

EduCODE : SCORM 지원 교육용 콘텐츠 개발 방법

서대우[†] · 이세훈^{††} · 왕창종^{†††}

요 약

이 논문에서는 교육용 콘텐츠 개발 방법인 EduCODE를 제안하고 이를 지원하는 시스템을 설계 및 구현하였다. EduCODE는 영역 모델, 항해 모델, 추상 인터페이스 모델, 애셋 모델 등 4개의 모델로 구성하였으며, 콘텐츠의 구성을 다이어그램으로 표현할 수 있는 표기법을 제안하였다. EduCODE를 지원하기 위한 자동화 시스템은 저작 모듈과 실행 모듈로 구성되어 있으며, 저작 모듈에서 생성된 각 명세서는 국제적인 교육용 콘텐츠 표준인 ADL SCORM XML 코드를 자동으로 생성하고 실행 모듈과 웹 서버를 통해 서비스된다.

EduCODE : Educational COntents DEvelopment method for SCORM supporting

Dae-Woo Seo[†] · Se-Hoon Lee^{††} · Chang-Jong Wang^{†††}

ABSTRACT

In this paper we proposed EduCODE for educational contents development method and designed the system to support EduCODE. There are four models in EduCODE such as domain model, navigation model, abstract interface model, and asset model. The method includes graphic notations for contents structure. The system to support EduCODE consisted of authoring module and run-time module. The authoring module automatically generates ADL SCORM XML code using specifications produced by EduCODE and the code is serviced to a client by run-time module and web server.

1. 서 론

통신망과 컴퓨터 환경의 고급화에 따라 이를 기반으로 하는 다양한 응용 분야가 개발되었으며, 그 중 교육 및 훈련 분야는 가장 큰 파급 효

과를 얻을 수 있는 핵심 응용 분야로 인식되어 많은 연구가 진행되고 있다[1]. 특히 인터넷에서 월드와이드웹 서비스의 등장에 따라 웹을 기반으로 하는 원격 교육 훈련에 관한 연구가 주류를 이루고 있다.

웹의 특성에 따라 시간과 공간의 제약없이 다양한 주제에 대한 학습을 할 수 있게 되면서 교사와 학생이 일대대에서 일대일 또는 다대일 등 다양한 형태의 교육이 가능하게 되었다. 다대일

[†] 용인송담대학 인터넷경영정보과 전임강사

^{††} 인하공업전문대학 컴퓨터정보공학부 교수

^{†††} 인하대학교 컴퓨터공학부 교수

논문접수: 2002년 9월 9일, 심사완료: 2002년 10월 15일

의 전문적이면서 이상적인 교육이 온라인 상에서 가능하기 위해서는 교육 콘텐츠에 대한 일관성과 호환성을 위한 표준화가 절실하게 되었다[2].

교육용 콘텐츠에 대한 국제적인 표준화 기구로는 IEEE LTSC[3], IMS[4], AICC[5], ADL 등이 있으며 상호 호환과 보완적인 역할을 담당하고 있다. 근래에 미국 국방성에서 지원하는 ADL에서 여러 표준화 기구들에서 제안한 명세서들을 통합하여 SCORM을 발표함으로써, 실질적인 교육용 콘텐츠 표준으로 자리 잡아가고 있으며 아직도 지속적인 발전을 하고 있다.

SCORM은 교육용 콘텐츠를 생성하고 배포하기 위해 콘텐츠 모델, 메타데이터 모델, 콘텐츠 패키징 모델의 3가지로 구성되어 있다[6]. 즉, 콘텐츠의 최종적인 산출물에 초점을 맞추고 있으며, 전체적인 개발 프로세스와 자동화된 지원 도구에 대한 언급이 없다.

현재 교육용 콘텐츠의 개발 프로세스와 자동화된 지원 도구에 대해 EML, LMML, Targeteam 등 다양한 연구가 있다[7]. 이러한 연구들은 콘텐츠의 내부구조를 모두 각 연구에서 정의하여 사용하고 있기 때문에 상호간의 호환성이 없다.

따라서 이 논문에서는 국제적인 교육용 콘텐츠 표준인 SCORM을 생성하기 위한 개발 방법과 자동화된 지원 시스템을 설계한다. 설계할 방법은 영역 모델, 항해 모델, 추상 인터페이스 모델, 애셋 모델로 구성되며, 나선형의 개발 프로세스를 갖도록 구성한다. 또한 각 모델은 그래픽한 표기법이 정의되어 콘텐츠 설계자가 쉽게 콘텐츠를 개발할 수 있도록 하며, 이는 그래픽한 자동화 지원 시스템 개발을 용이하도록 한다. 자동화 지원 시스템은 제안 모델의 각 과정을 지원하며 각 단계별 불일치등의 에러를 검출함으로써 최종적으로 완전한 SCORM을 생성하도록 한다.

2. 관련 연구 및 표준화 동향

2.1 교육 모델링 연구

현재 CDF, EML, LMML, PALO, Targeteam, TML/Netquest 등 교육용 모델링을 위한 다양한

연구가 진행되고 있다[7][8][9].

이러한 EML(Educational Modeling language)은 의미적 정보 모델이며, 재사용과 상호운용성을 지원하기 위한 교육학적 측면의 학습 단위인 콘텐츠와 프로세스의 결합과 설명이다. 즉, EML은 학습 설계, 학습 목표, 학습 활동 등과 같은 교육학적 요소의 재사용을 지원하기 위해 교육에서 사용되는 학습의 단위를 위한 의미적 표기법이다.

학습의 단위는 학습 설계, 자원과 상호 관련된 하나 이상의 학습 목표를 달성하기 위하여 필요한 서비스를 기술한다. 이것은 학습의 단위가 의미적으로, 실용적 의미에서, 학습 목표를 달성하기 위한 효율을 해치지 않고 더 이상 조개질 수 없는 단위를 의미한다. 학습의 단위에 대한 일반적인 명칭은 코스, 모듈, 레슨 또는 커리큘럼이다. IMS의 콘텐츠 패키징은 교육학적인 의미를 포함하지 않으므로 EML에서 제외되었다. <표 1>은 6 가지의 EML에 대한 비교를 나타낸 것이다.

<표 1> EML의 비교

의미적 정보 모델	○	○	○	○	×	○
학습단위모델	○	○	○	○	○	N/A
바인딩언어	XML	XML SGML	XML	XML SGML	XML	XML SGML
모델링방법	○	○	×	×	○	○
완전한 콘텐츠 설명 포함	○	○	○	○	○	○
완전한 과정 설명 포함	×	○	×	○	×	×
교육학적관점	×	○	×	△		△
재사용성	○	○	○	○	○	○
SCORM 지원	×	×	×	×	×	×

2.2 콘텐츠 표준화 연구

국제적 교육용 콘텐츠 표준화 기구로 IEEE LTSC, AICC, IMS, ADL 등이 있다. ADL(Advanced Distributed Learning)은 미국 국방성에서 교육과 정보 기술을 이용해 교육과 훈련을 현대화하고 정부, 학계, 기업 사이에 협력을

증진하기 위한 원격 교육 표준화 개발을 목적으로 발족하였다.

ADL의 SCORM(Sharable Content object Reference Model)은 웹기반 교육용 콘텐츠의 표준화를 위한 참고 모델로, 교육용 콘텐츠의 개발 플랫폼이나 적용 표준에 상관없이 콘텐츠를 자유롭게 사용하고, 수정 및 변형하는 것을 가능하도록 한다.

ADL은 학습 콘텐츠를 위한 고수준의 요구 사항들 즉, 콘텐츠 재사용, 접근성, 상호운용성을 정의함으로써 기술 기반 학습 이용을 증진하고 경제적 효율성을 제공하기 위한 목적으로 제안되었다.

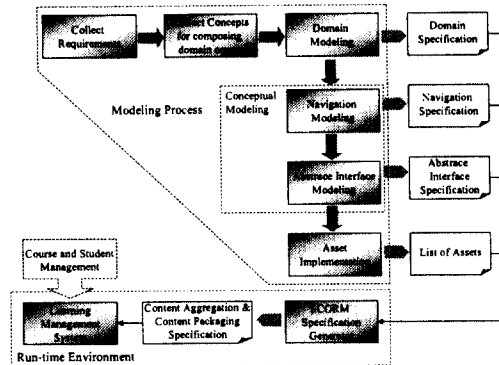
SCORM은 학습 객체를 위한 웹 기반 학습 콘텐츠 통합 모델(Content Aggregation Model)과 웹 기반 실행 환경(Run-time Environment)을 정의한 것이다. 콘텐츠 통합 모델의 목적은 재사용이 가능하고, 공유가 가능하며, 상호운용성을 보유하고 있는 콘텐츠 자원으로부터 콘텐츠를 추출하여 콘텐츠를 구성할 수 있는 공통된 방법을 제안하는 것이다[6].

SCORM 실행 환경은 콘텐츠와 LMS(Learning Management System)간의 상호운용성을 확보하기 위한 방법을 제시한다[10]. SCORM은 콘텐츠의 작성 도구나 기반 플랫폼에 관계없이 콘텐츠가 여러 LMS에서 동작할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

3.교육용 콘텐츠 개발 방법

3.1 개발 과정 개요

이 논문에서는 그래픽 설계를 위한 다양한 표기법을 제공하고 이러한 표기법을 이용하여 통일된 개발 과정을 지원하며, SCORM 표준안을 따르는 교육용 콘텐츠 개발 모델을 제안한다. (그림 1)은 EduCODE(Educational COntents DEvelopment method)를 이용한 코스웨어의 개발 과정 및 그 산출물을 보여준다. 제안하는 교육용 콘텐츠 개발 방법은 영역 모델, 개념 모델, 애셋 모델, 실행 환경 등의 요소로 구성된다.



(그림 1) EduCODE의 개발 과정 및 산출물

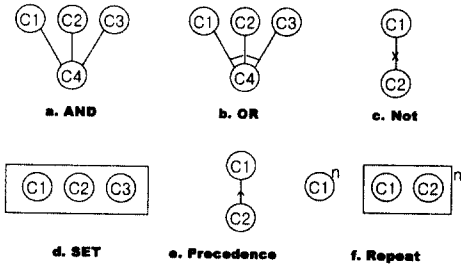
- 영역 모델 : 학습하고자 하는 영역 지식에 대한 코스를 구성하는 모델
- 개념모델 : 학습의 기본 단위인 개념에 대한 향해 및 인터페이스를 구성하는 모델. 개념들 사이의 향해 전략을 설계하는 향해 모델과, 개념을 구성하는 애셋 및 그 배치를 설계하는 추상 인터페이스 모델로 구성
- 애셋 모델 : 학습 코스를 위한 재사용 가능한 기본 학습 자료를 저장하는 모델
- 실행 환경 : 저작자 및 학습자에게 모델링 및 실행 인터페이스를 제공하는 환경

3.2 영역 모델

영역 모델에서는 개념의 집합으로 표현되는 코스를 모델링한다. 영역 모델링 단계에서는 도메인을 구성하는 개념의 집합을 모델링하며, 그 순서는 다음과 같다.

- 대상 정의 : 학습 대상에 대한 일반적인 대상을 정의한다.
- 개념 수집 : 도메인을 학습하기 위한 개념을 수집한다.
- 개념간 선수지식 정의 : 개념 사이의 선수지식 관계를 5 가지의 형태로 정의한다.
- 개념간 관계의 점검 : 개념 사이의 중복, 순환 참조, 중복 참조를 검사한다.
- 명세서 생성 : 모델링의 결과를 명세서로 자동 생성한다.

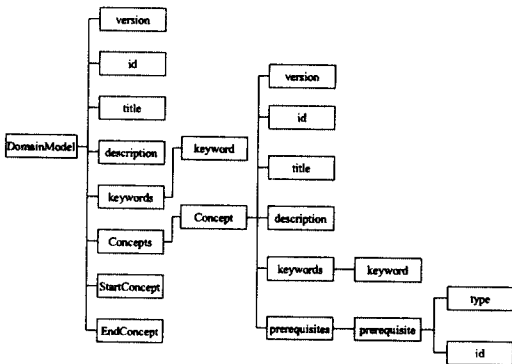
영역 모델링에서는 (그림 2)와 같이 개념 사이의 선수 학습에 대한 관계를 표현한다. 선수 지식을 나타내는 종류에는 AND, OR, NOT, SET, Precedence, 반복 학습 회수 등이 있으며 이는 선수학습에 대한 AICC의 CMI001 가이드라인에 명시된 스크립트 언어를 기호로 표현할 수 있다[11].



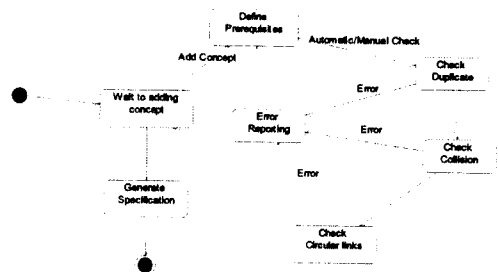
(그림 2) 영역 모델의 표기법

AND 관계는 선수 지식을 모두 학습해야 하고, OR 관계는 선수 지식 중 하나의 개념만을 학습해도 된다. SET은 순서에 관계없는 개념 집합을 표현하며, (그림 2)의 f는 하나의 개념이나 개념 집합을 반복해서 학습해야 할 회수를 표현한다.

영역 모델 명세서에 포함되는 요소를 계층적인 구조로 나타내면 (그림 3)과 같으며, (그림 4)는 영역 모델링의 상태전이도를 보이는 것이다.



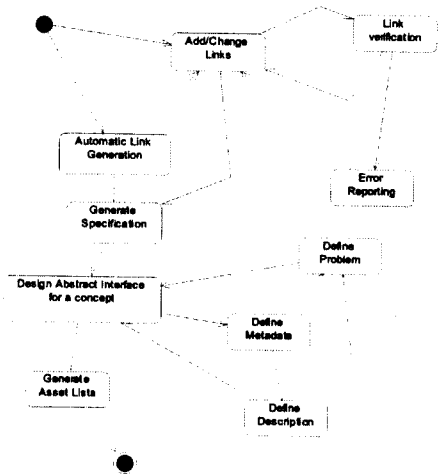
(그림 3) 영역 모델 명세서 요소



(그림 4) 영역 모델링의 상태전이도

3.3 개념 모델

개념 모델에서는 영역 모델에서 설계된 개념간의 관계를 이용하여 개념간 향해 관계를 모델링하고 각 개념에 대한 추상 인터페이스를 모델링한다. (그림 5)는 개념 모델러의 상태 전이도를 나타낸 것이다. 영역 모델러에서 설계된 개념 사이의 선수지식 관계는 일정한 규칙에 의하여 자동으로 향해 모델러를 생성할 수 있다.



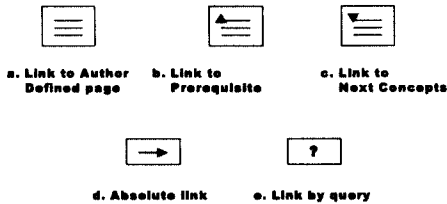
(그림 5) 개념 모델링의 상태전이도

저작자는 이를 이용하여 보다 빠르게 향해 모델러를 작성하거나 또는 향해 모델러를 생각하고

바로 추상 인터페이스의 설계 단계로 넘어갈 수 있도록 함으로서 설계의 시간을 단축할 수 있도록 한다.

3.3.1 항해 모델

항해 모델은 영역 모델에서 설계된 내용을 참조하여 작성된다. EduCODE에서는 행동주의 및 구성주의 교육 모델을 지원하기 위하여 다양한 형식의 링크를 이용하여 항해 모델을 작성할 수 있다. 링크는 (그림 6)과 같이 5 가지의 형식을 제공한다.

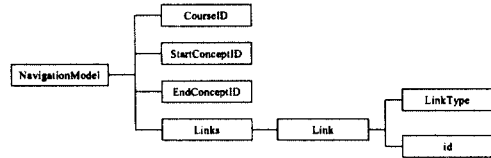


(그림 6) 항해 모델에서의 링크 표기법

(그림 6)의 a는 저작자가 정의한 링크의 목록이며 학습자는 이 링크를 선택할 수 있다. (그림 6)의 b는 이전의 선수 지식들에 대한 링크 목록으로서 하나 이상의 링크가 제시될 수 있다. (그림 6)의 c는 다음 개념에 대한 링크 목록으로서 하나 또는 여러 개의 링크가 제시될 수 있으며, 여러 개의 개념에 대한 링크는 영역 모델에서 집합으로 표현된 경우에 표시된다. (그림 6)의 d는 강제적인 링크로서, 저작자가 강제적으로 다음에 표시될 링크를 지정할 수 있다. (그림 6)의 e는 현재 학습중인 개념의 상태에 따라 학습자 모델에서 다음에 제시될 개념을 판단하여 링크시키는 것이다.

이 논문에서 제시하는 항해 모델에서 학습자 모델에 의한 조건 링크는 어떤 학습자 모델을 사용할 것인지 지정하지 않는다. 이는 실행 환경에서 사용되는 학습자 모델과 코스웨어의 설계를 분리시키기 위한 것이다. 따라서 항해 모델에서는 학습자 모델이 관여하는 링크를 지정하기만

할 뿐이다. 항해 모델 명세서에 포함되는 요소를 계층적인 구조로 나타내면 (그림 7)과 같다.



(그림 7) 항해 모델 명세서 요소

항해 모델에서 사용되는 개념의 목록은 영역 모델에서 작성되므로, 일정한 규칙에 의하여 개념간의 링크를 자동으로 생성할 수 있다. 다음은 항해 모델의 자동 생성에 대한 규칙이다.

1. 개념간의 OR 관계는 링크의 목록으로 나타낸다.
2. 개념간의 AND 관계는 순서있는 링크 목록으로 나타낸다.
3. 개념의 집합은 순서없는 링크 목록으로 나타낸다.
4. 구성주의적 모델에서는 평가에 의한 링크를 포함하지 않는다.
5. 행동주의적 모델을 위해서는
 - A. 만약 개념의 집합일 경우
 - i. 집합 내의 모든 개념을 학습한 후에 평가에 의한 링크를 삽입
 - ii. 평가 결과 미달된 학습자에 대해서는 집합의 처음 개념으로 링크
 - B. 단일 개념인 경우
 - i. 모든 개념마다 평가에 의한 링크를 삽입
 - ii. 평가 결과 미달된 학습자에 대해서는 해당 개념을 다시 학습하도록 링크

3.3.2 추상 인터페이스 모델

추상 인터페이스 모델은 다수의 애셋 및 문제로 구성되며, 애셋은 다양한 미디어의 형태로 제시된다. 추상 인터페이스 모델링은 모든 개념 노드에 대하여 실시하여야 한다.

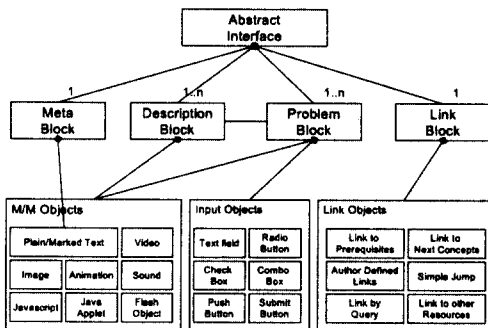
EduCODE에서는 저작자가 하나의 개념에 대하여 추상 인터페이스만 정의하고, 이 개념을 학습자에게 제시할 때는 학습자 모델에 의하여 적용적으로 애셋이 제시될 수 있도록 하는 방법을 제시한다.

추상 인터페이스는 하나 이상의 애셋을 포함하는 애셋 블록의 집합으로 이루어 진다. 애셋 블록은 학습 자원의 설계에 적합하도록 여러 가지의 형식을 가진다. 다음은 애셋 블록의 형식에

대한 설명이다.

- 메타 블록 : 콘텐츠를 전반적으로 설명하기 위한 블록으로서 주로 텍스트로 구성된다.
- 설명 블록 : 개념을 설명하기 위한 애셋의 집합으로서, 다른 설명 블록을 포함할 수 있다.
- 문제 블록 : 콘텐츠 내에서 제시되는 문제의 집합으로서, 학습자에게 콘텐츠가 설명하는 개념을 이해하기 위한 문제와 학습자를 평가하기 위한 문제로 구분된다.
- 링크 블록 : 항해 모델에 의해서 다음으로 제시될 링크를 포함하고, 부가적으로 학습에 참고가 되는 페이지나 사이트에 대한 링크 목록을 지정할 수 있다.

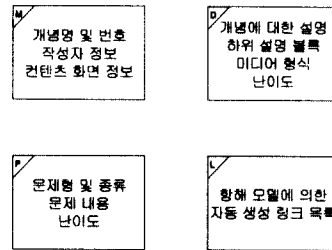
이 중 설명과 문제 블록은 설명과 문제에 대한 난이도를 포함하며 이는 애셋을 작성하고, 적응형 콘텐츠를 생성하기 위한 기본 자료로서 사용된다. EduCODE에서는 일반적인 하이퍼미디어 어플리케이션의 화면을 구성하는 요소인 메뉴와 입력 필드에 대한 설계는 배제한다. 일반적인 웹 어플리케이션의 메뉴에 해당하는 인터페이스는 EduCODE에서 링크 블록으로 표현하며, 입력에 관련된 필드는 문제 블록의 일부로 사용한다. 추상 인터페이스와 블록의 구성 관계를 표현한 것은 (그림 8)과 같다. 여기에서 멀티미디어 객체, 입력 객체, 링크 객체는 이해를 돕기 위하여 각각의 그룹으로 구분해 두었다.



(그림 8) 추상 인터페이스와 블록의 구성관계도

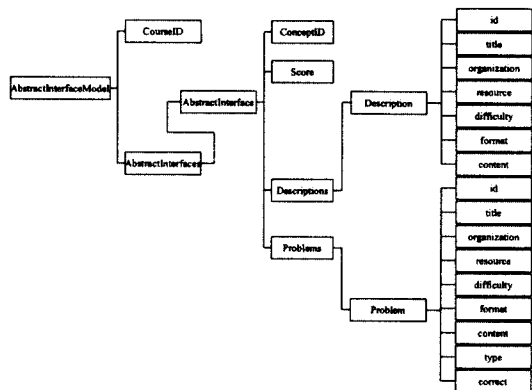
메타 블록, 설명 블록, 문제 블록, 링크 블록에 대한 표기법은 (그림 9)와 같다. 설명 및 링크 블

록에서 사용되는 형식 및 난이도는 다중 값을 갖는 속성이 될 수 있는데, 이 때는 대괄호를 이용하여 속성 값들을 둘러 싸고 각 값은 콤마로 구분한다. 다중 값 중에서 기본이 되는 값은 뒤에 + 기호를 붙인다. 예를 들어 [애니메이션+, 이미지]는 두 가지 형식의 미디어를 지원하며, 기본값으로 애니메이션을 지원한다는 의미로 해석된다.



(그림 9) 추상 인터페이스 블록별 기법

추상 인터페이스 명세서에 포함되는 요소를 계층적인 구조로 나타내면 (그림 10)과 같다. 추상 인터페이스 모델링의 결과로서 영역 내에서 사용되는 전체 애셋 목록을 생성할 수 있다.



(그림 10) 추상 인터페이스 모델 명세서 요소

3.4 애셋 모델

애셋은 적응형 하이퍼미디어의 기능을 지원하기 위하여 사용자에게 제시되는 수준인 난이도

와, 미디어 형식 그리고 미디어를 지원하기 위한 요구 사항에 대한 데이터를 포함한다. 애셋 모델은 구현과의 독립성을 추구하기 위하여 물리적인 저장 장치 및 방법을 다루지는 않는다.

EduCODE의 애셋 모델은 적용형 코스웨어를 생성하기 위하여 같은 개념을 설명하기 위한 애셋이라도 난이도에 따라 다양한 미디어 형식이나 난이도에 따른 질의문을 작성하기 위한 방법을 제시한다. EduCODE의 질의어는 애셋의 난이도, 미디어 형식 및 출력장치의 요구 사항을 조건절로 작성할 수 있다.

애셋이 등록되면 물리적인 파일은 코스의 ID를 따르는 폴더 아래에 저장되며, 애셋에 대한 데이터는 애셋과 코스 및 개념의 고유 ID, 애셋의 제목과 파일명, 형식과 난이도를 포함하는 데이터베이스 테이블에 저장된다. 등록된 애셋은 추상 인터페이스 모델 명세서에 의해 누락된 애셋이 있는지를 검사하게 된다. 애셋 모델로부터 생성된 명세서는 데이터베이스 테이블의 필드와 같은 요소를 갖는다.

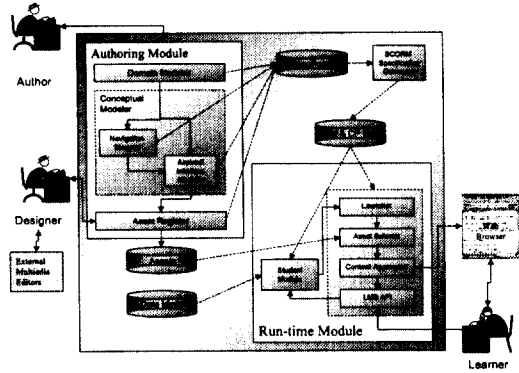
4. EduCODE 지원 시스템 설계

4.1 시스템 개요

EduCODE 지원 시스템은 크게 EduCODE을 지원하는 저작 모듈과 SCORM 규격을 준수하는 실행 환경으로 구성된다. (그림 11)은 EduCODE을 지원하는 시스템의 구성도이다. EduCODE 시스템의 저작 모듈은 Visual C++로 구현되었으며, 실행 환경은 윈도우즈 2000, Apache Tomcat, JSP, 데이터베이스는 MS-SQL Server 2000으로 구현하였다.

시스템의 사용자는 크게 코스웨어 제작자, 코스웨어 애셋 디자이너, 학습자 및 관리자로 구분된다. 코스웨어 제작자는 특정 도메인 영역에 대한 전체 코스웨어를 설계하며, 이는 다수의 저작자로 구성될 수 있다. 애셋 디자이너는 텍스트 설명을 비롯하여 문제, 이미지, 오디오/비디오, 애니메이션 등 다양한 미디어 형식의 애셋을 제작하며, 이또한 여러 명으로 구성된 팀이 될 수 있

다. 학습자는 웹 브라우저를 통하여 학습을 하게 된다.



(그림 11) EduCODE의 시스템 구성도

저작 모듈에서는 EduCODE의 세 가지 모델을 생성할 수 있는 도구를 포함한다. 개념 모델은 향해 모델과 추상 인터페이스 모델을 포함한다. 저작 모듈에서 제작된 결과는 코스 명세 데이터베이스에 저장되며 애셋은 애셋 데이터베이스 및 물리적인 파일로 저장된다.

애셋을 제작하기 위한 디자이너는 텍스트 입력은 자체적인 저작 모듈의 기능을 이용하고, 외부 멀티미디어 파일에 대해서는 해당 파일 형식을 편집할 수 있는 외부 편집기를 이용하여 편집한 후, 애셋 등록기를 통하여 애셋 데이터베이스에 등록하게 된다.

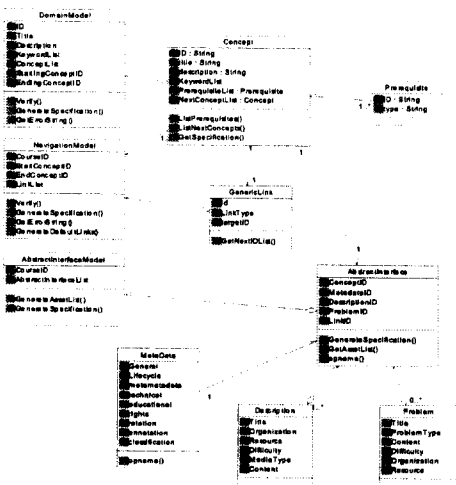
실행 환경은 학습자에게 적용된 콘텐츠 및 페이지 링크를 제공하기 위한 학습자 모듈과, 저작 모듈에 의해 생성된 SCORM 명세서를 입력받아 해석하고 이를 이용하여 애셋을 조합하여 학습 콘텐츠를 생성하는 콘텐츠 통합기, SCORM LMS 규격을 따르는 Launcher 및 API 어댑터로 구성된다. 실행 모듈은 ADL SCORM의 실행 환경 표준 명세서를 따라 동작한다.

4.2 저작 모듈

저작 모듈은 영역, 향해 및 추상 인터페이스 모델을 설계하는 도구를 제공한다. 저작된 결과는 SCORM의 확장 명세를 따르는 메타데이터

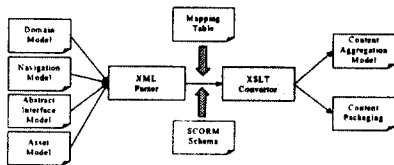
파일로 생성되어 코스 명세 데이터베이스에 저장된다. 또한 콘텐츠를 구성하는 텍스트 애셋을 입력받고 외부에서 제작된 멀티미디어 애셋을 등록하기 위한 애셋 등록기를 제공한다.

각 모델링 단계에서 생성되는 명세서는 SCORM 명세서 생성기에 의해 콘텐츠 통합 모델 명세서와 콘텐츠 패키징 명세서를 생성하기 위한 자료로 사용된다. (그림 12)는 저작 모듈을 구성하는 주요 클래스들의 관계를 보여준다.



(그림 12) 저작모듈의 중요 클래스

SCORM 명세서 생성기는 각 설계 단계에서 생성된 명세서를 이용하여 콘텐츠 통합 모델 명세서와 콘텐츠 패키징 명세서를 생성한다. EduCODE를 이용한 SCORM 명세서 생성의 흐름은 (그림 13)에서 보인다.



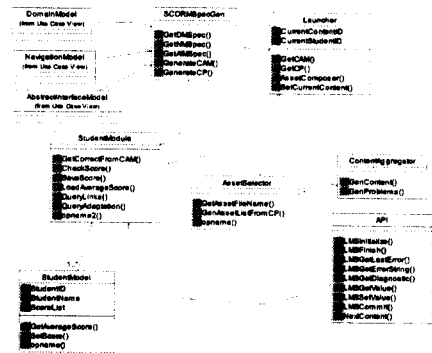
(그림 13) SCORM 명세서 생성 흐름도

(그림 13)의 매핑 테이블은 EduCODE의 각 모

델별 요소와 SCORM 명세서 요소 간의 대응 관계를 포함하고 있다.

4.3 실행 모듈

실행 모듈의 주요 클래스 관계도는 (그림 14)와 같다.



(그림 14) 실행 모듈의 중요 클래스

EduCODE에서 사용되는 질의에 의한 링크는 학습자 모듈과 독립적으로 설계되며, 구현에서는 학습자의 성적 및 평균 성적만을 이용하여 링크 및 콘텐츠 적용을 실시하도록 한다. 이 논문에서 설계하는 학습자 모듈은 다음과 같은 항목을 이용한다.

- ① 평가 항목
 - 입력 : 문제에 대한 학습자의 응답 및 점답
 - 출력 : 함해 설계에 의한 링크 제시
- ② 콘텐츠의 적용
 - 입력 : 학습자의 평균 성적
 - 출력 : 애셋 난이도 설정

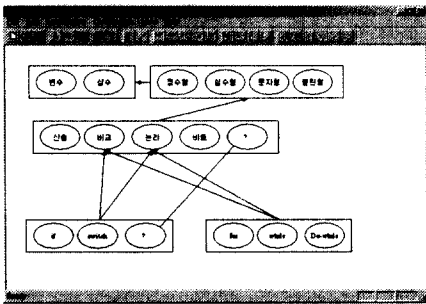
EduCODE에서 사용하는 학습자 모델에는 학습자의 일반 정보, 학습을 마친 개념에 대한 정보, 학습자의 문제에 대한 풀이 결과 및 평균 성적 저장된다.

5. 실험 및 평가

이 장에서는 EduCODE 시스템을 이용하여 C 언어의 기초 문법에 대한 코스를 개발하며 그 내용은 C 언어의 변수와 상수, 변수형 및 연산자, 판단문과 반복문을 포함하고 있다.

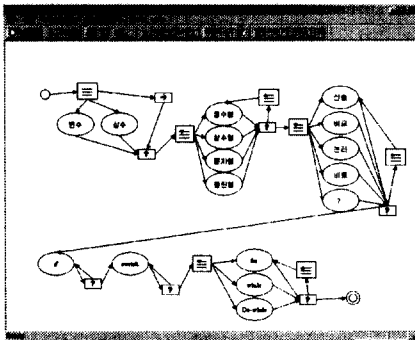
저작 모듈이 실행되고 새 코스웨어 생성 메뉴를 선택하면 코스와 저작자에 대한 일반적인 정보를 묻는 대화창이 열리며 여기에서 영역 모델에서 사용하는 일반 정보를 입력하고 단계별로 모델링을 실행한다.

영역 모델을 생성하기 위해서는 저작 모듈의 Components/New Concept 메뉴를 이용하여 두 개 이상의 새로운 개념을 생성한 다음 Components/New Prerequisite 메뉴를 선택하여 개념간의 선수지식 관계를 설정한다. (그림 15)는 C 언어의 기초 문법에 대한 영역 모델을 작성하는 화면이다. 개념 및 선수 지식에 대한 정보를 편집하려면 해당 개념이나 선수 지식을 두 번 눌러서 열리는 대화창을 이용하여 수정할 수 있다.



(그림 15) C 언어 문법의 영역 모델

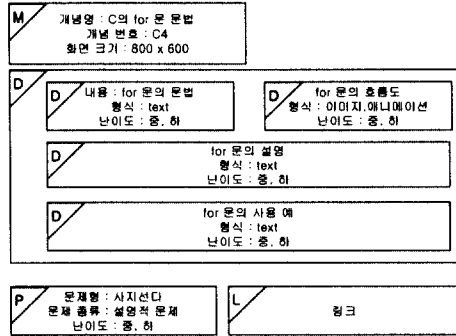
영역 모델을 생성하면 항해 모델을 설계할 수 있다. 이 실험에서 사용되는 항해 모델의 저작 화면은 (그림 16)과 같다.



(그림 16) C 언어의 항해 모델 화면

다음은 각 개념에 대한 추상 인터페이스를 설

계한다. 이 실험에서 사용되는 개념의 추상 인터페이스 중 (그림 17)은 for 문의 추상 인터페이스의 설계 예를 보인 것이다.



(그림 17) for문의 추상 인터페이스 설계

추상 인터페이스 설계에서 작성된 애셋을 편집 및 등록하고, 저작 모듈의 Specification 메뉴에서 차례대로 명세서를 생성한다. 명세서를 생성할 때 모델의 검사를 수행하게 되며, 오류가 없을 경우에는 명세서가 생성되게 된다. 각 단계별 명세서가 생성되면 콘텐츠 통합 모델 및 콘텐츠 패키징에 대한 명세서를 생성할 수 있다. (그림 17)에서 설계되어 프레임워크에 의해 생성된 for 문을 위한 콘텐츠 통합 모델 명세서는 다음과 같다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-Kr"?>
<lom>
  <general>
    <title><langstring>
      for 문의 문법
    </langstring></title>
    +<catalogentry>
    +<description>
      <langstring>for 문의 문법</langstring>
    </description>
    +<keyword>
    +<aggregationlevel>
  </general>
  +<lifecycle>
  +<metametadata>
    <technical>
      <format>text/html</format>
      <size>13671</size>
      <location>for.htm</location>
      +<requirement>
      +<educational>
      +<rights>
      +<classification>
  
```

```

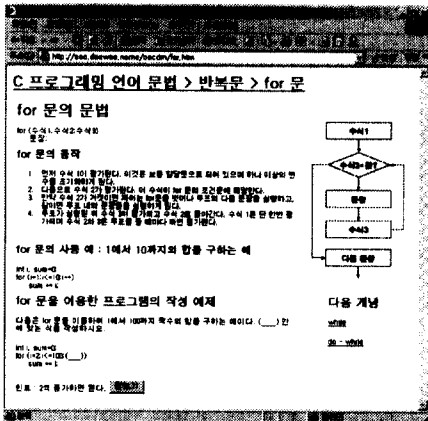
<description>
  <langstring>C 언어의 for 반복문의 문법을
  설명한다.</langstring>
</description>
</classification>
</lom>
  
```

for 문을 위해 생성된 콘텐츠 패키징 명세서는 다음과 같다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<manifest>
  <metadata/>
  <organizations/>
  <resources>
    <resource identifier="R_A1" type="webcontent"
      adlcp:scormtype="sco" href="for.htm">
      <metadata>
        <adlcp:location>for.xml</adlcp:location>
      </metadata>
      <file href="for.htm" />
      <dependency identifierref="R_A2" />
    </resource>
    <resource identifier="R_A2" type="webcontent"
      adlcp:scormtype="asset" href="pics/for.gif">
      <metadata>
        <adlcp:location>pics/for.xml</adlcp:location>
      </metadata>
      <file href="pics/for.gif" />
    </resource>
  </resources>
</manifest>
  
```

이렇게 생성된 콘텐츠 통합 모델 및 콘텐츠 패키징 명세서는 다른 애셋과 함께 코스웨어를 실행하는 구성 요소가 된다. (그림 18)은 for 문을 위한 콘텐츠가 실행 환경에서 실행되는 화면을 보인 것이다.



(그림 18) for 문의 실행 화면 예

6. 결론

이 논문에서는 교육용 콘텐츠 표준인 SCORM 을 지원하는 개발 방법인 EduCODE를 제안하고, EduCODE를 지원하는 자동화된 시스템을 설계 및 구현하였다.

EduCODE는 개발 프로세스와 표기법으로 구성 하였으며, 개발 프로세스는 영역, 개념, 애셋의 모델이 나선형 구조로 구성되어 반복적 개발이 가능하고 각 모델에서는 산출물로 명세서를 생성 한다. 영역 모델에서는 학습하고자 하는 영역 지식을 구성하는데 AND, OR 등의 6가지 관계를 정의하여 사용하였고, 영역 명세서를 산출하게 된다. 개념 모델은 학습의 기본 단위의 개념에 대한 항해 및 인터페이스를 구성하는 2개의 하위 모델로 구성되어 있다. 애셋 모델에서는 특정 영역의 학습 콘텐츠를 위한 재사용 가능한 기본 학습 자료를 저장하도록 하였다.

EduCODE의 개발 프로세스와 표기법을 지원하기 위한 자동화된 시스템은 EduCODE의 각 모델을 단계별로 모델링할 수 있는 저작 모듈과 자동으로 생성된 SCORM 코드를 실행할 수 있는 실행 모듈을 내장하고 있다. 저작 모듈은 그래픽 사용자 인터페이스로 저작자가 쉽게 원하는 작업을 할 수 있으며, 실행 모듈은 SCORM의 규격을 준수하도록 개발하였다. 저작 모듈에서 영역 모델링시에 개념의 중복, 개념 사이의 순환 참조, 항해 모델링시에 도달할 수 없는 개념과 끝날 수 없는 개념에 대한 에러를 자동으로 검출하여 보다 완전한 명세서를 산출 할 수 있도록 하였다. SCORM 명세 생성기는 XML로 된 콘텐츠 통합 명세서와 콘텐츠 패키징 명세서를 저작 모듈에서 생성된 명세서를 기반으로 자동으로 생성한다. 생성된 SCORM 명세는 웹 서버를 통해 학습자에게 서비스된다. 끝으로, EduCODE와 시스템을 평가하기 위해 이를 이용하여 C 언어 교육용 콘텐츠를 개발하였으며, SCORM 생성과 실행을 확인하였다.

향후 연구는 개념 사이의 관계를 보다 상세하게 표현할 수 있는 방법과 콘텐츠의 재사용을 위한 모듈의 추가이다.

참 고 문 헌

- [1] 황희정, 백영태, 강운구, 이세훈, 윤경섭, 왕창종(1999), EDUCAUSE의 IMS 명세서에 기반을 둔 개방형 교육 시스템, 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문지, Vol. 11, No.1
- [2] 왕창종 외(2001), 초중고등학교 교육용 콘텐츠 메타데이터 표준화에 관한 연구, 인하대학교 컴퓨터과학응용연구소
- [3] <http://ltsc.ieee.org/>
- [4] <http://www.imsproject.org/>
- [5] <http://www.aicc.org/>
- [6] Advanced Distributed Learning Initiative(2001), The SCORM Content Aggregation Model, <http://www.adlnet.org/>
- [7] CEN/ISSS(2002), Survey of Educational Modelling Languages, Learning Technologies Workshop
- [8] Flank Wehner, Alexander Lorz(2001), Developing Modular and Adaptable Courseware Using TeachML, In: Proceedings of ED-MEDIA 2001, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, AACE
- [9] Christian Sub, Bukhard Freitag, Peter Brossler(1999), Meta Modeling for Web-Based Teachware Management, In Proceedings of Advances in Conceptual Modeling. ER'99 Workshop on the World-Wide Web and Conceptual Modeling
- [10] Advanced Distributed Learning Initiative(2001), The SCORM Run-Time Environment, <http://www.adlnet.org/>
- [11] AICC(2000), AICC/CMI CMI001 Guidelines for Interoperability Version 3.4, <http://www.aicc.org/>

서 대 우

- 1992 인하대학교
전자계산공학과(공학사)
- 1994 인하대학교
전자계산공학과(공학석사)

- 2002 인하대학교 전자계산공학과 박사수료
- 1994~1997 대상정보기술(주) 정보통신연구소
- 1997~1998 한국정보공학(주) 개발부
- 1998~1999 (주)사이맥스 기술연구소
- 2000~현재 용인송담대학 인터넷경영정보과
전임강사

관심분야: 소프트웨어공학, 컴퓨터교육, 전자상거래, 무선인터넷

E-Mail: hvyrain@ysc.ac.kr

이 세 훈



- 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, 소프트웨어공학, 분산객체컴퓨팅, XML/JAVA

E-Mail: seihoon@true.inhatc.ac.kr

왕 창 종



- 1981~1990 인하대학교
전자계산소 소장
- 1979~1994 인하대학교
컴퓨터과학응용
연구소 소장

1992~1994 한국정보과학회 전산교육연구회장

1992~1994 한국정보과학회 부회장

1997~2001 인하대학교 사회교육원장

1979~현재 인하대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야: 소프트웨어공학, 분산객체기술, 컴퓨터교육

E-Mail: cjwang@inha.ac.kr