

## 웹 기반 경영과학 교육 시스템 ORED의 개발\*

박순달\*\* · 임성목\*\*\* · 도승용\*\* · 이승석\*\*\*\* · 김호동\*\*

### The Development of ORED, a Web-Based Educational System for Operations Research\*

Soondal Park\*\* · Sungmook Lim\*\*\* · Seungyong Doh\*\* · Seungseok Lee\*\*\*\* · Hodong Kim\*\*

#### ■ Abstract ■

ORED is a Web-Based educational system for operations research. It consists of operations research theories, help system for theories, cases, application programs and management system. Users can study theories and cases through HTML documents and solve problems with java applet and servlet programs. The help system provides users with detailed explanations of theories. And the management system provides the administrator with efficient tools necessary for managing the ORED in the Web.

Keyword : Operations Research, Web-based Educational System

## 1. 서 론

오늘날의 교육환경은 교육비의 증가와 연장교육 또는 사회재교육의 활성화로 인해 급격히 변화하고 있다. 과거 10여년 동안 우리의 삶에서 매우 친

숙해진 컴퓨터는 이제 강의실과 교육에서도 훌륭한 학습도구로 활용되고 있다. 컴퓨터 성능의 급격한 향상, 네트워크와 정보통신기술의 발달, 그리고 멀티미디어 콘텐츠기술의 발달과 함께 비록 제한적이기는 하지만 전세계의 대학교들이 점차 웹에

논문접수일 : 2001년 8월 4일      논문게재확정일 : 2002년 2월 18일

\* 본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구과제(과제번호 2000-1-31500-001-02)의 지원을 받았음.

\*\* 서울대학교 산업공학과

\*\*\* 한국전산원

\*\*\*\* 삼성카드

강의록을 올려서 학생들을 가르치기 시작하고 있고, 원격지에서도 효과적인 교육을 받을 수 있는 기술들이 속속 개발되고 있다. 또한 각종 크고 작은 회사들도 사원들을 교육시키고 최신 기술을 연수시키는데 웹 기반의 교육환경이 경비절감과 계속 쏟아져 나오는 새 제품 및 기술들에 대한 교육에 적합한 경우가 많아졌다.

경영과학 분야에 있어서도 웹을 기반으로 하여 원격강의를 시도하는 교육기관들이 점차 증가하는 추세이다. 기존의 경영과학 관련 분야에 대한 교육 시스템으로 김우제[1]는 선형계획법 교육 지원 시스템에 관한 연구를 수행하였고, 교육용 선형계획법 해법 소프트웨어에 대한 연구가 김우제 등[2]과 박순달 등[7]에 의해 수행된 바 있다. 한편, 인터넷을 이용한 시스템으로 자바를 이용한 ANL의 Neos Server[13] 또는 CGI(Common Gateway Interface) [14]를 이용한 UC Berkeley 산업공학과의 ILPS [11]와 같이 선형계획법을 푸는 과정을 보여 주는 소프트웨어가 개발되어 있다.

웹 기반의 인터넷 원격교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 현장강의에 비해 많은 부분을 고려해야 한다. 현장강의는 강의자와 학습자들 사이에서 직접교육이 이루어지지만 인터넷 원격강의는 학습자가 원격교육 시스템에 접속하여 스스로 학습을 하게된다. 이러한 이유로 효율적인 원격강의 시스템의 설계는 학습자들의 학습효율에 중대한 영향을 미친다.

ORED(Operations Research Education System)는 본 연구진에 의해 개발되어진 웹 기반 경영과학 원격교육시스템이다. 본 논문에서는 웹 기반 경영과학 시스템의 하나인 ORED를 설계 및 개발하는데 필요한 사항들을 다루고자 한다. 먼저 2장에서는 ORED시스템의 전체적인 구조와 구성요소들간의 관계에 대해 설명을 하고, 3장에서는 ORED 시스템의 구성요소들에 대해 설명한다. 4장에서는 ORED의 학습컨텐츠를 구성하는 방법에 관해 기술한다. 그리고 5장에서는 ORED 시스템의 관리기능의 구현에 대해 기술한다. 마지막으로 6장은 본

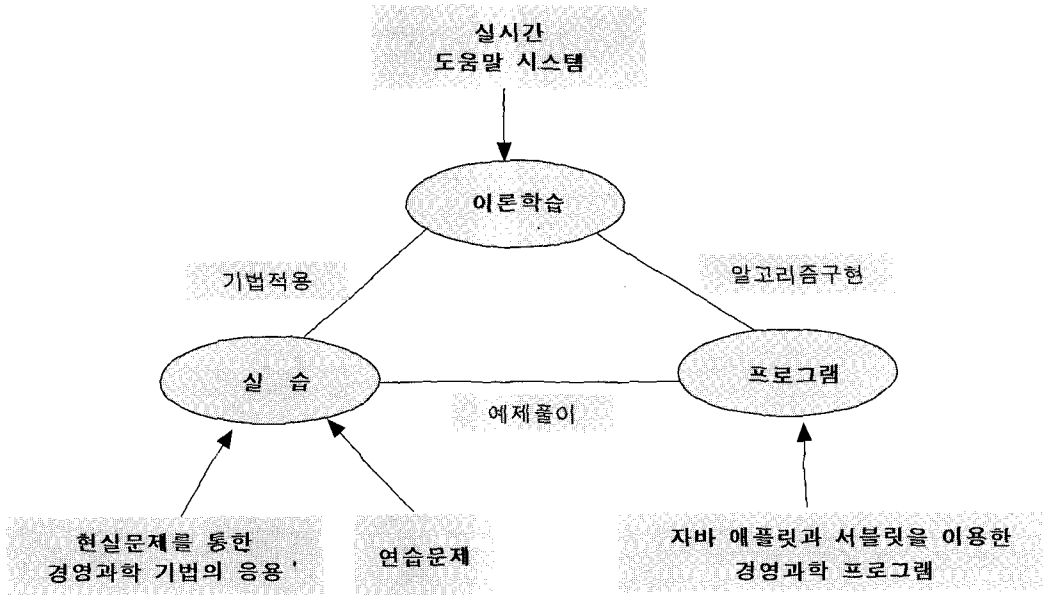
논문의 결론이다.

## 2. 웹 기반 경영과학 강의 시스템의 설계

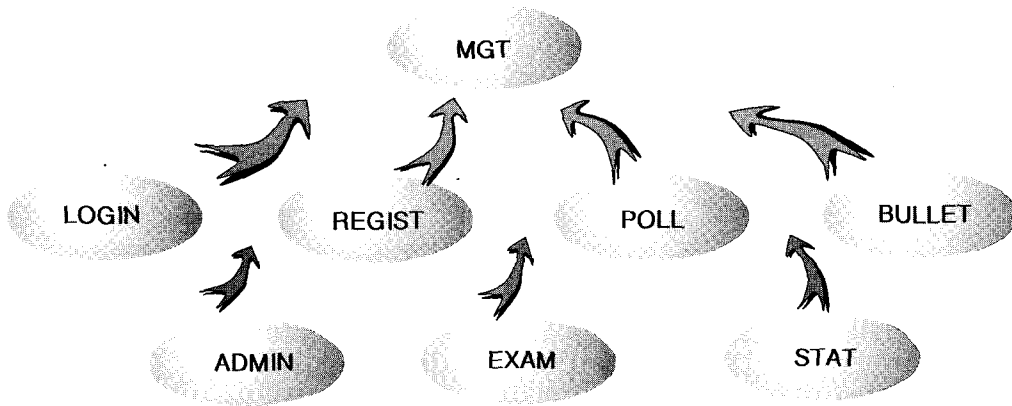
경영과학을 인터넷상에서 원격 강의하기 위해서 가장 중요한 사항은 시스템을 어떻게 구성을 하는냐이다. 웹 기반 경영과학 강의 시스템은 크게 두 부분으로 나누어진다. 하나는 웹 기반 경영과학 강의를 하기 위한 다양한 학습자료로 구성되어지는 부분이고, 다른 하나는 인터넷상에서 경영과학 강의를 운영하는 데 필요한 제반의 여러 가지 사항들을 관리해주는 부분이다. 전자는 주로 효율적인 학습을 위해 제공되어야 하는 다양한 컨텐츠의 설계와 관련이 있고, 후자는 학생들의 학습진행사항 및 성적, 출석 등을 관리하는 기능, 강의 시스템의 보안 기능 등의 설계와 관련이 깊다.

웹 기반 경영과학 강의 시스템의 가장 중요한 부분 중의 하나가 어떻게 학습자료를 구성할 것인가이다. 경영과학은 이론과 실습을 결합함으로써 교육효과를 극대화 할 수 있다. 이론학습을 통해 학습자는 경영과학 기법들에 대한 원리를 학습하게 된다. 그리고 실습을 통해 이론학습에서 습득한 경영과학 기법을 현실문제에 응용할 수 있는 능력을 기르게 된다. 따라서 이론과 실습은 웹 기반 경영과학 교육 시스템에서 중요한 구성요소이다. 또한 학습자가 인터넷상에서 학습을 하는 도중에 보충설명이 필요한 부분들이나 이해가 되지 않는 부분도 있다. 이런 경우에는 해당부분에 대한 보충설명을 제공해주는 시스템이 필요하다. 이러한 시스템이 도움말 시스템이다. 도움말 시스템은 학습자의 이해가 부족한 부분에 대해서는 보충설명을 제공해주는 부분이다. 또한 인터넷상에서 실습을 하기 위해서는 다양한 프로그램들이 실시간으로 제공되어야 한다. 따라서 웹 기반 경영과학 원격 강의 시스템 중에서 학습을 담당하는 주요부분은 <그림 1>과 같이 구성되어진다[8].

<그림 1>에서와 같이 웹 기반 경영과학 강의



<그림 1> ORED의 학습을 담당하는 부분



- ORED의 관리부분(MGT)
- LOGIN (관리자, 사용자 로그인 관련 모듈)
  - ADMIN (관리자 모듈)
  - REGIST (수강신청 및 등록 모듈)
  - POLL (설문조사 모듈)
  - EXAM (시험 모듈)
  - STAT (통계 모듈)
  - BULLET (자유 게시판 & 토론 모듈)

<그림 2> ORED의 관리기능 부분

시스템에서 학습을 담당하는 부분은 경영과학의 주제별 이론[3, 4]을 학습하는 부분, 사례[5]를 통한 실습, 경영과학 프로그램[6], 그리고 실시간 도움말 시스템으로 구성되어진다. 주제별 이론 학습 - 실습 - 프로그램 실행은 상호 연결되어 있도록 설계하여, 이론적인 학습과 사례 응용 그리고 프로그램을 통한 경영과학 기법의 실습을 함께 수행할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

가상강의를 운영하는 데 필요한 제반 사항들을 관리해주는 부분은 <그림 2>와 같이 구성되어진다.

관리부분은 웹 기반 경영과학 강의 시스템을 효율적으로 운영하기 위해 필요한 기능들로 구성되어진다. 보안상의 이유로 등록된 학습자만 원격강의 시스템에 접근을 허가하는 로그인 기능(LOGIN), 원격강의를 신청하는 수강신청 기능(REGIST), 관리자가 수강생의 제반 사항들을 관리하는 기능(ADMIN), 강의에 대한 설문조사 기능(POLL), 인터넷상에서 시험을 볼 수 있는 시험기능(EXAM), 각종 통계량을 계산하는 통계기능(STAT), 학습자들이 토론하고 질문할 수 있는 게시판 및 토론 기능(BULLET)이 있다.

### 3. ORED의 구성

위에서 설명한 바와 같이 경영과학 원격강의 시스템은 학습을 담당하는 부분과 원격강의를 운영하는 데 필요한 관리기능 부분으로 나누어진다. 학습을 담당하는 부분은 크게 이론, 실습, 프로그램으로 나누어지며 서로 유기적으로 연결되어져 있다. 이는 서로 보완적인 관계를 유지하여 이론과 실습을 동시에 학습함으로써 학습효과를 높일도록 구성되어져 있다.

#### 3.1 이 론

이론학습 부분은 경영과학의 제반이론과 기법들의 학습을 담당하는 부분이다. 이 부분은 경영과학 원격교육 시스템의 학습을 담당하는 부분에서 가

장 중요한 부분이다. 이 부분은 현장강의에 있어 교재나 강의노트에 해당된다. 따라서 이 부분의 구성이 효율적이지 못하면 학습자들의 학습효과를 기대할 수 없다.

#### 3.1.1 구 조

ORED의 이론은 경영과학 1과 경영과학 2를 합쳐서 19개의 주제에 대해서 각각 14주 분량으로 총 28주의 학습분량으로 구성되어져 있다. 또한 각 주에 학습할 분량은 3시간으로 나누어져 있다. 이에 대한 구조가 <표 1>에 나타나 있다[3, 5, 6].

각 주의 매 시간마다 학습해야 할 부분은 다음과 같이 구성되어져 있다.

- 학습범위
- 학습내용
- 내용 복습문제

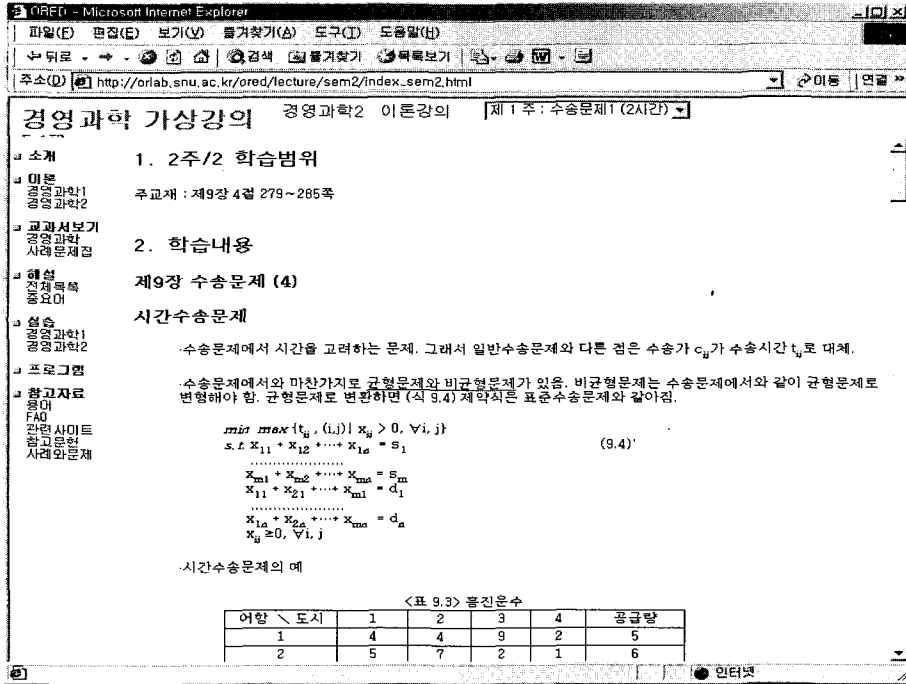
학습범위는 해당시간의 학습내용과 관련되어진 교과서와 참고 문헌의 범위를 명시해 놓은 부분이다. 이는 학습자가 학습내용에 대해 의문이 있는 경우에는, 교과서나 참고문헌을 참조할 수 있도록 함으로써 학습효과를 높일 수 있다. 학습내용은 교과서의 해당시간에 해당되는 내용을 정리한 것이며, 내용 복습문제는 해당시간의 학습내용을 다시 확인할 수 있도록 해당 학습시간의 핵심내용에 대한 질문들로 구성되어져 있다.

#### 3.1.2 내 용

'내용'은 원격학습자들이 학습해야 할 부분이다. 따라서 원격강의 학습에 있어 핵심적인 부분이다. 원격교육 시스템에서는 학습자 스스로 이론을 학습해야 하므로, 내용부분은 원격학습자들이 스스로 학습할 수 있도록 쉽고 명쾌하게 설명되어져 있어야 한다. 원격강의의 특성상 내용이 너무 길면 학습자들이 산만해지는 경향이 있다. 따라서 내용은 해당 학습범위에서 핵심내용을 중심으로 설명이 이루어지며, 특히 예제를 통해서 핵심개념에 대한 이해를 높일도록 하였다. 그리고 이해가 쉽게 되지

<표 1> ORED 이론의 각 주별 학습내용

시 간	경영과학 1	경영과학 2
1주	경영과학 개요 · 정보화 사회 · 경영과학의 탄생 및 정의 · 경영과학의 활용	수송문제 1 · 경영과학 2의 소개 · 수송문제의 유형 및 환에 의한 해법 · 수송단체법
2주	선형계획 개요 · 선형계획법 모형 · 선형계획법의 형태 및 변형 · 선형계획법의 최적해	수송문제 2 · 수송문제의 초기해 · 시간수송문제 · 차량경로 문제
3주	단체법 1 · 행렬의 기본연산 및 기저해 · 단체법의 개념 · 단체법의 계산법	게임이론 1 · 게임이론의 개요 · 행렬게임의 해 및 선형계획법화 · 쌍행렬 게임
4주	단체법 2 · 해의 수렴 · 단체법의 초기해 · 수정단체법	게임이론 2 · 결투모형 · 확률결투 · 입찰모형
5주	쌍대성 · 쌍대모형 · 쌍대성의 특성 및 경제적 의미 · 쌍대성 이론과 쌍대해	네트워크이론 1 · 네트워크 모형 · 최단경로 문제의 Dijkstra법 · Bellman-Ford법 및 수정 cascade법
6주	감도분석 · 감도분석의 개념 · 감도분석(목적함수, 우변상수) · 단체법에 대한 종합 토의	네트워크이론 2 · 다수최단경로 문제 · 최대유통 문제와 꼬리 : 법 · 최대유통 및 최소절단 정리
7주	아핀법 · 아핀법의 개요 · 원아핀법의 계산법 · 원아핀법의 초기해	네트워크이론 3 · 최소비용 문제 · 네트워크 단체법 · Klein법
8주	목 : 계획법 · 목 : 계획법의 개념 및 모형 · 목 : 단체법의 계산법 · 목 : 계획법의 감도분석	사업평가모형 · 사업평가 모형의 개요 · PERT 모형 · PERT 일정분석의 계산법
9주	정수계획법 1 · 절단평면법의 개요 · Gomory의 분수법 · 분지 한계법	CPM · CPM 모형 · 자원평준화 · 자원배분
10주	정수계획법 2 · 0-1계획법 · 배낭문제 · 배정문제	대기이론 1 · 대기모형의 개요 · 순수탄생 모형 · 순수사망 모형
11주	정수계획법 3 · 헝가리법 · 막재절단 문제 · 열제조법	대기이론 2 · 단일봉사자 모형 · M/G/1, G/M/1, · 다수 봉사자 모형
12주	비선형계획법 1 · 비선형계획법의 개요 · Newton Rapson법, 최적경사법 · 2차 계획법과 Wolfe 단체법	재고모형 · 재고모형과 ABC통제 · 재고관리의 다양한 모형 · 동적/확률적 재고 모형
13주	비선형계획법 2 · 근사해법 · 장벽법 · 장벽법의 초기해	장비대체 · 장비대체의 개념 · 유효 수명 · 질의 문답
14주	동적계획법 · 동적계획법의 개요 · 전방 방정식 · 후방 방정식	모의실험 · 모의실험의 개념 · 확률변수의 발생 및 전산모의 실험 · 질의 문답



<그림 3> 내용을 구성하는 부분

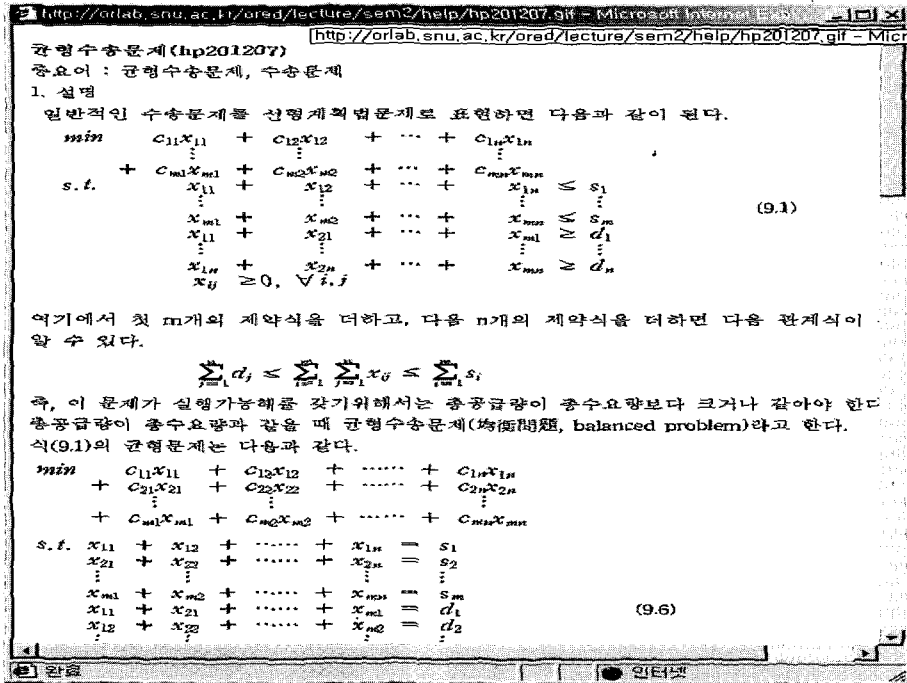
많은 부분이나 보충설명이 필요한 부분은 다음에 설명할 ‘해설’(또는 ‘도움말’)과 연결을 시켜놓았다. 이는 이해가 되지 않는 부분은 ‘해설’을 통해 인터넷상에서 보충설명을 받을 수 있도록 하기 위해서이다. <그림 3>은 이론학습에서 두 번째 주의 두 번째 시간에 해당되는 학습내용을 나타낸다. <그림 3>에서 ‘균형문제와 비균형문제’에 밑줄이 그어져 있는 것은 이 내용에 대한 보충설명이 ‘해설’에 연결되어져 있다는 것을 의미한다.

3.1.3 해설

원격교육이 현장에서 이루어지는 교육에서와 같은 효과를 얻기 위해서는, 학습자들의 이해를 돕기 위한 다양한 보조자료들을 실시간으로 제공해야 한다. 특히 경영과학은 수학적인 설명을 많이 필요로 하므로, 이에 대한 보조적인 설명과 많은 예제들을 필요로 한다. 따라서 이러한 보조적인 설명들

이 없다면 이는 그냥 경영과학의 이론들을 나열한 것에 불과하여 학습효과를 높일 수가 없을 것이다. 이러한 보조적인 설명을 해주는 역할을 하는 부분이 ‘해설’부분이다. ‘해설’은 학습내용 중에서 추가적인 설명이 필요한 곳이나 이해가 어려운 부분에 대해 보충설명을 해 놓은 부분이다. 이 ‘해설’ 부분은 자바 스크립트언어를 이용하여 학습내용과 연결되어져 있다. 따라서 원격학습자들은 ‘해설’을 통해 인터넷상에서 실시간으로 보충설명을 제공받을 수 있다. ‘해설’은 학습내용부분에 대해 학습자들의 이해를 돕는 역할을 하므로 가능한 한 예제나 그림을 통해 설명을 하였다.

예를 들어 <그림 3>에서 학습자가 수송문제에 대한 이론을 학습하는 도중에 “균형문제와 비균형문제”에 대한 보조설명을 원한다면 인터넷상에서 마우스를 클릭 하면 이에 대한 보조설명과 예제들이 하나의 독립된 창으로 <그림 4>와 같이 제공되어지게 된다.



<그림 4> "균형문제와 비균형문제"에 대한 해설

### 3.2 실 습

학습자들은 실습을 통해 경영과학의 이론 및 기법들에 대한 현실 응용능력을 기르게 된다. 경영과학은 이론학습도 중요하지만 실제로 이러한 기법들이 현실에서 어떻게 응용되는 지도 매우 중요하다. ORED에서 실습은 각 해당주제에 대한 연습문제풀이, 사례연구, 프로그램 실습으로 구성된다. 학습자는 해당주제에 대한 이론을 학습한 후 연습문제 풀이를 통해 이론에 대한 응용능력을 키우고, 현장의 사례문제들을 프로그램을 사용하여 풀어봄으로써 경영과학 기법의 현실적용 능력을 기를 수 있다. 따라서 ORED에서는 다양한 사례들을 제공함으로써 경영과학의 여러 가지 기법들을 현실문제에 적용할 수 있도록 하였다. 아래의 <표 2>는 경영과학의 주제별 이론 그리고 이에 해당하는 사례와 관련된 프로그램을 나타낸다[5,6].

예를 들어 원격학습자는 선형계획법을 학습한 후, 이와 관련된 환경미화원의 작업일정 계획에 대

한 사례문제를 LPSIMP, LPRESE 등의 선형계획법용 프로그램을 이용하여 풀 수 있다. 이와 같이 ORED에서는 이론, 사례와 프로그램이 유기적으로 관련되어져 있다.

### 3.3 프로그램

경영과학의 이론을 학습한 후 사례문제에 경영과학 기법을 적용하기 위해서는 컴퓨터 프로그램이 필요하다. 왜냐하면 현실에서 발생하는 문제들은 제약식과 변수들이 매우 많기 때문이다. 그리고 경영과학 기법에는 수학적인 계산을 요구하므로 제약식과 변수들이 많지 않아도 이를 일일이 손으로 계산한다는 것은 매우 많은 시간과 노력을 필요로 하기 때문이다.

ORED에서는 학습자들이 <표 2>에서 소개한 프로그램들을 이용하여 현실의 사례문제들을 인터넷상에서 실시간으로 풀어 볼 수 있다. 이 프로그램들은 서버의 부담을 주지 않기 위해 자바 애플릿

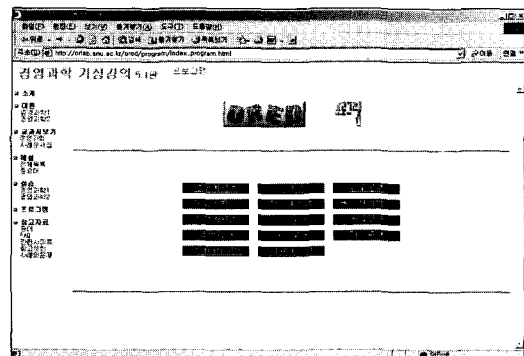
<표 2> ORED의 주제별 이론, 사례와 프로그램의 구성 및 관계

주제별 이론	사 례	프 로 그 램
경영과학개요		
선형계획개요	환경미화원의 작업일정계획, H유통의 연쇄상점 설치, D정유회사의 제품배합, 사료배합 문제, 서산 사슴목장	
단 체 법		LPSIMP, LPRESE
아 편 법		LPAFFINE
쌍 대 성		(LPSIMP, LPRESE, LPAFFINE)
감도분석		(LPSIMP, LPRESE)
목표계획법	가루다 시멘트공장의 원료배합	GPRESE
정수계획법	환경미화원의 작업일정계획, H유통의 연쇄상점 설치	IPCUT, MPBB, IP01, IPKNAP, ASSIGN, CUTSTOCK
비선형계획법	서울특별시 소방시설	NLPMIN, QPRESE, LPBAR, NLPFDB
동적계획법	석유공사의 원유도입	DPISIR
수송문제	폐기물 소각장 설치, 양곡수송, 제품배달 배차 문제	TRANSI, TRANST, VRPHS
게임이론	무기체계평가	GAMERESE, BIGAME
네트워크이론	수사기동대 설치, 제주시 쓰레기장 건설, 운용보전센터 설치	NETDIK, NETRCM, MAXFLO, NETMIN, KSHORT, NETBELL, TPALL
사업평가모형	한강표 건설 일정계획	PERTGS, CPMALLO
대기이론	인천 항만부두의 최적규모, 공원배치 문제	QUEUE
재고모형	대동전자의 부품재고관리, 성광상사의 재고관리, 광주제과의 안전재고	INVEND, INVENP
장비대체	삼일건설의 장비관리	REPLACE
모의실험	부산 컨테이너 부두	SIMULQ, SSTOCK

으로 작성되어져 있다. 그리고 프로그램 사용법에 대한 도움말 역시 HTML문서로 연결되어 실시간으로 제공된다.

<그림 5>는 ORED의 첫 화면이다. 프로그램은 해당 이론의 주제별로 나누어져 있다. 원격학습자는 해당 주제를 클릭하게 되면 이와 관련된 프로그램 목록을 볼 수 가 있다. 예를 들어 <그림 5>에서 선형계획법을 클릭하게 되면 <그림 6>과 같이 선형계획법에 관련된 프로그램 목록이 나타난다. <그림 6>에서 단체표법, 수정단체법, 아편법 중에서 하나의 해법을 선택하면, 해당해법을 사용하는 자바 애플릿으로 작성된 선형계획법 프로그램을

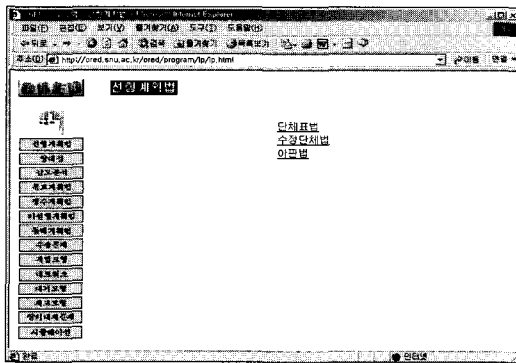
이용할 수 있다.



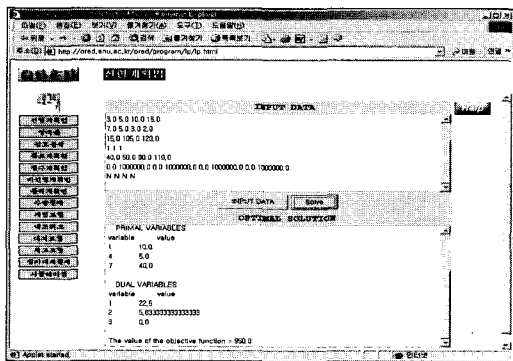
<그림 5> ORED의 프로그램



<그림 7>은 <그림 6>에서 “단체표법”을 클릭 하였을 경우 이와 관련된 자바 애플릿으로 작성된 “LPSIMP” 프로그램으로 선형계획법 문제를 풀 결과이다. “INPUT DATA”부분에 선형계획법 문제를 입력한 후, “Solve”버튼을 클릭하면 해당문제에 대한 최적해가 “OPTIMAL SOLUTION”부분에 출력된다. 학습자가 이 프로그램의 사용법을 알고 싶다면 가장 오른쪽에 있는 “Help”아이콘을 클릭하면 사용법에 대한 자세한 설명을 볼 수 있다.



<그림 6> 선형계획법 관련 프로그램



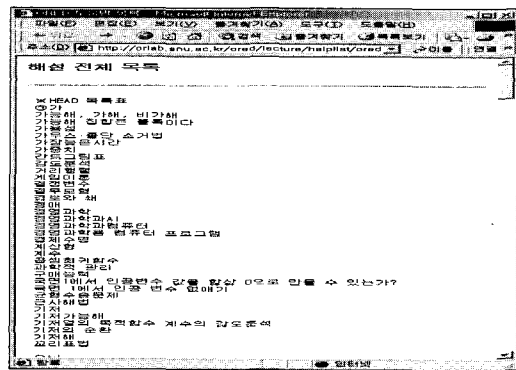
<그림 7> 선형계획법 프로그램의 실행

3.4 해설, 교과서 보기, 참고자료

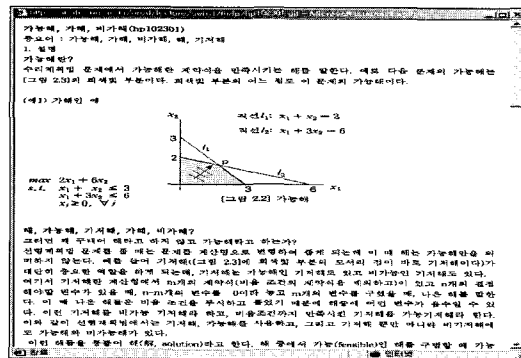
“해설, 교과서 보기, 참고자료” 부분은 원격학습자들의 학습시에 편의를 제공하기 위해 구성된 부분이다.

3.4.1 해설

해설은 이론에 대한 학습시에 보조자료로 이용되어 질 수 있는 부분이다. <그림 8>의 “해설 전체 목록”은 이론부분에서 해설이 필요한 부분들을 가나다순으로 정렬을 해놓은 것이고, “중요어 목록”은 해설중에서도 경영과학의 주요용어들을 가나다순으로 정렬해 놓은 것이다. <그림 8>과 <그림 9>는 해설을 통한 학습과정을 나타낸다. 원격 학습자가 “가능해”에 대한 설명을 보고자 한다면 <그림 8>의 해설전체 목록에서 “가능해”를 클릭하면 <그림 9>와 같이 “가능해”에 대한 상세한 설명을 볼 수 있다.



<그림 8> 해설



<그림 9> 해설을 이용한 학습

3.4.2 교과서 보기 및 참고자료

“교과서 보기”부분은 학습의 주교재로 사용되는

교과서를 이미지 파일로 작성하여 인터넷상에서 볼 수 있도록 한 부분이다. 이는 원격강의에 해당되는 학습부분을 교과서를 통해서도 학습할 수 있도록 하기 위해서이다. 학습자들은 설명이 부족한 부분들은 교과서의 관련 페이지를 참조할 수 있다. 참고자료부분에는 경영과학 용어, 경영과학 FAQ, 관련사이트, 참고문헌, 사례와 문제들을 통해 학습자들로 하여금 경영과학에 대한 다양한 정보들을 접할 수 있도록 하였다.

### 3.5 ORED의 관리

관리부분은 ORED를 효율적으로 운영하기 위해 필요한 기능들로 구성되어진다. 원격교육 시스템을 효율적으로 운영하기 위해서 관리자는 학습자들이 얼마나 자주 학습을 하고 있는지, 의문사항이 무엇인지에 대한 정보를 알 필요가 있고, 일방적인 강의가 이루어지지 않기 위해서 학습자들의 학습정보에 대한 피드백이 이루어져야 한다. 또한 웹 기반의 원격교육 시스템을 안정적으로 운영하기 위해서 최소한의 보안기능이 갖추어져 있어야 한다. 이와 같이 원격교육 시스템을 효율적으로 운영하기 위한 주요한 관리기능들에는 다음과 같은 것이 있다.

#### 3.5.1 수강신청 기능

학습자들이 원격강의 서비스를 받고자 한다면 인터넷상에서 수강등록을 해야한다. 등록시에는 아이디, 비밀번호, 학습자와 관련된 정보를 입력하게 된다. 이는 원격교육 시스템에는 인증된 사용자만 접속하기 위해 학습자의 정보가 필요하기 때문이다.

#### 3.5.2 사용자 인증기능

ORED에는 수강신청을 통해 등록된 사용자만이 접속이 가능하다. 수강신청을 통해 등록된 사용자는 ORED에 접속시에 아이디와 비밀번호가 일치해야만 원격교육 서비스를 받을 수 있다. 이는 인증되지 않은 사용자로부터 원격교육 시스템을 보

호하는 최소한의 방편이다.

#### 3.5.3 게시판 및 토론기능

원격강의는 학습자들로부터 피드백이 없으면 일방적인 강의가 되기 쉽다. 이는 학습자들의 학습의욕을 저하시킬 뿐만 아니라 학습효과도 감소시킨다. 따라서 학습자들을 원격강의에 적극적으로 참여시킬 수 있도록 해야 한다. 이는 게시판 및 토론기능을 통해서 가능하다. 게시판에 학습자들이 질문을 올리면 강의 관리자는 이에 대한 답변을 통해 학습자와 서로 의사소통을 할 수 있다. 또한 인터넷상에서 토론방을 만들어서 학습자들로 하여금 학습에 적극적인 참여를 유도할 수 있다.

#### 3.5.4 관리자의 학습자 정보 관리기능

이는 관리자가 학습자들에 관련된 정보를 갱신하는 기능이다. 학습자들의 성적, 출석정보, 리포트 제출여부 등에 관련된 정보를 인터넷상에서 열람 및 갱신할 수 있는 기능이다.

#### 3.5.5 원격 설문조사 기능

이는 원격강의 학습이 효과적으로 진행되고 있는지 학습자들로부터 강의에 대한 설문조사를 인터넷상에서 할 수 있는 기능이다. 설문조사를 통해 원격강의에 대한 학습자들의 의견을 피드백 받을 수 있다.

#### 3.5.6 원격 시험 기능

이는 인터넷상에서 시험을 보는 기능이다. 이 기능은 보안상의 이유와 수학적으로 풀어야 하는 주관식 문제가 많은 경영과학의 특성상 구현하기 어려운 기능이다. 하지만 각 주의 학습내용의 이해를 측정하기 위해 객관식으로 이루어진 간단한 퀴즈는 인터넷상에서 이루어질 수 있다.

#### 3.5.7 통계기능

이는 학습자들의 원격교육 시스템에 접속한 시간, 접속한 회수 등과 같은 정보들에 대해 통계를

내는 기능이다. 이를 통해 관리자는 학습자들이 학습에 적극적으로 참여하고 있는 지 알 수 있다. 이러한 통계들은 원격교육 시스템에서 자동적으로 계산되어진다.

ORED에는 현재 위의 기능들이 구현되어져 운영되고 있다.

## 4. ORED 학습컨텐츠의 작성

### 4.1 이론 및 해설

방대한 양의 경영과학 학습 자료를 원격강의를 위해 HTML문서로 작업한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 원격강의의 학습자료는 압축적이면서도 이해하기 쉽도록 구성되어야 한다. 원격강의 학습자료가 그저 교과서를 번역한 것에 불과하면 이는 원격강의 교재로서 적합하지 않다. 일단 원격강의 학습자료를 개발하기 위해서는 먼저 학습할 내용을 전자문서화 하여야 한다. 이 전자문서는 일반적으로 워드 프로세스 파일이다. 여기서는 “한글 워드 프로세서97”을 사용하여 학습자료들을 전자문서화 하였다. 일반적으로 이론 학습자료는 다음과 같은 과정을 거쳐 개발된다.

**단계 1** 이론과 해설의 전자문서(한글워드프로세서 문서)화

**단계 2** 이론 한글 워드프로세서 문서의 HTML문서로의 전환

해설 한글 워드프로세서 문서의 그림 파일로의 전환

**단계 3** 이론 HTML문서와 해설 그림 파일과의 연결

#### 4.1.1 이론 한글 워드프로세서 문서의 구성 및 작성

단계 1에서는 각 주에 해당되는 학습내용과 해설을 한글 워드프로세서 문서(HWP 문서)로 작성하는 것이다. 이 단계는 실제로 학습자료의 내용을 만드는 부분이므로 신중하게 만들어야 한다. 학습

자료가 교과서의 내용을 그대로 옮겨서 산만하게 만들어져서도 안되고, 너무 압축적이어서도 안 된다. 그리고 가상강의는 학습자들이 인터넷을 통해 스스로 학습해야 하므로 이해가 안 되는 부분에 대해서는 보충설명을 해 주어야 한다. 이는 원격강의에 있어 매우 중요하면서도 간과하기 쉬운 점이다. 그냥 학습자료만 작성하는 것이 아니라, 보충설명이 필요한 부분은 좀더 심층해설을 통해서 학습자들의 이해를 도와야 한다. 이 역할을 하는 것이 ‘해설’ 부분이다.

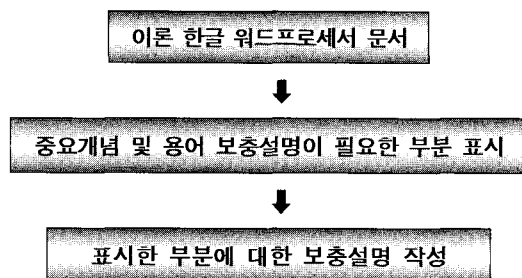
이론에 대한 학습자료의 원본인 한글 워드프로세서 문서는 다음과 같이 구성되어진다.

- 학습범위
- 참고문헌
- 학습내용
- 내용복습문제

학습범위와 참고문헌은 각 주의 해당시간에 학습해야할 범위를 교과서와 참고문헌을 기준으로 명시해 놓은 것이다. 교재는 주교재와 부교재로 나누어지며 주교재는 원격강의의 주교재로 쓰이는 교과서이며 부교재는 참고문헌으로 사용될 수 있는 것이다. 따라서 학습자는 강의도중에 필요한 부분을 교과서나 참고문헌을 통해 확인할 수 있다.

#### 4.1.2 해설 한글 워드프로세서 문서의 작성 및 구성

해설부분은 이론 한글 워드프로세서문서를 기반으로 다음과 같은 과정을 거쳐 작성된다.



해설 한글 워드프로세서 문서를 만들기 위해서는 먼저 이론 한글 워드프로세서 문서로부터 중요 개념 및 용어 그리고 보충설명이 필요한 부분을 추출해야 한다. 이는 이론 한글워드문서를 학습자의 입장에서 원격서비스를 받는다는 입장에서 검토를 해야 한다. 따라서 이론 한글 문서에서 이해가 잘 되지 않는 부분은 반드시 표시하여 해설로써 보완해 주어야 한다. 그런 후에 이 표시된 부분은 일정 규칙에 따라 일련번호를 부여받는다. 그런 다음 해당부분의 해설을 작성한다. 해설 부분은 다음과 같이 구성되어진다.

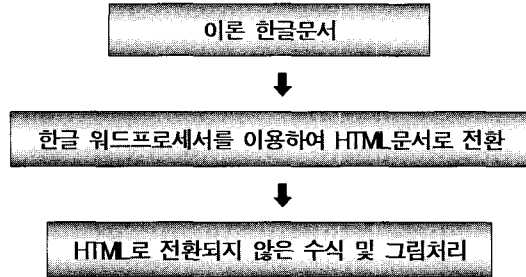
- 해설의 제목
- 중요어
- 설명
- 예제
- 참고문헌

“해설의 제목”은 해설이 필요한 부분의 제목이다. 이는 이론한글문서에 해설이 필요하다고 표시된 부분과 동일하다. 그리고 “중요어”는 이 해설에 있어서 중요한 개념이 되는 용어를 나타낸다. 그리고 “설명”은 제목에 대한 심층설명을 나타낸다. 이 설명부분은 단순한 교과서의 내용을 옮기는 것이 아니라 학습자들이 쉽게 이해하기 위해 가능한 예제와 그림을 통해 재구성하였다. 그리고 “참고문헌”부분은 이 설명에 해당되는 각각의 문헌들의 해당페이지 등을 제시해 놓았다

#### 4.1.3 이론 HWP문서의 HTML문서화

단계 2의 학습자료를 HTML문서로 변환하는 것은 매우 방대한 작업일 수 있으나, 요즘은 한글 워드프로세서에 한글 문서를 HTML문서로 변환시켜 주는 기능이 있어 이를 이용하면 편리하다. 하지만 학습자료의 모든 부분들이 HTML문서로 변환되는 것이 아니다. 그림이나 수식으로 해당되는 부분은 HTML문서로 전환되지 않는다. 따라서 이 부분에 대한 고려가 되어져야 한다. 따라서 단계 2의 이론 한글문서의 HTML문서로의 변환은 다음과 같은

과정을 거쳐서 작성이 된다.



위의 과정에서 HTML로 전환되지 않은 수식의 처리는 다음 두 가지로 병행된다.

- 웹 문서 편집기에서 제공하는 수식을 사용한다.
- 수식을 화면 캡처해서 이미지 파일로 만들어 HTML문서와 연결한다.

첫 번째 방법은 간단한 수식 등을 나타낼 때 사용된다. 예를 들어  $x_i$  라는 수식은 “x {sub i}”라고 입력하면 된다. 하지만 복잡한 수식 및 그림 등은 웹 문서 편집기가 제공하지 않는다. 이런 경우에는 두 번째 방법인 화면 캡처 방법을 사용한다. 이 방법은 다음과 같은 과정을 거쳐 수행된다.

**단계 1** 이론 한글문서로부터 해당 수식 및 그림을 마우스로 선택한 다음 복사한다.

**단계 2** 단계 1에서 복사한 수식 및 그림을 그림 편집프로그램에서 불러들인다.

**단계 3** 해당 수식 및 그림을 확장자가 gif(또는 jpg)인 이미지파일로 저장한다.

**단계 4** HTML문서에서 “<image>” 태그를 사용하여 단계 3에서 작성한 이미지 파일과 연결한다.

#### 4.1.4 이론 HTML문서와 해설의 연결

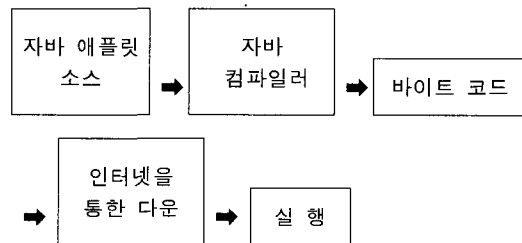
학습자들이 학습을 하는 도중에 해설을 통해 보충설명을 받을 수 있도록 이론문서와 해설의 연결은 유기적이어야 한다. 그러기 위해서는 이론 HTML문서와 해설의 이미지 문서는 서로 연결이

되어져 있어야 한다. 그리고 학습자는 실시간으로 해설을 이용할 수 있어야 한다. 이는 자바 스크립트를 이용하여 구현할 수 있다. 즉 이론 HTML 문서에서 도움말이 필요한 부분은 자바스크립트를 이용하여 해설부분과 연결을 한다. 이렇게 하면 해설부분은 독립된 창으로 나타난다.

## 4.2 경영과학 프로그램의 구현

### 4.2.1 자바애플릿(JAVA Applet)을 이용한 프로그램

인터넷의 발달로 탄생한 자바는 인터넷상에서 가장 많이 이용되어지는 웹 프로그래밍 언어이다. 자바의 가장 큰 특징은 일단 클래스 파일만 만들어 놓으면 어떠한 운영체제에 상관없이 작동이 된다는 것이다. 그리고 자바 애플릿은 클라이언트의 요청이 있는 경우 서버 측에서 수행이 되는 것이 아니라, 클라이언트측에서 수행이 된다. 따라서 서버에 걸리는 부담이 없다. 자바 애플릿은 다음과 같은 과정을 거쳐 작동이 된다.



자바 애플릿의 단점은 클라이언트에서 바이트 코드를 다운로드 받아서 실행을 하므로 수행속도가 느려지는 단점이 있다. 즉 네트워크의 속도에 많이 의존된다. 그리고 클라이언트에서 실행이 되므로 클라이언트의 성능에도 영향을 받는다. 일반적으로 ORED에서는 원격강의 시스템에 사용되는 교육용 프로그램은 자바 애플릿으로 작성하였다. 각 주제별 이론에 대한 프로그램들이 자바애플릿으로 작성되어 실시간으로 프로그램을 수행시켜볼 수 있다.

### 4.2.2 서블릿을 이용한 대형 선형계획법 프로그램

경영과학의 학습도중에 학습자는 사례를 통한 실습을 통해 현실에서 발생하는 많은 대형문제들을 접하게 된다. 이러한 문제는 제약식과 변수의 개수가 매우 많기 때문에 교육용 프로그램만으로는 풀기가 어려울 뿐만 아니라 수행시간도 많이 걸린다. 그리고 대형 선형계획법 프로그램을 자바 애플릿으로 작성을 하게 되면 C로 작성된 프로그램을 자바로 변환을 해야 된다. 이는 시간과 노력이 매우 많이 드는 작업이다. 왜냐하면 대형문제 해법 프로그램인 LPAKO와 LPABO는 프로그램의 크기가 매우 크기 때문이다[4]. C의 특성에 맞게 개발된 프로그램을 JAVA로 변환하면 그 특성을 살리지 못한다. 그리고 대형프로그램을 JAVA 애플릿으로 작성하게 되면 인터넷상의 클라이언트측에서 수행되는 시간이 매우 오래 걸린다. 따라서 대형 선형계획법 프로그램은 자바 애플릿으로 작성하는 데는 적절하지 않다. 이러한 이유로 ORED 개발시에 대형 프로그램에 대해서는 자바 서블릿을 사용한다. 서블릿은 기존에 사용하던 CGI와 비교하여 다음과 같은 장점이 있다[9].

#### 가. 효율성

서블릿이 로딩되면, 일반적으로 단일 객체 인스턴스로서 서버의 메모리에 남아 있게 된다. 이후부터 서블릿의 요청을 다루기 위해 단순한 경량 메소드 호출을 통해 서블릿을 호출하게 된다. CGI와는 달리, 인터프리터의 호출이나 새로운 프로세스의 생성이 없으므로 서블릿의 요청을 즉시 처리할 수 있다.

#### 나. 안정성

서블릿은 자바로 작성되었기 때문에 자바언어의 강력한 안전성을 상속받게 된다. 자바의 자동화된 가비지 컬렉션과 포인터의 부재는 유효하지 않는 포인터참조, 메모리 누수와 같은 메모리 문제로부터 안전하다는 것을 의미한다. 그리고 서블릿은 예

외처리 메카니즘으로 오류를 안전하게 다룬다. 만일 서블릿이 0으로 나누거나 다른 비정규적인 연산을 수행하게 된다면 서블릿은 예외를 발생시켜 서버로 하여금 안전하게 처리될 수 있도록 되어 있다.

**다. 이식성**

서블릿은 자바로 작성되어져 있어, 잘 정의되고 널리 받아들여지고 있는 API를 따르기 때문에, 서블릿은 운영체제와 서버 구현과 무관하게 높은 이식성을 갖는다. 사용자는 자바 웹 서버가 구동되는 윈도 NT상에서 서블릿을 개발할 수 있으며, 추후에 별도의 노력없이 아파치 웹서버가 구동되는 유닉스 서버상에서 동일한 서블릿을 사용할 수 있다.

**5. ORED 관리기능의 구현**

웹 기반 경영과학 교육시스템을 효율적으로 운영 및 관리하기 위해서는 이를 관리하기 위한 기능들이 갖추어져 있어야 한다. ORED에서는 원격강의 시스템을 효율적으로 운영 및 관리하기 위해, 보안상의 이유로 등록된 학습자만 원격강의 시스템에 접근을 허가하는 LOGIN기능, 원격강의를 신청하는 수강신청 기능(REGIST), 관리자나 수강생의 제반 사항들을 관리하는 기능(ADMIN), 강의에 대한 설문조사 기능(POLL), 인터넷 상에서 시험을 볼 수 있는 시험 모듈(EXAM), 각 종 통계량을 계산하는 통계기능(STAT), 학습자들이

토론하고 질문할 수 있는 게시판 및 토론 기능(BULLET)이 있다.

**5.1 운영체제 및 사용언어**

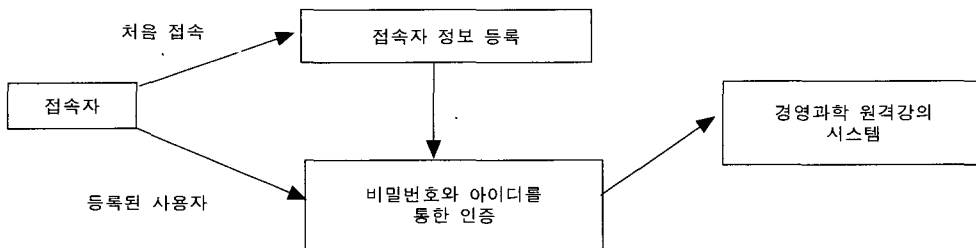
ORED원격교육 시스템의 관리기능을 구현하기 위해서 사용하는 플랫폼은 “Windows 2000 Server”이고, 웹서버는 마이크로 소프트사의 “IIS ver 4.0”을 사용한다. 그리고 DB 게이트웨이와 사용자 인터페이스를 위해서 사용되어지는 언어는 “HTML과 PHP”이다[10].

**5.2 수강신청 및 등록기능**

이 기능은 학습자들이 경영과학 원격강의 시스템에 수강신청을 할 때 필요한 기능이다. 강의자는 강의를 효율적으로 진행하기 위해서는 등록된 사용자가 누구인지 파악할 필요가 있다. 따라서 학습자들에 대한 사전정보가 필요하다. 수강등록시 기입할 정보로는 아이디, 학번, 주소, 선수과목, 비밀번호 등이 있다.

**5.3 수강생 인증기능**

최근 인터넷상에서 대두되고 있는 문제가 보안이다. 이는 시스템을 운영하는 데 매우 중요한 문제이다. 따라서 ORED에서는 인증된 사용자에게만 원격강의 서비스를 허용하도록 되어있다. 일단 등록을 한 학습자는 다음 접속시에는 비밀번호와 아이디를 통해 인증을 거친 후에만 ORED의 이용이



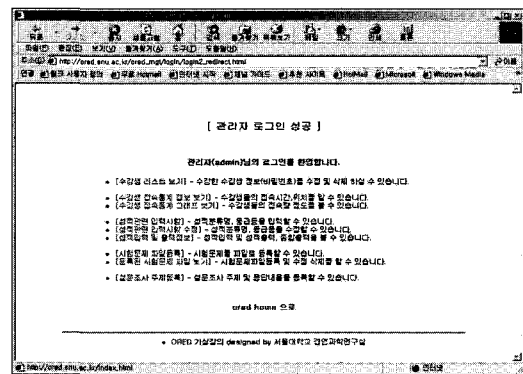
〈그림 10〉 ORED의 인증절차

가능하다. 그렇지 않으면 ORED의 서비스를 받을 수 없다. ORED에서는 아이디와 비밀번호를 이용하여 접속자의 접근을 허용함으로써 최소한의 보안을 유지할 수 있다. 다음은 경영과학 원격강의 시스템의 접속자의 인증 절차이다(<그림 10> 참조).

열람함으로써 관리자는 학습자들의 성적을 파악할 수 있다. 또한 각 성적별로 합산하여 총점 및 평균을 자동으로 계산해 줌으로써 학습자들의 성적을 쉽게 파악할 수 있다.

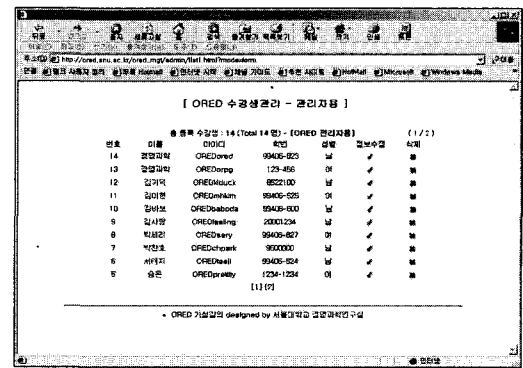
### 5.4 관리자의 관리 기능

이 부분은 관리자를 위한 기능이다. 관리자가 원격강의 시스템을 효율적으로 운영 및 관리하기 위해서는 수강생들의 학습과 관련된 제반 사항들을 파악해야 한다. 즉 학습자들의 학습진행정도, 성적, 학습과제의 제출여부 등을 파악할 수 있어야 한다. 이러한 정보들을 온라인상에서 열람 및 수정할 수 있는 기능들이 관리자에게 필요하다.



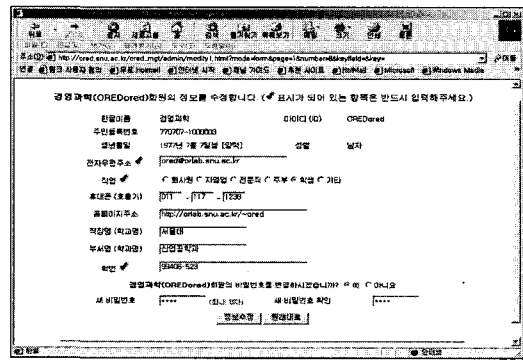
<그림 11> 관리자 서비스 메뉴

ORED에서는 관리자는 인증과정을 거친 뒤에 <그림 11>과 같이 관리자 메뉴로 들어가게 된다. 관리자 메뉴에서는 수강생 관리를 위한 수강생 리스트보기, 수강생 접속통계 정보 및 그래프 보기, 성적관련 입력사항, 수정, 성적입력/출력, 시험문제 등록 및 보기, 설문조사 등록 및 보기 메뉴가 제공된다. <그림 12>는 관리자 메뉴에서 수강생 리스트 보기를 클릭했을 때의 화면이다.



<그림 12> 수강생 리스트 보기

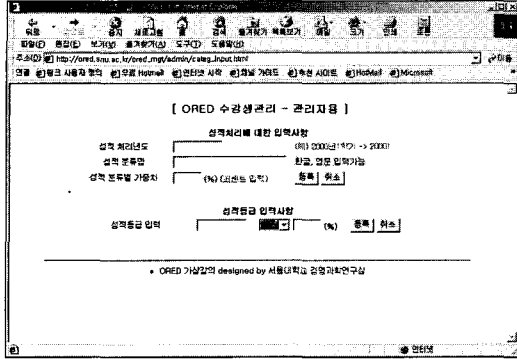
수강생의 정보변경 요청이 들어온 경우, 관리자가 수강생의 정보를 변경할 수 있다. 수강생에 대한 정보삭제는 데이터베이스에서 해당 수강생정보를 관리자가 삭제시키는 기능이다. <그림 13>은 이와 관련된 수강생 정보의 변경기능을 나타내는 그림이다.



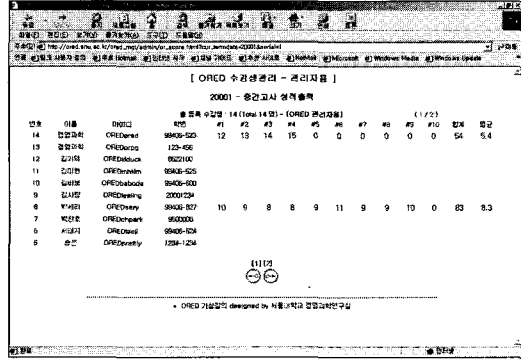
<그림 13> 수강생 정보변경

성적처리 관련 사항 입력은 성적 처리기준에 되는 각각의 중간고사, 기말고사와 같은 항목을 입력하는 부분이다. 성적처리 분류명(예, 중간고사, 기말, 사례 등), 성적분류별 가중치(퍼센티지 입력), 등급(퍼센티지 입력)을 넣을 수 있다. <그림 14>는 이와 관련된 그림이다.

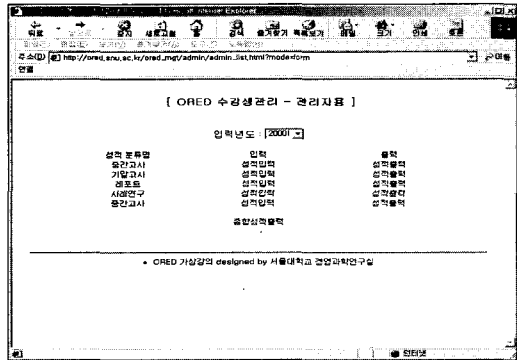
<그림 15>의 성적 분류별 리스트는 입력 년도에 따라서 내용을 열람할 수 있으며, 이 리스트를



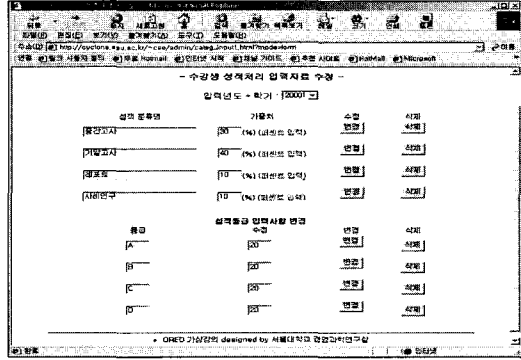
<그림 14> 성적처리 관련사항 입력



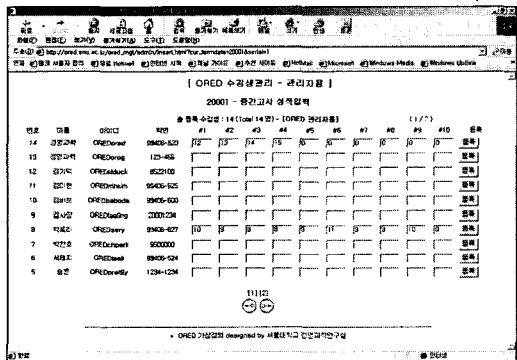
<그림 17> 성적 분류별 출력기능



<그림 15> 성적 분류별 리스트



<그림 18> 성적처리 입력자료의 수정



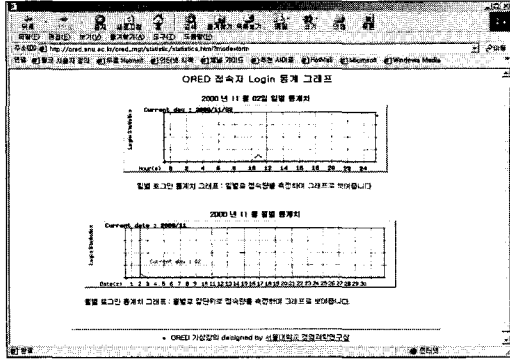
<그림 16> 성적 분류별 입력기능

<그림 16>은 수강생에 대한 성적을 각 항목별로 입력하는 기능을 나타내고, <그림 17>은 수강생에 대한 성적을 출력하는 기능이고 <그림 18>은 입력된 성적정보를 수정하는 기능이다.

### 5.5 통계기능

이 기능을 통해 관리자는 학습자들이 학습에 얼마나 자주 참여하고 있는 지 파악을 할 수 있다. 통계기능에는 일별과 월별로 접속회수를 그래프로 보여주며, 정보보기에서는 시간대별, 최종 접속장소, 접속회수 등을 정리하여 보여주게 되어있다. 그리고 사용자에 대한 통계기능으로 각 사용자에 대한 최근 접속시간 및 최근 주간, 월간 접속 회수 등에 대한 정보를 열람할 수 있다. <그림 19>는 매일의 각 시간별 접속통계량을 그래프로 보여주는 그림이다. <그림 20>은 각 수강자에 대한 최근 주의 접속회수, 최근 월의 접속회수, 그리고 최근 접속시간등에 대한 정보를 나타낸다.





<그림 19> 접속자수에 대한 그래프

<그림 21> 설문조사 주제 및 문항 입력

번호	이름	ORCID	학번	최근 접속시각	[ ORED 수강생관리 ]	정회원	비회원	비밀번호	비밀번호	비밀번호
14	김영과학	OREDKim	99406-520	Newer Logged in	0	0				
18	김영과학	OREDKim	128-458	2000/11/02 11:00:27	1	1				
12	김기석	OREDKim	9520100	2000/11/02 11:00:50	4	4				
11	김진현	OREDKim	99406-525	Newer Logged in	0	0				
10	김지영	OREDKim	99406-520	Newer Logged in	0	0				
9	김지영	OREDKim	20000124	Newer Logged in	0	0				
8	박재희	OREDKim	99406-527	Newer Logged in	0	0				
7	박찬호	OREDKim	9520000	2000/11/02 10:00:52	10	2				
6	서영희	OREDKim	99406-524	Newer Logged in	0	0				
5	심은	OREDKim	128-1204	2000/11/02 10:00:50	2	2				

<그림 20> 사용자에 대한 통계

<그림 22> 설문조사항목의 삭제

5.6 설문조사 기능

관리자는 각 주제별 이론학습 및 실습이 마치는 시점에 설문조사를 시행하여 학습자들로부터 원격 강의시에 부족했던 부분에 대한 정보를 피드백 받을 수 있다. 관리자가 설문주제와 응답문항을 등록하면, 학습자는 학습이 마치는 시점에 이 설문조사에 응할 수 있다. <그림 21>은 설문조사의 주제 및 문항을 입력하는 기능을, <그림 22>는 설문조사 항목의 삭제기능을 나타낸다.

5.7 온라인 시험기능

온라인 상에서 시험을 본다는 것은 어려운 문제이다. 특히 경영과학과 같이 수학적으로 풀어야 하는 문제들에 대해 거의 주관식으로 답안을 작성

해야 하는 경우에는 온라인 상으로 시험을 치르기가 어렵다. 하지만 각 해당주제에 대한 이론 및 실습을 마친 뒤로 간단한 객관식 문항을 온라인 상에서 시험을 치르는 것은 그리 어려운 문제가 아니다. ORED에서는 간단한 객관식 문제를 가지고 온라인 상에서 시험을 치를 수 있도록 구성되어 있으며, 시험결과는 데이터베이스에 저장된 답안과 비교하여 실시간으로 시험성적을 산출한다.

6. 결 론

인터넷의 발달로 많은 교육기관들이 원격강의를 시도하고 있다. 하지만 아직도 많은 원격강의 학습자료들이 인터넷상에서 강의를 하기에는 부족한 편이다. 원격강의는 학습자들이 스스로 학습할 수

있도록 다양한 자료들과 보조설명들이 뒷받침되어 야만 효과를 나타낼 수 있다. 그리고 원격강의를 효율적으로 운영 및 관리를 하기 위한 수강생 등록 및 인증, 성적 입력 및 출력, 학습자들의 학습 상태를 파악할 수 있는 정보들의 열람 및 통계기능 등이 갖추어져 있어야 한다.

ORED는 위에서 열거한 기능들을 모두 갖춘 웹 기반 경영과학 원격강의 시스템이다. ORED는 이론학습, 실습과 프로그램을 유기적으로 연결하여 경영과학을 효율적으로 학습하도록 설계되어졌다. 그리고 학습도중 보충설명이 필요한 부분에는 해설을 연결함으로써 학습자들이 쉽게 경영과학을 학습하도록 하였다. 또한 경영과학 원격강의를 운영하는 데 필요한 부가적인 기능을 갖추으로써 가상강의 시스템을 운영 및 관리하는데 편의성을 제공한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김우제, “지식기반을 활용한 선형계획법 교육 지원 시스템의 개발에 관한 연구”, 서울대학교 박사학위논문, 1994.
- [2] 김우제, 설동렬, 박순달, “LIPED”, 「경영과학」, 11권 3호, 1994, pp.47-54.
- [3] 박순달, 경영과학(Operations Research), 민영사, 2000.
- [4] 박순달, 선형계획법(Linear Programming), 민영사, 2000.
- [5] 박순달, 경영과학 사례집, 민영사, 1999.
- [6] 박순달, OR 프로그램집 I·II, 민영사, 1983.
- [7] 박순달, 설동렬, 박찬규, 서용원, “MS-DOS용 선형계획법 통합환경 소프트웨어의 개발”, 「경영과학」, 12권 1호, 1995, pp.125-138.
- [8] 박순달, 설동렬, 박찬규, 성명기, “ORED(Operations Research Educational System) ; 인터넷을 통한 경영과학 원격교육 시스템의 개발”, 대한산업공학회 '97추계학술대회 논문집 CD(97.10.25)
- [9] 최환진, 자바 서블릿 프로그래밍, 한빛 미디어
- [10] 이승혁, PHP웹 프로그래밍, 마이트 Press, 2001.
- [11] Ken Goldberg and Ilan Adler, *Interactive Linear Programming*, [http : //ford.ieor.berkeley.edu/~ilan/project.html](http://ford.ieor.berkeley.edu/~ilan/project.html).
- [12] Laura Lemay, *Teach Yourself Web Publishing with HTML in a Week*, SAMS Publishing, 1995.
- [13] Optimization Technology Center, NEOS Server, [http : //www.mcs.anl.gov/home/otc/Server/](http://www.mcs.anl.gov/home/otc/Server/)
- [14] Shishir Gundavaram, *CGI Programming on the World Wide Web*, O'Reilly & Associates, Inc., 1996.