

웹 기반 프로그래밍 교육 시스템

김은미⁰ 이형채 한경숙
한국산업기술대학교 컴퓨터공학과
{eunmi201⁰, hcl80, khan}@kpu.ac.kr

Web-Based Education System for Programming Language

Eun-Mi Kim⁰ Hyung-Che Lee Kyung-Sook Han
Department of Computer Engineering Korea Polytechnic University

요 약

WBES(Web-Based Education System for Programming Language)는 웹을 기반으로 한 프로그래밍 학습 시스템이다. 학습자와 교수자가 시스템적-공간적 제약에 구애 받지 않도록 하여 학습자에게는 자율적이고 효율적인 학습이 가능하도록 하고 교수자에게는 과제제출이나 성적부여에 편의성을 극대화 한다는 장점이 있다. 본 논문에서 제안하는 WBES의 구현으로 가상학습시스템의 실습교육환경이 구축 문제를 해결하여 이혼교육과 그에 따른 실습이 병행되도록 한다. 또한 교수자 일인당 많은 학습자가 존재하는 현재의 교육환경에서 과제제출과 채점, 성적부여에서 학습자를 개인단위로 관리해야 하는 어려움을 별도의 과정이나 번거로움 없이 해결한다. 향후 본 시스템은 사이버대학, 방송대학, IT교육기관 등의 가상교육 학습시스템의 컨텐츠로 활용 가능할 뿐만 아니라 점차 확대되고 있는 공학인증시스템에 도입되어 발전가능하다.

1. 서 론

인터넷의 확산과 더불어 웹(World Wide Web)은 가장 많은 사용자를 확보하고 있는 인터넷 서비스 중의 하나이다. 웹은 사용자가 웹브라우저를 실행시키는 것만으로 웹서비스를 이용할 수 있기 때문에 많은 사람들을 끌어 들일 수 있는 요인이 되었으며, 쉬운 접근 방식 때문에 다양한 학생층을 대상으로 훌륭한 교수도구로 활용될 수 있는 가능성이 있다[5].

본 논문에서 제안하는 WBES는 웹에 기반을 둔 교육 시스템의 한 모델로써 단편적으로 IT분야의 프로그래밍 관련강좌에 활용할 수 있다. 프로그래밍 실습에는 해당 프로그래밍 언어의 컴파일러 설치를 필요로 하는데 대부분의 컴파일러가 유료로 보급되고 있으며, 또한 다수가 통합개발환경(Integrated Development Environment)의 형태로 제공되기 때문에 입문자와 초급자에게는 실습환경 구축에 상당한 어려움이 있다. 반면에 자유 소프트웨어 재단(Free Software Foundation)에서 만들어진 GNU 프로젝트의 GCC(GNU Compiler Collection)는 무상으로 사용가능하나 이것 역시 설치와 이용에 숙달이 필요하다. 학습자뿐만 아니라 교수자도 다수의 학생들의 실습과 과제제출, 과제채점, 성적부여에 불편함을 겪고 있으며 특히 과제제출방법에 따라 시간과 노력이 증폭되는 실정이다. 또한 교수자에게 제출된 과제의 채점에 있어 표절프로그램의 판별을 손쉽게 할 도구가 없기 때문에 성적부여에 혼란과 장애를 초래한다.

WBES의 구현으로 교수자의 과제제출, 채점, 성적부여의 불편함을 감소시키고 학습자와 교수자의 프로그래밍 교육·학습에 있어서의 많은 제약들을 해결한다. 또한 표절프로그램의 판별을 위한 프로그램 유사성[3]을 검사함으로써 공정한 과제채점이 되도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련연구에 대해 설명하고, 3장에서는 시스템 구성과 주요기능을 설명한다. 4장에서는 시스템 구현에 대해 설명하고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대한 설명을 함으로써 논문의 끝을 맺는다.

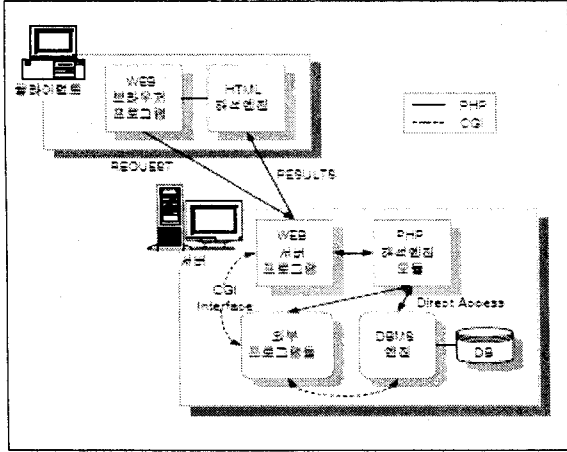
2. 관련연구

2.1 PHP와 MySQL

PHP[1, 6]와 MySQL[7]은 데이터베이스 기반 웹 응용 프로그램을 효과적으로 개발할 수 있는 이상적인 오픈소스 기술이다. PHP는 개발자가 고성능의 웹 응용 프로그램을 쉽게 개발할 수 있도록 설계된 강력한 스크립트 언어이며 MySQL은 빠르고 신뢰할 수 있는 데이터베이스이다[1]. PHP는 HTML, 자바스크립트와 같은 언어들과 달리 서버 내에 있는 PHP해석엔진을 통해 처리된다. CGI와도 별도로 구별되어 웹서버 모듈로 동작하면서 데이터베이스를 직접적으로 접근할 수 있으며 다른 외부의 프로그램도 실행시킬 수 있다. 이러한 모듈방식은 다중사용자가 접속했을 때 CGI 방식에 비해서 빠른 실행 속도와 함께 서버의 부하를 줄일 수 있다[2].

PHP와 MySQL을 본 WBES구현에 사용하면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, SQL문을 PHP에 쉽게 삽입하여 데이터베이스의 삽입, 수정, 삭제를 쉽게 할 수 있다. 둘째, PHP의 독립적인 처리방식이 다중사용자 접속에도 서버에 많은 부하를 주지 않기 때문에 다중사용자가 이용하는 웹기반 교육 시스템에 적합하다. 셋째, 비교적 문법이 간단하고 다른 언어들과의 호환성이 뛰어나며 별도의 컴파일 과정을 거치지 않기 때문에 개발과정에서의 디버깅 시간을 단축할 수 있다. MySQL은 다양한 웹서버와의 연결을 지원하나 PHP와의 사용에서는 Apache서버를 사용하기를 권장한다.

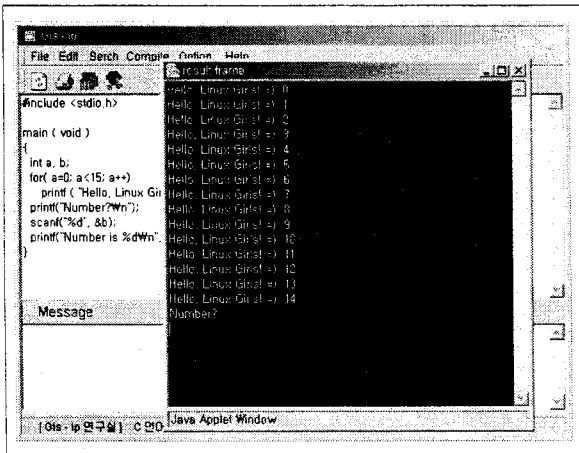
아래 [그림1]은 PHP언어의 해석과정[2]을 표현한 것이다.



[그림 1] PHP언어의 해석과정

2.2 온라인 C언어 가상 실험실

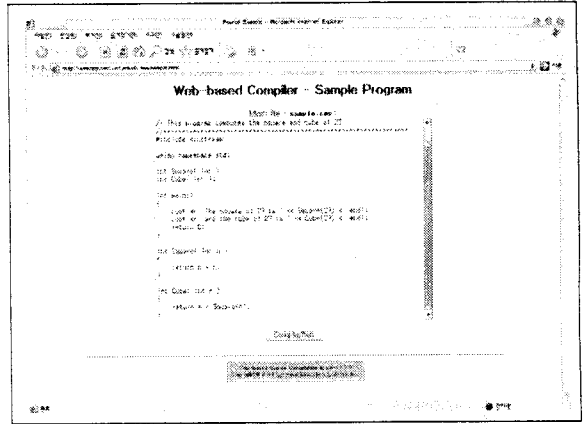
순천향대학교 GIS-IP 실험실에서 개발한 온라인 C언어 가상 실험실[9]은 현재 국내에서 서비스되는 거의 유일한 시스템이다. 자바를 이용하여 컴퓨터 프로그래밍 실험을 할 수 있게 하는 시스템으로써 자바애플릿 화면에 학습자가 소스를 입력하면 서버에서 컴파일과 실행을 통해 자바애플릿 화면으로 다시 결과를 전송하는 작업을 수행한다. 입력이 필요한 함수가 사용되었을 때는 입력 또한 가능하다. 저학년을 대상으로 운영되고 있으며 그 밖에 보고서관리, 온라인시험, 성적산출 및 관리의 기능을 제공한다. 그러나 로컬 컴퓨터에 자바개발키트(Java Development Kit)가 설치 되어있어야만 시스템을 사용할 수 있다는 점이 단점으로 지적될 수 있다.



[그림 2] 온라인 C언어 가상 학습실의 실행화면

2.3 Web-Base Compiler System

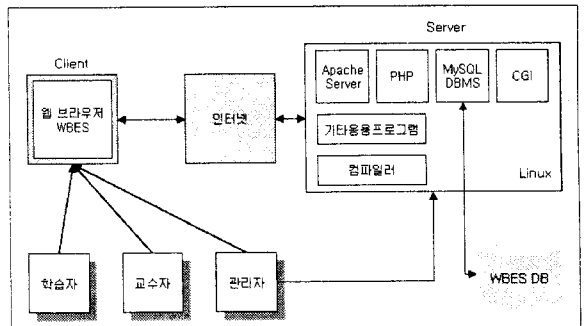
Universal Education Systems, Inc.의 Tom Irby 와 Don Retzlaff에 의해 개발된 Web-Based Compiler System[12]은 입문단계의 학습자들에게 C++프로그램이 어떻게 개발되는지에 대한 도움을 주기 위해 제작되었다. 로컬 컴퓨터에 어셈블러와 컴파일러의 사본을 가지고 있지 않아도 시스템을 이용할 수 있다. 이 시스템에서 제공하는 기능은 컴파일과 실행 이외에도 과제제출, 과제채점, 성적 부여 등이 있다고 명시되어 있으나 컴파일과 실행 이외의 기능은 현재 서비스가 중지된 상태이다.



[그림 3] Web-Based Compiler System

3. 구성 및 주요기능

본 논문에서 구현한 WBES는 실험, 과제제출, 채점, 성적부여 등의 기능을 WBES하나로 모두 수행할 수 있다. WBES의 기본 사용자는 학습자, 교수자, 관리자의 3분류로 나눌 수 있다. 각 사용자의 요청은 웹을 통해 서버로 전달되어 처리되며 각각의 기능을 수행한다. 전체적인 시스템의 구성도는 [그림 4]와 같다.

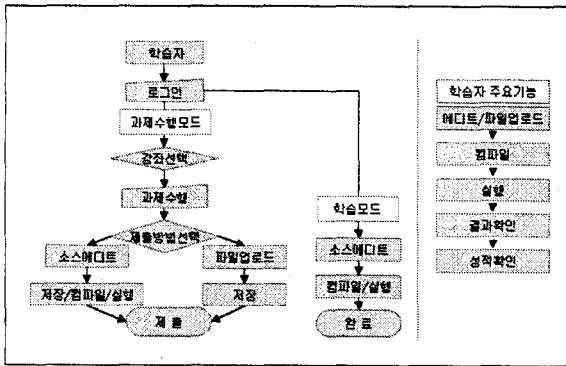


[그림 4] WBES의 시스템 구성도

시스템은 학습자, 교수자, 관리자의 사용자별로 다른 기능을 제공하며 각기 다른 행동 구성을 가진다.

3.1 학습자

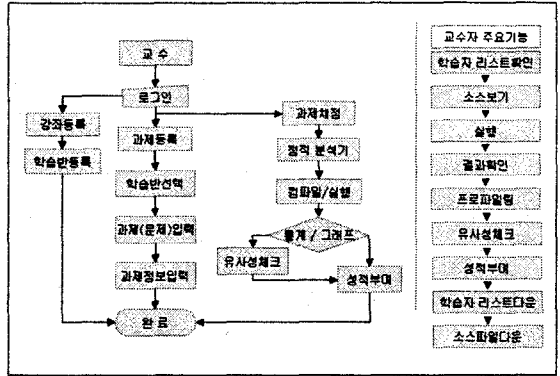
학습자가 웹을 통해 WBES에 로그인 하면 학습모드와 과제수행모드로 나뉘게 되고 모드 간에 각기 다른 절차를 가지고 행동을 취한다. 과제수행모드를 선택하는 경우에는 수강하는 강좌를 선택하고 출제된 과제에 대해 소스 편집이나 파일 업로드 기능을 통해 프로그램을 컴파일, 실행할 수 있으며 최종적으로 과제제출이 가능하다. 학습모드를 선택하는 경우는 자기주도적인 학습이 가능하다. 지원하는 프로그래밍 언어는 C, C++, JAVA로 컴파일 옵션 선택이 가능하고 데이터를 입력받는 등의 대화형 프로그램도 가능하기 때문에 초중급자의 프로그램 실습에 좋은 학습 도구이다. 학습자의 행동구성 및 주요기능은 [그림 5]와 같다. 학생은 모드에 상관없이 소스편집, 컴파일, 실행, 결과보기의 한 과정을 수행한다. 과제수행모드를 선택 했을 때만 과제를 제출하고 제출한 과제에 대한 성적을 열람하는 부가적인 기능을 이용할 수 있다.



[그림 5] 학습자의 행동구성 및 주요기능

3.2 교수자

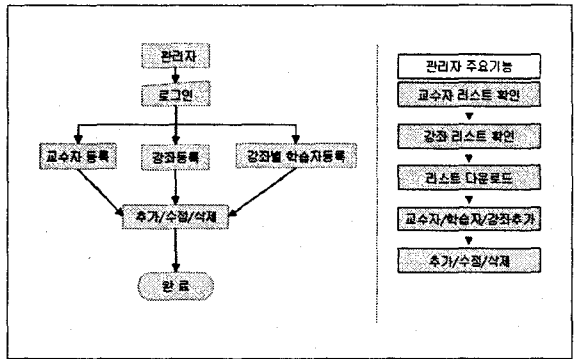
웹을 통해 WBES에 로그인하면 교수자는 새로운 강좌등록, 과제출제, 제출된 학습자들의 과제채점, 수강 학습자의 명단 확인 등의 크게 네 가지 기능의 이용 가능하다. 제출된 과제는 학습자들의 과제제출방법에 영향을 받지 않으면서 실시간적으로 채점이 가능하다. 그리고 채점에 부가적인 교수자의 행동이 요구되지 않기 때문에 기존의 성적부여에 대한 번거로움을 해소시킬 수 있다. 또 프로그램 유사성 검사[3, 4]를 통해 학습자들의 표절 프로그램을 색출할 수 있어 성적부여에 장애를 줄이고 공정을 기할 수 있다. 여기서 유사성 검사는 단순한 문자열 줄 단위의 비교가 아닌 흐름 그래프 형태와 출현 빈도수에 의한 유사성 체크이다 [3]. 교수자의 행동구성 및 주요기능은 [그림 6]과 같다.



[그림 6] 교수자의 행동구성 및 주요기능

3.3 관리자

관리자는 WBES에 필요한 제반 기능을 수행한다. 교수자, 강좌, 강좌별 학습자를 등록할 수 있으며 기존의 데이터의 추가, 수정, 삭제가 가능하다. 관리자의 행동구성 및 주요기능은 [그림 7]과 같다. 관리자는 데이터를 등록하거나 기존의 데이터를 추가, 수정, 삭제하는 기능을 수행하므로 데이터베이스와 직접적인 연결을 통해 작업을 수행해야만 한다.



[그림 7] 관리자의 행동구성 및 주요기능

4. 시스템 구현

4.1 구현의 특징

정적분석

WBES는 프로그래밍에 있어 학습자들이 어려움을 겪는 컴파일 타임의 오류에 대한 부가적인 정보와 메모리 누수(memory leak), 부작용(side effect), 코딩실수, 보안 취약성(security vulnerabilities) 같은 문제점을 미연에 방지하기 위하여 정적분석[8]을 이용한다. 정적분석은 어떤 프로그램을 컴파일 할 때 그 프로그램을 실행시키지 않고 그 자체를 분석하는 것을 말한다. 보통의 경우 프로그램을 실행시켜보지 않고서는 내재된 위험요소나 논리적 오류를 찾기가 힘들지만 정적분석을 이용하면 도움을 받을 수 있다.

프로파일링

대부분의 컴파일러는 스스로 최적화 기능을 수행한다. 하지만 컴파일러에 의한 최적화 이외에도 성능향상의 목적으로 최적화를 수행할 수 있다.

프로파일링(profiling)[10, 11]은 프로그램의 성능을 높이기 위해 최적화할 코드 및 함수의 위치를 발견하도록 도와준다. 프로그램을 프로파일링하면 코드의 어떤 부분을 자주 사용하고 어떤 함수가 CPU 시간을 많이 사용하는지 알 수 있다. 이 두 정보는 최적화할 대상을 정하는데 유용하다. 실제 프로그램을 실행하면서 정보를 모으기 때문에 감춰진 오류를 찾는 데도 유용하다. 프로파일링 정보에는 두 가지 정보가 있다.

• Flat Profile

함수별로 사용하는 CPU 시간과 호출 횟수를 보여준다. 수집한 전체 프로파일링 정보의 간단한 요약이다. 성능을 높이기 위해 어떤 함수를 다시 작성하거나 수정할지 알려준다.

• Call Graph

모든 함수에 대해 자신을 포함하여 다른 함수가 호출한 횟수를 보여준다. 그래서 어떤 함수 호출을 없애거나 다른 효율적인 함수로 대체할지 제안한다. 이 정보는 함수들 간의 관계를 드러내고, 감춰진 버그를 알려주기도 한다.

위의 두 가지 정보를 모아 프로그램의 최적화를 위해 사용한다. 또 프로파일링은 프로그램의 최적화뿐만 아니라 표절 프로그램의 식출에도 도움을 줄 수 있다.

유사성 검사

프로그램의 문법구조와 프로그램 실행 시 의존관계를 갖는 콜 그래프를 가지고 유사성 검사를 한다. WBES에서 사용하는 흐름그래프 형태와 출현빈도수에 의한 유사성 검사는 학습자들의 과제 제출에서 표절 프로그램을 식출하는데 도움을 줄 수 있다.

학습자 이전 기록 보유

교수자에게 제출한 학습자의 과제가 표절프로그램이라고 밝혀지면 학습자의 과제제출 기록에 남게 된다. 즉, 학습자가 표절프로그램을 제출할 때마다 기록이 누적되어 교수자의 성적부여에 객관적인 자료가 된다.

학습자 명단과 소스파일 다운로드

해당강좌를 수강하는 학습자의 명단을 CSV(Comma Separated Value)형식의 파일로 다운로드할 수 있다. CSV형식의 파일은 엑셀 문서로 편집 가능하기 때문에 교수자의 강좌운영에 도움을 줄 수 있다. 또한 학습자가 제출한 과제의 소스들을 압축파일의 형태로 다운로드할 수 있으므로 교수자의 오프라인 작업이나 강좌의 기록보존에 유용하다.

4.2 기존 시스템과의 비교

2장에서 소개한 기존시스템은 본 시스템과 유사한 기능을 수행한다. 기존시스템과 비교하여 본 논문에서 제안한 WBES는 컴파일 옵션 선택으로 최적화와 라이브러리 등을 이용할 수 있고, 정적분석을 이용하여 프로그램 실행 전에 보안 취약점이나 논리 오류 등의 문제를 발견할 수 있어 보다 안정적인 시스템이라 할 수 있다. 그리고 프로그래밍 실습에 있어서 기존시스템은 C나 C++만의 학습을 제공하지만 본 시스템은 C, C++, JAVA 언어의 프로그래밍을 가능하게 하여 절차지향언어와 객체지향언어를 동시에 학습할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 소스편집기능 이외에도 컴파일 미설치 환경에서 로컬 컴퓨터에서 보유하고 있는 소스파일을 업로드할 수 있는 기능이 있어 프로그래밍에 편리하다. 또한 기존의 시스템이 실습교육을 위한 시스템에 초점을 두고 있다면 본 시스템은 실습교육뿐만 아니라 교수자의 강좌 운영에 도움이 되는 학생 명단의 확인, 과제출제, 과제채점, 성적부여 등의 기능들을 제공하고 있다. 또한 부가적으로 명단이나 제출된 과제를 파일 형태로 다운 받을 수 있는 기능까지 보유하고 있다.

[표 1] 기존 시스템과의 차이점

구분	A	B	C
실습가능언어	C C++ JAVA	C	C C++
정적분석	○	X	X
유사성검사	○	X	X
소스파일업로드	○	X	○
프로파일링	○	X	X
컴파일 옵션	○	X	X
라이브러리 옵션	○	X	X
컴파일러 선택	○	X	X
강좌 관리 기능	○	X	○
온라인 시험	X	○	X

[표 1]은 기존 시스템과 본 시스템을 비교한 것이다. 구분의 A는 본 논문에서 구현한 프로그래밍을 위한 웹 기반 교육 시스템, B는 온라인 C언어 가상학습실의 시스템, C는 Web-based Compile System을 나타낸다.

5. 결론 및 향후 연구

인터넷의 빠른 보급과 시장의 확대는 교육 분야에도 영향을 주어 웹 기반의 가상 교육이 교육환경의 한 부류로 자리 잡았다. 그리고 사회의 평생교육의 인식이 사이버교육, 인터넷 방송, 온라인 멀티미디어 강의, 교육용 웹 등과 같은 e-Learning 증가의 결과를 가져왔다. 그러나 IT분야에서의 e-Learning의 수는 극히 부족할 뿐만 아니라 단순기능만을 제공한다. 따라서 시스템의 구현으로 가상학습시스템의 실습교육환경 미 구축 문제를 해결하여 이론교육과 그에 따른 실습이 병행되도록 한다. 또

한 가상학습 시스템은 학습자와 교수자가 프로그래밍에 있어 시스템적 제약과 장소에 구애 받지 않고 자율적이고 효율적인 학습을 수행할 수 있게 한다. 본 시스템은 특성상 가상 교육만을 지원하는 사이버대학, 방송대학과 같은 교육기관이나 기업의 사원 기술교육에 활용될 수 있으며, 또한 최근에 시행되어 확산되고 있는 공학 인증 시스템에 도입하여 활용될 수 있다. 그리고 교수자 일인당 많은 학습자가 존재하는 현재의 교육환경에서의 과제 제출과 채점, 성적부여에서 학습자를 개인단위로 관리해야 되는 어려움을 별도의 과정이나 번거로움 없이 해결한다.

WBES의 장점은 첫째, 가상공간의 교육으로도 종래의 교육환경에의 교수자와 학습자의 상호작용을 저해하지 않는다. 둘째, 친숙한 환경에서의 학습이 이루어지도록 하여 학습자가 자율적이고 효율적인 학습이 가능하도록 한다. 셋째, 언제 어디서나 인터넷 환경만 구축되어 있다면 학습자가 원할 때 학습이 가능하여 초기입문단계의 기초지식과 별다른 자원 없이도 학습이 이루어질 수 있기 때문에 학습성취도가 높다. 넷째, 교수자의 강좌 운영에 도움을 줄 수 있는 기능을 보유하고 있어 교수도구로서의 이용가치가 매우 크다.

WBES는 향후 다음과 같은 것을 연구해야 한다. 첫째, C언어에 의한 시스템파괴(System Crash)에 대한 대응방안을 모색하는 것이다. C언어가 가지고 있는 특징 중에 하나는 포인터형 변수를 제공하여 프로그램 작성자가 임의의 주소영역에 쉽게 접근할 수 있다는 점이다. 따라서 운영체제에 의해서 통제되지 못한 메모리영역은 C언어를 통해서 읽기, 쓰기, 실행이 가능하다. WBES는 이러한 C언어의 특성에 따라 임의의 메모리를 접근할 수 있는 통로 역할을 할 수 있고, 따라서 학습자가 악의성을 가지고 작성한 위해코드는 프로그램 보안침해 수단으로 악용될 수 있다. 그러므로 WBES는 이러한 위험성에 대한 경각심을 높이고 위해 코드에 대한 대응방안을 모색해야 할 것이다. 둘째, 온라인 강의나 시험의 기능과 접목하여 통합적인 교육도구로써 발전해야 할 것이다. 마지막으로 가상학습시스템에서의 학습자와 교수자의 상호작용을 보다 높이기 위해 튜터 모형[13]을 설계하고 구현하여 도입해야 할 것이다.

WBES는 위에서 제시한 향후 연구 수행으로 교육시스템의 보조도구가 아닌 주 도구로써 큰 역할을 수행하게 될 것이다.

<참고문헌>

[1] Laura Thomson, Luke Welling "성공적인 웹 프로그래밍 PHP와 MySQL", 정보문화사, 2005.
 [2] 하일규, 강병욱, "문항출제와 문항분석이 가능한 웹 기반 교육시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지 D, Vol.9-D, No.03, pp. 0511~0522, 2002.06
 [3] 서선애, 한태숙 "흐름 그래프 형태를 이용한 함수형 프로그램 유사성 비교", 한국정보과학회 논문지 B-

소프트웨어 및 응용, Vol.32, No.04, pp. 0290~0299, 2005.04
 [4] 서선애, 장선숙, "CloneChecker", <http://ropas.snu.ac.kr/n/clonechecker/>
 [5] 이태욱, "컴퓨터교재연구", 좋은소프트, pp.330-331, 1999.
 [6] S. S. Bakken, "PHP Manual", 2001, <http://www.php.net/manual>
 [7] MySQL AB, "MySQL Manual" 2001, <http://www.mysql.com/documentation/mysql>
 [8] Inexpensive Program Analysis Group, "Splint", <http://www.splint.org>
 [9] 순천향대학교, "온라인 C언어 가상 학습실", http://gis-ip.sch.ac.kr/~cks1329/c_lecture1/index.html
 [10] gprof, <http://www.gnu.org/software/binutils/manual/gprof-2.9.1>
 [11] Vinayak Hegde, "Programmer's Toolkit: Profiling programs using gprof", <http://linuxgazette.net/100/vinayak.html>
 [12] Tom Irby, Don Retzlaff, "Web-based Compiler System", <http://webcpp.csci.unt.edu/>
 [13] 정은선, 송희현, 강오한, "가상 교육 시스템에서 학습자 - 튜터 간 상호작용 모형 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지 A, Vol.10-A, No.05, pp. 0589~0594, 2003. 10