

멀티미디어가 지원되는 SPRT 시스템 설계 및 구현

범수균^{*} · 오암석^{**}

요 약

컴퓨터 기반 교육의 잠재적인 이점은 개별화 교육이다. 그러나 컴퓨터를 기반으로 한 교육의 목표는 완전하게 실행될 수 없었다. 가장 큰 이유는 자연어 이해에 대한 제약과 내재된 많은 문제점이다. 그럼에도 불구하고 컴퓨터 기반 평가 길이를 적당히 조절함으로써 학습자의 학습능력을 평가할 수 있는 CAT(Computer based Adaptive Testing) 프로그램 개발은 가능하다. 평가를 위한 문항 수가 두드러지게 감소하면서 반면에 합격과 불합격 판정이 매우 정확하다. 본 논문에서는 SPRT(Sequential Probability Ratio Testing) 방식을 이용한 평가시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 개별화 수업을 위하여 다양한 멀티미디어 오브젝트를 지원하고 클라이언트/서버 환경과 학습자 피드백, 다중-SPRT 그리고 학습자 모델을 유지 관리한다. 아울러 문항의 독립성을 위하여 각 문항의 coefficient alpha 값을 측정하여 관리하는 기능을 지원한다.

Design and Implementation of Multimedia Supported SPRT System

Soo-Gyun Beum^{*} and Am-Suk Oh^{**}

ABSTRACT

One of the potential advantages of computer-based instruction is individualization of instruction. However, this goal has not been fully realized in practice, due largely to limitations of natural language understanding and to combinatorial explosion. It is nonetheless possible to develop CAT(Computer based Adaptive Testing) programs which can adapt to students, depending on their performance, by adjusting the length of computer-based tests. The number of questions can be significantly reduced for many individuals, while mastery and nonmastery decisions remain highly accurate. In this paper, We design and implement a Diagnosis System using SPRT(Sequential Probability Ratio Testing). This system supports multimedia object, client/server environment, individual feedback, multi-SPRT and maintain student model for individualization of instruction. besides, this system measures coefficient alpha of each problem.

Key words: Edutainment, SPRT, CAT, CAI, Multimedia

1. 서 론

최근 컴퓨팅 기술의 성장과 함께 컴퓨터 교육 매체 개발이 활발히 진행되어왔고 이는 개별화 수업의 가능성을 한층 더 열어 주었다. 수준별 교육과정의 운영과 열린 교육의 실천을 위하여 어떻게 개별 학습자의 학습에 대하여 신속하고 정확하게 평가를 할

수 있을 것인가에 대한 적절한 방안이 요구되고 있다. 그러나 현재까지의 연구를 종합하여 볼 때, 적절한 평가도구는 제공되고 있지 않은 실정이다[8-10].

따라서, 본 연구는 교육 현실의 요구 사항들을 수렴하여, 개별화 수업을 위한 학습자의 학습 성취도를 효과적으로 평가할 수 있는 도구로써 SPRT(Sequential Probability Ratio Testing) 방식을 이용한 적응적 멀티미디어 평가 시스템을 설계하고 구현한다.

^{*} 정회원, 동명정보대학교 멀티미디어공학과 겸임교수

^{**} 정회원, 동명정보대학교 멀티미디어공학과 부교수

제안하는 시스템은 기존의 SPRT 방식의 시스템에서 나타나는 문제점을 보완한 적응적 멀티미디어 평가 시스템으로써 다중 SPRT 판정 서비스를 지원하고 학습자의 상태를 지속적으로 반영하는 학습자 모델을 유지 관리한다. 그리고 다양한 형태의 문제를 출제할 수 있도록 멀티미디어 오브젝트를 지원하며, 클라이언트/서버 환경을 제공한다. 마지막으로 문항간의 독립성을 유지할 수 있도록 지속적인 coefficient alpha 값의 측정하여 고도의 정선된 문항을 손쉽게 유지 관리 할 수 있는 기능을 제공한다.

2. 관련연구

2.1 컴퓨터활용의 적응적 평가종류

2.1.1 베타 분포의 사용

Tennyson 등에 의해 채택된 절차는 연속적 사전·사후 베타분포 (continuous beta distribution) 와 단일 절사점 (a single cut-off) 을 활용하는 것이다 [4]. 그리고 문항에 관련한 통제 요인을 고려하지 않았고 더구나 연속분포들이 사용되기 때문에 양쪽의 절사점에 관한 사후의 베타분포의 영역을 발견하기 위해서는 수리적인 누적방법이 필요하다. 따라서 많은 검사 시간이 소요되어 실용성이 다소 떨어진다.

2.1.2 적응적 숙달 검사

적응적 숙달 검사 (AMT : Adaptive Mastery Testing) 는 Lord 와 Novick 에 의해 처음으로 개발된 문항 반응이론에 기초를 두고 있는데, 이 접근법에서는 문항모수치 함수를 사용한다는 점이 SPRT 에 비해 뚜렷한 이점이다. 검사를 수행할 때, 가능한 현재의 피검자의 성취도 수준의 추정치에 가깝게 일치되는 문항이 선택되며, 동시에 문항 변별력을 최대화하고 추측을 최소화시키는 문항이 선택되게 된다. 그러나 문항 난이도를 검증하기 위한 많은 실험자 및 실험이 요구되므로 그 실용성은 극히 떨어진다.[7].

2.1.3 순차적 확률비율 검사

SPRT(Sequential Probability Ratio Testing)형 모델은 여러 가지 적응적 평가 시스템 중에서 가장 단순하면서도 비교적 그 판정의 오차가 다른 평가 방식에 비해 크게 뒤지지 않는 방식이다. 쉽게 활용

할 수 있는 SPRT 방식은 수학자 Bayes의 이론에 바탕을 두고 있으며, 제조업 분야에서 상품의 불량률을 검사하는데 널리 사용되어졌다. SPRT의 가장 큰 이점 중의 하나는 고전적 통계방법에 비하여 결론에 도달하기 위해 소요되는 표본 (sample) 의 수가 현저히 줄어든다는 것이다[3,6,8].

2.2 SPRT 평가 시스템의 특성

2.2.1 SPRT 평가 시스템

SPRT 장점으로는 첫째, 특정 판정에 도달하기 위한 문항의 수가 현저하게 줄어든다는 것이다. 둘째, 판정의 정확성이다. SPRT는 해당 평가에 있어서 요구되는 통제변인을 설정하고 평가에 임하므로 판정에 있어 보다 정확성을 기할 수 있다는 것이다. 그리고 다른 CAT 시스템과 비교할 때, 평가에 앞서 통계적인 정보 수집과 같은 많은 사전 작업을 필요로 하지 않는다. 따라서 비용 대 효과적인 측면에서 그 효용적 가치는 높다[2,3,5,8].

2.2.2 SPRT 평가 시스템의 문제점

첫째, 평가 과정에서 자체 인정한 판정 오류 수치 (제1종 오류, 제2종 오류)에 대한 처리의 문제이다. [1,3].

둘째, SPRT 의 효과적인 판정을 위하여 합격 추정선과 불합격 추정선 설정에 대한 근거가 마련되지 못했다[1,8].

셋째, SPRT 방식의 특성상 합격과 불합격 판정만이 가능하며 '수, 우, 미, 양, 가'와 같은 여러 단계의 학습자 성취도 수준으로 판정할 수가 없다 [8].

넷째, 문항간의 독립성을 갖는 문제를 출제하거나 유지관리하기 힘들다[1].

그리고 기존의 평가 시스템은 주로 실험 연구 목적으로 개발되었으며, 실제 교육 현장에 적용하기 위한 부가적인 기능의 부족으로 실제 활용은 극히 미약하다[1].

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 시스템 설계

제안하는 시스템은 기존의 SPRT 방식의 시스템에서 나타나는 주요 단점을 보완한 적응적 멀티미디어

어 평가 시스템으로써 실제 교육 현장에 도입되어 효과적으로 활용될 수 있도록 다음과 같은 사항들을 고려하여 시스템을 설계하였다.

첫째, 합격 판정 점수에 수험자의 반응 성적이 분포하고 있을 때에는 많은 문항으로도 판정을 할 수 없는 상태에 이르는 단점과 SPRT 방식의 특성상 합격과 불합격 판정만이 가능하며 '수, 우, 미, 양, 가'와 같은 여러 단계의 학습자 성취도 수준으로 판정할 수가 없는 SPRT의 약점을 제안하는 SPRT 다중 판정을 통하여 보완한다.

둘째, SPRT의 주요 조건으로써 문항간 독립성을 효과적으로 유지관리 할 수 있도록 한다. 각 문항에 대한 맞음과 틀림 반응을 지속적으로 기록하고 coefficient alpha 값을 측정한다.

셋째, 다양한 형태의 문제를 출제할 수 있는 인터페이스와 멀티미디어 오브젝트가 지원되어야 한다.

넷째, 다수의 수험자를 효과적으로 평가할 수 있는 클라이언트/서버 환경이 지원되어야 한다.

다섯째, 적응적 학습 성취도 평가를 통하여 학습자의 학습 상태를 지속적으로 반영하는 학습자 모델을 유지 관리한다.

여섯째, 틀린 문항에 대한 학습자의 피드백 정보 및 문제 출제자를 위한 SPRT 실험 기능을 제공한다.

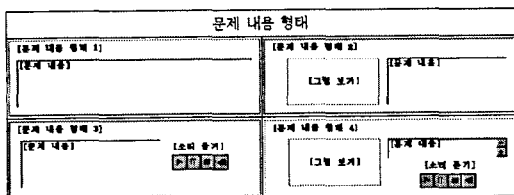
3.2 시스템 구현

3.2.1 시스템 구현 환경

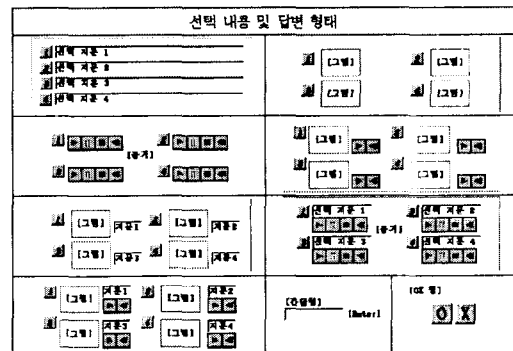
본 연구에서 제안하는 시스템은 다중 사용자 환경에 맞는 클라이언트/서버 구조 환경과 실제 교육 환경을 고려한 독립형 (stand alone) 의 두 시스템을 구현하였다.

3.2.2 문제 형태 인터페이스

문자, 그림, 소리 정보를 포함하는 다양한 문제 형태를 그림 1과 같이 지원한다.



(a) 문제 내용의 유형



(b) 선택 내용 및 답변 형태

그림 1. 문제 형태 인터페이스

4 종류의 문제 내용 형태와 9 종류의 선택 내용 및 답변 형태로써 총 36 종류의 문제 형태가 조합되어 생성된다.

3.2.3 데이터베이스 구조

제안하는 시스템의 데이터베이스는 평가를 위한 문제군으로서 다양한 형태의 문제를 지원하는 문제은행과 학습자의 상태를 나타내는 학습자 모델 그리고 문제 해설 및 기타 학습 정보를 가지는 치방자료로 구성된다.

문제은행 데이터베이스는 서술형 문제를 제외한 36 종류의 문제 내용과 각 문항의 맞음/틀림 반응을 지속적으로 기록하여 문항간 독립성을 유지하기 위한 coefficient alpha 계수 등의 정보를 저장한다.

문제은행의 스키마 구조는 그림 2와 같이 구성되어 있다.

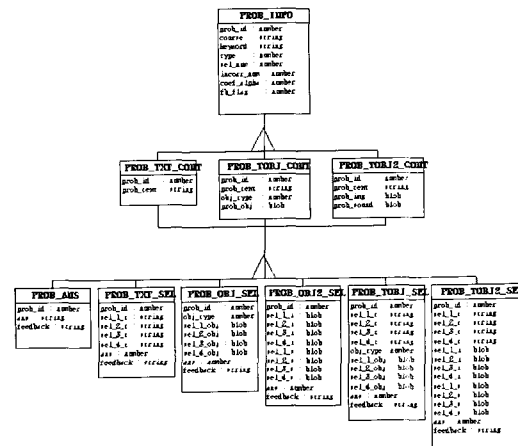


그림 2. 문제은행 스키마 구조

3.2.4 시스템 구성

시스템의 주요 구성 모듈은 SPRT 및 제안하는 다중 SPRT 평가 방식 모듈, 문제은행 관리 모듈, 학습자 모델 모듈, 개별 처방 모듈, SPRT 시뮬레이션 모듈과 기타 관련 모듈로 구성된다.

1) SPRT 모듈

SPRT 방식에 있어서 초기에 설정되는 합격과 불합격 추정선 그리고 허용 오차의 통제변인으로 학습 성취도를 판정해 나간다.

입력 : **Mastery_Level** (합격 추정선)
Nonmastery_Level (불합격 추정선)
Alternative (맞음/틀림 반응)
출력 : **Mastery/Nonmastery** (합격/불합격 판정)

```
Pom := 0.5; Ppn := 0.5; r := 0; w := 0;
While (No_Decision) Do
Begin
    Alternative := Input (Correct or Incorrect);
    Bayesian(Alternative);
    PR := (Pom * Pm^r * (1-Pm)^w) / (Ppn * Pn^r * (1-Pn)^w);
    If ( PR >= (1-beta)/alpha ) Then Decision(Mastery)
    else If ( PR <= beta/(1-alpha) ) Then Decision(Nonmastery)
    else ( beta/(1-alpha) < PR < (1-beta)/alpha ) Then
        Decision(No_Decision);
End;
```

그림 3. SPRT 알고리즘

2) 다중 SPRT 평가 모듈

SPRT 특성상 양극(높은 점수의 불합격 판정과 낮은 점수의 합격 판정) 구간부터 신속하게 판정에 도달하게 된다. 따라서 가장 잘 대표할 수 있는 각 추정 구간을 여러 단계로 설정하여 다중 SPRT 방식으로 판정해 나가는 방법을 제안하고 구현한다. 그림 4와 같이 각 추정 구간의 판정을 고려하여 판정함으로써 기존의 SPRT 시스템의 단점인 많은 문항으로도 판정을 하지 못하는 판정 미정 상태와 합격, 불합격 판정만이 아닌 수험자의 학습 성취도를 여러 등급으로 구분하여 식별할 수 있다.

그림 4에서 설정한 판정 점수 구간은 비교적 각 추정 구간을 가장 잘 대표하면서 판정의 정확도가 가장 높은 초기 값을 찾아 설정하기 위하여 다음과 같은 실험을 통해 얻었다.

먼저 SPRT 에 있어서 충족되어야 할 조건과 처방에 따라 만들어져 엄선된 100 문항을 출제하였다. 그리고 부산대학교에 재학중인 사범계 교직과목 수강자 237 명의 수험자를 표본으로 채택하여 시험을 치

판정 점수 구간	A (95-85)	B (90-75)	C (85-65)	D (80-55)	E (75-45)	F (70-35)	G (65-25)
초기 판정 상태	D	D	D	D	D	D	D
1차 판정	N	N	D	D	D	M	M
2차 판정	N	D	D	D	M	M	M
3차 판정	N	N	D	D	M	M	M
4차 판정	N	N	D	M	M	M	M
5차 판정	N	N	N	M	M	M	M

그림 4. 다중 SPRT 판정과정 예 (M:합격, N:불합격, D:미정)

른 후, 기록한 결과를 소급 적용하여 모든 합격 및 불합격 추정선에 대한 정확도를 시뮬레이션하였다.

```
입력 : Cut_Score (각 구간의 합격 및 불합격 추정선)
Decision_Count (판정될 모든 구간 수)
Alternative (정/오 반응)
M (최종 판정을 위한 기초 판정 구간 수)
출력 : Mastery/Nonmastery (합격/불합격 판정)
Achievement(수험자의 추정 성적 범위)

prob := 1; dc := 0; // prob : 출제 문항수, dc : 판정된 구간 수
While (prob <= Problem_Count) Do
Begin
    // 각 문항에 대한 정/오 반응
    Alternative := Input (Correct or Incorrect);

    // 각 판정 구간에 대한 다중 SPRT 판정
    For dcl:=1 To Decision_Count Do // dcl : 각 평가 구간의 레벨 번호
    Begin
        Decision_Value[dcl] := MSPRT(dcl, Cut_Score, Alternative);

        // 각 구간의 합격 및 불합격 판정 수 (미정은 제외)
        If Decision_Change(Decision_Value[dcl]) Then
        Begin
            dc := dc + 1;
        End;
    End;

    // 다중 SPRT 판정을 통하여 M 개의 구간에서 이미 판정된 결과를
    // 근거로 합격과 불합격 판정 구간 중심부에 도달되는 판정 미정인
    // 성적 구간을 수험자의 성적으로 추정 판정한다.
    If (M <= dc) Then
    Begin
        Result := Select_Middle_Value(Decision_Value);
        // 합격 및 불합격 여부 및 수험자의 추정 성적 범위 출력
        Output(Result);
    End
    prob := prob + 1;
End;
```

그림 5. 다중 SPRT 판정 알고리즘

3) 문제은행 관리 모듈

문제은행 관리 모듈은 문제은행 데이터베이스의 입출력을 관리한다. 평가가 시작될 때, SPRT 방법의 두 가정에 충족되도록 해당 주제 범위내의 문항을 비복원 무작위로 추출한다. 그리고 각 문항에 대한 수험자의 맞음과 틀림 반응을 지속적으로 기록하여 문항간 독립성을 측정한다.

그림 7은 문제은행의 문제와 문제 해설을 입력하는 예를 보여주고 있다. 문제 내용 형태 및 문제 선택 사항 형태를 설정하여 다양한 형태의 문제를 만들 수 있다. 그리고 각 문항에 대한 구체적인 해설과 학습내용을 추가적으로 처방 자료에 입력한다.

4) 학습자 모델 모듈

평가를 받은 수험자의 학습 성취도와 기타 관련 정보는 학습자 모델에 기록된다. 학습자 또는 학습준에 맞는 처방 및 개별 교육 계획을 수립하고, 학습자의 교육 과정을 유동적으로 변화시켜 줄 수 있는 정보를 제공한다.

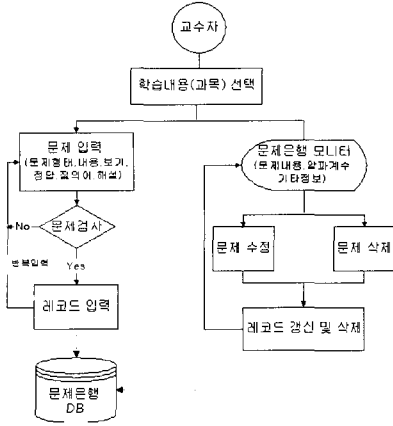


그림 6. 문제은행 관리 부분의 흐름도

5) 개별 처방 모듈

학습자의 학습 성취도 평가가 끝난 후, 각 학습자는 자신이 틀렸던 문항에 대하여 문제 해설, 학습내용과 같은 개별 처방을 받을 수 있다. 그림 9의 왼편 그리드 상자는 평가 중에 틀렸던 문항들과 추가 처방자료의 있음/없음 정보를 보여주고 있다. 그리고 틀렸던 문제 내용을 다시 제시하고 해당 문제의 해답과 해설을 제공한다.

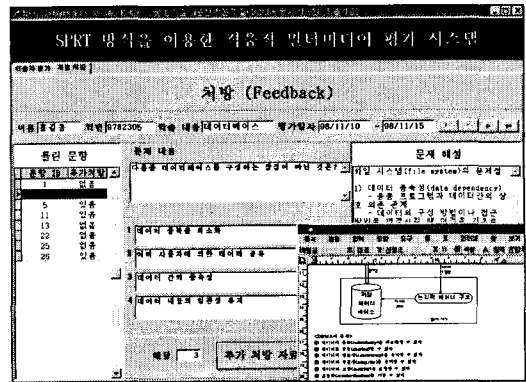


그림 9. 개별 처방의 예

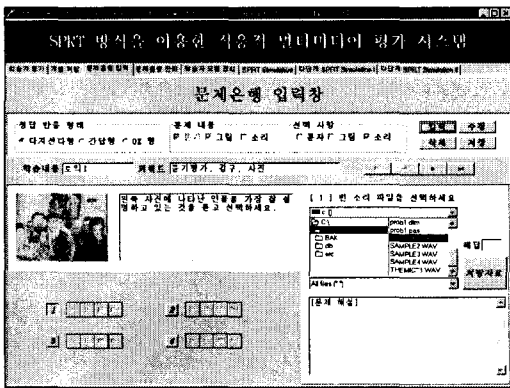


그림 7. 문제은행 문제 입력의 예

6) SPRT 시뮬레이션 모듈

그림 10은 SPRT 방식의 특성을 파악할 수 있는 실험 평가 내용을 보여주고 있다. 통제변인 설정과 맞춤/틀림 반응의 입력을 통하여 SPRT 판정 과정에 필요한 확률 값의 수치와 판정결과 보여준다. 그리고 일반적인 문제은행 평가 방식 또는 지필식 검사를 통한 수험자의 평가 과정을 'O', 'X'로 기록한 후, SPRT 방식을 소급 적용하여 정확도 (유사도) 와 판

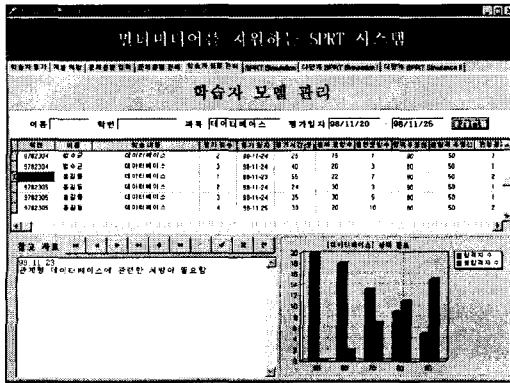


그림 8. 학습자 모델 관리의 예

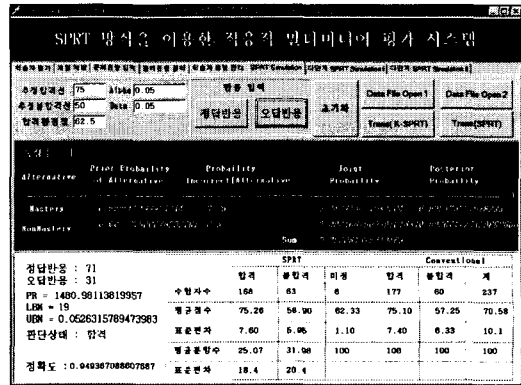


그림 10. SPRT 방식의 시뮬레이션 예

정까지 필요한 평균 출제 문항수, 표준편차 등의 통계적 집계 결과를 얻을 수 있다. 따라서 현직 교수자들이 SPRT 방식을 도입하여 효과적으로 활용할 수 있도록 SPRT의 특성을 이해하고 분석할 수 있는 실험도구로써 제공된다.

3.2.5 적응적 평가 과정

그림 11은 본 논문에서 제안하는 SPRT 시스템을 이용한 적응적 평가 과정이며 교수자에 의해 설정된 SPRT 통제변인 및 해당 과목에 대한 문제은행을 통하여 학습자의 적응적 평가가 이루어지고 그 결과로 학습 성취도 정보는 학습자 모델에 기록되며 처방자료에 의해 학습 성취도에 따른 피드백을 받는 과정을 보여준다. 이와 같이 적응적 평가를 통하여 학습자의 학습 성취도를 신속, 정확하게 판단할 수 있으며 학습자 모델 정보를 지속적으로 저장 관리함으로써 해당 영역의 구체적인 처방자료를 제공하는 능동적인 서비스가 진행 될 수 있다. 아울러 학습자 평가를 위한 기능으로써 SPRT 방식의 평가와 다중 SPRT 평가를 지원하며, 전체 문항을 반복적으로 풀면서 연습할 수 있는 반복 연습 평가 방식이 지원된다.

그림 12는 여러 합격 판정 점수를 설정한 후, 제안하는 다중 SPRT 방식의 적응적 평가를 진행하고 있는 과정이다. 그림 12의 상단에는 학습자의 정보와

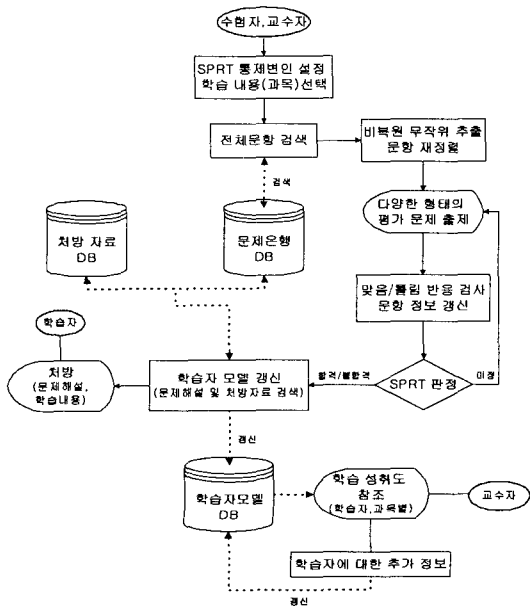


그림 11. 적응적 학습 성취도 평가 과정

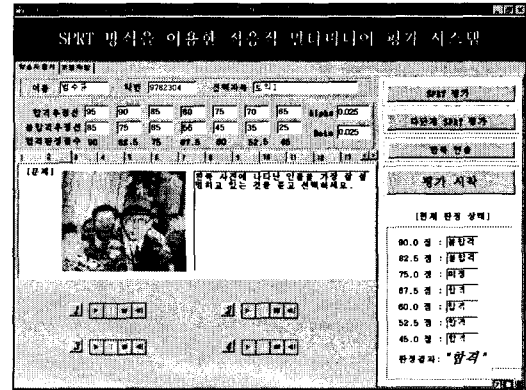


그림 12. SPRT 방식의 적응적 평가 과정의 예

평가 과목 그리고 다중 SPRT 평가를 위해 설정된 통제 변인을 나타내고 있으며, 7개 구간의 추정선에서 다중 SPRT 평가가 진행되고 있다. 우측 상단의 메뉴와 같이 본 시스템은 SPRT 평가 방식과 다중 SPRT 평가 방식 그리고 반복 연습형 평가 방식이 지원된다. 우측 하단의 현재 판정 상태에서는 지금까지 문제를 풀게된 현 시점에서의 평가 결과를 보여주고 있으며 고득점 구간의 불합격, 저득점 구간의 합격이라는 신속한 판정 정보와 함께 합격선 75 점 구간에서의 미정 판정을 보여주고 있다. 이는 현재까지 평가된 판정상태만을 볼 때 75 점 수준의 실력으로 추정된다. 이와 같이 동시에 여러 합격 판정점을 설정하여 다중으로 SPRT 평가를 진행할 수 있으며 구체적인 판정 정보도 쉽게 얻을 수 있다.

4. 평가 및 분석

표 1은 기존 시스템과 본 논문에서 제안한 시스템과의 평가 분야별로 비교 분석한 내용이다. 표 1에서 처럼 기존의 적응적 평가 시스템들은 주로 실험 연구 목적으로 개발되었으며, 실제 교육 현장에 적용하기 위한 추가적인 기능의 부족으로 실제 효용성 및 활용은 극히 미약한 단계다. 그러나 본 연구에서 제안한 시스템은 실제 교육 현장의 다양한 요구 사항들을 적극 수렴하여 효용성의 극대화를 위한 편리한 추가적인 기능을 설계하고 개선하였으며 특히 다중 SPRT 방식을 통하여 기존의 SPRT 방식의 단점을 중점 보완하였다.

표 1. 기존 시스템과의 비교 분석

평가 분야	기존의 SPRT 시스템	본 시스템
평가 방식	SPRT 반복 연습형	SPRT 다중 SPRT 반복 연습형
판정 미정 상태	많은 문항으로도 판정 불가 (정답반응에 대한 총점 처리)	다중 SPRT 평가를 통하여 판정 가능
문항간 독립성	기능 없음	기능 지원
평가 부분	학습자 평가 결과 제공	학습자 및 교수자 중심의 다양한 평가 결과 제공
문제 형태	문자 (text) 에 기반한 다지선다형, 간답형, OX형 지원	멀티미디어 오브젝트를 수용한 36 가지의 다양한 문제 형태 지원
개별 처방	기능 없음	기능 지원
SPRT 시뮬레이션	평가 이후 SPRT 판정 결과만 제시	구체적인 평가과정과 집계된 통계자료 제시
시스템 환경	독립형(stand alone) 시스템	Client/Server 환경 제공

5. 결 론

본 논문에서는 멀티미디어 SPRT 평가 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 기존의 SPRT 시스템의 문제점을 보완한 적응적 멀티미디어 평가 시스템으로써 실제 교육 현장에 도입되어 효과적으로 활용될 수 있도록 구현되었다.

첫째, 다중 SPRT 판정 모형을 제안하고 구현함으로써 경우에 따라 많은 문항으로도 판정할 수 없는 SPRT 단점과 학습자의 학습성취도 수준을 여러 단계에서 판정하고 식별할 수 있도록 기존의 SPRT 방식을 보완하였다.

둘째, 각 문항에 대한 coefficient alpha 값을 측정

하여 SPRT의 주요 가점인 문항간 독립성을 유지관리할 수 있는 방안을 마련하였다.

셋째, 문자(text) 기반을 벗어나 멀티미디어 오브젝트를 포함하는 다양한 형태의 문제를 출제할 수 있도록 하였다.

넷째, 다수의 수험자를 효과적으로 평가할 수 있는 클라이언트/서버 환경 및 독립형 시스템으로 구현하였다.

다섯째, 학습자 모델을 유지 관리할 수 있는 기능을 부여하였다. 학습자의 학습 상태를 지속적으로 반영하여 학습자 수준에 맞는 처방 및 개별 교육 계획을 수립하고, 학습자의 교육 과정을 유동적으로 변화시켜 줄 수 있는 근거를 제공한다.

여섯째, SPRT 방식을 도입하여 활용하기 위한 교수자에게 요구되는 기능으로써 간단한 실험을 통하여 쉽게 SPRT의 특성을 이해하고 활용할 수 있는 SPRT 실험 기능을 제공한다. 그리고 학습자가 틀린 문제에 대한 피드백 정보를 제공한다.

참 고 문 헌

- [1] Frick, T., "The Indiana Testing System (ITS, Version 1.0)", Department of Instructional Systems Technology, School of Education, Indiana University, Bloomington, 1986.
- [2] Kingsbury G. & Weiss D., "A Comparison of IRT-Based Adaptive Mastery Testing and Sequential Mastery Testing Procedure", in *New Horizons in Testing*, Weiss D.(ed.), Academic Press, New York, pp. 257-283, 1983.
- [3] Spary J. & Reckase M., "Comparison of SPRT and Sequential Bayes Procedures for Classifying Examinees into two Categories Using a Computerized Test", *Journal of Education and Behavioral Statistics*. Vol. 21, No.4, pp 405-414, 1996.
- [4] Tennyson R. & Christensen D. & Park S., "The Minnesota Adaptive Instructional system : An intelligent CBI System", *Journal of Computer-based Instruction*, 11, pp. 2-13, 1984.

- [5] Theodore W., "Bayesian Adaption During Compter-based Tests and Computer-guide Practice Exercises", Educational Computing Research, vol.5, No.1, 1989.
- [6] Wald A. "Sequential Analysis", Wiley, New York, NY: Wiley., 1947.
- [7] Weiss D., Kingsbury, G., "Application of Computerized Adaptive Testing to Educational Problems", Journal of Educational Measurement, Vol. 21, No.4, pp. 361-375, 1984.
- [8] 김영환, 손미, "컴퓨터를 활용한 적응적 개별학습 성취도 검사의 제작과 활용을 위한 표준화 지침 개발 및 효과 연구", 한국방송연구회, 제3권, pp. 109-130, 1997. 12.
- [9] 변영계, 김영환, "교육방법 및 교육공학", 학지사, 1996.
- [10] 이상구, 정재현, "지능형 멀티미디어 교육 시스템의 교수 모델과 학습자 모델", 정보과학회논문지, 제22권, 7호, 1996. 7.



범 수 군

1997년 경성대학교 전산통계학과
이학사
1999년 부산대학교 멀티미디어학
과 이학석사
2002년~현재 부경대학교 전자계
산학과 박사 과정
1999년~2001년 동주대학 멀티미

디어과 겸임교수
2001년~현재 동명정보대학교 멀티미디어공학과 겸임
교수
관심분야: 멀티미디어, 컴퓨터교육, 가상현실, 3D GIS,
E mail : sgbeum@aisol.pknu.ac.kr



오 암 석

1984년 부산대학교 전자계산학과
이학사
1986년 중앙대학교 컴퓨터공학과
공학석사
1997년 부산대학교 컴퓨터공학과
공학박사

1987년~1990년 LG연구소 연구원
1990년~1998년 울산과학대학 전자계산과 부교수
1998년~현재 동명정보대학교 멀티미디어공학과 부교
수
관심분야: 멀티미디어, 웹 데이터베이스, XML
E mail : asoh@tmic.tit.ac.kr