

온톨로지 기반의 수강지도 시스템

오경진

인하대학교 컴퓨터정보공학부
(okjkill@eslab.inha.ac.kr)

윤의녕

인하대학교 컴퓨터정보공학부
(entyamos13@eslab.inha.ac.kr)

조근식

인하대학교 컴퓨터정보공학부
(gsjo@inha.ac.kr)

수강지도는 학생의 졸업인증이나 공학교육인증 이수를 위해 수강 신청 이전에 수행되는 과정을 지칭한다. 수강지도는 학생의 수강이력 점검과 향후 수강 과목의 안내 등을 포함하여 학생들의 졸업 및 교과과정 인증과 관련된 중요한 역할을 하고 있다. 현재 대부분 대학에서는 수강지도를 위한 전산시스템의 부재로 인해 지도교수가 직접 수동적으로 수강지도를 진행하고 있다. 하지만 이러한 수동적인 방식의 수강지도는 지도교수가 각 학생에 대한 정보를 분석해야 하고, 때때로 휴먼에러를 일으키게 된다. 수강신청이 학기 단위로 이루어지기 때문에 휴먼에러로부터 발생된 피해는 원상태로 되돌리는 것이 거의 불가능하다. 따라서 수강지도를 진행함에 있어 자동화된 시스템은 필수적인 요소로 판단된다. 관계 데이터 모델을 이용한 수강지도 시스템의 도입은 수동적인 수강지도의 문제점을 해결할 수 있게 해준다. 하지만 교육과정 및 인증 제도의 변화에 따라 기존 시스템의 스키마 변경이 요구되고, 수강 과목 사이에 존재하는 관계 및 의미적인 검색을 제공하는 것이 어렵다는 한계가 존재한다. 본 논문에서는 수강지도 시스템을 위한 수강지도 온톨로지를 모델링하고, 온톨로지 기반의 수강지도 시스템을 설계한다. 온톨로지 인스턴스 생성을 위해 JENA 프레임워크를 이용하여 온톨로지 생성 모듈을 개발하였고, 실험에 참가한 학생의 수강 이력 데이터를 기반으로 온톨로지 인스턴스를 생성하고 추론과정을 통해 트리플 저장소에 저장하였다. 실험은 제안하는 시스템이 학생들이 향후 수강할 수 있는 과목을 모두 제공하는지 여부와 제공되는 과목에 대한 정보 및 학점 계산들이 정확한 지를 측정하였다. 실제 학생의 수강내역을 이용한 실험의 결과는 온톨로지 기반의 수강지도 시스템이 현 수강지도 시스템의 수동적 방법을 해결하고, 사람이 지도한 내용과 같은 내용을 도출하는 것을 확인함으로써 제안하는 시스템의 유효성을 보여준다.

주제어 : 온톨로지, 온톨로지 모델링, 수강지도, 커리큘럼

논문접수일 : 2014년 6월 15일 논문수정일 : 2014년 6월 19일 게재확정일 : 2014년 6월 21일
투고유형 : 학술대회 우수논문 교신저자 : 조근식

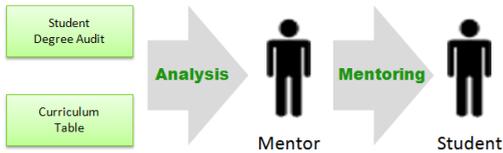
1. 서론

수강지도는 매 학기 수강신청 이전에 이루어지는 일련의 교수활동으로 학생의 이수과목을 기반으로 향후 이수해야 할 과목들에 대한 지도를 의미한다. 기존의 수강지도는 졸업 자격요건을 갖추기 위해 각 과의 커리큘럼을 중심으로 진행이 되었고, 특정 기업이 요구하는 교과과정이 등장하면서 졸업뿐만 아니라 다양한 기준의 수

강지도가 진행되고 있다. 또한 2000년 시범인증을 시작으로 한국 공학교육 인증원이 제시한 대학의 공학 및 관련 교육을 위한 교육 프로그램인 ABEEK(Accreditation Broad for Engineering Education of Korea) 교과과정이 추가되었고, 각 해마다 과정의 내용이 변화되면서 수강지도는 점점 복잡해지고 있다.

현재의 수강지도 시스템은 자동적 전산시스템의 부재로 인해 교수자의 수동적인 지도로 이루어

어지고 있다. 수강지도를 위해 교수자는 학과 및 학부에서 수행되는 커리큘럼에 대한 교과과정과 각 교과목에 대한 학점, 학수번호 그리고 개요에 대한 정보를 보유하고 있어야 하며, 수강지도를 요청한 학생에 따라 추가되는 교과과정의 정보를 보유해야 한다. 이러한 수동적 수강지도는 시간 소비가 매우 심하고 비효율적이다. 또한 종종 발생하는 휴먼 에러로 인해 학생들이 피해를 입을 수 있다. 그림 1은 현재 수강지도 방식을 나타낸다.



(Figure 1) Current Course Mentoring System

관계 데이터 모델을 이용한 자동화된 수강지도 시스템의 구축은 이러한 비효율적인 현 수강지도 시스템을 개선할 수 있다. 관계 데이터 모델로 구축된 시스템은 2차원적인 테이블을 이용해서 데이터 상호 관계를 정의하기 때문에 간결하고 관리가 편하며 다른 데이터베이스로의 변환이 용이한 장점을 가지고 있다. 즉 스키마에 정의된 형태의 데이터에 대해서는 관리가 용이하다. 하지만 스키마에 존재하지 않는 속성을 추가하거나 관계정보를 입력하고자 하는 경우 비효율적으로 작동한다. 따라서 관계 데이터 모델을 이용한 시스템 구축은 수동적인 수강지도의 비효율성을 어느 정도 해결하지만 변하는 커리큘럼과 교과과정에 대해서 스키마를 변경해야 하고, 일부 교과목에 사용되는 속성의 경우 테이블이 성기게(sparse) 되는 현상을 막을 수 없게

된다. 또한 선수과목 및 참조 과목 등 교과과정 상에서의 다른 교과목과의 연계성에 대한 정의가 부족해 과목 연계성을 표현하는데 부족함이 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 수강지도를 위한 온톨로지를 모델링하고, 온톨로지를 기반으로 수강지도를 전자적으로 수행할 수 있는 온톨로지 기반 수강지도 시스템을 제안한다.

수강지도를 위한 온톨로지 모델링을 위해 컴퓨터정보공학부 커리큘럼을 분석하여 용어를 추출하고 개념을 정의하며 클래스 설계, 데이터 속성 설계, 관계 속성 설계 등의 온톨로지 설계 절차를 수행하였고, ABEEK 교과과정을 이수중인 학생들의 수강 이력(Degree Audit)을 이용하여 온톨로지의 인스턴스를 생성하였다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 다음 장에서는 논문의 배경이 되는 ABEEK 및 온톨로지 시스템에 대한 내용을 소개하고 3장에서는 온톨로지 모델링과 온톨로지 인스턴스 생성 및 시스템 구조를 설명한다. 4장에서는 논문의 실험 환경 및 결과를 설명한다. 마지막으로 5장에서는 온톨로지 기반 수강지도 시스템에 대한 결론을 맺고 향후 연구를 소개한다.

2. 배경 지식 및 관련 연구

2.1 ABEEK 공학교육인증 및 교과과정 분석

한국 공학교육 인증원에서 우리나라의 대표적인 공학교육 인증기관으로서 대학의 공학 및 관련 교육 분야의 교육 프로그램 기준과 지침을 제시한다. 2000년 시범인증을 시작으로 2009년까지

지 64개 대학 530여 개 프로그램에 이를 정도로 크게 발전해 왔다. 현재 국내 수많은 기업체에서 공학교육인증을 획득한 졸업자에게 다양한 혜택을 주고 있는 상황이며, 기술이민이나 해외취업을 용이하게 하는 촉진제 역할을 하고 있다(Kim and Jhee, 2009).

본 논문에서는 수강지도를 위한 온톨로지 모델링의 도메인으로 공학교육인증 교과과정과 인하대학교 컴퓨터정보공학부의 교과과정을 분석하였다. 모든 교과목은 이수학점과 개설학기를 가지고 있고, 학수번호와 교과목을 갖고 있다. 공학교육인증을 위해 이론, 설계, 실험 및 실습을 포함한 학점의 구성 표를 가지고 있으며 공학교육인증의 구분 표시를 위해 인증 필수와 인증 선택으로 구분된다. 또한 각 교과목은 전문교양, MSC(Math, Science and Computer), 전공으로 세부분류가 되어있으며 인증을 위해 최소 이수 학점이 존재한다. 공학인증을 위한 설계가 포함된 과목이 추가되는 경우 추가되는 해부터 설계 학점으로 적용된다. 컴퓨터정보 공학부의 교과과정은 교양과 전공으로 분리되며 교양은 대학교 교양필수, 학부교양필수 그리고 교양선택으로 분류되고, 전공은 전공필수와 전공선택으로 분류된다. 또한 다중전공과 단일전공에 따라 전공 과목의 최소 이수학점이 다르다. 또한 교양필수 과목의 변경에 따라 일부 과목의 과목명과 학수번호가 변경되어 변경 전 과목을 이수하지 않은 학생은 변경후의 과목을 이수해야 한다.

2.2 온톨로지

온톨로지에 대한 정의는 매우 많지만 본 논문에서는 Gruber의 정의를 이용한다. 온톨로지는 “공유하는 개념화의 형식적이고 명확한 명세”이

다(Gruber, 1993). 이는 온톨로지가 특정 분야의 현실 세계를 모델링 할 때, 이와 관련된 모든 개인이나 집단들이 합의하여 도출한 개념들을 명시적으로 정의할 뿐만 아니라 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있는 형태로 표현하여 나타낸 용어들의 집합임을 의미한다. 온톨로지의 목적은 컴퓨터가 해석·이해·처리할 수 있는 특정 영역의 지식체계를 모델링하는 것으로 볼 수 있다. 도메인 분석을 통해 모델링된 온톨로지는 데이터 간 연관성 측정(Kim and Lee, 2013), 의미 기반의 맞춤형 서비스(Lee and Sohn, 2009; Kim and Kim, 2012), 사용자 프로파일 생성(Sean et al., 2012) 등 다양한 분야에 활용되고 있다. 본 논문에서는 교과과정에 대한 분석을 통해 클래스, 속성, 관계 및 제약조건을 정의하고 학생의 수강 이력 과 교과목 정보를 이용하여 인스턴스를 생성한다. 인스턴스는 온톨로지와 함께 추론에 사용되며 추론된 결과를 수강지도 시스템에 활용한다.

2.3 관련 연구

이러닝(E-Learning) 환경에서 다루어지는 정보들의 복잡성이 증가하고, 1차원 이상의 정보 검색을 요구함에 따라 온톨로지를 활용하고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

온톨로지 기반 강의계획서 관리시스템(Chung and Shin, 2008)은 학습 자료와 교과목의 관계를 정의하고 교과과정에서의 과목 연계성에 대한 정의를 하였다. 또한 의미 기반 관계 검색을 제공하기 위해 현재 강의 계획서 관리 시스템에 온톨로지 기술을 적용하였다.

점진적 학습 지도 시스템을 구축하기 위한 저작 도구(Macias and Castells, 2001)에서는 코스를 정의하기 위해 적절한 온톨로지를 적용하였고,

설계자들이 온톨로지를 기반으로 코스 콘텐츠를 표현하기 위한 도메인 모델을 구축하고 활용하게 함으로써 점진적 학습 지도 시스템을 구축할 수 있도록 하였다.

토픽 맵(Topic Map) 기반 전자 교육과정 도서 관(Dicheva et al., 2004)은 학습 자원의 검색 및 재사용성에 대한 중요한 이슈를 논의하기 위해 온톨로지 기반의 디지털 코스 라이브러리(Digital Course Libraries)를 위한 프레임워크를 제안하였다.

아일랜드의 대학에서는 교육용 프로그램 콘텐츠를 활용하기 위한 교과목 콘텐츠를 위한 도메인 온톨로지를 모델링하고 평가하였다(Boyce and Pahl, 2007).

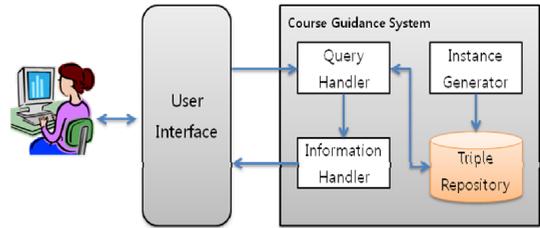
커리큘럼 콘텐츠 시퀀싱(Curriculum Content Sequencing)은 학생들이 반드시 지켜야 하는 학습 콘텐츠들에 대한 순서를 명시적으로 지정하는 것을 의미한다(Chi, 2009). 이것은 이미 지정되어 있는 상태에서는 이해하기는 쉽지만 넓은 범위의 학습 과정이 주어졌을 때, 이를 구현하는 것이 복잡하다. 본 논문에서는 컴퓨터정보공학의 과목 이수체계도에 나타나는 과목들 사이의 관계를 활용하여 시스템에 적용한다.

3. 온톨로지 기반 수강지도 시스템

3.1 수강지도 시스템 구조

수강지도를 온톨로지 기반 시스템의 구조는 그림 2와 같다.

수강신청을 하기 이전에 수강지도를 원하는 학생은 논문에서 제안하는 온톨로지 기반 수강지도 시스템을 이용하여 학생이 진행하고 있는



〈Figure 2〉 System Architecture

ABEEK과 같은 교과과정을 기반으로 다음 학기에 수강해야 할 과목정보를 얻을 수 있다. 학생이 사용자 인터페이스를 통해 자신이 인하대학교 포털에서 사용하고 있는 학번과 비밀번호를 입력하면, 사용자 로그인이 완료되고 수강지도를 위해 시스템이 동작한다.

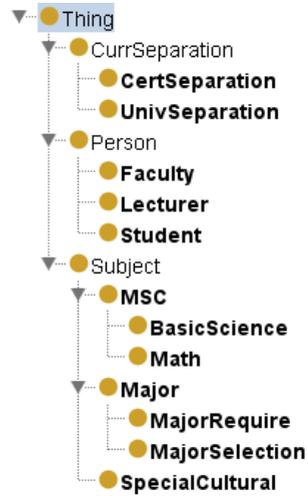
질의처리기(Query Handler)는 사용자 로그인 정보를 바탕으로 트리플 저장소(Triple Repository)로부터 사용자 정보를 추출하고 정보처리기(Information Handler)로 보낸다. 정보처리기는 사용자의 추출된 정보를 제공하기 위하여 이수학점, 잔여학점, 수강후보과목 등을 병합하고 이를 사용자 인터페이스로 전달한다. 사용자는 사용자 인터페이스를 통해서 자신이 현재까지 수강한 수강이력을 바탕으로 다음 학기에 수강해야 할 과목들과 잔여학점들을 확인하고, 수강신청계획을 세우게 된다. 시스템 구조에서 인스턴스 생성기(Instance Generator)는 사용자의 수강이력 정보, 수강지도 온톨로지, 커리큘럼 정보 등을 기반으로 사용자 수강이력에 대한 온톨로지 인스턴스를 생성하는 모듈로 온톨로지 인스턴스 생성 모듈에서 자세한 내용을 다룬다.

3.2 수강지도 온톨로지 모델링

수강지도를 위한 온톨로지 모델링을 위해 도

메인 전문가로부터 수강지도를 위한 주요 개념과 하위에 포함될 수 있는 개념을 추출하였다. 클래스와 클래스 간의 계층관계는 그림 3과 같고 4개의 상위 클래스와 3개의 하위 클래스로 이루어져 있다. Person 클래스는 교과목을 강의하고 이수하는 교수, 강사 그리고 학생을 위한 클래스이다. 한 학생은 하나의 Person 클래스의 하위 클래스인 Student 클래스의 인스턴스로 생성된다. 또한 교과목을 가르치는 담당 교수는 Faculty 클래스의 인스턴스로 생성된다. Subject 클래스는 교과목 인스턴스를 포함하기 위한 클래스이다. Subject 클래스는 전문교양을 위한 SpecialCultural 클래스, 수학, 기초과학, 전산학을 위한 MSC 클래스, 그리고 전공과목을 위한 Major 클래스로 구분된다. MSC는 수학과 기초과학을 위한 Math와 BasicScience 클래스로 구분되며, Major 클래스는 전공필수와 선택을 위한 MajorRequire와 MajorSelection 클래스로 구분된다. 모든 과목은 Subject 클래스 및 그 하위 클래스의 인스턴스로 생성된다. 생성된 인스턴스는 수강지도를 위한 여러 가지 속성을 갖게 된다. 이수 구분을 지정하기 위해 CurrSeparation 클래스를 정의하였다. 이수구분은 대학에서의 구분과 ABEEK 인증을 위한 구분으로 나누게 되고 UnivSeparation과 CertSeparation 클래스로 표현된다. 교양필수, 교양선택, 전공필수 그리고 전공선택을 위한 클래스로 UnivSeparation 클래스를 모델링하였고, 인증필수와 인증선택을 위한 클래스로 CertSeparation 클래스를 정의하였다.

수강지도 온톨로지의 각 클래스는 하나 이상의 속성을 가지며 클래스에 따라 속성에 해당하는 값을 갖는 인스턴스를 갖는다. 수강지도 온톨로지는 총 14개의 속성을 포함하고 있으며, 표 1은 클래스의 속성 중 일부를 표현한다.



〈Figure 3〉 Classes of Course Mentoring Ontology

‘hasCredit’ 속성은 교과목의 이수학점을 포함하기 위한 속성이다. ABEEK 인증을 위해 학점에 관련된 속성은 설계, 이론 및 실습에 관련된 하위 속성을 갖게 되고, 각 속성은 ‘hasCreditOfDesign’, ‘hasCreditOfTheory’ 그리고 ‘hasCreditOfPractice’로 명명된다.

〈Table 1〉 Ontology Properties

Property	Domain	Range	Description
hasName	All Classes	String	Instance Name
hasDescription	Subject ABEEKCurr DeptCurr	String	Instance Description
hasCredit	Subject	int	Grade
hasSubjectNumber	Subject	String	Subject Number
hasSemester	Subject	String	Offered Semester
hasGrade	Subject	int	Appointed Academic year

교과목은 학생 및 교수자 사이에 관계를 가지고 있다. 또한 교과목은 교과목들 사이에 관련과목, 선행 및 후속과목 등 여러 의미에 대한 관계를 갖는다. hasSubstitute 관계는 기존 과목이 없어지고 새로운 과목으로 변경되었을 때, 이를 반영하기 위한 속성이다. 예를 들어 과거에 “컴퓨터 프로그래밍” 과목이 없어지고 객체지향 프로그래밍 과목인 OOP I로 변경되었을 경우 이를 지정하기 위함이다. hasAlternative 관계는 두 가지 이상의 과목 중에서 하나의 과목만 수강하여도 인정이 되는 경우를 위해 모델링되었다. 예를 들어 생명 공학과목과 “화학 및 실험” 과목의 경우, 둘 중 하나의 과목만 수강하면 나머지 과목은 수강을 하지 않아도 된다. 이러한 클래스 사이의 관계들을 정의하였고, 수강지도 온톨로지는 총 14개의 관계를 포함하고 있다. 표 2는 수강지도 온톨로지에서의 클래스들 사이에 존재하는 관계의 일부를 표현한다.

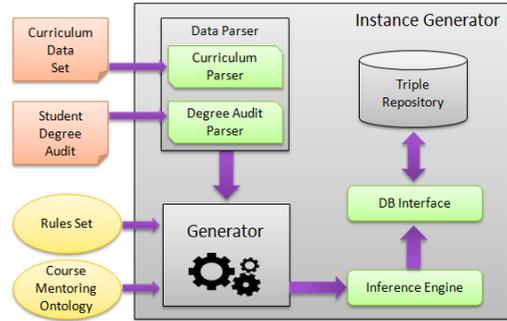
〈Table 2〉 Relation between Classes

Relations	Domain	Range	Description
hasSubject	Student	Subject	Course subject
teachSubject	Faculty	Subject	Teaching subject
hasSubstitute	Subject	Subject	Subject which can be substituted
hasAlternative	Subject	Subject	Alternativeness between subjects
hasRequisite	Subject	Subject	Prerequisite subject
hasFollowUp	Subject	Subject	Follow-Up Subject

3.3 온톨로지 인스턴스 생성

수강지도 시스템은 수강지도 온톨로지를 기반으로 생성된 온톨로지 인스턴스를 기반으로 동작한다. 학생들의 수강 이력 데이터를 기반으로 온톨로지 인스턴스들이 일괄로 생성된다.

온톨로지 인스턴스 생성을 위한 모듈은 그림 4와 같다.



〈Figure 4〉 Ontology Population Module

온톨로지 인스턴스 생성을 위해 사용되는 데이터는 학생 수강 이력(Student Degree Audit), 커리큘럼 데이터셋(Curriculum Dataset), 기 모델링된 수강지도 온톨로지(Course Mentoring Ontology)와 인스턴스 생성 규칙 집합(Rules Set)으로 구성된다.

```

<MARK>
<STNO>
<GRADE>1</GRADE>
<YEARTERM>20071</YEARTERM>
<DISPLAY_YEARTERM>2007학년도 1학기</DISPLAY_YEARTERM>
<HAKSU_NO>BM101</HAKSU_NO>
<KWAMOK_KNAME>물리화1</KWAMOK_KNAME>
<CREDIT>3.0</CREDIT>
<MARKS>B0</MARKS>
<JUMSU>9.00</JUMSU>
<REG_GUBUN>정규등록</REG_GUBUN>
<RHAKSU_NO />
<JONG_AKNAME>교필</JONG_AKNAME>
<SEASON_YN />
<HONOR />
<DEPT_TREE>090204</DEPT_TREE>
<MAJOR_CODE>405</MAJOR_CODE>
</MARK>
    
```

〈Figure 5〉 An example of Student's Degree Audit

학생들의 수강 이력 정보들은 그림 5와 같이 XML 형태로 제공이 되고 있기 때문에 이를 직접적으로 이용하여 제안하는 시스템에서 사용하

기가 어렵다. XML 형태의 데이터를 온톨로지 인스턴스로 생성하기 위해서는 XML 태그를 온톨로지의 클래스, 속성 및 관계로 연결해야 한다. 따라서 이를 위한 규칙(Rules)을 정의하고, 학생 수강 이력데이터와 매핑(Mapping)을 통해 각 학생에 대한 수강지도 온톨로지의 인스턴스를 생성기(Generator)를 통해 생성한다. XML 형태의 학생 수강 이력 데이터는 데이터 파서(Data Parser)의 Degree Audit Parser를 이용해서 파싱(Parsing) 후 사용된다.

커리큘럼 데이터 셋은 컴퓨터정보공학부의 교과목, 학수번호, 서술 등의 정보가 포함되어 있다. 그림 6은 교과목 개요의 예를 보여준다. 교과목 정보는 HTML 형태로 되어있으며, 파싱을 통해 수강지도 온톨로지의 교과목 클래스에 해당하는 인스턴스로 활용하게 된다.

교과목 개요

- IN 101 컴퓨터 프로그래밍(Computer Programming)
 - 프로그래밍 언어(PASCAL, C 등)의 기본구조를 익히고 그들의 Logic, Syntax, Semantic를 배운다. 또한 Problem Solving의 기본 algorithm도 익히며, modular structure program 기법을 PC나 Workstation을 이용한 실습을 통해 숙지하도록 한다.
- IN 102 논리회로(Logic Circuits)
 - 컴퓨터의 원리를 습득하기 위하여 수의 진법과 연산, 코드변환, 전자는 리회로 및 Flip-Flop을 이해하고, 조합논리회로와 순서논리회로를 설계하는 방법과 응용을 다룬다.

〈Figure 6〉 An example of Subject Description in Computer Science Department

규칙 집합은 학생 수강 이력 데이터와 온톨로지 간의 매핑 정보뿐만 아니라 컴퓨터정보공학부의 교과목 간에 존재하는 관계정보를 포함하고 있다. 수강지도 온톨로지의 관계 중 isPrerequisiteOf은 교과목 정보에는 존재하지 않고 교과과정 이수체계도를 통해서만 파악할 수 있는 정보이다. 관계정보에 대한 규칙들은 추후 학생들의 수강

지도를 위한 정보 추론 시 활용되기 위해 온톨로지 생성과 동시에 해당 인스턴스들 사이에 관계를 명시하는데 사용된다.

추론 엔진(Inference Engine)은 생성기를 통해 만들어진 학생들의 온톨로지 인스턴스와 온톨로지 스키마의 역속성(Inverse Property), 이행속성(Transitive Property) 및 규칙들을 기반으로 추론 엔진을 통해 추론과정을 수행하게 된다. 추론된 온톨로지 데이터들은 데이터베이스 인터페이스를 통해 트리플 저장소(Triple Repository)로 저장된다.

4. 실험

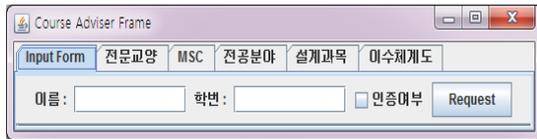
4.1 실험 환경

본 논문에서 제안하는 온톨로지 기반의 수강지도 시스템을 위해 컴퓨터정보공학부 15명 학부생의 동의하에 학부 사무실을 통해서 수강 이력 데이터를 수집하였다. 수강지도 온톨로지는 온톨로지 모델링 도구인 Protégé를 이용하여 모델링되었다. 온톨로지 인스턴스 생성 모듈을 기반으로 생성된 학부생 15명에 대한 인스턴스는 총 1,013개이고, 9318개의 트리플(Triple)이 생성되었다. 학생 수강 이력 데이터인 XML 파일들은 데이터 파서 모듈에서 자바언어와 JDOM 을 이용하여 처리하였다. 온톨로지 인스턴스 생성을 위해서 생성기에서는 시맨틱 웹과 링크드 데이터 응용을 만들기 한 오픈 소스 자바 프레임워크인 JENA(Carroll et al., 2003)를 사용하였다. JENA는 내부적으로 온톨로지 데이터에 대한 검증 및 추론 엔진을 제공하고 있어 본 논문에서 사용될 인스턴스 생성 및 검증에 활용되었다. 본

논문에서 제안하는 온톨로지 기반 수강지도 시스템에서 활용되는 데이터는 JENA 프레임워크에서 제공되는 JENA TDB를 통해 생성할 수 있는 트리플 저장소에 저장되고 활용된다. JENA TDB는 RDF(Resource Description Framework)를 다루기 위한 일반 관계형 데이터베이스와는 다르게 파일 시스템 구조로 구성되어 있으며, 단일 컴퓨터에서 일반 관계형 데이터베이스를 활용하는 방법보다 높은 성능으로 RDF를 사용할 수 있게 해준다.

4.2 사용자 인터페이스

제안하는 시스템이 제공하는 사용자 인터페이스는 자바 및 JENA 프레임워크를 이용하여 개발되었으며 그림 7과 같다.



〈Figure 7〉 User Interface

학년	학수번호	과목명	인종구분	학점	설계학점	학기
4	IN404	컴파일러구성론	인선	3.0	1.5	1학기
4	IN320	멀티미디어개론	인선	3.0	1.5	2학기
4	IN429	영상처리및이해	인선	3.0	1.5	1학기
4	IN411	데이터베이스설계	인선	3.0	1.5	2학기
4	IN423	컴퓨터네트워크	인선	3.0	1.5	1학기
1	IZ105	창의적정보공학설계	인필	3.0	3.0	2학기
3	IN426	게임프로그래밍	인선	3.0	1.5	2학기
3	IN317	마이크로프로세서응용	인선	3.0	1.5	2학기
4	IN425	인공지능개론	인선	3.0	1.5	1학기
4	IN431	웹스톡설계	인필	3.0	3.0	2학기
4	IN430	생물의료정보학개론	인선	3.0	1.5	1학기

설계 과목은 '창의적 정보공학설계' -> '자료구조' -> '캡스톤 설계' 순서로 수강하시게 바랍니다.

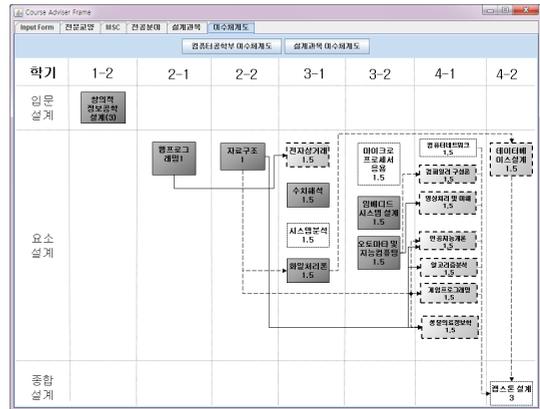
〈Figure 8〉 An Example of Mentoring Results

컴퓨터정보공학 학생의 이름과 학번을 입력하

면 해당 학생의 현재 학생이 수강한 이력이 테이블로 나타나게 된다. 인터페이스에서 Input Form 우측 4개의 탭은 ABEEK 이수를 위한 각 분류를 보여준다. 예를 들어, 학생이 앞으로 ABEEK 과정 이수를 위해서 설계과목에 대해 몇 학점을 추가적으로 수강해야 하는지 궁금할 경우에는 설계과목 탭을 클릭하게 되면 그림 8과 같이 내용을 파악할 수 있게 된다.

설계과목 탭에서는 이수해야 할 총 설계학점을 보여주고, 학생이 현재까지 이수한 설계학점을 보여준다. 또한 남은 설계학점을 보여주고 학생이 수강신청 할 수 있는 후보 과목들을 리스트로 보여준다. 각 리스트는 학수번호, 과목명, 인종구분, 학점 및 설계학점을 보여준다.

전문교양, MSC, 전공분야, 설계과목의 각 탭은 학생이 수강 가능한 과목에 대한 내용을 테이블 형태로 제공한다. 테이블 형태로 제공되는 각각의 항목을 통해 쉽게 해당 내역을 파악할 수 있지만, 컴퓨터공학부의 이수 체계에 맞는 수강을 신청할 수 있는지 여부를 파악하는 것이 쉽지 않다. 따라서 본 시스템에서는 그림 9와 같이 컴퓨터공학부의 이수체계도 형태로 정보를 제공함



〈Figure 9〉 An Example of Curriculum Flowchart

으로써, 학생의 수강이력과 수강가능 리스트간의 관계를 한눈에 파악할 수 있도록 한다.

이수체계도 탭의 상단에 있는 두 개의 버튼은 전체 과목에 대한 이수체계도와 설계 과목에 대한 이수체계도를 선택할 수 있게 한다. 그림 9의 내용은 설계과목을 선택하였을 때 나타나는 이수체계도를 표현한다.

4.3 시스템 정확도

제안하는 시스템은 기존의 수동적인 방법으로 진행되는 수강지도의 단점을 보완하기 위해 제안되었다. 따라서 본 논문에서 제안되는 시스템이 제공하는 정보가 얼마나 정확한가가 시스템의 성능을 좌우하게 된다. 실험을 위해 사용된 컴퓨터정보공학부 15명의 학생 데이터를 중심으로 검증을 수행하였다. 수강신청 이전에 수강지도를 담당하는 학부사무실 조교가 시스템 검증에 참여하였다.

표 3에서 재현율(Recall)은 각 학생의 수강 이력을 기반으로 향후 이수해야 할 수강 과목들을 나열했는지를 나타내는 척도로 측정되었다. 계산정확도(Precision)는 계산된 각 항목의 학점 등이 정확하게 계산되었는지를 판단하기 위한 척도로 사용되었다.

〈Table 3〉 System Performance

Participants	Recall	Precision
15	100%	100%

본 논문에서 제안하는 시스템은 참여 학생 15명 모두의 데이터에서 향후 수강할 과목들과 학점 계산에서 100%의 정확성을 보였다. 이는 제안하는 시스템에서 경량의 온톨로지 모델을 이

용하였고, 온톨로지 모델링 및 인스턴스 생성 과정에 있어 수강지도를 진행해온 학부사무실 조교와의 지속적인 토론 및 업데이트를 통해 완성된 형태의 시스템을 사용하여 실험에 참여한 학생을 대상으로 하는 정보 제공 및 학점 계산에 있어 오차가 발생하지 않았기 때문이다.

5. 결론 및 향후 연구

기존에 수행되어 오던 수강지도의 방식은 수동적인 방법을 취함으로써 수강지도를 위해 담당 교수나 학부사무실의 조교가 수강지도를 위한 배경지식을 정확하게 파악하고 있어야 하는 문제점을 안고 있었다. 요즘 대학교에는 ABEEK, 삼성 트랙 등 학생들이 학부 과정 동안에 선택할 수 있는 다양한 종류의 커리큘럼들이 존재한다. 각 커리큘럼은 졸업 후 취업 및 진로 결정시 다양한 혜택을 줄 수 있지만, 각 커리큘럼의 규정이 다양하고 복잡하기 때문에 이러한 커리큘럼을 위해 수강지도를 하는 교수자에게는 쉽지 않은 일이다. 실제적으로 수강지도가 정확하게 이루어지지 않아 피해를 입은 학생이 발생하는 등의 문제점이 나타나고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 수동적인 방법의 수강지도가 내포하고 있는 문제점 및 한계점을 극복하기 위해 전자적인 시스템을 제안하였다. 제안한 온톨로지 기반의 수강지도 시스템은 온톨로지를 기반으로 학생 데이터를 관리하고 이를 기반으로 향후 수강할 과목에 대한 정보를 정확하게 제공함으로써 수강지도를 하는 교수자에게 편의성을 제공하고, 학생들에게는 정확한 정보를 제공할 수 있게 되었다. 또한 이수체계도 기반의 정보제공을 할 수 있는 기능을 추가함으로써 수강지도

를 위한 내용이 한눈에 파악될 수 있도록 하였다. 하지만 현재의 시스템은 콘솔 어플리케이션(Console Application)으로 동작하기 때문에 학생들이 학부사무실을 직접 방문해야 하고, 제공되는 사용자 인터페이스의 결과로부터 잔여 학점이나 과목들의 리스트를 확인할 수 있지만 리스트에 포함된 과목들의 수가 많을 경우에는 이를 효과적으로 이용하는데 한계점이 존재한다. 따라서 향후 연구로 본 논문에서 제안하는 시스템을 웹 어플리케이션으로 이식하는 것이 필요하다. 또한 새로운 커리큘럼이 추가될 경우에 온톨로지 엔지니어가 아닌 학부사무실 조교나 담당 교수가 해당 커리큘럼에 대한 정보를 입력하도록 하기 위해서는 학과 교과과정 관리 시스템(Park, 2012)에서 제안된 것과 같이 온톨로지 정보를 입력하여 모델링에 추가할 수 있는 부분을 제공하는 요구된다. 또한 학생들이 수강한 이력을 기반으로 추출한 유용한 패턴(Oh et al., 2008)을 수강지도에 반영하거나, 학생들을 기반으로 소셜 네트워크를 구축하고 협업적 여과 방법(Hong et al., 2013; You et al., 2013)을 적용하여 제공을 하게 되면 학생들의 수강지도 만족도가 향상될 것으로 보인다.

참고문헌

- Boyce, S., and C. Pahl, "Developing Domain Ontologies for Course Content," *Journal of Education Technology and Society*, Vol. 10, No.3(2007), 275~288.
- Carroll, J. J., I. Dickinson, C. Dollin, D. Reynolds, A. Seaborne, and K. Wilkinson, "Jena: Implementing the Semantic Web Recommendations," *Technical Report*, HPL-2003-146, HP Laboratories Bristol, 2003.
- Chi, Y-L., "Ontology-based curriculum content sequencing system with semantic rules," *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No4(2009), 7838~7847.
- Chung, HS., and YS. Shin, "Design and Implementation of a Syllabus Management based on Ontology," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.6, No.5(2008), 108~114.
- Dicheva, D., C. Dichev, Y. Sun, and S. Nao, "Authoring Topic Maps-based Digital Course Libraries," *Workshop on Semantic Web Technologies for Adaptive Educational Hypermedia*, (2004), 331~337.
- Gruber, T. R., "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing," *Technical Report*, KSL-93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford Univ., 1993.
- Hong, M. D., K. J. Oh, M. H. Ga, and G. S. Jo, "Content-based Recommendation Based on Social Network for Personalized News Services," *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.19, No.3(2013), 57~71.
- Kim, H. D., and I. Y. Jhee, "The Outcome Based Assessment in Engineering Education and Liberal Education," *Korean Journal of General Education*, Vol.3, No.1(2009), 89~103.
- Macias, J. A., and P. Castells, "An Authoring Tool for Building Adaptive Learning Guidance Systems on the Web," *Proceedings of 6th International Computer Science Conference AMT*, (2001), 268~278.
- Oh, K. J., J. G. Jung, I. Ha, and G. S. Jo,

- “Discovering Association Rules using Item Clustering on Frequent Pattern Network,” *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.14, No.1(2008), 1~17.
- Park, JH., “Design of Department Curriculum Management System based on Ontology,” *Journal of The Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol.7, No.6(2012), 1363~1368.
- You, T., A. N. Rosli, I. Ha, and GS. Jo, “Clustering Method based on Genre Interest for Cold-Start Problem in Movie Recommendation,” *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.19, No.1(2013), 57~77.

Abstract

Ontology-based Course Mentoring System

Kyeong-Jin Oh* · Ui-Nyoung Yoon* · Geun-Sik Jo**

Course guidance is a mentoring process which is performed before students register for coming classes. The course guidance plays a very important role to students in checking degree audits of students and mentoring classes which will be taken in coming semester. Also, it is intimately involved with a graduation assessment or a completion of ABEEK certification. Currently, course guidance is manually performed by some advisers at most of universities in Korea because they have no electronic systems for the course guidance. By the lack of the systems, the advisers should analyze each degree audit of students and curriculum information of their own departments. This process often causes the human error during the course guidance process due to the complexity of the process. The electronic system thus is essential to avoid the human error for the course guidance. If the relation data model-based system is applied to the mentoring process, then the problems in manual way can be solved. However, the relational data model-based systems have some limitations. Curriculums of a department and certification systems can be changed depending on a new policy of a university or surrounding environments. If the curriculums and the systems are changed, a scheme of the existing system should be changed in accordance with the variations. It is also not sufficient to provide semantic search due to the difficulty of extracting semantic relationships between subjects. In this paper, we model a course mentoring ontology based on the analysis of a curriculum of computer science department, a structure of degree audit, and ABEEK certification. Ontology-based course guidance system is also proposed to overcome the limitation of the existing methods and to provide the effectiveness of course mentoring process for both of advisors and students. In the proposed system, all data of the system consists of ontology instances. To create ontology instances, ontology population module is developed by using JENA framework which is for building semantic web and linked data applications. In the ontology population module, the mapping rules to connect parts of degree audit to certain parts of course mentoring ontology are designed. All ontology instances are generated based on degree audits of students who participate in course mentoring test. The generated instances are saved to JENA TDB as a triple repository after an inference process using JENA inference

* Corresponding author: Mun Yong Yi
291 Daehak-ro Yuseong-gu Daejeon 305-701, Korea
Tel: +82-42-350-1613, Fax: +82-42-350-1610, E-mail: munyi@kaist.ac.kr

engine. A user interface for course guidance is implemented by using Java and JENA framework. Once a advisor or a student input student's information such as student name and student number at an information request form in user interface, the proposed system provides mentoring results based on a degree audit of current student and rules to check scores for each part of a curriculum such as special cultural subject, major subject, and MSC subject containing math and basic science. Recall and precision are used to evaluate the performance of the proposed system. The recall is used to check that the proposed system retrieves all relevant subjects. The precision is used to check whether the retrieved subjects are relevant to the mentoring results. An officer of computer science department attends the verification on the results derived from the proposed system. Experimental results using real data of the participating students show that the proposed course guidance system based on course mentoring ontology provides correct course mentoring results to students at all times. Advisors can also reduce their time cost to analyze a degree audit of corresponding student and to calculate each score for the each part. As a result, the proposed system based on ontology techniques solves the difficulty of mentoring methods in manual way and the proposed system derive correct mentoring results as human conduct.

Key Words : Ontology, Ontology Modeling, Course Mentoring, Curriculum

Received: June 15, 2014 Revised: June 19, 2014 Accepted: June 21, 2014

저 자 소개



Kyeong-Jin Oh

Received a B.S. degree Computer and Information Engineering from Inha University, Korea, in 2006, and a M.S. degree in Information Engineering from Inha University, Korea in 2008. He is a Ph.D. Candidate in Information Engineering of Inha University, Korea. His research interests include Data Mining, Recommendation System, Semantic Web, Ontology and Reasoning.



Ui-Nyoung Yoon

Received a B.S. degree Computer and Information Engineering from Inha University, Korea, in 2013. He is a M.S Candidate in Information Engineering of Inha University, Korea. His research interests include N-Screen, Interactive Video, Semantic Web.



Geun-Sik Jo

Is a Professor in Computer and Information Engineering, Inha University, Korea. He received the B.S. degree in Computer Science from Inha University in 1982. He received the M.S. and the Ph.D. degrees in Computer Science from City University of New York in 1985 and 1991, respectively. He has been the General Chair and/or Technical Program Chair of more than 20 international conferences and workshops on artificial intelligence, knowledge management, and semantic applications. His research interests include knowledge-based scheduling, ontology, semantic Web, intelligent E-Commerce, constraint-directed scheduling, knowledge-based systems, decision support systems, and intelligent agents. He has authored and co-authored five books and more than 200 publications.