

# 개인별 학습정보를 이용한 원격교육 시스템의 설계

손지현, 문상호

부산외국어대학교 교육대학원 정보컴퓨터교육전공

부산외국어대학교 컴퓨터공학부

## Design of System for Remote Instruction using Personal Study Information

Ji-Hyun Son, Sang-Ho Moon

Graduate School of Education, Pusan Univ. of Foreign Studies

Division of Computer Engineering, Pusan Univ. of Foreign Studies

### 요 약

최근에 웹을 이용한 원격교육에 대한 많은 학습 방법들이 제시되고 있으며, 단순히 학습만을 고려한 방법부터 실시간으로 원격시험을 치르는 방법까지 다양하다. 웹 기반의 학습에서 많이 적용되는 방법이 문제를 통한 학습이며, 기존의 학습들은 학습자가 개인 수준에 맞는 문제 난이도를 직접 선택하거나, 문제를 동적으로 추출하여 학습하는 방식이다. 그러나 이 방법들은 단순히 출제되는 문제 자체의 차별성을 기반으로 하므로 학습자의 능력별 학습이 이루어지기 어려운 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 개인의 문제유형별 약점정보를 기반으로 유형별 추출되는 문제에 난이도를 두어 개인별 학습 능력을 정확히 평가한다. 그리고 다음 단계의 학습에서 개인별 학습정보를 충분히 반영하여 문제들을 출제하므로 학습자의 학습효과를 높일 수 있다. 따라서 이 시스템은 문제유형과 문제난이도에 대한 개인의 정보를 반복적으로 적용하여 학습할 수 있으므로, 더욱 효과적인 원격학습을 제공할 수 있다.

### 1. 서론

인터넷 사용이 급증하면서 시간과 공간의 제약을 초월한 인터넷을 통하여 학생들이 다양한 학습을 수행할 수 있는 원격교육이 보편화되어 가고 있다. 지금까지 이루어지고 있는 대부분의 원격교육은 정적이고 수동적인 방식으로 이루어져 학습자의 학업 성취 정도를 다양하게 파악할 수 없었다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 최근에는 단순히 지식을 전달하고 평가하는 것이 아니라, 학습자에게 적절한 학습 방향을 제시하는 방향으로 발전하고 있다[1].

원격교육의 한 방법으로 서버에서 문제은행을 기반으로 학습자에게 문제를 제출하여 푸는 과정을 통하여 학습을 하는 형태가 있다. 그러나 기존 연구에서의 문제 출제 방식은 사이트 운영자가 미리 고정된

문제를 출제하여 학습자는 미리 주어진 문제만을 풀도록 하고 있다[4]. 이를 개선한 연구[2, 3]에서는 서버의 문제은행에서 다양한 문제들을 자동적으로 제공하지만, 문제 출제에 있어서 문제 난이도, 사용자 능력 등의 다소 개괄적인 항목들을 기준으로 하므로 학습자에 따른 세부적인 학습 능력을 반영하기가 어렵다. 즉, 동적인 문제출제 시스템은 학습자의 세부적인 능력을 고려하지 않고, 단순히 문제의 수준이나 난이도 별로 문제를 출제하므로 학습 효과가 떨어질 수 있다. 예를 들어, 학습자 S1, S2가 전단계 문제풀이에서 90점을 맞았고, S1은 선다형 문제를 S2는 배합형 문제를 모두 틀렸다고 가정하자. 그러면 기존 동적 문제출제 시스템에서는 다음 단계의 문제출제에서 난이도가 높은 문제들을 무작위로 추출하여 학습자에게

학습하도록 한다. 그러나 여기서는 S1은 선다형 문제에 취약하고, S2는 배합형 문제에 취약한 부분은 고려되지 않고, 단지 점수만 반영하여 제출된 문제를 학습하게 된다. 따라서 이런 방식의 반복 학습은 학습 효과가 반감되기가 쉽다.

학습자의 개인 능력정보를 이용한 연구[5]에서는 학습자의 능력정보를 난이도와 평균점수로만 평가했기 때문에 학습능력이 높다하더라도 문제유형에 따른 학습자의 능력이 다를 수 있음을 간과하고 있다. 그러므로 학습자의 약점부분의 학습 능력을 높일 수 있는 문제를 출제하지 못하는 문제점이 발생한다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 [7]의 연구에서는 학습자별 개인 정보를 이용한다. 세부적으로 학습자별로 학습 능력을 반영하기 위하여 문제유형별 약점 정보를 활용한다. 즉, 출제된 문제들에 대하여 학습자가 문제를 푼 후에, 평가 과정에서 문제유형에 따른 약점정보를 학습자별로 추출하여 저장한다. 그리고 다음 학습 단계에서 학습자의 문제유형별 약점정보를 이용하여 문제들을 자동으로 추출한다. 따라서 학습자별로 취약한 문제유형을 집중적으로 출제함으로써 학습자의 능력을 향상시킬 수 있다. 그러나 문제유형별 약점정보 학습시스템에서의 문제점은 다음 학습시에 개인의 이전학습에 대한 약점정보를 이용하여 문제유형에 대한 취약 부분의 학습효과는 높일 수 있으나, 다음 학습시 출제되는 문제의 수준은 고려하지 않아 정확한 피드백 학습이 이루어지지 않을 수 있다.

예를 들어, 5개의 유형으로 각 유형별 10 문제가 출제되었고 T1 유형에 대하여 S1 학생의 약점정보가 0.5이고, S2 학생의 약점정보가 0.1이었다고 가정하자. 그러면 다음 학습시에 T1 유형에 대하여 S1에게는 25문제가, S2에게는 5문제가 각각 출제된다. 여기서 중요한 것은 T1 유형에 취약함을 보이는 S1의 문제는 문제 수준이 낮아야 하고 우수함을 보이는 S2의 문제는 수준은 높아야 한다. 그러나 [7]의 연구에서는 개인의 약점정보를 반영된 문제유형별 문제의 수만을 고려하였으므로 S2의 5문제가 S1의 문제에 모두 포함되어 다음 학습시에 같은 난이도의 문제가 출제될 가능성이 있다. 이렇게 되면, 개인의 약점정보가 충분히 반영된 문제가 출제되었다고 볼 수 없다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 개인의 문제유형별 약점정보를 기반으로 각 문제에 대하여 난이도를 부여하고, 다음 학습시에 개인별 문제유형에 대한 약점정보를 이용하여, 문제유형별 문제의 수와 문제의 수준까지 고려해서 개인별 학습효과

를 더욱 더 높일 수 있게 한다.

## 2. 개인별 학습정보

본 논문에서 문제유형별 개인의 약점정보는 [7]에서 제시된 내용을 기반으로 한다. 약점정보 추출을 위해서 [7]의 연구에서는 먼저 문제테이블에 객관식 문제를 대상으로 유형을 분류하였으며, 학습자가 문제를 푼 후에 각 문제유형별로 약점정보를 추출한다. 여기서 약점정보는 전체 문제의 총 오답수 대비 각 문제유형의 오답수로 계산한다. 그리고 바로 진단제의 약점정보만을 이용하면, 정확한 학습능력을 평가하기 어려우므로 지난 일정 동안의 약점정보들에 대한 평균을 반영하여 문제를 추출한다. 다음은 문제유형별 약점정보에 대한 식이다. 여기서  $W_i$ 는  $i$  문제유형의 약점정보이고,  $F_k$ 는  $k$  문제유형의 오답수이다.

$$W_i = \frac{F_i}{\sum_{k=1} F_k} \quad (0 \leq W_i \leq 1)$$

본 논문에서 제시하는 원격교육 시스템은 문제풀이를 통한 학습을 기반으로 한다. 그리고 문제출제를 위한 개인별 학습정보는 크게 총점을 기반으로 한 정보와 문제유형별 기반으로 한 정보가 있다.

### 2.1 총점 기반의 학습정보

이 학습정보는 학습자가 문제 풀이를 통하여 취득한 총점을 기반으로 한다. 세부적으로 이전에 학습한 결과에 대한 학습정보를 이용하여 문제를 추출할 때, 총 문제에 대한 총 점수에 비례하여 문제의 난이도를 정한다. 예를 들어, S1 학생의 학습정보가 90점이고 S2 학생의 학습정보가 40점이면, S1에게는 모든 문제유형에 대해 높은 수준의 문제가 출제될 것이며, S2에게는 모든 문제 유형에 대해 낮은 수준의 문제가 출제된다. 따라서 총점 기반의 학습정보를 이용하면 문제 출제가 총점에 거의 의존적이므로, 학습자의 문제유형별 세부 학습정보를 거의 반영하지 못하게 되는 문제점이 발생한다.

### 2.2 문제유형별 약점정보 기반의 학습정보

문제유형별 약점정보 기반의 학습정보는 총점 기반의 학습정보와는 달리 문제유형별 약점정보를 기반으로 한다. 즉, 학습자의 문제 풀이에서 각 유형별로 추출한 약점정보를 기반으로 개인별 학습능력을 평가

하는 것대로 이용한다. 따라서 이 학습정보는 총점 기반의 학습정보에 비하여 개인별 학습정보를 더욱 상세하고 충분히 반영할 수 있는 장점이 있다.

세부적으로 문제유형별 약점정보를 이용하여 문제 유형별 출제 문제 수와 문제 수준을 문제 출제시에 반영한다. 예를 들어, 총점이 높은 학습자라 할지라도 취약한 문제유형의 문제 난이도는 낮아지고 우수한 문제유형의 문제 난이도는 높아진다. 또한, 총점이 낮은 학생일지라도 모든 문제 유형의 난이도가 낮아지는 것이 아니라, 문제유형별 취약한 부분에서만 문제의 난이도가 낮아지게 된다.

### 3. 문제 난이도

문제에 대한 난이도 결정 방법은 크게 동적 결정과 정적 결정 방법이 있으며, 이 방법들에 대한 비교는 표 1과 같다. 동적 결정 방법은 각 단계별 학습에 따라 문제별 난이도가 조정되므로, 각 문제 난이도에 대한 융통성이 있는 반면에 정적 결정에 비하여 처리가 복잡하다.

표 1. 난이도의 정적 및 동적 결정 방법의 비교

동적 결정	결정 방법	특정 문제에 대한 학습자 전체의 평균점수를 구한 후에, 다른 문제의 평균점수에 비례한 난이도 결정
	다음 단계	난이도 변경 가능
정적 결정	결정 방법	특정 문제 입력시에 출제자가 난이도를 결정
	다음 단계	난이도 변경 없음

본 논문에서는 각 문제에 대한 난이도 결정은 정적 결정 방법을 이용한다. 먼저 문제 난이도의 유형은 크게 상, 상중, 중, 중하, 하의 5 단계로 정의한다. 그리고 각 문제의 난이도 결정에 객관성을 부여하기 위하여 기존의 여러 종류의 학습자료를 분석하여 5단계의 수준으로 나눈다. 각 문제에 대한 난이도는 출제자가 문제 출제시에 각 문제에 대한 난이도를 부여한다.

반복 학습을 위한 문제 추출시에는 계산되어진 각 문제유형별 약점정보를 이용하여 출제될 문제유형별 난이도 수준을 결정하여 문제를 추출한다. 약점정보별 난이도 결정에서 각 문제유형에 대한 약점정보  $W_i$ 는  $0 \leq W_i \leq 1$ 이므로 약점정보를 5단계로 나누기 위하

여, 최대 약점정보를 5로 나눈 후에 각 약점정보에 난이도를 부여한다. 표 2는 약점정보에 따라 부여된 난이도를 보여준다.

표 2. 약점정보별 난이도 부여

약점정보	난이도
0 - 0.2	상
0.3 - 0.4	상중
0.5 - 0.6	중
0.7 - 0.8	중하
0.8 - 1.0	하

### 4. 문제출제 알고리즘

본 논문에서 제안하는 학습시스템에서 학습을 위한 문제 출제에서는 문제유형별 약점정보를 기반으로 한다. 즉, 학습자별로 문제유형별 약점정보를 기반으로 표 2와 같이 난이도를 결정한 후에, 해당 난이도에 맞는 문제들 중에서 문제유형별 약점정보를 이용하여 계산되어진 제출 문제의 수만큼 해당 유형의 문제를 무작위로 선정하여 출제한다.

문제유형별 출제 문제 수는 문제유형별 약점정보와 총 문제 수를 곱하여 각 유형의 문제 수를 결정한다. 여기서 약점정보는 지난 일정 동안에 누적된 약점정보들에 대한 평균값을 반영한다. 문제유형별 출제 문제 수를 산출하기 위한 식은 다음과 같다. 여기서  $W_i^m$ 은  $m$ 회 누적된  $i$  문제유형의 약점정보이고,  $Q$ 는 전체문제 수이다.

$$Q_i = W_i^m * Q$$

개인별 학습정보를 이용한 문제출제시 실제 문제를 저장하기 위한 문제테이블은 그림 1과 같다. 여기서 문제유형은 테이블에 속성으로 정의할 수 있지만, 문제 수가 많아지면 검색 속도가 느려지는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 각 문제유형별로 문제테이블을 생성하여 검색 속도를 빠르게 한다.

필드명	데이터형식	의미
number	int	문제의 ID로 자동증가값(PK)
subject	char	문제 내용
ex1	char	보기 1
ex2	char	보기 2
ex3	char	보기 3
ex4	char	보기 4
answer	char	정답
note	char	해설
lesson	char	분야명
grade	char	난이도(5단계로 기록)

그림 1. 문제테이블

문제유형별 약점정보 기반의 학습정보를 이용한 문제출제 알고리즘은 그림 2와 같다. 시스템의 초기 실행 단계에서는 학습자 개인별 학습정보가 없기 때문에, 문제유형별과 난이도별로 동일한 비율로 문제를 출제한다. 다음 단계부터는 학습자로부터 학습 요청이 들어오면, 시스템은 해당 학습자의 문제의 유형에 대한 정보를 바탕으로 적절한 문제들을 출제하여 학습자에게 보내준다. 그리고 시험횟수가 증가함에 따라 약점정보에 따른 각 문제유형별로 출제 문제 수와 출제되는 문제의 난이도가 달라지게 되므로 학습자의 학습능력을 향상시킨다.

<b>step 1:</b> 학습자의 문제유형별 약점정보를 검색
<b>step 2:</b> 약점정보를 이용하여 문제유형별 난이도를 결정
<b>step 3:</b> 약점정보를 이용하여 문제유형별 출제문제 수를 계산
<b>step 4:</b> 각 유형별 문제테이블에서 출제문제 수만큼을 난이도에 따라 무작위로 선정
<b>step 5:</b> 출제된 문제들 학습자의 화면에 출력
<b>step 6:</b> 학습자가 문제를 모두 풀면 평가 결과들 화면에 출력
<b>step 7:</b> 해당 단계의 문제유형별 약점정보를 계산하여 DB 저장
<b>step 8:</b> 문제유형별 평균 약점정보를 계산하여 DB 저장
<b>step 9:</b> 학습자가 다시 학습을 원하면 <b>step 1</b> 부터 반복 실행

그림 2. 문제출제 알고리즘

약점정보를 이용하여 개인의 능력에 적합한 난이도의 문제를 문제유형별로 학습할 수 있게 하는 학습평가 시스템으로 학습자 개개인에 맞는 문제들을 출제하여 평가할 수 있다. 학습자 문제유형별 약점정보에 따른 학습자 개인의 수준에 맞는 문제를 풀어봄으로서 효율적인 학습효과와 정확한 평가가 가능하다. 학습자 측면에서는 새로운 학습방법을 통해 기억에 오래 남는 학습효과를 도출할 수 있다. 향후 연구에서는 원격 교육의 취지를 살려서 모바일 환경에서의 본 학습시스템 구현이 되어야 하며, 난이도 결정시에 관리자 중심의 난이도 부여에서 학습자의 수준 변동이 고려된 학습자 중심으로 난이도를 부여할 수 있는 연구가 필요하다.

### [참고문헌]

- [1] 박석남, 정창렬, 고진광, 배상현, “지능형 에이전트를 이용한 학습평가 시스템에 관한 연구”, 한국정보처리학회 학술발표논문집, 제7권, 제2호, pp.387~390, 2000.
- [2] 최돈은, 서현진, 박기석, 이재영, “동적인 문제 출제 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제27권, 제1호, pp.690~692, 2000.
- [3] 하일규, 강병욱, “문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 논문지, 제9-D권, 제3호, pp.511~522, 2002.
- [4] 김경아, 최은만, “웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 한국정보처리학회 논문지, 제9-A권, 제3호, pp.301~310, 2002.
- [5] 박기석, 김원진, 원대회, 이재영, “개인 능력 정보를 이용한 동적 문제 출제 시스템”, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제27권, 제2호, pp.589~591, 2000.
- [6] 이종희, 김태석, 이근왕, 오혜석, “학습자 모니터링을 이용한 학습평가 시스템”, 한국정보처리학회 학술발표논문집, 제9권 제2호, 2002.
- [7] 박현정, 손지현, 문상호, “문제 유형별 약점정보를 이용한 학습시스템의 설계”, 한국정보처리학회 학술발표논문집, 제10권, 제2호, 2003년

## 5. 결론

본 논문이 제안한 시스템은 학습자의 문제유형별