

# XML 기반의 교육용 동적적응 하이퍼미디어 시스템 설계

백영태<sup>†</sup> · 이세훈<sup>††</sup>

## 요 약

이 논문에서 설계한 웹 기반 교육용 동적적응 하이퍼미디어 시스템에서는 영역 모델과 사용자 모델을 구조화하기 위해 XML을 기반으로 하는 마크업 언어를 정의한다. 이러한 마크업 언어는 웹 기반 교육용 적응형 하이퍼미디어 분야에서 자료를 구조화하기 위한 간단한 방법론을 가지고 쉽게 확장될 수 있고 저작될 수 있다. 또한 사용자의 브라우징 행위에 따라 자동적으로 하이퍼텍스트 네트워크를 재구성하는 학습 규칙을 제안하였다. 사용자 각각의 동적 이해 과정을 통해 하이퍼미디어 콘텐츠를 프리젠테이션 할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 사용자 프로파일은 사용자 모델 안에 포함되어 있고, 하이퍼미디어 콘텐츠인 영역 지식은 개념 기반의 영역 모델 형태로 설계되었으며, 제안된 학습 규칙에 따라 동적으로 재구조화가 이루어진다.

## Design of the XML Based Educational Adaptive Hypermedia System

Yeong-Tae Baek<sup>†</sup> · Se-Hoon Lee<sup>††</sup>

## ABSTRACT

The problems of developing web based adaptive hypermedia for education using XML are discussed in this paper. We define two different markup languages using XML. The one structures the domain model and the another describes the user model. These language can be easily extended and authored, with the result of obtaining a simple methodology for data structuring in the field of web based educational adaptive hypermedia. Also, We have suggested three learning rules that automatically restructures hypertext networks according to their user browsing behavior. The user profile is contained in a user model, while the knowledge about the domain can be represented in the form of a concept based domain model. Accordingly,

## 1. 서 론

WWW의 멀티미디어와 상호 작용 기술의 빠른 발전으로 인해 이러닝(e-Learning) 시스템들이 빠르게 성장하고 있다. 대부분의 이러한 시스템들은 정적 하이퍼미디어 페이지의 연결 망 이상의 것을

제공하지는 못하고 있다[1]. 전통적인 웹 기반 교육용 하이퍼미디어에서 의미하는 영역 지식은 단순히 대중적인 사용자를 대상으로 하여 최적화된 학습 순서만을 제공한다. 이는 학습 콘텐츠가 상호 작용적 요소와 사용자의 수준이나 특징적 요소들을 무시하고 일방적인 교육과 학습이 이루어진다는 것을 의미한다. 더욱이 정적 하이퍼미디어는 사용자가 언제 탐색 도구를 사용해야 하는지, 언제 학습 과정을 진행해야 하는지, 언제 설명을 요구해

<sup>†</sup> 정희원 : 김포대학 컴퓨터계열 조교수

<sup>††</sup> 정희원 : 인하공업전문대학 컴퓨터정보공학부 교수  
논문접수 : 2003.12.28, 심사완료 : 2004년 3월 15일

야 하는지 등에 관해 알아서 잘 결정할 수 있다고 가정하는 것이다[2,3,4]. 이것은 인터넷을 통해 하이퍼미디어를 접근하는 사용자에게 큰 문제일 수 있고 전문가의 도움을 받을 수 없다는 문제를 갖고 있다. 여러 시스템들에서 하이퍼텍스트 네트워크와 WWW을 브라우징하는데 사용자의 어려움을 해결하기 위한 방법들을 제안하고 있다. 즉 기본적인 네트워크 구조에 관해 사용자에게 정보를 제공하는데 시각화, 그래프맵, 안내 등의 방법을 이용한다[5,12].

기존의 동적 적용 하이퍼미디어 시스템 연구들이 웹을 HTML을 중심으로 하여 노드와 링크의 제시를 동적으로 하고 있으므로, HTML이 갖는 여러 가지 한계를 극복하기 위해 매우 복잡한 모듈들을 구현해야 했으며 유연성을 갖지 못했다. 이러한 HTML의 한계를 극복하기 위해 XML[11]이 발표되었으며, XML은 메타언어로서 원하는 마크업 언어를 쉽게 개발할 수 있다. 또한 콘텐츠와 프리젠테이션 정보를 분리하여 확장성과 유연성이 매우 뛰어나다[9,10].

이 논문에서는 영역 지식과 현재 사용자 모델의 구조적 서술을 이용하여 동적으로 콘텐츠 페이지를 생성하기 위한 웹 기반 교육용 동적 적용 하이퍼미디어의 공통적인 구조를 설계하고 XML을 이용하여 사용자 모델과 영역 지식 모델을 구조화한 마크업 언어를 개발하며, XSL[11]을 이용해 동적 프리젠테이션을 할 수 있도록 한다. 또한 개인화된 서비스를 위해, 콘텐츠의 동적 재구성을 위해 세가지의 학습 규칙 모델을 제안한다. 제안하는 규칙들은 사용자가 특정 하이퍼링크를 선택하는지에 따라 링크 사이에 연결 강도 값을 동적으로 변경할 수 있게 함으로써, 사용자에게 대한 적극적 서비스가 가능하도록 한다.

## 2. 관련 연구

이 장에서는 XML 마크업 언어를 기반으로 하는 교육용 동적 적용 하이퍼미디어 시스템에 대해 고찰한다.

웹 기반 적응적 하이퍼미디어 정보 시스템을 다루기 위한 PaKMaS(Passauer Knowledge Management System) 프로젝트에서 문서 형식

LMML(Learning Material Markup Language)가 개발되었다[6]. LMML은 LMML-구조와 LMML-콘텐츠의 두 가지 부분으로 구성되어 있다. LMML-구조는 코스웨어 콘텐츠를 기본 모듈과 섹션으로 보다 나누어질수 있는 여러 유닛으로 구조화하기 위해 사용되어진다. LMML-콘텐츠는 실제 콘텐츠 컴포넌트를 나타내기 위한 수단을 제공한다. 메타데이터 요소는 미리 정의된 속성을 이용해 LMML 문서로 통합될 수 있다. 따라서 메타데이터를 사용할 때의 오버헤드가 많지 않다. 그러나 새로운 메타데이터를 통합하기 위해서는 LMML DTD를 변경해야 한다. LMML은 코스를 통한 다른 루트의 정의를 할 수 없으며 사용자와 코스웨어 콘텐츠 사이에 모델링 의존성을 위한 수단을 제공하지 않는다.

TARGETEAM(Targeted Reuse and Generation of TEaching Materials) 프로젝트는 코스웨어 자료의 라이프사이클에 서로 다른 사용과정을 지원하는데 초점이 맞추어져 있다[7]. 코스웨어 문서를 위한 XML 기반 형식이 최근 TeachML이란 이름으로 개발되었다. 코스웨어 문서는 pool에 저장되어 지는데, pool에는 재사용 가능한 유닛과 모듈들이 포함되어 있다. 모듈은 텍스트 콘텐츠, 테이블, 링크, 이미지, 애니메이션 등을 포함하는 중첩된 issue 요소에 의해 구조화될 수 있다. TARGETEAM-TeachML은 저작자에게 서로 다른 루트를 생성하는 것을 허락하지 않는다. 여러 콘텐츠 요소들이 정의되어 있지만 교육적 방법에서 자료들을 구조화하는 방법이 없다. 공개적 질의가 왜 콘텐츠 요소를 위한 서브언어가 테이블(HTML), 링크(HTML, Xlink), 이미지 애니메이션(SMIL)을 위한 기존 구조를 재 정의하는 가이다. 먼저 HTML이나 TeX 출력을 위한 자바 기반 프로세서가 사용되었으며, XSLT와 CSS가 보다 개방적이고 적응적인 접근을 위해 사용되었다.

XAHM[8](XML Adaptive Hypermedia Model)은 하이퍼미디어의 논리적 구조를 서술하기 위한 그래프 기반 계층적 모델이며, 기초적 정보 프로그래밍인 페이지와 메타데이터 모두 동적 적용될 임시 페이지를 서술하기 위한 XML을 기반으로 하는 모델이다. 또한 하이퍼미디어 설계와 실행시간 지원을 하는 모듈화 아키텍처를 기술하였다. 또한

XAHM은 동적적용 과정동안 여러 가지 측면을 모델링하기 위한 다차원 접근 방법을 제안하였다.

### 3. 교육용 동적적용 하이퍼미디어 시스템 설계

#### 3.1 설계 개요

설계할 시스템은 두 가지 주요 목적을 갖고 있다. 첫째, 개별화된 하이퍼미디어를 생성하는데 사용자의 지식 레벨에 맞는 콘텐츠와 구조를 갖는다. 이는 영역 모델과 사용자 모델에 포함된 정보를 이용한다. 둘째, 일반적인 하이퍼미디어 구조를 이용하는데 영역 지식과 현재 사용자 모델의 구조화된 서술을 이용해 동적으로 페이지를 생성할 수 있다.

동적적용 하이퍼미디어 시스템 구조는 세 개의 주요 컴포넌트로 구성된다. 사용자의 지식을 표현하는 사용자모델, 주제와 관계성으로 구조화된 영역 지식 정보를 포함한 영역 모델, 영역과 사용자 모듈의 정보를 이용하여 동적으로 콘텐츠 페이지를 생성하는 동적 관리 모듈 등이다.

XML은 메타언어로서 이 연구의 목적을 위한 마크업 언어를 만들어 사용할 수 있다. XML은 보다 일반화된 특성을 갖은 SGML의 부분 집합이며 목적에 맞는 마크업언어를 개발하기 위한 표준이다. 예를 들어, 지식의 한 요소를 나타내기 위한 <TOPIC> 태그를 정의하여 사용할 수 있다.

동적적용 하이퍼미디어 시스템의 구현을 위해 두 개의 언어를 구현하였다. 영역모델마크업언어는 영역 지식의 일반적인 구조를 기술하기 위한 언어이다. 사용자모델 마크업언어는 사용자 모델 상태를 기술하기 위해 시스템에서 사용하는 언어이다. 특히 두 개의 서로 다른 DTD(Document Type Definition)를 정의했는데, 이는 위의 두 마크업 언어의 고정된 구조를 정의하기 위한 것이다.

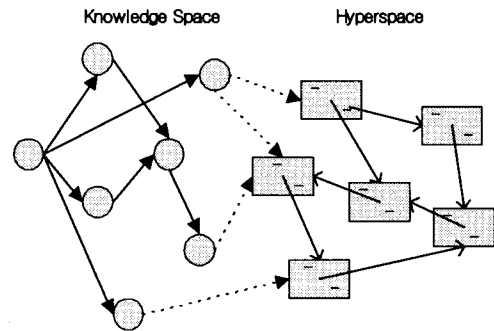
#### 3.2 영역 모델

동적으로 처리될 영역 지식은 주제로 구조화되어 있고, 각 주제는 페이지에 연결되어 있다. 각 주제는 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

- 제목
- 키워드의 집합, 개념(concept)이라 부른다.

- 조건적 관련성(relationship)의 집합
- 설명의 집합
- 예제와 연습 문제 등의 집합

영역 모델의 정보구조는 (그림 1)과 같이 개념 네트워크인 지식 공간(knowledge space)과 교육용 자료가 있는 하이퍼텍스트 페이지의 네트워크인 하이퍼스 공간(hyperspace)으로 두 개의 연결된 네트워크로 생각 할 수 있다. 따라서 동적적용 하이퍼미디어 시스템의 설계는 지식 구조, 하이퍼공간 구조, 지식공간과 하이퍼공간 연결 등 3 단계의 중요한 과정을 포함한다. 각 단계에서 동적적용 하이퍼미디어 시스템의 개발자는 아래에 기술된 몇 개의 방법들 중에서 선택할 수 있다.



(그림 1) 동적적용 하이퍼미디어 시스템에서 정보 공간의 구조

동적적용 하이퍼미디어 시스템을 개발하는데 있어서 지식기반 접근의 핵심은 일련의 작은 영역지식요소(domain knowledge elements)로 이루어진 영역 모델을 구성하는 것이다. 각 영역지식요소는 주어진 영역에서 기본적인 지식의 프래그먼트를 나타낸다. 영역지식요소의 개념은 다른 시스템에서 개념, 지식아이템, 지식요소, 학습객체, 학습결과 등으로 다르게 불릴 수 있다. 그러나 이러한 모든 것들은 영역 지식의 기본 프래그먼트를 나타낸다. 이 논문에서는 개념으로써 영역지식요소로 사용할 것이다. 이름이 다소 오해하기 쉬울지라도 현재 영역지식요소 이름이 가장 널리 사용된다. 응용 분야의 영역에 따라서 설계자는 개념 선택을 영역 지식에서 크게 또는 작게 표현할 수 있다. 일련의 영역 개념은 영역 모델을 형성한다. 즉, 일련의 독립된 개념은 영역 모델의 가장 단순한 형태이다. 내부 구조를 가지고 있지 않은 개념들의 집합을



용자는 네트워크를 탐색할 수 있도록 하기 위해 주어진 하이퍼텍스트 페이지로부터 링크 관계 강도를 할당할 필요가 있다. 그렇지 않으면 모든 연결은 동일한 연관성을 갖는 것으로 간주되며 사용자는 네트워크 내에서의 특정 위치를 선택적으로 탐색을 할 수 없게 된다. 이 모델에서 의도하는 대로 하이퍼텍스트 네트워크의 자동 재구성이 가능하도록 하기 위하여 하이퍼링크에 연결 가중치가 할당되도록 하였다. 이것은 실제로 존재하는 연결을 생성이나 삭제하지 않고 모듈화가 가능하도록 하며 연관성의 평가를 위하여 가중치를 사용한다.

다음은 영역모델 마크업언어의 DTD로서 영역모델 마크업언어의 태그에 대한 정의를 기술한 것이다.

- `<ADAT></ADAT>`는 적응적 하이퍼텍스트의 루트이다. `<ADAT>` 태그는 다른 `<TOPIC>` 태그들을 포함할 수 있다. `<ADAT>` 속성을 이용해 저작자는 또한 TITLE, AUTHOR 이름 등 하이퍼미디어의 속성들을 정의할 수 있다.

- `<TOPIC></TOPIC>`는 주제를 나타내는데, 속성 TITLE과 ID를 이용해 식별된다. 각 `<TOPIC>`은 서로 다른 관련성 태그(`<PARENT>`와 `<SUBTOPIC>`), 다른 조건적 요소(`<CONDITION>` 태그), 다른 `<CONCEPT>` 태그들을 포함할 수 있다.

- `<CONDITION></CONDITION>`은 어떤 링크를 따라가거나 어떤 설명을 주는데 필요한 요구 사항들을 정의한다. 중첩된 `<CONDITION>` 태그를 서로 다른 조건들 사이에 and를 이용해 사용할 수 있다. `<CONDITION>`태그에 연결된 속성 OR는 한 조건과 다음 조건 사이에 or를 이용해 가능하다. 중첩된 조건의 각 집합은 `<EXPLANATION>` 이나 관련성 태그를 포함한다.

- `<EXPLANATION></EXPLANATION>`은 주제의 실제 설명을 포함한다. `<EXPLANATION>` 태그는 HTML 태그들을 포함할 수 있다. 이러한 선택은 사용자에게 설명을 하는데 서로 다른 미디어를 사용하는 것을 가능하게 한다.

- `<CONCEPT></CONCEPT>`은 `<CONCEPT>`을 포함하는 `<TOPIC>` 태그에 연결된 키워드를 정의한다.

- `<EXAMPLE></EXAMPLE>`은 `<TOPIC>`의 예

제로 사용될 수 있는 특별한 `<TOPIC>`을 정의한다. `<EX-LINK>` 관련성이 `<TOPIC>`과 `<EXAMPLE>`을 링크한다.

- `<EXERCISE></EXERCISE>`는 연습 문제를 정의한다. `<EXERCISE>` 태그는 `<TEXT>`, `<SOLUTION>`, `<HELP>` 태그를 포함한다.

### 3.3 사용자 모델

일반적으로 사용자 모델은 사용자의 지식, 배경, 목표, 취향에 관한 정보를 유지하기 위한 구조이다 [13]. 사용자 모델을 구현하기 위한 여러 가지 접근 방법이 있으나 이 연구에서는 오버레이 모델과 스테레오타입 모델의 두 가지를 혼합한 접근 방식을 취한다. 또한 이 연구에서의 사용자 모델은 시스템에 의해 유지 관리되는 구조로서 사용자 개별의 학습 스타일과 개별화된 교육을 하기 위한 목적을 갖고 있다.

오버레이 모델은 각 주제의 사용자 지식 레벨에 측정치 값을 각 주제에 연결하여 구현하였다. 이 평가는 해당 주제를 읽는데 소요된 시간과 방문 횟수 등을 측정하였다. 사용자가 새로운 콘텐츠 페이지를 요구하게 되면, 그때마다 관련 값은 수정된다.

또한 이 논문에서는 사용자를 고급자, 중급자, 초보자 등의 세 가지의 스테레오타입으로 분류하였다. 이 평가에는 영역 모델의 전반적인 내용에 대한 사용자 능력의 일반적인 평가이다. 세 가지의 스테레오타입에 기반 한 스키마를 사용한 것은 다른 연구 논문들을 참조한 것이다. 이 논문의 시스템에서는 스테레오타입 스키마로서 정수 값의 집합으로 인식한다.

사용자 모델은 두 개의 DTD로 정의하였다. 첫 번째 것은 사용자 리스트의 정의와 관련 암호들을 정의한 것이다. 사용자 리스트에서 사용된 태그의 예는 다음과 같다.

```
<STUDENTS>
  <USER Name = "firstuser">
    <FIRST_NAME>first</FIRST_NAME>
    <LAST_NAME>user</LAST_NAME>
    <PASSWORD>mypasswd2</PASSWORD>
  </USER>
  <USER Name = "seconduser">
    <FIRST_NAME>second</FIRST_NAME>
    <LAST_NAME>user</LAST_NAME>
    <PASSWORD>passwd2</PASSWORD>
  </USER>
</STUDENTS>
```

다음으로 개별의 사용자 모델 파일을 기술하기 위한 사용자모델 마크업언어를 위한 구조를 정의하였다. 다음은 사용자모델 마크업언어의 DTD로서 사용자모델 마크업언어는 다음 태그들의 정의를 포함하는 것이다.

- <MODEL></MODEL>은 모든 방문한 주제들을 정의하는데 <VISIT> 태그와 <LEVEL> 태그를 이용해 기술한다.

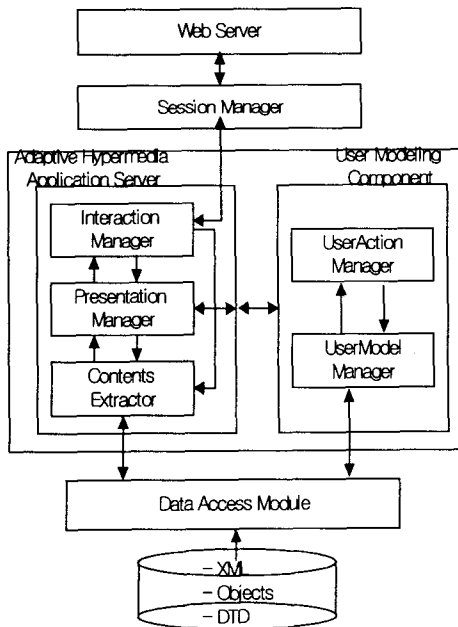
- <VISIT>는 방문한 주제를 나타내는데 사용된다. 요지는 TOPIC 속성을 이용해 기술된다.

- <LEVEL> </LEVEL>과 <LEVELT> </LEVELT>은 각각 DEGREE 속성을 이용해 일반적인 사용자 지식 레벨과 해당 주제의 특정 지식 레벨을 정의한다.

- <LAST>는 마지막 방문한 주제를 정의한다.

- <MUMVISIT></MUNVISIT>는 사용자가 해당 페이지를 방문한 횟수를 정의한다.

사용자 모델은 시스템에 의해 자동으로 생성되고 관리되며, SMML은 관련 정보를 저장하는데 시스템에 의해서만 사용된다.



(그림 4) 동적 적응 모델

### 3.4 동적적응 모델

동적적응 모델(Adaptation Model)은 영역 모델

과 사용자 모델을 기반으로 하여 동적적응 하이퍼미디어의 페이지들을 생성한다.

동적적응 모델의 일반적 구조는 (그림 4)와 같이 네 개의 주요 컴포넌트로 구성한다.

- 사용자 모델링 컴포넌트는 사용자 행위와 모델 관리자로 구분되며, 행동 관리자는 사용자의 행동을 해석해서 다른 모듈에 정보를 보낸다. 즉 사용자 모델 상태 변화를 모델 관리자에 보내고, 사용자의 페이지 요구를 동적적응 하이퍼미디어 서버에 보낸다. 모델 관리자는 사용자 모델을 수정하고 다른 모듈에게 관련 정보를 보낸다.

· 동적 적응 하이퍼미디어 서버는 3개의 관리자로 구분되며, 상호작용 관리자는 사용자의 요구와 상호작용에 기반해서 영역 모델로부터 주제를 검색한다. 프리젠테이션 관리자는 사용자에게 동적으로 영역 지식의 하이퍼미디어 페이지를 생성하기 위해 콘텐츠 추출자에게 요청하며, 동적 프리젠테이션을 한다. 특히 매번 조건을 찾아서, 프리젠테이션 관리자는 조건의 검사하기 위해 사용자 모델 상태를 사용자 모델 관리자에게 질의하고, 콘텐츠 추출자에 의해 제공된 사용자가 원하는 주제와 사용자의 지식 레벨에 기초하여 새로운 페이지를 생성한다.

동적 적응 하이퍼미디어 서버에서 사용자에게 동적적응으로 디스플레이 하기 위해 영역 모델과 사용자 모델에서의 XML을 XSL을 이용하여 HTML을 생성한다. XSL은 XML을 다른 어떠한 형태 즉, XML, WML, PDF, Text 등 다양한 형태로 변환 할 수 있다. 이 연구에서는 클라이언트의 웹 브라우저에 추가적인 어떤 작업도 없이 이용할 수 있도록 HTML로 변환한다. XSL은 크게 2 가지의 부분으로 구성된다. 하나는 XML문서의 변환을 위한 언어, 다른 하나는 포매팅 구문(formatting semantics)을 기술하기 위한 어휘로 이루어져있다. 변환을 위한 언어인 XSLT는 XPath와 함께 사용하여 XSL의 기본 골격을 구성한다. 이러한 기본 골격 위에 포매팅을 위한 어휘를 사용하여 XML문서를 표현하기도 하지만, 다른 형태의 문서를 생성하기도 한다. XSL은 규칙들을 표현하기 위해 템플릿 <xsl:template>, <xsl:apply-templates>와 패턴이 이용되며, 조건을 나타내기 위해 <xsl:if>, <xsl:choose>,

<xsl:when>, <xsl:otherwise> 등을 이용한다. 이러한 XSL은 현재는 처음 저작시에 모든 규칙을 분석하여 하드 코드해야 하지만, JESS(The Java Expert System Shell)[13]를 이용해 지식 베이스에 의해 동적으로 생성해 낼 수 있도록 하는 연구가 진행되고 있다. 다음은 XSL의 일부 예이다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<xsl:STYLESHEET version="1.0"
xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
  <xsl:output method="xml" version="1.0"
encoding="euc-kr"/>
  <xsl:template match="/">
    <xsl:element name="HTML">
      <xsl:element name="STYLE">
        <xsl:text>
          ...
        </xsl:text>
      </xsl:element>
      <xsl:element name="BODY">
        <xsl:apply-templates select="ADAT"/>
      </xsl:element>
    </xsl:template>
    <xsl:template name="TOPIC">
      <xsl:element name="DIV">
        <xsl:attribute name="CONCEPT">
          <xsl:text>LIST</xsl:text>
        </xsl:attribute>
      </xsl:element>
    </xsl:template>
  </xsl:stylesheet>
```

### 3.5 동적적용을 위한 재구성 학습 규칙

재구성을 위한 세 가지의 학습 규칙 모델은 사용빈도, 이행성, 대칭성 등의 세 가지이다. 이 규칙들은 사용자가 특정 연결을 선택하는지 여부에 따라 연결 강도를 부분적으로 변경할 수 있다.

사용자가 처음 로그인 했을 경우, 사용자에게 대한 정보가 부족하므로 협업 필터링 기법을 사용해 사용자 사이에 유사도를 계산하고, 유사한 사용자의 경로를 보다 강화한다[14]. 유사도는 메모리 기반 알고리즘을 이용하는데, 이는 추천 받을 사용자에게 대한 부분적 정보와 기존 사용자 데이터베이스로부터 계산된 가중치 집합에 기반하여 특정 사용자의 평가를 예측한다. 사용자  $i$ 의 항목  $j$ 에 대한 예측된 평가  $\hat{e}_{ij}$ 는 다른 사용자들의 평가에 대한 가중치 합이다. 가중치 함수는 상호관계성식이나 벡터유사성식의 결과이다[14].

Estimated evaluation :  $\hat{e}_{ij} = ef(s_i, e.)$

Estimated function :  $ef_i(s_i, e.) = \sum_{t=1}^n e_{jt} wf(s_i)(t \neq i)$

where,  $wf(s_i)$  : weight function

$e_{ij}$  : Evaluation by  $i^{th}$  user on  $j^{th}$  item

$e_{i.}$  : All evaluations by  $i^{th}$  user ( $= e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{im}$ )  
 $e_{.j}$  : All users' evaluations on  $j^{th}$  item  
( $= e_{1j}, e_{2j}, \dots, e_{2n}$ )

$S_{ab}$  : Degree of similarity of user a and user b

$s_{ab} = sf(e_{a.}, e_{b.})$

다음 두 가지 방법 즉 상호관계성식과 벡터유사성식이 두 사용자 사이에 유사성을 계산하는데 가장 널리 사용된다.

Correlation :

$$sf(e_{a.}, e_{b.}) = \frac{\sum_{i=1}^m (e_{a_i} - \bar{e}_{a.})(e_{b_i} - \bar{e}_{b.})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (e_{a_i} - \bar{e}_{a.})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m (e_{b_i} - \bar{e}_{b.})^2}}$$

Vector similarity :

$$sf(e_{a.}, e_{b.}) = |E_b - E_a|$$

where  $E_a = (e_{a_1}, e_{a_2}, \dots, e_{a_m})$  and

$$E_b = (e_{b_1}, e_{b_2}, \dots, e_{b_m})$$

사용빈도(frequency) 학습 규칙의 기능은 만약 두 개의 페이지가 시간적으로 연이어서 활성화되면, 두 페이지간의 연결 강도는 강화되어야 한다는 규칙이다. 이 강화 원칙은 자동화된 학습을 위한 많은 시스템과 모델의 핵심이다. 사용빈도 학습 규칙은 방문된 두 개의 하이퍼텍스트 페이지 사이의 강도를 강화하므로 주어진 연결이 사용되면 사용될수록 연결 강도가 높아진다.

*if user visit c2 after c1 then  
assign  $W(c1, c2)$  to a value*

이행성(transitivity) 학습 규칙은 방문된 연결을 실제로 강화하지 않고 네트워크에서 새로운 연결을 생성한다. 사용자가 개념  $c1$ 이라는 노드에서 개념  $c2$ 라는 노드로 향해하고 연속적으로  $c2$ 에서  $c3$ 라는 노드로 탐색할 때 이행성 학습 규칙은  $c1$ 과  $c3$  노드 사이의 연결을 강화한다. 그러므로 이행성 학습 규칙은 관련 있는 노드 사이에 링크를 놓음으로서 검색 경로를 짧게 만들어 효율성을 높여주는 것이다. 그러나 이행성이 새로운 연결을 도입할 때마다 이 연결은 만약 사용자가 새로운 연결이 유용하다고 판단하여 사용할 때만 성공한다고 할 수 있다. 다시 말해 이 규칙은 새로운 연결의 사용에 의한 사용빈도 학습 규칙을 적용 받게 되는 것이다. 그러나 사용자가 새로운 연결이 연관성이 없고 이 연결을 선택하지 않으면 이행성 학

습 규칙에 의해 할당된 초기의 작은 상태로 남아 있게 된다.

```

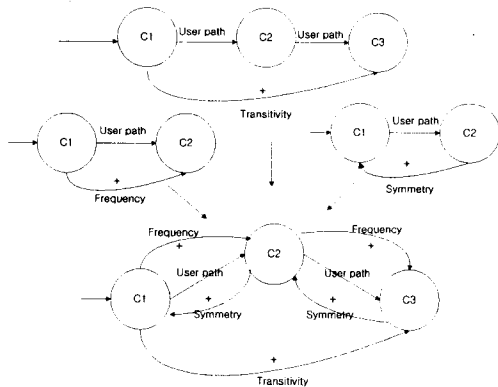
if user visit consequently c1, c2 and c3 then
{
    add link c1 to c3
    assign W(c1,c3) to a value
}
    
```

하이퍼텍스트 네트워크의 연결들은 방향성이 있으며 따라서 대칭적인 필요가 없다. 물론 어떤 하이퍼텍스트 페이지 c1 는 다른 하이퍼텍스트 페이지 c2를 참조하고 그 반대로도 참조하지만 위의 경우는 아니다. 그럼에도 불구하고, 하이퍼텍스트 네트워크는 연상 네트워크이기 때문에 대칭성 형태를 재 생성하는 것이 타당할 것이다. 대칭성 (symmetry) 학습 규칙은 C1 노드와 C2 노드 사이의 연결이 방문될 때마다 C2 노드로부터 C1 노드로의 모든 연결을 강화한다. 대칭성에 의하여 한번 강화된 연결은 사용자가 탐색 시 새로 형성된 연결을 방문하거나 방문하지 않을 수 있다. 만약 방문자가 그 연결을 선택한다면 사용빈도에 의하여 강화된다.

```

if user visit c2 after c1 then
    assign W(c2, c1) to a value
    
```

이 세 가지 학습 규칙은 브라우징 동안 병렬적으로 엄격히 부분적으로만 동작한다.



(그림 5) 학습 규칙 기능의 전체 모형도

네트워크 구조를 재구성함으로써 링크의 연결 강도를 내림차순으로 정렬하여 사용자에게 제시할 수 있다. 네트워크 내의 어떤 페이지도 가장 높은 연결 강도의 링크가 맨 위에 나타난다. 선택 항목을 정렬하여 제시하는 원리는 많은 장점을 가진다.

최소한 축적된 탐색 습관에 대한 한 번의 철저한 분석으로 하이퍼텍스트 링크의 정렬된 순서와 선택될 확률 사이의 강한 관련성을 찾을 수 있다. 만약 시스템 기능이 의도한 대로라고 가정한다면, 주어진 어떤 페이지로부터 적절한 연결은 가장 강한 연결 강도를 갖게 될 것이다. 그러므로 가장 강한 연결 강도를 갖은 링크가 선택될 확률이 가장 높기에 링크 목록의 상단에 나타난다. 이러한 링크 순서화는 선택 시간을 개선하고 인지적인 부하를 줄일 수 있어 효율적이다. 실세계의 하이퍼텍스트 시스템 연결 강도는 링크 컬러링, 폰트 크기 등 많은 다른 방법으로 보여질 수도 있지만 링크 순서화는 보다 더 효율적인 중요한 방법이다.

#### 4. 실험 및 고찰

이 논문에서의 동적적용 하이퍼미디어 시스템은 HTTP 기반의 클라이언트-서버 스키마를 사용하여 구현되었다. 실험에 사용된 구현 환경은 Linux, Apache-Tomcat, mySQL이다. 서버 어플리케이션은 자바 서블릿과 JSP로 개발되었으며 이전 장에서 기술한 것과 같이 자동적으로 개인화된 웹 페이지를 생성한다. 클라이언트는 웹 페이지를 디스플레이 할 수 있는 일반적인 웹 브라우저이다. 동적적용 하이퍼미디어 시스템에서 탐색을 하기 전에, 사용자는 사용자 이름과 암호를 입력하여야 한다. 서버는 사용자를 인식하며, 새로운 사용자일 경우 새로운 사용자 모델을 생성한다. 다음으로 사용자가 새로운 페이지를 요구할 때마다, 브라우저는 서버 측 응용에게 전달을 하고, 서버는 사용자 모델에 기반 해 동적으로 콘텐츠 페이지를 생성한다. 브라우저에서 생성되는 모든 이벤트를 서버 응용으로 전달하는 것은 자바애플릿이 담당하며 사용자 모델 상태를 변경한다.

실험은 대학의 컴퓨터공학전공 1학년 학생 40명을 대상으로 <표 1>과 같이 전체적으로 각각 20명씩 두 개의 그룹으로 별도의 실습실에서 분리 실험하였다. 콘텐츠는 자바 프로그래밍 언어에서 객체와 클래스 장을 선정하였으며, 동적적용 기능이 있는 것과 없는 것을 개발하였으며, 영역모델 마크업언어 태그를 이용해 직접 XML 에디터를 이용하여 개발하였다.



실험에 참가한 학생들은 C언어와 자바에 대한 사전 지식을 갖고 있으며, 실험은 5일 동안 하루에 3시간씩, 그룹별로 같은 실험실에서 진행이 되었으며, 실험 참가 학생들은 실험 후 테스트를 하여 상위 3명에서 상품을 주는 것으로 해, 적극적 참여를 유도하였다.

<표 1> 동적 적응 기능을 그룹별 할당표

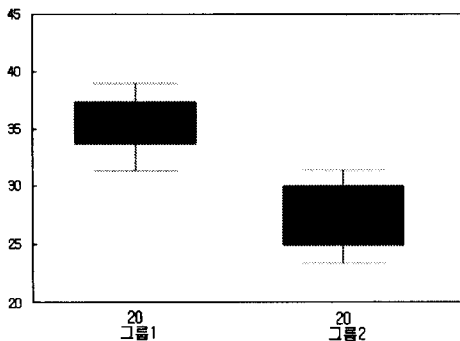
그룹1	그룹2
동적 적응 기능이 없는 하이퍼미디어 시스템 (링크수 20개)	동적 적응 기능이 있는 하이퍼미디어 시스템 (링크수 20개)

40명의 학생을 동적 적응 기능이 없는 시스템(NO\_ANS)을 이용하여 객체와 클래스를 실행한 그룹1과 동적 적응 기능이 있는 시스템(ANS)을 이용하여 객체와 클래스를 실행한 그룹2로 분리하여 학습목표를 얻을 때까지 탐색 한 횟수를 측정 한 결과를 요약하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 그룹1과 그룹2에 대한 탐색 횟수 통계량

	학생 수	최소 값	최대 값	합계	평균	중간 값	표준 편차	분산
그룹1	20	32	40	1424	35.60	35.0	2.27	5.17
그룹2	20	22	32	1078	26.95	28.0	2.75	7.59

그룹1의 평균은 35.60이고 그룹2의 평균은 24.30으로 조금의 차이가 있다. 두 그룹의 탐색 횟수를 상자 그림으로 표현하면 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 동적 적응 기능을 사용하지 않은 그룹1과 사용한 그룹2에 대한 탐색 횟수

즉, 동적 적응 하이퍼미디어 시스템을 사용한 그룹이 동적 적응 하이퍼미디어 시스템을 사용하지 않은 그룹과 비교하면 탐색 횟수에서 26.4% 정도

감소함을 알 수 있다.

## 5. 결 론

이 논문에서는 사용자의 지식 상태에 따라 동적으로 영역 지식을 제시하는 웹 기반의 교육용 동적 적응 하이퍼미디어 시스템을 설계하였다. 시스템은 크게 사용자 모델, 영역 모델, 동적 적응 모델로 구성하였다. 또한 복잡한 지식 구조를 기술할 수 있는 XML을 이용한 두 개의 새로운 마크업 언어를 개발하였다. 이러한 마크업 언어는 사용자 모델과 영역 모델의 구조화를 위한 DTD를 포함하고 있으며, XSL을 이용해 적응형 하이퍼미디어에서 동적 프리젠테이션을 할 수 있음을 보였다. 또한 사용자에 따른 하이퍼미디어의 동적 재구성을 위한 세 가지의 학습 규칙 즉, 사용빈도, 이행성, 대칭성 모델을 제안하였다.

실험을 위해 이 시스템을 이용하여 자바 프로그래밍 언어를 교육하는 코스웨어를 개발하여 평가하였다. 실험 결과 동적 적응 하이퍼미디어 시스템을 가지고 학습한 학생들이 그렇지 않은 학생들보다 원하는 노드에 접근하는데 노력을 줄일 수 있는 것을 알 수 있었다.

향후 연구는 동적 적응을 위한 확률적 분석 기법과 데이터 마이닝 기법의 도입이다.

## 참고문헌

- [1] P. Brusilovsky, E.Schwarz, and G.Weber, Electronic textbooks on WWW: from static hypertext to interactive and adaptivity, In Web Based Instruction, B.H. Khan(ed) Educational Technology Publications, 1997.
- [2] P. Brusilovsky, "Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia." User Modeling and User-Adapted Interaction, 6, 1996.
- [3] P. Brusilovsky, "Adaptive hypermedia." User Modeling and User Adapted Interaction, 11 (1/2), 2001.
- [4] J. Eklund and P. Brusilovsky, "The value of adaptivity in hypermedia learning environments: A short review of empirical evidence." ACM International Hypertext Conference Hypertext'98,

Pittsburgh, PA, June 20, 1998.

- [5] D.P. Silva, R. V. Durm, E. Duval, and H. Olivie, "Concepts & documents for adaptive educational hypermedia: A model & a prototype." Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext & hypermedia, HYPERTEXT'98 Pittsburgh, USA, June 1998.
- [6] LMML, <http://www.lmml.de/>
- [7] TeachML, <http://www11.in.tum.de/forschung/projekte/targeteam/index.html.en>
- [8] M. Cannataro and A. Pugliese, "XAHM: an XML-based Adaptive Hypermedia Model and its Implementation," Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia in Twelfth ACM Conference on Hypertext'01, ACM, August, 2001
- [9] M.E.Bonfigli, G.Casadei, and P.Salomoni, "Adaptive Intelligent Hypermedia in Engineering Education", Proceedings of ICSEE/Western MultiConference on Computer Simulation, 2000.
- [10] C. C. Machado, G.L. Federizzi and P.B.Menezes, "Flexibility And Adequacy Of The Output's Layout of the Content Displayed In The Hyper-automation System" International Conference on Internet Computing, Vol.2, 2001.
- [11] K. Cagle, etc., PROFESSIONAL XSL, Wrox Press Ltd., 2001.
- [12] A. Kobsa, <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/>
- [13] E. J. Friedman-Hill, Jess, The Java Expert System Shell, <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess>, 2001.
- [14] 이용준, 스테레오타입 기반의 협업여과추천시스템, 인하대학교 전자계산공학과 공학박사논문, 2004.2



## 백영태

1989 인하대학교  
전자계산학과(이학사)  
1990 인하대학교  
전자계산학과(공학석사)

2002 인하대학교 전자계산공학과(공학박사)  
1993~1998 대상정보기술주식회사 정보통신연구소  
선임연구원  
1998~현재 김포대학 컴퓨터계열 조교수  
관심분야: 하이퍼미디어시스템, 컴퓨터교육, 멀티  
미디어교육, 콘텐츠개발  
E-Mail: [hannae@kimpo.ac.kr](mailto:hannae@kimpo.ac.kr)



## 이세훈

1985 인하대학교  
전자계산학과(이학사)  
1987 인하대학교  
전자계산학과(이학석사)

1996 인하대학교 전자계산공학과(공학박사)  
1987~1990 해병대 분석 장교  
1990~1993 (주)비트컴퓨터 기술연구소  
선임연구원  
2001~2002 미국 뉴저지공과대학(NJIT) 교환교수  
1993~현재 인하공업전문대학 컴퓨터정보공학부  
교수  
관심분야: 하이퍼미디어시스템, 컴퓨터교육, 소프  
트웨어공학, 분산객체컴퓨팅, XML/JAVA  
E-Mail: [seihoon@inhac.ac.kr](mailto:seihoon@inhac.ac.kr)