

학습문제 구조화를 통한 효율적인 웹기반 개별화 학습시스템 RC²의 설계 및 구현

송민아[†] · 송은하[†] · 정권호[†] · 정영식^{††}

요 약

일반적인 WBI가 제공하는 공간 속에서 하이퍼미디어 기술을 도입하여 학습자가 학습에 대한 선택의 자유를 가지며, 또한 자기 나름대로 학습의 평가하는 개별화 교수-학습 환경을 제공한다. RC2 시스템은 기본적으로 클라이언트-서버 모델이며, LCPG 모델을 기반으로 하는 학습진행 및 학습평가 알고리즘을 제공하고 학습자 개개인의 특성에 맞는 동적인 재학습 메커니즘을 제시한다. 또한 웹을 통한 코스웨어 저작자인 교사에게 편리한 인터페이스를 제공하기 위한 학습 에디터를 지원한다.

Design and Implementation of the Efficient Web-based Individual RC² system with Learning Problem Structure.

Min-A Song[†] · Eun-Ha Song[†] · Kwon-Ho Jung[†] · Young-Sik Jeong^{††}

ABSTRACT

All learners can selection of their work through hypermedia technology in the area provided by usual WBI. Also, it provides learner with individual teaching-learning environment and estimation. RC2 System has the fundamental client/server model, and provides the learning, evaluation algorithms based on the LCPG(Learning Contents Problem Graph) model, the dynamic re-learning mechanism in according to the property of individual. Moreover, it support learning editor to provide interface, which is convenient for teacher, Courseware writer, on the Web

1. 서 론

컴퓨터와 정보통신 기술의 발전은 교육환경을 급속하게 변화시키고, 이를 교수-학습에 도입하여 활용하려는 시도가 끊임없이 전개되고 있다. 교육적인 측면에서 인터넷은 서로 다른 교수-학습 시스템을 온라인으로 연결시켜서 학습에 대한 유용

한 정보들을 교환하고 획득, 창출하는 하나의 범세계적인 학습의 장이다[1][2]. 이와 같이 인터넷을 교육에 활용할 경우 학습자들은 기존의 전통적인 교실에서 벗어나 얻고자 하는 정보를 접할 기회가 많아져 학습공간의 확대효과 및 학습과제 수행의 다양화를 꾀할 수 있다. 인터넷의 교육적 활용은 학습정보에 대한 다양한 서비스를 연결해 주고 멀티미디어 정보의 표현이 가능한 웹서비스와 결합되어 보다 학습효과를 높이는 학습모델을 창출하고 있다. 즉, WBI(Web Based Instruction)로 정의되는 웹 기반 학습은 웹의 등장과 함께 나

[†] 원광대학교 컴퓨터 및 정보통신공학부 석·박사 과정
^{††} 원광대학교 컴퓨터 및 정보통신공학부 교수
논문접수: 2000년 2월 29일, 심사완료: 2000년 5월 29일
* 본 논문은 1999년 원광대학교 교비지원에 의해서 연구됨

타난 새로운 온라인 형태의 교수학습 방법이다[3]. WBI는 1996년 이후에 급격히 발전해 오고 있으며, 웹을 매체로 활용하여 원거리에 있는 학습자를 교육시키는 혁신적인 접근방법이라 하겠다. 웹 기반 원격 교육은 멀티미디어/하이퍼미디어 기술을 이용해서 학습자의 인지구조와 동일한 하이퍼텍스트 형태로 교육자료들을 제공할 수 있다는 장점을 갖기 때문에 많은 연구가 진행되고 있으며 상당한 연구들이 성과를 거두고 있다[3][4].

WBI는 특정한 학습진행 메커니즘을 토대로 학습자의 지식이나 능력을 높이기 위한 의도적인 상호작용을 웹을 통해서 학습내용을 전달하는 교수모델을 의미하는데 WBI의 학습 유형에는 의사교환방식, 정보수집방식 및 문제해결방식 등으로 구분된다[3]. 의사교환방식은 전자우편과 전자대화 서비스를 통하여 동일한 주제를 가지고 학습정보를 교환하여 교수-학습 정보를 구축하는 방식이다. 이 방식의 활동에는 친구 만들기(key-pals), 글로벌 교실(global classroom), 초청(electronic appearance), 의인화(impersonation) 및 질의/응답(Q&A) 활동방식들이 있다. 정보수집방식은 웹을 통하여 필요한 학습정보를 수집하고, 수집된 정보를 가공, 생성하여 학습정보를 교환하는 방식이다. 이 방식에는 정보교환(information exchange), 전자출판(electronic publishing), 데이터베이스 생성(database creation) 및 데이터 분석 풀(pooled data analysis) 등의 활동들이 포함된다. 문제해결방식은 개인 대 개인, 개인 대 다수 혹은 다수 대 다수의 참여형태로 특정 문제에 대해서 해결해 나가는 과정을 통해서 학습하는 활동을 의미한다. 이 방식에는 정보검색(information search), 글쓰기(process writing) 문제해결(problem solving), 순차생성(sequential creation), 시뮬레이션(simulation) 및 활동 프로젝트(action project)등의 활동들이 있다.

본 연구에서 개발하고자 하는 웹 기반 원격교육 시스템은 일반적으로 WBI가 제공하는 시간과 장소를 초월하는 가상공간의 웹 환경에서 하이퍼미디어 기술을 도입하여 학습자가 학습에 대한 선택의 자유를 가지고 자기 나름대로 학습의 상황을 수시로 점검하고 평가할 수 방법을 가지고 학습자가 학습에 대해 책임을 가지고 학습자 자신의 인

지 구조를 최대한 반영하는 개별화 교수-학습 환경을 제공하고자 한다. 또한, 인터넷에서 학습내용 데이터베이스를 이용하여 학습에 대한 풍부한 자료를 제공하고, 다양한 멀티미디어 학습자료를 구축하여 학습자와 학습간의 상호작용을 하며 교육의 질을 향상시킬 수 있다는 데에 중점을 두고 있다. 즉, 고도의 정보화 시대에 맞춰진 쌍방의 교육을 위해서 웹 기반 교육환경에서 교육목적과 내용에 따라 요구되는 복합적인 학습경로를 웹에서 풍부한 상호작용과 정보를 전달한다. 또한, 시간, 장소, 비용 등의 문제로 학습에 사용하기 어려운 기재를 멀티미디어 데이터를 통해 보다 효과적으로 선택하고 이용하여 학습자 개개인에 맞는 다양한 학습목표의 설정 및 학습을 달성함으로써 학습자의 흥미를 유발하여 학습동기 및 참여를 유도한다. 이와 더불어 학습자의 수준에 능동적으로 적용할 수 있는 효율적인 개별화 학습, 순간적 교육정보의 유통과 자율적인 학습이 가능하도록 한다. 본 연구에서는 이와 같은 요구를 충족시킬 수 있도록 웹 환경에서 학습자가 효율적인 개별화 학습을 실현하는 RC^2 (Remote Cyber Class) 시스템을 개발하는데 주 목적이 있다.

RC^2 시스템 개발을 위해서 첫째, 기본적인 학습내용 구조 및 학습내용 평가를 위한 학습문제 구조를 확립한다. 둘째, 확립된 구조를 바탕으로 학습자의 개별화 학습을 위해서 LCPG(Learning Contents Problem Graph) 학습모델을 개발한다. 셋째, 학습자의 수준에 맞게 학습의 흐름을 진행하는 학습진행 및 평가 알고리즘을 고안한다. 넷째, 학습자의 이해력을 평가하여 개개인에 맞는 동적인 학습내용의 재구성 방안을 고안한다. 다섯째, 모든 학습이 웹 브라우저를 통해 이루어지게 하고 기존의 WBI 학습 환경을 제공하여 학습자로부터 편리한 인터페이스를 제공하며 부가적으로 웹 브라우저를 이용해서 코스웨어를 저작할 수 있는 기능도 마련한다. 여섯째, 기존 CAI(Computer Added Instruction) 시스템의 일방적인 교육에 반해 학습자는 수강신청의 과정을 거쳐 학습에 참여하고 코스웨어 저작자 혹은 교사는 수강한 학습자들에게 수강한 학습에 대한 평가 및 전자 우편이나 대화실 등의 상호작용을 가

<표 1> 국내외의 사이버 대학 개발사례

국내외	사이버대학명	운영형태	교육방법	비고
국내	열린가상대학	컨소시엄	WBI 개별학습 실시간 음성교육, 비대칭 위성교육	3개 해외교류기관, 단독사무국 지방차지단체화 교육협육
	서울디자인가상대학	컨소시엄	WBI 개별학습	시각디자인과정, 산업디자인과정, 대학간 학점교류
	부울가상대학	컨소시엄	WBI 개별학습	학부/대학원과정
	서울대학	단독	WBI 개별학습	교육방법 개선, 면대면 교육의 보조수단
	숙명여자대학	단독	WBI 개별학습, 인터넷 기반 실시간 교육	음악치료과정, 영어교사 양성
	한국온라인대학	컨소시엄	전화망 기반의 온라인 재택수업	중권부자의 이해, 정보사회컴퓨터
	한반도가상캠퍼스	컨소시엄	WBI 개별학습	컴퓨터분야, 면대면 교육의 보완적 수단
	서강대학	단독	WBI 개별학습	한국어 교육, 한국학, C언어
	동국대학	단독	WBI 개별학습, 실시간 원격수업	교안의 전자화 Mind에 역점, 가상작문, 창작
	충남대학	단독	WBI 개별학습 인터넷 기반의 실시간 교육	교육대학원, 정보통신 창의성, 탐구학습
	한국가상대학	컨소시엄	WBI 개별학습, 위성집체교육	학부생 및 일반인 위성통신 기반의 실시간 교육
	한국가상대학연합	컨소시엄	WBI 개별학습, 전용선 기반의 실시간 교육	참여대학 간의 학점교류
미국	Online Campus of University	컨소시엄	인터넷기반	학사, 석사(경영, 공학, 보건), 자격인증(전략적관리, 실습, 인력자원실습)
	Western Governor University	컨소시엄	인터넷기반, CD-ROM	학사, 자격인증
	California Virtual University	컨소시엄	인터넷기반, CD-ROM	학사(농업, 경제학, 교육학공학, 인문학, 직업교육), 평생교육(아동발달, 조기아동교육, 교육 행정)
	Jones Int's University	단독	인터넷기반	학사, 석사 자격교육

미한 열린교육 환경을 제공한다.

2. 기존연구

국내에서의 WBI 시스템 개발 및 활용 사례는 특정한 문제를 메일이나 게시판을 통해서 해결하거나 국제적인 프로젝트에 제한적으로 참여하는 등 아직 미미한 상태에 있다. 특히 국내에서는 초·중등 교육에서 많은 활용을 하고 있다. 광주 초월초등학교에서 모든 교실과 교무실에 컴퓨터를 설치하고 인터넷 접속기능을 활용하여 학교정보화시스템을 구축하여 에듀넷 활용 교육을 추진하고 있다. 삼양초등학교는 인터넷 교육 망을 구축하여 학교 홈페이지를 제작, 운영하여 각종자료 및 정보를 교환하고 원격학습에 대한 가능성을 홈페이지를 활용한 교수-학습 모델을 적용하고 있다. 한성과학고등학교에서는 GLOBE 프로젝트에 참여하여 특별활동에 대해 학생, 교사, 과학자가 함께 웹을 통해서 협동학습 활동을 하고 있다. 이들은 단순히 웹 홈페이지를 통하여 단순한 정보교환 및 의사교환을 중심으로 학습정보들을 공유하고 있어 실제적인 코스웨어에 대한 CAI 학

습유형들이 내부적으로 포함하지 않다는 것이다.

WBI 개별학습 교육방법을 선택하고 있는 가장 대표적인 또 다른 사례는 가상대학을 통하여 많이 개발되어 있고 이에 대한 현황은 <표 1>과 같다. 국외 연구로는 미국 뉴저지 공대의 Virtual Classroom[5], 독일 카이저라우틴 대학의 NESTOR[6], 유럽의 DEDICATED[7], 남아프리카 대학의 원격교육프로젝트 등과 미국의 New York Institute of Technology 및 University of Phoenix Online Campus 등이 개발, 운영되고 있다. 또한, Lotus Notes에 기반한 Learning Space, Simon Fraser 대학의 Virtual-U, British Columbia 대학의 WebCT, WBT systems사의 TopClass, madDuck Technology사의 WCB, Blackboard사의 CourseInfo 등과 컴포넌트 시스템으로는 Interactive Learning International사의 LearnLinc, SoftArc사의 First-Class, Norton사의 Connect, Allaire사의 Cold-Fusion, TeamWave Software사의 Workplace, O'Reilly사의 Webboard등이 있다. 이 시스템들은 단순한 기능 위주의 통합 교육 환경을 제공하고 일부는 학습자들이 시스템을 사용하기에 많은 부담을 가지고 있으며 학습자와의 상호작용 기능이 고려되지 못하는 문제점들을 가지고 있다. 국내

동아대학교의 WebClass[10]는 이러한 단순한 기능 위주 통합의 단점은 벗어났으나 개별화 학습을 위한 학습진행 메커니즘을 제시하지 못하였다.

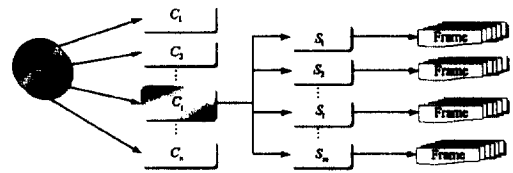
이외에 실제적으로 국내외에서 개발한 웹 기반 CAI 시스템들이 다수 존재한다. 현재 운영되는 국내외의 사이버 대학을 운영하는 시스템들은 멀티미디어 기술을 이용하여 학습자료를 구축하고 학습자료들을 단순히 웹 브라우저를 통해 학습내용이 전달되는 방식을 취하고 있다. 즉 학습을 위한 환경에 많이 집중되어 있어 컴퓨터를 이용한 교육의 장점인 개별화 학습에는 상당한 거리가 있다. 본 연구에서 개발하고자 하는 RC^2 시스템은 기존의 WBI 학습환경과 함께 개별화 학습을 위한 교수-학습 모델을 기반으로 진정한 실시간 상호대화형 비동기 교육 환경을 제공하고자 한다.

3. LCPG 학습모델

RC^2 시스템에서 제안하고자 하는 학습모델은 기본적으로 학습내용과 학습문제로 구분하여 각 구조를 확립하고 LCPG 학습모델을 구축하여 이를 토대로 학습을 진행한다.

3.1 학습내용 구조

일반적으로 학습내용은 각 코스웨어 내에 대단원으로 분류되고 대단원 안에 소단원 단위의 계층적인 구조로 구성되어 있다. RC^2 시스템에서는 일반적인 교과서의 계층적인 구조를 자연스럽게 가져와 학습내용 구조를 생성한다. 즉, 전체 학습내용은 각 코스웨어 ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_i$)를 계층적으로 구성하고 각 코스웨어내에 여러 대단원 ($C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$)으로 구성하고 각 대단원에는 여러 개의 소단원 ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_m$)으로 구성한다. 또한 각각의 소단원은 실제 학습하기 위한 주제 단위의 논리적 학습프레임 ($F_1, F_2, F_3, \dots, F_k$)으로 구성한다. 이에 대한 전체적인 학습구조는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 학습내용 전체구조

RC^2 시스템의 학습내용을 구성하는 가장 작은 단위의 논리적인 학습 프레임은 교사에 의해 부여된 중요도를 가진다. 중요도의 값은 $0 \leq W(F_i) \leq 1$ 이고 이 중요도에 따라 학습자의 학습의 효과를 평가한다. 하나의 학습 프레임 F_i 에 중요도가 부여된 프레임을 $W(F_i)$ 라 가정하면 프레임에 대응하

는 소단원의 가중치 $W(S_i)$ 는 $W(S_i) = \frac{\sum_{i=0}^k W(F_i)}{FrameNumS_i}$

로 정의된다. 또한, $W(S_i)$ 는 대단원에 대응하는 하나의 소단원 중요도가 된다. 그 값이 1에 도달할 때 대단원에 대응하는 소단원의 중요도는 최고가 된다. 또한 임의의 코스웨어에서 소단원들의 중요도를 이용하여 재귀적으로 대단원들의 중요도가 결정된다. 즉, 다음과 같은 식에 의해서 각 대단원들의 중요도가 결정된다.

$$W(C_i) = \frac{\sum_{i=0}^k \frac{\sum_{i=0}^k W(F_i)}{FrameNumS_i}}{SChapNumC_i} = \frac{\sum_{i=0}^k W(S_i)}{SChapNumC_i}$$

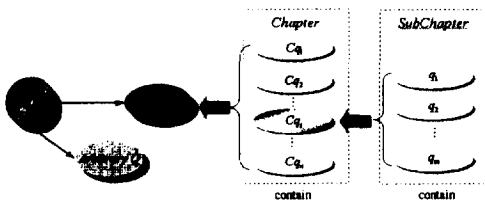
이러한 중요도는 코스웨어 저작자가 학습내용을 입력할 때 지정할 수 있으며 학습자가 교사의 학습전략에 맞춰 순차적으로 학습하는 것과는 별개의 것으로 초급의 입문 단계로 처음 학습하거나 학습에 대한 이해도 수준이 낮은 학습자에게 쉽고 자세하게 학습하는 단계, 중급의 단계로 학습에 대한 이해도 수준이 중간 정도인 학습자에게 이해도를 향상시키기 위한 단계, 고급의 전문가의 단계로 학습에 대한 이해도 수준이 높은 학습자에게 학습자의 완전 이해 학습을 위한 단계로 학습을 하는데 있어서 구분 가능한 구성주의적 학습단계에 입각한 학습전략의 기본을 제공한다[9].

<표 2> 학습내용의 중요도 분석에 사용되는 기호의미

기호	의미
F_i	임의의 프레임
$W(F_i)$	프레임의 중요도
$W(S_i)$	소단원의 중요도
$W(C_i)$	대단원의 중요도
$QuNumF_i$	임의의 프레임의 문제수
$FrameNumS_i$	임의의 소단원을 이루는 프레임의 총수
$QuNumS_i$	임의의 소단원의 문제수
$SChapNumC_i$	임의의 대단원을 이루는 소단원의 총수

3.2 학습 문제 구조

학습 문제는 코스웨어에 대한 내용 학습에 따르는 학습자의 이해 정도를 측정할 수 있다. 학습내용의 논리적인 프레임의 중요도를 기반으로 소단원 단위로 문제 ($q_1, q_2, q_3, \dots, q_m$)를 출제하며, 이는 대단원을 평가할 수 있는 단원평가학습문제 ($Cq_1, Cq_2, Cq_3, \dots, Cq_n$)을 이루고, 더 나아가 코스웨어를 평가할 수 있는 모든 대단원들에 관련된 총괄평가 ($TotalQ$)를 이룬다. 추가적으로 문제를 시스템에서 제어한 문제 이외에 교사가 임의대로 주장하는 학습전략에 따라 출제하는 기출문제 ($ArbitraryQ$)로 (그림 2)의 구조를 이룬다.



(그림 2) 학습문제 구조

(그림 2)의 구조를 가진 문제학습은 다음과 같은 장점을 가지고 있다. 첫째로, 평가유형의 그룹화이다. 학습된 내용을 평가하는 평가 유형은 다지 선다형, 단답형이 있다. 다지 선다형문제는 내용 학습 전반적인 관점에서 코스웨어에 대한 학습자의 이해정도가 어느 정도인지를 측정하기 위한 평가 문제 유형이고, 단답형은 간단한 학습내용에 대해 알고 있는지의 여부를 측정하기 위한

단순 암기식 평가 문제 유형이다. 본 논문에서는 이러한 다지 선다형 문제와 단답형의 문제를 하나로 그룹화하여 학습자는 학습내용에 대한 이해 정도와 완전한 습득을 도모하도록 한다. 둘째는, 문제에 대한 중요도 표기이다. 교사는 문제를 출제하는데 있어서 문제 하나 하나에 대한 중요도 (1에서 5까지)를 제시함으로써 학습자는 중요도가 5에 가까워질수록 문제에 대한 중요성이 더해지며, 학습자는 이를 바탕으로 문제에 대해서 직관적인 평가를 하고 관심과 흥미를 가지고 완전 학습을 할 수 있다. 셋째로, 문제선택의 임의성이다. 교사가 출제된 문제를 가지고 학습자에게 다양한 문제를 가지고 평가할 수 있는 기능을 제공한다. 반복적으로 같은 소단원과 대단원의 문제 학습시 학습자는 각각 다른 문제를 접하게 된다. 학습 문제의 평가가 저장된 문제를 가지고 임의적으로 출제됨으로써 반복학습이 가능하다.

출제문제의 식별자를 가지고 문제DB에 접근하여 대단원에 일치하는 문제와 그 대단원에서 소단원과 일치하는 평가하고자 하는 소단원의 문제를 뽑아내는 방법으로 분석은 (그림 3)에서 보여준다.

```

qIndex = ((rand ()) * 100 % nq + 1)
<DB 접근하여 문제를 추출>
(SELECT 평가하고자 하는 소단원의 문제들
 FROM TotalQuestionDB
 WHERE 소단원문제 index = qIndex
 AND 대단원= 학습평가하고자 대단원 index
 AND 소단원=학습평가하고자 하는 소단원 index )
qIndex2 = ((rand ()) * 100 % nq + 1)
while ( qIndex 와 qIndex2 비교 ) {
이전까지 추출된 문제와 현재의 문제를 비교 연산하여 추출
}
    
```

(그림 3) 소단원 학습문제 추출 분석

대단원에 대한 단원평가문제와 코스웨어의 총괄평가를 위한 문제추출 또한 소단원에 대한 학습문제 추출방법과 동일한 방법을 이용한다.

본 논문에서는 문제들을 임의로 추출하는 경우 논리적인 프레임의 중요도를 부여한다. 하나의 소단원에서 출제하고자 하는 문제 수를 $QuestionNum$, 소단원의 중요도의 기준을 1로 볼 때 이에 대응하는 프레임의 각각의 중요도의 기준을 $CriterionF_i$ 로 한다. <표 2>를 적용하여 중

요도에 따른 해당 프레임의 문제 수 $QuNumW(F_i)$ 는 다음 식과 같다.

$$QuNumW(F_i) = CriterionF_i \frac{QuNumF_i \cdot QuestionNum}{W(F_i) \cdot QuNumS_i}$$

(그림 1)의 학습내용구조에서 중요도를 제시한 논리적인 프레임틀을 기반으로 대단원 문제의 추출 분석은 (그림 4)와 같다.

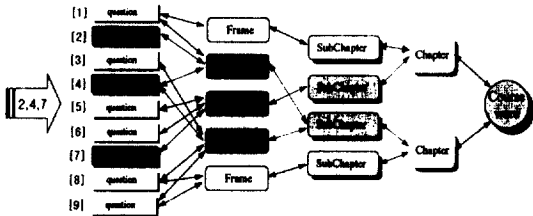
```

for(i=1; i ≤ k; i++){
    QuNumW(Fi) = CriterionFi * QuNumFi * QuestionNum / (W(Fi) * QuNumSi)
    if (QuNumFi > QuNumW(Fi)){
        QuestionNum > QuNumFi
        QuestionNum = QuestionNum - QuNumFi
    }
}
    
```

(그림 4) 중요도에 따른 문제 추출 분석

3.3 학습내용과 학습문제와의 관계

코스웨어는 논리적인 프레임틀을 기반으로 관련된 하나의 소단원으로 묶으며 관련된 다수의 소단원을 구성하여 대단원이 되고 관계가 있는 다수의 대단원으로 묶여 하나의 코스웨어가 구성된다. 이러한 구성으로 LCPG 모델은 논리적인 프레임틀의 학습내용들을 하나의 소단원에 포함시켜 그에 해당하는 학습문제들을 구성한다. 학습내용의 하위단계는 논리적 프레임틀이며 학습문제에 대한 하위단계는 소단원이다.



(그림 5) LCPG 모델

(그림 5)는 하나의 LCPG 모델을 보여주고 있다. 예를 들어 하나의 코스웨어에서 2,4,7문제의 관계를 가질 수 있는 학습내용을 살펴보기면 3개 프레임의 학습내용과 관련이 있으며 해당 3

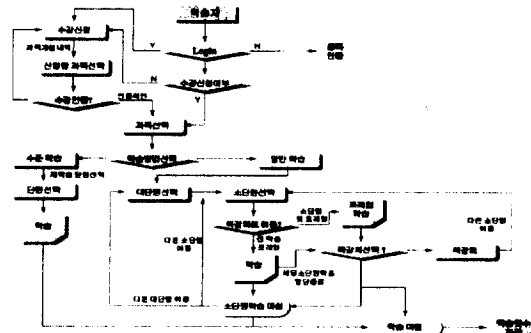
개 프레임은 2개의 소단원과 관련을 가지게 되며 마지막으로 2개의 대단원에 관련된 문제임을 나타낸다.

4. 학습 진행 및 평가 알고리즘

4.1 학습진행 알고리즘

내용학습에 대한 학습자의 학습진행방법은 순차적인 진행방법과 비순차적인 진행방법으로 나눌 수 있다. 순차적인 진행방법은 교사에 의해 제시된 순서에 따르는 교과서적인 진행방법으로 학습내용의 일정한 순서를 따라 학습을 진행하는 방법으로 본 시스템의 소단원에 해당하는 모든 프레임틀을 학습한 후에 대단원에 해당하는 모든 소단원을 학습을 하여 코스웨어에 대한 학습을 마치는 순서적인 방법이다. 비순차적인 진행방법은 저장된 학습내용정보를 일정한 학습순서를 정해놓지 않고 학습자의 학습목표에 따라 학습할 내용을 결정하여 학습에 참여하는 방법이다.

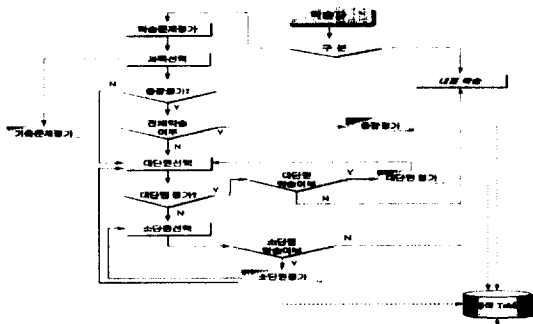
본 시스템의 학습내용은 프레임별로 하며 순차적인 진행의 순서를 따른다. 하지만 소단원과 대단원은 학습목적에 따라 비순차적으로 선택하여 학습을 진행한다. 즉, 프레임단위의 순차적인 학습방법과 대단원, 소단원의 비순차적인 학습방법을 혼용한다. 학습자 정보 저장소에 시스템을 통한 학습자의 학습여부를 저장하며 교사학습 전략에 따른 내용학습에 대해서 저장소의 정보를 가지고 평가여부를 확인한다. (그림 6)은 학습자에 대한 학습자 수준과 특성을 고려한 학습진행 알고리즘이다.



(그림 6) 학습진행 알고리즘

4.2 학습평가 알고리즘

웹상에서 주어진 문제와 그에 해당하는 응답을 하여 자동적으로 시스템에서 채점하고 학습자의 응답에 대해 분석을 통해 학습정보를 얻는다. 즉, 학습자에게 평가문제에 대한 응답 데이터를 추출하여 평가자료를 제공하여 학습자의 학습 진행 방향 판단을 한다. 옳은 응답의 경우는 그 지식에 관련된 세부지식을 알고 있다는 해석이 가능하며, 응답이 오답일 경우는 관련된 부분에 대해서는 학습의 필요성을 나타내는 것으로 학습문제를 제시하는 것은 학습 이해 정도를 평가하는 중요한 척도가 되는 것이다. (그림 7)은 학습평가에 대한 알고리즘이다.



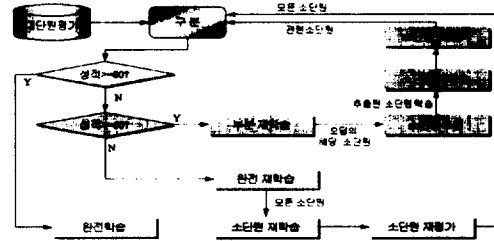
(그림 7) 학습평가 알고리즘

내용학습의 유무에 따라 평가가 주어지며 학습 문제를 코스웨어에 대한 총괄평가문제, 대단원에 대한 단원평가문제와 소단원별 평가문제로 구분한다. 총괄평가문제는 코스웨어에 대한 전체적인 이해정도를 평가하는 완전 평가방법이며, 단원평가문제는 대단원에 속한 모든 소단원들에 대한 복합적인 주제와 성격의 문제들에 대한 평가이며, 소단원에 대한 관계성을 학습하는 방법이고, 소단원별 평가는 논리적인 프레임을 이해하는 평가이다. 시스템에서 제시한 평가유형에는 다지 선다형과 암기식의 단답형 문제로 구분하며 문제를 적절하게 추출하여 진행한다. 교사의 학습전략에 따라 학습문제에 대한 중요도를 5단계로 표시하여 학습자에게 문제별 적극성을 유발시키며 내부적으로 핵심적인 학습내용을 나타낸다. 학습자의 성

적이 학습자 정보 파일에 평가를 마친 대단원별, 소단원별로 구분하여 데이터베이스에 저장된다.

4.3 재학습 구성방안

학습평가의 경험이 있는 학습자를 위한 학습 진행으로 누적된 평가 DB를 통해 이전의 평가에 대한 재학습 여부를 판단하며 평가의 과정을 거친 학습자의 응답과 저장된 정답, 시스템에서 계산된 채점결과에 따른 성적도 함께 화면상으로 디스플레이 되며 오답에 대한 관련 학습내용도 제시된다. (그림 8)의 대단원에 대한 평가기준은 평가정보에 따라 완전학습, 부분재학습, 재학습으로 구분한다. 완전학습에 이르기까지 재학습의 과정을 거쳐 재평가를 수행한다.



(그림 8) 동적 재학습 알고리즘

5. RC² 시스템의 설계 및 구현

구현된 시스템은 학습자의 이해수준과 특성에 따른 학습내용의 구성과 상호 대화식의 단계별 학습 진행, 학습내용과 학습문제의 관계, 이에 따른 평가를 하는 특징을 가지고 있다. 학습내용을 제공하는 교사에게 편리성과 학습자의 흥미유발과 적극적인 학습참여를 유도하고, 사용자 위주의 인터페이스를 부가하여 학습 환경을 강화하도록 하는데 주안점을 두었다. <표 3>은 시스템을 설계하고 구현하는데 있어서 고려사항을 제시한다.

5.1 RC² 시스템의 설계

본 시스템은 CGI 스크립터를 사용한 웹 기반 클라이언트/서버 구조로 설계하였다. 설계한 시스

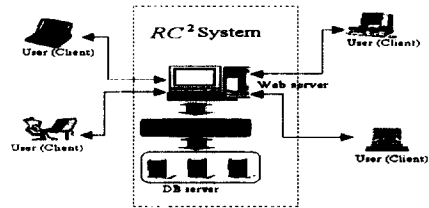
<표 3> RC²시스템의 설계, 구현 고려사항

분류	설계 사항	구현 기술	비고	
학습플랫폼	시스템구조	Client/Server 모델	웹 기반 교육	
	학습플랫폼	웹 기반 개별학습 +실/비실시간 상호작용	웹 기반 교육 시스템	
		학습내용 검색	학습내용 저장소와의 연결을 통한 구조적 학습내용 검색	
		학습단어 검색	학습내용 저장소에 저장된 관련 단어 검색	
		게시판, 채팅, 공지사항	교사와 학습자간의 1대1 · 1대다 · 다대다의 상호작용, 과제를 제시	
	문제플랫폼	문제 Random 처리	문제학습 시 다양한 문제 제공	
	교수·학습관리	진도관리, 평가관리, 개별화 교사·학습자 관리	수준별 학습관리, 재학습관리	
통신프로토콜	TCP/IP	네트워크 전송 프로토콜		
학사관리	관리자	계정, 과목개설, 인증, 사용자 삽입, 삭제	웹 기반 관리 및 운영	
	교사	수강신청, 학습자 인증, 학습자 삽입, 삭제		
학습내용 저작	학습 저작	Editor 텍스트저작(HTML 가능)	웹 저작도구 사용	
		학습이미지 저작	이미지 위치 자유롭게 처리	
		학습내용수정, 관리	에디터 기능 제공	
학습문제 저작	문제 저작	Editor 다지선다형	이미지 삽입 기능과 해설 제공	
		단답형		
DB관리	DB관리 시스템	사용자 DB, 학습내용 DB, 학습문제 DB	RDBMS, 웹서버와 연동	
사용자 인터페이스	교사	학습내용 저작, 문제 저작, 학습진도, 성적관리, 그룹 학습평가 통계처리	웹 기반, 그래프 표현의 그래픽처리	
	학습자	학습참여, 성적관리, 학습 질의 코너, 학습 및 성적의 통계처리.		
	관리자	그룹별 사용자 조회		
사용자 환경	통신환경	LAN, 전화망	사용자 관리 인터넷접속	
	운영체제	윈도우 95, 98, 2000, NT, X 윈도우 시리즈	Netscape, Explorer등의 브라우저 활용	

템의 사양은 다음 <표 4>와 같다.

<표 4> RC²시스템 개발환경

구분	사양
OS	Linux
Web Server	Apache
Script	Perl CGI, Java Script, HTML
Browser	Explorer4.0, Netscape4.5
Database	Mysql
Database Driver	DBD
Database Interface	DBI



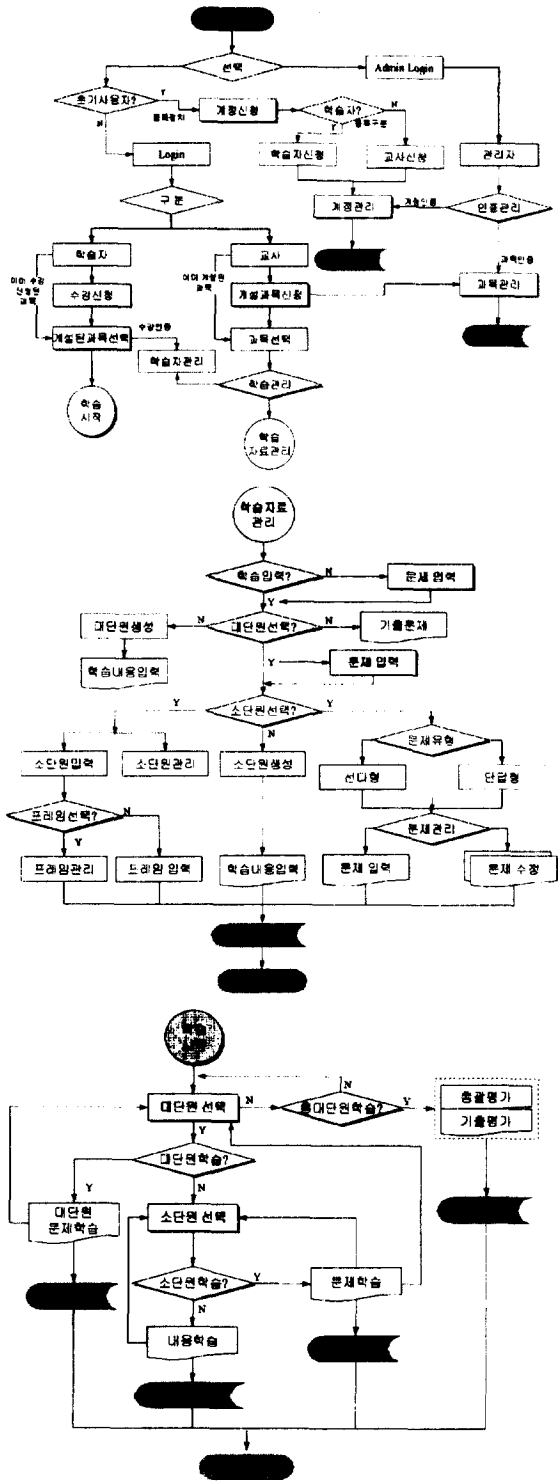
(그림 9) 시스템 개념도

5.1.1 RC² 시스템의 구성

학습에 필요한 모든 학습자료를 체계적으로 구성하고 데이터베이스화하여 학습자가 교육을 할 때마다 학습자의 수준에 맞는 적당한 학습 구성 방안을 실시간으로 산출하여 비 선형적으로 데이터베이스에 접근하게 된다. RC² 시스템의 개념도는 (그림 9)이다.

5.1.2 RC² 시스템의 전체 흐름도

학습문제 구조화를 통한 효율적인 개별 학습이 이루어 질 수 있는 RC² 시스템의 전체 흐름도는 (그림 10)과 같다.



(그림 10) 시스템의 전체 흐름도

5.2 RC² 시스템의 모듈 구성도 및 기능

RC² 시스템은 (그림 11)의 모듈 구성을 이룬다. 순차적인 학습방법에서 오는 제안된 교육의 문제점을 해결하기 위해, 학습자의 필요에 따라 재학습이 가능하도록 하고 도중에 중지가 가능하고, 개개인의 수준에 맞는 학습이 이루어질 수 있도록 설계한다.

(그림 11) 시스템의 모듈 구성도

(1) 초기모듈(Initial Module)

RC² 시스템의 학습공간에 참여하고자하는 사용자는 초기 로그인 과정을 거쳐 시스템에 의한 인증을 받아야하며, 사용자 인증의 과정을 거치지 않은 사용자는 접근을 제한한다. 계정신청의 과정을 거쳐 저장된 사용자DB에 의해 사용자 ID와 패스워드를 입력하면 서버는 해당정보에 따라 접근권한이 주고 구분에 의해 학습자와 교사의 인터페이스로 이동한다.

(2) 뷰 모듈(View Module)

RC² 시스템과 사용자간의 인터페이스 역할을 담당함으로써 내부의 복잡성을 감추고 사용자에게는 학습에 필요한 편리한 환경을 제공하는 데에 목적을 둔다.

(3) 학습모듈(Education Module)

학습자와 교사간의 1대 1 대화학습이 이루어지기 위해서는 학습자의 학습진행에 효과적으로 대처할 수 있는 교사의 학습모듈이 필요하다. 학습내용 인터페이스를 통해 학습 기반을 마련해주시까지의 내부의 과정으로 학습내용에 대한 입력, 수정, 관리하여 저장소에 이르는 흐름으로 (그림 12)이다.

(그림 12) 학습모듈

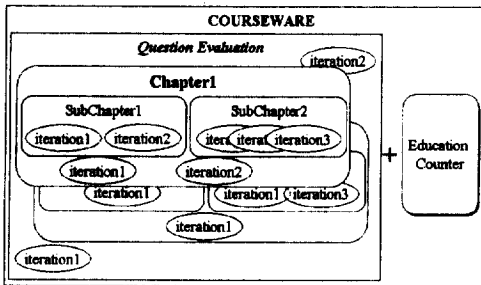
(4) 문제 모듈(Question Module)

해당 소단원에 따른 학습문제를 입력하게 되고, 이에 따른 대단원·소단원의 문제 산출을 한다. 산출기법으로는 소단원의 다양한 문제를 중요도와 임의로 추출함으로써 학습자는 추후 재평가 경우에 전과 다른 문제가 제시된다.

(그림 13) 문제 모듈

(5) 사용자 분석 모듈(User Analysis Module)

학습한 학습에 대한 이해력을 판단하는데 목적을 두어 교사가 제시한 여러 가지 학습자 평가 기준을 통해 사용자의 응답과 비교 분석한 후 각각 학습자에 맞는 구성방안을 산출한다. (그림 14)의 분석은 학습내용의 학습횟수, 학습문제에 대한 소단원 내에서 이루어지는 반복 테스트, 이를 구성하는 대단원 내에서 이루어지는 단원평가에 대한 반복 테스트, 총괄평가의 반복 테스트 등을 통해 학습자에 대한 분석이 이루어진다.



(그림 14) 코스웨어 평가사항

(6) 재학습 모듈(Reeducation Module)

학습자는 차후 반복학습 시 해당단원의 논리적인 전체의 학습 내용을 반복 학습하지 않고 이해 정도가 부족한 부분과 틀린 문제를 중심으로 학습내용을 진행한다. 모든 문제는 각각 해당되는 프레임이 하나 이상이 존재하여 학습자의 오답을 하게 된 프레임만을 새로이 산출하여 학습함으로써 지루함 없이 부족한 부분만을 재학습 할 수 있다. 오답에 대한 가장 하위의 프레임을 찾는 과정을 (그림 15)에서 보여준다. 코스웨어에 대한 총괄평가를 마친 학습자는 오답에 대한 재학습을 통해 완전학습을 실현할 수 있다.

(그림 15) 재학습 검색

(7) 데이터베이스 모듈(Database Module)

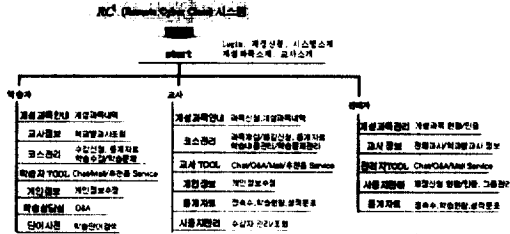
데이터베이스를 이용하여 사용자 정보와 학습 내용과 학습문제에 저장으로 풍부한 자료를 효율적으로 관리하고 재사용의 목적을 가진다.

(그림 16)과 같이 정적 테이블과 동적 테이블로 분류된다. 정적 테이블은 학습자와 교사의 사용자 테이블, 학습내용에 관한 인덱스테이블, 학습문제에 관한 인덱스테이블, 학습내용과 문제에 관련된 이미지 관리를 위한 이미지 테이블, 단어 사전 테이블, 성적 테이블로 구성되며, 동적 테이블로는 학습내용 인덱스테이블과 관련된 코스웨어에 대한 학습내용 테이블들, 학습문제의 인덱스테이블과 관련된 학습문제 테이블이다.

(그림 16) 테이블의 구성

5.3 RC² 시스템의 구현

RC² 시스템은 사용자에게 따라 크게 세 부분으로 분류한다. 학습을 수요하는 학습자, 학습을 위한 자료와 정보를 제공하는 교사, 학습자와 교사를 관리할 뿐만 아니라 전반적인 시스템을 관리하는 관리자로 나뉜다(그림 17).



(그림 17) RC²의 주요기능

(1) 학습자

RC²시스템의 학습의 제공을 받는 사용자로 능률적, 적극적으로 참여하여 학습을 효과를 향상시킬 수 있는 기능을 가지며 접근권한을 가진 학습자는 학습하고자 하는 코스웨어의 수강신청 과정을 거쳐 교사의 인증을 받은 후 학습에 참여한다.

(그림 18)은 학습내용부분으로 동적으로 해당 대단원·소단원의 학습을 제공한다. 텍스트와 이미지를 포함하며 하이퍼링크의 형태의 단어사전이 주어져지며, 프레임의 중요도를 주고 적극적인 학습 참여를 유발한다. 이전의 학습에 대한 정보로 책갈피의 기능이 주어져서 학습의 전후를 확인한다.

(그림 18) 학습자의 학습내용

(그림 18)의 학습내용에 대한 평가를 위한 (그림 19)의 문제학습이 주어진다. 평가는 다지 선다형과 단답형 문제를 혼용하여 적절하게 제공된다. 매번 평가를 위한 문제들이 임의로 출제됨으로써 평가의 질을 향상시킨다. 평가부분의 성적을 확인하며 오답에 대해서는 제공되는 힌트와 관련 학습내용의 프레임이 제시되어서 재학습 가능하다.

(그림 19) 학습자의 문제학습

(2) 교사

RC² 시스템에 학습을 위한 자료를 제공하고 학습자의 수준을 평가를 담당하는 교사는 자료를 제공하기 위해서는 학습내용과 학습문제에 관한 인터페이스의 편리성을 제공한다. 시스템에서 제작된 학습내용과 문제에 대한 전용 에디터를 이용한 자료를 입력과 관리를 한다.

(그림 20) 학습내용 관리

(그림 20)에 의한 학습내용 입력이다. 중요도를 표시하고 HTML을 통해 텍스트에 대한 자유로운 표현이 가능하며 이미지에 대한 위치를 다섯 가지(오른쪽상단, 왼쪽상단, 오른쪽 하단, 왼쪽 하단, 사용자 정의)로 원하는 위치에 임의대로 이미지 삽입이 가능하다. 학습문제에 대한 출제 유형으로는 다지 선다형과 단답형으로 나뉜다(그림 21).

(그림 21) 학습문제의 입력 유형

6. 결 론

본 연구는 웹이라는 가상공간에서 교사와 학습자간의 효율적인 개별화 학습을 위한 RC^2 시스템의 설계 및 구현에 대해 다루었다. 학습내용과 학습문제에 대한 구조를 확립하기 위한 LCPG 학습모델을 기반으로 구현된 시스템은 기존의 시스템과는 달리 일방적인 학습이 아닌 코스웨어 저작자 즉 교사와 학습자간의 상호대화 방식의 교육시스템이다.

학습에 대한 순차적인 학습방법의 비효율성을 인지하고 동적 학습을 지원한다. 학습전략을 내세운 논리적인 프레임단위의 중요도표현, 중요도에 비례하는 임의 추출된 학습문제들의 출제는 학습자에게 반복 평가에 따른 단점을 보완한다. 학습 평가후의 오답에 대한 해설과 오답의 문제와 관련된 학습내용의 링크기능, 평가기준에 따른 학습방법 제시는 학습자의 수준에 맞는 재학

습을 위한 방안으로 제공된다.

마지막으로 현재의 시스템에 추가되어야 할 사항은 학습의 스토리 저작이다. 교사의 학습전략에 따라 진행되는 고정적인 학습방법의 단점을 보완한 학습자 개개인에 적용적인 학습방법이 추가 되어야한다.

참 고 문 헌

- [1] 정갑주·박종선(1998). 효과적인 교수-학습을 위한 가상 학습 지원시스템 분석. 정보과학회지 16(10). pp. 26-33.
- [2] P. Cravermer(1998). Education On the Web: A Rejoinder. *IEEE Computer*. pp. 107-108.
- [3] Ron Oliver·Jan Heeington·Arshad Omari. Creating Effective Instructional Materials for the World Wide Web.
- [4] Susan Polyson·Steven Saltzberg·Robert GodwinJones. A Practical Guide to Teaching with the World Wide.
- [5] B. Kushwaha·hitescarver(1994). Integration of Virtual Classroom and Multimedia on the Information Highway. *International Conference and Multimedia System and Application*. IASTED/ISMM. pp. 135-138.
- [6] M. Muhlhauser·J. Schaper(1992). Project NESTOR:New Approaches to Cooperative Multi-media Authoring/Learning. *ICCAL'92*. pp. 453-465.
- [7] J. M. Velez·M. R. Gomes(1994). DEDICATED MODULAR TRAINING SYSTEM DELTA project D2014. *IWACA'94*. pp. 300-314.
- [8] S. H. LEE·C. J. Wang(1997). Intelligent Hyper-media Learning System on the Distributed Environments. In *Proc. of the World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*.
- [9] 강인애(1996). 컴퓨터 네트워크에 의한 수업과 구성주의 : 교육적 활용과 의미. 한국정보과학회 14(12). pp. 15-29.
- [10] 박경환(1998). 사용자간 상호작용 지향적 통합 가상교육시스템의 설계 및 구현, 멀티미디어학회논문지 1(2). pp. 215-223.



송민아

1988 원광대학교
전자계산공학과 (공학사)
1991 홍익대학교 교육학과
(교육학 석사)

1997~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 박사과정
관심분야: 원격교육, 멀티미디어 CAI
E-Mail: masong@gaebyok.wonkwang.ac.kr



정권호

1997 원광대학교 컴퓨터공학과
(공학사)
1999~현재 원광대학교
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: 병렬분산시스템, 멀티미디어 CAI
E-Mail: khjung@gaebyok.wonkwang.ac.kr



송은하

1997 원광대학교 통계학과
(이학사)
1998~현재 원광대학교
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: 병렬분산시스템, 멀티미디어 CAI
E-Mail: ehsong@gaebyok.wonkwang.ac.kr



정영식

1987 고려대학교 수학과
(이학사)
1989 고려대학교 전산학과
(이학석사)

1993 고려대학교 전산학과 (이학박사)
1998 미시간주립대학교 교환교수
1993~현재 원광대학교
컴퓨터 및 정보통신공학부 부교수
관심분야: 병렬분산시스템, 멀티미디어 CAI, 컴퓨
터 시뮬레이션
E-Mail: ysjeong@wonkwang.ac.kr