

# 온톨로지 기반 웹 항해 안내 시스템

정효숙<sup>†</sup> · 김희진<sup>††</sup> · 민경실<sup>†††</sup> · 박성빈<sup>††††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 온톨로지를 기반으로 사용자에게 의미적으로 관련된 링크를 자동적으로 제공하는 웹 항해 안내 시스템을 제안한다. 본 시스템은 각각의 웹 페이지를 온톨로지에 존재하는 특정 개념과 관련시키고, 온톨로지에 정의된 개념들 간의 관계를 고려하여 웹 페이지들 간의 새로운 링크를 생성한다. 본 시스템은 온톨로지를 기반으로 의미적 링크를 제공함으로써 웹 항해 안내를 향상시키는데 초점을 두고 있다. 본 논문에서 제안한 시스템을 이용하여 초등학교 5학년 학생들에게 웹 페이지를 탐색하면서 과제를 수행하는 실험을 한 결과 실험 집단에 속한 학생들의 방향 상실 정도, 웹 페이지의 재 방문율, 그리고 과제 수행에 소비된 시간이 통제 집단에 속한 학생들의 경우보다 작았고 과제 수행율은 실험 집단의 학생들이 통제 집단의 학생들보다 높았다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 웹 기반 교육에서 중요한 항해 가능한 웹 사이트를 설계하는 데 도움이 되리라 기대된다.

주제어 : 시맨틱 웹, 온톨로지, 항해성

## The Ontology-based Web Navigation Guidance System

Hyosook Jung<sup>†</sup> · Heejin Kim<sup>††</sup> · Kyungsil Min<sup>†††</sup> · Seongbin Park<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose a Web navigation guidance system which automatically provides a user with semantically related links based on an ontology. The system associates each web page to a concept in the ontology and creates new links between web pages by considering relationships of the concepts defined in the ontology. It focuses on enhancing web navigation by offering semantic links based on an ontology. We experimented the proposed system with 5th grade students who were performing tasks by searching Web pages and found that the degree of disorientation, the ratio of revisits for Web pages, and time spent for completing tasks for students in the experimental group were smaller than those for students in the control group. In addition, the task performance ratio for students in the experimental group were higher than that for students in the control group. It is expected that the proposed system can help design a navigable web site that is important in Web-based education.

Keywords : Semantic Web, Ontology, Navigability

---

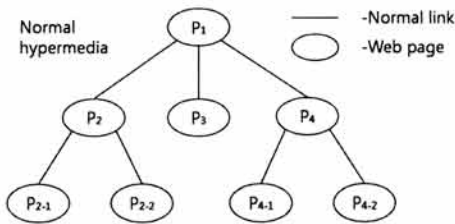
† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
 †† 정회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
 ††† 준회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 학부과정  
 †††† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수(교실기획)  
 논문접수: 2009년 7월 20일, 심사완료: 2009년 8월 17일

# 1. 서 론

하이퍼링크는 일반적으로 관련된 자원들을 연결시키기 위해서 하이퍼미디어 저작자가 생성한다. 그러나 하이퍼미디어 사용자들은 이러한 자원들 간의 관계를 명확히 알 수 없기 때문에 원하는 정보를 찾아내는데 종종 어려움을 느끼게 된다. 특히, 웹과 같이 복잡하고 거대한 공간에서 정보를 탐색할 때, 사람들은 방향 상실감을 느끼게 된다[1]. 이러한 방향 상실감에 빠진 사용자들은 자신이 현재 어떤 위치에 있는지, 어떻게 지금의 위치에 이르게 되었는지, 앞으로 어디로 가야 하는지 등에 대한 질문에 직면하게 된다[2].

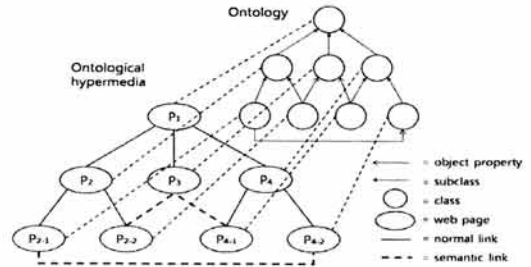
본 논문에서 제안한 시스템은 온톨로지를 이용하여 복잡한 하이퍼공간에서 정보를 탐색하는 사용자를 돕고자 한다. 즉, 온톨로지에 정의된 개념과 개념 간의 관계를 이용하여 웹 자원 및 자원 간의 관계를 표현한다. 온톨로지에 정의된 관계를 기반으로 웹 문서들을 연결시킴으로써 의미적 링크들을 생성하게 된다. 이러한 의미적 링크들은 하이퍼미디어 시스템의 사용자들이 보다 쉽고 편리하게 웹 탐색을 할 수 있도록 안내하는 기능을 수행하게 된다.

<그림 1>은 일반적인 하이퍼미디어에 존재하는 웹 페이지들 간의 링크들을 표현하고 있다.



<그림 1> 일반적 하이퍼미디어

<그림 2>는 온톨로지에 정의된 개념 및 개념 간의 관계를 기반으로 생성된 온톨로지컬 하이퍼미디어에 존재하는 링크를 나타낸다. 또한 일반적인 웹 페이지들 간의 링크뿐만 아니라, 새롭게 생성된 의미적 링크도 포함하고 있다.



<그림 2> 온톨로지컬 하이퍼미디어

# 2. 관련 연구

## 2.1 하이퍼미디어 향해

사용자는 웹상에서의 자신의 항해 경로를 자율적으로 선택하고 결정할 수 있기 때문에 개인적인 필요에 따라 적합한 정보들을 탐색할 수 있다. 그러나 이러한 의사 결정은 사용자에게 추가적인 인지적 능력을 요구하며 복잡한 하이퍼공간을 탐색하는 동안 자신의 현재 위치를 잃는 방향 상실감을 겪게 된다[3]. 특히, 웹 문서의 구조가 논리적으로 조직되어 있지 않은 웹 사이트에서 사용자들은 쉽게 방향을 상실하게 된다[4].

특히, 교육적 하이퍼미디어에서 학습하는 학생들은 효과적인 학습 및 정보검색 기능의 향상을 위해서 특별한 인지적 전략을 선택한다. 여기서 검색 기능이란 어떻게 학습 내용을 항해할 것인가를 결정하기 위해서 학생들이 선택하는 복잡한 행동들의 집합을 말한다. 그러나 이러한 기능의 요구 때문에 학생들은 인지적 과부하를 겪거나 방향 상실감을 인식하게 된다. Chiazzese 등은 교육적 하이퍼미디어에서 학습자들이 학습 내용을 항해하는 동안 효율적으로 검색할 수 있도록 인지적 사고와 인지적 전략을 사용하도록 고무시키는 시스템을 제안하였다[5].

하이퍼미디어 시스템은 사용자가 여러 정보를 자유로이 탐색하면서 사용자 나름의 이해 구조를 생성할 수 있도록 한다. 사용자들은 보다 폭넓고 유연성 있는 사고를 할 수 있지만, 하이퍼미디어의 설계가 구조적이지 못할 경우 인지적 과부하나 방향 상실을 유발하게 된다. Otter와 Johnson은 사람들이 하이퍼미디어를 항해할 때, 어떻게

방향을 상실하게 되는지를 측정하기 위한 두 가지 측정기준을 제안하였다. 하나는 하이퍼링크의 다양한 형태가 미치는 효과를 측정하였고, 다른 하나는 방향 상실의 상황에서 사용자의 정신적 모델과 기억력의 정확성을 측정하였다[6].

항해성은 웹 사이트를 구조적으로 설계하는데 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나이다. 웹 사이트의 구조적 복잡성은 웹 사이트에 존재하는 페이지들 간의 관계로부터 나타난다. 웹 페이지들이 복잡하게 연결될수록, 사용자가 방향 상실에 빠질 가능성은 더욱 증가하게 된다. Zhang 등은 특정 웹 사이트의 항해성을 측정하기 위해서 웹 사이트의 구조적 복잡성을 판단하는 다섯 가지 측정기준을 제안하였다. 각각의 측정 기준은 홈 페이지에서부터 각 페이지로 가는 최단 경로들의 총 개수로 정의된다. 구조적 복잡성은 웹 사이트를 그래프 모델의 구조로 표현하여 측정한다. 이러한 측정 기준들은 웹 사이트의 항해성을 측정하는데 사용될 수 있으며, 큰 규모의 웹 사이트의 항해성을 자동으로 측정함으로써 웹 사이트의 평가 도구로 사용될 수 있다[7].

Aaronson은 하이퍼미디어의 효율성을 측정하는 수치화된 유기적 구조의 지표를 제안하였다. 이 지표는 하이퍼미디어가 얼마나 유기적으로 잘 구조화 되어 있는가 혹은 얼마나 항해하기 쉬운가를 평가하며, 웹 페이지에 대한 사용자의 요구, 웹 페이지들 간의 관련성, 사용자가 하이퍼미디어의 경로를 따라 항해할 확률 등을 기반으로 측정된다. 다음의 공식에 따라 유기적 구조의 지표가 계산된다.

$$\Psi = \sum_{P_a, P_b \in P, P_a \neq P_b} d_{P_a} d_{P_b} \alpha^{r_{P_a, P_b} + Y_{P_a, P_b} - 2}$$

$d_{P_a}$ 는 하이퍼미디어의 설계자가 임의의 웹 페이지  $P_b$ 를 얼마나 중요하다고 생각하는가를 나타내며,  $\alpha$ 는 하이퍼미디어의 경로를 따라 항해할 확률을 말한다.  $r_{P_a, P_b}$ 는  $P_a$ 부터  $P_b$ 까지의 실제 최단 거리 경로의 길이를 나타내고  $Y_{P_a, P_b}$ 는  $P_a$ 부터  $P_b$ 까지 가상 최단거리 경로의 길이를 나타낸다.

실제 하이퍼미디어를 대상으로 실험한 결과, 해당 지표가 증가할수록 정보를 찾기 위해서 접속한 웹 페이지의 수는 감소하고, 정보를 찾아내는

속도는 빨라졌다. 따라서 이 지표는 하이퍼미디어의 유기적 구조의 효율성을 최대화시키기 위해서 링크를 재배열할 때 사용될 수 있다[8].

Gwizdka와 Spence는 웹을 항해하는 동안 사용자의 방향 상실감과 과제 수행력을 예측할 수 있는 측정 기준을 제안하였다. 접속된 웹 페이지 수를 이용하여 재 방문율이나 방향 상실 정도를 측정하고, 웹 항해 그래프의 통계적 특징을 이용하여 조밀성, 계층성, 최적 경로와의 유사성 등을 측정한다. 이러한 측정 기준은 웹 사이트 설계의 문제점을 확인하고, 사용자의 웹 항해의 문제점을 진단하는데 사용될 수 있다[9].

Zhou 등은 MNav라고 부르는 항해성 측정 기준을 제안하였다. MNav는 임의의 웹 사이트의 웹 페이지들이 구조적으로 조직되어 있는가와 브라우저가 항해 지원 기능을 제공하는가를 고려한다. 특히, 사용자의 전형적인 탐색 행동 특징을 반영하고 있기 때문에 사용자 중심의 항해성 측정 기준이라 볼 수 있다. 또한, 사용자의 다양한 탐색 행동 패턴을 고려하여 측정 기준의 파라미터가 변경될 수도 있다[10].

하이퍼미디어의 속성들을 확인하기 위해서 다양한 항해성 측정 기준들이 제안되고 있다. 계층성은 하이퍼텍스트가 얼마나 선형적 구조로 조직되어 있는가를 나타낸다. 계층성이 높으면 하이퍼미디어의 하이퍼링크 구조가 선형적임을 의미하며 계층성이 낮으면 하이퍼링크 구조가 순환적임을 의미한다. 높은 선형적 구조를 갖는 웹 사이트를 탐색할 때, 지루함을 느끼게 된다[11].

Smith [14]는 하이퍼미디어 시스템을 사용하는 동안 사용자의 방향 상실 정도, 항해 효율성 및 자신감에 대한 척도 및 평점 등에 대한 여러 가지 측정 기준을 제시하였다. 특히, 방향 상실 정도는 사용자의 항해 경로를 통해 측정된다. 방향 상실을 측정하는 두 가지 척도 중 하나는 검색하는 동안 접근한 전체 노드의 개수(S)에 대한 검색하는 동안 접근한 노드들 중 같지 않은 노드들의 개수(N)로 나타낸다. N/S의 값이 0에 가까울수록 사용자가 방향을 상실했음을 의미하고, N/S이 1에 가까울수록 방향을 상실하지 않았음을 의미한다. 또 다른 척도는 주어진 작업을 완성하기 위해 요구되는 노드 수(R)와 검색하는 동안 접근한

노드 중 목적에서 벗어난 노드의 수(N)를 비교한 것이다. R/N이 0에 가까운 경우, 사용자가 점차 방향을 상실해가고 있음을 나타내며, 1에 가까운 경우, 사용자가 방향을 상실하지 않고 있음을 나타낸다.

또한 Smith는 사용자가 완벽한 검색을 수행하였는가를 비교하기 위해서 방향 상실 정도에 대한 평점(L)을 측정하였다. 완벽한 검색이란 사용자가 접근한 노드가 과제를 수행하기 위해서 반드시 접근해야하는 노드와 일치하는 것을 말한다. 이는 N/S의 값이 1이고 R/N의 값이 1임을 의미하며 N/S와 R/N을 좌표로 하는 2차원 공간에서 (1,1)로 표현된다. 방향 상실의 정도는 피타고라스 정리를 이용하여, 두 지점간의 거리 즉, 사용자의 검색이 완벽한 검색으로부터 얼마나 떨어져 있는가를 측정하여 계산된다. 방향 상실의 평점이 0이면 완벽한 검색이라 볼 수 있다.

$$L = \sqrt{(N/S - 1)^2 + (R/N - 1)^2}$$

## 2.2 온톨로지

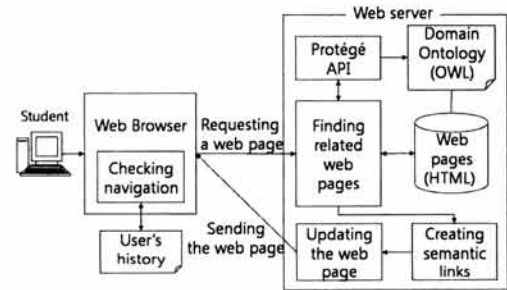
온톨로이란 개념화에 대한 명시적 기술로써, 컴퓨터 과학에서 온톨로지는 특정한 영역에 속하는 지식을 모델화하기 위한 대표적인 기본 어휘들의 집합으로 정의된다. 데이터베이스에서 온톨로지는 계층형 모델이나 관계형 모델처럼, 데이터 모델들의 추상화 수준으로 보여질 수 있다[12].

Woukeu 등[13]은 기존의 웹 자원들 간의 의미적 링크를 제공하는 웹 기반 교육 포털 시스템을 개발하기 위해서 온톨로지와 하이퍼미디어를 결합한 온톨로지컬 하이퍼미디어를 이용한다. 이는 지식의 공유, 재사용, 및 강화된 연결을 위한 추론 등을 목적으로 개발되었다. 온톨로지컬 하이퍼미디어는 하이퍼미디어 시스템에서 사용자의 웹 항해 능력을 향상시키기 위한 지식의 개념적 모델로써 온톨로지를 사용한다. 전통적인 링크뿐만 아니라 개념적인 링크를 생성하기 위해서, 웹 자원들은 온톨로지에 정의된 개념 및 개념 간의 관계를 이용하여 표현된다. 이렇게 생성된 하이퍼미디어는 사용자에게 보다 유용하며, 쿼리를 이용한 추론도 가능하다.

Ontoportals은 웹 기반 교육 포털 시스템을 생성하는 온톨로지컬 하이퍼미디어 프레임워크로써, 온톨로지, 지식의 개념 모델, 의미적 링크를 제공하는 하이퍼미디어들이 통합된 형태라 볼 수 있다. TPortal은 Ontoportals의 한 연구 사례로써, 자바 프로그래밍 과정을 가르치는 강의자가 필요한 학습 자원을 찾으려 하는 시스템이다. 또 다른 연구 사례로 제시된 Xportal은 XML 및 이와 관련된 웹 기술을 배우는 대학생들을 돕는 시스템이다. 온톨로지컬 하이퍼미디어를 사용함으로써 기존의 자원을 효과적으로 탐색할 수 있는 방법을 제공하는 교육적 웹 포털을 생성할 수 있었다[13].

## 3. 시스템

<그림 3>은 본 논문에서 제안한 시스템의 구조를 나타낸다.



<그림 3> 시스템 구조

학생들이 웹 브라우저를 통해 웹 항해를 하는 동안, 웹 브라우저는 학생들의 방향 상실 정도를 측정하기 위해서 학생들의 웹 항해 기록을 저장한다. 즉, 한 세션에서 학생들이 탐색한 웹 페이지의 총 개수, 중복 방문을 제외한 웹 페이지의 개수, 최적 경로에 있는 웹 페이지들 중에서 방문한 웹 페이지의 총 개수, 각 웹 페이지에서 소비한 시간, 각 과제를 해결하는데 소비한 시간 등의 데이터를 파일로 저장한다.

웹 서버는 특정 영역에 대한 개념 및 개념 간의 관계를 OWL로 표현한 도메인 온톨로지와 웹 페이지로 작성된 학습 내용을 저장하고 있다. 각 웹 페이지는 HTML로 작성되었으며 도메인 온톨로지에 정의된 특정 개념과 연관되어 있다. 웹 서버는 학습자가 웹 페이지를 요청하였을 때, 그 웹

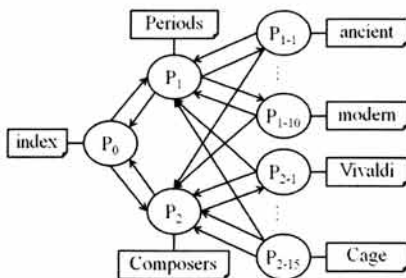
페이지와 의미적으로 관련되어 있는 또 다른 웹 페이지로 이동할 수 있는 의미적 링크들을 생성한다. 이때, 웹 서버는 Protégé API[15]를 이용하여 도메인 온톨로지에 정의된 개념간의 관계들로부터 웹 페이지들 간의 의미적 링크를 추론하여 이를 요청된 문서에 삽입시킨다. 이는 웹 페이지의 내용 자체를 변경하는 것이 아니라, 의미적 링크들을 추가시켜 학습자에게 제시하려는 것이다.

### 4. 실험

#### 4.1 실험 내용

초등학교 5학년 학생 14명을 대상으로 본 논문에서 제안한 시스템에 대한 실험을 실시하였다. 학생들을 균일한 두 집단으로 분류하기 위해서 문제 해결 능력을 측정하는 사전 테스트를 실시하였다. 실험 집단은 온톨로지 기반의 웹 페이지를 탐색하면서 과제를 수행하고 통제 집단은 일반 웹 페이지를 탐색하면서 과제를 수행한다. 학생들은 웹 페이지들을 탐색하는 동안 특정 정보를 찾아야 하며, 웹 브라우저는 각 학생들의 항해 기록을 파일로 저장한다.

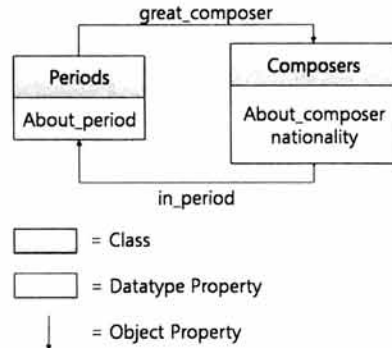
웹 사이트에서 제공하는 콘텐츠는 서양 음악사로서, 고대부터 현대까지의 시대별 특징 및 비발디부터 케이지까지 작곡가별 특징에 대한 내용으로 구성되어 있다. <그림 4>는 웹 사이트에서 제공하는 웹 페이지 및 웹 페이지들의 링크 관계를 보여준다.



<그림 4> 제한한 시스템의 구성 자원

<그림 5>는 서양 음악사의 시대별 및 작곡가별 특징에 대한 개념 및 개념 간의 관계를 정의한 온톨로지를 나타낸다. 온톨로지는 두 개의 클

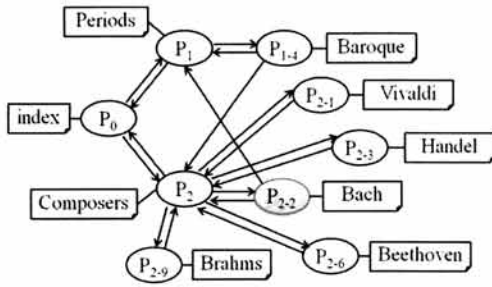
래스와 다섯 개의 속성으로 구성되어 있다.



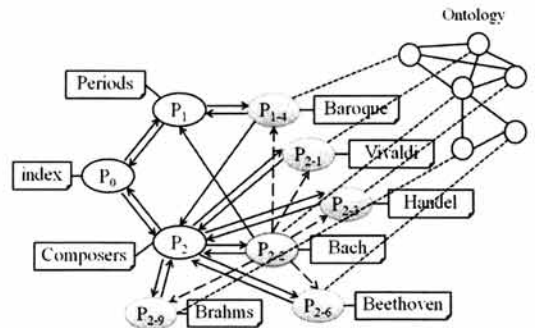
<그림 5 > 온톨로지 구성도

Periods 클래스는 음악적 시기를 나타내고, Composers 클래스는 작곡가를 나타낸다. 데이터타입 속성 about\_period는 음악의 시대별 특징에 대한 정보를 제공한다. 데이터타입 속성 about\_composer는 작곡가의 음악적 특징에 대한 정보를, 데이터타입 속성 nationality는 작곡가의 국적에 대한 정보를 제공한다. great\_composer는 Periods와 Composers 클래스를 관련시키는 오브젝트 속성으로써, 특정 시기에 활동한 작곡가에 대한 설명을 제공한다. in\_period 또한 Composers와 Periods 클래스를 관련시키는 오브젝트 속성으로써, 특정 작곡가가 어떤 시기에 활동했는지에 대한 정보를 제공한다.

<그림 6>은 온톨로지를 사용하지 않는 일반 웹 페이지들 및 이들 간의 링크 관계를 표현하고 있다. 즉, 웹 서버는 저작자가 설계한 전통적인 링크만 포함시킨 웹 페이지들을 제공하기 때문에, 학습자가 요청한 페이지와 의미적으로 관련된 페이지들이 존재할 때 하더라도 학습자는 그 페이지로 직접 이동할 수 없다. 예를 들어, 바흐의 음악적 특징에 대한 정보를 읽고 있는 학습자가 존재한다고 가정할 때, 비록 바흐와 동시대에 활동했던 다른 작곡가를 소개하는 웹 페이지나, 바흐가 활동했던 시기의 음악적 특징을 소개하는 웹 페이지가 존재하더라도, 학습자는 이러한 사실을 알 수 없으며 관련 페이지로 바로 이동할 수도 없다.



<그림 6> 자원간의 연결



<그림 8> 시맨틱 링크

<그림 7>은 학습자가 일반 웹 페이지를 방문했을 때, 학습자에게 보이는 화면을 나타낸다.



<그림 7> 일반 링크가 포함된 웹 페이지

<그림 9>는 학습자가 온톨로지 기반 시스템이 제공하는 웹 페이지를 방문했을 때, 학습자에게 보이는 화면을 나타낸다. 일반 웹 페이지와 달리, 웹 페이지의 상단에 의미적 링크가 추가되어 있음을 확인할 수 있다.



<그림 9> 시맨틱 링크가 포함된 웹 페이지

<그림 8>은 온톨로지에 정의된 개념 및 개념 간의 관계를 이용하여 구성된 웹 페이지들 및 이들 간의 링크 관계를 표현하고 있다. 온톨로지를 적용시킴으로써 전통적인 링크뿐만 아니라, 의미적 링크도 제공함을 나타내고 있다. 의미적 링크란 저작자가 미리 설계한 링크는 아니지만, 의미적으로 연관된 페이지로 이동할 수 있는 새로운 링크를 의미한다. 예를 들어, 학습자가 바흐의 음악적 특징에 대한 정보를 읽고 있을 때, 바흐와 동시대에 활동했던 다른 작곡가를 소개하는 웹 페이지, 바흐가 활동했던 시기의 음악적 특징을 소개하는 웹 페이지, 바흐와 국적이 같은 작곡가를 소개하는 웹 페이지 등으로 이동할 수 있는 링크가 생성된다. 학습자는 추가적인 웹 탐색 없이도 의미적으로 관련된 페이지로 바로 이동할 수 있다.

실험에 참여한 학생들은 총 10개의 문제를 해결해야 한다. 홈 페이지에서부터 웹 탐색을 시작하고, 검색 엔진을 사용하지 않고 특정 정보를 포함하고 있는 웹 페이지를 찾아야 한다. 각 문제는 작곡가의 이름, 음악 작품의 제목, 역사적 시기 등과 같은 사실 정보를 탐색하는 과제이다. 예를 들어, '바흐가 활동했던 음악적 시기 및 동시대의 대표 작곡가를 쓰시오' 또는 '전기 낭만주의 시대의 대표 작곡가 및 그 작곡가의 주요 작품을 쓰시오' 등에 대한 정보를 찾는다.

각 문제에 답할 수 있는 시간은 3분으로 제한되며 이를 초과할 경우, 과제를 수행하지 못한 것으로 간주된다. 학생들이 다른 조건에 방해받는 것을 막기 위해서 분리된 공간에서 한 사람씩 과

제를 수행하도록 하였다.

웹 브라우저가 기록한 학생들의 웹 항해 기록을 바탕으로 다음과 같은 네 가지 측정 기준을 계산하여, 통제 집단과 실험 집단 간의 웹 항해의 효율성을 비교하였다.

1. Total time : 각 문제를 해결하는데 소비된 평균 시간으로써, 시간이 적게 걸릴수록 효과적인 웹 항해가 이루어졌다고 볼 수 있다.
2. Task success : 과제를 성공적으로 수행하였는가를 나타내는 기준으로써, 알맞은 정보를 찾았다면 1점, 찾지 못했다면 0점으로 계산한다. task success 비율이 높을수록 효과적인 웹 항해가 이루어졌다고 볼 수 있다.
3.  $Lostness_{obj} = \sqrt{(U/N-1)^2 + (O/U-1)^2}$  : 과제를 수행하는 동안 학습자의 방향 상실을 계산하는 기준으로써, Pauline [15] 이 제안한 측정 기준을 적용하였다. 방향 상실 정도가 낮을수록 효과적인 웹 항해가 이루어졌다고 볼 수 있다.
  - U : 사용자가 방문한 단일 웹 페이지(재방문 회수 제외)의 총 개수
  - N : 사용자가 방문한 총 웹 페이지(재방문 회수 포함)의 총 개수
  - O : 최적 경로에 있는 웹 페이지 중에서 사용자가 방문한 웹 페이지의 총 개수
4. Revisits : 사용자가 재방문한 웹 페이지의 비율으로써, 1-U/N을 의미한다. 재 방문율이 낮을수록 효과적인 웹 항해가 이루어졌다고 볼 수 있다.

#### 4.2 실험 결과

컴퓨터 <표 1>은 통제 집단과 실험 집단의 네 가지 측정 기준 계산 결과를 나타낸다. 실험 집단이 통제 집단보다 과제 수행에 소비한 시간이 적으며, 과제 수행율도 높았다. 또한 실험 집단의 방향 상실 정도가 통제 집단보다 낮았으며, 웹 페이지의 재 방문율도 낮았다. 따라서 온톨로지를 기반으로 하이퍼미디어를 설계하여 의미적 링크를 제공한다면, 사용자가 보다 효율적으로 정보를 탐색할 수 있을 것이다.

<표 1> 웹 항해의 효율성 측정 결과

척도	통제 집단	실험 집단
Total time(second)	78.65714	48.82857
Task success(0~1)	0.8	0.914286
Lostness <sub>obj</sub> (0~1)	0.575061	0.150586
Revisits(0~1)	0.416267	0.107733

특히, Aaronson [8]이 제안한 하이텍스트의 유기적 구조의 지표( $\Psi$ )를 이용하여 기존의 하이퍼미디어가 온톨로지를 기반으로 설계되어 새로운 링크가 생성되었을 경우, 어떤 차이점이 있는지를 비교할 수 있다. 즉, 새로운 링크가 생성되었기 때문에  $r_{P_a, P_b}$ 의 값(실제 최단거리 경로의 길이)에 영향을 미치게 된다. 만일 온톨로지컬 하이퍼미디어가 일반적인 하이퍼미디어보다 높은 값을 가지게 된다면, 본 논문에서 제안한 시스템이 하이퍼미디어의 웹 항해의 효율성을 향상시킬 수 있다고 볼 수 있다.

<그림 6>은 일반적인 하이퍼미디어의 링크 구조를 나타낸다.  $P_{2-2}$ 는  $P_1$ 와  $P_2$ 로의 실제 링크를 갖고 있다.  $P_{2-2}$ 에서  $P_{1-1}$ 까지의 실제 최단거리 경로의 길이는 '2'( $r_{P_{2-2}, P_{1-1}} = 2$ )이다.

<그림 8>은 온톨로지컬 하이퍼미디어의 링크 구조를 나타낸다.  $P_{2-2}$ 는 <그림 6>과 달리  $P_{1-4}$ ,  $P_{2-2}$ ,  $P_{2-3}$ ,  $P_{2-6}$ ,  $P_{2-9}$ 로의 새로운 링크를 갖고 있다.  $P_{2-2}$ 에서  $P_{1-1}$ 까지의 실제 최단거리 경로의 길이는 '1'( $r_{P_{2-2}, P_{1-1}} = 1$ )이다.

웹 페이지 간에 새로운 링크가 생성됨으로써  $r_{P_a, P_b}$ 는 감소하고, 결국  $\Psi$ 는 증가하게 된다. 하이퍼미디어의 항해 효율성을 의미하는  $\Psi$ 가 증가하였기 때문에, 본 논문에서 제안하는 시스템은 하이퍼미디어의 항해 능력을 향상시켜준다고 볼 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 연구

성공적으로 설계된 웹 사이트를 판단할 때, 사용자가 원하는 정보를 쉽게 찾을 수 있는가를 나타내는 항해성이 중요한 역할을 한다[10]. 특히, 웹 기반 학습은 철저히 학습자 중심으로 학습이 이루어진다. 이러한 학습 환경에서 학습자가 웹

에서 항해를 하다가 자신의 현재 위치를 잃을 가능성이 있으며, 이러한 방향 상실은 지속적인 학습 진행을 방해할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해서 온톨로지를 기반으로 하이퍼미디어를 설계함으로써, 학습자에게 의미적 링크를 제공하여 웹 항해의 효율성을 향상시키고자 하였다.

향후, 교육용 하이퍼미디어 항해의 효율성을 향상시키기 위한 링크 구조의 설계 방법 및 이를 측정하는 측정 기준을 개발하고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] Conklin, J. (1987). Hypertext: An Introduction and Survey, *Computer*, IEEE Computer Society Press.
- [2] Yatim, N. (2002). A Combination Measurement for Studying Disorientation, *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE Computer Society.
- [3] Levene, M. (2003). Lost in hyperspace, *BBK magazine*, Issue 15.
- [4] Jones, S. & Burnett, G. E. (2007). Children's navigation of hyperspace: are spatial skills important?, *Proceedings of the sixth conference on IASTED International Conference Web-Based Education*, 643-648.
- [5] Chiazzese, G., Ottaviano, S., Merlo, G., Chiari, A., Allegra, M., Seta, L., & Todaro, G. (2004). Surfing Hypertexts with a Metacognition Tool, *Informatica An International Journal of Computing and Informatics*, 4(30), 439-445.
- [6] Otter, M. & Johnson, H. (2000). Lost in Hyperspace: metrics and mental models, *Interacting with computers*, 13(1), 1-40.
- [7] Zhang, Y., Zhu, H., & Greenwood, S. (2004). Web site complexity metrics for measuring navigability, *Proceedings of the Fourth International Conference on Quality Software*, 172-179.
- [8] Aaronson, S. (1997). Optimal Demand-oriented Topology for Hypertext Systems, *Proceedings of the 20th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 168-177.
- [9] Gwizdka, J. & Ian Spence, I. (2007). Implicit measures of lostness and success in web navigation, *Interacting with Computers*, 19(3), 357-369.
- [10] Zhou, Y., Leung, H., & Winoto, P. (2007). MNav: A Markov Model-Based Web Site Navigability Measure, *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33, 869-890.
- [11] Botafogo, R. A., Rivlin, E., & Shneiderman, B. (1992). Structural analysis of hypertexts: Identifying hierarchies and useful metrics, *ACM Transactions on Information Systems*, 10(2), 142-180.
- [12] Gruber, T. (2007). Ontology, <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm>
- [13] Woukeu, A., Wills, G., Conole, G., Carr, L., Kampa, S., & Hall, W. (2003). Ontological Hypermedia in education : A framework for building web-based educational portals. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 349-357.
- [14] Smith, P. A. (1996). Towards a practical measure of hypertext usability, *Interacting with Computer*, 8(4), 365-381.
- [15] Stanford Center for Biomedical Informatics Research (2009), Protégé API, <http://protege.stanford.edu/plugins/owl/api>



### 정 호 속



1998 서울교육대학교  
초등교육과(교육학학사)  
2001 서울교육대학교  
교육대학원 컴퓨터교육과  
(교육학석사)

2003~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
관심분야: 컴퓨터 교육, 시맨틱 웹, 소셜 네트워킹  
E-Mail: est0718@comedu.korea.ac.kr

### 박 성 빈



1990 고려대학교 전산과학과  
(이학사)  
1993 University of Southern  
California (전산학 석사)

1999 University of Southern California  
(전산학 박사)

2006~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 부교수  
관심분야: 하이퍼텍스트, 컴퓨터 과학 교육,  
알고리즘, 계산이론

E-Mail: psb@comedu.korea.ac.kr

### 김 희 진



2005 관동대학교 컴퓨터교육과  
(이학학사)  
2008 고려대학교 컴퓨터교육과  
(이학석사)

2008~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
관심분야: 시맨틱 웹, 소셜 컴퓨팅, 컴퓨터교육  
E-Mail: prin@comedu.korea.ac.kr

### 민 경 실



2005~현재 고려대학교 컴퓨터  
교육과 학부과정  
관심분야: 컴퓨터교육, 시맨틱  
웹, 하이퍼텍스트

E-Mail: silsily2@korea.ac.kr