

# 유비쿼터스 환경 기반의 동적인 스마트 온/오프라인 학습자 추적 시스템 설계 및 구현

임형민<sup>†</sup>, 이상훈<sup>\*\*</sup>, 김병기<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

유비쿼터스 환경에서 학습자 맞춤형 교육을 제공하기 위해서는 학습자의 학습행위에 대한 분석이 필수적이다. SCORM(Sharable Contents Object Reference Model), IMS LD(Instructional Management System Learning Design) 등의 표준은 전도 체크와 같은 학습 설계 지원 기능을 제공한다. 하지만 표준 적용은 개발의 어려움과 수정이 어렵다는 단점이 있다. 본 논문에서는 이벤트 가로채기를 사용하여 웹 브라우저에서 학습자의 행위를 관리하는 시스템을 구현한다. 이를 통해 HTML기반의 모든 콘텐츠를 추가적인 작업 없이 재활용할 수 있고 학습결과의 저장 및 분석이 가능하게 되어 표준 적용에 따른 문제점을 개선할 수 있다. 또한 네트워크 단절 시에도 학습결과를 추적할 수 있어 유비쿼터스 학습 환경을 지원할 수 있다.

## Design and Implementation of The Ubiquitous Computing Environment-Based on Dynamic Smart on / off-line Learner Tracking System

Hyung-min Lim<sup>†</sup>, Sang-hun Lee<sup>\*\*</sup>, Byung-gi Kim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

In ubiquitous environment, the analysis for student's learning behaviour is essential to provide students with personalized education. SCORM(Sharable Contents Object Reference Model), IMS LD (Instructional Management System Learning Design) standards provide the support function of learning design such as checking the progress. However, in case of applying these standards contain many problem to add or modify the contents. In this paper, We implement the system that manages the learner behaviour by hooking the event of web browser. Through all of this, HTML-based content can be recycled without any additional works and the problems by applying the standard can be improved because the store and analysis of the learning result is possible. It also supports the ubiquitous learning environment because of keeping track of the learning result in case of network disconnected.

**Key words:** U-Learning(유러닝), E-Learning(이러닝), Event Hooking(이벤트 훅킹), Content Packing (콘텐츠 패킹)

## 1. 서 론

2000년대 초 인터넷을 이용한 학습이 시작된 이후

\* 교신저자(Corresponding Author): 김병기, 주소: 서울시 동작구 상도동 511번지 숭실대학교 IT대학 425호(156-743), 전화: 02)820-0674, FAX: 02)820-0920, E-mail: bgkim@ssu.ac.kr

접수일: 2010년 8월 14일, 수정일: 2010년 10월 16일

완료일: 2010년 1월 30일

이러닝(e-Learning) 산업은 활성화 되었으나 학습 효율성에 대한 개선 작업은 이루어진 반면 성과는 정체되어 있다. 인터넷이나 인트라넷을 통한 웹 기반

<sup>†</sup> 준회원, 숭실대학교 정보미디어연구소 연구원  
(E-mail: atskyo@gmail.com)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원  
(E-mail: icarus@lh.or.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 숭실대학교 컴퓨터학부 교수

의 이러닝은 시공간적, 내용적, 구조적 활용성이 높아 학습자에게 학습내용과 도구에 대한 선택의 자유를 최대한 제공하고 자율적인 학습을 가능하게 하여 이러닝의 핵심가치인 맞춤형, 개인형 교육에 대한 발전 가능성이 크다[1]. 이러닝의 표준인 SCORM2004 시퀀싱과 네비게이션은 동일한 학습객체를 사용하여 학습객체간의 다양한 상호관계를 설계, 적용하고 학습자와 HTML, 동영상, 플래쉬등으로 구성된 다양한 형태의 학습객체와의 개별 상호작용을 추적, 평가하여 학습흐름을 안내함으로써 개별 적응적 조언 학습의 가능성을 보여준다[2].

이러닝은 다음과 같은 문제점을 가진다. 첫째, 하나의 LMS(Learning Management System)에서 사용하던 웹 기반 코스를 다른 LMS에서 사용할 수 없으며, 서로 다른 LMS에서 웹 기반 객체를 재사용할 수 없다. 이에 표준화 규격인 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)을 따르면 콘텐츠와 유지보수와 재사용이 용이하다[3].

둘째, 교수자는 새로운 매체에 대한 두려움이 있으며 새로운 매체에 대한 습득이 어렵다. 이에 대해 시스템은 쉬운 접근과 실시간 평가 결과의 관측이 가능해야 한다[4]. 셋째, 기존 시스템은 대부분 푸시 방식의 학습 또는 스프레이로 다양한 정보를 뿌려대는 수준에 머물러 있는 경우가 많다. 따라서 학습자는 피상적인 학습을 하게 되고, 교수자는 학습자가 제대로 수업을 마쳤는지 측정할 길이 없다. 마지막으로 학습자들은 다양한 시스템을 활용하여 필요한 학습에 임하며, 다양한 시스템에서의 활동은 각각의 시스템에 개별적인 학습자 정보를 생성, 통합 관리하며 향후 학습에 활용 가능한 검색을 위해 학습자 정보의 통합 관리가 요구된다[5,6].

향후 이러닝 환경의 핵심가치인 맞춤형, 개인형 교육을 제공하기 위해서는 학습자의 학습행위에 대한 분석이 필수적이다. SCORM, IMS LD[7]와 같은 표준에서 해당 기능을 제공하고 있으나 콘텐츠의 패키징이 요구되고 규격의 복잡성으로 인한 활용도가 떨어지는 문제점 또한 존재한다. 특히 학습결과를 서버에서 관리하기 때문에 네트워크 단절 시 학습내용의 저장이 불가능하다. 이에 본 논문에서는 웹 브라우저의 이벤트를 허킹(Event Hooking)하여 학습자의 행위를 관리하고 HTML 기반의 콘텐츠를 추가적인 작업 없이 재활용 할 수 있어 네트워크 단절 시에

도 학습결과를 추적할 수 있는 시스템을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 학습자의 정보를 유지·관리하기 위한 기존 연구를 서술하고 III장에서는 표준 및 비표준 방식에 모두 적용 가능한 학습 진도체크 방법을 제안한다. IV장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 논한다.

## 2. 관련연구

학습자의 정보를 통한 맞춤형 교육을 제공하기 위해서는 학습자와 LMS(Learning Management System)간의 통신 방법이 필요하며, 이를 위해 정보 교환을 위한 표준 방법이 다양하게 연구되었고 SCORM Run-Time Environment(RTE)가 제안되었다[8,9].

### 2.1 SCORM RTE

SCORM RTE의 관리기능은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 Launching 관리 부분은 LMS가 웹 베이스의 콘텐츠 객체들을 시작하는 일반적 방법을 정의한다. API 통신 부분은 LMS와 콘텐츠 객체 간에 개념적 통신 상태에 있는 LMS를 인지하기 위한 통신 매커니즘이며 LMS와 SCO(Sharable Contents Object)간의 통신과 데이터 조회 및 분류 기능 수행 한다. 마지막으로 RTE Data Model은 SCO에서 발생하는 데이터를 LMS로 가져오거나 저장하기 위해 요구되는 데이터들이다[10]. SCORM RTE의 개념도는 그림 1과 같다.

SCORM에는 SCOs와 애셋(Asset)의 학습 콘텐츠 객체가 있다. SCOs는 하나의 교육 목표와 이 목표를 지원하기 위해 필요한 자원들을 표현해야 한다. Launch는 로드된 콘텐츠 객체와 LMS 간의 통신 구축에 대한 절차와 지원 사항들을 정의한다. 통신 매커니즘은 공통 API로 표준화 되어 있다. API는 초기화, 네트워크 단절이나 에러 발생 등을 알려주며, LMS와 SCO간의 데이터 추출 및 저장에 이용되는 접수나 시간제한에 대한 통신 매커니즘이다[4].

Data Model은 표준화된 데이터 모델 엘리먼트의 집합이다. 하나의 SCO에 대한 진도 혹은 퀴즈나 테스트 등의 평가에 의한 점수 등 SCO를 추적하는 정보를 정의하는데 사용된다. LMS는 반드시 학습자 세션에서 SCO의 데이터 모델 엘리먼트의 상태를 유

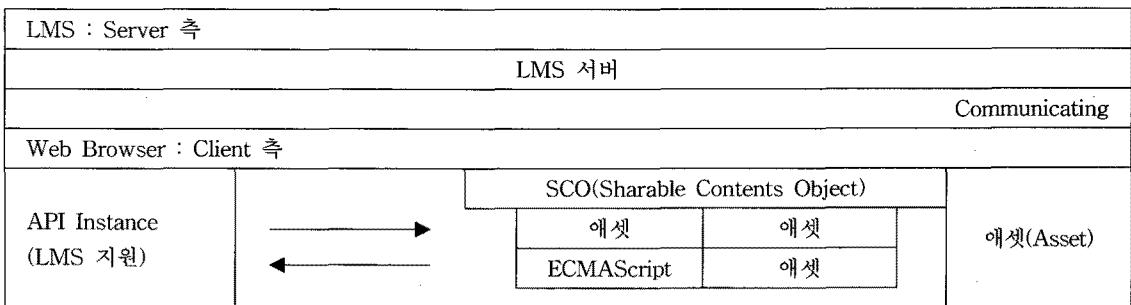


그림 1. SCORM RTE 개념도

지해야 하고, SCO는 여러 종류의 시스템에 재사용 된다는 것을 보장하기 위해 반드시 미리 정의된 데이터 모델 엘리먼트를 사용해야 한다[3].

### 2.1.1 SCORM RTE 데이터 모델

RTE데이터 모델은 SCO의 실행시간 동안 LMS에서 SCO가 추적할 수 있는 데이터 모델 엘리먼트의 집합을 포함한다. 데이터모델 요소는 상태, 득점, 상호작용, 목표 등과 같은 추적 목록에 사용될 수 있다. 런타임 환경 데이터 모델 요소의 몇 가지는 같은 문맥(Lesson 또는 Course)으로 사용되었을 때 다른 SCOs의 제어에 영향을 준다.

SCO가 실행상태에 있을 때 LMS와 SCO는 "IEEE LTSC CMIP1383.11"에서 지정한 데이터 모델 집합에 따라 통신해야 한다. RTE 데이터 모델은 24개의 범주로 나뉘며 각각은 엘리먼트와 애트리뷰트를 갖는다.

### 2.1.2 학습결과 Tracking 방식

SCORM RTE에서는 학습자의 행위를 추적하기 위해 CMI(Computer Managed Instruction)라는 데이터 모델을 사용한다. CMI는 컴퓨터를 이용하여 교수/학습 과정을 관리하는 것으로 현재는 LMS라는 용어로 더 많이 사용되고 있다.

SCORM RTE에서 CMI 데이터 모델을 교환하기 위해서는 콘텐츠에 미리 정의된 CMI 데이터 관련 Javascript를 기술해야 된다. 데이터 흐름도는 그림 2와 같다.

CMI 데이터 모델을 교환하기 위해서는 콘텐츠에 다음과 같이 작성한다.

```
<script language="javascript">
    storeDataValue(key, value);
    // CMI 데이터 저장하기
    var value = retrieveDataValue(key);
    // CMI 데이터 가져오기
</javascript>
```

자바스크립트 APIWrapper.js는 storeDataValue(key, value), retrieveDataValue(key)의 Function을 정의한다. 콘텐츠에서 해당 자바스크립트를 호출하면 자바스크립트가 애플릿을 호출하고 애플릿은 다시 LMS CMI Servlet을 호출하여 CMI 데이터를 교환하게 된다.

### 2.2 IMS LD(Learning Design)

IMS LD는 IMS의 콘텐츠 패키징(Content Packaging), 메타데이터(Metadata), 심플 시퀀싱(Simple Sequencing)과 같은 현재의 IMS 규격들과의 통합을 통해서 완성되었다[11]. IMS LD는 IMS 콘텐츠 패키징 규격을 확장하여 기본 프레임워크로 하였으나 메타데이터와 시퀀싱은 확장하지 않았다[12].

IMS LD는 그룹학습, 협력학습, 혼합학습 지원을 목적으로 한다. 또한 시스템 간의 학습설계와 교환, 학습설계와 학습 자료의 재사용, 개인 학습활동이나 역할 등의 학습설계의 부분적인 재활용, 사람·역할

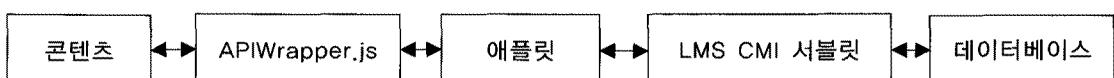


그림 2. SCORM RTE의 데이터 흐름도

그리고 학습설계에 대한 속성을 활용하여 접근성(Accessibility), 학습결과추적(tracking), 보고(reporting) 그리고 성과(performance)에 대한 향상된 분석 기능을 제공한다[13,14].

이러닝 표준화 패러다임의 변화로 기존의 콘텐츠와 LMS와 같은 학습플랫폼 간의 데이터 교환이 이러닝 서비스에 활용되는 모든 시스템간의 데이터 교환으로 확대되었으며, 이러닝 콘텐츠의 패키징 범위가 평가문항을 포함한 광범위한 디지털 자원까지 확대되고 있다[15].

이는 이러닝의 큰 흐름과 맥락을 같이하며 정규 교육과정에서 비정규적이며 일상적인 학습의 중요성, 과정 중심에서 학습객체중심으로, 협업과 협력에 대한 중요성 증가 등으로 변화하고 있다. 이를 위해 2006년 11월에 “Learning Design” 규격을 지원하는 LD Engines인 CopperCore를 소개하였다[16].

### 2.2.1 CopperCore

CopperCore는 SCORM CMI와 같은 표준방식은 적용하지 않으며 사용자는 LD 규격 콘텐츠의 메타데이터, 시퀀싱 등을 표현하는 “imsmanifest.xml” 파일에 “Property element”를 사용하여 학습자의 행위를 추적하는 데이터를 정의하여 사용한다. 데이터 흐름도는 그림 3과 같다.

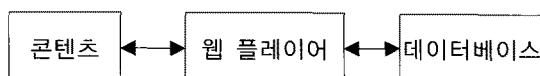


그림 3. CopperCore의 데이터 흐름도

콘텐츠에서 Property 데이터를 교환하기 위하여 다음과 같이 정의한다.

```

<set-property ref="key" value="value"/>
//Property 데이터 저장하기
<view-property ref="key" />
//Property 데이터 가져오기

```

CopperCore는 XHTML을 지원하므로 콘텐츠에 정의된 XML element에 XML PI(Process Instruction)에서 지정한 XML 문서를 적용시켜 HTTP 통신을 할 수 있도록 HTML href, Form tag 등으로 변환한다.

WebPlayer servlet은 GET 방식으로 HTTP 패킷

을 전송 받아 RequestID 값이 3010인 경우 HTTP 패킷을 파싱 하여 해당 콘텐츠에 존재하는 Property 데이터를 저장한다.

WebPlayer servlet에는 SCORM의 CMI 데이터 retrieveDataValue 부분이 존재하지 않는다. 다만 ‘private static final int Get\_CONTENT = 2005;’가 정의되어 있어서 GET 방식으로 HTTP packet를 수신하여 ‘<view-property ref = "key">’ 형식으로 정의된 부분을 웹 서버에서 파싱하여 동적으로 HTML을 생성하여 보내준다.

### 2.2.2 비표준 방식

비표준 RTE는 각각의 RTE 제공업체별로 학습자의 행위를 추적하는 데이터를 정의하며, 데이터를 교환하기 위한 개별 방식이 존재한다. 비표준 방식에서도 콘텐츠에 자바스크립트를 기술하며 해당 자바스크립트가 RTE 엔진과의 HTTP 통신을 통해 데이터를 교환한다.

## 3. 동적 스마트 온/오프라인 학습자 추적 시스템 설계 및 구현

본 논문에서는 온/오프라인 상태에서 웹 브라우저의 메시지 가로채기 기법을 사용하여 학습자의 학습 결과 및 학습정보를 추적하는 시스템을 구현하며, 온라인 상태에서는 통합시스템과 연동되어 끊김 없는 학습지원이 가능하도록 LMS와 학습자를 연결해준다.

제안 시스템의 특징은 다음과 같다. 첫째, 오프라인 상태에서도 학습이력의 추적 및 저장이 가능하며 온라인 상태가 되었을 경우 동기화 미들웨어를 통하여 통합학습관리 시스템과의 연동을 통해 끊김 없는 학습지원이 가능하다. 둘째, 기존에 제작된 콘텐츠에 별도의 수정작업 없이 진도율, 북마크 등의 기본적인 학습이력 체크가 가능하다. 마지막으로 HTML 문서뿐만 아니라 학습에 주로 사용되는 플래쉬, 동영상 등 다양한 포맷의 콘텐츠를 지원한다.

### 3.1 시스템 구성

#### 3.1.1 학습관리 모듈

학습관리 모듈은 콘텐츠의 도입 삭제, 그리고 학습의 진도상황을 체크하는 역할을 담당한다. 학습에

사용되는 콘텐츠의 포맷은 대부분 HTML, 플래쉬, 동영상 등으로 콘텐츠의 관리는 포맷에 따라 달라진다. HTML포맷의 경우 여러 페이지로 구성되어 Zip 파일 포맷으로 패키징하여 도입 하는 것을 원칙으로 한다. 본 논문에서는 SCORM, IMS LD와 달리 별도로 메타데이터를 표현하는 “imsmanifest.xml”이 요구되지 않으며 콘텐츠가 도입 되면서 파일의 정보를 통해 콘텐츠 ID와 Zip의 경우 총 페이지 수 등의 핵심적인 정보를 추출하여 메타데이터로 활용한다.

### 3.1.2 추적모듈을 내장한 콘텐츠 뷰어

콘텐츠 뷰어는 포맷에 따라 HTML 뷰어, 플래쉬 플레이어, 동영상 플레이어의 세 가지로 구성되며 학습이력 데이터의 추적모듈이 포함되어 있어서 학습자가 콘텐츠 뷰어를 통해 학습을 하면서 생성된 데이터의 추적결과는 내장된 DB에 저장된다.

학습이력 데이터를 추적하는 핵심방법은 메시지 가로채기 알고리즘이다. 학습자가 HTML 뷰어에 포함된 웹 브라우저를 사용하면 메시지가 발생하는데 이 메시지를 가로채서 사용내역을 감시하는 것을 메시지 가로채기라 한다. 그러나 웹 브라우저의 모든 메시지를 가로채서 학습이력 데이터 추적에 사용하는 것은 아니며 미리 정의된 가상의 URL에 네비게이트 요청 메시지만을 해석하여 학습이력 데이터로 추출하여 처리한다. 웹 브라우저는 해당 메시지에 반응하여 실제 네비게이트 동작을 하지 않도록 메시지 취소 처리를 한다.

### 3.1.3 동기화 모듈

온라인 상태에서 내장된 DB에 저장된 학습이력 데이터는 동기화 모듈을 통하여 통합학습관리 시스템과 동기화 되며 이를 통해 학습자의 끊김 없는 학습이 가능할 뿐만 아니라 다양한 디바이스를 통해서도 학습이 가능하다. 본 논문에서 제안하는 RTE 엔진의 구성도는 그림 4와 같다.

## 3.2 학습이력 데이터

제안 시스템에서는 SCORM의 CMI와 같이 학습자의 행위를 추적하는 데이터 모델이 존재하지 않는다. 다만 학습이력 데이터는 기본적으로 콘텐츠에 대한 별도의 수정작업 없이도 추적이 가능한 필수요소와 사용자의 정의에 따라 콘텐츠에 가공을 하여 추가

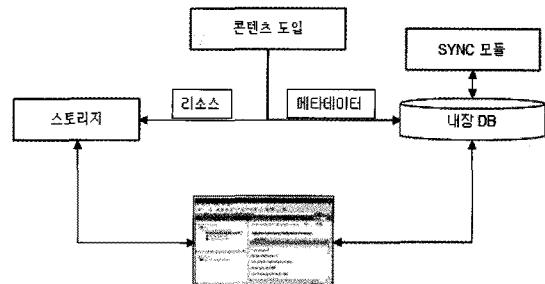


그림 4. RTE 엔진의 구성도

적으로 추적할 수 있는 선택요소를 가진다.

### 3.2.1 HTML

HTML의 필수 구성 요소는 다음과 같다.

표 1. HTML

요 소	설 명
1. 진도율	· Zip으로 패키징된 학습 콘텐츠가 총 몇 페이지의 HTML 문서로 구성되어 있으며 이중에서 몇 페이지의 HTML 문서를 보았는지 계산
2. 북마킹	· 최종적으로 학습한 HTML 페이지
3. 학습횟수	· 콘텐츠에 학습을 시도한 횟수
4. 총 학습시간	· 콘텐츠를 학습한 총 학습시간
5. 최종학습시간	· 최종적으로 학습한 시간

### 3.2.2 선택 구성요소

웹 브라우저의 특정 네비게이트 이벤트를 발생시킬 수 있는 HTML 태그, 자바스크립트 등을 콘텐츠에 삽입하면 학습자의 학습결과를 추적할 수 있다. 본 논문에서는 SCORM처럼 CMI가 존재하지 않고 IMS LD와 같이 메타데이터에서 사용자가 정의할 수 있는 Property가 존재하지 않기 때문에 학습이력 데

표 2. 플래쉬

요 소	설 명
1. 진도율	· 플래쉬 포맷의 콘텐츠가 총 몇 프레임으로 구성되어 있으며 이중에서 몇 프레임을 보았는지를 계산
2. 북마킹	· 최종적으로 학습한 프레임
3. 학습횟수	· 콘텐츠에 학습을 시도한 횟수
4. 총 학습시간	· 콘텐츠를 학습한 총 학습시간
5. 최종학습시간	· 최종적으로 학습한 시간

이터의 저장하기(Set)가 처음 호출된 순간에 학습이력 데이터의 요소가 정의된다. 만약 존재하지 않는 요소를 콘텐츠에서 가져오기(Get) 호출을 하면 이 경우에도 학습이력 데이터의 요소가 정의되고 초기 값은 NULL이 된다.

표 3. 동영상

요 소	설 명
1. 진도율	· Media 포맷의 콘텐츠의 총 재생 시간이 얼마나며 이중에서 어떤 위치까지 보았는지를 계산
2. 북마킹	· 최종적으로 학습한 위치
3. 학습횟수	· 콘텐츠에 학습을 시도한 횟수
4. 총 학습시간	· 콘텐츠를 학습한 총 학습시간
5. 최종학습시간	· 최종적으로 학습한 시간

### 3.3 학습이력 데이터 추적 구현

#### 3.3.1 콘텐츠

필수구성요소는 별도의 수정작업 없이도 추적이 가능하며 선택구성요소는 웹 브라우저의 가상 URL에 대한 네비게이트 요청을 발생 시킬 수 있는 HTML 태그, 자바스크립트 등을 콘텐츠에 삽입한다.

#### - 학습이력 데이터 저장하기

```
function SetData(identifier, value)
{
    location.href="file:///dummy.htm?cmd=SetData&
identifier=" + identifier + "&value=" + value;
}
```

#### - 학습이력 데이터 가져오기

```
function GetData(identifier)
{
    location.href="file:///dummy.htm?cmd=GetData&
identifier=" + identifier;
}
```

네비게이트 요청은 함수가 아닌 이벤트이기 때문에 데이터를 가져올 수가 없으며 따라서 에이전트에서 “SetDataValue”를 호출하는 것으로 처리한다.

#### - 학습이력 데이터 가져오기 콜백 함수

```
function SetDataValue(identifier, value)
{
    // 가져온 학습이력 데이터를 처리한다
}
```

### 3.4 메시지 가로채기

```
CString m_strDummyPage = _T("file:///dummy.html");

void BeforeNavigate2(
    IDispatch* pDisp,
    VARIANT* URL,
    // 사용자 학습 데이터의 URL
    VARIANT* Flags,
    // Flag
    VARIANT* TargetFrameName,
    // 학습이 이루어지는 페이지의 Frame 이름
    VARIANT* PostData,
    // 이전 학습 데이터 위치
    VARIANT* Headers,
    // 학습데이터의 HTML header 위치
    VARIANT_BOOL* Cancel)
{
    if (URL->vt == VT_BSTR)
    {
        CString strURL = URL->bstrVal;
        // 가상의 URL에 대한 네비게이트 요청인가를 검사
        if (IndexOf(m_strDummyPage, strURL) == -1)
        {
            // 가상의 URL에 대한 네비게이트 요청이 아닐 경우
            // 해당 콘텐츠에 포함된 URL일 경우 필수구성요소 처리,
            // 내장 데이터베이스 관련 작업
            ...
            return;
        }
        // 가상의 URL에 대한 네비게이트 요청이 맞는 경우
        // 학습자의 학습이력 데이터를 추출하여 선택구성요소 처리,
        // 내장 데이터베이스 관련 작업
        CString strGetData;
        CString strpostData;

        if (IndexOf(_T("?"), strURL) == -1) return;

        CString strGetData = Replace(strURL, m_strDummy
Page + _T("?"), _T(""));

        if (PostData->vt == (VT_BYREF|VT_VARIANT))
        {
            CComVariant varPostData(*PostData->pvarVal);
            varPostData.ChangeType(VT_BSTR);
            CString strPostData = varPostData.bstrVal;
            ...
        }
    }
}
```

필수구성요소(진도율, 북마킹, 학습횟수, 총 학습시간, 최종학습시간)와 선택구성요소(identifier, value)를 2차원 문자열 배열에 포함하여 동기화에 사용한다.

```

int UploadData(char *contents_id, char ***pppszData);
// 학습이력 데이터 업로드
char ***DownloadData(char *contents_id);
// 학습이력 데이터 다운로드

```

#### 4. 성능평가

제안한 방식은 학습자의 학습행위에 대한 실시간 추적이 가능하고 학습 진도를 확인하여 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공할 수 있다. 기존 방식은 표준 적용 시 패키징이 필요하고 복잡도가 높아 활용도가 낮았으며, 콘텐츠 개발 시 추가적인 개발이 요구되고 내용 변경 시 수정이 필요하였다. 또한 비표준 방식의 경우에도 개발은 용이하나 이식성이 낮았으며 사용자별 스크립트를 통해 학습결과를 추적하기 때문에 개별 엔진에서만 동작이 가능하다는 단점이 있었다. 제안 방식은 위의 문제점을 해결하여 이식성이 높고 추가적인 개발이 필요하지 않으며 네트워크 단절 시에도 학습결과의 추적이 가능한 시스템을 구현하였다. 제안 방식과 기존 방식과 비교하면 표 4와 같다.

제안한 방식의 주된 특징인 가로채기 및 학습이력 추적 기능의 성능을 측정하기 위해서 다음과 같이 성능평가를 수행하였다.

먼저 가로채기 기법의 성능을 평가하기 위해 학습 데이터의 양을 인위적인 방법을 통해 지속적으로 증가시켰을 경우, 시스템의 메모리 및 CPU 로드의 평균값을 측정하였으며, 그 결과는 그림 5, 6과 같다.

성능 평가 결과, 가로채기의 기법은 콘텐츠가 지속적으로 증가하였음에도 콘텐츠의 이력만을 추적하는 서버의 메모리와 CPU 로드에는 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났으며, 이는 학습 콘텐츠와 별

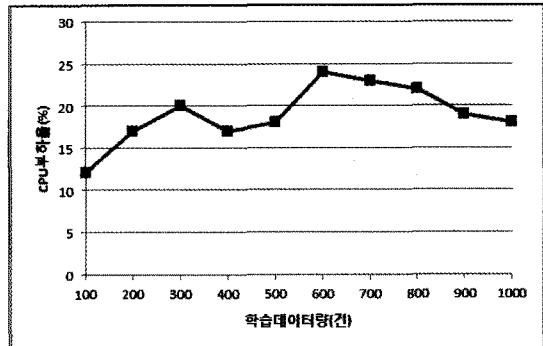


그림 5. 학습데이터 증가에 따른 CPU 부하율

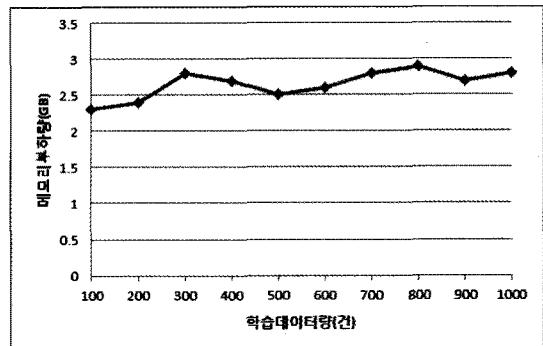


그림 6. 학습데이터 증가에 따른 메모리 부하량

개로 동작하기 때문으로 분석이다. 이는 제안한 가로채기 기법이 사용자의 콘텐츠의 증가에 따른 확장성이 있음을 의미한다.

학습결과 추적 기능의 측정은 학습자의 학습 과정에서 도출되는 학습이력의 로그 분석을 통해 측정하였다. 전체 학습자의 학습 상태 정보 중 온/오프라인 사용자의 비율을 조사한 결과는 그림 7과 같다.

사용자 로그 1000개를 대상으로 하였을 때, 전체

표 4. 제안 방식과 기존 방식의 비교표

구 분	제안방식	표준방식	비표준방식
콘텐츠의 패키징 여부	불필요	필요	불필요
콘텐츠 개발 시 추가개발 여부	불필요	필요	불필요
콘텐츠 수정 시 대응	불필요	콘텐츠 변경 시마다 수정 필요	개발방식에 따라 상이
개발난이도	이벤트 가로채기 기법을 사용하여 개발 용이	복잡도가 높음	자체개발로 개발용이
이식성	높음	높음	낮음
네트워크 단절 시 학습결과의 추적방안	학습결과 추적 가능	없음	없음

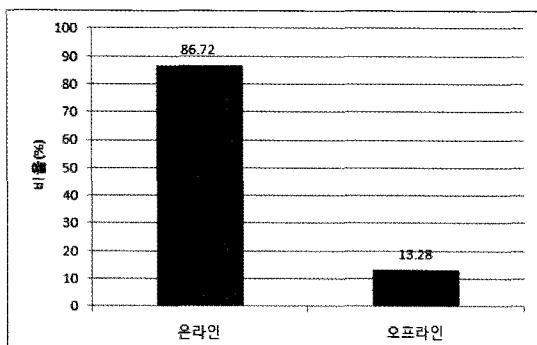


그림 7. 학습이력의 온오프라인 평균 비율

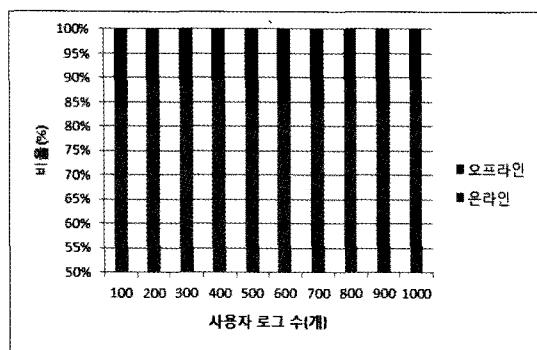


그림 8. 사용자 수에 따른 온/오프라인 학습이력 비율

적으로 오프라인에서 학습한 로그의 비율은 평균 13.28%였으며, 학습 이력 로그 내용의 온라인과 오프라인 비율은 100%로 온라인과 오프라인 모두에서 사용자의 학습 이력의 추적이 가능하다는 것을 확인 할 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 오프라인 상태에서도 웹 브라우저의 메시지를 가로채서 학습자의 학습결과 및 학습정보를 추적할 수 있는 시스템을 구현하였다. 데이터 흐름도는 그림 9와 같다.

제안 시스템은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 콘텐츠에 어떠한 가공을 하지 않아도 진도율, 학습 횟수, 총 학습시간, 최종 학습시간 등을 추적할 수

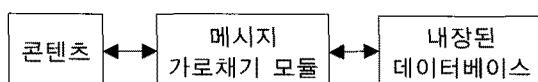


그림 9. Pocket RTE의 데이터 흐름도

있다. 둘째, 콘텐츠에 웹 브라우저의 메시지를 발생 시키는 HTML 태그 등의 특정코드를 삽입할 경우 다양한 학습자의 행위를 추적할 수 있다. 마지막으로 메시지 가로채기 모듈은 일반적인 웹 브라우저의 네비게이트 메시지를 가로채서 학습결과를 추적할 수 있는 데이터로 가공하여 저장하며 이를 통해 데이터를 주고받는다.

향후 학습 진도 체크와 관련된 행위뿐만 아니라 학습자가 디바이스에서 수행하는 행동유형과 패턴을 분석하여 추론엔진을 구현하고 학습자의 행동을 통한 추론엔진을 구현하여 학습내용과 행동유형을 분석함으로써 개인형, 맞춤형 교육을 확장하기 위한 연구를 수행할 것이다. 이를 통해 교육적 효과 및 만족도를 높일 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Hong, J. Y., Song, K. S., and Lee, T. W., "Design of LO's Basic Structure of supporting Individualized Learning," Korea Association of Information education. 2, pp. 553-555, 2005.
- [2] Bang, C. H., and Kim, K. S., "Designing a Adaptive Advisement Learning of the LMS applying the SCORM 2004 S&N and the Traffic-Signal-Lamp Metaphor," The Korean Institute of Information Scientists and Engineers. 32, pp. 76-78, 2005.
- [3] ADL Draft, "SCORM(Sharable Content Object Reference Model) Version 2004 : The SCORM Overview," ADL, 2004.
- [4] Jeon, C. Y, Song, E. H. Park, D. S, and Jeong, Y. S. "Implementation of LMS for Individual Learning based on SCORM," Korea Multimedia Society. 8, pp. 385-388, 2003.
- [5] Kook, S. H., "Generation Tool of Learning Object Sequencing based on SCORM," Korea Information Processing Society. 11, pp. 207-212, 2004.
- [6] Carnegie Mellon Univ, "SCORM Best Practices Guide for Content Developers ver. 1.8," Carnegie Mellon University's Learning Systems Architecture Laboratory, 2000.

- [7] IMS GLC, "IMS Learning Design Information Model ver1.0," IMS Global Learning Consortium, Inc. 2003.
- [8] Fuller, R. M., Vician, C., and Brown, S. A., "e-Learning and Individual Characteristics : The Role of Computer Anxiety and Communication Apprehension," *Journal of Computer Information System*, 46, pp. 103-115, 2006.
- [9] ADL Draft, "SCORM(Sharable Content Object Reference Model) 2004 3rd Edition Run-Time Environment," ADL, 2004.
- [10] Lim, S. T., "e-Learning International Standard," Global book publication, 2008.
- [11] Greller, W., "Managing IMS Learning Design," *Journal of Interactive Media in Education*, 2005.
- [12] IMS GLC "IMS Content Packaging Information Model v1.2," IMS Global Learning Consortium, Inc, 2007, <http://www.imsglobal.org>.
- [13] Bae, W. I., Cho, Y. S., Kang, M. H., and Choi, S. G, "The Research of Collaborative Learning Management Standardization Way that connected SCORM 2004 Contents," KERIS, 2006.
- [14] Wiley, D. A., "Connecting learning objects to instructional design theroy: a definition, a metaphor, and taxonomy," Web reference, <http://usability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- [15] Berry, J., "Traditional training fades in favor of e-Learning : Internet Economy Demands a more flexible training Approach," In Mantyla, K.(Ed.), The 2000/2001 ASTD Distance learning yearbook, New York, NY: McGraw-Hill, 2000.
- [16] KERIS, "A research of e-Learning standardization Roadmap based on Scenario," KERIS, 2006.



임 형 민

2001년 송실대학교 컴퓨터학부 졸업(공학사)  
2003년 송실대학교 컴퓨터학과 졸업(공학석사)  
2011년 송실대학교 컴퓨터학과 졸업(공학박사)

2007년~2009년 파주시 U-City 전문위원  
2010년~송실대학교 정보미디어연구소 연구원  
관심분야 : Ubiquitous Sensor Network, U-City, Mobile Security



이 상 훈

2001년 송실대학교 컴퓨터학부 졸업(공학사)  
2003년 송실대학교 컴퓨터학과 졸업(공학석사)  
2007년 송실대학교 컴퓨터학과 졸업(공학박사)

2007년 2월~한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원  
관심분야 : U-City, U-Eco City



김 병 기

1977년 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1979년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학석사, 공학박사)  
1982년~송실대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : WSN, Ubiquitous Broadcasting