사이버 교육 시스템에서의 개별학습을 위한 적응적 탐색 지원 기법 연구

박종선† · 김기석††

요 약

본 연구에서는 사이버교육 시스템에서 학습자의 개인적인 특성에 맞추어 학습할 수 있는 코스웨어를 개발하기 위해 먼저 학습자 특성 분석 및 프로파일 관리 소프트웨어 모듈을 개발하였다. 본 연구에서 분석한 학습자의 특성요인으로서는 개인신상정보, 학습성취도 정보, 학습 특성 및 수행성과 포트폴리오 정보 등이며 이를 학습자 프로파일 관리 DB에서 학습자 특성에 대한 정교한 분석을 기반으로 관리하였다. 또한 교육과정 구조화 소프트웨어 모듈을 구성하였으며 이는 High level & Low level 구조화 기법을 활용하고, 학습 주제와 세부 학습과제로 계열화하여 학습내용을 정교하게 구성할수 있도록 하였다. 이를 기반으로 적응적 탐색지원과 규칙기반 기법을 활용한 조언 알고리듬 모듈을 구현하였다. 이 연구는 앞으로 인터넷 환경에서 교육용컨텐츠를 다양한 매체로 학습할 때 학습자 개개인의 개별학습을 위주로 한 자기주도학습을 구현하는 기반으로 활용될 수 있다.

A Study on The Adaptive Navigation Support Technology for Individualized Cyber Learning System

Jongsun Park† · Kiseok Kim††

ABSTRACT

In this study, We are developed learner traits analysis and profile management software modules to develop learnable courseware fits to learner's individual traits in cyber learning system. We specified learner's personal information, performance information, preference information and portfolio information as learner's traits variables in this study, these four types of information are managed in learner profile management DB based on elaborate analysis to learner's traits. And we consists of curriculum sequencing module using high and low level sequencing technology, these are used in organizing learning contents sequencing with learning topic and specific learning task. The advice algorithm module developed based on adaptive navigational support and rule based technology. This Result of Research are able to be used for develop learnable courseware fits to learner's individual traits in cyber learning systems.

1. 서 론

인터넷을 기반으로 하여 학습자의 컴퓨터를 통해 가상공간에서 시간과 공간의 제약을 극복한 교수-학습을 전달하는 인터넷 교육은 시간과 비용의 절감과 반복 수강이 가능하다는 면에서 실제 강의실보다 융통성이 있으며 온라인의 양방향

† 정 회 원: (주)마이크로프레임 연구소장
†† 종신회원: 한동대학교 전산전자공학부 교수
논문접수: 2001년 11월 1일, 심사완료: 2002년 1월 4일

성, 자기학습방식(Self-study)교육, 개인의 필요에 맞는 개인화(Customizing)가 가능하고 최신 경향 및 이론 변화를 신속히 반영할 수 있으며, 그래픽과 사진 등의 시각적 보조 역할이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 인터넷 교육시스템은 1세대의 텍스트, e메일에서 시작하여 5세대인 PDA, 전자북 Player 등을 이용한 무선인터넷 학습으로 발전하고 있다.

이와 같은 인터넷을 통한 교육서비스는 기존의 획일적인 학습활동에서 벗어나 학습자 개개인을 중심으로 개인별, 능력별 개별학습을 가능하게 하기 위해 학습과정에서 개개인의 인지적인 특성과 학습능력의 반영이 필요하며 이를 위한 코스웨어의 개발과 교육컨텐츠 서비스를 위한 적응적 사이버교육시스템의 필요성이 대두되고 있다[10].

따라서 인터넷 환경에서 교육용 컨텐츠를 PC나 PDA, 전자북 Player 등을 이용하여 서비스할 수 있는 표준화된 코스웨어를 개발하고, 이를 바탕으로 학습자 개개인의 개별학습을 위주로 한 자기주도학습을 구현하는 기술의 개발이 반드시 필요할 것이다.

본 연구에서는 인터넷을 기반으로 하는 사이버 교육환경에서 교수-학습을 위한 코스웨어를 개인별 상황에 맞게 적응적으로 조언해줄 수 있는 기능을 제공함으로써, 교육컨텐츠를 학습자 특성과 교과내용의 특성을 반영한 개별학습 위주의 자기주도학습 형태로 서비스하고자 하는 교육서비스 전문업체나 CP 사업자, 코스웨어 개발업체들에게 유용한 기능을 제공할 수 있는 적응적 학습시스템에 대해 논의하고자 한다. 이를 위하여 학습용 코스웨어 서비스를 위한 적응적 조언엔진은 다음과 같은 소프트웨어 모듈로 구성하였다.

첫째, IEEE 1484 학습공학 표준위원회에서 제안하는 LTSA 기반의 학습자 프로파일 분석 모듈을 기반으로 하였다[8]. 학습자의 개인신상정보, 학습성취도 정보, 학습 특성 및 수행성과 포트폴리오 정보를 분석하고 관리함으로써 향후 지속적으로 학습과정에 반영하는 기능을 수행하였다.

둘째, High & Low Level 구조화 분석기법을 활용한 교육과정 구조화 모듈을 기반으로 하였다[1]. 학습할 학습내용을 High level & Low level 구조화 기법을 활용하여 학습주제와 세부 학습과제로 계열화[2]하는 기능을 수행하였다.

셋째, 적응적 탐색지원기법을 활용한 조언 알고리듬 모듈을 구현하였다. 학습과정에서 개별 학습자에게 적합한 학습내용을 제공하고, 학습과정을 안내하기 위해 적응적 탐색기능을 제공하며, 학습자의 학습경로를 모니터하고 분석함으로써 학습과정을 개별화한다. 또한 학습자의 특성을 분석하여 자신에게 적합한 방식으로 유·무선 인터넷 학습환경에서 교육내용을 학습할 수 있는 기능을 한다.

2. 국내외 관련 연구 현황

웹 기반의 적응적 코스웨어 시스템은 지능적인 교수시스템(ITS : Intelligent Tutoring Systems)과 적응적 하이퍼미디어시스템(AHS : Adaptive Hypermedia Systems)이라는 두 분야의 독특한 기술을 통합한 비교적 최근의 연구 및 개발영역이다. 이 시스템은 컴퓨터보조학습(CAI : Computer Assisted Instruction) 분야에서의 대립되는 두 가지 접근방법을 통합하고 있는데, 보다 지시적인 교수자(Tutor) 중심의 전통적인 인공지능을 기반으로 활용하는 지능적인 교수시스템과 보다 유연한 학습자 중심의 탐색기법을 기반으로 활용하는 하이퍼미디어시스템을 통합한 것이다[3].

전통적으로 적응적인 코스웨어를 개발하는 문제는 지능적인 교수시스템의 영역에서 연구되어 왔다. 지능적인 교수시스템은 개별학습과 교수활동을 유연하게 지원하기 위해서 내용영역(Domain Knowledge), 학습자(Student Knowledge), 교수전략(Teaching Strategies)에 관한 지식을 기본 모델로 이용한다. 한편, 적응적 하이퍼미디어시스템은 학습자에게 하이퍼미디어 페이지의 내용과 링크를 적응시키기 위해 다양한 유형의 학습자모델을 적용한다[12].

이와 같이 제시된 정보를 학습자의 현행 지식수준에 맞게 적응시키고, 학습과정에서 너무

처방적이거나 지시적이지 않게 학습자를 안내하고 탐색지원을 제공하기 위해서 활용될 수 있기 때문에 교육은 적응적 하이퍼미디어의 가장 가능성 있는 적용 영역중의 하나로 연구 및 개발되고 있다. 보다 구체적인 기술현황은 다음 표 1, 2에 나타나 있다.

<표 1> ITS 기반의 적응형 기술에 대한 세계 동향

구분	기 술	내 용	사용시스템
지능적 교수시스템(ITS) 계열의 적응기술	교육과정 계열화 기법 (Curriculum sequencing)	학습할 학습주제와 해결해야 할 학습과제(예문, 질문, 문제 등)의 순서를 개별 학습자에게 가장 적합한 형태로 제공하기 위한 방법으로, 학습자가 학습자료를 통해서 "최적의 학습경로"를 찾도록 도와주는 기법이다.	ELM-ART (1996), CALAT(1997), InterBook(1997), AST(1997), MANIC(1997), Medtec(1997)
	상호작용 문제해결 지원기법 (Interactive problem solving support)	학습자에게 다음 단계를 수행하기 위한 힌트를 제공하는 것에서부터 각 단계의 문제를 해결하기 위한 지능적인 도움을 제공하기 위한 방법으로, 시스템은 학습자의 행위를 관찰하고 그 행위를 해석한 후에, 해석한 사항을 활용하여 학습자에게 도움을 제공하고 학습자 모델을 갱신한다.	PAT-Online (1997), Belvedere (1997), ADIS (1997)
	예제 중심의 문제해결 기법 (Example - based problem solving)	새로운 문제를 해결하기 위해 자신들의 사전 경험에서 나오는 사례나 예제를 도움으로 사용한다. 이러한 맥락에서, 지능적 교수시스템은 학습자와 가장 관련된 사례(학습자에게 설명을 제시한 예제, 학습자가 사전에 해결한 문제)를 제안하는 기능을 수행한다.	ELM-PE (1995), ELM-ART (1996)
	학습자의 해결방안에 대한 지능적인 분석 기법 (Intelligent analysis of student solutions)	이 기법은 단순한 문제에서 복잡한 문제에 이르기까지 교육적인 문제에 대한 학습자의 최종 답안을 다룬다. 지능적인 분석시스템은 학습자에게 포괄적인 에러 피드백을 제공하고 학습자 모델을 갱신하는 기능을 한다.	ELM-ART (1996), WITS (1997)

<표 2> HMS기반의 적응형 기술에 대한 세계 동향

구분	기 술	내 용	사용시스템
적응적 하이퍼미디어 시스템(HMS) 계열의 적응기술	적응적 제시 기법 (Adaptive presentation technology)	학습자 모델에 저장되어 있는 학습자의 목표, 지식, 기타 정보를 고려하여 하이퍼미디어 페이지의 내용을 적응시켜주는 기법이다. 이 기법을 사용하는 시스템에서는 페이지가 정적이지 않고 학습자 정보로부터 누적되어 적응적으로 산출된다.	ELM-ART (1996), InterBook (1997), AST (1997), Medtec (1997)
	적응적 협력 활동 지원 기법 (Adaptive collaboration support)	적응적 협력활동 지원기법은 협력하기에 어울리는 집단을 형성하기 위하여 학습자 모델 시스템에 저장된 다양한 학습자에 관한 지식을 사용한다.	PAT-Online (1997), Belvedere (1997), ADIS (1997)
	적응적 탐색 지원기법 (Adaptive navigational support technology)	하이퍼공간에서 링크의 제시를 변화시킴으로써 학습자의 학습구조파악과 탐색을 지원하기 위한 기법이다. 특히 이 기법을 사용하는 시스템은 다음에 진행할 링크를 훨씬 쉽게 선택할 수 있도록 현재 페이지의 링크를 분류하고(Sort), 주석을 달거나(Annotate), 부분적으로 숨길 수 있다(Hide).	ELM-ART (1996), InterBook (1997), AST (1997), WEST-KBNS (1997)

적응적 코스웨어시스템과 관련된 국내의 기술현황은 아직 미미한 실정이다. 교육분야에서 인공지능이나 에이전트를 이용한 연구만이 일부 진행되어 왔으나, 그 활용도에 있어서 지속성이 없는 상황이고 최근에 몇 몇 코스웨어 개발업체에서 관심을 갖고 있으나 대부분 일반 도서출판물의 디지털화 정도에 그치고 있는 상황이다.

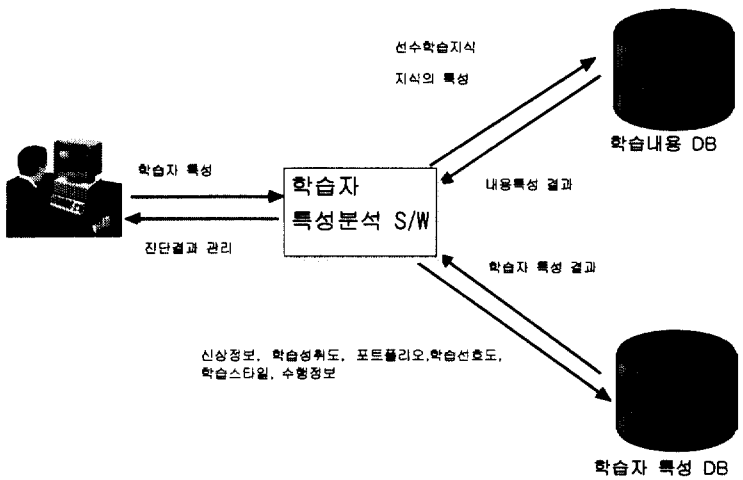
3. 연구 내용

학습용 코스웨어 서비스를 위한 적응적 조언 엔진은 실시간의 WYSIWYG 방식으로 학습자의

개인신상정보, 학습성취도 정보, 학습 특성 및 수행성과 포트폴리오 정보를 분석하고 관리함으로써 향후 지속적으로 학습과정에 반영하는 기능을 수행하는 학습자 특성 분석 및 프로파일 관리 소프트웨어, 학습할 학습내용을 High level & Low level 구조화 기법을 활용하여 학습주제와 세부 학습과제로 계열화하는 기능을 수행하는 교육과정 구조화 소프트웨어, 학습과정에서 개별 학습자에게 적합한 학습내용을 제공하고, 학습과정을 안내하기 위해 적응적 탐색기능을 제공하며, 학습자의 학습경로를 모니터하고 분석함으로써 학습과정을 개별화하는 적응적 학습 모듈로 구성된다. 조언 엔진은 학습자의 특성을 분석하여 자신에게 적합한 방식으로 유·무선 학습환경에서 교육내용을 학습할 수 있는 기능을 제공한다.

적응적 조언 학습시스템에서는 4가지의 학습자 특성 정보를 관리할 수 있도록 설계되었다. 학습자 특성 분석 및 프로파일 관리 모듈은 학습자 특성변인으로 개인신상정보, 학습성취도 정보, 학습 특성 및 수행성과 포트폴리오 정보를 시스템에서 측정하여 분석하고 관리함으로써 향후 지속적으로 학습과정에 반영하는 기능을 수행한다. 본 과제에서는 전기전자공학회 (IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers) 산하의 학습공학표준위원회 (LTSC : Learning Technology Standards Committee)에서 제안하는 학습자 개인정보 (PAPI : Personal and Performance Information)에 관한 표준안을 반영하여 학습자 프로파일 분석 모듈을 개발하였다.

첫째, 학습자 개개인을 구별하고 관리하기 위



[그림 1] 학습자 프로파일 분석 모듈의 구조

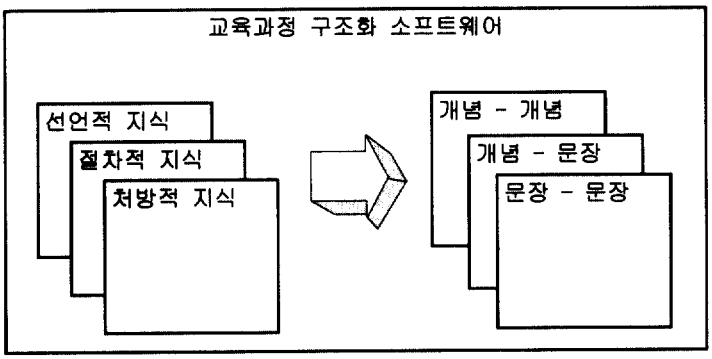
학습용 코스웨어 서비스를 위한 적응적 조언 엔진은 유·무선 인터넷 환경에서 교육용 컨텐츠를 개별학습 위한 형태로 서비스하기 위해 학습자 프로파일 분석 모듈, High & Low Level 구조화 분석기법을 활용한 교육과정 구조화 모듈, 적응적 탐색지원기법을 활용한 조언 알고리듬 모듈, 유·무선 인터페이스 의 4개의 모듈로 구성되었다.

3.1. 학습자 프로파일 분석 모듈

한 학습자 개인의 신상정보는 이름, 아이디, 비밀번호 등과 같은 필수정보와 연락처, 전공, 관심분야 등의 참고정보로 구성하였다.

둘째, 학습자의 학습결과를 관리하기 위한 학습성과정보는 개별 학습자의 선수학습지식을 진단한 결과, 학습과정에서의 학습내용 이해도에 해당하는 자기 이해도 점수, 총괄평가 수행점수 및 리포트 점수로 구성되었다.

셋째, 학습자 개인의 학습선호도 정보는 Kolb의 4가지 학습스타일과 학습내용의 활용영역



[그림 2] 교육과정 계열화 기법

및 학습목표 설정 정보를 사용하도록 설계하였다. 특히 학습스타일 정보는 추후 학습과정에서 학습자의 적응기법에 대한 순응성 정보를 활용하여 조언메시지를 제공하기 위한 기본 구성요소의 하나로 활용되었다.

넷째, 학습자의 학습이력정보는 과거와 현재의 수강 과목정보, 각 과목별 학습시간, 총괄평가 및 수행평가 점수, 리포트 점수, 선수학습 평가결과, 학습스타일, 적응기법에 대한 순응성, 무반응 회수, 수행평가 목표점수 및 달성도에 관한 정보를 관리할 수 있도록 설계하였다.

학습자 특성은 개별학습자의 적성변인과 학습능력을 반영하여 개인별, 능력별 개별학습을 수행하기 위한 핵심요소로 작용하기 때문에 각 변인에 대한 정확한 규정과 측정 기준이 명확하게 고려되어야 한다. 현재까지 연구결과에 의하면 학습자의 선수학습지식은 매우 효과적인 학습변인이며, 학습스타일과 인지스타일은 어떠한 기준을 활용하느냐에 따라 효과성 여부는 달라질 수 있다[11].

본 연구에서 학습 전 학습자의 과목의 수학능력을 평가하기 위해서, 교수자가 강좌와 관련된 설문지 형식의 문제를 출제하여 학습자의 수학 능력을 평가함으로써 학습자의 선수학습지식의 변인을 결정하게 된다. 이렇게 진단된 선수학습결과는 적응적 탐색지원을 위한 학습적합성 판단에 이용된다. 또한 학습스타일과 인지스타일은 학습자의 성향을 파악하기 위하여 Kolb의 학습스타일 검사지(LSI : Learning Styles Inventory)를 통해 진단을 시행한다. 여기서 진단된 학습스타일은 추후 조언의 수용여부와 결합하여 조언여부를 판단하는데 이용된다.

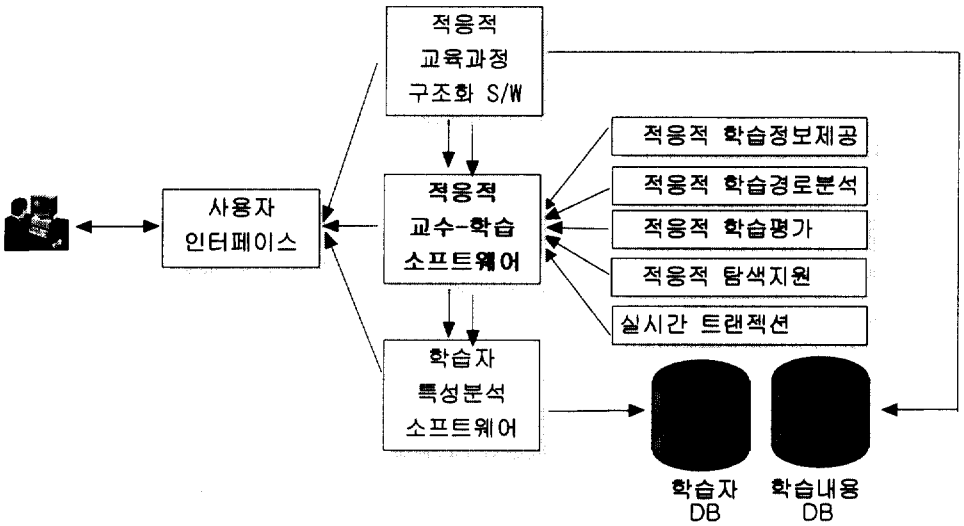
학습자 프로파일 분석 모듈에 대한 구조가 (그림 1)에 나타나 있다.

3.2 High & Low Level 구조화 분석기법을 활용한 교육과정 구조화 모듈

교육과정 구조화 모듈은 교육과정 계열화 기법을 이용한다. 이 기법은 학습할 주제와 학습해야 할 학습과제(예문, 질문, 문제 등)의 순서를 개별학습자에게 가장 적합한 형태로 계열화하여 제공하는 기법이다. 즉, 학습자가 학습자료를 통해서 "최적의 학습경로"를 찾도록 도와주는 기법이다.

교육과정 계열화 기법은 두 가지 수준으로 이루어지는데, 학습할 개념이나 주제를 결정하는 고수준의 계열화(High-level sequenc- ing) 기법이나 지식 계열화(Topic sequencing) 기법과 동일 학습주제 내에서 다음 학습과제(문제, 예문, 시험 문제 등)를 결정하는 하위수준의 계열화(Low-level sequencing)나 학습과제 계열화(Task sequencing) 기법이 그것이다.

실제 본 시스템에서는 (그림 2)에서 보는 바와 같이 학습할 내용을 계열화하기 위해 교육과정을 장, 절, 항, 페이지별로 인덱싱(Indexing)하고 가장 보편적인 학습순서의 위계를 갖도록 하는 표준학습경로를 설정하며 활용영역별과 관련



[그림 3] 적응적 알고리즘 모듈

페이지별로 연계시켜 학습자에게 최적의 학습경로로 안내하기 위한 근거를 제공하였다.

3.3. 적응적 탐색지원기법을 활용한 조언 알고리듬 모듈

적응적 조언 알고리듬 모듈은 적응적 코스웨어를 서비스하는 시스템의 핵심 부분으로 학습자 특성과 학습내용 구조화 결과를 기반으로 학습자에게 적합한 학습과정을 제공하는 모듈로서 적응적 학습정보 제공 기술, 학습경로 분석 기술, 학습평가 기술, 탐색지원 기술, 실시간 트랜잭션 처리 기술로 구성된다. (그림 3)에는 본 연구에서의 적응적 알고리즘 모듈이 나타나 있다.

가. 적응적 학습정보 제공 기술

학습내용을 구성하는 가장 기본적인 단위는 문자, 이미지, 비디오 클립, 음성 등으로 구성된 요소들이 결합된 하나의 문장이 될 수 있다. 학습정보 문자로 구성된 정적으로 저장된 단위일 수도 있고, 특정 소프트웨어에 의해 개발된 멀티미디어 자료일 수도 있다. 이러한 학습정보를 제시하는 기본 단위는 웹 페이지가 된다. 기존의 하이퍼미디어 개념에서 보면 노드와 같은 의미로 사용된다. 하나의 페이지는 여러 학습정보가 결합된 형태로 구성된다. 이를 위해 적응시스템에서는 특정 페이지의 제시 여부를 결정하는 기능을 수행한다. 제시되는 모든 페이지는 직선적인 구조를 가질 수도 있고 특정 조건에 의해 구성된 복합적인 구조를 가질 수도 있다. 그러나 가장 기본적인 구조는 개념간의 관계로 구성되며 이는 바람직한 탐색경로를 제안하기 위해 사용되었다.

나. 적응적 학습경로 분석 기술

학습자의 변화되는 학습과정을 지속적으로 모니터하기 위한 기술이다. 학습과정을 지속적으로 관찰하여 변화되는 학습상태를 파악하기 위한 기능을 수행한다. 사이버 학습공간에서 학습자의 노드와 링크를 추적하기 위해 학습경로분석(Audit Trail) 기법[13]을 사용하였다. 학습경로분석은 학습자의 개인 프로파일에 반영되어 학습경로를 분석하는 기본 자료로 활용될 수 있다. 학습여부에 대한 추정치를 향상시키기 위해 학습내용을 읽은 시간이나 읽은 페이지의 계열, 무반응 정보, 순응성 등을 시스템에 기록한다.[4] 여기서 무반응이란 학습 중 일정시간 동안 사용자의 반응이 없을 경우를 말한다. 학습 중 일정 시간(5분)이 지나게 되면 경고창을 띄우게 되고 다시 5

분이 지나면 자동적으로 무반응 페이지정보를 기록하고 종료하게 된다. 무반응 정보는 다음에 로그인 시에 무반응이 있었음을 알리게 된다. 순응성은 적응적 탐색지원기술에 따라 시스템에서 제시한 학습경로를 충실히 따랐는지의 여부를 데이터베이스에 기록하여 두었다가 3회 이상 학습시에 학습스타일과 함께 순응성에 따른 조언 정보를 보여주게 된다. <표 3>에는 본 연구에서 사용한 순응성 알고리즘과 관련 메시지이다.

<표 3> 적응을 위한 정보와 메세지

$$(\text{순응성}) = \frac{(\text{최근3회의 순응이 있는 페이지수})}{(\text{최근 3회의 학습한 총페이지수})}$$

순응성	메시지 형태
높다(0.3이상)	칭찬
낮다(0.3이하)	경고

<표3>에서 제시하는 바와 같이 순응성이 0.5 이상이면 칭찬에 대한 메시지가 제시되고, 05 이하이면 경고에 대한 메시지가 제시된다.

다. 적응적 학습평가 기술

학습과정에서 특정 학습내용에 대한 실제 학습여부를 정확하게 파악하기 위해 학습내용 페이지마다 학습자의 반응을 기록하여 처리한 후 학습자 프로파일에 반영하는 기능을 수행한다.[3,4,5,6,7,10] 이 기술의 핵심은 어떻게 학습자의 학습상태를 정확하게 측정하여 학습자 프로파일에 반영하느냐 하는 것이다. 본 시스템에서는 학습상태를 파악하기 위해 학습 도중에 학습자가 해결해야 할 문제를 제시하여 학습자의 반응을 체크하거나, 일정 분량의 학습 이후에 교수자가 제시한 총괄평가를 통하여 문제를 풀게 하거나, 학습이후 학습자 스스로 수행과 관련된 포트폴리오(자기이해도)를 작성하여 그 결과를 반영하는 방법을 사용하고 있다. 또한 이것이 가능하도록 정확성과 신속성을 겸비한 실시간 트랜잭션 처리 기술을 이용한다.

라. 적응적 탐색지원 기술

사이버 학습공간에서 링크의 제시를 변화시킴으로써 학습자의 학습구조파악과 학습내용 탐색을 지원하기 위한 기법이다.[3,9,10] 교육과정계열화와 마찬가지로 학습자료 탐색과정에서 학습자가 "최적의 학습경로"를 찾도록 도와주는 것이 그 목표이다. 이 기법은 학습자들을 암시적으로 안내하고, 다음에 학습할 내용이나 풀어야 할 다음문제의 선택권은 학습자들에게 위임하는 기능을 수행하기 때문에 학습자들의 자기주도성을 최대한 보장해줄 수 있다는 특성을 갖고 있다. 구체적인 기술로는 특정 노드에 링크에 관한 주석을 붙여서 그 노드의 현 상태에 대해 학습자에게 보다 많은 것을 알려줄 수 있는 적응적 주석(Adaptive annotation) 기술을 사용한다.

적응적 주석은 문자나 시각적인 방법으로 제시가 가능하고 모든 가능한 형태의 링크와 함께 사용될 수 있는데 주로 인덱스나 맥락적 링크를 사용한다. 링크에 주석달기는 현재 노드에서 이용할 수 있는 노드들에 관한 부가적인 정보를 제공함으로써 부분적인 구조파악을 지원하기 위해 사용될 수 있다. 전체적인 구조파악을 지원하기 위해서 링크 주석달기는 이정표로써의 기능을 수행한다. 예를 들면, 학습자가 하이퍼공간의 어떤 위치에 있든지 특정 노드에 대한 주석을 봄으로써 전체적인 학습내용의 구조를 이해하도록 도와주는 기능을 한다. 가장 많이 활용된 링크 주석달기의 형태는 학습이력중심의 주석달기이다. 즉 한번 학습한 노드에는 자동으로 강조표시가 제시되어 다음에 학습할 때 참조할 수 있도록 하는 형태이다.

본 시스템에서는 적응적 탐색지원을 위해 학습경로의 링크에 요약정보를 주석으로 표시하여 링크에 부가적인 정보를 제공하고 있고 학습을 한 곳인지 아닌지의 여부를 학습완료를 나타내는 특정 이미지를 제시함으로써 알려주고 있다. 또한 학습자에게 적합한 학습경로를 신호등 메타포를 통해서 제시하고 있다. 이 신호등 메타포는 학습능력에 따른 학습적합성을 추천도에 따라 빨

강, 노랑, 녹색의 신호등 형태로 나타내며 그 상대적인 점수에 따라 추천도 정도를 표현한다.

다음 <표 4>는 학습적합성 계산방법을 제시하고 <표5>는 그에 따른 신호등 메타포의 이용을 설명하고 있다.

<표 4> 학습적합성 계산 공식

[학습적합성] = [표준학습경로]*2^3 + [수행평가 결과(관련된 학습 페이지)]*2^2 + 활용영역 * 2^1 + [선수학습평가결과] * 2^0

표준학습경로는 학습내용에 대한 표준적인 학습경로를 내용전문가가 사전에 등록 해 놓은 것으로 학습내용의 위계를 반영하고 있다. 수행평가 결과는 매 학습 페이지에 대한 자기 이해도를 반영한 결과이며, 학습과정에서의 내용 이해도에 대한 반영을 의미한다. 활용영역은 사전에 학습자가 설정한 활용영역과 내용의 일치 정도를 의미한다. 선수학습 평가결과는 선수학습지식의 소유 여부에 따른 결과를 의미 한다. 본 연구에서는 선수학습지식이 높은 집단과 낮은 집단으로 분류하여 반영되었다. 이와 같은 요인들이 그 중요도에 따라 표준학습경로, 수행평가결과, 활용영역, 선수 학습 평가결과의 순으로 반영되어 학습적합성을 산출한다. 위의 공식에서 2^3 x 2^2 x 2^1 x 2^0을 사용한 것은 가중치의 개념에서 접근하여 MSB(Most Significant Bit)와 LSB (Least Significant Bit)의 개념을 사용하여 적용하였다. MSB(Most Significant Bit)는 비트 단위의 연산에서 그 숫자 값의 크기에 가장 크게 영향을 미치는 유효 숫자. 즉 그 숫자의 비트 중에서 맨 왼쪽의 비트를 말한다. LSB(Least Significant Bit)는 2진수 데이터에서 가장 낮은 자리의 비트를 의미하는 것으로 MSB와 반대 개념이다. 이러한 개념을 이용하여 학습경로제시에 미칠 영향에 따라 가중치를 주는 개념으로 MSB와 LSB를 가지는 2진수를 이용하였다. 예를 들어, 가장 처음 나오 [표준학습경로]가 학습 경로제시에 미칠 영향이 나머지 요소에 비해 더 크다고 가정하였기 때문에 MSB로써 전체 2진수 값의 가장 앞 자리를 차지하게 된다.

<표 5> 교통신호등 메타포

학습 적합성 점수 (상대평가제)	학습 추천도	신호등 메타포
상(상위 5%)	적극추천	Green
중(중간 85%)	추천	Yellow
하(하위 10%)	불가능	Red

마. 실시간 Transaction 처리 기술

학습자와 코스웨어의 원활한 상호작용으로 인한 데이터를 실시간으로 처리하는 기능을 수행한다. 학습자의 변화되는 학습과정에 대한 정보를 시스템에 전달하여 지속적으로 학습자의 정보를 갱신하는 기능을 수행하기 위해 필요하다. 특히 학습과정에서 학습경로 분석과 학습평가는 학습자와 시스템의 원활한 트랜잭션을 기반으로 이루어지기 때문에 트랜잭션의 신속성과 정확성은 매우 중요한 핵심기술이 된다.

4. 연구의 결과 및 고찰

4.1 연구 개요

학습자 프로파일 분석, 교육과정 계열화, 적응적 탐색지원과 규칙기반 기법 등을 활용한 유·무선 인터넷 환경에서의 개별학습용 적응적 조언 학습 시스템은Windows 2000을 운영체제로 하고 IIS5.0의 웹서버, MS-SQL 데이터베이스와 ASP를 이용하여 구현되었다.

적응적 조언 학습 시스템은 학습자가 학습하는 내용을 페이지 단위로 표현하고 학습자와 시스템간에 실시간의 학습정보 추적이 필요하기 때문에 실시간 트랜잭션의 효율성 증대가 무엇보다도 중요하다. 따라서 데이터베이스 연동이 쉽고 빠른 ASP를 이용하였다.

적응적 조언 학습 시스템은 학습자 프로파일 분석 모듈, 교육과정 구조화 모듈, 조언 알고리듬 모듈, 유·무선 인터페이스 모듈로 구성된다. 본 장에서는 각 모듈에 따른 시스템의 구현결과와 성능을 기술한다.

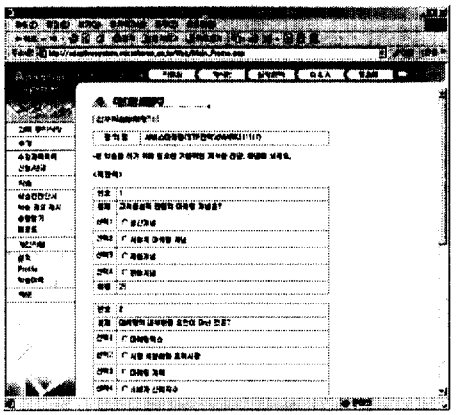
다음 (그림 4)는 구현된 시스템의 전체구조로 각 모듈들의 상호동작을 나타낸다.

(그림 4)에서 나타나듯이 학습자가 PC나 PDA를 가지고 유·무선 인터넷을 통해 본 시스템에 접속하게 되면 먼저 유·무선 인터페이스 모듈에서 해당되는 타입 특성에 맞게 학습환경을 구축한다. 그리고 학습내용 DB에 있는 교육내용을 교육과정구조화 모듈을 통해서 교육과정을 계열화하여 학습자에게 제공하게 된다. 학습자 프로파일 분석 및 관리 모듈은 학습자의 학습전이나 학습도중에 학습특성을 일일이 파악하여 학습자 DB에 저장해 두었다가 적응적 교수/모듈을 통해서 적절한 학습경로를 제시하여 학습활동을 지원하게 된다. 마찬가지로 적응적 조언 알고리듬 모듈은 학습자 DB에 있는 학습자의 특성과 함께 적합한 조언을 제공하게 된다.

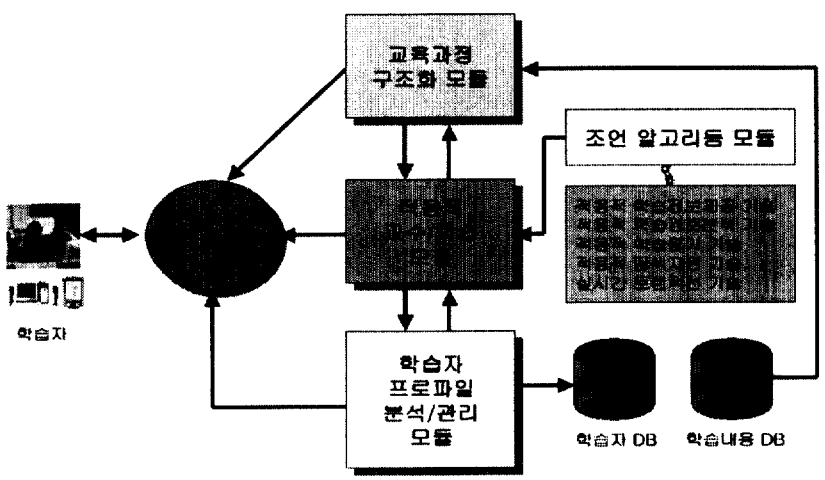
가. 학습자 프로파일 분석 모듈

학습자 프로파일 모듈은 학습자 특성 변인으로 개인신상정보, 학습성취도 정보, 학습 특성 및 수행성과 포트폴리오 정보를 시스템에서 측정하여 분석 및 관리하게 되는 기능을 담당한다. 본 시스템에서 사용하는 학습자 변인에는 개인신상정보, 선수학습지식, 학습스타일, 활용영역, 학습목표가 있다.

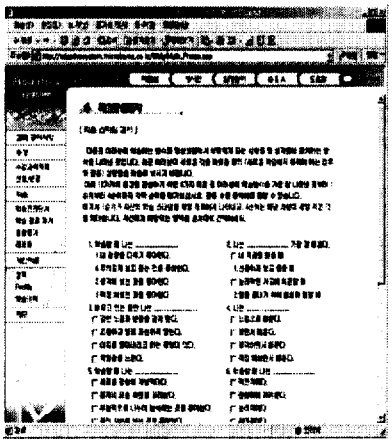
다음 (그림 5-(a,b,c,d)은 시스템이 어떻게 각각의 학습자 특성 변인을 파악하는지를 나타내고 있다.

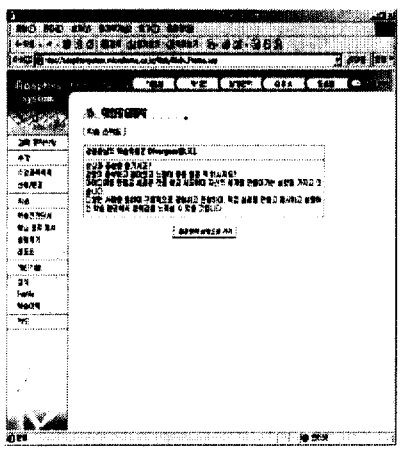


[그림 5-(a)] 선수학습지식 검사

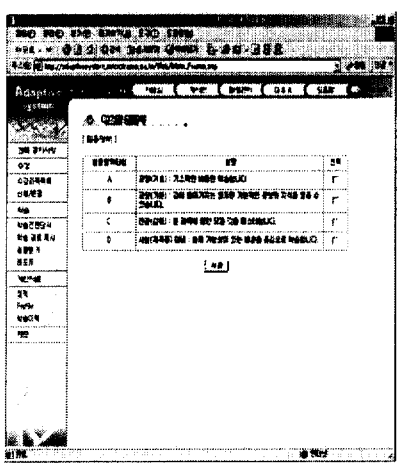


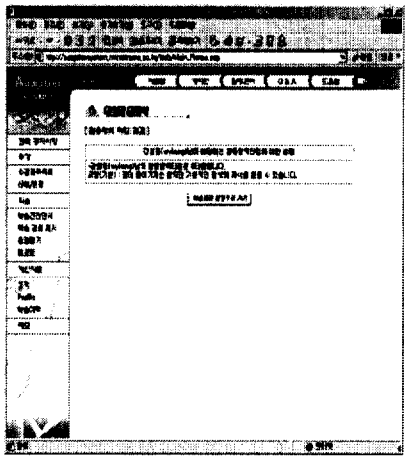
[그림 4] 전체 시스템 구조도



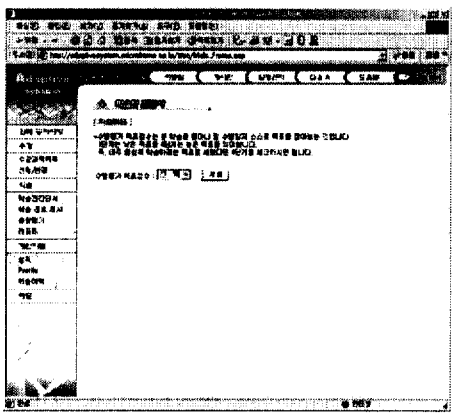


[그림 5-(b)] 학습스타일 검사





[그림 5-(c)] 활용영역 설정

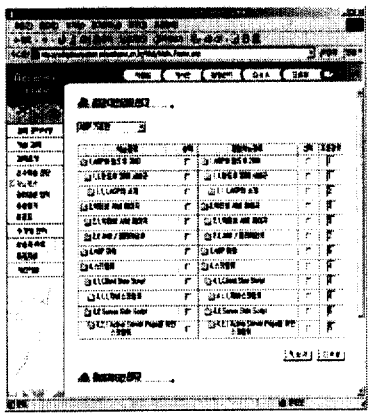


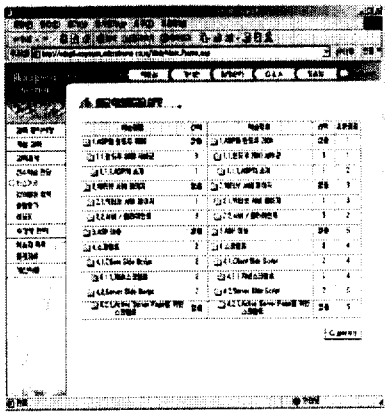
[그림 5-(d)] 학습목표 설정

나. High & Low Level 구조화 분석기법을 활용한 교육과정 구조화 모듈

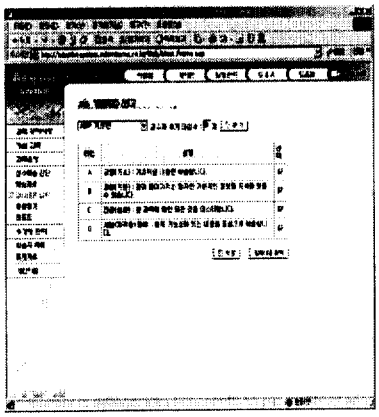
교육과정 구조화 모듈은 교육과정 계열화 기법을 이용하여 학습자의 "최적의 학습경로"를 찾도록 도와주는 역할을 한다.

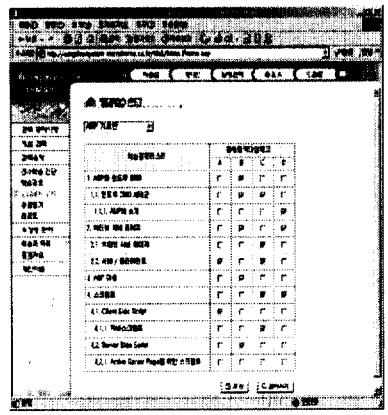
다음 그림 6-(a,b) 은 본 시스템에서 교육과정을 구조화하기 위해 시스템에서 학습과정을 장, 절, 항, 페이지 별로 인덱싱(Indexing)하고 교수자가 표준학습경로를 설정하고 활용영역 및 관련페이지별로 연계시키는 과정을 보여주고 있다.





[그림 6-(a)] 표준학습 경로와 관련학습 경로 설정





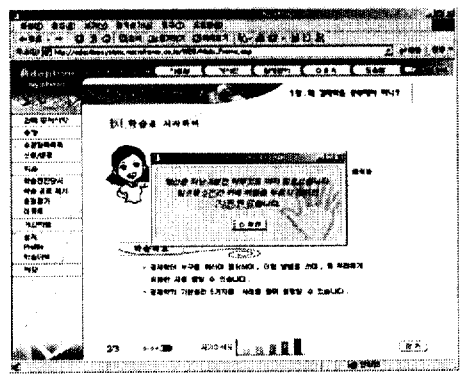
[그림 6-(b)] 활용영역별 교육과정 설정

다. 적응적 탐색지원기법을 활용한 조언 알고리듬 모듈

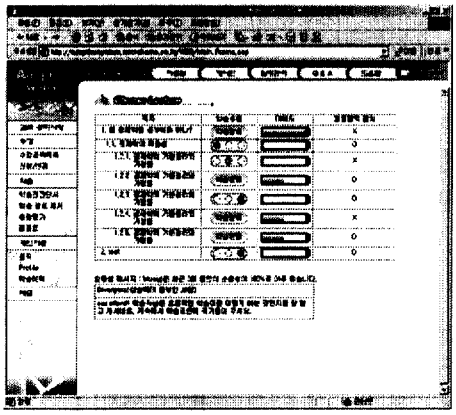
본 시스템의 핵심부분으로 학습자 특성과 학습내용 구조화 결과를 기반으로 학습자에게 최적의 학습경로를 제공하고 학습자의 학습스타일과 순응성에 따라 적당한 조언 메시지를 제시하여 학습자가 효율적인 학습을 할 수 있도록 지원하는 기능을 한다.

다음 그림 7-(a,b)은 학습자의 변화되는 학습과정을 지속적으로 모니터하기 위해 적응적 학습경로 분석 기술에 따라 무반응 정보가 실제 적용된 화면을 보여주고 있다.

다음 그림은 조언 알고리듬 모듈에 의해 나타난 조언 메시지와 학습경로제시 화면을 보여주고 있다.(아래 그림 제목은 무반응 상태)



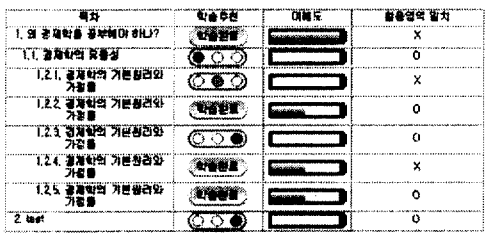
[그림 7-(a)] 학습자 유휴상태에서의 메세지



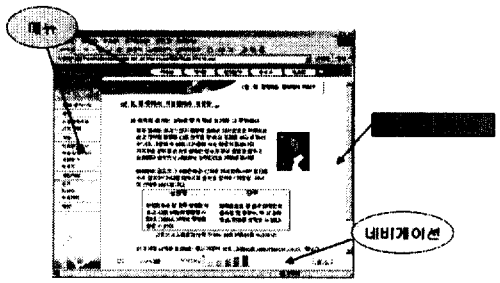
[그림 7-(b)] 적응적 조언 메시지와 학습경로제시

4.2. 사용자 인터페이스

본 시스템은 학습자가 제공되는 학습경로제시화면에서 특정 경로를 선택했을 경우에 해당 학습이 원활히 이루어지도록 다음 그림 8-(a,b)과 같은 인터페이스로 구성하였다. (그림 제목은 학습경로제시)



[그림 8-(a)] 학습경로 제시화면



[그림 8-(b)] 사용자 인터페이스

그림 8-(a)에서 학습자가 학습경로제시화면에서 특정 경로를 선택하면 그림 8-(b)에 나타나듯이 학습내용부분과 페이지 네비게이션 부분으로 다시 나뉘어진다. 학습내용부분에서 학습자가 제공되는 학습을 할 수 있고 페이지 네비게이션 부분에서는 자기이해도 체크와 앞, 뒤 페이지로의 이동이 가능하다.

5. 결론 및 향후 계획

기존의 범용 코스웨어나 일반적인 가상교육 시스템에서 제공되지 않는 적응적 학습을 지원하기 위해서 적응적 조언 학습 시스템을 개발하였다. 유·무선 인터넷 환경기반으로 코스웨어를 위한 개별학습용 적응적 조언 시스템은 학습자 개개인의 인지적 특성과 학습능력을 반영한 학습활동을 지원함으로써 학습자 개개인의 개인별, 능력별 개별학습을 구현할 수 있다. 본 시스템은 학습자의 학습출발점은 물론 학습과정에서 변화되는 학습자의 학습활동을 지속적으로 모니터 하여 학습자 프로파일에 반영함으로써 학습자의 학습상태에 따라 적절한 학습내용과 도움을 제공한다. 또한 학습과제 구조화 특성상 기존의 교육컨텐츠에서 사전에 이미 고정된 형태의 내용을 제공한 것에 비해 학습자 개개인의 능력과 학습스타일에 맞는 학습과제를 융통성 있게 제공할 수 있다.

현재 교육용 컨텐트 코스웨어 시장은 급격히 확산 조짐을 보이고 있어 유·무선 교육컨텐츠 서비스를 위한 코스웨어 서비스 시스템의 수요가 확대될 것으로 예상된다. 이러한 시장환경에서

개별학습용 코스웨어 서비스를 위한 적응적 조언 엔진은 유선 인터넷이 활성화되어 있는 일반 교육컨텐츠 시장은 물론 무선 인터넷을 통한 교육컨텐츠 서비스 시장에 적합한 연구이다.

따라서 본 개발기술로 인해 해외시장으로의 수출을 증대하여 국익을 증진시키고 국내 시장에서는 교육 컨텐츠 개발 및 서비스 업체와 무선 컨텐츠 서비스 업체를 중심으로 시스템 구축 및 서비스에 중점을 둔 SI사업 형태로 그 사업성을 확대해 나갈 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박종선 (1999). 개별학습을 위한 웹 기반의 적응적 코스웨어 설계 및 구현, 컴퓨터교육학회 논문지, 제 2권 4호

[2] 박종선 (1999). 웹 기반의 적응적 코스웨어 설계를 위한 탐색지원기법에 관한 고찰. 교육공학연구, 15(1), 65-89.

[3] Brusilovsky, P. (1998). Adaptive educational systems on the world wide web : A review of available technologies. http://www-aml.cs.umassedu/~stern /webits/itsworkshop/brusilovsky.html.

[4] Brusilovsky, P., & Eklund, J. (1998). A study of user model based link annotation in educational hypermedia. Journal of Universal Computer Science. 4, 4. pp.429-448. Springer Science Online

[5] Calvi, L. & De Bra, P. (1997). Using dynamic hypertext to create multi-purpo-se textbooks. In: T.Muldner & T. C. Reeves (eds.) Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM'97 - World Conference on Educational Mult imedia/Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications, Calgary, Canada, June 14-19, 1997, AACE, pp.130-135.

[6] Nakabayashi, K., Maruyama, M., Koike, Y., Kato, Y., Touhei, H., & Fukuhara, Y. (1997). Architecture of an Intelligent Tutoring System on the WWW. Proceedings of the 8th World Conference of the AIED Society, Kobe, Japan. 18-22 August. http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/ AIED97_workshop/Nakabayashi/Nakabayashi. html.

[7] Weber, G., & Specht, M. (1997). User modeling & adaptive navigation support in WWW-based tutoring systems. In : A. Jameson, C. Paris & C. Tasso (eds.) User Modeling.(Proceedings of 6th International Conference on User Modeling, Chia Laguna, Sardinia, Italy, June 2-5, 1997) Wien : Springer-Verlag, pp.289-300.

[8] IEEE LTSC, http://grouper.ieee.org/LTSC

[9] Brusilovsky, P. (1996). Methods & techniques of adaptive hypermedia. In: P. Brusilovsky & J. Vassileva(eds.), Spec. Iss. on Adaptive Hypertext & Hypermedia, User Modeling & User-Adapted Interaction, 6(2-3), 87-129.

[10] Brusilovsky, P. (1997). Efficient techniques for adaptive hypermedia. In : C. Nicholas & J. Mayfield(eds.) : Intelligent hypertext : Advanced techniques for the World Wide Web. Lecture Notes in Computer Science, Vol.1326, Berlin : Springer-Verlag, pp.12-30.

[11] Rasmussen, K.. L., & Davidson-Shivers, G.V. (1998). Hypermedia and learning styles : Can performance be influenced? *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 7(4),* 291-308.

[12] Brusilovsky, P., Schwarz, E., & Weber, G. (1996). A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW. *Proceedings of WebNet'96, World Conference of the Web Society*. San Francisco, CA, October 15-19, pp.64-69.

[13] Misanchuk, E. R. & Schwier, R. A. (1992). Representing Interactive Multimedia and Hypermedia Audit Trails. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia,* 1, 355-372.

김 기 석

1984 서울대학교 공과대학 전자계산기공학과(공학사)
1987 서울대학교 공과대학 전자계산기공학과(석사)
1992.8. 서울대학교 공과대학 컴퓨터공학과 박사
1994.~1998. 삼성SDS 책임연구원
2000.5~현재. 한동대학교 전산전자공학부 교수
관심분야: 인공지능, 사이버교육시스템
E-Mail: peterkim@handong.edu

박 종 선

1987 한양대학교 교육공학과 (교육공학학사)
1989 한양대학교 교육공학과 (교육공학석사)
2002. 2. 한양대학교 교육공학과 졸업예정(교육공학박사), 마이크로프레임 연구소장/건국대 정보통신대학 겸임교수
관심분야: 교육분야에서의 컴퓨터 활용과 관련된 교육지원시스템(저작도구, 사이버교육시스템, 교수설계시스템, EPSS)과 다양한 코스웨어(WBI & WBT, Adaptive Courseware)의 설계 및 개발
E-Mail: jspark@microframe.co.kr