

# 기사 시험을 위한 웹기반 학습 시스템의 설계

류희열, 김은정

동의공업대학, 부산외국어대학교  
hyryu@dit.ac.kr, ejkim@pufs.ac.kr

## Design of a Web-based education system for engineer test

Ryu Hee Yeoul, Kim Eun Jung

Donggeui Institute of Technology, Pusan University of Foreign Studies

### 요약

본 논문에서는 산업 기사 시험을 대비하는 학생들을 위한 웹 기반 학습 시스템을 설계함에 있어 기사 시험에 맞는 새로운 문제 출제 방식을 제시하고, 학습 결과에 따라 각 문제에 대한 새로운 자동 난이도 조정 방법을 제시한다. 이를 위해 문제 출제에 있어 단원과 난이도에 따라 골고루 문제를 출제할 수 있는 알고리즘을 제시하고, 각 문제의 난이도를 조정함에 있어 학습자 개인 또는 단체의 학습 능력을 고려한 새로운 자동 난이도 조정 방법을 제시한다. 또한 제시된 시스템은 학습자가 기사 시험을 준비함에 있어 스스로 학습, 평가할 수 있으며, 평가 결과를 즉시 확인하고 재학습을 할 수 있다.

### 1. 서론

웹의 발전은 교육 분야에도 많은 변화를 가져왔다. 이제는 웹을 이용한 기초적인 학습자료 검색뿐만 아니라, 많은 기관에서 웹 상에서의 원격 학습이라 부르는 가상 학습을 채택하여 이용하고 있다. 이러한 가상 학습은 컴퓨터 기반 교육과 웹 기반 교육을 포함하는 개념으로 일반적으로 학습자는 웹 상에서 학습을 하고 스스로 평가를 한 후, 평가 결과를 확인하고 재학습을 하는 시스템으로 구성된다. 웹에서의 평가를 위한 시험은 대부분 문제은행 방식을 이용한다. 즉, 출제자가 미리 문제를 출제하고 학습자가 시험을 보기를 원하면 미리 출제된 문제 중에서 일반적으로 난이도에 따라 자동 추출된다. 따라서 이러한 문제 출제와 난이도 조정, 재학습에 대한 연구가 많이 있어 왔다[1,2].

본 논문에서는 산업기사 시험을 준비하는 학생들을 대상으로 웹 상에서 스스로 학습하고 스스로 실력을 진단해 볼 수 있는 웹 기반 학습 시스템을 제시한다. 특히 자가 진단을 위한 평가를 함에 있어 산업 기사 시험에 맞는 문제 출제 방식과 학습자의 학습 능력을 고려한 새로운 난이도 조정 방법을 중점적으로 다루고자 한다.

### 2. 웹기반 교육에 관한 관련 연구

기존의 자동 문제 출제 시스템은 출제되는 문제에 출제자가 임의대로 난이도를 부여하여, 이 난이도에 따라 문제 출제를 함으로써, 문제 출제에 출제자의 의도를 반영하였다. 이렇게 주어진 난이도에 따라 일반적으로 자동 난이도 선택 방식으로 문제가 출제된다. 이는 난이도에 따른 분포를 생각하기 때문에 학습 범위 전체에 대한 분포는 고려되지 않는다. 또한 기존 시스템에서의 난이도 부여는 대부분이 문제 출제자가 일방적으로 가중치를 부여하는 방식에 의존하였다. 이는 문제의 난이도가 출제자의 주관에 따라 부여되는 것으로 객관성이 떨어지

게 된다. 이를 개선한 시스템에서는 난이도의 초기치는 출제자가 임의대로 부여하고, 출제된 시험에 대한 응시 결과에 따라 난이도를 자동으로 재조정한다. 이 또한 한번도 출제되지 않은 초기 문제에 대한 난이도는 출제자가 임의대로 부여하기 때문에 객관성이 떨어진다. 또한 난이도 재조정을 하는 대부분의 기존 연구에서는 시험에 응시한 학습자 집단에서 문제를 맞춘 학습자의 비율로서 난이도 재조정을 한다. 이는 시험을 치른 학습자 개인 또는 집단의 평균 학습 능력이 고려되지 않기 때문에 단순히 문제를 맞춘 학습자 비율로서 난이도를 재조정한다는 것은 객관성이 떨어진다.

본 논문에서는 기사 시험을 위한 학습 시스템을 설계함에 있어, 기사 시험은 전체 학습 범위에서 골고루 시험 문제가 출제되어야 하는 특징이 있기 때문에 자동 문제 출제를 함에 있어 난이도뿐만 아니라 전체 학습 범위에 대한 분포도 고려하여 골고루 출제한다. 또한 난이도 조정에 있어 전체 응시 학습자에 대한 정답을 맞춘 학습자의 비율을 고려할 뿐만 아니라, 학습자 개인 또는 집단의 평균 학습 능력을 고려하여 난이도를 재조정한다.

### 3. 웹 기반 학습 시스템의 설계

#### 3.1 전체 시스템의 설계

기사 시험을 위한 웹 기반 학습 시스템의 전체적인 구조는 (그림 1)과 같다. 사용자는 학습자, 교수자, 관리자로서 회원 가입을 해야하며, 해당 모드로서 로그인을 해야 한다. 학습자는 학습자 모드로만 들어갈 수 있으며, 학습자 모드에서 학습과 평가를 할 수 있다. 평가 후 즉시 결과를 확인할 수 있으며, 확인과 함께 틀린 문제에 대한 재학습을 할 수 있다. 또한 이전의 평가 결과를 누적 점수로서 확인할 수 있으며, 학습자의 학습 향상 정도를 확인할 수 있다. 학습도중 의문 사항은 교수자나 관리자에게 질의할 수 있다. 교수자는 교수자 모드로만

들어갈 수 있으며, 문제 출제와 출제된 문제에 대한 수정과 삭제, 삽입 등 전반적인 문제 관리를 할 수 있다. 그리고 학습 내용을 입력, 수정, 삭제 등 관리할 수 있다. 또한 학습자의 인원 수 및 평가 결과를 조회 및 관리할 수 있으며, 학습자의 질의에 대한 응답을 할 수 있다.

관리자는 관리자 모드로 들어가며, 회원 관리를 한다. 또한 사용자의 질의에 대한 응답을 할 수 있으며, 학습자의 성적에 대한 통계 자료 등을 관리한다.

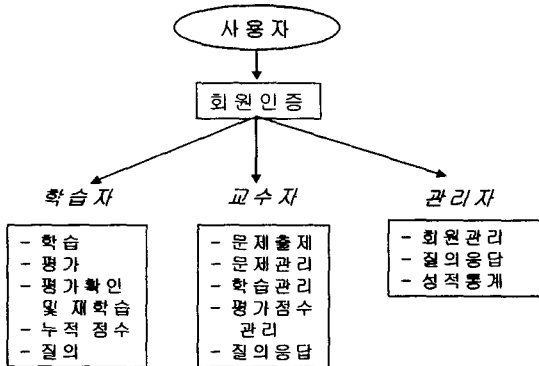


그림 1 기사 시험을 위한 웹기반 학습 시스템의 구조도

### 3.2 문제 출제

먼저 교수자가 단원별로 문제를 출제한다. 문제는 과목별로 문제 테이블을 관리한다. 과목별 문제 데이터베이스 구조는 표 1과 같다.

표 1 과목별 문제 데이터베이스 구조

필드명	데이터형식	
단원	char	해당과목의 단원
문제	string	
보기1	char	
보기2	char	
보기3	char	
보기4	char	
정답	char	
난이도	char	초기치 '중'
정답률	int	초기치는 50(백분율로 표기)
오답률	int	초기치는 50(백분율로 표기)

문제를 출제하는 교수자는 해당 문제가 해당 과목의 몇장에 관련된 문제인지를 단원에 기록하고 문제와 보기를 입력하고, 4개의 보기 중에서 정답을 입력한다. 난이도 부여는 '상', '상중', '중', '중하', '하'로 구분한다. 문제를 출제할 때 초기 난이도는 교수자의 의도를 배제하고 모두 '중'으로 부여한다. 따라서 정답률과 오답률을 각각 50으로 입력한다. 이는 평가 후 학습자의 평가 결과에 따라 재조정된다.

기사 시험은 일반적으로 각 과목 40점 이상, 평균 60점 이상 취득 시 합격이다. 이는 대체적으로 출제자가 한 과목에서 40점 이상의 성적이 나올 수 있는 정도의 난이도가 고려된 문제를 출제한다고 볼 수 있다. 또한 특정 단원에서 문제가 편중되어 나온다고 보다는 전체

단원에서 골고루 출제된다.

제시된 시스템에서는 학습자가 평가를 하고자 할 때 자동으로 문제를 출제함에 있어, 이러한 기사 시험의 특징을 고려하여 난이도별\_단원별 문제를 출제한다. 단원별이란 전체 단원에서 골고루 문제를 출제한다는 의미이고, 난이도별이란 난이도에 따라 배분하여 문제를 출제한다는 의미이다. 다시 말해서 일반적으로 학습자가 평균 40점을 받을 수 있는 것에 초점을 맞추어 문제를 출제한다. 이를 위해 난이도 '상' 10%, '하' 10%, '상중' 20%, '중하' 20%, '중' 40% 비율로 문제를 출제한다. 이는 한 과목당 20문제씩 출제되기 때문에, 전체 단원에서 난이도가 '상'인 문제가 2문제, '하'인 문제가 2문제, '상중' 4문제, '중하' 4문제, '중' 8문제 출제된다고 볼 수 있다. 이는 학습 능력이 중간 정도인 학습자의 경우 일반적으로 40점은 넘을 수 있는 난이도별 분배 방법이라 할 수 있다. 알고리즘은 그림 2와 같다.

```

diff(5,2) = "(상,2), (하,2), (상중,4), (중하,4), (중,8)"
' 난이도와 난이도별 출제 문제수
난이도별출제갯수(5) = (0, 0, 0, 0, 0)
' 출제되는 난이도별 갯수를 저장
char 과목명
int count = 1
do while(count <= 20)
  for i = 0 to 4 ' 5단계의 난이도
    for j = 1 to 단원수 ' 단원수만큼 반복
      if (난이도별출제갯수(i) = diff(i,1)) then
        exit for
      end if
      sql = "select 문제,보기1,보기2..... from 과목명
            where 난이도 = diff(i) and 단원 = 'j'"
      set rs = db.execute(sql) ' 전체 레코드에서
            각 단원별 난이도별 레코드셋 구성
      total_count = 레코드셋의 총 레코드 수
      if (total_count = 0) then
        exit for
      end if
      레코드번호=int((total_count-1 + 1) * rnd() + 1)
      ' 임의의 난수 발생
      rs.move 레코드번호 ' 임의의 레코드를 선택
      해당 레코드 문제 출제
      count = count + 1
      난이도별출제갯수(i) = ++1
    next
  next
loop
    
```

그림 2 자동 단원별\_난이도별 문제출제 알고리즘

### 3.3 자동 난이도 조정

(표 2)와 같이 난이도 부여는 정답률과 오답률에 기초하여 부여한다. 일반적으로 출제자가 문제를 출제할 때 출제자의 주관적인 관점에서 초기 난이도를 부여함에 있어 객관성이 결여되기 때문에, 본 논문에서는 한번도 출제되지 않은 초기 문제를 출제함에 있어 난이도를 모두

표 2 난이도별 정답률과 오답률

난이도	정답률	오답률	비고
상	20%이하	81%이상	아주 어려운 문제
상중	21 ~ 40%	61 ~ 80%	어려운 문제
중	41 ~ 60%	41 ~ 60%	보통인 문제
중하	61 ~ 80%	21 ~ 40%	쉬운 문제
하	81%이상	20%이하	아주 쉬운 문제

'중'으로 부여하고, 정답률과 오답률은 50%로 부여한다.

학습자 모드에 들어가면, 평가를 할 수 있는 방법이 2가지가 주어진다. 첫째 개인별 학습과 평가를 할 수 있는 방법이다. 이는 학습자 개개인이 스스로 학습하고 평가를 한 후, 평가 결과에 따른 재학습을 함으로써 자신의 실력을 키운다. 둘째, 교수자에 의하거나 자동 문제 출제 방식에 의해 문제가 출제되고 특정 집단이 단체로 시험에 응시하는 방법이다. 이는 실제 기사 시험을 대비하여 정해진 시간내에 주어진 문제를 특정 집단의 학생들이 같이 응시해 보는 모의 시험이다. 본 논문에서는 개인별 평가와 집단별 평가에 따른 난이도 조정을 함에 있어 학생 개인의 학습 능력을 고려한다.

먼저, 학생 개인의 평가에 대한 난이도 조정은 학생 개인의 학습 능력에 따라 재조정된다. 즉 하나의 문제에 대해 학습 능력이 높은 학생과 학습 능력이 낮은 학생이 문제를 맞추었거나 또는 틀렸을 경우, 해당 문제에 대한 난이도가 서로 다르게 부여되어야 한다. 다시 말해서 하나의 문제를 학습자가 맞추었다고 할 때, 학습 능력이 높은 학생일 경우와 학습 능력이 낮은 학생일 경우 쉬운 정도가 다르다. 학습 능력이 낮은 학생이 해당 문제를 맞추었다면 그 문제는 난이도가 더 내려가야 한다. 틀린 문제의 경우도 마찬가지다. 하나의 문제에 대해 학습 능력이 낮은 학생에 비해 학습 능력이 높은 학생이 틀렸다면, 해당 문제의 난이도는 더 높게 측정되어야 한다. 따라서 모든 문제에 대해서 학습자의 평균점수로서 정답률과 오답률을 계산하여 다음과 같이 난이도를 조정한다.

$$\text{정답률}(\%) = c\_correct\_rate + \frac{1}{\frac{P\_average}{100} * 10}$$

$$\text{오답률}(\%) = c\_error\_rate + (c\_error\_rate * \frac{P\_average}{100})$$

c\\_correct\\_rate : 현재의 정답률, c\\_error\\_rate : 현재의 오답률,  
p\\_average : 개인 평균점수

예를 들어, 정답률이 50%인 하나의 문제에 대해 2명의 학습자가 정답을 맞힌 경우를 보자. 한 학습자는 평균점수가 90점이고, 한 학습자는 평균 점수가 30점이다. 해당 문제에 대한 정답률의 변화는 다음과 같다. 즉, 평점이 90점인 학생이 맞힌 경우보다 평점이 30점인 학생이 맞힌 경우 해당 문제를 더 쉬운 문제로 볼 수 있다.

$$\text{평점 90점} : 0.5 + \frac{1}{\frac{90}{100} * 10} = 0.6(60\%) \Rightarrow \text{'중'}$$

$$\text{평점 30점} : 0.5 + \frac{1}{\frac{30}{100} * 10} = 0.8(80\%) \Rightarrow \text{'중하'}$$

틀린 문제에 대해서는 오답률로서 난이도를 재조정한다. 위와 같은 조건에서 두 학습자가 하나의 문제를 틀렸을 경우 오답률의 변화는 다음과 같다. 평점이 30점인 학생이 틀린 경우보다 평점이 90점인 학생이 틀린 경우가 더 어려운 문제라고 볼 수 있다.

$$\text{평점 90점} : 0.5 + (0.5 * \frac{90}{100}) = 0.5 + 0.45 = 0.95 \Rightarrow \text{'상'}$$

$$\text{평점 30점} : 0.5 + (0.5 * \frac{30}{100}) = 0.5 + 0.15 = 0.65 \Rightarrow \text{'상중'}$$

다음으로, 특정 집단의 학생들이 단체로 시험에 응시하는 경우에 대한 난이도 조정은 총 시험 인원수 대비 정답자수와 학생들의 전체 평균점수로서 다음과 같이 계산한다.

$$\text{정답률}(\%) = c\_correct\_rate + (\frac{correct\_cnt}{total\_cnt} * \frac{group\_average}{100})$$

$$\text{오답률}(\%) = c\_error\_rate + (\frac{error\_cnt}{total\_cnt} * \frac{group\_average}{100})$$

c\\_correct\\_rate : 현재의 정답률, c\\_error\\_rate : 현재의 오답률  
correct\\_cnt : 정답자수, error\\_cnt : 오답자수  
total\\_cnt : 총응시자수, group\\_average : 전체 그룹 평점

즉 시험을 치른 집단의 전체 평균 점수에 따라 쉬운 정도와 어려운 정도를 달리 측정한다. 한 문제에 대해 맞힌 학습자가 5명일 경우, 해당 집단의 전체 평점에 따라 쉬운 정도가 달라진다. 전체적으로 평점이 높은 집단에 비해 전체적 평점이 낮은 집단의 학습자가 맞혔다면 해당 문제의 난이도는 더 낮게 측정되어진다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 기사 시험을 공부하는 학생들을 대상으로 한 웹 기반 학습 시스템을 설계함에 있어 문제 출제와 난이도 조정 부분에 초점을 맞추었다.

기사 시험의 특성상 전체 단원별로 문제가 골고루 출제되어야 하기 때문에, 문제 출제에 있어 단원과 난이도에 따라 골고루 문제를 출제할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 자동으로 난이도를 조정함에 있어 기존의 알고리즘들이 전체 시험응시자수 대비 정답자수만을 고려한 것에 비해 본 논문에서는 학습자의 학습 능력을 고려한 새로운 난이도 조정 방법을 제시하였다.

향후과제로서 현재 구현중에 있는 시스템을 완성하여 실제 학생들을 대상으로 학습과 평가에 따른 실험이 이루어져야겠다.

#### [ 관련 연구 ]

1. 김경아, 최은만, '웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템' 한국정보처리학회논문지, 2002년, 9월 pp.301-310
2. 하일규, 강병욱, '문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현', 한국정보처리학회논문지, 2002년, 6월, pp.511-522