모바일 영어 학습을 위한 지능형 교육 시스템의 설계

이 영 석, *김 병 규, 조 정 원, **최 병 욱
한양대학교 전자통신전파공학과, *한양대학교 정보통신대학원, **한양대학교 정보통신학부
전화 : 02-2290-0363 / 핸드폰 : 011-9650-9604

A Design of Intelligent Tutoring System for Mobile English Learning

Young-Seok Lee, *Byung-Gyu Kim, Jung-Won Cho, **Byung-Uk Choi
Dept. Electrical and Computer Engineering, Hanyang University,
*Dept. of Information and Communication, Hanyang University,
**Div. of Information and Communication, Hanyang University
E-mail : yslee38@chol.com

Abstract

We propose the intelligent tutoring system for the mobile english learning. The proposed system is based on the item response theory to analyze the level of learner. We define the types of item, teaching method and item disposition according to contents modeling. The system estimates the learner level and it gives the learning contents, the evaluation results, and feedback. The system gives those by inference engine which consists of learner's level estimation value, method diagnostic value and disposition diagnostic value.

I. 서론

최근 멀티미디어 데이터 취급 기술과 사용자 인터페이스의 발전으로 멀티미디어 컴퓨터는 교육 현장에서 가장 현실적이면서 광범위하게 응용되어 사용되는 도구가 되었다. 제한적인 교실 환경에서의 멀티미디어 컴퓨터를 활용한 영어 교육은 학습자들에게 흥미를 유발하고, 의사소통 능력의 신장을 유도할 수는 있지만, 수준에 따른 개별학습과 상호작용 유도, 개인차를 고려한 평가를 하는 데 문제점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해서는 정적인 멀티미디어 환경보다 모바일(Mobile) 기기를 이용하는 방안을 고려할 수 있다. 그러므로 모바일 기기의 제한성을 극복하고, 이에 적합한 컨텐츠를 활용하고, 교사의 역할을 대신해 줄 수 있는 지능형 교육 시스템을 도입한다면 학습의 효과를 높일 수 있을 것이다.

이와 관련된 선행연구로는 초등영어교육 평가의 문제점을 지적하면서 문항제작 및 Item-Bank의 구성을 통해 문항반응이론과 컴퓨터 기술을 접목한 연구[1]와 학습자 능력 수치를 통해 학습자의 실력의 향상 정도를 판단하여 학습자 능력에 맞는 문제를 문제은행에서 추출하는 연구[2]가 있다. 또한, 문항반응이론을 적용한 컴퓨터 개별 적응 검사 시스템에서는 학습자의 능력을 추정할 수 있는 검사 시스템을 구축하여 개개인의 학습에 효율적인 도움을 제공하는 알고리즘 개발과 이를 적용한 시스템 구축에 관한 연구[3]가 진행된 바 있다.

본 논문에서는 컴퓨터 개별 적응 검사 형태를 바탕으로 수준에 따른 모바일 학습을 위한 지능형 교육 시스템의 설계에 관한 논문으로서 선행연구에서 실시했던 학습자 수준을 추정하는 방법을 사용하고, 이에 더하여 학습자가 선호하는 교수 방법과 문항 배치 유형을 고려하여 교사의 역할을 대신해 주는 모바일 영어 학습을 위한 지능형 교육 시스템을 설계하고자 한다.

II. 문항반응이론과 지능형 교육 시스템

학습자의 수준을 분석하는 데 사용하는 3모수-로지스틱 모형을 유도하기 위해서 문항반응이론과 지능형 교육 시스템에 대해 소개한다.

2.1 문항반응이론

학습자의 수준에 따라 문항을 제시하고, 피드백을 주기 위해서는 객관적인 수치를 통해 학습자의 수준을 추정해야 하고, 문항의 난이도, 변별도 등을 기초로 식이 유도된다[4].

문항난이도란 문항의 어렵고 쉬운 정도를 나타내는 것으로 난이도 분석을 위한 식은 다음과 같다[5].

$$P = \frac{R}{N} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

P:난이도, N:총 피험자 수, R:정답자 수

문항난이도에 의한 문항의 평가기준을 제시한 Cangelosi에 의하면 $P \le 0.25$일 경우에는 어려운 문항이고 $0.25<P<0.75$일 경우에는 적절한 문항, $P \ge 0.75$일 경우에는 쉬운 문항이라고 할 수 있다[5].

문항변별도는 문항이 피험자를 변별하는 정도를 나타내는 수치로 변별도(r) 식은 다음과 같다[5].

$$r = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}\sqrt{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad \cdots\cdots (2)$$

N:총 피험자 수 X:피험자의 문항점수 Y:피험자의 총 점수

각 학습자의 문항 점수는 정답일 때 1, 오답일 때는 0을 대입한다. 검사도구의 신뢰도와 관련하여 설정한 Eble에 의하면 문항의 변별도인 $r \ge 0.4$일 때는 좋은 문항이고, $r<0.2$일 때는 수정하거나 제거해야 하는 문항이며, $r<0$일 때는 반드시 제거해야 하는 문항이다[5].

2.2 지능형 교육 시스템

일반적인 컴퓨터 보조 학습 시스템은 상황에 따라서 교수 방법을 변경하는 것이 불가능하다. 지능형 교육 시스템은 이러한 한계를 극복하기 위하여 인공 지능 기법을 적용하여 학습자의 현재 상황에 적절한 동적이고 융통성 있는 교육 여건을 지원하는 시스템이다[6].

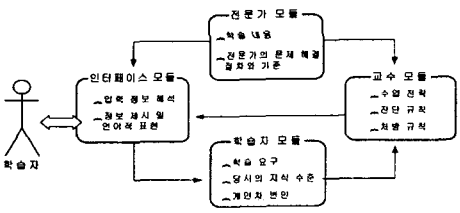

그림 1. 지능형 교육 시스템의 기본 구조

지능형 교육 시스템의 일반적인 구성요소로는 <그림 1>과 같이 인터페이스 모듈, 학습자 모듈, 교수 모듈, 전문가 모듈 등이 있다[7]. 전문가 모듈이란 영역 지식에 관한 전문가의 조언을 통해 지식 베이스를 구축, 운용하는 모듈로서 교육의 내용 측면과 특정 교수 상황에 적합한 규칙에 관한 정보를 관리한다.

학습자 모듈이란 학습자의 현재 지식 상태를 나타내는 학습자 모델과 학습자 모델을 추론하는 진단 과정으로 구성된다. 학습 진단을 위해 설정되는 진단 함수들은 통계 또는 확률 이론에 따라 정의되기도 하며 정확한 수치가 아닌 퍼지 수(Fuzzy Number)를 이용하여 학습자의 현재 지식의 상태를 몇 개의 등급으로 구분하여 산출해 내기도 한다[8].

교수모듈이란 학습자의 학습 상태를 감지하여 어떤 학습 내용은 어떤 방법으로 언제 제시할 것인가를 결정하는 모듈이다. 교수모듈은 인터페이스 모듈로부터 입력받은 학습자의 반응을 학습자 모듈과 전문가 모듈을 참조하여 학습자의 수준에 맞게 제시하는 형태를 결정하는 역할을 한다.

인터페이스 모듈이란 학습자와 시스템간의 입출력 정보를 교환하여 실질적인 의사소통을 가능하게 하는 모듈로서 학습자의 입출력 기능을 고려하여 학습자에 적합하고 친숙한 인터페이스를 제공한다.

III. 교육 컨텐츠 모델링

모바일 영어 학습을 위한 지능형 교육 시스템을 설계하기 위해서 교수방법, 문항 유형, 문항 배치 유형 등을 분석하여 위계를 설정하고, 관계성을 파악한다.

3.1 교수방법

언어를 통해 중재되어야 하는 과업에 중점을 두는 과업중심 형식의 교수 방법으로, 언어학습의 성패는 과업을 성공적으로 수행했는가의 여부에 따라 결정되며 교수방법의 위계는 [표 1]과 같다.

표 1. 교수방법의 위계

위계	내용
M1 M1-L1 ⋮	듣고 동작 수행하기 설명을 듣고 인물, 장소, 사물의 그림을 선택하기 ⋮
M2 M2-L1 ⋮	듣고 정보 전달하기 듣고 전화 메시지를 기록하거나 요점만 기록하기 ⋮
M3 M3-L1 ⋮	듣고 문제 해결하기 게임, 퍼즐, 수수께끼 등을 듣고 응답하기 ⋮
M4 M4-L1 ⋮	듣고 정보를 평가하거나 활용하기 입력된 정보를 쓰고 질문에 답변하기 ⋮
M5	질문과 대답을 통한 상호 듣기와 의미 협의하기

M(Method)과 L(Level)로 결정되며, 각 M과 L의 수치가 높을수록 난이도는 높아진다.

3.2 문항 유형

문항의 유형을 나타내기 위해서 언어 능력을 미시 능력과 거시 능력으로 나누고, 이에 해당하는 듣기 요소를 평가 자료로 활용할 수 있다. Richards가 제시한 회화청취에 필요한 33가지의 미시 능력 중에서 모바일 영어 학습을 위한 유형은 [표 2]와 같다[5,9].

표 2. 문항 유형 분류

문항유형	설명
I1	특징적인 소리를 식별할 수 있는 능력
I2	어휘의 강세 패턴을 알 수 있는 능력
⋮	⋮
I18	구어적인 이해와 이해 부족을 알 수 있는 능력

3.3 문항 배치 유형

문항이 배치된 유형에 따라 학습자의 반응 정도에 차이가 있으므로 학습자에게 적합한 문항 배치 유형을 파악하여 제공하기 위한 유형은 [표 3]과 같다.

표 3. 문항 배치 유형

유형	명칭	제시방법	형태
P1	임의 제시	문제들을 규칙없이 제시	M1, M4, M2, M5, M3, …
P2	오류 차순	출제 가능치 높은 순서 하나씩 교대로 제시	M1, M2, M3, M4, M1, M2, M3, M4, …
P3	내림 차순	출제 가능치 낮은 순서 하나씩 교대로 제시	M4, M3, M2, M1, M4, M3, M2, M1, …
P4	묶음단위 오류차순	같을 교수방법 묶음 제시하되 출제 가능치 높은 순서대로 제시	M1, M1, M1, M2, M2, M2, M3, M3, M3, …
P5	묶음단위 내림차순	같은 교수방법 묶음 제시하되 출제 가능치 낮은 순서대로 제시	M3, M3, M3, M2, M2, M2, M1, M1, M1, …
P6	묶음단위 혼합제시	출제 가능치를 중간에서부터 높은 순서대로 제시 후 처음부터 제시	M3, M3, M4, M4, M5, M5, M1, M1, M2, M2, …

3.4 교육 컨텐츠 관계도

앞의 과정에서 추출된 교수방법과 문항 유형, 문항 배치 형태의 관계를 나타내면 <그림 2>와 같다.

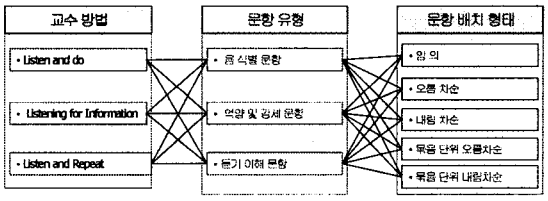

그림 2. 교육 컨텐츠 관계도

하나의 컨텐츠에 교수방법과 문항 유형이 다양하게 관계를 맺을 수 있지만, 본 연구에서는 하나의 컨텐츠에는 유일한 교수방법, 문항 유형을 가지도록 한다.

Ⅳ. 지능형 교육 시스템의 설계

4.1 시스템의 구성도

모바일 영어 학습을 위한 지능형 교육 시스템은 일반적인 지능형 교육 시스템의 모듈에 진단평가 모듈이 추가되었고, 이 시스템의 구성도는 <그림 3>과 같다.

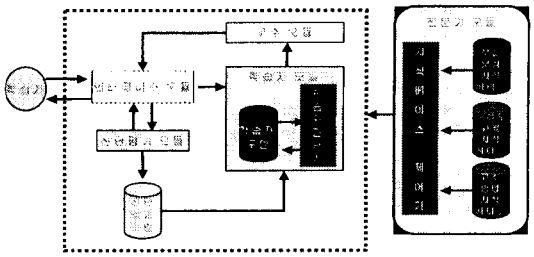

그림 3. 지능형 시스템의 구성도

4.2 학습자 수준 추정

문항난이도, 문항변별도, 문항추측도 등에 의해 입력된 값은 문항반응이론의 3모수-로지스틱 모형에 의해 학습자의 능력을 평가하여 문항별 학습자의 수준을 추정한다[4].

$$\theta_{s+1} = \theta + \frac{\sum_{i=1}^{N} a_i [U_i - P_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^{N} a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad \cdots\cdots (3)$$

θ_s:S번째 반복 교정을 통해 얻은 능력 추정치

a_i:문항 i의 변별도 U_i:문항 i의 응답 결과

$P_i(\theta_s)$:s번 반복해서 추정된 능력 θ_s값을 가진 피험자가 문항 i의 답을 맞힐 확률

$Q_i(\theta_s)$:1-$P_i(\theta_s)$

식 (3)에서 문항 i가 정답일 때, U_i=1이며, 문항 i의 답이 오답일 경우는 U_i=0을 부여한다.

4.3 교수방법 추정

학습자 모델을 작성하기 위해 교수방법에 대한 학습자의 학습 과정을 진단하는 교수방법에 대한 진단 함수 MDV(Method Diagnostic Value)를 다음 식과 같이 정의할 수 있다.

$$MDV(n,r) = \frac{\sum_{i=1}^{n} QM(r)_i}{\sum_{i=1}^{n} QA(r)_i} \quad \cdots\cdots (4)$$

r:교수방법 규정항 인덱스 n:풀이한 문제지 개수

QA:교수방법 규정항에 관한 총 문항 수

QM:학습자가 오답 반응한 교수방법에 관한 문항 수

MDV는 비율에 기초하여 정의된 수식으로써 출제된 특정 교수방법에 해당하는 문항 수에 대한 틀린 교수방법에 해당하는 문항 수의 비를 구한다.

4.4 문항 배치 유형 추정

학습자 모델을 작성하기 위해 문항 배치 유형에 대한 학습자의 반응을 진단하는 문항 배치 유형에 대한 진단함수 DDV(Disposition Diagnostic Value)를 다음 식과 같이 정의할 수 있다.

$$DDV(m.n) = \frac{\sum_{i=1}^{n} HR(m)_i}{MU(m)} \quad \cdots\cdots (5)$$

m:문항 배치 유형들의 인덱스 n:풀이한 문제지 개수
HR:문항 배치 유형이 사용되었을 때 정답률
MU:문항 배치 유형이 사용된 총 회수

DDV는 비율에 기초한 수식으로써 각 문제지에 투입된 문항 배치 유형의 회수에 대한 문항 배치 유형이 투입되었을 때의 정답률의 비를 의미한다.

4.5 문제지 생성

한 문제지는 10문항으로 구성되며, 초기 진단평가를 제외한 모든 문제지의 생성절차는 <그림 4>와 같다.

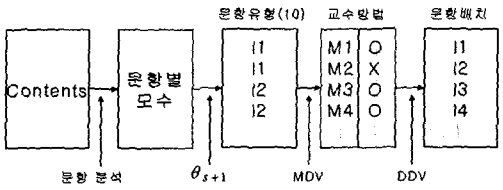

그림 4. 문제지 생성 절차

각 문항은 학년, 학기, 단원, 음성파일, 이미지 파일, 지문, 정답, 교수방법, 문항 유형 등에 대한 정보를 가지고 있다. 진단평가는 이러한 문항 중에서 임의적으로 표본 추출하여 제시하도록 하고, 진단 평가의 결과에 따라 문항난이도 등의 문항 분석 과정을 거친다.

문항 분석에 의한 문항별 모수를 구하고 나면, 각 문항에 따른 학습자의 수준을 추정할 수 있고, 이렇게 추정된 학습자의 수준에 따라 다음 제시될 문항이 선택되어 지면서, 문항 유형이 자동적으로 저장된다. 또한, 진단 평가의 결과에 따라 학습자가 선호하는 교수방법의 형태를 파악할 수 있고, 문항에 따른 학습자의 교수방법 선호도는 식 (4)에 의해서 구해진다. 추출된 문항 유형 중에서 교수방법 선호도가 나쁜 문항은 문항 분석의 결과값이 유사한 문항으로 대체된다.

마지막으로 결정된 최종적인 문항들은 학습자가 선호도인 식 (5)의 수치에 따라 문제지가 생성된다.

4.6 시스템 흐름도

제시된 문제지는 초등학교 3~6학년이 학습해야 할 영어교과서의 내용에 대해 완전 학습의 원리에 따라 정답 반응을 나타낼 때 학습을 종료하는 것으로 설계했다. 이 시스템의 전체 흐름도는 <그림 5>와 같다.

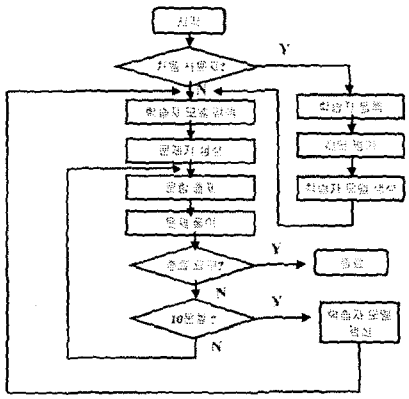

그림 5. 시스템 흐름도

V. 결론

기존의 컴퓨터 보조 학습에서는 학습과 평가에서 학습자 수준과 학습자의 선호 교수방법 등을 함께 고려하지 못했으며, 다양한 피드백을 제공하기 어려웠다.

이에 본 연구에서는 학습자 능력 추정이 가능하도록 문항반응이론에 기초하여 학습자 수준에 적합한 문항을 추출하고, 학습한 결과에 따라 교수 방법과 문항 배치 등을 고려한 추론 엔진을 수식으로 설계하여 수준에 따른 학습이 이루어질 수 있도록 하였다.

학습자들은 자신의 수준에 적합한 학습을 모바일 상에서 실시하고, 그 결과에 대한 피드백을 모바일 상에서 제공받을 수 있는 시스템을 설계하였다.

추후 연구과제로는 컨텐츠와 교수방법, 문항 등에 대한 데이터베이스의 논리적인 정의와 구축, 각 모듈의 개발에 따른 시스템 구현과 적용을 통한 타당도와 신뢰도를 바탕으로 검증을 실시해야 할 것이다.

참고문헌

[1] 김정렬, 임창근, "초등학교용 영어 개별 적응 평가 프로그램 개발," *한국멀티미디어 언어교육학회*, 창간호, pp. 101-116, 1998.
[2] 백소영, 김명, "수준별개별학습을 지원하는 문제은행시스템의 설계와 구현," *한국컴퓨터교육학회 논문지* 제3권 제2호, pp. 31-37, 2000.9.
[3] 조장은, *문항반응이론을 적용한 컴퓨터 개별 적응 검사 시스템*, 한양대학교 석사학위논문, 2002. 12,
[4] 성태제, *문항반응이론의 이해와 적용*, 교육과학사, 2001.
[5] 성태제, *문항제작 및 분석의 이론과 실제*, 학지사, 2002.
[6] 이기호, 최영미, *지능형 교육 시스템 개론*, 교학사, 1993.
[7] Badjonski,M., Ivanovic,M. and Budimac, Z., "Intelligent tutoring system as multiagent system," *In Proc. of IEEE Tran. on ICIPS*, Vol. 1, pp. 28-31 Oct. 1997.
[8] Toshio Okamoto, "The Current Situations and Future Directions of Intelligent," *IEICE Tras. on Information & System*, Vol. E77-D, No. 1, pp. 143-161, 1994.
[9] Richards, J, Gordon, D. and Harper, A. *Listen for it. Oxford*, Oxford University Press, 1995.