

웹기반 ‘디지털 회로’ 시뮬레이션 도구 설계 및 구현

장세희*, 임진숙*, 김영식*

*한국교원대학교 컴퓨터교육학과

e-mail : shjang@blue.knue.ac.kr, kimys@comedu.knue.ac.kr

Design and Implementation of Web-based Simulation Tool for ‘Digital Circuit Design’

Se-Hee Jang*, Jin-Suk Lim*, Yung-Sik Kim*

*Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

요 약

웹기반 학습은 학습자의 자율적인 통제하에서 학습이 이루어지는 특성을 갖고 있다. 학습 콘텐츠와 학습자간의 충분한 대화 즉, 상호작용이 제공되지 않는다면 학습자는 일방적인 학습을 수행하게 되므로 학습에 대한 정확한 이해를 판단할 수가 없다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 웹기반 학습의 여러 유형의 콘텐츠중에서 가장 상호작용 요소가 강한 시뮬레이션 형태의 콘텐츠를 이용해서 디지털 회로를 직접 학습자가 설계할 수 있도록 웹기반 시뮬레이션 도구를 설계 및 구현하고자 한다. 이로 인해서 학습자와 학습 콘텐츠간의 쌍방향 대화를 할 수 있는 환경을 제공함으로써 복잡한 디지털 회로에 대한 학습자의 학습 결과에 대한 피드백을 줌으로써 학습자의 학습 성취도를 높일 수 있다.

1. 서론

인터넷의 교육적 활용은 학습자들이 시간과 공간의 제약을 벗어나 다양하고 풍부한 자료를 이용하고 개인차를 고려한 수준별 개별화 학습을 제공한다. 또한 활발한 의사소통과 상호작용도 가능하게 한다. 이러한 인터넷의 교육적 유용성에도 불구하고 웹기반 학습은 학습자 자신의 통제에 의해 자유로운 학습이 이루어지는 특성을 갖고 있기 때문에 콘텐츠 제공시 효율적이고 체계적인 교수-학습을 제공하지 못한다면 학습자에게 기존의 면대면 수업방식보다 학습자의 높은 학습 성취도를 거두기가 어려울 것이다[1][2].

따라서 웹기반 학습에서 긍정적인 효과를 거두기 위해서는 체계적인 교수-학습 설계가 우선적으로 이

루어져야 할 것이다. 먼저 웹기반 교수-학습 설계시 고려할 사항은 학습자의 자율성과 적극적인 학습참여를 이끌 수 있는 학습 콘텐츠와의 충분한 상호작용의 기회를 제공하는 것이다.

본 논문에서는 충분한 상호작용의 기회를 제공할 수 있는 콘텐츠를 개발하기 위해서 시뮬레이션 도구를 개발하고자 한다. 특히 ‘컴퓨터 시스템 구조’ 과목의 학습은 컴퓨터를 구성하는 다양한 회로의 동작원리를 이해하는 것이 중요하다. 기존의 웹기반 학습에서는 텍스트 기반, 혹은 간단한 애니메이션 기반의 학습 콘텐츠를 제공함으로써, 학습 콘텐츠 제공자의 일방적인 학습방식이었다. 그러므로 학습자가 복잡한 회로의 동작원리와 과정을 정확하게 이해하기가 어려웠다.

본 논문에서는 회로에 대한 학습자의 정확한 이해를 위해서 학습자가 직접 조작함으로써 얻을 수 있는 시뮬레이션 도구를 개발하고자 한다.

이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음.

2. 관련연구

2.1 웹기반 학습에서 상호작용

교수-학습 환경에서 가장 중요한 요소는 상호작용이다. 상호작용은 크게 학습자와 교수자, 학습자와 학습자, 학습자와 학습 콘텐츠간의 세가지 유형으로 나누어진다[2]. 특히 웹기반 학습에서 상호작용은 학습자와 교수자가 같은 시간, 같은 공간에 존재하지 않기 때문에 학습 콘텐츠에 대한 이해를 쉽게 할 수 있도록 충분한 설명과 지침이 교수-학습 자료에 포함되어 있어야 한다.

2.2 컴퓨터 시뮬레이션

시뮬레이션은 일상 생활에 관련된 여러 변인들을 확인해서 이 변인들 사이의 관계를 정의해 줌으로써 실제 상황을 성취하도록 하는 하나의 모델이다. 컴퓨터 시뮬레이션이란 컴퓨터를 활용하여 가상장면 속에 실제의 상황을 부여함으로써 학생들이 실제 상황에 참여하여 반응 연습을 할 수 있는 기회를 제공해 주는 것이다. 이러한 관점에서 컴퓨터 시뮬레이션은 어떤 특정 시스템이나 상황을 설정해 놓고 이들을 구성하고 있는 변인들의 관계를 정의하여 이들 변인을 인위적으로 조작해 봄으로써 관련 변인의 변화와 이에 따른 결과를 탐구할 수 있게 하는 것이다.

2.3 웹기반 시뮬레이션

웹기반 시뮬레이션(Web-based Simulation)은 웹 상에서 구현 가능한 시뮬레이션으로 컴퓨터 시뮬레이션 분야와 웹 기술과의 결합을 뜻한다. 즉 웹 상에 산재해 있는 정보, 분산 환경 등의 장점을 시뮬레이션 분야에 접목한 분야라고 할 수 있다[4].

웹을 기반으로 하는 시뮬레이션은 두 가지로 분류할 수 있다[4]. 첫째, 클라이언트에서 동작하는 모델을 만들 수 있는 환경이다. 사용자가 시뮬레이션을 필요로 하여 서버에 접속하게 되면 서버는 요청한 사용자에게 시뮬레이션에 필요한 시뮬레이션 엔진을 전송하게 된다. 사용자는 전송 받은 시뮬레이션 엔진을 가지고 자기가 원하는 모델을 설계한 후 실행할 수 있다. 둘째, 분산 환경하의 시뮬레이션 구조이다. 클라이언트에서 동작하는 모델은 사용자간의 메시지 교환이 극히 제한적이고, 서버로부터 필요한 애플릿을 다운로드하여 실행하기 때문에 다른 사용자들과의 동시성을 유지하기가 어려우며 보안상의 문제가 있다. 이러한 문제점을 해결하고 시뮬레이션을 수행할 때 걸리는 수행 시간의 단축을 위해 분산 개념을 도입한 것이 분산환경하의 웹기반 시뮬레이션이다. 이 방법은 서버의 효율과 멀티스레드를 이용하여 여러 명의 클라이언트가 접속하여 수행할 수 있게 한다[8].

본 연구의 시뮬레이션 학습은 서버에 접속한 여러 사용자 사이에 동시성을 유지하고 메시지를 교

환하기보다 학습자의 필요와 요구에 따라 독립적으로 회로를 구성하고 실행할 수 있는 환경을 제공한다.

2.4 자바와 웹

웹을 기반으로 한 시뮬레이션의 개념은 자바로 인해 다양한 시뮬레이션 콘텐츠 개발 연구를 할 수 있는 환경이 제공된다. 자바는 웹을 위한 객체지향 중심 언어로서 웹에서 실행 가능한 코드를 가지므로 자바는 웹 기술에 중요한 발전 요소이며, 시뮬레이션에서는 특히 중요하다.

자바를 이용한 시뮬레이션 콘텐츠의 연구가 활발히 진행되기 이전에는 웹기반 학습환경에서 동적인 학습환경을 구성하기 위해 CGI에 많이 의존했다. CGI는 웹서버에서 실행되므로 원격지의 웹 브라우저에서 동적인 환경을 표시하는 데는 제한적이었다. 이런 단점을 보완하기 위한 방법으로 자바 애플릿은 원격지 웹서버로부터 전송되어, 자바의 바이트 코드를 인터프리터 할 수 있는 웹 브라우저에서 실행되므로 약간의 속도 제한은 있으나 이식성이 매우 좋기 때문에 시뮬레이션 콘텐츠 개발에 많이 활용되고 있다.

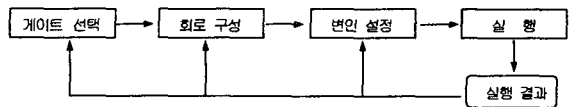
3. 설계

3.1 설계 방향

학습자의 학습 동기를 촉진하고, 능동적인 학습을 할 수 있는 콘텐츠를 설계한다. 학습자 스스로 회로에 대한 구성도를 직접 시뮬레이션 도구를 이용해서 설계함으로써 학습에 대한 정확한 인지 능력을 기른다.

3.2 설계 구성도

디지털 회로의 동작을 직접 시뮬레이션 할 수 있도록 설계한다. 학습 진행중에 시뮬레이션 콘텐츠의 유형은 두가지 형태로 제시된다. 첫 번째 유형은 강의 내용에 포함시켜서 현재 진행 중인 학습에 대한 이해와 효과를 높이고자 한다. 강의 내용은 기본적으로 설명과 그림 형태로 제공하고 학습자의 참여에 의해 동작 과정이나 결과를 확인할 수 있는 학습 요소를 적절히 배치하여 학습 효과를 높인다. 두 번째 유형은 학습자가 시뮬레이션할 회로를 직접 구성하고 입력 값을 설정하여 시뮬레이션 결과를 확인할 수 있도록 한다. 논리회로 시뮬레이션 도구의 시뮬레이션 실행 과정은 (그림 1)과 같다.

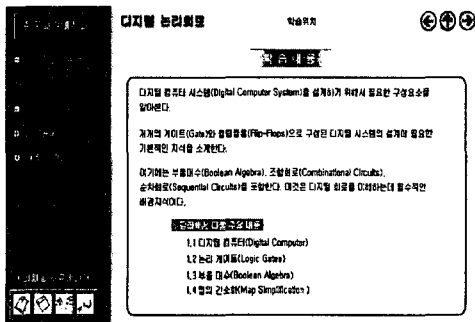


(그림 1) 시뮬레이션 도구의 실행 과정

4. 구현

4.1 학습 콘텐츠 유형

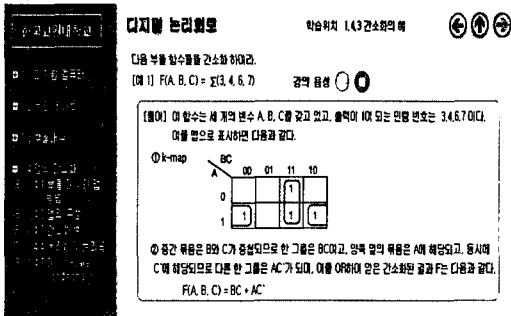
학습 내용을 전체적으로 구성하는데 있어서, 다양한 학습내용이 제시되고 구체적인 학습활동이 이루어지는 학습공간의 구조적인 조직이 필요하다. 이에 따라, 보다 체계적인 학습이 이루어질 수 있도록 단원 학습 내용에 대하여 (그림 2)와 같이 단원 학습에 대한 안내와 메뉴 목록을 제시한다. 학습 목차와 더불어, 이러한 메뉴 목록의 제시는 학습자로 하여금 학습 내용의 전체적인 윤곽을 쉽게 파악할 수 있도록 한다.



(그림 2) 단원 학습 안내와 메뉴 목록

4.1.1 음성과 콘텐츠의 동기화

학습 메뉴에서 학습할 내용을 선택하면 학습자의 선택에 따라 실시간으로 교수자의 음성을 들으면서 학습할 수 있다. 음성 강의 부분은 'play' 버튼과 'stop' 버튼을 두어 학습자가 선택적으로 이용할 수 있도록 하고, 실시간으로 전송되는 강의 음성에 동기화를 맞추어 해당 내용에 밑줄이나 부연 설명을 추가하는 등 다양한 감각기관을 자극하여 학습효과를 높이도록 하고 있다. (그림 3)은 강의 음성을 청취할 수 있는 학습 화면이다.



(그림 3) 음성과 내용의 동기화

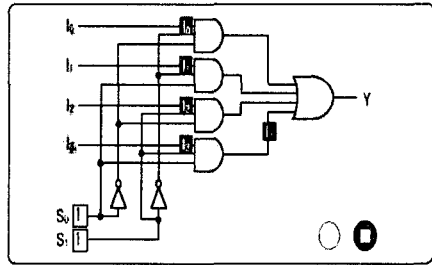
4.1.2 애니메이션 콘텐츠

애니메이션은 학습자의 시선을 집중시켜 학습에 대한 흥미를 유발하고, 텍스트나 그림 그리고 음성으로 설명하기 어려운 동작 과정을 시각적으로 확

인할 수 있게 한다. (그림 4)은 멀티플렉서 회로의 동작 과정을 애니메이션을 통해 학습하는 화면이다.

Flash의 텍스트 필드 기능을 사용하여 경우에 따라 다른 애니메이션을 실행한다. 'Play'와 'Stop'버튼을 사용하여 언제든지 애니메이션을 실행하고 중단할 수 있어서 반복 학습이 가능하다.

(3) 논리도(logic diagram)를 구현한다.



(그림 4) 애니메이션 학습 화면

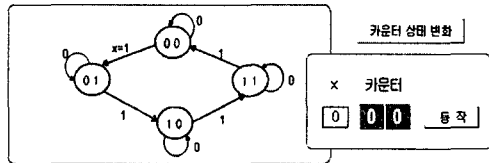
4.1.3 시뮬레이션 콘텐츠

학습 내용을 구성에 있어 단순히 멀티미디어 자료의 제시와 링크 기능으로 학습자의 시선을 끄는 것이 아니라, 학습내용에 나타나는 여러 가지 개념과 회로의 동작 과정 등을 학습자의 참여와 상호작용 과정을 통해 그 이해도를 높이도록 하였다. (그림 5), (그림 6)은 학습자가 설정한 값에 따라 그 결과 값이 다르게 나타날 수 있는 학습화면이다.

1. 2비트 2진 카운터 (2-bit binary counter) 설계

- (1) 요구 사항
 - input x가 1일 때 state가 00 → 01 → 10 → 11 → 00으로 순환하며 변한다.
 - input x가 0일 때 state는 변하지 않는다.
 - counter의 output은 상태 값과 같다.

(2) 상태도 작성



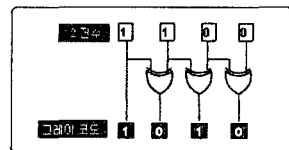
(그림 5) 이진 카운터의 상태변화

1. 그레이 코드(Gray Code)

- (1) 용도 : 아날로그 데이터를 디지털로 변환한다. (A-D converter)
- (2) 장점 : 한 숫자에서 다음 숫자로 올라갈 때 오직 하나의 비트가 변한다. → no ambiguity
- (3) 용 용 : shaft position의 연속적인 변화에 의해 아날로그 데이터를 표현한다.
 - 디지털 시스템에서 제어 동작에 timing sequence를 제공한다.

이진수를 그레이 코드로 변환하는 회로

3진 코드에서 2진 코드로 변환하는 회로

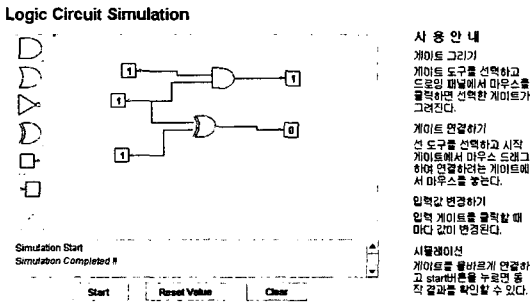


2. 기타 십진 코드

(그림 6) 이진수와 그레이 코드의 변환

4.2 시뮬레이션 도구의 구현

(그림 7)는 논리 회로 시뮬레이션 도구의 실행 화면이다. 논리 회로 동작과 관련 있는 단원에 시뮬레이션 도구를 제공하여 강의 내용을 통하여 학습한 회로를 학습자가 직접 구성하고 값을 설정하여 실행 결과를 확인할 수 있다. 사용 안내에서 게이트를 그리고 연결하여 회로를 구성하는 방법과 회로의 입력 값을 설정하여 시뮬레이션하는 방법을 제시한다. 'Reset Value'버튼으로 설정된 값을 초기화 할 수 있고, 'Clear'버튼을 누르면 구성된 회로를 제거하고 새로 구성할 수 있다. 논리 회로 시뮬레이션 도구는 기본 게이트로 표현 가능한 회로를 직접 구성하여 시뮬레이션할 수 있으므로, 강의 내용에서 설명하는 회로 이외에 학습자 자신이 원하는 회로를 구성하고 시뮬레이션 할 수 있는 학습 환경을 제공한다.



(그림 7) 시뮬레이션 도구 화면

4.3 학습 보조 도구의 구현

게시판, 자료실, 토론방, 찾아보기 같은 도우미 기능을 제공하면 학습에 관련하여 필요한 자료를 학습자 스스로 찾아 볼 수 있다. 또한 학습내용에 관련된 내용을 보조하기 위한 찾아보기 기능은 일반적으로 출판되는 책에서와 같이, 검색하는 용어가 설명되어 있는 다른 페이지를 참고할 수 있는 기능이다. (그림 8)은 찾아보기 기능의 검색 결과를 나타내는 화면이다.

「 찾아보기

키워드 검색 :

분류 검색 :

내용 검색 결과 (게이트: 22)

- 논리게이트 1.2 논리 게이트
- 버퍼 게이트 3.4.2 병렬로든 가진 레지스터

(그림 8) 찾아보기 검색화면

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 학습자의 일방적인 학습 형태가 아닌 학습자와 학습 콘텐츠간의 상호작용 요소를 강조한 콘텐츠인 시뮬레이션 도구를 구현하였다. 시뮬레이션 도구는 직접 학습자가 여러 가지의 게이트를 가지고 직접 회로를 구성하는 교수-학습 방법을 제공한다.

기존의 정적인 콘텐츠의 웹기반 코스웨어와 비교하면, 학습자의 학습 동기를 극대화 할 수 있다.

또한 학습자의 능동적인 학습 참여를 유도함으로써 학습자의 학습 성취도를 증진시킬 수 있었다.

향후 연구할 과제는 현재 시뮬레이션 도구는 4개의 기본 게이트를 이용하여 회로를 구성하고 있기 때문에 저장기능을 이용한 순차회로 설계에 어려움이 많다. 실제로 컴퓨터를 구성하는 많은 회로들은 순차회로를 포함하고 있기 때문에 웹기반으로 순차회로를 설계할 수 있는 시뮬레이션 도구 콘텐츠를 개발하고자 한다.

참고문헌

- [1] Jones, M.K. (1989). Human-Computer Interaction : a design guide. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- [2] Moore, M.G., & Kearaley, G. (1996). Distance Education, Wadsworth Publishing Company.
- [3] 김영식, 김태영, 김한일 (1999). 컴퓨터 교육을 위한 핵심과목 웹 코스웨어 설계 및 구현. 한국컴퓨터교육학회 제 3 권 제 2 호, p25-37.
- [4] 구덕희, 장세희, 김영식 (2000). 시뮬레이션 게임형 웹 코스웨어 저작 모델에 관한 연구. 한국컴퓨터산업교육학회, 제 1 권 제 1 호, p1-10.
- [5] 장세희, 구덕희, 김영식 (2000). 내재적 학습동기 유발을 위한 웹 콘텐츠 설계 전략에 관한 연구. 한국컴퓨터산업교육학회, 제 1 권 제 1 호, p11-18.
- [6] 이영해 외 (1998). 분산 환경하에서의 웹기반 시뮬레이션에 관한 연구. 한국시뮬레이션학회 제 7 권 제 2 호, p79-89.