제20회 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제10권 제2호 (2003. 11)

자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템

오정석*, 원대희*, 추승우*, 이재영*
*한림대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {jsoh, dhwon, s954609, jylee}@center.cie.hallym.ac.kr

An Automatic Auxiliary System to Score Subjective Programming Tests

J.S Oh*, D.H Won*, S.W CHU*, J.Y Lee*
*Dept. of Computer Engineering, Hallym University

요 약

기존의 주관식 문제 채점 보조 시스템에서의 프로그래밍 주관식 문제는 학습자가 프로그래밍을 완성한 후 이를 웹 서버에게 전송하면 웹 서버는 이를 출제자에게 통지하고, 통지 받은 출제자는 학습자의 답안을 직접 보고 채점하는 복잡한 채점 보조 시스템이었다. 본 논문에서는 프로그래밍 주관식 문제의 경우 이러한 복잡한 채점 보조 시스템을 탈피하고, 학습자의 프로그래밍 소스를 객관적으로 평가하며, 자동으로 답안을 채점하는 채점 보조 시스템을 제안한다.

1. 서론

인터넷이 대중화가 됨에 따라 교육 환경에서도 많은 변화가 일어나고 있다. 학습자는 시간과 장소의 제약에서 벗어나 자신이 원하는 교육 프로그램을 자유롭게 학습할 수 있게 되었다. 하지만 여기서 해결해야 할 문제점이 있다. 그 문제점은 학습자의 수학 능력을 평가하기 위해 시험을 치르는 데 있어 객관식 문제는 컴퓨터로 채점하기는 쉬우나 주관식 문제를 채점하기에는 해결해야 할 문제점이 많다는 것이다. 이 대안으로 주관식 문제 채점 보조 시스템이 제안되었다[1, 2].

주관식 문제 채점 보조 시스템은 학습자가 시험에 응시한 즉시 출제자에게 채점을 의뢰하는 정보를 보내고, 출제자가 접속하면 채점에 필요한 정보를 화면에 보내주고, 이를 기준으로 채점 결과를 만들어 학습자에게 알려주는 것이다[1]. 하지만 이 시스템을 이용한 프로그래밍 주관식 문제 채점의 경우 채점을 하기 위해 출제자에게 통지해야 하는 불필요한 점과 객관적인 채점의 기준을 유지하기 힘들다는 점이 있다.

본 논문에서는 이전에 제안되었던 주관식 문제 채점 보조 시스템의 프로그래밍 주관식 문제의 경우에 복잡한 채점 방식에서 탈피하여 이를 자동화시키고자 한다.

2. 주관식 문제 채점 보조 시스템

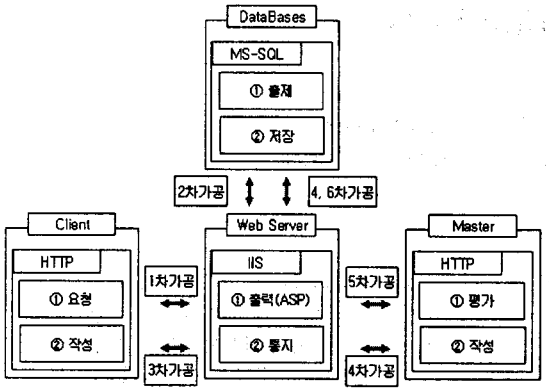
주관식 문제 채점 보조 시스템은 학습자, 웹 서버와 데이터베이스 서버, 제출자의 역할이 분담되어 문제를 요청, 출제, 저장하고 채점하였다.

다음의 [그림 1]은 기존의 주관식 문제 채점 보조 시스템의 개략적인 구성도를 보여준다.

[그림 1]의 구성도를 살펴보면 학습자가 웹 서버에게 서비스 요청을 보내면 데이터베이스 서버에서는 문제를 출제한 후 웹 서버에게 전달해 준다. 웹 서버는 이를 전송 받아 학습자에게 디스플레이 해준다. 학습자가 문제의 답안을 작성하여 웹 서버에게 전달하면, 웹 서버는 이를 저장하는 동시에 전자우편이나 전화로 출제자에게 연락하여 채점 의뢰를 한다. 채점 의뢰를 받은 출제자는 웹 서버에 접속하여 학습자가 작성한 답안과 채점 기준을 가지고서 이를 평가한 후, 채점한 점수와 변경된 채점기준, 틀린 문제의 해설 등을 웹 서버에게 전달한다. 그러면 웹 서버는 이를 데이터베이스 서버에 저장하고 학습자에게 디스플레이 해준다[1].

위의 주관식 문제 채점 보조 시스템을 이용하여 프로그래밍 주관식 문제를 출제하면 출제자는 채점 의

뢰를 받을 때마다 웹 서버에 접속하여 학습자가 입력한 각 주관식 문제의 프로그래밍 소스를 직접 컴파일과 실행을 하여 제출자의 답안과 비교, 분석하여 이에 대한 채점 결과를 직접 입력해야 했다. 그리고 해당 문제에 대한 채점 기준이 매번 수정될 수 있으므로, 각 학습자의 프로그래밍 소스에 대한 일관된 평가를 내릴 수 없었다. 또한, 틀린 문제에 대한 해설도 직접 입력해야 하는 등, 채점에 관해서는 출제자에 대한 의존도가 높아 출제자의 작업 능률에 따라 학습자가 채점 결과를 받아 볼 수 있는 시간이 일정하지 않게 되었다. 이에 대한 문제점을 보안하기 위해 채점에 대한 출제자의 역할을 웹 서버가 담당하도록 하는 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템을 제안한다.



[그림 1] 주관식 문제 채점 보조 시스템의 간략한 구성도

3. 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템

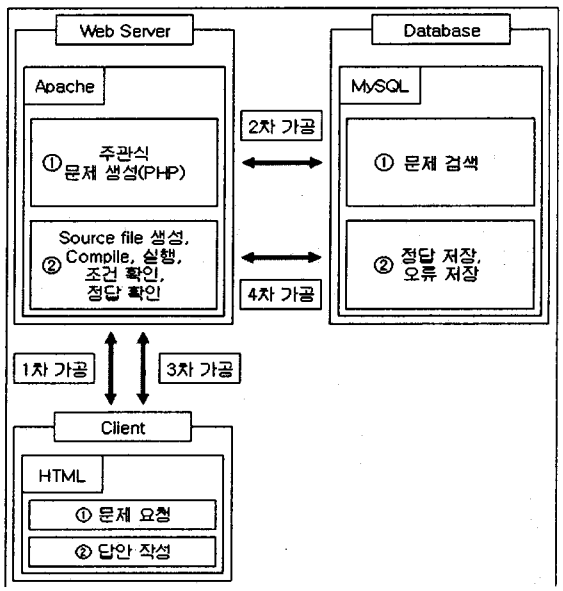
자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템에서는 출제자가 문제를 출제하기 위해서는 문제와 상세 조건, 컴파일 방법, 인수, 실행 방법, 출력 결과를 입력하도록 하고, 학습자가 답안을 작성하여 웹 서버에게 전달하면 웹 서버에서는 이를 프로그래밍 소스로 만들고 이를 출제자가 입력한 컴파일 방법으로 컴파일 하여 오브젝트 파일을 생성하고, 이 오브젝트 파일에 인수를 넣어 출제자가 입력한 실행 방법대로 실행하게 하여 출제자가 입력한 출력 결과와 비교한다. 또한 학습자의 프로그래밍 소스가 출제자가 입력한 상세 조건과 부합하는지 검사하도록 하여 이에 대한 결과를 데이터베이스 서버에 저장하도록 한다. 즉, 출제자가 담당했던 역할을 모두 웹 서버에서 자동으로 실행하도록 하는 시스템이다.

3.1 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템 구성

본 시스템은 WWW 에 바탕을 두고 Apache 와 PHP(PHP Hypertext Preprocessor), MySQL 을 사용하여 구현하였다.

다음의 [그림 2]는 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템의 구성도를 보여준다.

학습자가 웹 서버에게 프로그래밍 주관식 문제를 요청하고, 이를 작성한 다음 웹 서버가 이를 채점하여 결과를 데이터베이스 서버에 전달하기까지 총 4 회에 걸치는 가공을 거치게 된다. 우선 1 차 가공에서 학습자는 자신의 학습정보를 웹 서버에게 전달하면서 문제를 요청한다. 2 차 가공에서는 PHP 문서를 사용하여 웹 서버가 데이터베이스 서버에게 학습자의 학습정보를 전달하고, 그에 상응하는 학습자의 주관식 문제와 출제자가 입력한 상세 조건과 출력 결과를 함께 전송받아 이를 HTML 문서로 변환하여 학습자에게 디스플레이 해준다. 3 차 가공에서는 학습자는 전송 받은 문제와 상세 조건과 출력 결과에 따라 프로그래밍 하고 이를 웹 서버에게 전송한다. 4 차 가공에서는 웹 서버는 학습자에게서 전달 받은 학습자의 답안으로 프로그래밍 소스를 만들고 컴파일 하여 오브젝트 파일을 생성한다. 오브젝트 파일이 생성되면 출제자가 입력한 실행 방법과 인수를 사용하여 출력 결과를 만들고, 이 출력 결과와 출제자의 출력 결과를 비교, 분석한다. 모든 비교, 분석을 끝 맞추면 학습자의 프로그래밍 소스가 출제자가 원하는 상세 조건대로 입력되었는지를 검사하고 이에 대한 결과를 데이터베이스 서버에 전송하여 저장하도록 한다.



[그림 2] 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템의 구성도

3.2 프로그래밍 주관식 문제 채점 알고리즘

3.1 에서 언급하였듯이, 학습자가 웹 서버에게 주관식 문제를 요청하면 웹 서버는 데이터베이스 서버에

게서 학습자의 학습정보에 따른 문제와 상세 조건, 출력 결과를 함께 추출하여 이를 웹 서버에게 보내어 학습자에게 전송하도록 한다. 이를 전송 받은 학습자는 출제자의 의도대로 프로그래밍 하여 이를 다시 웹 서버에게 보낸다. 그러면 웹 서버는 아래와 같은 단계로 채점 알고리즘을 수행한다.

단계 1. 웹 서버는 전송 받은 학습자의 답안을 PHP 에서 지원하는 파일 함수를 사용하여 이를 프로그래밍 소스로 만들고, 이 문제를 채점하기 위해 출제자가 입력한 각 문제에 대한 컴파일 방법, 실행 방법, 인수, 상세 조건, 출력 결과를 데이터베이스 서버로부터 전송 받는다.
단계 2. 모든 정보를 전송 받은 웹 서버는 PHP 에서 지원하는 시스템 함수를 사용하여 출제자가 입력한 컴파일 방법대로 컴파일을 하고 이에 대한 리턴 값을 받는데, 에러일 경우에는 오답으로 간주하고 웹 서버의 부하를 줄이기 위해서 채점 알고리즘을 중단하고 에러 화면과 채점 결과를 데이터베이스 서버에 저장한다.
단계 3. 단계 2 가 성공일 경우에 생성된 오브젝트 파일로 PHP 에서 지원하는 시스템 함수로 출제자가 입력한 실행 방법과 인수를 가지고서 실행을 하고 이에 대한 리턴 값을 받는다. 이때도 에러일 경우에는 오답으로 간주하고, 채점 알고리즘을 중단하고 이에 대한 에러 화면과 채점 결과를 데이터베이스 서버에 저장한다.
단계 4. 단계 3 이 성공일 경우에 출제자가 입력한 출력 결과와 실행되어 나온 출력 결과가 일치하는 지를 검사하고 이에 대한 리턴 값을 받는다. 이때도 에러일 경우에는 오답으로 간주하고 학습자의 출력 결과와 채점 결과를 데이터베이스 서버에게 전송한다.
단계 5. 단계 4 가 성공일 경우에 학습자의 프로그래밍 소스가 출제자가 입력한 상세 조건이 모두 들어가 있는지 검사하고 이에 대한 리턴 값을 받는다. 이때도 에러일 경우에는 오답으로 간주하고, 출제자가 입력한 상세 조건 중에서 부합되지 않는 부분을 체크하고 채점 결과와 함께 데이터베이스 서버에게 전송한다. 성공일 경우에는 정답으로 간주하고 채점 결과를 데이터베이스 서버에게 전송한다.

4. 시스템의 구현 및 검토

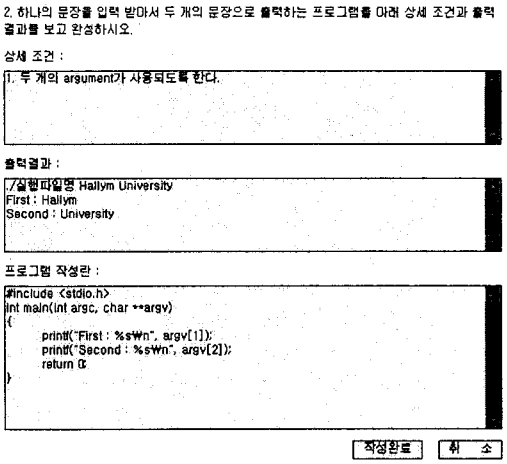
4.1 시스템 구현 환경

자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템의 구현 환경으로는 RedHat Linux 9.0 과 데이터베이스 서버는 MySQL-4.0.13 을 사용하였으며, 웹 서버는 Apache-1.3.27 이 사용되었고, 프로그래밍 언어는 PHP4.3.3 과 자바스크립트와 C 를 사용하여 작성하였다.

4.2 시스템 구현

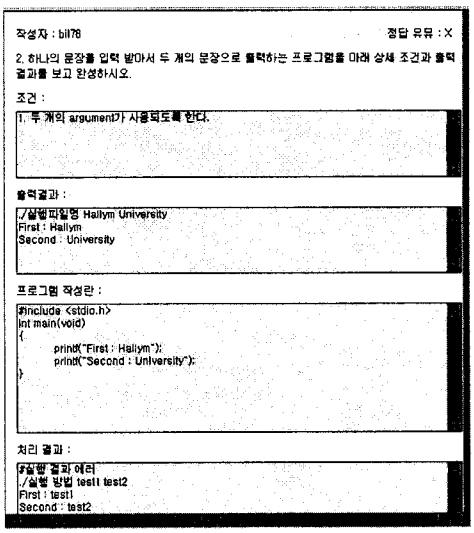
본 논문으로 구현된 시스템은 기존의 주관식 문제 채점 보조 시스템과 비교하여 프로그래밍 주관식 문제의 경우 출제자의 채점 역할을 웹 서버에게 담당하게 하여 채점을 자동화 한 것이다.

[그림 3]은 주관식 문제를 요청한 학습자의 화면이다. [그림 3]을 보면 문제와 출제자가 제시한 상세 조건과 출력 결과가 나타나 있으며, 아래의 빈칸에는 학습자가 프로그램을 입력하는 것이다.



[그림 3] 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템의 사용자 화면

[그림 4]는 학습자의 채점 결과 화면으로 학습자가 채점 처리를 요구하면 웹 서버에서는 이를 채점하여 학습자의 프로그래밍에서 에러가 난 곳을 출력하는 것이다.



[그림 4] 자동화된 프로그래밍 주관식 문제 채점 보조 시스템의 채점 결과 화면

5. 결론

본 논문에서 제안한 시스템은 주관식 문제 채점 보

조 시스템에서 프로그래밍 주관식 문제 출제가 가지고 있는 문제점을 개선한 것이다. 기존의 출제자가 담당하였던 복잡한 채점 시스템 구조를 웹 서버로 이관하여 채점 시스템을 자동화시킴으로써 채점 결과를 바로 알 수 있게 되었으며, 출제자의 주관이 개입될 소지가 있는 채점 기준을 엄격하게 제안하여 채점의 공정성을 살릴 수 있게 되었다. 또한 틀린 문제의 설명에 디버깅 정보가 들어가 있어 틀린 문제에 대한 디버깅을 할 수 있게 되어 학습효과를 높일 수 있게 되었다.

학습자가 문제와 관련이 없는 악의적인 프로그래밍 소스를 답안으로 작성하여 웹 서버에게 보내면 이 프로그래밍 소스가 컴파일 되어 생성된 오브젝트 파일이 실행되어 웹 서버에게 악영향을 미치는 단점을 가지고 있다. 이를 보안하여 향후 연구 과제로는 웹 서버에 악영향을 줄 수 있는 코드가 있을 경우 이를 조기에 발견 할 수 있는 알고리즘의 전환으로 가져와야 할 것이다. 그리하여 안전하고 빠른 채점 보조 시스템으로 가야 할 것이다.

참고문헌

[1] 방훈, 허성구, 김원진, 이재영, "웹상에서 주관식문제 채점보조 시스템", 정보과학회춘계학술대회, 한국정보과학회, 2001.04

[2] 원대희, 강태호, 김원진, 방훈, 이재영, "임의 추출 분할 방식을 이용한 동적 문제 출제 시스템", 한국정보과학회추계학술대회, 한국정보과학회, 2001.10

[3] Castagnetto 외 4 명 공저, 김권식 역, "PROFESSIONAL PHP Programming", 정보문화사, 2000.05

[4] Kurt Wall, Mark Watson and Mark Whitis 저/ 이태용 역, "언리쉬드 Linux Programming", 정보문화사, 2000.05

[5] 허정수, "MySQL Advanced Class", 베스트북, 2001.04

[6] Sewart, D. "Student support systems in distance education", ICDE 16th conference. 1994

[7] 박원길, 이정무, "아동과 초보자를 위한 프로그래밍 학습 시스템의 설계", 한국정보교육학회 학술발표논문집, 2000.

[8] 이현호, "프로그래밍 교육에 교육용 프로그래밍 언어 'SAM'의 적용 및 평가", 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문, 1996.