

효과적인 자기주도적 학습 환경을 지원하는 웹 기반 이-러닝 시스템

Web-based E-learning System Supporting an Effective Self-directed Learning Environment

김미혜

대구가톨릭대학교 컴퓨터교육과

Mi-Hye Kim(mihyekim@cu.ac.kr)

요약

성공적인 이-러닝을 위해서는 학습자들이 보다 효과적으로 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 학습 환경의 지원이 전제되어야 한다. 그러나 대부분의 기존 이-러닝 시스템들은 자기주도적 학습을 촉진할 수 있는 요인들을 부분적으로만 적용하여 학습자의 자기주도적 학습력 향상을 극대화시키지 못하고 있다. 본 논문에서는 다양한 학습방법, 평가방법 및 학습내용수준, 다양한 측면에서의 학습동기 유발 전략을 제공하여 이를 종합적으로 반영하여 보다 향상된 자기주도적 학습 환경을 지원하는 웹기반 이-러닝 시스템을 설계하여 제안한다. 제안된 시스템의 효과성을 검증하기 위하여 대학교 자료구조 교과목에 적용한 후 수강학생을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 제안된 시스템은 학습자가 자신의 학습력을 향상시키며 효과적으로 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 학습 환경을 지원한 것으로 나타났다.

■ 중심어 : | 이-러닝 | 자기주도적 학습 | 웹 기반 자기주도적 학습 시스템 | 자료구조 이-러닝 시스템 |

Abstract

For success in E-learning, support from a learning environment that enables learners to perform self-directed learning more effectively is assumed. However, most existing e-learning systems do not maximize the improvement in learners' self-regulated learning ability because they only partially accommodate factors that can facilitate self-directed learning. In this paper, a web-based e-learning system is designed and proposed that enables support of an enhanced self-directed learning environment by providing various learning methods, evaluation methods, learning content levels, and strategies for learning motivation in various conditions, and synthetically reflecting them. To validate the effectiveness of the proposed system, it was applied to the subject of data structures in a university course, and an online survey was conducted with the students. The results indicated that the proposed system can support a learning environment in which students can perform more effective self-directed learning, enhancing their learning ability.

■ keyword : | E-learning | Self-directed Learning | Web-based Self-directed Learning System | E-learning System for Data Structures |

I. 서론

원격 교육방법의 일환으로 시작된 이-러닝 (e-lea

ring)은 어원 안에 시공간의 초월 및 자기주도형 학습의 의미를 내포하고 있다[1]. 즉, 온라인 학습, 웹기반 학습 등으로 표현될 수 있는 이-러닝은 시공간의

* 본 연구는 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원으로 수행되었습니다.

접수번호 : #110701-011

접수일자 : 2011년 07월 01일

심사완료일 : 2011년 07월 28일

교신저자 : 김미혜, e-mail : mihyekim@cu.ac.kr

자율성 및 누구나 스스로 학습의 주체가 되어 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 학습 환경 지원을 기본으로 하고 있다. 보다 효과적인 자기주도적 학습(self-directed learning) 환경 지원을 위해서는 학습자가 자신의 특성에 적합한 학습전략이나 학습내용 등을 선택하여 사용할 수 있도록 다양한 학습방법, 학습내용 및 평가방법 등이 제공되어야 한다[2][3]. 또한 학습정보를 잘 조직화하여 탐색 가능한 형태로 개념화하여 효과적으로 제시해야 하며[4][5], 학습자의 내재적 학습 동기를 유발하여 학습자가 적극적으로 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있도록 해야 한다[6-8]. 그러나 대부분의 웹 기반 이-러닝 시스템들은 자기주도적 학습을 촉진할 수 있는 이러한 요인들을 단편적으로만 적용하였을 뿐 종합적으로 적용하여 보다 효과적인 자기주도적 학습 여건을 지원하지 못하고 있다.

따라서 본 논문에서는 좀 더 향상된 자기주도적 학습 환경 지원을 위해 자기주도적 학습을 촉진할 수 있는 다양한 요인들을 반영한 웹 기반 이-러닝 시스템을 설계하여 제안한다. 제안된 시스템은 텍스트, 동영상, 시뮬레이션 등의 다양한 형태의 학습콘텐츠 제공을 통해 학습자가 자신의 능력이나 특성에 적합한 학습방법, 학습내용수준 등을 자유롭게 선택하여 자기주도적으로 학습을 수행할 수 있는 환경을 제공할 뿐만 아니라 여러 학습 동기유발 전략을 수립하여 학습에 대한 흥미를 느끼며 학습에 참여할 수 있는 여건을 제공한다. 또한 학습콘텐츠를 탐색 가능한 형태로 조직화하여 제시하며, 질의어 인터페이스를 통해 학습자가 원하는 학습자료를 쉽고 빠르게 검색하여 학습을 진행할 수 있도록 하였다. 제안된 시스템은 대학교육 현장에서의 컴퓨터 관련 교과목, 특히 자료구조와 알고리즘 관련 교과목을 위한 웹 기반 이-러닝 시스템을 목표로 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 관련연구들에 대해 살펴보고 제3장에서는 제안된 웹 기반 자기주도적 학습 시스템의 설계에 관해 기술한다. 제4장에서는 자료구조 교과목을 중심으로 구현된 웹 기반 자기주도적 학습 시스템을 소개하고 제5장에서는 시스템의 적용 및 평가 결과를 기술한다. 제6장에서는 결론과

함께 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 관련연구

1. 이-러닝에서의 자기주도적 학습

이러닝은 정보통신 기술을 이용한 자기주도적 학습을 전제로 하고 있으며 따라서 성공적인 이러닝을 위해서는 학습자들이 효과적으로 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 환경을 지원해야 한다. Knowles에 의하면, 자기주도적 학습이란 학습자 개개인이 학습 과정 전반에 걸쳐 주도권을 가지고 스스로 또는 타인의 도움을 받아 자신의 학습요구를 진단하고, 학습목표를 설정하여, 학습에 필요한 인적, 물적 자원을 확인하고, 적절한 학습전략을 채택하고 실행한 후, 학습결과를 평가하는 과정[2]이라고 하였다. 즉, 자기주도적 학습은 학습자가 학습의 주체가 되어 자신의 학습을 이끌어 가는 것을 의미하며[9], 학습자 스스로 학습의 대한 통제와 관리를 통해 학습을 수행하는 메타 인지적 행동(meta-cognitive behaviour)의 과정[10]이라 볼 수 있다. 자기주도적 학습의 궁극적인 목적은 학습자의 자기조절을 통한 자율적이고 능동적인 학습 참여로 학습자의 학업 성취를 향상시키는데 있다[8]. 학습자가 내재적으로 동기화되어 좀 더 자율적이고 적극적으로 흥미를 가지고 자기주도적 학습의 극대화를 꾀할 수 있도록 하기 위해서는 학습자가 자신의 상황에 적합한 학습 계획을 세워 적절한 학습내용으로 학습을 수행할 수 있도록 다양한 학습전략 및 학습내용 등을 지원해야 한다[2-8].

2. 기존 웹 기반 자기주도적 이-러닝 시스템

최근 국내에서 진행된 자기주도적 학습 능력 향상을 목적으로 한 이-러닝 시스템이나 웹 기반 코스웨어 시스템에 관한 연구들을 살펴보면, [3]의 연구에서는 자기주도적 학습을 향상시키기 위하여 학습콘텐츠를 학습 수준별로 구성하고 학습자가 학습을 계획할 때, 학습자의 학습이력 정보를 기반으로 학습 선호도를 산출하여 그에 적합한 학습내용을 제시하여 선택할 수 있도록 하였다. 즉 학습자가 방대한 학습콘텐츠로 부터는 자신에

맞는 학습콘텐츠를 구성하여 사용하기 어려움 점을 보완하여 학습자의 학습이력 정보를 근거로 학습 성향을 분석하여 학습자 특성에 적합한 학습콘텐츠만을 제안하여 제시함으로써 학습자의 자기주도적 학습의 향상을 지원하고 있다.

[5]의 연구에서는 사이버가정학습에서 학생들의 자기주도적 학습능력 향상을 위하여 온톨로지를 기반으로 한 이러닝 시스템을 제안하였다. 보다 향상된 자기주도적 학습 환경 지원을 위해 학습개념들을 온톨로지를 기반으로 구조화시키고, 학습자에게 학습개념들의 선·후 개념들의 관련성 및 학습구조를 시각적으로 구성하여 제시하고 있다. 또한 학습자의 흥미와 동기를 부여하기 위하여 질의어 인터페이스를 제공하고 있다. 즉 학습자들이 질의어를 통해 필요한 학습정보를 검색하여 학습을 주도적으로 수행할 수 있는 여건을 지원하고 있다.

[7]의 연구에서는 고등학교 수준에서의 IT 교육, 특별히 프로그래밍 언어 교육에 있어 학생들이 웹 기반으로 하여 스스로 학습을 수행할 수 있는 웹 기반 자기주도적 학습 시스템을 개발하였다. 이 연구에서는 다양한 학습콘텐츠 제공을 통해 학습자의 자기주도적 학습 여건을 향상하고자 하였으며, 이를 위해 동영상, 슬라이드 및 e-text강의 등 3가지 유형의 학습콘텐츠를 제공하고 있다. 또한 학습자들이 정보탐색 기능을 통해 게시판 및 자료실에 등재된 내용을 탐색하여 학습을 수행할 수 있도록 지원하며, 학습자와 조교를 1:1로 매칭하여 온라인 멘토링이 가능하도록 하였다.

3. 기존 웹 기반 자료구조 이-러닝 시스템

웹 기반 자기주도적 학습을 지원하는 이-러닝 시스템 중 본 논문과 관련이 있는 자료구조 및 알고리즘 학습에 관한 기존 시스템을 살펴보면 [10]의 연구에서는 텍스트, 그림, 애니메이션 형태의 미리 입력된 자료 제공을 넘어, 웹-기반 시뮬레이션 환경을 제공하여 학습자가 원하는 데이터로 자료구조의 동작을 제어하도록 함으로써 보다 적극적인 상호작용 환경 지원을 통해 학습의 효과를 높이고자 하였다. 또한 사용자 로그인 과정 및 학습 과정을 정보화하여 교육 및 평가에 대한 피드

백을 함께 제공하고 있다. [11]의 연구 또한 플래시 애니메이션 학습 환경을 제공하여 학습자가 자신의 데이터로 자료구조의 동작을 제어할 수 있도록 지원하고 있다. 이 연구의 주목적은 학습용 CAI(Computer Aided Instruction) 프로그램을 개발하여 인문계 및 실업계 고등학교의 정보·컴퓨터 교과목에서 활용할 수 있게 함으로서 교육적 효율성을 높이고자 하였다. 궁극적으로 애니메이션을 활용한 학습 내용 제공을 통해 학습자의 학습에 대한 흥미와 효과를 높이고자 하였다. 이 밖에도 여러 대학교에서 자료구조와 알고리즘 교과목에 대한 이해를 돕기 위해 웹 사이트를 통해 이론적인 학습 내용과 함께 애니메이션을 활용한 학습 내용을 제공하고 있다[12-14].

자료구조 및 알고리즘 학습에 대한 웹 기반 이-러닝 시스템이나 코스웨어 시스템들은 자기주도적 학습을 목표로 하기보다는 주로 그래픽이나 애니메이션 형태의 학습 내용을 보여줌으로써 자료구조 및 알고리즘 개념에 대한 학습자의 이해를 높이고자 하였다. 제안된 시스템은 애니메이션 학습자료 제공뿐만 아니라 학습 내용을 여러 정보와 함께 학습구조 안에 체계적으로 구조화시키고 다양한 학습 동기유발 전략을 수립하여 지원하며 학습자가 학습목표를 수립하여 학습을 수행한 후 학습평가와 피드백 통해 스스로 학습을 이끌어 갈 수 있는 웹 기반 자기주도적 학습 시스템을 목표로 하였다. 애니메이션 학습자료 이외에도 다양한 형태의 학습콘텐츠 제공을 통해 학습자 스스로 자신의 수준이나 특성에 적합한 학습방법, 학습내용수준 등을 자유롭게 선택하여 자기주도적 학습을 보다 효과적으로 수행할 수 있는 여건을 마련하고자 하였다.

III. 웹 기반 자기주도적 학습 시스템 설계

본 논문에서는 다양한 수준의 학습내용, 다양한 학습방법 및 평가방법, 그리고 다양한 측면에서의 학습동기유발 전략을 제공하여 좀 더 효과적인 자기주도적 학습 환경을 지원하는 웹 기반 이-러닝 시스템을 설계하여 제시하고자 한다. 제안된 시스템은 대학교육 현장에서

컴퓨터 관련 교과목, 특히 자료구조 및 알고리즘 등의 교과목을 위한 이러닝 시스템을 목표로 하였다.

1. 자기주도적 학습 지원을 위한 학습콘텐츠 설계

효율적인 자기주도적 학습 환경 지원을 위해서는 학습자가 자신의 수준에 맞는 학습내용이나 학습 상황에 적합한 학습방법 등을 자유롭게 선택하여 사용할 수 있도록 다양한 수준의 학습내용, 다양한 학습방법 및 평가방법 등이 제공되어야 한다. 이를 위해 교수자는 우선먼저 학습교과목에 대해 다양한 형태의 학습콘텐츠를 제작하여 학습교과목에 대한 학습구조를 설계해야 한다.

제안된 시스템의 학습구조는 계층적 트리 구조를 기반으로 하며 단원명과 학습주제로 이루어진다. [그림 1]은 자료구조 교과목에 대한 학습구조의 일부를 보이고 있다. 단원명은 계층적 학습구조 상에서 학습내용의 분류를 위한 것이며, 대단원, 중단원, 소단원 등으로 구성되어질 수 있다. 학습주제는 실질적인 학습내용에 해당되며, 지식노드가 없는 단말노드에 존재하는 클러스터(cluster)들이 이에 해당된다. [그림 1]에서 “자료구조 개요”, “추상자료형” 등은 단원명, “자료의 추상화”, “추상자료형의 개념” 등은 학습주제에 해당된다.

각각의 학습주제는 하나의 학습객체를 이루며 학습객체는 선수학습, 학습목표, 학습내용수준, 제공되는 학습콘텐츠유형 등으로 구성된다. 즉, 학습교과목의 전체 학습내용은 학습주제별로 나누어 관리되며 학습콘텐츠는 제공되는 학습콘텐츠유형의 파일들로 구성된다.

선수학습의 내용은 계층적 학습구조 상에서 현재 학습주제 위에 있는 모든 경로의 루트노드에서 단말노드까지에 존재하는 학습주제들이 해당될 수 있다. 교수자는 이들 중 현재 학습주제의 선수학습에 관계되는 학습주제들만을 선택하여 지정할 수 있다. 예를 들면, [그림 1]에서 단원명 “스택”에서 학습주제 “스택의 추상자료형”을 등록 할 경우, 시스템은 학습구조 상측에 존재하는 모든 학습주제들을 제시하여 주게 된다. 교수자는 이들 중 현재 학습주제의 선수학습의 내용으로 “자료의 추상화”, “추상자료형의 개념”을 선택하여 지정할 수 있을 것이다. 선수학습이 다른 교과목의 내용인 경우



그림 1. 제안된 시스템의 학습구조

에는 관련교과목의 명칭을 지정할 수 있도록 하였다. 궁극적으로는 관련교과목의 학습시스템도 함께 구축하여 교과목간의 연계 학습이 가능하도록 해야 할 것으로 본다.

교수자는 학습자의 학습계획 및 학습목표 설정에 도움을 주기 위해 학습주제들에 대해 좀 더 구체적인 학습목표를 설정하여 학습자에게 제시해 줄 수 있다. 학습목표를 설정하지 않은 경우에는 학습주제 자체가 학습목표로 설정된다. 이와 함께 모든 학습주제들은 기본, 심화, 응용인 세 개의 학습내용수준으로 구분되어 관리된다. 학습내용수준 각각은 학습자 지식수준 초급, 중급, 고급에 대응된다.

또한 각각의 학습주제는 학습자가 자신의 특성과 학습 상황에 적합한 학습방법을 선택하여 학습을 진행할 수 있도록 다양한 학습콘텐츠유형의 학습내용을 지원한다. 지원되는 학습콘텐츠유형은 텍스트(text), 파워포

인트(ppt), 동영상이며, 이와 함께 컴퓨터 교과내용지식(Pedagogical Content Knowledge: PCK) 전달에 효과적인 시뮬레이션 학습법과 응용문제중심인 시범실습법이다. 교수자는 학습콘텐츠제작 도구를 이용하여 학습주제에 대한 여러 형태의 학습콘텐츠를 제작한 후, 학습주제 등록 시에 지원되는 학습콘텐츠유형을 선택하고 해당 콘텐츠 파일을 연결시킨다. 시뮬레이션학습을 위한 학습콘텐츠는 시스템 개발자의 도움을 받아 제작하여 사용할 수 있도록 하였다. 시범실습법인 경우는 실제 콘텐츠 파일이 아닌 프로그래밍 실습 환경이 지원된다.

[표 1]은 [그림 1]에서 보인 학습구조에서 단원명 ‘스택’과 관계되는 학습주제들에 대한 학습목표, 학습내용수준, 학습콘텐츠유형의 구성 예를 보인 것이다. 예를 들면, 학습주제 “스택의 개념 및 특성”은 학습목표 “스택의 개념 및 특성을 이해할 수 있다”로 설정되어 있고 학습내용수준은 “기본”적인 내용이며, 제공되는 학습콘

텐츠유형은 텍스트, 파워포인트, 동영상, 시뮬레이션임을 알 수 있다. [표 1]의 맨 마지막에 위치한 학습주제 “미로 문제 C로 구현”은 학습내용수준은 “응용(고급)”에 해당되고, 지원되는 학습콘텐츠는 텍스트이며 실습을 통해 학습할 수 있도록 설계되어 있음을 알 수 있다.

[그림 2]는 제안된 시스템의 자기주도적 학습을 위한 학습콘텐츠 설계 및 학습 모형의 전체 흐름도를 보이고 있다. [그림 2]에서 보는 바와 같이 교수자는 학습콘텐츠 설계이외에도 평가문항을 제작하여 관리하게 된다. 평가문항은 학습주제별로 관리되며 진단평가와 총괄평가를 위한 문항으로 구분된다. 교수자는 학습자의 학습이력정보를 분석하여 학습한 단원 및 학습주제, 학습시간, 학습한 학습콘텐츠유형, 평가결과 등에 따라 학습자에게 적절한 피드백을 제공할 수 있으며, 멘토링 제도를 활용하여 멘토(mentor)와 멘티(mentee)에 참여한 학생들을 1:1로 연결시켜 학습자의 학습 능력 향상을 이끌어 갈 수 있다.

표 1. [그림 1]의 학습구조에 나타난 학습주제의 학습목표, 학습내용수준, 학습콘텐츠유형 구성 예제

학습주제	학습목표	학습내용수준			학습콘텐츠유형(학습방법)				
		기본	심화	응용	text	ppt	동영상	시뮬레이션	실습
스택의 개념 및 특성	스택의 개념 및 특성을 이해할 수 있다	○			○	○	○	○	
스택에서의 추상자료형	스택의 추상자료형을 알 수 있다	○			○	○	○		
스택에서의 원소의 삽입	스택에 원소의 삽입 방법을 알 수 있다	○			○	○	○	○	
스택에서의 원소의 삭제	스택에 원소의 삭제 방법을 알 수 있다	○			○	○	○	○	
스택의 순차표현(배열)	스택의 순차표현 방법을 이해할 수 있다	○			○	○	○	○	
다중스택의 순차표현	다중스택의 순차표현 방법을 이해할 수 있다		○		○	○	○	○	
스택의 연결표현(연결리스트)	스택의 연결표현 방법을 이해할 수 있다	○			○	○	○	○	
다중스택의 연결표현	다중스택의 연결표현 방법을 이해할 수 있다		○		○	○	○	○	
배열을 이용한 스택의 구현	C언어로 배열을 이용한 스택의 구현 방법을 알 수 있다		○		○	○		○	○
연결리스트를 이용한 스택의 구현	C언어로 연결리스트를 이용한 스택의 구현 방법을 알 수 있다		○		○	○		○	○
문자열의 역순 정렬	스택을 이용하여 문자열을 역순으로 정렬하는 방법을 알 수 있다	○			○	○	○	○	
문자열의 역순 정렬 C로 구현	(스택)문자열을 역순으로 정렬하는 C 프로그램을 작성할 수 있다		○		○				○
진번 변환	스택을 이용하여 10진수를 이진수로 변환하는 방법을 알 수 있다	○			○	○	○	○	
진번 변환 C로 구현	(스택)10진수를 이진수로 변환하는 C 프로그램을 작성할 수 있다		○		○				○
수식의 괄호 쌍 검사	스택을 이용하여 수식의 괄호 쌍을 검사하는 방법을 알 수 있다	○		○	○	○	○		
수식의 괄호쌍 검사 C로 구현	(스택)수식의 괄호 쌍을 검사하는 C 프로그램을 작성할 수 있다		○		○				○
수식 계산	스택을 이용하여 수식을 계산하는 방법을 알 수 있다		○		○	○	○		
수식 계산 C로 구현	(스택)수식을 계산하는 C 프로그램을 작성할 수 있다			○	○				○
미로 문제	스택을 이용하여 미로 문제를 해결하는 방법을 알 수 있다		○		○	○	○	○	
미로 문제 C로 구현	(스택)미로 문제를 해결하는 C 프로그램을 작성할 수 있다			○	○				○

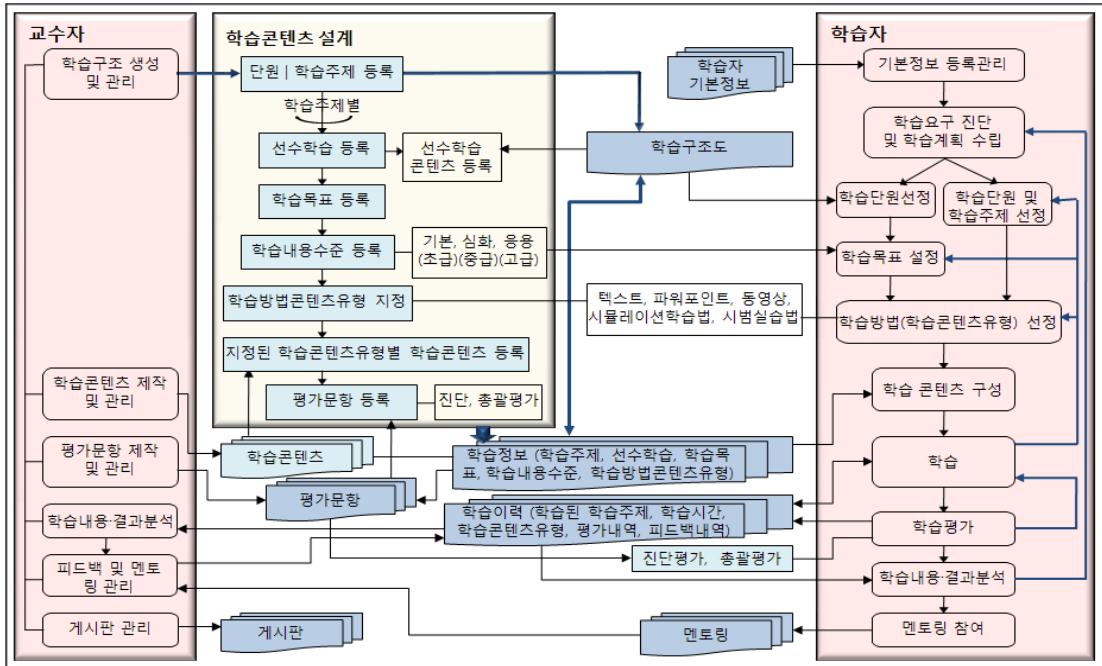


그림 2. 자기주도적 학습을 위한 학습콘텐츠 설계 및 학습 모형의 전체 흐름도

2. 자기주도적 학습을 위한 학습 모형 설계

본 논문에서는 자기주도적 학습 시스템에서 가장 많이 인용되고 있는 Knowles[2]가 정의한 자기주도적 학습 이론을 기반으로 학습자의 자기주도적 학습 과정을 설계하였다. [그림 2]는 제안된 시스템의 자기주도적 학습을 위한 학습 모형의 전체 흐름도를 보이고 있다.

2.1 자기주도적 학습 진행 과정

[그림 2]에서 보인바와 같이 학습자는 시스템 사용을 위해 자신의 기본정보(이름, ID, 이메일, 전화번호, 선수 과목 등)를 등록 관리하게 된다. 그리고 자신의 학습요구를 진단하고 학습계획을 수립하여 자신의 능력에 적합한 학습목표 및 학습내용수준을 설정한 후, 학습상황에 적합한 학습방법을 자유롭게 선택하여 학습을 진행할 수 있다. 학습의 진행은 선택된 단원의 학습내용수준의 학습주제별로 이루어지며, 학습내용수준을 설정하지 않은 경우에는 단원의 학습주제별, 학습내용수준별로 이루어진다. 예를 들어, 학습자가 “스택”에 대한 학습 수행 계

획을 수립하고, 시스템에서 제시된 학습구조[그림 1]에서 학습단원 “스택”을 선택한 후 학습목표수준(기본, 심화, 응용)을 “기본”으로 설정하였다고 가정하자. 이때 시스템은 학습구조에서 “스택”의 단원 중 학습수준이 “기본”인 학습주제만을 활성화시키고 스택의 학습구조 상에 있는 첫 번째 학습주제(“스택의 개념 및 특성”)에 대해 학습할 학습콘텐츠유형을 선택하도록 한다. 학습자가 선택한 학습유형에 따라 학습콘텐츠가 구성되어 제시되며, 학습자는 제시된 학습내용에 따라 학습을 수행한 후 학습평가를 실시할 수 있게 된다. 학습자는 학습평가에 대한 피드백과 학습내용 결과 분석 자료를 통해 추후 학습 진행 과정을 결정할 수 있다. 학습내용수준을 설정하지 않고 학습 단원만을 설정한 경우에는 선택된 단원의 학습주제별, 학습내용수준별로 학습이 이루어지도록 시스템이 안내하게 된다.

학습자는 동일한 학습주제에 대해 지원되는 다양한 학습콘텐츠유형을 선택하여 반복 학습을 수행할 수 있다. 예를 들면, “스택의 개념 및 특성”에 대한 학습을 수행할

경우, 우선 먼저 동영상 강의의 듣고 시뮬레이션을 통해 스택의 개념 동작을 확인한 다음, 텍스트 파일이나 파워포인트 강의 자료를 통해 강의 내용을 보충 확인하면서 반복적으로 학습을 수행할 수 있다. 또한 “기본(초급)”적인 내용수준의 학습을 먼저 수행한 후, 학습목표를 “심화(중급)” 단계로 재설정하여 학습의 내용을 심화시켜 나갈 수도 있다. 학습자는 계층적 학습구조 상에 있는 학습순서에 따라 학습주제별로 학습을 진행할 수도 있다. 이 경우의 학습순서는 학습구조에서 “기본→심화→응용”의 학습내용수준에 따른 “부모→형제→자식” 노드 순이다. 학습순서에 의해 학습이 진행되지 않을 경우에는 경고 메시지를 통해 학습의 순서를 통제한다. 그러나 학습자가 원할 경우에는 학습순서에 관계없이 자유롭게 선택하여 학습을 진행할 수 있도록 설계하였다.

학습자는 학습이 완료되면 자가 평가를 실시할 수 있다. 평가문항은 학습주제별로 진단평가와 총괄평가를 위한 문항으로 구분되어 관리된다. 평가문항 형식은 진위형, 선다형 및 완성형으로 구성되어 있다. 현재 수행 중인 학습주제의 학습이 완료되면 진단평가를, 대단원의 전체 학습주제에 대한 학습이 완료되면 총괄평가를 실시할 수 있도록 설계하였다. 학습자는 평가 결과에 따라 학습을 반복 수행할 수 있으며, 반복 학습 후에는 재평가를 실시할 수 있도록 하였다. 이 경우에는 다른 평가문항을 제시해 준다. 즉 하나의 학습주제에 대해 여러 개의 평가문항을 관리하여 평가를 실시할 때마다 상이한 문항이 제시되도록 설계하였다.

학습자는 또한 자신의 학습 수행 결과를 분석하여 볼 수 있다. 학습한 학습단원 및 학습주제, 학습수행 날짜 및 시간, 학습내용수준, 학습한 학습콘텐츠유형, 평가결과 등의 학습통계 정보 열람 및 교수자로부터 제공된 피드백 등을 통해 자신의 학습상황을 진단하여 스스로 학습을 이끌어 갈 수 있도록 하였다. 학습결과에 따라 멘토링 제도에 참여하여 학습력을 향상시켜 나아갈 수도 있다. 학습수행 및 평가결과가 우수한 학생은 멘토에 학습결과가 낮은 학생은 멘티에 참여하여 동료교수법을 통해 자신의 학습을 향상시켜 나아갈 수 있다.

2.2 자기주도적 학습을 위한 학습동기 유발 전략

본 논문에서는 Keller의 ARCS(Attention, Relevance, Confidence & Satisfaction)이론을[15] 기반으로 하여 학습자들의 동기 유발 전략을 수립하였다. 우선먼저, 학습자의 주의(attention)를 환기시키기 위한 전략으로 학습주제별로 선수학습에 대한 질문, 이에 대한 응답 및 피드백 순으로 상호작용이 이루어지도록 구성하였다. 또한 개별학습법(텍스트, 파워포인트 활용), 강의법(동영상), 시뮬레이션 학습법, 응용문제중심인 시범실습법 및 동료교수법(멘토링 참여) 등의 다양한 학습방법을 제공하여 학습자의 학습에 대한 동기유발이 촉진될 수 있도록 하였다. 또한 아바타(avatar)를 이용하여 학습과정 중에 주의를 환기할 수 있는 다양한 메시지를 소리와 반짝거림의 효과를 이용하여 제시하였다. 예를 들어, 일정기간 동안 시스템과 아무런 상호작용이 없을 경우 “xxx님, xx분 동안 학습을 수행하지 않으셨습니다. 학습을 계속하시겠습니까?” 등의 메시지를 보내어 학습자의 주의를 환기시켜 나아갈 수 있도록 하였다.

관련성(relevance)을 높이기 위한 전략으로는 학습주제별로 학습내용수준을 제시하여 학습자가 자신의 학습 능력에 맞는 학습목표를 스스로 설정하여 학습을 진행할 수 있도록 하였다. 학습주제에 대한 연습문제 및 평가문항도 학습주제의 학습내용수준에 맞게 제작하여 학습 상황에 적합한 내용이 제시될 수 있도록 하였다. 문제의 내용도 가능하면 학습자와 친밀한 내용 및 게임 형식의 문제로 구성하여 학습자의 학습에 대한 친밀도를 높이고자 하였다. 앞서 언급한바와 같이 학습방법 또한 다양한 방법을 제공하여 학습자가 자신의 특성과 학습 상황에 적합한 방법을 선택하여 학습을 진행해 나아갈 수 있도록 하였다. 또한 학습자의 모든 학습 수행 과정을 기록하여 이에 대한 적절한 피드백과 학습결과 분석 통계를 제공하여 학습자 스스로 학습을 통제하여 나아갈 수 있도록 하였다.

자신감(confidence)을 고취시키기 위한 전략으로는 학습주제와 관련된 선수 학습 내용의 제공 및 학습내용의 주요 개념을 하이퍼텍스트로 연결하여 이에 대한 학습내용을 제공하여 학습에 대한 성공 가능성을 높일 수 있도록 하였다. 또한 학습내용분석을 통해 학습한 내용, 학습시간, 학습의 진척도 등을 제시하여 학습자가 학습에 대한 자신감을 갖고 학습에 임할 수 있도록 하였다. 또한

온라인/온프라인 멘토링 제도를 마련하여 학습 평가 결과가 높은 경우에는 멘토(mentor)로 참여하여 동료학생을 지도하고 가르치면서 자신의 학습 능력을 성장시켜 나아갈 수 있는 기회로 활용 수 있도록 하였으며, 학습 평가 결과가 낮은 경우에는 멘티(mentee)로 참여하여 자신감을 향상시켜 나아갈 수 있도록 하였다.

학습자의 만족감(satisfaction)을 향상시키기 위한 전략으로는 학습주제별로 연습문제 및 평가문항(진단평가)을 제시하여 학습을 수행한 후 새롭게 습득한 지식을 곧 바로 시험해 볼 수 있도록 구성하였다. 또한 학습 수행 과정 및 학습 평가 결과에 대한 다양한 피드백을 통해 지적 호기심을 자극하고 학습에 대한 만족감을 느낄 수 있도록 하였다. 예를 들어, 일정기간동안 학습을 진행한 경우 “xxx님, xx분 동안 xxx에 대한 학습을 진행하였습니다.” 등의 학습 수행 과정에 만족을 느낄 수 있는 메시지를 보내어 학습자의 학습에 대한 의욕을 고취시키고자 하였다.

IV. 웹 기반 자기주도적 학습 시스템 구현

제안된 자기주도적 학습 시스템은 Windows 환경에 웹 서버를 설치한 후 Java, Servlets, JavaScript, Applet 등을 이용하여 구현하였으며 데이터베이스는 MySQL을 사용하였다. 본 논문에서는 지면 관계상 교수자의 학습 구조, 학습정보 등록 관리 및 학습자의 자기주도적 학습 과정에 대한 구현 예제만 보인다.

1. 교수자의 학습구조 및 학습정보 등록 관리

교수자는 우선 먼저 학습교과목의 학습구조를 설계하고 학습구조 상에 있는 학습주제별로 학습목표, 학습내용수준, 제공되는 학습콘텐츠유형, 선수학습내용 등을 설계해야 한다. 또한 지원되는 학습콘텐츠유형(텍스트, 파워포인트, 동영상, 시뮬레이션)에 대한 학습콘텐츠 및 평가문항을 제작하여야 한다. 텍스트 및 파워포인트 학습콘텐츠 개발은 Namo, Photoshop, Flash, PowerPoint 등을 이용하여 편집할 수 있도록 하였으며, 동영상은 Camtasia Studio를 이용하여 제작할 수 있도록 하였다.

평가문항은 별도의 제작 도구를 개발하여 지원하였으며 시뮬레이션 학습자료는 개발자의 도움을 받아 제작할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션 학습자료의 경우에는 자료구조 애니메이션 학습자료를 제공하는 웹사이트에[12-14] 해당 주제에 대한 시뮬레이션 학습자료가 존재할 경우 자료의 출처를 명시한 후 이를 활용하였다. 궁극적으로는 자체 개발이 필요하다고 본다. 개발된 학습콘텐츠 및 평가문항들은 특정 디렉터리 상에 관리된다.

교수자는 학습구조 설계와 학습주제에 대한 학습정보 설계, 학습콘텐츠, 평가문항 등의 제작이 완료되면 이를 학습시스템에 등록해야 한다. [그림 3]은 학습구조 및 학습정보 등록 관리 화면의 예를 보인 것이다. 등록 화면은 크게 왼쪽의 학습구조도 표시 부분과 오른쪽의 학습정보 등록 화면으로 구분되어 있다. 학습구조도는 계층적 트리 형태로 관리되며 초기에는 공백 상태인 “root”, 즉 **자료구조 학습구조도(root)**만 존재하게 된다. [그림 3]의 학습구조도에 나타난 있는 “스택”의 단원명을 등록 할 경우, 먼저 “root”의 링크를 클릭한다. 그러면 오른쪽 화면의 “부모노드” 항목에 “root”가 표시되게 된다. “구분” 항목에서 ‘단원’을 선택하고, “단원명/학습주제명” 항목에서 “스택”을 입력한 후 “저장” 버튼을 누르면 왼쪽 학습구조도에 “스택” 단원명이 등록되게 된다. 학습구조는 단원과 학습주제들로 이루어지며, 단원은 단원명만 입력하면 되고 학습주제는 학습주제명과 함께 이에 대한 학습정보들도 입력해야 한다.

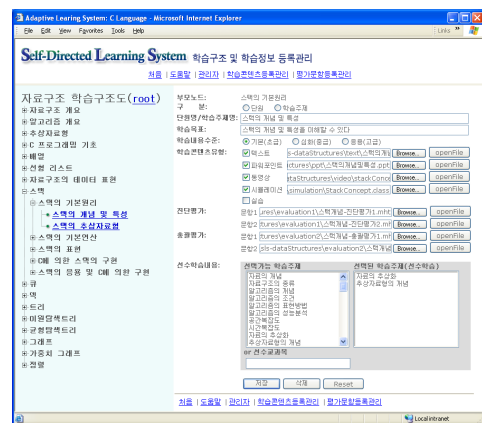


그림 3. 학습구조 및 학습정보 등록 예제

[그림 3]은 학습구조도의 단위 “스택” -> “스택의 기본원리”의 학습주제 “스택의 개념 및 특성”에 대한 학습 정보 등록 과정을 보인 것이다. 이는 이미 등록된 정보의 예를 보인 것이며, 처음 등록할 경우에는 학습구조도의 “스택의 기본원리”의 링크를 클릭하면 된다. 클릭하게 되면, 오른쪽 등록화면 “부모노드” 항목에 “스택의 기본원리”가 표시된다. 이때 [그림 3]의 오른쪽 화면에 나타나 있는 학습정보들을 입력하고, 즉 학습주제명과 학습목표 입력, 학습내용수준 선택, 지원되는 학습콘텐츠유형 선택 및 이에 대한 학습콘텐츠 파일 업로드, 진단평가, 총괄평가 파일 업로드, 선수학습내용 선택 지정한 후에, “저장” 버튼을 누르면 학습주제명이 왼쪽 화면의 학습구조도에 등록되게 되고 학습주제에 대한 학습정보들이 등록 관리되게 된다. 학습정보의 수정 및 삭제 또한 동일한 과정을 통해 이루어질 수 있다. 학습자는 교수자가 입력한 이와 같은 학습구조 및 학습정보를 바탕으로 자기주도적 학습을 수행하게 된다.

2. 학습자의 자기주도적 학습 과정

[그림 4][그림 5]와 [그림 6]은 학습자의 자기주도적 학습 과정에 대한 화면의 예제들이다. 학습자는 학습구조도의 학습순서에 따라 학습을 진행할 수도 있으며 [그림 4]에서와 같이 학습구조도에서 학습단원을 선택하거나 질의어 인터페이스를 통해 학습단원을 검색하여 해당 학습단원의 학습주제들에 대한 학습만을 진행할 수도 있다. [그림 4]의 오른쪽 화면은 “스택”에 대한 학습내용 중 학습내용수준이 “기본(초급)”인 학습내용을 검색한 예를 보인 것이다.



그림 4. 학습단원 및 학습내용수준 선택 예제

[그림 5]의 왼쪽 화면의 학습구조도는 이에 대한 결과이며, 스택에 대한 학습주제 중 학습내용수준이 “기본(초급)”인 학습주제의 링크만 활성화되어 제시된다. “스택”의 전체 학습주제에 대한 학습을 원할 경우에는 학습내용수준 “전체”를 선택하면 된다. 자료구조 진단원의 학습구조도를 원할 경우에는 학습구조도 상단에 있는 “Root”를 선택하면 된다. [그림 5]의 오른쪽 화면은 왼쪽 화면의 학습구조도에서 학습주제 “스택의 개념 및 특성”을 선택한 경우의 예를 보인 것이다. 이때 시스템은 선수학습에 대한 지식여부를 우선 확인하게 된다. 선수학습의 내용은 팝업 화면을 통해 지원된다. 선수학습의 지식을 알고 있는 경우에는 지원되는 학습콘텐츠유형 중 하나를 선택하여 학습을 수행한다. [그림 5]는 학습콘텐츠유형 “텍스트”를 선택한 경우를 보인 것이다.



그림 5. 학습콘텐츠유형 “텍스트”를 선택한 경우의 예제

[그림 6]은 학습콘텐츠유형 “동영상” 및 “시뮬레이션” 학습자료를 각각 선택한 경우를 보이고 있다. 학습콘텐츠유형이 “실습”인 경우에는 프로그램 통합개발환경인 Microsoft Visual C++와 연동하여 프로그램을 구현할 수 있는 환경이 지원된다.

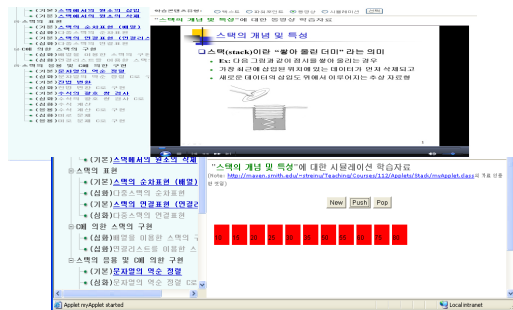


그림 6. 동영상 및 시뮬레이션 학습자료 예제

[그림 7]은 진단평가 화면의 예를 보인 것이다. 평가를 수행한 후 완료 버튼을 누르면 이에 대한 결과와 피드백이 함께 나타난다. 피드백에서는 학습결과가 저조한 경우에는 보충해야 할 학습내용이 학습결과가 우수한 경우에는 후속 학습내용이 제시된다.

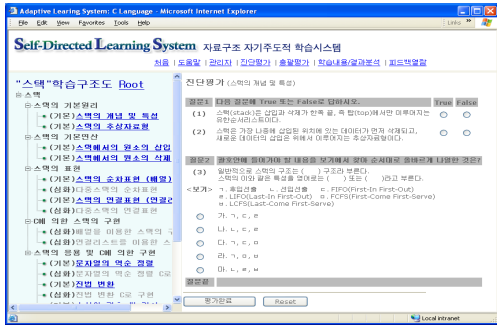


그림 7. 진단평가 예제

V. 시스템의 적용 및 평가

제안된 시스템의 학습자 만족도를 평가하기 위해 학습내용이 완전히 구축된 학습단원을 중심으로 학기 중에 C 대학교 자료구조 교과목의 학습시스템으로 활용한 후 학기말에 수강 학생 전원 10명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였다. [표 2]는 설문조사에 사용된 질문의 내용을 보인 것이다. 설문지의 척도는 5점 척도를 활용하여 “1=전혀그렇지않다”와 “5=매우그렇다”, “1=매우어렵다”와 “5=매우쉽다”를 사용하여 측정하였다.

[표 3]은 시스템 만족도에 대한 설문조사 결과를 보인 것이다. [표 3]의 설문조사 결과를 분석해 보면, 질문1에서는 80%의 응답자가 시스템이 자기주도적 학습수행에 도움이 되었다고 응답하였으며(척도 4, 5), 20%는 보통으로 응답하였다. 질문2에 대해서는 응답자 10명 전원이 다양한 학습콘텐츠유형 제공이 자기주도적 학습수행에 도움이 되었다고 답하였으며, 그 다음으로 선수학습 내용 제공(5명), 피드백(4명), 멘토/멘티 참여(4명)는 도움이 되었다고 응답하였다. 그 다음으로는 다양한 학습동기 유발 전략(3명), 학습평가(2명), 학습수행 결과 분석자료(2명)라고 답하였다. 질문3에 대해서는 응답자의 50%

표 2. 시스템 만족도 평가를 위한 질문

질문	내용
질문1	시스템은 자기주도적 학습수행에 도움이 되었는가?
질문2	도움이 되었다면 어떠한 요소가 자기주도적 학습수행에 도움이 되었다고 생각하는가? 다음 항목 중 3개를 선택하십시오. (다양한 학습동기 유발 전략, 선수학습 내용 제공, 다양한 학습콘텐츠유형 제공, 학습평가, 피드백, 학습수행 결과 분석자료, 멘토/멘티 참여를 통한 동료교수법 활용)
질문3	시스템은 학습자의 학습 동기와 흥미를 지속적으로 유발하였는가?
질문4	시스템을 이용한 자료구조 학습은 교실수업보다 유익하였는가?
질문5	학습내용들은 학습을 자기주도적 학습을 수행하기에 적절하게 구성되어 제시되었는가?
질문6	학습내용 선택 과정은 사용하기가 편리하도록 구성되었는가?
질문7	질문의 인터페이스는 학습주제 검색에 도움이 되었는가?
질문8	시스템에서 제공한 학습내용 및 다양한 학습콘텐츠유형은 자기주도적 학습수행에 도움이 되었는가?
질문9	학습내용을 학습내용수준(기본, 심화, 응용)별로 제시한 것은 자기주도적 학습수행에 도움이 되었는가?
질문10	학습평가와 피드백은 학습력 향상에 도움이 되었는가?
질문11	제공된 학습수행 결과 분석 자료는 자기주도적 학습수행에 도움이 되었는가?
질문12	전반적으로 시스템은 사용하기가 용이하였는가?
기타	의견 및 코멘트 ()

표 3. 시스템 만족도 설문조사 결과

질문	1=전혀그렇지않다		2		3		4		5=매우그렇다		총합계	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Q1	0	0%	0	0%	2	20%	5	50%	3	30%	10	100
Q3	0	0%	2	20%	3	30%	4	40%	1	10%	10	100
Q4	0	0%	0	0%	3	30%	3	30%	4	40%	10	100
Q5	0	0%	0	0%	2	20%	5	50%	3	30%	10	100
Q6	0	0%	0	0%	5	50%	4	40%	1	10%	10	100
Q7	0	0%	0	0%	4	40%	4	40%	2	20%	10	100
Q8	0	0%	0	0%	1	10%	2	20%	7	70%	10	100
Q9	0	0%	2	20%	2	20%	3	30%	3	30%	10	100
Q10	0	0%	0	0%	3	30%	4	40%	3	30%	10	100
Q11	0	0%	2	20%	3	30%	4	40%	1	10%	10	100
Q12	0	0%	0	0%	2	20%	3	30%	5	50%	10	100
Q2	다양한 학습콘텐츠제공(10명), 선수학습내용 제공(5명), 피드백(4명), 멘토/멘티 참여(4명), 학습동기유발전략(2명), 학습평가(2명), 학습수행 결과 분석자료(2명)											

만이 학습 동기와 흥미가 지속적으로 유발되었다라고 응답하였으며(척도 4, 5), 30%는 보통, 20%는 그렇지 않다고 응답하였다. 질문4에서는 응답자의 70%가 시스템을 이용한 자료구조 학습은 교실수업보다 유익하였다고 답하였고(척도 4, 5), 30%는 보통으로 답하였다. 질문5에

대해서는 응답자의 80%가 학습내용들은 학습을 수행하기에 적절하게 구성되어 제시되었다라고 답하였고, 20%는 보통으로 응답하였다.

질문6의 “학습내용 선택 과정은 사용하기에 적절하게 구성되어 제시되었는가?”라는 질문에서는 50%만이 “(매우)그렇다”라고 답하였으며 50%는 보통이라고 응답하였다. 질문7의 “질의어 인터페이스는 학습주제 검색에 도움이 되었는가?”에서는 60%가 “(매우)그렇다”라고 응답하였고 40%는 보통으로 답하였다. 질문8의 “시스템에서 제공한 학습내용 및 다양한 학습콘텐츠유형은 자기주도적 학습수행에 도움이 되었는가?”에 대해서는 90%가 “(매우)그렇다”라고 응답하였고 10%만이 보통이라고 답하였다. 질문9에서는 60%가 학습내용을 학습내용수준별로 제시한 것은 자기주도적 학습수행에 도움이 되었다고 답하였고 20%는 보통, 나머지 20%는 그렇지 않다고 응답하였다. 질문10에서는 70%가 학습평가와 피드백이 학습력 향상에 도움이 되었다고 답하였고 나머지 30%는 보통으로 응답하였다. 질문11에서는 50%만이 학습수행 결과 분석 자료가 자기주도적 학습수행에 도움이 되었다고 응답하였고 30%는 보통, 나머지 20%는 도움이 되지 않았다고 답하였다. 질문12에서는 80%의 응답자가 시스템 사용은 용이하였다고 답하였으며 20%는 보통으로 응답하였다. 기타 의견 및 코멘트에서는 “프로그램 응용 예제의 실행동작 과정 제시, 좀 더 다양한 프로그램 예제 제공, 학습내용에서의 그림 등을 컬러 그래픽을 사용하여 제공, 토론방 제공, Q/A 전용 게시판 제공, 시뮬레이션 학습자료의 소스코드 제공, 학습동기 유발을 좀 더 다양하고 동적인 방법으로 제공, 학기 시작 전에 시스템을 제공하여 예습/복습 시스템으로 활용할 수 있도록 지원” 등의 의견이 제시되었다.

설문조사 결과를 종합해보면, 제안된 시스템은 전반적으로 자기주도적 학습수행에 도움이 되었으며 사용기가 용이하였고 학습내용들 또한 적절하게 구성되어 제시되었다라고 볼 수 있겠다. 특히 텍스트 학습자료, 파워포인트 강의자료, 동영상 강의자료, 시뮬레이션 학습자료, 실습환경과의 연동 등 여러 종류의 학습콘텐츠 제공을 통한 다양한 학습방법의 지원은 자기주도적 학습수행에 크게 도움이 되었다고 말할 수 있겠다. 이러한 다양한 학

습자료의 제공은 학습자들로 하여금 반복학습을 수행하며 학습의 내용을 심화시켜 나아갈 수 있는 요인으로 작용하였으리라 본다. 이와 함께 선수학습 내용 제공, 피드백 및 멘토/멘티 참여를 통한 동료교수법 제공도 자기주도적 학습수행을 성공적으로 이끈 요인으로 작용하였다고 말할 수 있겠다.

그러나 자기주도적 학습의 극대화를 위해 설계한 학습동기 유발 전략은 크게 성공을 이루지 못하였다고 본다. 학습자 스스로 시스템의 어느 부분이 학습동기 유발로 작용되었는지 인식하지 못한 부분도 있으리라 보지만, 좀 더 다양하고 동적인 방법으로 학습자가 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있는 방법의 개발 또한 필요하다고 본다. 학습자료를 3D 컬러 그래픽을 이용해 동적이고 입체적으로 표현하여 제공하며 학습동기 유발에 큰 도움이 될 수 있으리라 여긴다. 또한 설문지 참여 학생들이 제시한 의견과 같이 학습자들의 보다 적극적인 참여와 학습자간의 상호작용의 활성화를 위해 토론방, 묻고/답하기 전용 게시판의 제공 및 시뮬레이션 학습자료의 소스코드 공개 등도 필요하리라 본다. 학습수행 결과 분석 자료 또한 학생들의 의견을 수렴하여 보완해 나갈 필요가 있다고 본다. 질의어 인터페이스를 통한 학습주제 검색 기능은 학습구조도의 계층적 트리구조도 학습주제 검색에 활용될 수 있도록 구현되어 있어 상대적으로 만족도가 낮게 나타난 것으로 본다.

VI. 결론

본 논문에서는 다양한 학습방법, 평가방법, 여러 수준의 학습내용 및 Keller의 ARCS(Attention, Relevance, Confidence & Satisfaction) 이론을 기반으로 한 다양한 측면에서의 학습동기 유발 전략을 수립하여 학습자가 좀 더 효과적으로 자기주도적 학습을 수행할 수 있는 웹 기반 이-러닝 시스템을 설계하여 구현하였다. 제안된 시스템은 대학교육 현장에서 컴퓨터 관련 교과목, 특히 자료구조, 알고리즘, 컴퓨터프로그래밍 관련 교과목의 학습력 향상을 위한 웹 기반 이-러닝 시스템을 목표로 하였으며, 자료구조 교과목을 중심으로 학습시스템을 구축하였

다. 제안한 시스템의 만족도를 검증하기 위하여 구축한 시스템을 대학교 자료구조 교과목의 학습시스템으로 활용한 후 학기말에 수강 학생 10명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 제안된 시스템은 학습자가 학습력을 향상시키며 자기주도적으로 학습을 수행할 수 있도록 하였으며, 특별히 다양한 형태의 학습 콘텐츠 제공은 자기주도적 학습수행의 가장 큰 변수로 작용하였음을 알 수 있었다.

향후에는 학습자의 다양한 요구를 충족할 수 있는 토론방등의 상호작용 기능의 보완과 학습자의 학습동기 유발을 극대화시키기 위해 학습콘텐츠의 구성을 단순한 텍스트 형식과 2D 그래픽에서 벗어나, 가상현실과 3D 멀티미디어 기술 등을 활용하여 보다 입체적으로 현실감 있게 구성하여 제공할 필요가 있다고 본다.

참 고 문 헌

[1] 한태인, 곽덕훈, *이러닝 유러닝*, (주)한독산학협동단지, 2004.
 [2] M. S. Knowles, *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*, Association Press, 1975.
 [3] 정화영, 홍봉화, “자기주도적 학습을 위한 학습자 수준별 콘텐츠 구성”, 한국콘텐츠학회논문지, 제9권, 제7호, pp.402-410, 2009.
 [4] R. Avzevedo and A. F. Hadwin, “Scaffolding self-regulated learning and metacognition: implication for the design of computer-based scaffold,” *Instructional Science*, Vol.33, pp.367-379, 2005.
 [5] 최숙영, 양형정, “자기주도적 학습을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 이러닝 시스템”, 컴퓨터교육학회논문지, 제13권, 제5호, pp.29-38, 2010.
 [6] 송인섭, *자기주도적 학습*, 학지사, 2010.
 [7] 김지선, 박진아, “멀티 콘텐츠 서비스를 위한 웹 기반 자기주도적 학습 시스템”, 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제16권, 제1호, pp.115-119,

2010.
 [8] 양애경, 조호제, “자기주도적 학습과 학업성취도간의 관계”, 한국교육논단, 제8권, 제3호, pp.61-82, 2010.
 [9] B. J. Zimmerman and D. H. Schunk, *Self-regulated of learning and academic achievement: theory, research, and practice*, New York, Springer-Verlag, 1989.
 [10] 조상영, 이현정, “효과적으로 상호작용하는 자료 구조 웹 코스웨어의 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회논문지, 제11권, 제1호, pp.75-83, 2008.
 [11] 민경혜, “자료구조 학습을 위한 자기주도적 코스웨어 설계 및 구현”, 한국정보과학회 학술발표논문집, pp.661-663, 2007.
 [12] <http://cgm.cs.mcgill.ca/~godfried/teaching/algorithms-web.html>.
 [13] <http://www.student.seas.gwu.edu/~idsv/idsv.html>.
 [14] <http://www.ansatt.hig.no/frodeh/algmet/animate.html>.
 [15] J. M. Keller and K. Suzuki, “Use of the ARCS motivation model in courseware design,” In D.H. Jonassen (Ed.), *Instructional Designs for Microcomputer Courseware*, pp.401-434, 1988.

저 자 소 개

김 미 혜(Mi-Hye Kim)

중심회원



- 1984년 2월 : 전북대학교 전산통계학과(이학사)
 - 1999년 2월 : New South Wales 대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 - 2003년 7월 : New South Wales 대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 - 2004년 9월 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교 컴퓨터교육과 교수
- <관심분야> : 지식관리 및 검색, 온톨로지, HCI, 알고리즘, 컴퓨터교육, 이-러닝