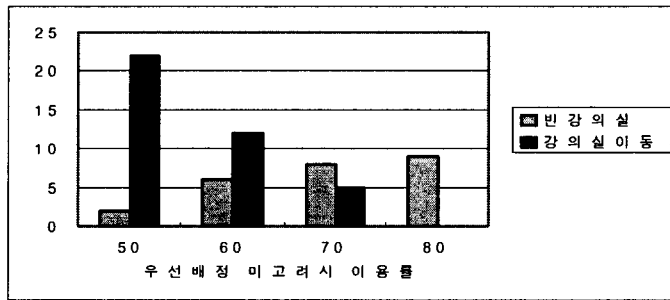
제 2 절 결과 분석

4. 2. 1. 우선배정이 없는 경우 강의시간표 작성(프로그램 1)

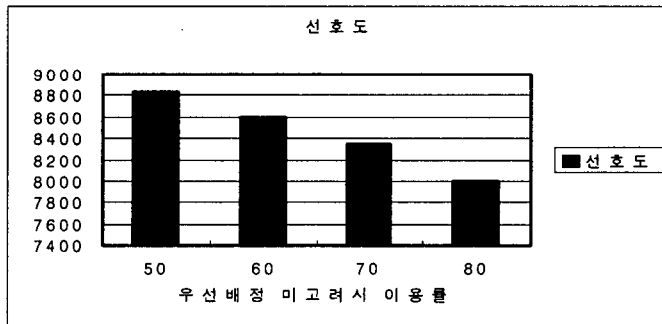
프로그램 상에서 강의실 이용률을 40에서 90%까지 변화를 주어 결과를 분석하였다. 이때 우선배정은 고려하지 않았으며 동일한 조건과 강의실 및 강의시간 배정의 우선순위에 따라 작성된 프로그램의 결과이다.

<표 4-2> 강의실 이용률별 강의시간표 작성결과

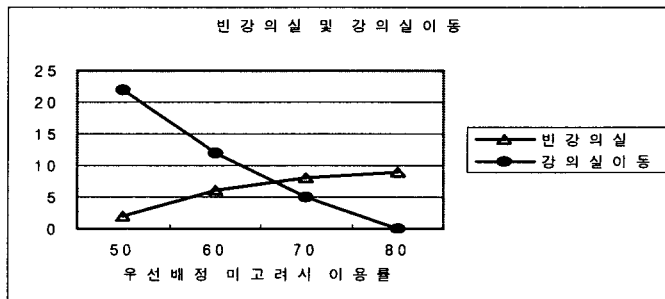
구분 \ 이용률설정	40	50	60	70	80	90
이용률 결과	40%	48%	60%	68.6%	73.8%	80%
선호도 합	8640	8800	8550	8320	7920	7480
빈강의실	강의실부족	2	6	8	9	11
강의실이동교과목 (관리대에서 안보대)	-	22	12	5	0	0



<그림 4-1> 빈 강의실과 강의실이동 교과목 비교



<그림 4-2> 이용률별 선호도 변동



<그림 4-3> 이용률별 빈강의실과 강의실 이동 교과목 변동

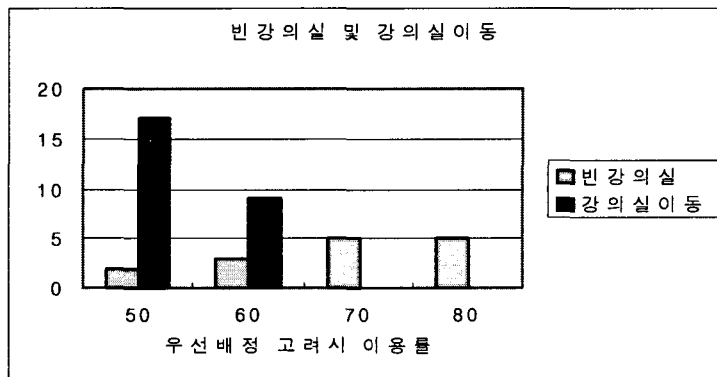
우선배정을 받는 교과목이 없을 경우의 강의시간표 작성에서는 그림<4-3>에서 보는 바와 같이 강의실 이용률이 80%일 때는 해당 대학에서 강의실을 다른 대학으로 강의실을 이동해야하는 교과목이 발생하지 않는다. 또한 빈 강의실은 전체적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 단, 선호도는 다소 감소 하지만 교수의 이동거리 최소화나 강의실 이용률을 비교해보면 어떤 변수에 우선순위를 부여하는가에 따라 강의시간표 작성에 차이가 발생할 수 있음을 보여주고 있다.

4. 2. 2. 우선배정이 있는 경우 강의시간표 작성 (프로그램 2)

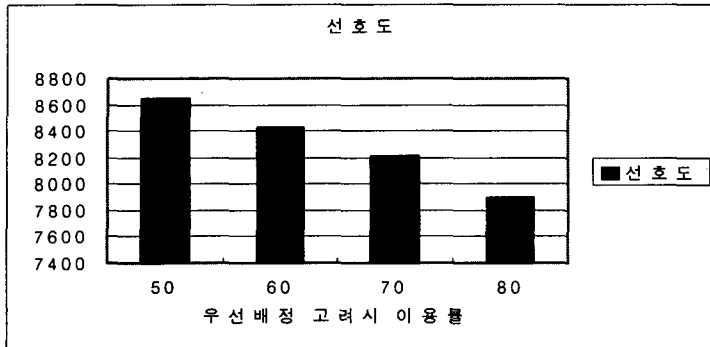
본 연구에서 우선배정은 현 보직임무를 수행중인 12명의 교수에 대해 교수임무에 보직임무 수행에 지장이 없도록 원하는 시간과 강의실에 대하여 우선배정하여 강의시간표를 작성하였다.

<표 4-3> 강의실 이용률별 강의시간표 배정결과

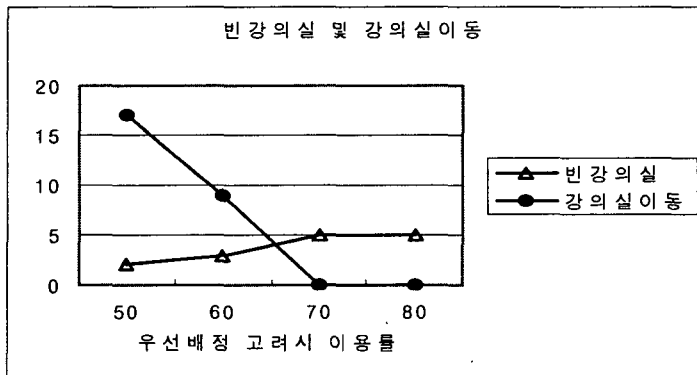
구분 \ 이용률설정	50	60	70	80
이용률 결과	48%	50.1%	56.5%	56.5%
선호도 합	8640	8430	8210	7890
빈 강의실	2	3	5	5
강의실이동교과목 (관리대에서 안보대)	17	9	0	0



<그림 4-4> 빈 강의실과 강의실이동 교과목 비교



<그림 4-5> 이용률별 선호도 변동



<그림 4-6> 이용률별 빈 강의실과 강의실 이동 교과목 변동

보직교수에 대해 우선배정 시에는 강의실 이용률이 70%일 때부터 교수의 강의실 이동 교과목은 없으며 선호도는 점차적으로 감소하며 강의실의 이용률은 일부 강의실의 낮은 이용으로 전체 이용률이 감소하였다. <그림 4-6>에서 보는 것과 같이 강의실을 이동해야하는 교과목은 발생하지 않았으나 빈 강의실은 이용률 70%와 80%에서 같은 수치로 나타나고 있다. 우선배정 시에는 배정이 되지 않을 강의실이 배정 될 수 있기 때문에 이용률이 낮은 강의실이 발생한다.

4. 2. 3 수작업 시간표과 프로그램 시간표의 비교

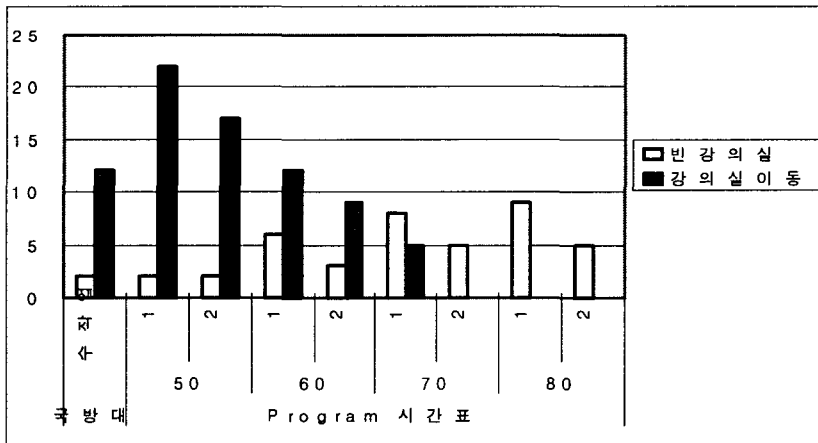
우선배정 교과목의 발생을 고려한 강의시간표와 우선배정 교과목의 발생을 고려하지 않은 강의시간표, 수작업 강의시간표에 대해 전체적으로 비교해보면 현재 사용되고 있는 수작업 시간표와 많은 차이점이 발생하였음을 알 수 있다. 본 연구에서는 우선배정이 고려되지 않은 프로그램 시간표를 1, 우선배정이 고려된 프로그램 시간표를 2로, 수작업 시간표를 수작업으로 표기하였다.

<표 4-4>는 수작업 시간표와 비교한 결과이다.

<표 4-4> 수작업 시간표와 프로그램 시간표 비교

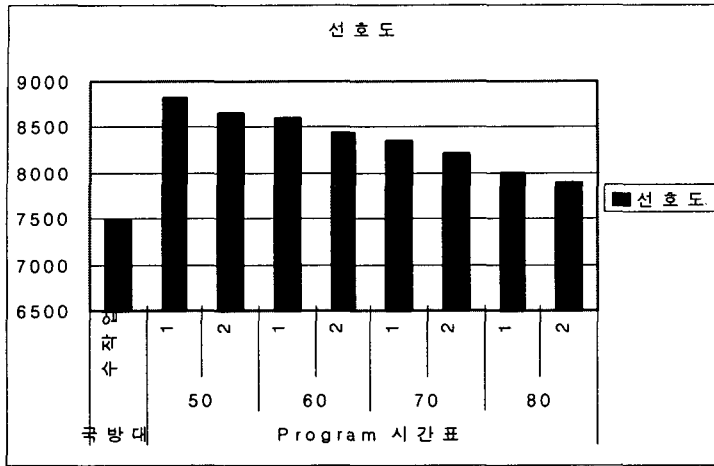
구 분	국방대	Program 시간표							
		50		60		70		80	
	수작업	1	2	1	2	1	2	1	2
이용률 결과(%)	50	48	48	60	50.1	68.6	56.5	73.8	56.5
선호도 합	7490	8830	8640	8590	8430	8340	8210	8000	7890
빈 강의실	2	2	2	6	3	8	5	9	5
강의실이동	12	22	17	12	9	5	0	0	0

현재 수작업으로 작성된 강의시간표는 강의실의 이용률은 50%이며, 시간대별 선호도의 합은 7490점이다. 빈 강의실의 수는 2개가 있으며 해당대학에서 다른 대학의 강의실을 사용해야하는 교과목은 12개가 있다. 다른 대학의 강의실을 사용해야 하는 교과목은 주로 관리대에서 안보대로 이동하여 강의실을 사용하고 있다. <그림 4-7>은 빈강의실과 강의실이동 교과목과의 비교를 나타낸다.



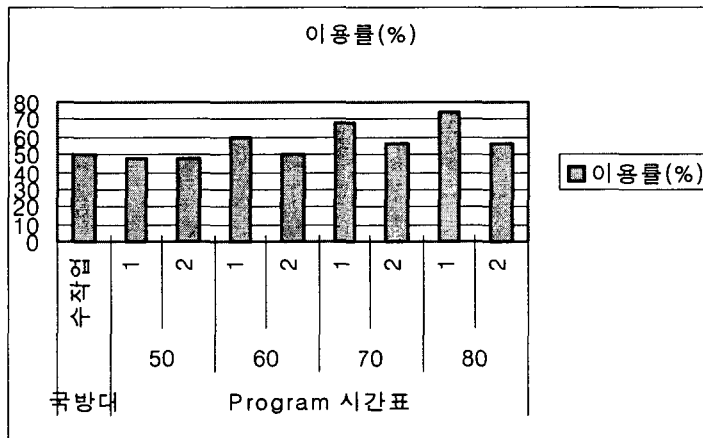
<그림 4-7> 빈 강의실과 강의실이동 교과목 비교 (수작업과 프로그램 비교)

위 그림에서 보는 것과 같이 수작업 시간표와 비교시 프로그램 시간표에서는 이용률 70%와 80%에서 빈 강의실은 많아지고, 교수의 이동거리는 줄일 수 있다. 즉, 강의실수가 적은 관리대의 강의실을 충분히 사용하여 관리대 소속의 교수가 안보대 강의실을 사용하지 않게 되어 교수의 이동거리를 최소화 시킬 수 있음을 알 수 있다. <그림 4-8>은 이용률별 선호도 변동 결과를 나타낸다.



<그림 4-8> 이용률별 선호도 변동 (수작업과 프로그램 비교)

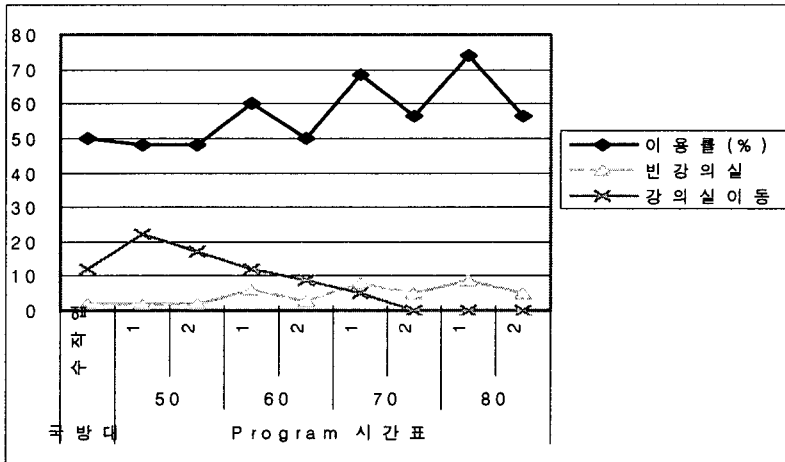
교수의 선호도에서도 수작업 시간표보다 월등히 높은 수치를 나타내고 있다. 위 그림에서 이용률 50%에서 가장 높은 선호도를 나타내고 있지만 빈 강의실과 강의실 이동을 고려해보면 이용률 50%에서는 빈 강의실은 가장 적은 수치를 나타내고, 교수의 이동거리는 가장 증가함을 알 수 있다. <그림 4-9>는 강의실 이용률 변동 결과를 나타낸다.



<그림 4-9> 강의실 이용률 변동 (수작업과 프로그램 비교)

위 그림에서 보는 것과 같이 현재 수작업 시간표에서 강의실 이용률은 전체 강의실의 50%만을 사용하고 있다. 프로그램 시간표에서는 강의실의 이용률을 높일 수는 있지만 보직 교수를 고려하여 작성된 시간표 2에서는 56.5%를 사용하게 된다. 현재 보직교수가 원하는 시간과 강의실에 배정시 특정 강의실의 사용은 10 - 20%의 낮은 이용률을 나타내므로 전체 강의실 이용률은 낮게 나타나고 있다. <그림

4-10>은 이용률과 빈 강의실 및 강의실 이동 교과목의 변동을 나타낸다.



<그림 4-10> 이용률과 빈강의실 및 강의실이동 교과목 변동 (수작업과 프로그램 비교)

위 그림에서 보는 것과 같이 강의실 이용률에 따라 교수의 강의실까지의 이동거리를 최소화 시킬 수 있는 이용률을 찾을 수 있으며, 학교에서는 필요시 빈 강의실 수를 조정하여 보다 효율적이면서 융통성 있는 강의실 사용이 가능해진다. 빈 강의실을 무조건 많이 확보하기 보다는 교수가 강의하는데 지장이 없고, 학생이 강의를 받는데 좋은 여건이 될 수 있는 학교의 환경에 맞는 강의실 이용이 가능해질 수 있다.

결과적으로 수작업 시간표 보다 강의실 이용률을 높일 수 있고 빈 강의실을 다른 용도로 전환이 가능하며, 또한 불가피한 사정으로 인하여 시간표 변경 시 융통성 있는 강의실 배정이 가능하다. 프로그램 시간표에서 교수의 이동거리를 최소화 시킬 수 있으며, 변수의 중요도에 따라 여러 가지 배정안을 작성할 수 있다. 모든 교수의 선호도를 만족시킬 수는 없지만 최대한 많은 교수가 선호하는 시간에 강의를 배정받을수 있는 강의시간표를 작성할수 있다.

제 5 장 결론 및 향후 연구방향

제 1 절 결론

수작업에 의한 강의시간표 작성 방법은 규모가 커짐에 따라 많은 인력과 시간이 요구된다. 또한 작성된 시간표는 중복 배정, 강의실 수용인원 초과, 과도한 하루 수업이나 속강, 너무 이르거나 늦은 수업 등의 문제점을 갖고 있다.

본 연구에서는 현행의 수작업에 의한 시간표 작성방법의 분석을 통하여 시간표 작성상의 기본원칙을 도출하여 컴퓨터에 구현하도록 프로그램을 작성하고 이를 이용하여 융통성 있는 다양한 시간표를 작성해가면서 강의실이용을 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 연구 하였다.

기존의 Tripathy의 모형과 Glassey와 Mizrach의 모형, 권헌태의 모형의 특성을 응용하여 강의시간대와 강의실을 배정할 수 있고 교수의 선호도 및 이동거리 최소화 등의 제약조건을 추가한 휴리스틱 모형을 제시하였다. 기존의 연구와 실제 수작업에서 이용되는 방법 및 절차로부터 획득한 지식을 특성과 중요도에 따라 제약조건과 요구조건(요일 배정조건, 시간 배정조건, 강의실 배정조건)으로 분류하고 이로부터 강의시간표를 작성 하였다.. 실제 적용시 얻을 수 있는 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 시간을 절약할 수 있다. 강의시간표 작성에 필요한 자원의 수집에 많은 시간과 노력을 통해 충분히 자원을 수집하고도 배정에 어려움이 있었으나, 컴퓨터를 이용하여 빠른 시간에 작성이 가능하며, 또한 강의시간표 작성에 필요한 정보를 재이용하기 위해 지식들을 누적시켜 보관할 수 있는 잇점을 가지고 있다. 따라서 실무담당자의 교체로 인해 나타날 수 있는 손실을 최대로 줄일 수 있다.

둘째, 강의시간 및 강의실의 중복배정을 완전히 없앨 수 있다. 따라서 수작업에서 발생할 수 있는 오류들이 제거되고 실제 대학에서 사용 가능한 강의시간표를 작성할 수 있다.

셋째, 환경변화에 적절하게 대응할 수 있다. 이미 작성된 강의시간표라도 각 자원의 관련정보를 저장함으로써 부득이 한 경우 수정, 추가 및 삭제 등의 변화에 적극 대응할 수 있다.

넷째, 강의시간표 작성에 일관성이 있다. 수작업시 일정한 규칙에 의한 작업을 한다고 하지만 어떤 상황이나 감정 등이 작업에 반영될 수 있으나 모형화를 통해서 이러한 비 일관성을 통제할 수 있다.

다섯째, 컴퓨터를 이용하여 종합적인 관리를 하게 되어, 강의실의 부족문제 및 이용률을 예측 가능하므로 효과적인 강의실 사용이 가능하다. 학교 특성에 맞게 강의실을 효율적으로 사용할 수 있으며 강의실 사용의 통제가 용이하여 여분의 강의실을 융통성 있게 사용할 수 있다.

제 2 절 향후 연구 방향

현재 작성된 강의시간표의 시간대는 2시간 혹은 4시간대의 연속강의에 대한 강의시간표이다. 시간대를 일부 수정, 변경하여 각군 대학, 사관학교 및 일반대학에 적용이 가능할 것이다.

각군 대학 및 사관학교의 강의배정 방법은 다음과 같다.

각군 대학에서는 교무과 담당자에 의한 수작업으로 강의시간표가 작성되고 있으며, 강의시간대는 과목별 2-3주 기간으로 집중교육을 실시 중에 있다. 각군 사관학교 또한 교무과 담당자에 의해 수작업으로 강의시간표가 작성되고 있으며, 강의시간대는 1, 2, 3시간대의 강의를 이루어지고 있다. 특히 교양과목은 과목별 1시간씩 2-3일 간 배정되며, 전공과목은 연속강의로 2-3시간 강의를 집행된다.

현재 군내의 교육기관에서는 혼합된 시간대가 필요하며, 이러한 알고리즘이 구축된다면 모든 교육기관에 적용하여 수작업으로 작성시 발생하는 많은 시간의 낭비를 줄이고 교육기관별 시설물에 대한 효과적인 사용도 가능 할 것이다. 또한 교육기관의 신설시 교육기관의 목적에 부합되는 최적의 시설물수, 집기류의 수 등에 대한 예측이 가능하여 과도한 시설물 보유 및 부족으로 인한 추가적인 예산사용을 줄일 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 강경희, "컴퓨터를 이용한 대학시간표 작성계획에 관한 연구", 연세대학교 산업대학원 석사학위논문, 1980.
- [2] 신영수, "강의시간표 작성기법에 관한 연구", 한국OR학회지, Vol.8(1983), 67-71
- [3] 신영수, "PC를 이용한 강의시간표 작성에 관한 연구", 경영학연구, Vol.17(1987), pp. 125-138.
- [4] 신재호, "교과과정 시간표 작성에 관한 휴리스틱 모형", 서울대학교 석사논문, 1987.
- [5] 박의준, "학교시간표 작성문제에 있어서의 0-1계획법의 적용연구", 영남대학교 석사논문, 1987.
- [6] 양광민, 신승철, "학위논문 심사스케줄링에 관한 연구", *Journal of the Korean OR/MS Society*, Vol.15(1990), 17-31.
- [7] 권헌태, "강의시간표 작성 전문가 시스템", 고려대학교 석사논문, 1992.
- [8] 고종근, "대학강의시간표 자동화 소프트웨어 시스템 설계 및 구현", 아주대학교 석사논문, 1997.
- [9] 이석호, *데이터베이스론*, 정익사, pp. 24-25, 1995
- [10] Paul Cassel, Pamela Palmer 저/조병현 역, *마이크로소프트 액세스 2000*, 인포북, 1999.
- [11] Curtis Smith, Michael Amundsen 저/장동성 역, *비주얼 베이직 6 데이터베이스 프로그래밍*, 인포북, 1999.
- [12] 이상현, *메타 네트워크 이론 및 응용*, 국방대학교, 2003.
- [13] Lawrie, N. L., "An Integer Linear Programming Model of a School Timetabling Problem," *The Computer Journal*, Vol.12(1969), 306-316.
- [14] Tripathy, A., "A Lagrangean Relaxation Approach to Course Timetabling," *Journal of Operational Research Society*, Vol.31(1980), 599-603.
- [15] Romero, P. B., "Examination Scheduling in a Large Engineering Schools," *Interfaces*, Vol.12(1982), 17-23.
- [16] Tripathy, A., "School Timetabling - A Case in Large Binary Integer Linear Programming," *Management Science*, Vol.30(1984), pp. 1473-1489.
- [17] Glassey, C. R. and Mizrach, M., "A Decision Support System for Assigning Classes to Rooms", *Interfaces*, Vol.16(1986), pp. 92-100.
- [18] Gilbert, L. and Sylvain, D. "Examination Timetabling by Computer," *Computer and Operations Research*, Vol.11(1984), pp. 351-360.

- [19] Gilbert, L. and Sylvain, D. **"The Problem of Assigning Students to Course Sections in a Large Engineering School,"** *Computer and Operations Research*, Vol.13(1986), pp. 387-394.
- [20] Marshall L. Fisher, Alexander H. G. Rinnooy Kan, **"The Design, Analysis and Implementation of Heuristics",** *Management Science* Vol.34, No. 3, March 1988, p.263
- [21] Hansen, F. and B. Jaumard, **"Algorithms for the Maximum Satisfiability Problem,"** *Computation*, Vol.44(1990), pp. 279-303.
- [22] Ross, P., D. Corne, and H. L. Fang, **"Successful Lecture Timetabling with Evolutionary Algorithm,"** *DAI Research Paper*, No.707(1994).
- [23] David W. Ashley, **"Preliminary Experience with Class Scheduling Decision Support System",** *Interfaces*, Vol.26(1995), pp. 105-115.