
Web 2.0 기반 e-러닝 콘텐츠 재구성 및 수준 진단

Reconstruction of e-Learning Contents based on Web 2.0, and the Level Diagnosis

임양원, 임한규
안동대학교 멀티미디어공학과

Yang-Won Lim(ishamaim@hanmail.net), Hankyu Lim(hklim@andong.ac.kr)

요약

최근 웹의 기술과 기능이 사용자중심의 패러다임으로 변화되면서 e-러닝의 연구와 설계에서도 학습자 참여와 지속적인 학습이 가능한 동적인 학습콘텐츠를 구성하려는 새로운 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 e-러닝 2.0에 적용할 수 있도록 효율적인 학습 환경을 제공하기 위해 학습자 중심의 동적인 학습 콘텐츠 난이도 조절에 관한 연구를 기술했다. 본 논문은 학습자 중심의 콘텐츠를 제공하기 위해 DLA(Dynamic Level Adjustment)를 제안한다. 제안된 시스템은 환경의 변화에 적응력이 강한 학습콘텐츠를 조절하고 적용할 수 있는 가이드라인이 되고, 더 깊이 있는 연구가 진행될 수 있도록 목표를 두고 있다. 성능평가 결과 학습자의 다양한 학습패턴을 인지할 수 있는 동적인 학습콘텐츠 모델을 만들 수 있었다.

■ 중심어 : | 이러닝 | 수준진단 | DLA | 학습패턴 |

Abstract

As Web technology and functions have recently changed to a user-focused paradigm, new studies are being conducted to construct dynamic learning content that enables the learner's participation and continuous learning in the field of e-learning research and design. This paper covers a study on the degree of difficulty in learner-focused dynamic learning contents to provide efficient learning environments for its adaptation to e-learning 2.0. This study suggests DLA (Dynamic Level Adjustment) to provide learner-focused contents. The suggested system will be a guideline to control and adopt learning content that can be easily applied to the environmental change, and more in-depth future research can be performed by using the system. A dynamic learning content model was made to recognize various learning patterns of learners as a result of the performance evaluation.

■ keyword : | e-Learning | Level Diagnosis | DLA | Learning Patterns |

I. 서론

e-러닝 시스템에 대한 연구는 학습의 교육학적인 설계와 공학적인 설계로 나누어 연구되고 있다. 본 논문에서는 e-러닝 시스템의 공학적인 설계에 초점을 맞추

고 있으며, 동적인 학습 콘텐츠의 재구성 및 난이도 조절에 관한 연구를 다룬다.

웹의 다양한 변화로 인해 e-러닝에서도 변화가 필요하게 되었으며, 웹을 기반으로 시간적, 공간적, 내용적, 구조적 융통성을 학습자에게 제공하게 되었다. 또한, 학

* 이 논문은 2008년도 안동대학교 연구교수 지원에 의해 연구되었음.

접수번호 : #100419-003

접수일자 : 2010년 04월 19일

심사완료일 : 2010년 06월 16일

교신저자 : 임한규, e-mail : hklim@andong.ac.kr

습의 내용과 경로, 속도 등에 대한 선택의 자유를 최대한 제공해 줌으로써 자율적이고 자기 주도적 학습을 가능케 하는 연구가 진행되었다[1].

최근에는 e-러닝 시스템에 웹2.0을 적용하여 학습관리시스템(LMS : Learning Management System)과 학습콘텐츠관리시스템(LCMS : Learning Content Management System)을 설계하거나, 실시간으로 학습자의 행동정보를 분석하여 개인화된 학습 환경을 적응적으로 제공해주는 연구가 진행되고 있다[2][3]. 하지만, 학습 콘텐츠는 변화에 유연하지 못한 단점이 있으며, 학습자의 개인화된 학습조절은 가능하지만 동일한 콘텐츠를 이용하는 다른 학습자에게 학습에 대한 다양한 정보를 제공하기가 매우 어렵다.

학습자의 수준에 맞는 난이도를 적용하여 문제출제를 재조정하는 연구도 진행되었고[4-7], 개인화된 학습 콘텐츠를 재조정 할 수 있는 연구와 지능적인 학습 콘텐츠 시스템에 대한 연구도 진행되었다[8][9]. 하지만, 연구되어진 난이도 조절은 이미 만들어진 학습 콘텐츠를 재구성하여 다른 학습자의 학습을 재조정할 수 없거나, 문제출제의 범위에서 난이도만을 조정할 수 있다. 또한, 학습콘텐츠를 재구성하도록 피드백을 이용하였지만 학습자 개인에 맞추어진 학습방식에서 벗어나지 못하고 있다.

e-러닝 콘텐츠는 학습콘텐츠의 다양성과 학습자들의 변화에 적극적으로 대응할 수 있어야 하며, 학습 콘텐츠는 재구성 또는 재조정되어서 학습 가능한 형태의 콘텐츠로 제공될 수 있어야 한다. 유기적인 콘텐츠를 구성하기 위해서 학습자의 입장에서는 기존의 학습방법을 그대로 유지하되 공학적인 설계에서는 정형화된 기술적인 방법으로 해결되어야만 할 것이다.

본 논문에서 제안하는 학습콘텐츠의 재구성 및 난이도 조절에 관한 연구는 학습정보의 변화에 적응력이 강하고 학습콘텐츠를 학습자에게 적극적인 형태로 제공될 수 있도록 조절이 가능한 DLA(Dynamic Level Adjustment) 시스템을 제안한다.

학습자에 의해서 재구성되는 학습 콘텐츠는 다른 학습자들의 학습방법과 학습수준에도 영향을 미치게 될 것이다. 학습콘텐츠는 새롭게 향상되어 학습자들에게

제공될 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 e-러닝 2.0, 웹2.0과 콘텐츠 재구성에 대한 관련연구 대해서 살펴본 후 e-러닝과의 결합이 어떤 변화를 가져올 수 있는지 살펴보고 3장에서는 동적인 학습콘텐츠 재구성 및 난이도 조절을 위한 시스템의 연구 및 설계에 대하여 설명하고, 4장에서는 제안하는 시스템에 대한 실험과 결과를 제시하고, 마지막으로 5장에서 연구의 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. e-러닝 2.0

인터넷의 발달로 인해 웹을 통하여 교육 및 학습활동이 이루어지는 웹기반 교육 시스템은 교수자 및 학습자들을 시, 공간적 제약으로부터 해방시키며 교수자 중심의 교육에서 학습자 중심의 교육으로 혁신적인 변혁을 가져왔다[10]. 웹의 발전은 학습자와 학습 콘텐츠간의 효과적인 상호작용을 통해 개별적인 학습자의 특성을 고려하고, 학습자의 능동적인 학습 의욕을 촉진시켰고 [11], 학습자에게 학습 콘텐츠를 자기 주도적으로 학습할 수 있는 환경을 제공하였다[1].

이러한 웹기반 학습 방법에 대한 교육공학 측면에서의 연구는 대부분이 학습자와 학습 콘텐츠간의 상호작용보다는 학습자와 교수자간에 발생하는 즉, 인간과 인간사이의 상호작용에 대한 연구에 집중되는 경향이 있다. 그러나 인간과 인간 사이의 상호작용은 학습자와 학습 콘텐츠간의 상호작용을 전제로 하기 때문에 학습자와 학습 콘텐츠간의 상호작용이 효과적으로 진행되지 않는 한 학습은 성공적으로 이루어질 수 없다[12]. 결국, e-러닝 2.0은 기존의 교육과 맞물려서 짧은 시간 동안 학습이 진행될 것이고, 학습자가 스스로 콘텐츠를 재창조하게 될 것이다.

2. 웹 2.0

IT계 출판사 오라일리의 CEO인 팀 오라일리는 최근 몇 년 동안 일어나고 있는 웹의 변화와 트렌드를 제 2

세대의 웹, 즉 ‘웹2.0’이라고 표현했다. 웹2.0은 특정한 기술이나 서비스를 가리키는 말이 아니라 몇 년 전부터 일어나고 있는 웹이라는 인터넷 환경의 큰 변화 자체를 가리킴과 동시에 그 새로운 경향을 의미하고 있다[13]. 본 논문에서는 웹2.0을 실현하는 기술들 중에 본 논문에서 제시하고 있는 동적인 e-러닝 시스템을 구성하기 위해 필요한 집단지성과 위키에 대해서 언급하기로 한다.

2.1 집단지성(Collective Intelligence)

인터넷 사용자수가 급격히 늘어나고 있어서 사용자 스스로가 웹에 계속해서 데이터를 만들어내고 있다. 집단지성은 웹의 변화의 환경에서 사용자의 다양한 요구와 욕구에 부응하는 서비스를 제공할 수 있는 사용자 참여 중심의 효율적인 개념이라 할 수 있다. 웹2.0을 규정짓는 중요한 요소인 탈중앙화 및 네트워크 효과, 그리고 개인의 공헌에 의한 집단화의 모습은 집단 지성을 만들 수 있는 좋은 환경이다. 집단이 전문적인 지식을 가진 몇몇 개개인보다는 더 나은 판단을 내릴 수 있고, 보다 어려운 문제를 잘 풀 수 있다[14]. 이러한 집단지성을 활성화하고 활용하는 것이 웹2.0이다[15]. e-러닝에서는 집단지성을 이용하여 문제나 질문에 대한 올바른 답이 있을 경우에 집단의 지성이 제대로 발휘되지만 숙련된 기술이 발휘되어야 하는 문제에서는 집단의 지성이 발휘되기 어렵다. 본 논문에서는 이러한 집단지성의 순기능을 이용하여 문제에 대한 다양한 해결방법과 학습방법을 제시할 수 있도록 설계하고 있다.

2.2 위키(Wiki)

위키(Wiki)는 하와이어 ‘위키위키(WikiWiki)’가 어원이며 ‘빠르다’ ‘서두르다’ ‘형식에 얽매이지 않는다’라는 뜻이 있으며, CMS(Content Management System)의 한 종류이다. 위키의 특징은 많은 사람이 공동으로 콘텐츠를 추가, 편집, 관리할 수 있다는 점이다. 콘텐츠를 이용하는 사람이 기존의 콘텐츠를 수정하거나 새로운 콘텐츠를 추가할 수 있는 기능을 가지고 있을 뿐만 아니라 편집자가 XHTML 등의 마크업 언어에 대한 지식이 없다 하더라도 문서 구조를 정리하거나 하이퍼링크를 작성할 수 있는 독자적 콘텐츠 정형규칙이 정해져

있어서 쉽게 접근해서 작성할 수 있다[13][16][17]. e-러닝에서 이러한 위키의 특징을 이용하면 하나의 학습 콘텐츠를 학습자에 의해 재구성할 수 있으며 학습자들에 의해 새로운 학습 콘텐츠로의 재생산이 가능해진다. 본 논문에서는 위키를 이용하여 LCC(Learner Created Content)라는 학습 콘텐츠를 학습자에 의해 재구성하는 시스템으로 설계하고 있다.

3. 베이즈의 정리 (Bayes' theorem)

베이즈의 정리는 n개의 서로 배반된 사건 A1, A2, ..., An중 하나는 반드시 일어난다고 할 때, 임의의 수 B에 대한 사건이 일어날 조건부 확률 P(A|B)를 구하는 방법이다. 여기에서 새로운 정보가 주어지기 이전에 B가 발생할 확률 P(B)를 사전확률(prior probability)이라고 하고, 정보가 주어진 이후에 사상A가 발생할 확률 P(A|B)를 사후확률(posterior probability)이라 한다.

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{\sum_{k=1}^n P(A_k)P(B|A_k)}$$

그림 1. 베이즈의 정리

본 논문에서는 동적인 콘텐츠의 재구성과 콘텐츠의 난이도 조절을 e-러닝 시스템에서 학습 콘텐츠를 자동적으로 구성할 수 있도록 베이즈의 정리를 이용한다.

III. 학습콘텐츠의 재구성 및 난이도 조절

본 논문에서 제안하는 학습콘텐츠의 재구성 및 난이도 조절에 관한 연구는 학습자가 학습하고자 하는 학습 주제(콘텐츠 또는 코스웨어)를 다양한 방법으로 재구성 가능하도록 하였다. 학습자가 원하는 학습주제에 따라 학습자의 수준에 맞추어진 교수자에 의한 동적인 학습 콘텐츠와 다른 학습자들의 집단지성을 이용하여 학습자 스스로가 학습에 도움이 될 수 있는 내용을 참고, 작성하여 학습자에 맞추어진 학습 콘텐츠를 구성하여 학습할 수 있다. 본 논문에서 설계되어지는 e-러닝 시스템의 구성은 아래 [그림 2]와 같다.

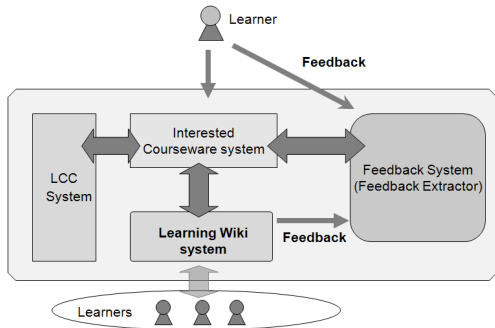


그림 2. 동적 e-러닝 시스템의 구성도

- 관심학습관리 시스템 (Interested Courseware Management System)

e-러닝 시스템에 접속한 학습자가 학습하려는 콘텐츠를 관리하는 시스템

- LCC(Learner Created Content)

System 학습자들에 의해서 재구성, 재생산 되는 학습 콘텐츠 관리 시스템이며, 학습 콘텐츠는 수정/보완/추가될 수 있는 학습 가능한 콘텐츠이다.

- Learning WiKi System

다수의 학습자가 하나 또는 그 이상의 새로운 학습 콘텐츠를 구성할 수 있도록 해주는 집단지성을 이용한 학습관리 시스템

- Feedback System

다수의 학습자들로부터 추출된 정보를 수집하고, 수집된 정보에 대한 통계를 계산하여 학습콘텐츠를 재구성하기 위한 시스템

1. 학습자의 참여에 의한 학습 콘텐츠

본 논문에서는 동적 e-러닝 시스템에 집단지성을 이용해서 학습자는 또 다른 학습자들의 경험과 지식을 토대로 생성되어진 정보를 학습할 수 있다. LCC(Learner Created Content)는 다른 학습자들이 관련학습에 대한 메모, 학습정보, 문제의 해결방안 등에 대한 정보로 구성되어지며 학습자는 자신이 학습하는 것 이외의 학습 정보와 관련된 분야나 지식을 함께 학습할 수 있게 된

다. 에 대한 정보로는 학습자 참여형의 시스템은 되어 하고 새롭게 등장하는 정보에 대해서 능동적으로 생성할 수 있는 신뢰성 있는 모델이 될 것이다.

e-러닝 학습 콘텐츠는 학습자그룹에 의해서 추가/수정/보완될 수 있으며, WiKi System은 교수자에 의해 구성되어진 학습 콘텐츠를 중심으로 새로운 학습 콘텐츠와 문제해결 방법, 학습 방법 등을 저장하게 된다. 이와 같은 학습자 그룹이 많아질수록 학습 콘텐츠는 더욱 다양한 정보로 만들어지게 되고, 학습자들의 분류에 의해서 학습의 난이도가 동적으로 결정되어질 수 있다. 또한 학습자는 학습 콘텐츠에 대해서 학습의 방법이나 문제 해결 방법을 제시할 수 있고, 이러한 정보는 다른 학습자가 동일한 학습 콘텐츠로 학습을 할 경우에 쉽고 빠르게 정보를 학습할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 학습 콘텐츠에 대한 문제 제기로 새로운 학습 콘텐츠가 만들어질 수 있어서 학습 콘텐츠는 교수자에 의해 학습 콘텐츠가 추가될 뿐만 아니라 학습자에 의해서도 생성되는 학습 콘텐츠가 구성되어진다.

2. 학습자의 행동정보 추출

학습자의 행동정보는 학습콘텐츠를 재구성하도록 제공되는 피드백 추출자(Feedback Extractor)를 생성하게 된다. 학습자의 행동정보는 학습자의 학습이 이루어지는 동안 학습자와 학습콘텐츠 시스템간의 이벤트를 중심으로 자동적으로 생성되어지는 정보이며 아래의 이벤트로 저장되어 구성된다.

- ◆ Reading Count (RdC) :

학습콘텐츠의 열람 횟수를 저장한다.

- ◆ Reading Time (RdT):

학습자가 학습콘텐츠의 페이지를 클릭한 이후의 시간(초)을 저장한다.

- ◆ Scroll Count (SrC):

학습콘텐츠를 스크롤하는 이벤트의 횟수를 저장하게 된다. 다운스크롤 및 업스크롤의 횟수로 구성되며, 한 페이지에서 구성되어지는 학습콘텐츠의 스크롤 횟수는

0으로 처리한다.

- ◆ Print Check & Count (PrC) :
학습콘텐츠의 프린트 여부 및 프린트 횟수를 저장한다.
- ◆ Save Check & Count (SvC) :
학습콘텐츠의 저장 여부 및 저장횟수를 저장한다.
- ◆ Relational Index Count (RiC):
학습자가 게시판 또는 채팅 등과 같은 커뮤니케이션 페이지에서 해당 학습콘텐츠의 키워드를 사용하는 횟수를 저장한다.

행동정보는 정보가 입력되지 않았을 때의 값(0)과 정보가 입력된 값(0~n)의 값을 가진다. 이와 같이 이벤트는 학습자의 행동정보의 가중치를 나타낼 수 있는데, 예를 들면, 학습자 A에 대한 행동정보 추출자(FE) 중에서 Reading Count의 가중치를 구한다면, 아래 [그림 3]과 같이 나타낼 수 있다.

$$RdC(FE_A) = \frac{RdC_A}{AVG(RdC_n)}$$

그림 3. Reading Count 가중치 추출공식

학습자 A에 대한 Reading Count의 가중치 $RdC(FE_A)$ 는 학습자 A의 행동정보 RdC_A 에 대해 학습자 전체에 행동정보에 대한 평균값 $AVG(RdC_n)$ 에서 구할 수 있다. 행동정보의 가중치가 낮을수록 학습자가 학습콘텐츠를 학습하기에 쉬운 것으로 간주할 수 있으며, 평균값이 낮아질수록 학습콘텐츠의 다른 학습자들이 해당 학습콘텐츠를 학습하기에 쉬운 것으로 예측할 수 있다. 하나의 학습콘텐츠에 대해 이와 같은 과정을 학습자들이 반복 수행함으로써 학습자의 행동정보에 대한 정보를 만들게 된다.

3. 동적인 학습 콘텐츠 구성

동적인 학습콘텐츠를 운영하기 위해 학습자와 시스템간의 상호작용을 실시간으로 수집하고, 학습정보는 학습콘텐츠별로 데이터베이스에 저장되며, 학습콘텐츠

의 난이도와 학습평가의 난이도 조절에 사용되도록 구현하였다.

학습콘텐츠의 재구성을 위해서 학습자의 이벤트 정보와 함께 필요한 부가정보는 학습콘텐츠를 교수자에 의해 생성될 때 아래의 같이 정보로 구성되어진다.

- ◆ Estimated Course Level (ECL):
최초 입력되는 학습콘텐츠의 예상 난이도 레벨로서 처음 입력되는 값은 1과 100 사이의 실수로 구성되며, 수치가 높을수록 콘텐츠는 ‘어려워’지는 정보로 재조정된다.
- ◆ Estimated Learning Time (ELT):
예상 학습 시간(초)
- ◆ Count of Participant Learner (Lcnt) :
해당 콘텐츠를 학습한 학습자의 수

아래 [그림 4]는 학습콘텐츠의 재구성을 위해 적용한 난이도 조절 공식이다.

$$\begin{aligned}
 P(Finfo) &= P(RdC_x), P(RdT_x), P(SrC_x), \\
 &P(PrC_x), P(SvC_x), P(RiC_x) \\
 P(CL_{n(x)}) &= P(CL_{n(x)} | P(Finfo)) \\
 CL &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P(CL_i | P(CL_{n(x)}))
 \end{aligned}$$

그림 4. 동적콘텐츠 구성을 위한 추출공식

$n(x)$ 는 하나의 학습콘텐츠에 대한 특정 학습자이며, n 은 해당 학습 콘텐츠를 학습한 학습자의 수를 의미한다. 현재 학습자들의 행동정보의 평균 가중치 $P(Finfo)$ 를 이용하여 다음 학습자들의 행동정보 $P(CL_{n(x)})$ 를 예측할 수 있으며, 부가적인 학습콘텐츠의 난이도 CL_i 의 누적된 값을 이용하여 해당 학습콘텐츠의 난이도 CL 을 예측할 수 있다. 이와 같은 과정을 반복 수행함으로써 학습콘텐츠에 대한 난이도가 갱신된다.

위와 같은 등급조정을 시행한 학습콘텐츠는 학습의 평가를 위한 문제출제 시스템에서 동적구성을 더욱 쉽게 만들 수 있도록 지원한다. 문제를 해결하는 시간이 길어질수록 학습의 난이도는 높아지게 되고, 시간이 지나면 해당 콘텐츠 또는 문제에 대한 학습자들의 평균 난이도를 확인할 수 있다. 따라서 많은 학습자들이 참여한 콘텐츠나 문제에 대해서는 학습자의 상대적인 학습수준을 객관적으로 평가할 수 있도록 구현하였다.

아래 [그림 5]는 기존학습에 피드백 추출정보와 학습자의 학습콘텐츠 참여 정보에 대한 새로운 정보를 베이지의 방법을 적용하여 새로운 학습 콘텐츠로 구성하는 구조를 나타낸다.

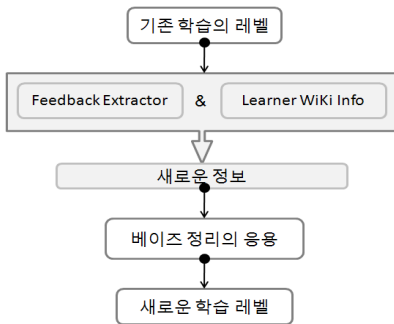


그림 5. 동적콘텐츠 재구성을 위한 구조

4. 동적인 학습 콘텐츠 관리 모델

본 논문에서는 동적 e-러닝 시스템에 집단지성을 이용해서 학습자는 또 다른 학습자들의 경험과 지식을 토대로 생성되어진 정보를 학습할 수 있다.

e-러닝 학습 콘텐츠는 학습자그룹에 의해서 추가/수정/보완될 수 있으며, Wiki System은 교수자에 의해 구성되어진 학습 콘텐츠를 중심으로 새로운 학습 콘텐츠와 문제해결 방법, 학습 방법 등을 저장하게 된다. 이와 같은 학습자 그룹이 많아질수록 학습 콘텐츠는 더욱 다양한 정보로 만들어지게 되고, 학습자들의 분류에 의해서 학습의 난이도가 동적으로 결정되어질 수 있다. 또한 학습자는 학습 콘텐츠에 대해서 학습의 방법이나 문제 해결 방법을 제시할 수 있고, 이러한 정보는 다른 학습자가 동일한 학습 콘텐츠로 학습을 할 경우에 쉽고 빠르게 정보를 학습할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 뿐

만 아니라, 학습 콘텐츠에 대한 문제 제기로 새로운 학습 콘텐츠가 만들어질 수 있어서 학습 콘텐츠는 교수자에 의해 학습 콘텐츠가 추가될 뿐만 아니라 학습자에 의해서도 생성되는 학습 콘텐츠가 구성되어진다.

아래 [그림 6]은 학습콘텐츠를 재구성하는 학습콘텐츠 관리 모델이다.

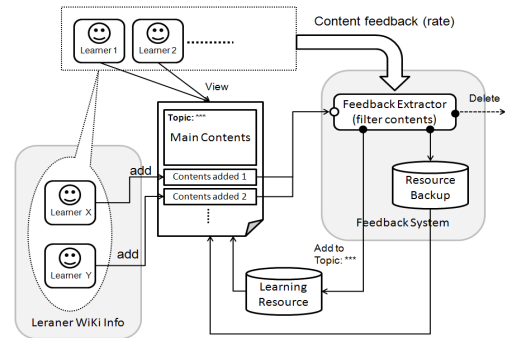


그림 6. 제안하는 동적콘텐츠 관리 모델

학습자(Learner1)가 학습콘텐츠를 학습할 때 행동정보의 가중치가 Feedback System에 저장되어진다(Content feedback). 또한 학습자는 Wiki 시스템을 이용하여 해당 학습의 도움이 되는 부가정보를 추가할 수 있으며, 추가된 부가정보는 다른 학습자(Learner X)들에 의해 재평가되어 해당 학습콘텐츠에 상위 콘텐츠(Contents added 1)로 추가되거나, 삭제될 수 있다. 학습자(Learner1)에 의해 저장된 행동정보의 가중치는 학습콘텐츠의 난이도를 갱신하여 동일한 학습콘텐츠에 대해 다른 학습자(Learner2)가 학습할 때, 학습의 난이도를 고려하여 수준에 따라 학습정보를 제시할 수 있다. 학습자가 많아질수록 학습콘텐츠의 난이도는 재조정되며, 다음 학습자의 수준에 따라 적합한 학습콘텐츠를 제공될 수 있다.

IV. DLA시스템의 실험 및 고찰

본 논문에서 제안하는 DLA 시스템의 환경 구현을 위해서 MS-Windows 2003에서 웹2.0 환경에서 구현되며, 학습 콘텐츠의 정보와 사용자 정보, 학습조절과 재

구성에 필요한 데이터베이스를 구성하기위해 MS-SQL2000을 이용한다. 학습자 인터페이스는 자바스크립트, HTML, XML, ASP 등의 스크립트언어로 구현한다. 제안하는 동적인 학습콘텐츠 시스템은 학습자 학습등급과 학습콘텐츠에 대한 난이도를 측정할 수 있는 도구이지만, 본 논문의 실험에서는 학습콘텐츠의 난이도조절 방법에 따른 동적인 학습 콘텐츠 구성을 위해 실험된 결과만을 산출하고 제시한다. 학습자들이 학습하는 콘텐츠는 C언어의 기본적인 문법의 응용문제로 구성하고, 학습자는 C언어의 기본문법을 이해하고 있는 공과대학 계열 학생 40명을 기준으로 하고 있으며, 학습콘텐츠를 학습한 후, DLA시스템을 통해 평가된다. 평가되어지는 응용문제의 난이도는 1.00에서 5.00사이의 값으로 표현하며, 최초 난이도는 3.00으로 입력하였다. 실험의 순서는 C언어의 기본입출력문, 연산자, 제어문 등에서 항목별 4개 문제씩 총 12개의 문제를 학습자들에게 제시하고 해결하도록 하였다.

- 기본입출력문 4개 문제 : Q1, Q2, Q3, Q4
- 연산자 4개 문제 : Q5, Q6, Q7, Q8
- 제어문 개 문제 : Q9, Q10, Q11, Q12

표 1. 난이도가 누적된 학습콘텐츠 분석표

학습자(명)	초기 난이도	1	5	10	15	20	25	30	35	40	최종 난이도
문제번호											
Q1	3.00	2.00	2.33	2.27	2.56	2.67	2.85	2.90	2.86	2.95	2.95
Q2	3.00	2.00	2.50	2.82	3.00	3.05	3.04	3.16	3.11	3.17	3.17
Q3	3.00	2.00	2.83	3.27	3.44	3.48	3.38	3.48	3.50	3.54	3.54
Q4	3.00	2.00	2.33	2.45	2.75	2.81	2.92	2.94	2.92	3.00	3.00
Q5	3.00	3.00	2.67	2.27	2.44	2.57	2.68	2.65	2.72	2.66	2.66
Q6	3.00	2.50	2.50	2.27	2.44	2.48	2.58	2.68	2.75	2.68	2.68
Q7	3.00	3.50	3.50	3.95	3.63	3.62	3.68	3.74	3.78	3.76	3.76
Q8	3.00	3.00	3.17	3.09	3.19	3.24	3.38	3.32	3.44	3.49	3.49
Q9	3.00	3.00	2.50	2.64	2.69	2.95	2.92	2.97	2.94	3.00	3.00
Q10	3.00	3.50	2.83	2.73	2.88	3.05	3.08	3.13	3.14	3.17	3.17
Q11	3.00	3.50	2.17	2.27	2.13	2.38	2.35	2.48	2.50	2.54	2.54
Q12	3.00	3.50	3.00	2.91	2.69	3.00	3.12	3.26	3.19	3.22	3.22

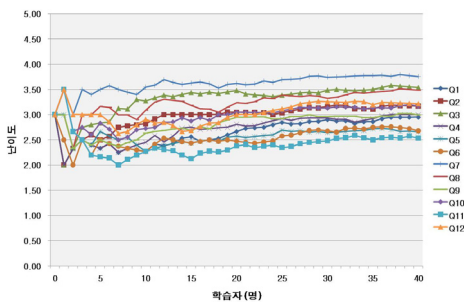


그림 7. 누적된 난이도에 대한 분석도

[표 1]과 [그림 7]은 초기 난이도에에서 학습자들이 문제를 풀 때마다 난이도가 조정되는 것을 나타내고 있다. 40명의 학습자에 의해 누적된 평균값으로 난이도를 조절하고 있으며, 교수자에 의해 난이도가 결정되는 것보다 더 정확한 난이도를 산출해 낼 수 있다. 교수자에 의해 제시되는 학습콘텐츠의 초기 난이도는 교수자 관점의 주관적인 기준치일 수 있으며, 객관적 기준이라 하더라도 학습 환경과 학습자의 의해 제마라 크게 달라질 수 있다. 실험을 위해 최초 난이도는 평균값 3.00으로 입력하였지만, 교수자의 평가 관점에 의해 각각의 문제에 대한 최초난이도가 다르게 입력될 것이다. 난이도는 교수자에 의해 제시된 난이도가 아니라 학습자의 평수준에 의한 난이도로 조정되어야 하며, 정확한 환경과 학습수준에 따라 난이도가 재조정되어야 할 것이다. 이렇게 산출된 학습콘텐츠는 학습자의 학습등급에 따라서 쉬운 문제와 어려운 문제로 구분해서 제출할 수 있다.

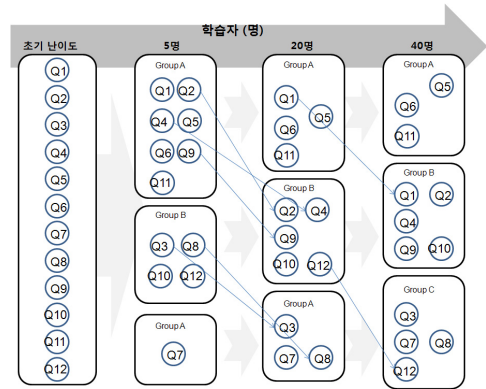


그림 8. 학습콘텐츠가 재구성되는 과정

[그림 8]은 학습콘텐츠의 난이도가 조절되면서 제출된 문제를 편의상 3개의 그룹-쉬운 문제그룹(Group C), 어려운 문제그룹(Group A) 그리고 중간문제그룹(Group B)-으로 조정되는 과정을 보여주고 있다. 실험에서 제출된 문제의 난이도의 편차가 최소 1.00에서 최고 1.50의 수치를 보이기 때문에 실험에서는 중간문제그룹을 3.00에서 범위 ±0.20을 기준으로 그룹화 하였다. 콘텐츠를 이용하는 학습자가 많아질수록 난이도의 재구성에 필요한 학습콘텐츠 이동 횟수가 줄어들면서 학

습콘텐츠가 안정적으로 나타나는 것을 알 수 있다. 이렇게 난이도가 재조정된 문제는 학습자의 수준에 따라 문제를 자동 출제할 수 있다.

이와 같은 방법으로 학습 콘텐츠뿐만 아니라 학습자에 대한 개인학습의 수준도 진단할 수 있으며, 이렇게 재구성된 학습콘텐츠와 학습의 수준이 조정되어진 학습자간의 상호 의존성에 대한 분석을 자동화할 수 있다. 이러한 방법은 문제은행방식의 출제시스템에 적용할 수 있으며, 실험에 사용된 방법으로 3개 문제를 수준에 따라 아래 [그림 9]와 같이 출제할 수 있다.

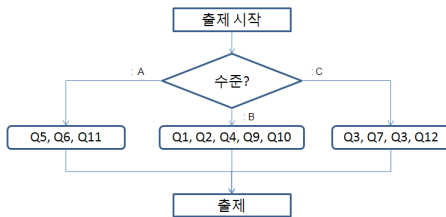


그림 9. 재구성된 문제의 출제

만약, 어려운 형태로 출제한다면 각각 Q3, Q7, Q8, Q12 중에서 3개 문제를 출제할 수 있다.

더 많은 콘텐츠와 보다 상세한 난이도 그룹을 편성한다면, 학습자의 수준과 학습 환경에 따라서 학습콘텐츠를 제공할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 동적콘텐츠를 재구성하도록 하는 DLA시스템은 학습콘텐츠의 난이도뿐만 아니라, 학습자의 행동정보, 학습자들의 누적된 정보를 바탕으로 학습콘텐츠에 대한 난이도를 재조정할 수 있다. 실험에서 소수의 학습자들은 난이도가 다수의 학습자들에 비해서 큰 격차를 보이기도 했지만, 최종적으로 구성된 난이도에는 큰 영향을 미치지 못했음을 알 수 있었다. 또한, 각각의 학습자에 대해서도 학습콘텐츠 난이도와 같은 학습등급을 부여할 수 있어서, 학습자가 자주 이용될수록 자신에게 적합한 맞춤형 학습콘텐츠를 제공할 수 있게 된다.

V. 결론

기존 e-러닝 시스템에서 하나의 학습 콘텐츠는 교육

과정의 변경되거나 사회/문화적인 변화로 인해 콘텐츠의 재구성이 필요할 경우, 교수자에 의해서 재구성 또는 수정/보완해야만 했다. 하지만 본 논문에서 제안하는 동적이고 적응적인 e-러닝 시스템에서는 학습자들에 의해서 학습 콘텐츠가 재구성될 수 있다.

학습자가 자신의 e-러닝 콘텐츠를 생성하는데 있어서 학습자 스스로가 더욱 적극적이며 동적으로 구성된 학습 콘텐츠를 통해 학습할 수 있는 학습 환경을 제공할 수 있도록 하였다. 즉, 웹2.0의 집단지성과 위키(WiKi)의 개념을 도입하여 학습자의 참여를 유도함으로써 학습하는 콘텐츠를 학습자가 만들 수 있도록 설계하였고, 학습자가 학습콘텐츠를 학습하는 동안에도 학습자의 행동정보를 추출하여 학습 환경의 다양한 변화에 적응력이 강하고 학습자중심의 e-러닝 2.0 시스템으로 구성될 수 있도록 설계하였다.

본 논문에서 제안하는 e-러닝 학습 콘텐츠 시스템은 기존의 학습 콘텐츠와 같은 동등한 학습효과를 줄 뿐 아니라, 학습자가 스스로 학습 콘텐츠를 재구성 또는 재생산할 수 있다. 이렇게 재구성/재생산된 학습 콘텐츠는 다른 학습자들에게 학습의 방향과 학습 콘텐츠에 대한 부가적인 학습내용까지 제공될 수 있도록 하였다. 학습자들이 많으면 많을수록 정확한 학습정보와 쉬운 학습방법을 제공받을 수 있게 된다. 집단지성이 강한 e-러닝 2.0 시스템의 학습 콘텐츠의 구성도 가능하며 스스로 자생력과 적응력이 강한 e-러닝 시스템의 설계와 구현이 가능해질 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Hyon-A Hwang and Han-Kyu Lim, "Design and Implementation of an Individualized Self-Regulated Learning System," The Journal of the Korea Contents Association, Vol.5, No.2, pp.19-28, 2005.
- [2] Emory M. Craig, "Changing paradigms: managed learning environments and Web 2.0," Campus Wide Information Systems, Vol.24, No.3, pp.152-161, 2007.

- [3] Y. K. Kim, *A Design and Implementation of Adaptive e-learning System Based on SCORM using Web 2.0*, Dept.of Computer Engineering Graduate School, Changwon National University, 2006.
- [4] 김철현, 고희대, 김병기, "SCORM 기반 학습 콘텐츠 난이도 분석", 한국컴퓨터종합학술대회 2005 논문집 Vol.32, No.1, pp.358-360, 2005.
- [5] 임일용, 정해균, 양형정, "WBI(Web Based Instruction) 시스템에서 학습자 피드백 기반 문제수준 조절 방법", 한국컴퓨터종합학술대회 2006 논문집 Vol.33, No.1, pp.244-246, 2006.
- [6] 김은정, 류희열, "WBI 시스템에서 학습능력을 고려한 출제 문제의 난이도 재조정 알고리즘", 한국산업정보학회논문지, 제9권, 제4호, pp.47-55, 2004.
- [7] 김은정, "웹기반 학습 시스템의 평가 문제에 대한 출제 방법 및 난이도 재조정에 대한 연구", 정보처리학회논문지 D, 제12-D권 제3호, pp.471-480, 2005.
- [8] Xin Li,S and K. Chang, "A Personalized E-learning System Based on User Profile Constructed Using Information Fusion," The eleventh International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS'05), Banff, Canada. Sep. 5-7, pp.109-114, 2005.
- [9] Gordon McCalla, Tiffany Ya Tang, "Smart recommendation for an evolving e-learning System," Journal of E-learning, Vol.4, No.1, pp.105-129. AACE Publishers. 2005.
- [10] Badrul H. Khan, *Web-Based Instruction(WBI) : What is it and Why is it?*, Educational Technology Publications Inc., 1997.
- [11] M. H. Kim, H. T. Lee, and Y. S. Oh, "Design and Implementation of an Adaptive Learning Management System for Personalized Learning," The Journal of the Korea Contents Association, Vol.4, No.1, pp.8-17, 2004.
- [12] H. U. Lee, *The effect of information perceiving style and material presentation form on academic achievement in web : based instruction*, Seoul National University, 2002.
- [13] Hiroshi Ogawa and Yasunari Goto, *Web 2.0 Book*, Impress Japan, 2006.
- [14] James Surowiecki, *The Wisdom of Crowds*, Random House Inc, 2005.
- [15] Tim O'Reilly, "Web 2.0 Compact Definition: Trying Again," O'Reilly Media, http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/web_2_0_compact.html, 2006.
- [16] www.c2.com/cgi/wiki
- [17] www.wikipedia.org/wiki/Wiki

저 자 소 개

임 양 원(Yang-Won Lim)

정희원



- 1992년 : 충주대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2001년 : 안동대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2004년 : 안동대학교 멀티미디어공학전공 박사과정

<관심분야> : 멀티미디어, 에이전트, 웹프로그래밍

임 한 규(Hanky Lim)

종신회원



- 1981년 : 경북대학교 전자계산기공학전공(공학사)
- 1984년 : 연세대학교 전산전공(공학석사)
- 1997년 : 성균관대학교 컴퓨터공학전공(공학 박사)

▪ 1998년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 멀티미디어공학과 교수

<관심분야> 멀티미디어, 웹응용, 자연언어처리