

학습자 행동모델기반의 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템 설계 및 구현

김영균[†], 김영지^{**}, 문현정^{***}, 우용태^{****}

요 약

본 연구에서는 학습자 행동모델을 이용하여 개별적인 학습 환경을 제공할 수 있는 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템을 제안하였다. 본 시스템에서는 학습자의 학습행동정보를 실시간으로 추적하여 관리할 수 있는 LBML을 제안하였다. 제안 시스템은 학습행동정보 수집시스템과 적응적 학습지원시스템으로 구성된다. 학습행동정보 수집시스템은 웹 2.0기술을 이용하여 SCORM CMI 데이터 모델을 기반으로 학습자의 학습행동정보를 실시간으로 수집한다. 수집된 학습행동정보는 LBML 스키마를 기반으로 개별 학습자의 LBML 인스턴스로 저장된다. 적응적 학습지원시스템에서는 LBML 인스턴스를 분석하여 학습자의 반응에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있는 규칙기반 학습지원모듈과 상호작용적 학습지원모듈을 개발하였다.

Design and Implementation of an Adaptive Hypermedia Learning System based on Learner Behavioral Model

Young Kyun Kim[†], Young Ji Kim^{**}, Hyeon Jeong Mun^{***}, Yong Tae Woo^{****}

ABSTRACT

This study presents an adaptive hypermedia learning system which can provide individual learning environment using a learner behavioral model. This system proposes a LBML which can manage learners' learning behavioral information by tracking down such information real-time. The system consists of a collecting system of learning behavioral information and an adaptive learning support system. The collecting system of learning behavioral information uses Web 2.0 technologies and collects learners' learning behavioral information real-time based on a SCORM CMI data model. The collected information is stored as LBML instances of individual learners based on a LBML schema. With the adaptive learning support system, a rule-based learning supporting module and an interactive learning supporting module are developed by analysing LBML instances.

Key words: e-learning(이러닝), Web 2.0(웹 2.0), learner behavioral model(학습자 행동 모델), adaptive hypermedia learning system(적응적 하이퍼미디어 학습 시스템)

1. 서 론

e-Learning 시스템은 인터넷 기술의 발전과 웹에서 제공하는 다양한 콘텐츠를 이용할 수 있는 학습

환경의 변화로 학습자 중심의 새로운 교육체제로 인정받고 있다[1-2]. 기존 웹 기반 e-Learning 시스템은 학습자가 전체적인 학습 과정을 이끌어 나가는 자기 주도적인 학습시스템이다. 그러나 자기 주도적

※ 교신저자(Corresponding Author) : 우용태, 주소 : 경남 창원시 사립동 9(641-773), 전화 : 055)213-3813, FAX : 055)282-8218, E-mail : ytwoo@changwon.ac.kr

접수일 : 2008년 10월 28일, 완료일 : 2009년 3월 26일

[†] 하이브레인넷 선임연구원

(E-mail : ykkim@hibrain.net)

^{**} 하이브레인넷 수석연구원

(E-mail : yjkim@hibrain.net)

^{***} 정회원, 하이브레인넷 수석연구원

(E-mail : hjmun@hibrain.net)

^{****} 창원대학교 컴퓨터공학과 교수

인 학습시스템은 학습자의 개별적인 학습 특성에 따라 학습 환경을 차별적으로 제공하는 적응형 학습 모델이 결여되어 있다[3].

웹 기반 적응적(adaptivity) 학습이란 학습자의 학습 요구와 특성을 수용하여 적응적 학습 환경을 만드는 것이 목적이다[4]. 웹 기반 적응적 학습 시스템은 지능적 교수시스템(ITS : Intelligent Tutoring System)과 적응적 하이퍼미디어 시스템(AHS : Adaptive Hypermedia System)이라는 두 분야의 독특한 기술을 통합한 최근의 연구 개발 분야이다[5-7]. 지능적 교수시스템은 전통적인 인공지능 기술을 기반으로 한 교수자 중심의 시스템이며, 적응적 하이퍼미디어 시스템은 보다 유연한 탐색기법을 기반으로 한 학습자 중심의 시스템이다[6-8].

최근에는 학습자 특성을 기반으로 학습자의 학습 콘텐츠 순서를 관리하는 웹 기반 적응적 학습 관리 시스템과 학습자의 특성을 반영하여 동적인 학습 페이지를 제공하기 위한 웹 기반 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다[9-13]. 그러나 기존 연구들은 학습 시작 전에 교수자가 제공한 시험을 통해 학습자의 특성을 먼저 검사하는 기법을 사용한다. 따라서 학습을 진행하면서 변화되는 학습자의 행동과 이해도에 따라 차별적인 학습 환경을 지원하기 어렵다[10-11]. 또한, 학습자의 지속적인 행동 변화를 실시간으로 수집하여 학습자의 특성을 관리할 수 있는 학습자 모델에 대한 연구와 학습자의 반응에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있는 적응적 하이퍼미디어 시스템에 대한 연구가 부족하다[9-13].

본 연구에서는 실시간으로 학습자의 수준에 맞는 개인적 학습 환경을 지원하기 위한 학습자 행동 모델기반의 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템을 제안하였다. 제안 시스템에서는 클라이언트와 서버간의 비동기식 데이터 전송을 지원해주는 웹 2.0 기술을 이용하여 실시간으로 학습자의 행동정보를 수집하여 체계적으로 관리하기 위한 LBML(Learner Behavioral Markup Language)을 제안하였다. 그리고 수집된 학습자의 행동정보를 분석하여 개인화된 학습 환경을 제공할 수 있는 적응적 학습지원시스템을 개발하였다.

2. 관련연구

2.1 웹 기반 적응적 학습 시스템

웹 기반 적응적 학습 시스템은 학습자의 학습 요구와 특성을 수용하여 적응적 학습 환경을 만드는 것이 목적이다. 특히, 웹 기반 적응적 하이퍼미디어 시스템은 제시된 정보를 학습자의 현재 지식 수준에 맞게 제공하고, 학습과정에서 너무 일반적이지 않게 학습자를 안내하기 위해 활용될 수 있는 기술 중 하나이다[9].

국외의 대표적인 웹 기반 적응적 학습 시스템으로는 CALAT(Computer Aided Learning and Authoring environment for Tele-education)와 ELM-ART(Episodic Learner Model - Adaptive Remote Tutor)이 있다. CALAT는 학습자모델, 교수자모델, 그리고 전문가모델을 요소로 하는 지능적 교수 시스템 체계의 문제해결 중심적 코스웨어 시스템이고, ELM-ART는 학습자의 개별적인 특성에 따라 다양한 멀티미디어 학습자료를 탐색할 수 있는 지능적 하이퍼미디어 시스템이다[14]. 그리고 최근 개발된 시스템으로는 Feijoo.net, Tangow, Inspire, AES-CS가 있다. Feijoo.net, Tangow, Inspire는 학습자의 학습 스타일을 먼저 정의하고 해당되는 학습 스타일에 따라 개별 학습 콘텐츠를 구성하는 시스템이다. 위 시스템들은 학습자의 스타일을 결정하기 위해 CHAEA Test와 같은 시험을 주기적으로 이용한다. AES-CS는 학습자의 프로파일용을 이용하여 학습자의 특성을 파악하고, graphic organizers, position markers, advanced organizers와 같은 네비게이션 툴을 이용하여 학습 콘텐츠를 적응적으로 지원하고 안내하는 시스템이다[15].

국내에서는 김명희 등이 학습자의 특성을 고려하여 콘텐츠 순서를 관리하고 제작할 수 있는 적응적 학습 관리 시스템을 개발하였다[3]. 백영태는 학습자의 지식 상태에 따라 동적으로 영역 지식을 제시하는 웹 기반의 교육용 적응적 하이퍼미디어 시스템 설계 방법을 제안하였다[5]. 박종선 등은 웹 기반 교육환경에서 교수-학습을 위한 코스웨어를 개인별 상황에 맞게 적응적으로 조인해 줄 수 있는 적응적 탐색 지원 기법을 제안하였다[9]. 최숙영은 학습 단계와 평가 단계를 연계하여 평가 단계에서 추정된 학습자의 능력에 따라 차기 학습 단계에서 수준별 학습 내용을

동적으로 구성할 수 있는 적응형 교수 시스템을 개발 하였다[11].

2.2 웹 기반 적응적 하이퍼미디어 시스템 관련 연구

2.2.1 학습자 모델

웹 기반 적응적 하이퍼미디어 시스템에서는 학습자별 지식 상태 변화를 인지하여 관리하고 동일 학습자라도 시간에 따라 달라질 수 있는 학습자의 특징을 시스템에 적용할 수 있는 학습자 모델이 필요하다. 기존 적응적 하이퍼미디어 시스템에서는 학습자의 지식을 표현하는 대표적인 학습자 모델로 스테레오타입 모델(stereotype model)과 오버레이 모델(overlay model)을 사용한다[5,16]. 오버레이 모델은 학습자의 안다, 모른다는 같은 지식 정도 또는 잘함, 보통, 못함과 같은 측정 결과를 표현하는 모델로써, 지속적인 학습 변화를 반영하기에는 부족하다[13].

2.2.2 적응적 하이퍼미디어 기술

적응적 하이퍼미디어 시스템에서 주로 사용되는 기술로는 적응적 프리젠테이션 기법(adaptive presentation on technology)과 적응적 탐색 지원 기법(adaptive navigational support technology)이 있다. 적응적 프리젠테이션 기법은 학습자 모델의 학습 지식, 목표 등의 정보를 고려하여 하이퍼미디어 페이지에서 제시되는 내용을 적응적으로 변화시키는 기법으로 조건텍스트, 텍스트펼치기, 프레그먼트 다양화, 페이지 다양화, 프레임기반 기술 등이 있다. 적응적 프리젠테이션 기법을 이용하여 콘텐츠에 대한 추가 설명, 선행설명, 비교설명, 설명 방법의 변화, 재분류 등을 동적으로 제공할 수 있다. 적응적 탐색 지원 기법은 학습자에게 웹상에서 탐색의 방향성을 유지할 수 있도록 적응적으로 지원하고 안내하는 기법으로 하이퍼링크를 변화시키는 방식에 따라 링크 감추기, 적응적 링크 주석달기, 링크 순서 재배치, 학습 방향 안내 기술 등이 있다. ELM-ART, InterBook, AST, WEST-KBNS는 적응적 주석달기 기법을 적용한 시스템이다[17-20].

2.3 기존 연구의 문제점

웹 기반 적응적 학습 시스템에서는 개별적 학습 환경을 제시하기 위해 학습자의 특성을 반영해야 하

기 때문에 학습자 모델의 역할이 중요하다[4,13]. 그러나 기존 연구들은 나이나 이전 지식에 대한 시험 결과와 같은 정적인 학습자 프로파일 정보를 이용하므로 동적인 변화가 필요한 학습 환경을 실시간으로 제공하기 어려운 문제가 있다. 또한 학습자에 대한 지식 상태를 초, 중, 고급과 같이 학습 결과에 치중하여 관리하는 학습 모델을 사용하고 있으므로 지속적으로 변화하는 학습자의 학습 행동과 학습 이해도를 표현하기에 부족하다[15].

기존 웹 기반 적응적 학습 시스템은 학습 시작 전에 사전 평가를 수행한 결과를 바탕으로 학습자의 수준을 파악하여 학습자별 콘텐츠의 순서를 재배치하거나 학습자별 적응적 학습 환경을 제공한다. 그러나, 시스템은 교사의 직접적인 도움과 즉각적인 피드백을 제공할 수 없으므로, 학습자의 행동을 실시간으로 관리하고 분석하여 학습자의 반응에 대해 즉각적인 피드백을 제공하지 못한다. 그리고 학습 도중 실시간으로 발생 가능한 질의나 학습 행동에 대해 적응적인 학습 환경을 제공할 수 있는 시스템에 대한 연구는 부족한 실정이다.

3. 학습자 행동모델기반의 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템

본 연구에서는 학습자에게 개별적인 학습을 지원할 수 있는 학습자 행동모델기반의 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 웹 2.0 기술을 이용하여 실시간으로 학습자의 행동정보를 수집하고 분석하여 개인화된 적응적 학습 환경을 제공할 수 있는 시스템이다. 제안 시스템은 크게 학습자의 학습행동정보를 실시간으로 수집하는 학습행동정보 수집시스템과 텍스트마이닝 기법을 이용하여 관련 콘텐츠를 추출하고, 학습자의 반응에 대한 즉각적인 피드백을 제공할 수 있는 적응적 학습지원 시스템으로 구성된다. 그림 1은 본 연구에서 제안한 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템의 전체적인 개념도이다.

3.1 학습행동정보 수집시스템

학습행동정보 수집시스템은 학습자 행동정보를 개인별로 수집하여 LBML 스키마를 이용하여 관리하기 위한 시스템이다. 이 시스템에서는 Ajax 기술

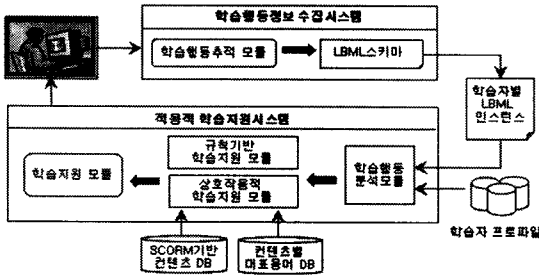


그림 1. 제안 시스템의 개념도

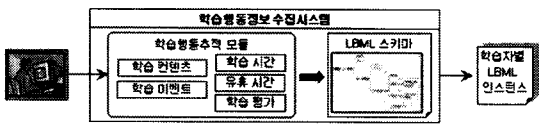


그림 2. Ajax 기술을 이용한 학습행동정보 수집시스템의 개념도

을 이용한 학습행동추적 모듈을 통해 학습자의 행동 정보를 실시간으로 수집한 후 개인별 LBML 인스턴스를 생성한다. 그림 2는 본 연구에서 제안한 학습행동정보 수집시스템의 개념도이다.

3.1.1 학습행동추적 모듈

학습행동추적 모듈은 Ajax기술을 이용하여 학습자의 행동정보를 실시간으로 수집하는 기능을 수행한다. 이 모듈은 SCORM의 CMI 데이터모델을 기반으로 학습자의 학습 행동정보를 수집한다. 학습 행동정보는 학습 콘텐츠 관련 정보와 학습자 이벤트 정보로 구분된다. 먼저 학습 콘텐츠 관련 정보는 학

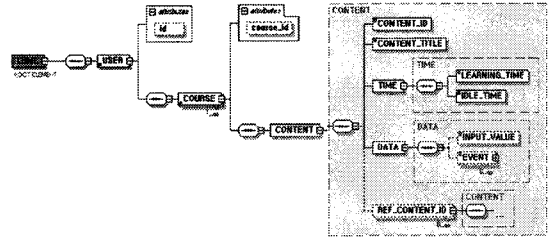


그림 3. LBML 스키마 구조

습 콘텐츠 정보, 관련 콘텐츠나 적응적 학습 콘텐츠를 열람한 정보, 학습평가 등과 같은 정보가 있다. 학습자 이벤트 정보는 학습시간, 유틸리티, 더블클릭 또는 드래그 등과 같은 마우스 이벤트에 의해 부분적인 학습 내용을 선택한 행위, 검색, 텍스트를 입력한 행위 등과 같은 정보가 있다. 이러한 정보는 Ajax 기술을 통해 비동기식 통신방식으로 학습자의 학습활동에 지장을 주지 않고 실시간으로 수집할 수 있다.

3.1.2 LBML(Learner Behavioral Markup Language)

LBML은 개인화된 행동정보를 XML형식으로 표현하기 위한 것으로 학습한 콘텐츠별로 콘텐츠 식별 정보, 학습시간, 유틸리티, 입력데이터, 마우스 이벤트, 참조한 관련 콘텐츠 등을 관리할 수 있도록 설계하였다. 그림 3은 본 연구에서 제안한 LBML 스키마 구조이다.

다음 표 1은 LBML 스키마에 대한 엘리먼트를 정의한 내용이다.

표 1. LBML 스키마 엘리먼트

엘리먼트명	설 명
LBML	LBML 스키마의 루트 엘리먼트
USER	학습자의 정보를 저장하는 엘리먼트
COURSE	수강신청한 학습강좌에 대한 정보를 저장하는 엘리먼트
CONTENT	학습자가 학습한 콘텐츠 정보를 표현하기 위한 complex형 엘리먼트
CONTENT_ID	컨텐츠 ID를 표현하기 위한 string형 엘리먼트
CONTENT_TITLE	컨텐츠 제목을 표현하기 위한 string형 엘리먼트
TIME	컨텐츠별 총 학습시간 정보를 표현하는 complex형 엘리먼트
LEARNING_TIME	컨텐츠를 학습한 시간을 저장하는 string형 엘리먼트
IDLE_TIME	학습 도중의 유틸리티 시간을 저장하는 string형 엘리먼트
DATA	학습시 입력한 데이터와 이벤트 정보를 표현하는 complex형 엘리먼트
INPUT_VALUE	학습자가 입력한 데이터, 키워드를 저장하는 string형 엘리먼트
EVENT	학습자의 행동 이벤트를 저장하는 string형 엘리먼트
REF_CONTENT_ID	학습자가 학습하는 콘텐츠에 관련컨텐츠를 학습한 정보를 저장하는 CONTENT 엘리먼트를 참조하는 엘리먼트

3.2 적응적 학습지원시스템

본 연구에서는 학습행동정보 수집시스템을 통해 수집된 학습자별 LBML 인스턴스를 분석하여 학습자에게 개별 학습 환경을 지원할 수 있는 적응적 학습지원시스템을 제안하였다. 적응적 학습지원시스템은 LBML 인스턴스를 분석하기 위한 학습행동분석 모듈, 분석 결과를 이용하여 학습자에게 개별 학습을 적응적으로 지원하기 위한 규칙기반 학습지원 모듈 그리고 상호작용적 학습지원 모듈로 구성된다. 그리고, Ajax 기술을 이용하여 관련 콘텐츠와 피드백 정보를 학습 환경에 동적으로 적용하기 위한 학습지원 모듈을 제안하였다. 그림 4는 본 연구에서 제안한 적응적 학습지원시스템의 개념도이다.

3.2.1 학습행동분석 모듈

학습행동분석 모듈은 학습행동정보 수집시스템을 통해 생성된 LBML인스턴스를 이용하여 학습자별 학습시간, 유희시간, 학습평가, 학습중인 콘텐츠와 관련 콘텐츠, 학습 이벤트 등을 분석한다.

먼저, 학습시간 분석은 콘텐츠별로 학습을 완료하는데 소요되는 시간을 측정하는 과정으로 현재 학습중인 콘텐츠를 읽는데 소요된 시간과 해당 콘텐츠 학습을 위해 참고한 관련 콘텐츠의 학습시간을 함께 측정한다. 학습시간은 학습자의 성실도와 성취도를 분석하는 데이터로 사용한다. 유희시간 분석은 학습을 진행하는 동안 브라우저에 이벤트가 일어나지 않은 시간을 측정하여 학습자의 학습상태를 분석하는 데이터로 사용한다. 학습평가 분석은 학습문제에 대한 정오를 판단하고, 학습문제를 해결하는데 소요된 시간과 유희시간을 측정한다. 이러한 학습행동정보는 규칙기반 학습지원 모듈에서 학습자에게 피드백 정보를 제공하기 위한 목적으로 사용한다.

학습콘텐츠 분석은 현재 학습중인 콘텐츠와 참조한 관련 콘텐츠의 식별 정보를 분석한다. 학습이벤트

분석은 학습자가 입력한 데이터, 마우스 더블클릭, 드래그 등과 같은 이벤트를 통해 선택된 학습 내용이나 학습평가를 통해 발생하는 오류 등을 분석한다. 이러한 학습행동정보는 상호작용적 학습지원 모듈에서 학습자에게 적응적 콘텐츠를 제공하기 위한 목적으로 사용한다.

3.2.2 규칙기반 학습지원 모듈

규칙기반 학습지원 모듈은 교수자가 정의한 규칙과 학습행동분석 모듈을 통해 분석된 학습자의 행동정보를 비교하여 피드백 정보를 추출하기 위한 모듈이다. 본 모듈은 교수자가 정의한 유희시간을 초과했을 경우, 학습자의 관심을 유도하기 위한 경고 메시지 출력하고, 학습시간을 초과했을 경우, 교수자가 정의한 참조학습 콘텐츠 출력하는 것과 같은 학습시간규칙에 따른 학습지원방법을 제공한다. 또한, 학습자가 일정시간이상 문제를 해결하지 못하거나 반복된 오답을 제시할 경우 교수자가 정의한 참조학습 콘텐츠를 제공하여 문제해결을 유도하는 학습문제 해결규칙에 따른 학습지원방법을 제공한다. 따라서, 학습자는 학습 중에 교수자가 정의한 규칙에 따라 실시간으로 관련 콘텐츠와 피드백을 제공받을 수 있으므로 효율적인 학습을 진행할 수 있다.

3.2.3 상호작용적 학습지원 모듈

상호작용적 학습지원 모듈은 학습행동분석 모듈에서 분석된 정보와 관련된 학습 콘텐츠를 추출하여 학습자에게 적응적으로 학습 콘텐츠를 제공하기 위한 모듈이다. 이 모듈에서는 학습자의 행동정보와 관련된 콘텐츠와 학습중인 콘텐츠와 관련 있는 선/후행학습 콘텐츠를 제공한다.

1) 학습 콘텐츠별 대표용어 구성

본 연구에서는 관련 콘텐츠 추출을 위해 텍스트마이닝 기법을 이용하여 콘텐츠를 분석하여 학습 콘텐츠별로 대표용어집합을 구성하였다. 대표용어집합은 학습 콘텐츠에서 출현 빈도수가 높거나 빈도수는 낮지만 특정 콘텐츠에서 중요한 의미를 가지는 용어의 집합을 말한다. 먼저, 교수자가 e-Learning 시스템에 콘텐츠를 등록할 때 HAM4.0a 형태소 분석기 [21]를 이용하여 형태소 분석한 후, 전문용어사전과 매치하여 전문용어를 추출하였다. 추출된 전문용어를 대상으로 TFIDF알고리즘[22]을 사용하여 학습

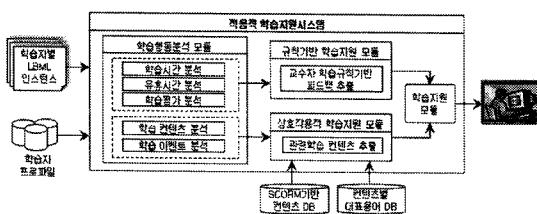


그림 4. 적응적 학습지원시스템의 개념도

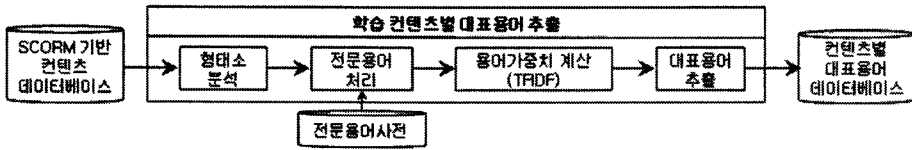


그림 5. 콘텐츠별 대표용어 구성 개념도

콘텐츠별로 용어의 중요도를 분석하여 TFIDF 값이 1이상인 용어를 기준으로 학습 콘텐츠별 대표용어 집합을 구성하였다. 이렇게 구성된 용어는 관련학습 콘텐츠를 찾기 위한 검색어 역할을 한다. 그림 5는 콘텐츠별로 대표용어집합을 구성하는 과정에 대한 개념도이다.

2) 관련학습 콘텐츠 추천

본 연구에서는 학습중인 콘텐츠와 관련된 선/후행 학습 콘텐츠를 추천하는 방법과 학습행동을 분석하여 관련 콘텐츠를 추천하는 방법을 제안하였다.

선/후행 학습 콘텐츠를 추천하는 방법은 콘텐츠별 대표용어 데이터베이스에서 현재 학습 중인 콘텐츠의 대표용어를 대표용어로 가지는 콘텐츠를 검색하여 선/후행 학습 콘텐츠로 구성하여 추천한다. 예를 들어, 학습 중인 콘텐츠의 대표용어가 {‘조인’, ‘애매 모호성’}인 경우, ‘조인’이나 ‘애매모호성’을 중요한 대표용어로 가지는 관련 콘텐츠를 추출한다.

학습행동별 관련 콘텐츠를 추천하는 방법은 먼저, 학습자의 입력 데이터, 드래그나 더블 클릭과 같은 마우스 이벤트를 통해 선택된 콘텐츠 내용, 문제 해결시 발생한 오류 내용을 분석하여 주요 전문용어를 추출한다. 그리고, 콘텐츠별 대표용어 데이터베이스와 콘텐츠 데이터베이스를 검색하여 추출된 전문용어를 대표용어로 가지는 학습 콘텐츠를 관련 콘텐츠로 추천한다. 예를 들어, 그림 6과 같이 학습자의 입력 데이터와 문제 해결시 발생한 여러 메시지를 분석하여 ‘substr’이라는 주요 검색어를 추출한 후, 데이터베이스를 검색하여 ‘substr’을 대표용어로 가지는 학습 콘텐츠 Top-N개를 관련 콘텐츠로 추천한다.

```

select name, substr(idnum, 1, 6), 3) birth_date <- 학습자 입력 데이터
from student
where grade = '1'
-----
select name, substr(idnum, 1, 6), 3) birth_date
ERROR at line 1:
ORA-00939: too many arguments for function
    
```

그림 6. 학습자 입력데이터 예

4. 제안 시스템 설계 및 구현

본 연구에서 제안한 웹 2.0 기술을 이용한 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템은 디비코아넷 사이트에서 운영중인 SQL 배움터 가상강좌를 대상으로 구현하였다. 제안 시스템에서는 드래그, 더블클릭 등과 같은 마우스 이벤트, 검색과 같은 학습자와 학습 시스템간의 실시간 상호작용을 통해 학습자의 행동정보를 분석하였다. 그리고 학습중인 콘텐츠에 대한 선/후행 학습 콘텐츠와 관련학습 콘텐츠를 적응적으로 추천하여 효율적인 학습이 가능한 적응적 학습 지원 시스템을 구현하였다.

4.1 학습자 정보수집 실험

본 실험에서는 학습자와 e-Learning 시스템간의 실시간 상호작용을 통해 학습자에게 적응적 학습을 지원하기 위해 학습자의 행동정보를 수집하였다. 학습자의 행동정보는 학습행동추적 모듈에 의해 비동기식 통신방식으로 Ajax 기술에 의해 수집된다. 그림 7은 학습행동추적 모듈에 의해 수집된 학습자의 행동정보를 LBML 인스턴스로 생성한 예이다.

4.2 적응적 학습지원시스템

4.2.1 규칙기반학습지원 모듈 실험

그림 8은 학습행동분석 모듈을 통해 분석된 학습 시간, 유휴시간, 학습평가에 대한 정보와 교수자가 정의한 학습규칙인 콘텐츠별 퀴즈 정오를 비교하여 추출된 피드백 정보를 실시간으로 학습 환경에 적용한 화면이다.

4.2.2 상호작용적 학습지원 모듈

그림 9는 학습행동분석 모듈을 통해 분석된 학습 콘텐츠 식별정보, 마우스 이벤트, 입력 데이터 정보를 기반으로 관련학습 콘텐츠를 추천하여 Ajax 기술

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<LBML xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://www.dbcore.net/xml/LogXML.xsd">
<USER id="chris">
  <COURSE course_id="Course-8">
    <CONTENT>
      <CONTENT_ID>ITEM-02F12926-E501-6571-88FB-438EAA68D670</CONTENT_ID>
      <CONTENT_TITLE>Concept of JOIN</CONTENT_TITLE>
      <TIME>
        <LEARNING_TIME>645</LEARNING_TIME>
        <IDLE_TIME>40</IDLE_TIME>
      </TIME>
      <DATA>
        <INPUT_VALUE>
          select studno, name, deptno from student where studno = 10101;
        </INPUT_VALUE>
        <EVENT type="drag">조인의 개념</EVENT>
        <EVENT type="click">ITEM-E84C44ED-2ABA-8828-5E18-3B08AE788502</EVENT>
        <EVENT type="drag">조인</EVENT>
        <EVENT type="click">연습문제풀이</EVENT></EVENT>
      </DATA>
      <REF_CONTENT_ID>
        <CONTENT_ID>ITEM-E84C44ED-2ABA-8828-5E18-3B08AE788502</CONTENT_ID>
        <CONTENT_TITLE>Development Process of DBMS</CONTENT_TITLE>
        <TIME>
          <LEARNING_TIME>321</LEARNING_TIME>
          <IDLE_TIME>20</IDLE_TIME>
        </TIME>
        <DATA>
          <INPUT_VALUE></INPUT_VALUE>
          <EVENT type="drag">데이터베이스</EVENT>
          <EVENT type="drag">오라클</EVENT>
        </DATA>
      </REF_CONTENT_ID>
    </CONTENT>
  </COURSE>
</USER>
</LBML>
  
```

그림 7. LBML 인스턴스 생성예

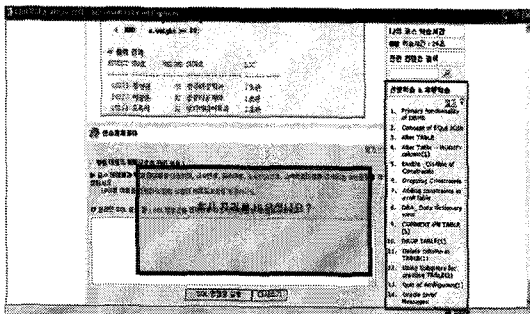


그림 8. 규칙기반학습지원 적용 화면

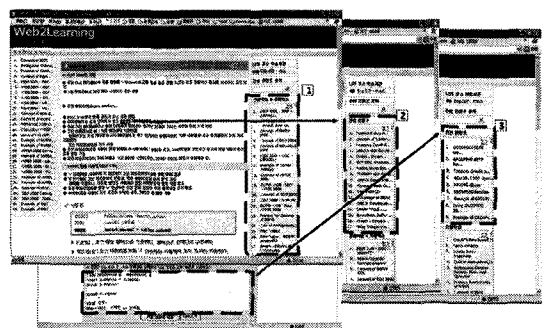


그림 9. 상호작용적학습지원 적용 화면

을 이용하여 학습자의 학습 환경에 실시간으로 적용한 화면이다.

그림 9의 ①은 적응적 학습 환경에서 'EQUI 조건'에 대한 선/후행 학습 콘텐츠를 제공하고, ②는 학습

표 2. 제안 시스템과 기존 학습시스템 비교

시스템	학습자 특성관리	적용적 학습 지원 방식	학습분석방식	실시간 피드백	이기종간 학습 행동정보공유
기존시스템	· 학습자프로파일	· 문제해결방식 · 하이퍼링크방식	· 교수자 규칙기반 · 시험	어려움	어려움
제안시스템	· 학습자프로파일 · 학습행동정보 (LBML)	· 문제해결방식 · 하이퍼링크방식 · 적용적 학습 환경의 실시간 변경	· 교수자 규칙기반 · 시험 · LBML기반의 학습 행동 수집/분석	가능	LBML 정의로 가능

자가 마우스로 드래그한 ‘무결성’이란 용어에 대한 관련학습 콘텐츠를 제공한다. 그리고 3은 학습자가 입력한 내용의 오류를 분석하여 ‘GROUP BY’에 대한 학습 콘텐츠를 실시간으로 제공한다.

다음 표 2는 제안 시스템과 기존 적응적 하이퍼미디어 학습시스템간의 장단점을 비교 분석한 내용이다.

5. 결 론

본 연구에서는 학습자에게 적응적 학습을 지원하기 위한 학습자 행동모델기반의 적응적 하이퍼미디어 학습 시스템을 제안하였다. 본 연구에서는 웹 2.0 기술을 이용하여 실시간으로 학습자의 행동정보를 수집하여 개인별 학습 형태를 관리하기 위한 LBML을 제안하였다. 그리고 학습자별 LBML 인스턴스를 분석하여 개별화된 학습 환경을 제공할 수 있는 적응적 하이퍼미디어 학습 기법을 제안하였다. 제안 시스템은 학습자의 행동정보를 수집하여 관리하기 위한 학습행동정보 수집시스템과 실시간으로 개인별 학습 환경을 적응적으로 제공하기 위한 적응적 학습지원시스템으로 구성된다.

본 연구에서 제안한 시스템은 LBML을 이용하여 지속적으로 변화하는 학습자의 학습 행동과 이해도를 실시간으로 수집하여 학습자의 특성을 분석하고, 즉각적인 피드백을 제공할 수 있었다. 또한, 클라이언트와 학습 시스템간의 실시간 상호작용을 지원해주는 웹 2.0 기술을 사용하여 학습자에게 적응적 학습환경을 제공하여, 학습자 스스로 관련된 학습을 선택/후행 학습하고 자신의 역량을 재평가할 수 있었다.

현재 e-Learning 시스템은 많은 콘텐츠를 보유하고 있지만 학습자가 원하는 콘텐츠를 찾기가 어려운 환경이다. 따라서, 향후 학습자에게 필요한 콘텐츠를 의미적으로 검색하고 개인화하는 시스템의 개발이

필요하다. 교수자가 제공하는 콘텐츠만을 학습하는 현재의 학습 환경에서 콘텐츠를 의미적으로 검색할 수 있다면 학습자에게 맞춤형 콘텐츠를 지원할 수 있을 것이고 교수자는 콘텐츠의 재사용과 공유를 통하여 우수한 콘텐츠를 만들 수 있을 것이라 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 김창룡 “e-Learning 산업의 현황 및 주요 정책,” 정보과학회논문지, 제22권, 제8호, pp. 13-17, 2004.
- [2] 서태철, 이윤석, 김이란, “21세기 인터넷 시대의 표준과 기술,” 한국과학기술정보연구원, 2002.
- [3] 김명희, 이현태, 오용선, “학습자 특성을 고려한 적응적 학습 관리 시스템의 설계 및 구현,” 한국콘텐츠학회논문지, 제4권, 제1호, pp. 8-17, 2004.
- [4] 강신천, 박혜진, “학습양식에 따른 개별화 학습 지원 시스템이 학습만족도에 미치는 영향,” 열린교육연구, 제14권, 제2호, pp. 101-122, 2006.
- [5] 백영태, “웹 기반 교육용 적응적 하이퍼미디어 시스템 설계,” 멀티미디어학회 논문지, 제5권, 제1호, 2002.
- [6] H. Astleitner and H. Hufnagl, “The Effects of Situation-Outcome-Expectancies and of ARCS-Strategies on Self-Regulated Learning with Web-Lectures,” *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, Vol.12, pp. 361-376, 2003.
- [7] P. D. Bra, P. Brusilovsky and G.J. Houben, “Adaptive hypermedia: from systems to framework,” *ACM Computing Surveys*, Vol. 31, No.12, 1999.
- [8] 김현진, “적용적 e러닝 학습을 위한 시퀀싱 구

조에 관한 연구,” 숙명여자대학교 정보통신대학원 석사학위논문, 2004.

[9] 박종선, 김기석, “사이버 교육 시스템에서의 개별학습을 위한 적응적 탐색 지원 기법 연구,” 한국컴퓨터교육학회 논문지, 제5권, 제1호, 2002.

[10] P. Brusilovsky and S. Sosnovsky, “Engaging students to work with self- assessment questions: a study of two approaches,” *Proc. of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, Vol.37, No.3, pp. 251-255, 2005.

[11] 최숙영, 양형정, 백현기, “문항반응 이론에 의한 컴퓨터 적응적 평가와 동적 학습내용 구성에 기반한 적응적 교수 시스템,” 정보과학회 논문지, 제32권, 제5호, pp. 438-448, 2005.

[12] 김용세, 이승영, “시각적추론 지능형학습시스템의 학습자모델링,” 한국정보과학회(HCI2004), 제2호, pp. 439-444, 2004.

[13] P. Brusilovsky and E. Millan, “User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems,” *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, pp. 3-53, 2007.

[14] P. Brusilovsky and J. Vassileva, “Methods and techniques of adaptive hypermedia,” *Special Issues on Adaptive Hypermedia, User Modeling and User Adaptive Interaction*, Vol.6, No.2-3, pp. 87-129, 1996.

[15] M.P.P. Ruiz et al, “Adaptation in current e-learning systems,” *Computer Standards & Interfaces*, Vol.30, pp. 62-70, 2008.

[16] L. Nguyen and P. Do, “Learner Model in Adaptive Learning,” *Proc. of world academy of science, engineering and technology*, Vol. 35, pp. 396-401, 2008.

[17] P. Brusilovsky, “Adaptive educational systems on the world wide web: A review of available technologies,” *Proc. of Workshop WWW-Based Tutoring-ITS*, 1998.

[18] P. Brusilovsky, J. Eklund and E. Schwarz, “Web-based Education for All: A Tool for Development Adaptive Courseware,” *Computer*

Networks and ISDN Systems (Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference), Vol.30, No.1-7, pp. 291-300, 1998.

[19] P. Brusilovsky, E. Schwarz and G. Weber, “ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web,” *Computer Science*, Vol. 1086, pp. 261-269, 1996.

[20] G. Weber and P. Brusilovsky, “ELM-ART: An adaptive versatile system for Web-based instruction,” *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.12, No.4, pp. 51-384, 2001.

[21] 강승식, “한국어 형태소 분석기와 한국어 분석 모듈(HAM: Hangul Analysis Module),” 국민대학교, 2003.

[22] A. Maedche and S. Staab, “Mining Ontologies from text,” *EKAW-2000 12th International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management*, pp. 189-202, 2000.



김 영 균

2005년 고신대학교 전산수학과 이학사
 2007년 창원대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 2006년~현재 하이브레인넷 선임연구원

관심분야 : e-Learning, 웹 2.0, 시맨틱웹



김 영 지

1997년 창원대학교 전자계산학과 이학사
 1999년 창원대학교 전자계산학과 이학석사
 2004년 창원대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2003년~2006년 고신대학교 초빙교수

2006년~2007년 창원대학교 산학협력교수
 2007년~현재 하이브레인넷 수석연구원
 관심분야 : 시맨틱웹, 추천모델, e-Learning



문 현 정

- 1994년 한국방송대학교 전자계산학과 이학사
- 1996년 창원대학교 전자계산학과 이학석사
- 2003년 창원대학교 컴퓨터공학과 공학박사
- 2004년~2007년 창원대학교 연구교수

2007년~현재 하이브레인넷 수석연구원
관심분야 : KDD, 온톨로지마이닝, 시맨틱웹



우 용 태

- 1982년 경북대학교 전자공학과 공학사
- 1984년 경북대학교 전자공학과 공학석사
- 1995년 경북대학교 전자공학과 공학박사
- 1987년~현재 창원대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 데이터마이닝, 온톨로지마이닝, 시맨틱웹