

디지털 논리회로 가상교육을 위한 콘텐츠 개발 및 가상실험실 구현

김용권*, 박영광*, 기장근*, 최진규**

*공주대학교 정보통신공학부

**한남대학교 정보통신·멀티미디어공학부

Development of Contents for Virtual Education/Experiment in Digital Logic Circuit

Yong-Kwon Kim*, Young-Kwang Park*, Jang-Geun Ki*, Jin-Kyu Choe**

*Division of Information and Communication Engineering, Kongju National Univ.

**School of Information Technology and Multimedia Engineering, Hannam Univ.

E-mail : kjg@image.kongju.ac.kr

요 약

본 논문에서는 디지털 논리회로에 대하여 인터넷을 기반으로 가상교육 및 실험실습이 가능한 멀티미디어 콘텐츠를 개발하였다. 가상강의를 위한 콘텐츠들은 WMT기술 및 애니메이션이 포함된 파워포인트 자료로 구성된 화상강의 모듈과 개념이해를 위한 플래쉬 및 회로실험을 위한 자바 프로그램들로 구성되었다. 또한 웹 상에서의 가상 실험실을 구현하기 위해 임의의 디지털 논리회로 설계 및 검증에 위한 LogicSim 프로그램과 실험기판과 IC 칩 등을 이용한 임의회로의 가상실험 프로그램인 BreadBoard 등을 개발하였고 웹 상에서의 리포트 작성, 제출 및 검사가 가능한 Report 프로그램, 이론 학습 및 가상실험 보조 유틸리티 프로그램들을 개발하였다.

1. 서론

인터넷의 급격한 보급과 관심으로 정보화 사회로의 변화는 각계 각층에서 매우 빠르게 발전하고 있다. 교육에 있어서도 인터넷 등과 같은 정보매체를 이용한 가상교육이 대학을 중심으로 폭넓게 이루어지고 있는데 가상대학의 가장 큰 특징은 분산된 교수-학습^[1,2]을 가능하게 해준다는 점이다. 즉, 서로 떨어져 분산되어 있는 학습자와 교수자를 쌍방향으로 연결하는 망(network)을 근간으로 하여 새로운 정보와 지식을 생성해 낼 수 있는 분산된 학습 모델을 적용하고 있다. 그러나 실험 실습 교과목의 경우 이론뿐만 아니라 직접 실험실습을 해야 한다는 부담으로 인해 타 가상교육에 비해 적용 사례가 극히 적은 상태이다.

본 연구에서는 디지털 논리회로에 대한 강의 및 실

험실습을 가상의 공간에서 수행하기 위한 조건들과 구현을 위한 방안을 제시하고 실질적인 개별 학습을 위한 교육자와 학습자간의 동적인 상호 작용을 실현하기 위해 개발된 패키지를 웹 상의 서버에 설치하여 학습자가 원하는 시간에 클라이언트에서 인터넷(Internet)^[3,4]을 통해 교육받을 수 있는 원격 교육 및 가상 실험실습을 실현함으로써 학생들에게 실험과목에 대한 가상교육을 제공할 수 있는 콘텐츠를 개발하였다.

본 논문의 구성을 살펴보면 먼저 2장에서는 가상교육을 위한 전체적인 구성조건과 개발된 콘텐츠의 전체적인 틀에 대해 설명하고 3장에서는 가상 실험실습을 위한 조건과 구현된 프로그램에 대하여 설명하였다. 마지막으로 4장에서는 가상강의와 가상 실험실습 구현에 대한 본 논문의 결론을 맺었다.

II. 가상교육 콘텐츠

2.1 가상교육

가상교육은 기존의 면대면 학습에서 탈피해 인터넷과 같은 네트워크를 이용하여 시간과 공간의 제약을 받지 않고 교육을 진행할 수 있도록 구현된 교육의 새로운 방안이라 할 수 있다.^[5]

가상교육을 효과적으로 수행하기 위해서는 많은 조건들이 있어야 하지만 그중 중요한 몇 가지를 요약하면 다음과 같다.

- 동영상이나 음성, 사진 등을 활용하여 학습 효과 높일 수 있는 강의 방법이 마련되어야 한다.
- 실험과목의 경우 온라인 상에서 수행할 수 있는 가상 실험실이 구축되어야 한다.
- 리포트 등과 같은 과제물을 온라인 상에서 작성하고 제출할 수 있도록 해야 한다.
- 오프라인 수업에서와 같이 질문과 답변이 가능해야 하며, 과목에 대한 토론이 이루어질 수 있어야 한다.
- 가상강의 후 학생들의 학습정도를 스스로 확인할 수 있는 학습평가가 이루어질 수 있어야 한다.
- 가상강의를 원활히 할 수 있는 시스템과 network이 구축되어야 한다.
- 다양한 방법으로 학생들이 접근하고, 다양한 정보를 접할 수 있도록 콘텐츠가 구성되어야 한다.

2.2 구현된 가상강의 콘텐츠

본 논문에서 구현된 가상교육의 전체적인 구성을 학습자를 중심으로 그림 2-1에 나타내었다.

그림에서 볼 수 있듯이 가상강의 콘텐츠는 크게 4개 부분으로 이루어져 있는데 이론적인 강의가 이루어지는 가상 강의실과 실험실습을 할 수 있는 가상 실험실, 학습자가 스스로의 학습정도를 확인할 수 있고 강의에 대한 평가를 수행할 수 있는 학습평가, 마지막으로 Q and A가 있다. 각 부분에 대한 자세한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 가상강의실

가상강의실은 오프라인에서와 같은 효과를 가질 수 있도록 하기 위해 미디어 기술인 WMT(Window

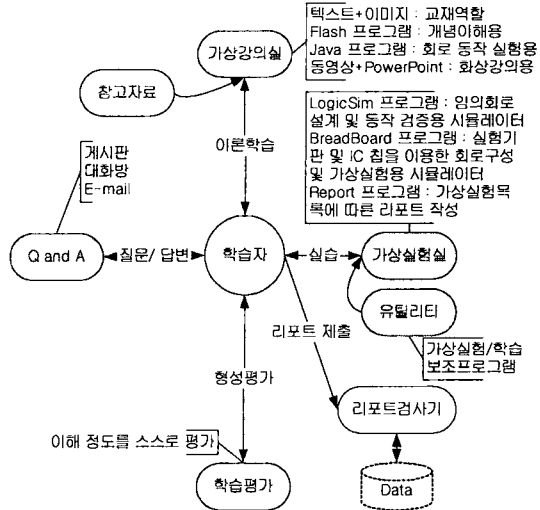


그림 2-1. 구현된 가상교육의 구성

Media Technology)와 애니메이션이 포함된 파워포인트 자료를 이용한 가상강의 모듈을 포함하고 있으며, 실제와 동일한 강의 효과를 위해 동영상과 파워포인트의 애니메이션이 동기되어 동작하도록 개발되었다. 또한 강의의 이해를 돕기 위해 HTML 문서로 강의 내용을 볼 수 있으며 HTML 문서에는 중요개념을 학습자가 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 다수의 플래쉬 프로그램과 문서에 포함된 다양한 회로의 동작을 즉시 실험해볼 수 있는 애플릿 프로그램들이 포함되어 있다. 그림 2-2와 그림 2-3에 각각 가상강의 모듈과 플래쉬 프로그램의 실행 예를 나타내었다.

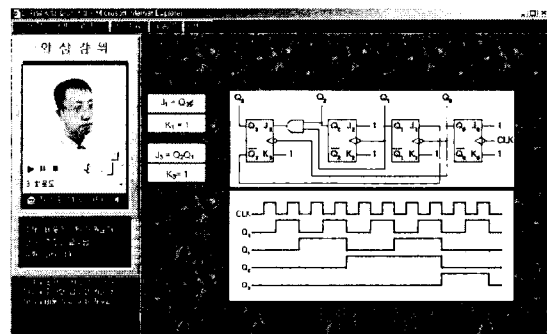


그림 2-2. 가상강의 모듈 실행 예

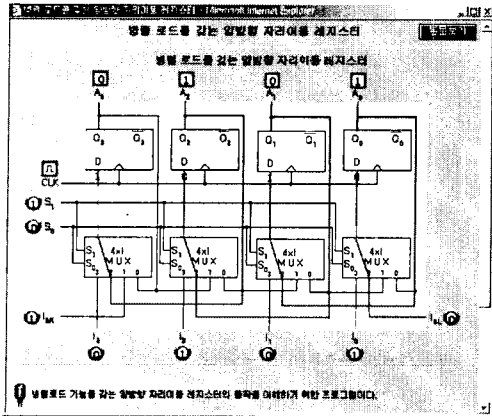


그림 2-3. 플래쉬 프로그램 실행 예

2.2.2 가상실험실

주어진 실험 과제에 대해 온라인 상에서 가상 실험을 할 수 있는 가상실험실로서, 임의의 디지털 논리회로를 설계하고 검증할 수 있는 LogicSim 프로그램, 실험기판 및 디지털 IC소자들을 이용해 구성된 임의 회로에 대한 가상실험을 수행할 수 있는 BreadBoard 프로그램, 학습한 내용을 기초로 가상실험을 수행하고 웹 상에서 보고서를 작성하여 제출할 수 있는 기능을 가진 리포트 프로그램 등을 제공한다. 그 밖에도 실험에 필요한 여러 가지 유틸리티 프로그램이 제공되는데 예를 들면 Karnaugh Map 알고리즘을 이용하여 간소화된 논리식을 찾아주는 프로그램, 논리회로 설계 과정을 단순화 시켜주는 AutoDesign 프로그램, Quine-McClusky 알고리즘과 Petric 알고리즘을 사용하여 간소화된 논리식을 찾아주는 프로그램, 진수변환기 프로그램, 임의의 진수에서 보수를 구해주는 프로그램, TTL 소자에 대한 정보 검색/제공 프로그램 등을 제공하고 있다.

2.2.3 평가하기

학습자가 스스로 학습한 내용에 대한 이해정도를 진단해 반복학습을 수행할 수 있도록 하기 위한 학습평가 문제를 제공하고 있으며, 강의에 대한 의견을 개진할 수 있는 강의평가 기능도 제공된다. 학습평가 기능은 자동 채점 기능 및 상세 해설 보기를 포함하고 있다.

2.2.4 Q and A

강의에 대해 질문하고 답변할 수 있는 게시판과 강의 중이거나 실험 중 이론이나 문제에 대하여 실시간으로 교수와 학습자, 학습자와 학습자간에 토론을 할 수 있는 대화방 등이 제공된다.

III. 가상 실험실 구현

기존에 실험 실습과 관련된 교과목의 학습을 위해 개발된 프로그램들의 경우 극히 제한된 환경하의 가상실험만이 가능하거나 미리 지정된 시나리오에 따른 가상실험만을 수행할 수 있도록 프로그램이 개발되어 왔으며, 개발된 대부분의 프로그램 또한 인터넷이 아닌 독립된 컴퓨터 상에서 독립된 응용 프로그램으로 실행되도록 구성되어 있는 실정이다. 그러므로 본 논문에서는 디지털 논리회로의 가상 실험실습 구현을 위한 조건들을 살펴본 후 실제 구현된 가상실험실에 대해 설명하도록 하겠다.

3.1 가상실험실을 위한 조건

가상실험실은 본질적으로 현재의 오프라인의 실습이나 이론중심의 가상교육과는 접근 방법이 다르며 구현을 위한 조건 또한 다른 측면에서 고려되어야 한다.

먼저 가상실험실을 구현하기 위해 갖추어야 할 조건을 요약하면 다음과 같다.

- 온라인 상에서 실험 가능
- 시간과 공간의 제약이 없어야 함.
- 실험한 결과나 설계된 회로를 서버에 저장 가능
- 실제 실험실과 같은 효과를 가질 수 있어야 함
- 실시간 실험이 가능
- 온라인 상에서 리포트 작성, 제출, 확인 가능

위의 조건을 만족시키기 위해 가상실험실에서 사용되는 프로그램은 오프라인뿐만 아니라 온라인 상에서도 동일하게 동작하도록 구성되어 있어야 한다.

구현된 가상 실험실의 전체적인 흐름을 보면 먼저 교수는 실험에 앞서 리포트 프로그램을 서버에 올리고 학습자가 서버에 접근하여 프로그램을 실행시켜 제시된 문제에 따라 해당 시뮬레이션 툴(LogicSim 또

는 BreadBoard 프로그램)을 사용하여 실험을 수행하게 된다. 리포트에 의한 실험이 끝나면 서버에 리포트 데이터를 전송하게 되고 서버는 학습자의 신원을 확인한 후 수강하는 학생일 경우 서버에 데이터를 저장하게 된다. 교수는 실험이 모두 끝난 후 서버에 접근하여 학습자가 제출한 리포트와 가상실험에서 설계한 회로를 검사할 수 있다. 모든 실험은 인터넷을 이용하여 온라인상에서 이루어지며 실험에 사용되는 BreadBoard와 같은 툴들은 실제 실험에서와 동일하게 동작하도록 구성되어 있다.

3.2 시뮬레이션 프로그램

가상실험을 위한 시뮬레이션 프로그램은 크게 두 개의 프로그램으로 구성되어 있다. 즉, 임의의 디지털 논리회로 설계 및 검증용 프로그램(LogicSim)과 실험기판과 IC 칩 등을 이용한 임의회로의 가상실험 프로그램(BreadBoard)으로 구성되어 있다.

3.2.1 LogicSim 프로그램

LogicSim은 디지털 회로 설계 및 검증용을 위한 시뮬레이터 프로그램으로서, 기존의 상용화된 CAD 프로그램들이 제공하는 대부분의 기본기능들을 모두 지원할 뿐만 아니라 학습효과를 극대화시킬 수 있는 특징을 가지고 있는데 이를 요약하면 다음과 같다.

- 인터넷상에서만 뿐만 아니라 독립된 응용프로그램으로도 실행 가능
- 제한 없는 임의의 회로 구성 및 시뮬레이션 가능
- 회로도내의 모든 소자 출력값 실시간 변화를 시각적으로 확인 가능
- 다양한 논리회로 소자 및 일반적인 CAD 툴에 없는 LED, 7-세그먼트, buzzer 등의 시각적, 청각적 소자 제공으로 인한 학습효과 증진
- 설계회로의 ERC(Electronic Rule Check)검사 기능
- 계층적 회로 설계 기능 및 새로운 소자 추가 기능
- 다양한 디지털 논리회로 라이브러리 제공
- 복수개의 회로를 동시에 시뮬레이션 가능
- 로컬 컴퓨터 및 인터넷을 이용한 서버에의 회로도 저장/읽기 가능
- 회로도 파일 복사 방지 기능
- 회로도내 임의의 점 값 변화를 타이밍도로 볼 수 있는

TRACER 기능 제공

- 시뮬레이션 도중에도 회로 구성 변경 가능하며, 변경회로에 따른 동작이 실시간으로 시뮬레이션 됨

그림 3-1은 LogicSim을 이용하여 4bit 증감형 카운터를 설계한 것으로 트레이서를 이용하여 출력 파형을 검출하고 display 소자를 이용하여 출력 값을 문자로 표시해 주고 있다.

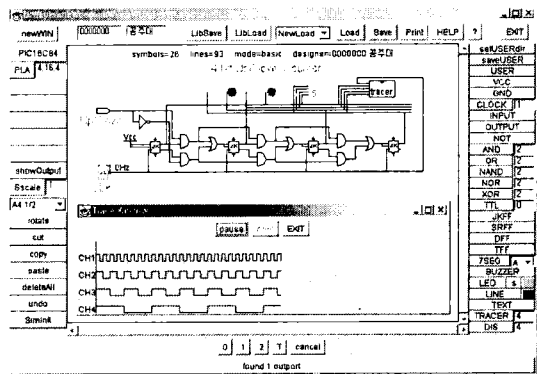


그림 3-1. LogicSim 프로그램 실행 화면

LogicSim은 객체지향 프로그램 언어인 JAVA 언어^[6.7]를 이용하여 프로그램 되었다. 이러한 객체지향적 특징을 기반으로 하여 교수나 사용자가 추가시키고자 하는 소자가 있을 경우 몇 가지의 인터페이스만 맞추면 얼마든지 추가 할 수 있도록 되어 있어 확장이 용이하며, 자신이 만든 회로를 하나의 심볼(USER) 소자로 만들어 다른 회로의 설계시 하나의 소자로 사용할 수 있는 계층적 설계가 가능하도록 되어 있다. 또한 PLA 소자의 기능을 지원하여 사용자가 원하는 임의의 논리식을 하나의 칩으로 프로그래밍할 수도 있다.

LogicSim 프로그램은 인터넷상에서 실행이 가능하므로 사용자는 인터넷이 연결되어 있는 상태에서 서버에 자신이 설계한 회로를 자신의 폴더 안에 저장하거나 가져올 수 있으며 교수가 접근하는 경우에는 모든 학생들의 파일을 온라인 상에서 확인할 수 있다.

3.2.2 BreadBoard 프로그램

BreadBoard는 실험기판과 집적회로(IC) 소자를 사용하는 디지털 회로 실험을 인터넷을 이용하여 네트워크 상에서 가상적으로 수행할 수 있는 프로그램이다. 현재 전원, 클럭, 전압계, 스위치, LED, 스피커, 7-세그먼트 표시기 및 약 40종의 TTL 소자와 PIC16C84 원칩 마이크로 컨트롤러를 지원하며, 실제 실험과 동일한 교육효과를 얻을 수 있도록 설계되어 있다. BreadBoard 프로그램의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 인터넷 상에서 뿐만 아니라 독립된 응용프로그램으로도 실행 가능
- 제한없는 임의의 회로 구성 및 가상실험 가능
- 실제 실험과 동일한 교육적 효과를 얻을 수 있도록 구성
 - 실제 실험키트 및 실험소자와 동일한 구성화면 제공(전원, 브레드보드, LED, 클럭발생기, 스위치, 각종 TTL 및 PIC16C84 칩, 7세그먼트표시기, 전압계, TRACER, 스피커, 선 등)
 - 한 구멍에 2개 이상의 선들을 끼울 수 없음.
 - TTL은 전원을 연결해야 동작
 - 전원스위치를 ON해야 동작
- 배선 연결을 쉽게 확인할 수 있는 기능
- 원하는 지점의 값 추적을 위한 TRACER 기능
- TTL 및 각종 소자에 대한 온라인 도움말 제공
- 재료비 절감 및 실험시간 단축등의 부수 효과 가짐

그림 3-2는 BreadBoard 프로그램을 실행시킨 화면으로 BreadBoard도 LogicSim과 마찬가지로 JAVA 언어로 프로그램 되어 있어 소자의 추가가 용이하고 서버를 이용하여 자신의 파일을 저장하거나 파일을 불러와 사용할 수 있어 다른 매체를 이용하지 않고도 어디서나 회로를 설계하고 저장할 수 있다.

3.3 리포트 프로그램

리포트 프로그램은 이론에서 학습한 내용을 LogicSim 이나 BreadBoard, 각종 유틸리티 프로그램을 이용하여 문제를 해결하고 제출할 수 있도록 구성된 프로그램이다. 보고서의 제출은 지면으로 제출하던 기존의 방식에서 탈피하여 인터넷을 이용해 서버로

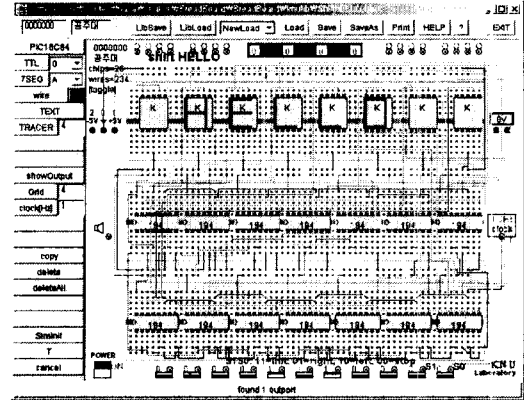


그림 3-2. BreadBoard 프로그램 실행 화면

제출하게 되며, 서버에서는 리포트에 대한 데이터를 저장하고 교수가 서버에 접근할 경우 저장된 리포트 데이터를 제공하여 교수가 직접 확인할 수 있도록 구성되어 있다:

그림 3-3은 교수와 학생 그리고 서버와의 관계를 리포트 프로그램을 중심으로 설명한 그림이다. 교수가 리포트 프로그램을 만들어 서버에 올려놓으면 학생은 인터넷을 이용하여 리포트 프로그램을 실행시켜 주어진 과제를 풀어 서버에 보내게 된다. 서버는 학생으로부터 들어온 데이터를 리포트 데이터와 LogicSim 또는 BreadBoard 툴로 작성된 파일로 나누어 서버에 저장하게 되고, 교수는 서버에 접근하여 학습자가 제출한 리포트와 설계회로를 검사할 수 있게 된다.

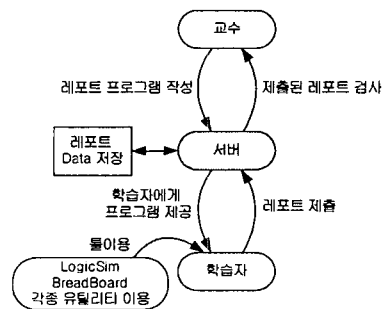


그림 3-3. 리포트 프로그램에 대한 상호 관계

그림 3-4는 리포트 프로그램의 실행화면 예를 보여 주고 있다. 실행화면의 상단은 학번과 이름, 저장, 불러오기, 서버로 보내기, 종료 등의 버튼으로 이루어져 있으며, 아래쪽은 실험 과제의 특성에 따라 다양한 자바 프로그램들이 묶여져 하나의 프로그램을 구성하고 있다.

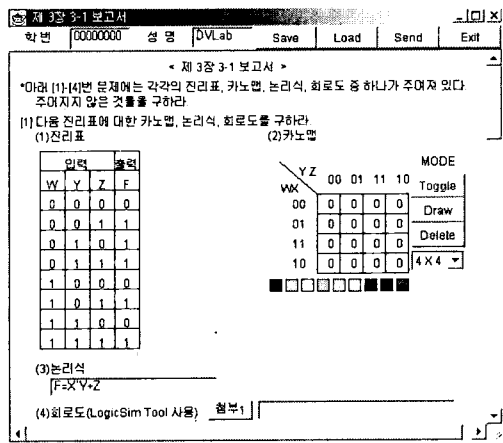


그림 3-4. 리포트 프로그램 실행 화면

리포트 서버 프로그램은 학습자가 리포트를 인터넷으로 제출할 경우 학생의 학번과 이름, 비밀번호를 확인하여 수업에 참여하고 있는 학생의 경우 제출된 파일을 저장하는 프로그램이다. 그림 3-5에 리포트 서버 프로그램의 실행 예를 나타내었다.

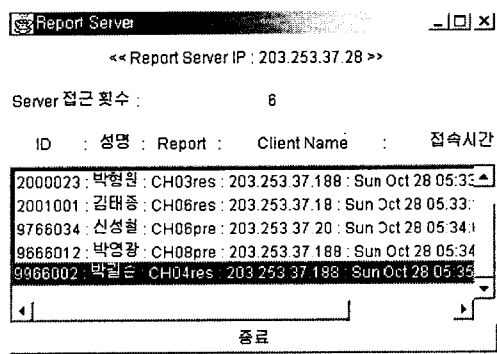


그림 3-5. 리포트 서버 프로그램

IV. 결론

본 논문에서는 디지털 논리회로 설계 및 실험에 대한 가상교육 멀티미디어 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠는 이론학습을 위한 동영상 강의와 더불어 학습자가 스스로 동작시켜 개념이해를 도모할 수 있는 다수의 플래쉬, 애플릿 프로그램 등이 포함되어 있다. 또한 하이퍼링크 기능 등을 이용하여 학습자가 원하는 정보를 쉽게 접할 수 있으며, 이론적인 학습 후 학습자 스스로 학습평가 모듈(자동 채점 및 해설보기 기능 제공)을 실행시킬 수 있다. 또한 교수와 학습자 간의 실시간 토론과 질문/답변이 웹 상에서 이루어질 수 있는 기능을 제공한다.

디지털 논리회로 가상실험실은 온라인 상에서 모든 실험이 이루어질 수 있고, 또한 오프라인에서의 실험과 동일한 실험 효과를 도모하도록 구현되었다. 가상 실험실을 위해 개발된 프로그램으로는, 임의의 디지털 논리회로 설계 및 검증을 위한 LogicSim 프로그램과 실험기판과 IC 칩 등을 이용한 임의회로의 가상실험을 위한 BreadBoard 프로그램, 웹 상에서의 리포트 작성과 제출을 위한 Report 프로그램 등이 개발되었다. 그밖에 이론학습 및 가상실험의 보조 도구로서 다양한 유틸리티 프로그램들(KarnaughMap, Auto Design, Quine-McClusky 알고리즘, 진수변환기, 보수찾기 프로그램, TTL 소자에 대한 정보 검색/제공 프로그램 등)이 개발되었다.

[참고문헌]

- [1] 정인성, 원격교육의 이해, 교육과학사, 1999
 - [1] 권성호, 교육공학원론, 양서원, 1993
 - [3] 김석주, "WWW에서 홈페이지 만들기", 가남사, 1996
 - [4] 조동호, 백승철, "인터넷 300% 활용 가이드", 생능출판사, 1996
 - [5] 정연모, "원격 공학 교육 시스템의 개발과 활용 방안", 공학기술 제 3 권, pp. 18~29, 1996
 - [6] Harold, E.R., "Java Network Programming", O'Reilly, 2000
 - [7] Ayers, Danny, "Professional Java Data", Wrox, 2001
- ※ 이 내용은 2000년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의해 수행된 것임. (KRF-2000-048-E00083)