

# 웹 기반 학습 환경에서 개별 적응적 피드백을 지원하는 e-SRM 시스템의 설계 및 구현

백장현<sup>†</sup> · 김영식<sup>††</sup>

## 요약

웹 기반 교육 환경에서 학습자 특성에 따른 개별 적응적인 피드백 제공의 필요성에도 불구하고 학습자 특성의 변인 도출의 어려움과 이를 위한 체계적인 전략과 실천 도구 개발이 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 웹 기반 교수 학습 환경에서 중요시되고 있는 학습자 특성 변인 중에서 학습자의 학습 패턴을 Apriori 알고리즘을 이용하여 분석하고, 유사한 학습 패턴을 갖는 학습자들로 그룹화 하였다. 이를 기반으로 학습자 개인에게 학습 콘텐츠, 학습 경로, 학습 상황 등을 제공하기 위한 e-SRM 피드백 시스템을 설계하고 개발하였다. 개발된 시스템은 학습자 특성에 맞는 최적의 학습 환경을 제공해 줄 수 있는 기반을 조성할 수 있을 것으로 기대된다.

## Design and Implementation of e-SRM System Supporting Individual Adjusting Feedback in Web-based Learning Environment

Janghyeon Baek<sup>†</sup> · Yungsik Kim<sup>††</sup>

## ABSTRACT

In web-based education environment, it is necessary to provide individually adjusting feedback according to learner's characteristic. Despite this necessity, it is a current state that there are difficulties in deriving the variables of learners' characteristics and lack in developing the systematic strategies and practical tools for providing individually adjusting feedback.

This study analyzed the learners' learning patterns, one of learner's characteristic variables regarded as important in web-based teaching and learning environment by employing Apriori algorithm, and also grouped the learners by learning pattern. Under this framework, the e-SRM feedback system was designed and developed to provide learning content, learning channel, and learning situation, etc. for individual learners. The proposed system in this study is expected to provide an optimal learning environment complying with learner's characteristic.

Keyword : e-SRM, Individual Adjusting Feedback

### 1. 연구의 목적 및 필요성

웹 기반 교육은 전통적 교실 수업에 비해 수요자 중

심의 학습 방법으로 교육 현장에서 널리 이용되고 있지만, 교수-학습 과정에서 다양한 사용자의 요구를 수렴하기 어렵고, 학습자 개개인의 특성에 따른 개별 적응적 피드백을 제공하기 어려운 상황이다.

웹 기반 교육에서 개별 적응적 피드백은 학습자 특성에 따라 즉각적인 피드백을 제공해줌으로써 학생들이 경험하게 되는 오류를 교정해주고, 잘못된 대답을 반복

<sup>†</sup> 정 회 원: 농소고등학교(교육학 박사)

<sup>††</sup> 종신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

\* 이 논문은 2003년도 기성회계 교내 학술연구비에 의하여 지원되었음(한국교원대학교)

하지 않도록 해준다는 점에서 강조되고 있다. 대부분의 잘 설계되고 구축된 웹 기반 개별 적응적 피드백 시스템은 학생-교수자의 상호작용을 통하여 학생의 실수를 즉시 교정해 줄 수 있다는 면에서 중요한 의미를 갖는다.

Ross와 Rakow[14]는 학습이나 동기 유발을 학습자 특성에 따라 개별 학습자에게 적응시키는 것이 적응시키지 않는 것보다 더 많은 학습 효과를 나타낸다고 하였다.

개별화된 학습의 실현은 학습자 특성(학생의 수준, 학습 패턴, 학습 시간, 흥미/관심에 대한 개인차)의 분석에서 출발한다. 즉 개별화된 학습을 위해서는 학습에 영향을 미치는 개인차 변인들을 개인 학습자에게 어떻게 적용시키느냐의 문제이다[2]. 개인차 변인들은 주로 적성변인, 선수지식, 인지양식, 인성적 변인으로 구분된다[12].

학습의 개별화를 위해서 개인차 변인들을 통제하고 나타나는 학습자 특성에 입각해서 적응적인 환경과 피드백을 제공해 주어야 한다. 즉, 학습자의 요구를 정확히 파악하여 개인별 학습을 가능하게 하고, 실시간으로 학습자의 학습 현황을 파악하여 적절한 피드백을 제공해야 한다.

백장현[7]은 웹 기반 교육 환경에서 웹 마이닝 기법을 이용하여 학습자들의 학습 패턴을 분석하고 학습자 특성에 적합한 학습 경로 및 학습 내용 등을 제공함으로써 학습자의 학습 만족도를 향상시킬 수 있다고 하였다.

살펴본 바와 같이 웹 기반 교육 환경에서 학습자 특성에 따른 개별 적응적인 피드백 및 학습 환경 제공의 필요성에도 불구하고 학습자 특성의 변인 도출의 어려움과 이를 위한 체계적인 전략과 실천 도구 개발이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 학습자 특성 변인 중에서 특히 강조되고 있는 학습 경로의 패턴을 Apriori 알고리즘을 이용하여 분석하고, 학습자 개개인에게 적응적인 피드백과 학습 환경을 제공하기 위한 e-SRM 시스템을 설계·개발하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 e-SRM(e-Student Relationship Management)

#### 2.1.1 CRM의 개념

CRM은 고객 관계 관리(Customer Relationship Management)의 약자로서 CRM 기법의 핵심은 고객 지

향적으로 고객 개개인의 일 대 일 커뮤니케이션을 중요시한다. CRM은 다양한 고객 접촉 경로를 활용하여 고객 관계를 개선시키고, 고객 만족도와 고객 상황 대응 능력을 향상시키며, 고정 고객 관리 능력을 개선함으로써 궁극적으로는 고객로열티를 증진시켜 기업의 수익구조와 고객의 이익을 개선하는 고객 중심 경영 활동 내지는 솔루션 운용 활동을 말한다. 또한 신규 고객의 획득, 기존 고객의 유지 및 관리, 로열티 고객화 실현에 있어서 지속적인 고객 커뮤니케이션 활동을 진행하는 전사적인 고객 경영 활동이다[8].

CRM은 현재 기업이 보유하고 있는 고객과 잠재 고객에 대한 데이터를 수집하고 분석하여 비즈니스적인 요구에 맞는 마케팅 정보로 가공하고, 고객 행동을 분석, 예측하기 위하여 고객의 행동 확률을 고객 개인별로 점수화하고, 개별 고객의 점수를 활용하여 동일한 고객군으로 그룹화하여, 분류하고, 고객별, 그룹별로 효과적인 마케팅 프로그램과 전략을 개발, 검증, 구현, 측정 및 수정에 하는 일련의 과정을 의미한다. 다시 말하면, 우리 회사의 고객이 누구인지, 고객이 무엇을 원하는지를 파악하여 고객이 원하는 제품과 서비스를 지속적으로 제공함으로써 고객을 오래 유지시키고 이를 통해 고객의 평생가치를 극대화하여 수익성을 높이는 통합된 고객 관계 관리 프로세스라고 할 수 있다.

CRM 기법을 적응적 학습 환경을 구성하는 전략으로 응용하고자 하는 것은 CRM 기법이 철저한 고객 중심이며, 고객의 가치를 고려한다는 것이다. 즉, 고객의 정보를 모으고, 고객 정보를 저장하고, 고객 데이터를 유형화하고 분석하여 고객에게 생애가치를 부여하고자 하는 것이 CRM의 특징이면서 장점이기 때문에 이와 같은 전략을 e-SRM으로 확장 적용하려 한다.

#### 2.2.2 e-SRM의 개념

웹 기반 학습 환경에서 효과적인 개별 적응적인 피드백 지원을 위한 전략과 기법의 하나로 e-SRM의 적용 필요성과 방안들이 연구되고 있다. 하지만 CRM 기법을 적용한 e-SRM을 교수-학습에 적용을 위한 연구는 초기 단계에 있으며 e-SRM에 대한 개념 정립이 미흡한 상태이다.

박주환[5]은 학교 홈페이지 활성화를 위한 SRM 모델의 설계에서 학생 개개인에게 개인화된 서비스를 제공할 필요성을 주장하였고, SRM은 교육용 사이트에서 개

인화된 서비스와 지속적인 커뮤니케이션을 통해 학생들의 충성도를 향상시키는 방법이다라고 하였다.

배영화[6]는 CRM 솔루션을 교육 서비스 산업에 적용시킴으로써 기업은 최적의 IT 기술을 경영과 접목시켜 성장하게 되고, 고객인 학습자는 양질의 교육서비스를 받음으로써 최고의 학습의욕과 성과를 기대할 수 있다고 하였다.

강신천[1]은 웹 기반 학습 환경은 웹의 특성과 웹 기반 학습 상호작용의 유형에 기초하며, 웹에서의 피드백은 전통적 피드백과 많은 점에서 달라야 한다고 하였다. 그에 대한 대안으로 웹 기반 학습 상호작용을 증진하기 위한 설계 전략은 적응적 상호작용을 지원하는 e-SRM의 필요성을 제안하였다. 그는 학습자 특성의 분석에 기초한 적응적 학습 환경의 제공과 개별화된 학습을 실현하기 위해서 CRM 기법을 응용한 e-SRM의 필요성을 주장하였다. e-SRM은 학습의 개별화뿐만 아니라 학습자를 가상의 공간에 오래 머물러 있게 할 수 있으며, 성공적인 e-learning을 가능하게 하는 것이라고 하였다. <표 1>은 CRM과 e-SRM을 비교한 것이다.

<표 1> CRM과 e-SRM의 비교

구분	CRM	e-SRM
대상	고객	학생
목적	수익성 극대화	학습효과 극대화 (참여도, 만족도, 성취도)
핵심 개념	고객중심	학생중심
핵심 전략	개인화	개인화(개별화)
핵심 기법	웹 마이닝	웹 마이닝
원시 데이터	구매특성, 구매이력, 고객의 성향	웹 학습활동 프로파일, 웹 로그 파일

이상의 정의를 종합해 보면 e-SRM은 학생 관계 관리(electronic-Student Relationship Management)의 약자로서 온라인과 오프라인 등의 다양한 학생들의 학습활동 데이터를 수집하고 분석하여 학습자 개인의 특성(선수학습지식, 학습 흥미/관심, 학습 양식 등)에 맞게 학습 방법, 학습 내용, 학습 시간 등을 제공함으로써, 학습자를 학습 공간에서 오래 유지시키고 학습 만족도를 향상시켜 궁극적으로 학습 효과를 극대화시키기 위한 통합

된 학생 관계 관리 프로세스라고 할 수 있다. 즉, e-SRM은 학생 개개인에게 보다 질 높은 개별적인 서비스를 제공함으로써 학습자 개인의 학습에 대한 충성도를 높여 학생의 평생가치(LTV: Life Time Value)를 극대화 하는 것이라고 할 수 있다.

본 연구에서 e-SRM은 학습자 개개인의 특성에 맞게 학습 콘텐츠, 학습 경로, 학습 활동 상황에 대한 개별적 적응적 피드백을 제공하고, 학습자에게 최적의 학습 환경을 제공하여 학습 만족도를 향상시켜 궁극적으로는 학습 효과를 높이기 위한 학습자 중심의 “웹 기반 학생 관계 관리 시스템”으로 정의한다.

이를 위하여 웹 기반 학습 환경에서 학습자 특성 분석을 위한 변인을 도출하고, 도출된 변인에 대한 학습자 개개인의 데이터를 수집한다. 데이터는 학생들의 학습 활동 데이터와 학생 이력 데이터를 주로 이용한다. 수집된 데이터는 학습자 개인별 데이터마이닝 과정을 거쳐 분석된다. 분석의 결과를 통하여 웹 기반 학습 환경에서 학습자 개인의 특성에 맞는 개별 적응적 피드백을 제공한다. 이를 바탕으로 학습자 중심 학습 환경을 제공하고 학생 관계 관리가 체계적으로 이루어질 수 있도록 하기 위한 e-SRM을 설계하고 개발하려고 한다. e-SRM의 절차는 다음과 같다.

첫째, 학습자에 대한 데이터 수집 단계이다. 학습자들의 활동을 웹 마이닝 하기 위한 데이터를 수집하는 단계이다. 이 단계에서는 학습자의 웹 활동 프로파일, 학습자의 향해 패턴 프로파일, 학습자의 학습 시간 프로파일에 관한 데이터를 수집하는 단계이다.

둘째, 웹 마이닝 단계이다. 수집된 데이터를 이용하여 학습자의 총 학습 시간, 평균 학습 시간, 학습자의 메뉴 선호도, 콘텐츠 선호도, 학습 경로 패턴 분석에 기초한 학습 경로 추론 등을 분석해 낸다. 이때 사용된 마이닝 기법은 Apriori 알고리즘이다.

셋째, 피드백 전략 수립 단계이다. 웹 마이닝 분석을 통해 학습자에게 적응적인 학습 환경과 피드백을 제공하기 위한 전략을 수립하는 단계이다.

넷째, 학습자의 만족도를 극대화하기 위한 피드백을 제공하는 단계이다. 이 단계에서는 학습자 개인에게 학습 콘텐츠, 학습 경로, 학습 활동 상황 등의 적응적인 학습 환경과 피드백을 구성해 줌으로써 학습자의 만족도를 극대화시킬 수 있도록 하는 단계이다.

## 2.2 학습자 특성 변인에 따른 피드백

교육에 있어서 개별화(individualization)란 자기 주도적 학습의 목표를 실현하기 위한 수단이며, 이러한 개별화를 통해서 학습자 개인들을 위해서 가장 적절한 학습 경험을 제공해 주고자 하는 것이 개별화 수업이라고 볼 수 있다.

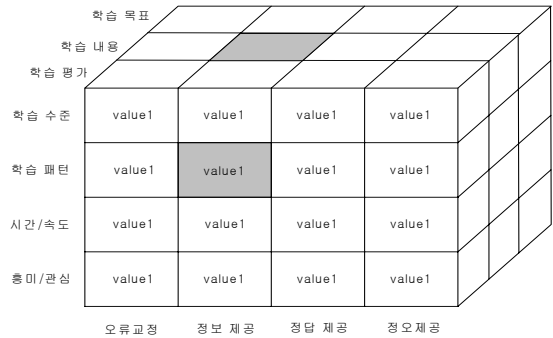
개별화 수업의 기본 관점은 학습자의 특성에 맞는 학습 경험을 적절히 제공해 준다는 것이다. 그러므로 중요한 문제는 학습과 관련된 학습자의 지적, 심리적 특성을 수업에서 어떻게 고려해 주느냐의 문제이다. 즉 개별화 수업에서는 교사가 파악한 학습자의 특성들을 학습자의 학습 속도, 교사의 수업 내용 및 학습자가 사용하는 수업 매체 등에 따라 달리 적용하고 그것을 개인별 또는 집단별로 어떻게 활용하느냐 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 개별화 수업을 위해서 학습자 특성 중 웹 기반 교육에서 중요시되고 있는 학습자의 학습 패턴을 분석하여 그에 맞는 적응적인 피드백을 제공하려고 한다.

학습자의 특성 분석을 통해 학습자 유형이 결정되면 학습자 유형에 따라 개별 적응적 피드백의 방법, 시기, 양이 선택되어진다. 학습자의 특성 변인을 (그림 1)과 같이 학습자의 개인차(학습 수준, 학습 패턴, 시간/속도, 흥미/관심)와 학습 과정에 있어서 개별화 전략(학습 목표 개별화, 학습 내용 개별화, 학습 평가 개별화)으로 구분하였으며, 이에 따른 피드백의 유형을 오류 교정 피드백, 정보 제공 피드백, 정오 제공 피드백, 정답 제공 피드백)으로 구분하였다. 하지만 이 경우 학습자 유형 변인에 따른 피드백의 제시 방법이 너무 많고 세부적이라서 학습자의 특성에 따른 피드백의 제공 방법의 정확성이 떨어 질 수 있다.

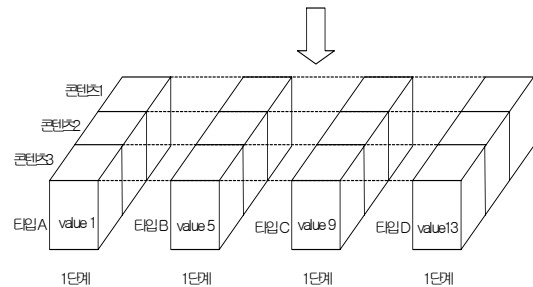
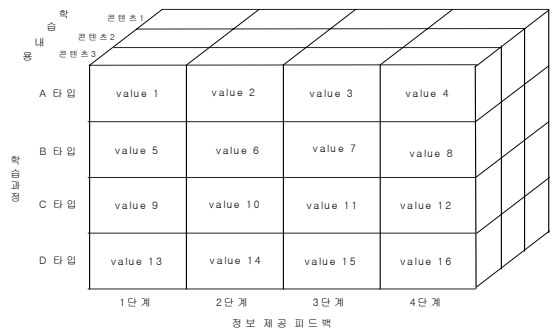
따라서 학습자 특성의 개인차 변인은 웹 기반 학습에서 중요한 요인으로 부각되고 있는 학습 패턴으로 한정하였고, 개별화 전략 변인은 학습자의 학습 패턴에 따른 학습 콘텐츠의 제공을 위하여 학습 내용으로 한정하였다. 피드백의 유형은 학습자의 학습 패턴에 따른 콘텐츠를 단계적으로 제공하기 위하여 관련 정보 제공 피드백으로 한정하였다. (그림 2)와 같이 학습자 타입 A, 타입 B, 타입 C, 타입 D가 분류되면 각 학습자의 학습 패턴에 따라 학습 콘텐츠에 관한 관련 정보를 피드백 하는 모형을 나타낸 것이다.

여기서 피드백은 평가 후 정답에 대한 옳고 그름을 의미하는 것이 아니라 학습 과정에서 현재 진행중인 학습과 관련이 깊은 학습 콘텐츠를 보조적으로 제공하고,

학습 경로 및 학습 상황 등을 학습자에게 제공하는 것을 의미한다.



(그림 1) 학습자 특성 변인



(그림 2) 학습자 변인 도출

## 2.3 학습자 특성 분석

웹 기반 학습 환경에서 학습자의 학습 시간, 학습 패턴, 학습 참여도 등의 데이터를 수집하고, 웹 마이닝의 통하여 학습자의 특성을 분석한다. 분석을 위한 데이터는 학습자 학습 활동 프로파일, 학습자의 로그 분석, 학습자의 패턴 프로파일 등을 이용한다. 여기서는 학습자의 학습활동 프로파일을 주로 이용하였다.

웹 마이닝(web mining)이란 웹 환경에서 적용되어지는 데이터마이닝 기술로 웹으로부터 얻어지는 방대한 양의 정보로부터 유용한 정보를 찾아내어 분석을 통해

의미 있는 정보를 제공하는 것을 말한다. 본 연구에서 학습자 특성(학습 패턴)을 분석하기 위하여 Apriori 알고리즘을 이용하였다.

### 2.3.1 방향감 상실과 인지적 과부하

웹 코스웨어의 구조화 정도에 따라 상이한 학습 결과가 발생하는데 특히 노드-링크 구조에서 학습자가 자주 방향감을 상실(disorientation)하거나 지나친 인지적 부하(cognitive overload)를 받게 되어 학업 성취가 떨어지게 된다고 지적되었다[10]. 방향감 상실이란 학습자가 사이버 공간에서 항해할 길을 잃어버리는 것을 의미한다.

웹 코스웨어 수많은 링크로 구성되므로 학습자가 학습 내용을 선택에 선택을 거듭하다보면 자신의 위치를 상실할 수 있다. 그렇게 되면 본래의 학습목표 도달은 어렵게 된다. 따라서, 웹 코스웨어에서 학습자의 방향감 상실을 극복하기 위해서는 현재 위치, 현재 위치에 도달한 경로, 현재의 위치에서 다음에 학습할 내용 및 다음 경로를 쉽게 알 수 있어야 한다고 하였다[9].

인지적 과부하는 학습자가 학습 과정에서 다양한 정보를 접할 수 있는 많은 정보를 동시에 처리해야 함을 의미한다. 어느 정도의 인지적 과부하는 스스로 항해와 학습 속도를 적절하게 조절할 수 있는 우수한 학습자에게는 오히려 이득이 되나 과도한 인지적 과부하는 학습 실패의 원인이 될 수 있다. 따라서, 인지적 부담을 덜기 위해서는 어느 정도 학습 내용을 학습자 수준에 적절하게 구조화해서 학습자에게 제시하고 학습자들이 이해한 것과 진전 상황을 점검할 수 있는 기회를 제공하여야 한다[9].

본 연구에서는 노드-링크 구조의 학습 환경에서 학습자가 경험하게 되는 방향감 상실과 인지적 과부하 해결 방안으로 학습자 개인의 학습 경로 패턴을 분석하여, 패턴이 유사한 학생들로 그룹을 형성하였다. 학습자들이 학습을 진행하는 과정에서 같은 그룹의 학생들이 빈번하게 항해했거나 많이 참조했던 내용(콘텐츠)을 피드백하기 위한 e-SRM 시스템을 설계하고 개발하였다.

### 2.3.2 학습 경로 패턴

학습자의 학습 활동 기록을 통하여 학습자가 진행한 학습 경로를 분석한 것이 학습 경로 패턴이다[11][12].

학습 경로 패턴은 상호작용 또는 웹 기반 수업을 통

하여 학습자가 학습을 진행하면서 만들어낸 모든 반응들을 의미한다[13]. 즉, 학습자가 선택한 메뉴, 항해 경로, 항해 시간 등이 모두 포함된다.

김영훈[3]은 학습자의 선행학습 정도에 따른 학습경로 패턴은 다르게 나타난다고 하였다. 이러한 결과는 학습자의 특성에 따라 학습 경로 패턴이 다르다는 Misanchuk 와 Schwier[15]의 주장을 뒷받침해주기도 한다. Misanchuk 와 Schwier는 학습 경로 패턴 연구의 중요성을 다음과 같이 설명하고 있다.

첫째, 웹 기반에서 형성평가의 목적은 웹 기반 학습에서 학습자가 각 노드에 용이하게 접근할 수 있는지, 그리고 학습자들이 어느 곳에서 학습을 하고, 학습하는데 어려움이 있는지를 결정하는데 있다.

둘째, 다양한 특성을 지닌 학습자들이 웹 기반 학습에서 어떠한 경로를 선택했는가를 알아보는데 있다. 웹 기반 학습에서 한 학습자가 이용 가능한 짧은 학습경로를 취하는 반면, 다른 학습자는 똑같은 처치에서 이용 가능한 모든 노드를 선택했을 때 이 차이를 설명하는데 있다.

셋째, 웹 기반에 있는 경로가 어떠한 학습자의 부류에 가장 흥미가 있는가를 결정하기 위해서다. 교수설계의 기본적 연구를 위해 사용되며, 웹 기반에서 처치를 위한 최적의 프로그램 설계를 위하여 중요하다.

넷째, 학습자의 학습 패턴을 분석하여 학습자와 상담하고, 조언하는데 있다. 이 때 각 학습자의 학습 경로 패턴 유형에 따른 상담과 조언을 해주고, 학습 경로는 데이터로 저장되어 학습자에게 제시 해준다.

### 2.3.3 Apriori 알고리즘

웹 방문 패턴은 웹 사이트에 존재하는 페이지로 구성된 패스 중에서 학습자가 가장 빈번하게 방문하는 경로를 찾아주는 것이다[4]. 웹 방문 패턴을 발견하기 위한 가장 대표적인 방법으로는 Apriori 알고리즘을 이용하는 것이다. Apriori 알고리즘은 연관 규칙을 발견하기 위해서 먼저 최소 지지도 이상을 만족하는 트랜잭션으로 구성된 아이템 집합을 구하는 것이다. 아이템 집합의 지지도는 아이템 집합을 포함하고 있는 트랜잭션의 수이고 최소 지지도를 가진 아이템 집합을 Large 아이템 집합이라고 부르며 나머지를 Small 아이템 집합이라고 한다.

다음 단계에서는 전 단계에서 Large 아이템 집합으로 발견된 아이템 집합을 기반으로 잠재적으로 아이템 집

합의 아이터م 개수가 하나 증가된 새로운 Large 아이터م 집합을 구하고 이를 후보 아이터م 집합이라고 부른다. 후보 아이터م 집합의 지지도를 계산하여 지지도 이상인 집합을 다시 다음 단계의 Large 아이터م 집합으로 간주한다. 이러한 단계는 새로운 Large 아이터م 집합이 발견되지 않을 때까지 계속된다. (그림 3)은 Apriori 알고리즘을 나타낸 것이다.

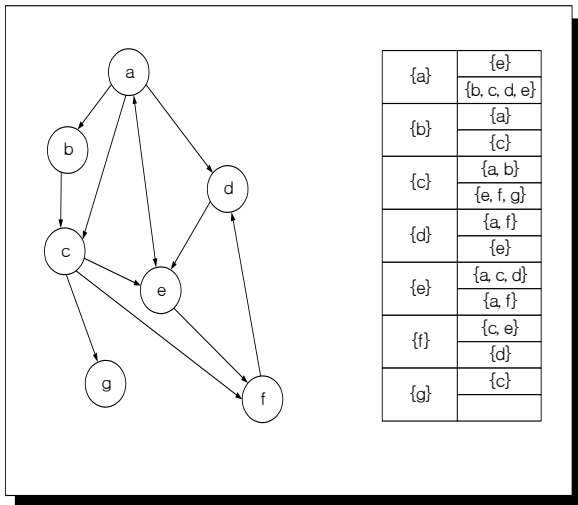
k-아이터م 집합은 k개의 아이터م을 가진 아이터م의 집합이고  $L_k$ 는 최소 지지도를 가진 Large k-아이터م 집합들의 집합이다.  $L_k$ 의 구성원들은 아이터م 집합과 지지도의 수 2개의 필드를 가진다.  $C_k$ 는 k-아이터م 집합의 후보 집합이고  $C_k$ 의 구성원들은 항목과 지지도 수 2개의 필드를 가진다.

```

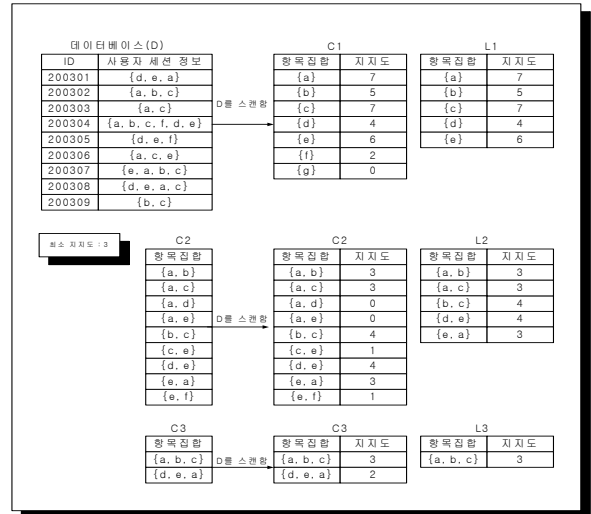
Apriori 알고리즘
L1={Large1-itemsets} ;
for (k=2 ; Lk-1 ≠ ∅ ; k++) do begin
    Ck=apriori-gen(Lk-1) ;
    forall transactions t∈D do begin
        Ct=subset(Ck, t);
        forall candidates c∈Ct do
            c.count++;
        end
        Lk={c∈Ck | c.count ≥ minsup}
    end
end
Answer=L1∪L2∪.....∪Lk ;
    
```

(그림 3) Apriori 알고리즘

(그림 5)는 (그림 4)에 대한 Apriori 알고리즘을 적용하여 학습자들의 웹 방문 패턴을 도출하는 과정에 대한 것을 나타낸 것이다.



(그림 4) 웹 사이트 구조와 페이지 링크 집합



(그림 5) (그림 4)에서의 웹 방문 패턴

- i) 학습자 세션에서 각각의 페이지가 몇 번 발생했는지 카운트한다. 이 정보가  $C_1$ 이 된다.
- ii)  $C_1$ 에서 최소 지지도를 넘지 않은 페이지는 제거한다. 이렇게 생성된 정보를  $L_1$ 이라 부른다.
- iii)  $L_1$ 의 각각의 페이지에서 입출력 링크 페이지 집합을 이용해 생성할 수 있는 길이 2인 패스를 생성한다. 이 정보를  $C_2$ 라 부른다.
- iv) 학습자 세션에서  $C_2$ 가 몇 번 발생했는지 카운트해서 최소 지지도를 넘지 않은  $C_2$ 를 제거한다. 이렇게 생성된 정보를  $L_2$ 라 부른다.
- v) 앞의 i), ii), iii), iv)의 과정을 반복해 수행함으로써  $L_3, L_4 \dots$ 를 생성한다.

본 연구에서는 Apriori 알고리즘의 기법을 수정 보완하여 학습자들의 학습 활동 데이터를 이용하여 학습 경로 패턴을 도출하였다. 최소지지도를 교수-학습 상황에 적당한 형태로 조절할 수 있도록 하였으며, 학습 경로 패턴을 분석할 때 최소지지도뿐만 아니라 방문시간과 학습순서를 고려하였다.

### 3. e-SRM 설계 및 개발

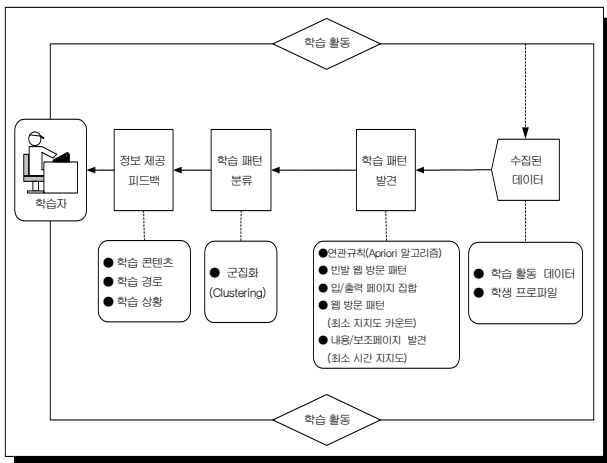
학습자의 웹에서 활동 상황을 분석하고 데이터마이닝 기법을 통하여 학습자 특성을 분석한다. 분석된 결과에 따라 학습자 특성에 맞는 개별 적응적 피드백을 제공을 위한 e-SRM 시스템을 설계하고 개발한다. 설계·개발된 e-SRM 시스템의 과정 및 구조는 (그림 6)과 같이 크게 세 가지 모듈로 구성되어 있다.

첫째, 학습자의 학습 패턴을 Apriori 알고리즘을 이용하여 분석한다. 분석된 학습자 개인의 학습 패턴에 따라

학습자들이 현재 학습하고 있는 내용과 같은 내용의 학습 콘텐츠를 제공할 수 있도록 구성되어 있다. 제공되는 콘텐츠는 인터넷 상에 존재하는 유사한 내용을 가진 페이지를 e-SRM 시스템의 데이터베이스에 저장하여 제공할 수 있도록 하였다. 저장된 내용은 국가 기관에서 인증된 사이트나 대학 강의 사이트 등 내용에 대한 정확성이 확인된 페이지를 등록하였다.

둘째, 학습자들의 학습 과정에서 겪게되는 탐색의 어려움을 해결하기 위한 방안으로 학생들의 특징에 맞는 경로에 대한 피드백을 제공할 수 있도록 하였다. 유사한 학습 패턴을 갖는 학생들로부터 학습자 개인의 학습 경로를 유추하여 제공해 주도록 구성되어 있다.

셋째, 학습자들의 현재까지 학습한 과정을 총체적으로 피드백을 제공해준다. 예를 들면 가장 많이 머문 페이지 및 시간, 각 페이지에서의 학습 활동 상황 등을 제공해 줄 수 있도록 하였다.



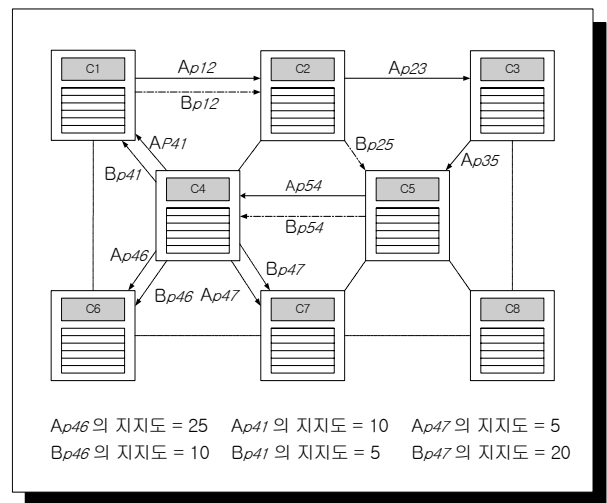
(그림 6) e-SRM 시스템의 구조

### 3.1 학습 경로 피드백

학습 경로 피드백은 학습 경로 패턴을 달리하는 학습자들의 학습 경로를 근거로 하여 학습자 개인에게 다음에 학습할 내용과 순서를 제공함으로써 학습자 개인에게 가장 적합한 형태의 학습 환경을 제공하는 것을 의미한다.

예를 들어 (그림 7)에서와 같이 학습자 A의 학습 경로가  $A_{P12} \rightarrow A_{P23} \rightarrow A_{P35} \rightarrow A_{P54}$ 인 경우, 현재 페이지 C4에서 지지도가 가장 높은 경로는  $A_{P12} \rightarrow A_{P23} \rightarrow A_{P35} \rightarrow A_{P54} \rightarrow A_{P46}$ 이므로 학습자에게 학습 페이지 C6을 추천하게 된다.

학습자 B의 학습 경로가  $B_{P12} \rightarrow B_{P25} \rightarrow B_{P54}$ 인 경우, 현재 페이지 C4에서 지지도가 가장 높은 경로는  $B_{P12} \rightarrow B_{P25} \rightarrow B_{P54} \rightarrow B_{P47}$ 이므로 학습자에게 학습 페이지 C7을 추천하게 된다. 이와 같은 과정을 반복함으로써 학습자들의 학습 활동 패턴이 완성 되게 된다. 지지도는 단순히 학습자들이 가장 많이 방문한 페이지의 횟수만을 의미하는 것은 아니다. 학습자가 방문한 경로 중에서 머문 시간을 체크하여 최소시간을 초과한 경로만을 계산된 것이다.

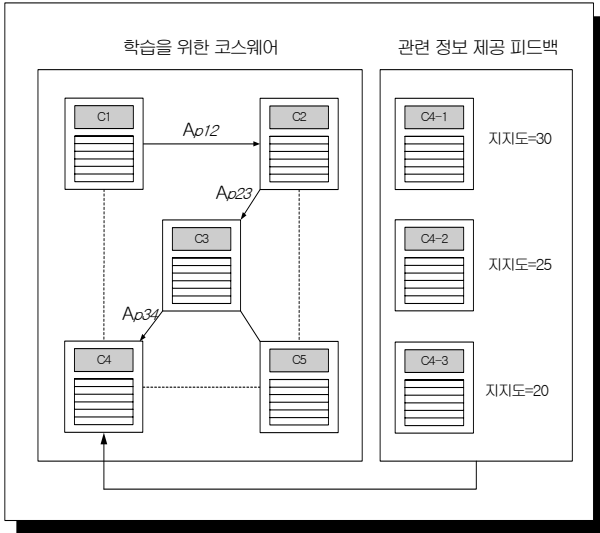


(그림 7) 학습 경로 개인화

### 3.2 학습 패턴에 따른 관련 정보 피드백

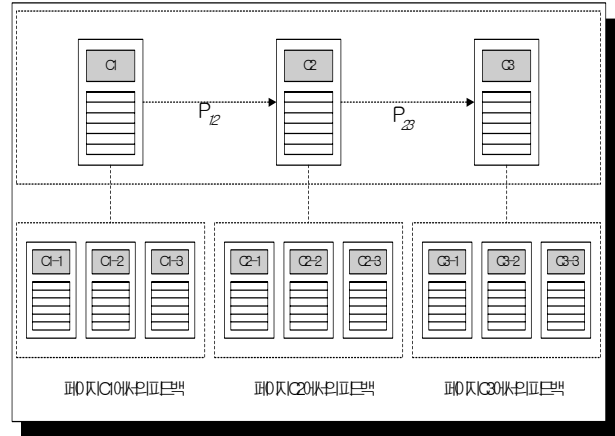
웹 코스웨어에서 교육에서 한번 구축된 콘텐츠(학습 내용)는 보완하거나 수정하기가 어려운 것이 사실이다. 이에 대한 대안으로 외부 사이트(다른 교육용 사이트)에는 현재 진행 중인 학습 내용과 유사한 내용을 갖는 많은 페이지들이 존재한다. 이들 내용에 대한 정확성과 신뢰성이 확보된 목록을 시스템의 데이터베이스에 저장하여 학습 패턴이 유사한 학습자들이 가장 선호한(지지도가 가장 높은) 학습 콘텐츠를 제공함으로써 웹 코스웨어의 유연성을 높여 주고 학습자들이 학습 만족도를 향상시킬 수 있다. 보조 학습 페이지 목록을 수집하는 방법으로 에이전트 방법이 있을 수 있으나 에이전트를 이용하여 수집한 학습 내용의 정확성과 신뢰성의 문제를 해결하기가 어렵다. 본 연구에서는 관리자가 미리 수집하여 학습 내용에 대한 정확성, 신뢰성, 최신성 유용성 등이 인증된 사이트(국가, 대학 강의 등)를 데이터베이스에 저장하여 학습자들에게 제공할 수 있도록 하였다.

(그림 8)은 학습 경로에 따른 관련 정보 피드백을 제공하는 것을 나타낸 것으로 학습 페이지 C4의 내용과 관련 있는 정보 C4-1, C4-2, C4-3을 제공하는 것을 나타낸 것이다.



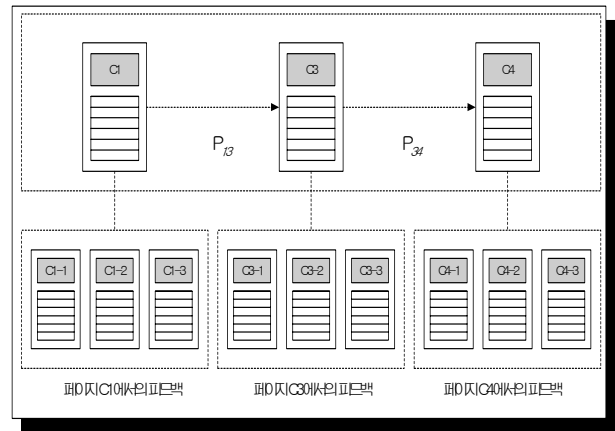
(그림 8) 학습 콘텐츠 제공

(그림 9)는 경로  $P_{12} - P_{23}$ 을 갖는 학습자들에게 제공된 피드백을 나타낸 것이다. 페이지 C1에서는 내용 C1의 내용과 관련된 콘텐츠 C1-1, C1-2, C1-3을 보조적으로 제공한다. C1-1, C1-2, C1-3의 내용 선정은  $P_{12} - P_{23}$ 의 패턴을 갖는 학습자들이 가장 선호한 학습 내용을 제공하는 것이다. C2-1, C2-2, C2-3은 C2의 내용과 관련이 깊은 내용을  $P_{12} - P_{23}$ 의 패턴을 갖는 학습자들이 가장 선호한 학습 내용을 제공하는 것이다. C3-1, C3-2, C3-3은 C3의 내용과 관련이 깊은 내용을  $P_{12} - P_{23}$ 의 패턴을 갖는 학습자들이 가장 선호한 학습 내용을 제공하는 것이다. 결국  $P_{12} - P_{23}$ 을 갖는 학습자들에게 제공한 보조 학습 내용은 1단계에서는 C1-1, C1-2, C1-3, 2단계에서는 C2-1, C2-2, C2-3, 3단계에서는 C3-1, C3-2, C3-3을 제공하게 된다. 여기에서 제공되는 학습 내용 C1-1, C1-2, C1-3, C2-1, C2-2, C2-3, C3-1, C3-2, C3-3은 미리 정해진 내용이 아니라 학습자들이 학습 활동을 하면서 누적된 데이터를 이용하여 같은 패턴을 갖는 학습자들이 가장 많이 지지한 학습 내용을 갖는 페이지를 제공하는 것이다.



(그림 9) 경로  $P_{12} - P_{23}$ 에 따른 피드백

(그림 10)은 경로  $P_{13} - P_{34}$ 를 갖는 학습자들에게 제공된 피드백을 나타낸 것이며, (그림9)에서 설명한 방법과 같은 방법으로 학습 내용을 제공받게 된다. 결국 경로  $P_{12} - P_{23}$ 을 갖는 학습자에게 제공된 학습 내용과 경로  $P_{13} - P_{34}$ 의 패턴을 갖는 학습자들에게 제공된 학습 내용은 서로 다르게 된다.



(그림 10) 경로  $P_{13} - P_{34}$ 에 따른 피드백

### 3.3 학습 상황 피드백

학습자가 학습하면서 겪게되는 방향감 상실과 인지적 과부하를 해결하는 방법 중의 하나가 학습자의 현재 위치, 현재까지의 학습 활동 등을 제공해 주는 것이다. 학습 경로 제시를 통하여 방향감 상실과 인지적 과부하가 해결되면 웹 기반 교수 학습 환경에서 학습자의 학습 만족도가 향상되어 결국 학습 효과를 높일 수 있다[5].

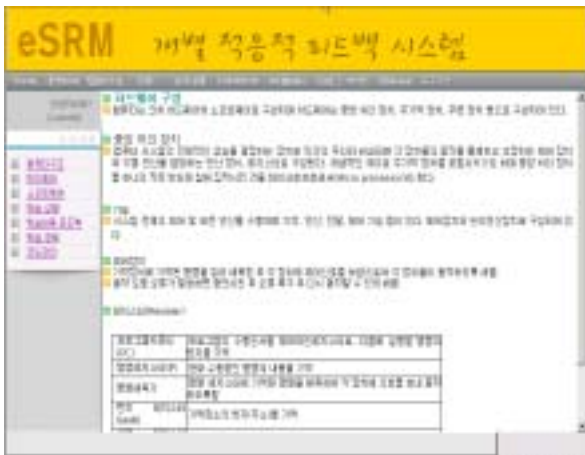
이를 해결하기 위한 대안 중의 하나가 학습자들의 현



제 위치, 학습 이력, 학습 과정에 있어서 가장 중점을 두고 학습 한 페이지. 다음에 향해할 페이지 등을 제공하는 것이 하나의 방법이다. 학습 과정 단계에서는 학습자들의 학습 이력, 현재 위치 등의 피드백을 제공해 줌으로써 탐색 과정에 있어서의 편리성을 제공하고 방향감 상실과 인지적 과부하를 해결하도록 하였다.

#### 4. 구현

학습자 개인의 학습 패턴에 맞는 학습 경로 및 학습 콘텐츠를 제공해 주기 위한 개별 적응적 피드백 시스템을 구현한 것이다. 학습 코스웨어는 위계적인 구조가 아닌 노트-링크 구조로 학습 내용 기반에 의하여 분류하여 설계하고 구축하였다. (그림 11)은 구축된 시스템을 나타낸 것이다.



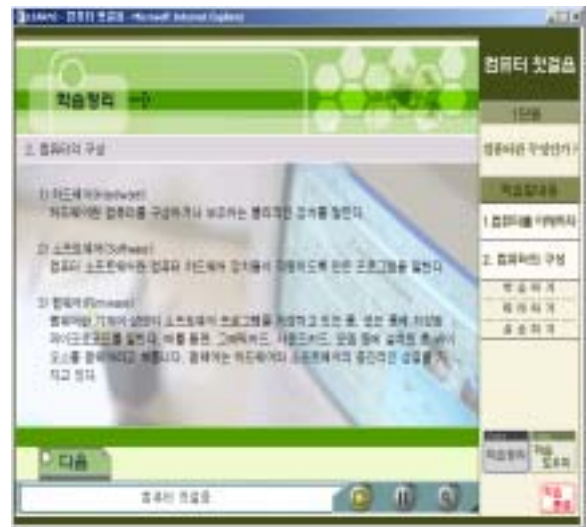
(그림 11) e-SRM 피드백 시스템의 구현

(그림 12)는 학습자들의 학습 패턴에 따라 학습 콘텐츠를 제공하여 위하여 구축된 것이다. 추천된 학습 콘텐츠는 앞에서 설명한 Apriori 알고리즘에 의해서 같은 학습 경로를 갖는 학습자들이 가장 선호한(지지도가 높은) 콘텐츠를 피드백을 제공하도록 구현하였다. 학습자들의 학습 과정에서 참고하기를 원하는 콘텐츠를 선택하는데 도움을 주기 위하여 제공된 사이트에 대한 간단한 소개와 운영자(기관) 및 인증기관을 함께 제공하고 있다. 콘텐츠는 지지도가 높은 순서대로 제공되며 선택에 대한 전적인 권한은 학습자에게 있다. 제공된 콘텐츠라 하더라도 학습자가 원하지 않으면 코스웨어에서 제공된 경로를 따라 학습하면 된다.



(그림 12) 학습자 특성에 따른 학습 콘텐츠 제공

(그림 13)은 현재 진행 중인 학습과 같은 내용을 제공하고 있는 사이트를 제공한 것이다. 제공된 페이지는 현재 진행 중인 학습자의 학습 패턴과 같은 학생들이 가장 선호한 학습 내용을 제공한 것을 나타낸 것이다.



(그림 13) 학습 패턴에 따른 학습 콘텐츠(보조)

(그림 14)는 학습 패턴이 유사한 학습자들이 학습하는 경로를 근거로 학습자 개인에게 다음에 학습할 경로를 제공하기 위한 것이다. 학습 경로는 앞에서 설명한 Apriori 알고리즘에 의해서 완성된 것이다.

(그림14)는 현재 진행 중인 단계에서 다음에 방문할 확률이 가장 높은 페이지를 예측한 것을 나타낸 것이다. 즉, 같은 경로를 갖는 학습자들이 가장 빈번하게 방문한 페이지(지지도가 가장 높은)를 분석한 결과는 mem\_concept.asp가 가장 높고 그 다음으로는 mem\_flash.asp, mem\_virtual.asp의 순으로 나타났다.

이와 같이 다음에 향해할 경로를 제공함으로써 학습자들에게 탐색을 편리성을 제공하고 가장 효율적인 시간을 들여 학습함으로써 학습자들의 학습 만족도를 높여 줄 것으로 기대된다.

(그림 15)는 학습자들이 학습하는 과정에서 겪게되는 인지적 과부하와 방향감 상실을 극복하는 데 도움을 주고자 학습자들의 현재 위치, 학습 상황들을 자세히 보여주기 위하여 구축된 것을 나타낸 것이다.

(그림 14) 학습 경로 제공 피드백

(그림 15) 학습 상황 피드백

## 5. 기대 효과 및 활용 방안

e-SRM 시스템은 학습자의 특성에 맞는 학습 콘텐츠를 피드백(제공)해 주고 학습 경로 및 학습 상황을 제공해 줌으로써 웹 기반 교육 환경에서 학습자들이 겪게되는 방향감 상실을 극복해줌으로써 학습 만족도를 향상

시킬 목적으로 개발되었다. 개발된 시스템은 다음과 같은 효과가 기대된다.

첫째, 학습자의 특성에 따른 즉각적인 학습 콘텐츠를 피드백 해줌으로써 학습 동기를 유발할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 학습자의 특성에 따른 학습 경로 및 학습 상황을 즉각적으로 피드백 해줌으로써 방향상실과 인지적 과부하를 극복하는데 도움을 줄 것으로 기대된다.

셋째, 학습자 특성에 맞는 최적의 학습 환경을 제공할 수 있는 기반을 조성할 수 있을 것으로 기대된다.

넷째, 웹 기반 학습 환경에서 학습자의 특성을 분석하기 기본 모델로써 활용될 것으로 기대된다.

다섯째, 웹 기반 학생 관계 관리(e-SRM) 시스템의 설계 및 구현의 기초가 될 것으로 기대 된다.

여섯째, 학습자의 특성에 맞게 적응적 수업 처방을 위한 방안을 모색하는 데 기초 정보를 제공할 것으로 기대된다.

일곱째, 개인차를 수용하기 위한 수업 처방에 대한 기초 모델이 될 것으로 기대된다.

여덟째, 학습자로부터 분석된 학습자의 학습 진도 분석, 학습 패턴 분석, 학습 참여도 분석, 등을 이용하면 학교현장에서 웹 기반 학습에서 학생들의 모든 수행 활동을 모니터링 할 수 있으므로 수행평가에 활용될 수 있다.

앞으로 웹 기반 교수-학습 과정에서의 보다 나은 개별 적응적인 피드백 제공을 위한 알고리즘 개발과 학습자 특성을 분석하는 과정에서 학습자 특성 변인 선정을 하는데 있어 더욱 깊이 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 강신천 (2002). 웹 기반 학습 환경에서 고객관계관리(CRM) 기법을 활용한 학습자 관계 관리(eSRM) 시스템의 설계와 개발. 교육공학연구, 18(1).
- [2] 강이철 (2001). 교육공학의 이론과 실제. 서울: 학지사.
- [3] 김영훈 (1994). 하이퍼미디어환경에서 단서제시와 선행학습정도가 학습경로패턴 및 학업성취도에 미치는 영향. 한양대학교 석사학위논문.
- [4] 김종달 (2000). 웹 로그에서 웹 방문 패턴을 이용한

사용자 웹 방문 패스 클러스터링. 포항공과대학교 석사학위논문.

- [5] 박주환 (2001). 학교 홈페이지 활성화를 위한 eSRM 모델의 설계. 한국컴퓨터교육학회/한국정보교육학회 하계학술대회논문집, 6(2).
- [6] 배영화 (2001). CRM 솔루션과 교육 서비스 산업으로써의 적용방안 연구. 홍익대학교 석사학위논문.
- [7] 백장현 (2003). 웹 기반 교육 환경에서 만족도 향상을 위한 개인화 시스템에 관한 연구. 컴퓨터교육학회 논문지, 6(4), 171-180.
- [8] 송현수 (2002). e-CRM 구축과 운용전략. 서울: 새로운 제안.
- [9] 안성훈 (2001). 교육용 웹 코스웨어 평가방법에 관한 연구. 한국교원대학교 박사학위논문.
- [10] Begoray, J. A. (1990). An introduction to hypermedia issues, systems and application area *International Journal of Man-Machine studies*, 33, 121-147
- [11] Grabinger, R. S. (1989). Screen layout design: Research into the overall appearance of the screen. *Computer in Human Behavior*, 5, 175-183.
- [12] Jonassen, D. H., & Grobowski, B. L. (1993). Hnadbook of individual Differences, Learning, and Instruction. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- [13] Misanchuk, E. R., & Schwier, R. A. (1992). Representing Interactive Multimedia and Hypermedia Audit Trails, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1, 355-372.
- [14] Ross, S. M., & Rakow, E. A. (1982). Adaptive instructional strategies for teaching rules in mathematics. *Education Communication and Technology Journal*, 30, 67-74.
- [15] Schwier, R. A. (1987). *Interactive video*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

## 백 장 현



1988년: 충남대학교  
공업화학교육과 졸업(교육학사)  
1999년: 한국교원대학교  
컴퓨터교육과 졸업(교육학 석사)  
2004년: 한국교원대학교  
컴퓨터교육과 졸업(교육학 박사)

관심분야 : 컴퓨터교육, e-learning, 웹 마이닝 등  
e-mail: Lousuk@chol.com

## 김 영 식



1982년: 서울대학교  
전기공학과(공학사)  
1987년: 노스캐롤라이나주립대학교  
전기 및 컴퓨터공학과(공학 석사)  
1993년: 노스캐롤라이나주립대학교  
전기 및 컴퓨터 공학과(공학 박사)  
1993~1994년: 한국전자통신연구소  
선임연구원

1995~1996년: 한국전자통신연구소 위촉연구원  
1996~1998년: 한국전자통신연구원 초빙연구원  
1994~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수  
관심분야: 컴퓨터교육, e-learning, 디지털 영상처리  
e-mail: kimys@cc.knue.ac.kr