

# 온라인 교육을 위한 동영상과 가상현실 데이터의 동기화에 관한 연구

선복근<sup>\*</sup>, 한광록<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 온라인 교육을 위해 사용되는 동영상 데이터와 VRML 콘텐츠간의 동기화 기술에 대해 연구한다. 미디어 동기화를 위한 HTML+TIME과 스크립트(Script), VRML 제어를 위한 Java EAI 및 applet, VRML의 애니메이션을 조절할 수 있는 애니메이션 저작 템플릿을 만들어 온라인 교육시스템에 적용한다. 구현된 시스템의 애니메이션 제어성능 및 처리속도와 미디어간의 동기화 성능 평가를 수행하여 기존의 온라인 가상 교육 시스템의 동기화 성능보다 다소 향상된 결과를 얻었다. 본 논문을 통해 HTML+TIME 미디어 동기화 기술과 VRML Web3D 가상현실 저작 기술 그리고 자바를 사용하여 시간에 따른 동영상 미디어의 제어와 3D 애니메이션의 제어에 관한 연구를 수행함으로써 교육 시스템의 구축이 간단하고 다양한 멀티미디어를 적용 할 수 있는 미디어 동기화 시스템을 제안한다.

## A Study on Synchronization of Video and Virtual Reality Data for On-line Education

Bok-Keun Sun<sup>\*</sup>, Kwang-Rok Han<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we study the synchronization method of animated simulations and VRs for on-line virtual reality education system. To build the data of animated simulations and synchronization modules of VRML content, the media-synchronizing technology, HTML+TIME and scripts are used. The VRML control module is made into Java applet using the Java EAI provided for the web and the interface for VRML contents. To control the animation of VRML contents, the node information is extracted, and an animation production template capable of controlling animation in inter-connection with VRML content is made. With evaluation of the animation control performance, processing speed, synchronization performance between media in the system built, more improved results are obtained. We would like to suggest a education system with easy system construction and various multi-medium applicability by realizing HTML+TIME media synchronization and VRML web 3D virtual reality creation techniques, and animated images and 3D animation controls according to time using Java through this study.

**Key words:** Vrm, Html+Time, Virtual Reality(가상현실), Synchronization(동기화), Education System (교육 시스템)

## 1. 서 론

인터넷의 발달로 원격교육, 인터넷 교육, 사이버

교육, e-Learning 등 다양한 명칭으로 표현되는 온라인 교육이 정착 된지도 6년 정도가 되었다[6]. 온라인 교육은 웹을 통하여 시공의 제약을 뛰어넘는 '열린

(E-mail : coolskai@hcilab.net)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 호서대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구 결과로 수행되었음.

※ 교신저자(Corresponding Author) : 한광록, 주소 : 충남 아산시 배방면 세출리 산 29-1(336-795), 전화 : 041)540-5706, FAX : 041)548-9667, E-mail : krhan@office.hoseo.ac.kr

접수일 : 2004년 7월 20일, 완료일 : 2004년 10월 17일

<sup>\*</sup> 정회원, 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정

교육'과 '평생교육'이 가능하다는 점에서 인터넷 시대의 새로운 총아로 부상했다. 기존의 오프라인 교육에 비해 비용과 시간, 학습효율을 높이는 등 다양한 장점이 부각되어 왔다.

이러한 장점에도 불구하고 온라인 교육은 전세계적으로 아직 활성화 되었다고 할 수는 없다. 수익성 확보의 어려움 등 경제적, 사회적 장애요인도 작용하지만 교육 콘텐츠의 측면에서 볼 때, 2가지 문제요인이 있다.

첫째, 콘텐츠의 질이 평이한 수준에 머물러 교육 수요자의 관심을 끌지 못한다. 수요자는 '재미있는' 콘텐츠를 원하지만 시장에는 '재미없는' 콘텐츠만이 넘쳐나고 있다. 이러한 문제점을 극복하고자 '에듀테인먼트'[1]라는 교육과 게임을 접목한 새로운 분야가 생겨나고 있기도 하지만, 다양하고 재미있는 콘텐츠를 개발 할 수 있는 환경은 많이 부족한 현실이다. 온라인 교육의 콘텐츠는 제공되는 내용도 중요하지만 사용자에게 어떤 방식으로 전달되느냐 하는 것이 더욱 중요하다고 할 수 있다.

둘째, 오프라인 교육은 쌍방향 커뮤니케이션이 자유롭게 이루어지지만 대부분의 온라인 교육은 동영상이나 프레젠테이션 자료의 제공을 통한 단 방향 커뮤니케이션으로 이루어진다. 실제 체험을 통해 습득하여야만 하는 실습교육은 보여주지만 하는 단 방향 온라인 교육만으로는 효율성이 떨어지며, 실습을 위한 환경구축 비용이나 위험성이 높은 현장학습에 사전지식 없이 투입되어 일어나는 사고발생율등 여러 가지 요인에 의하여 오프라인 교육 역시 쉽지않은 않다. 이런 경우, 오프라인 교육이 이루어지기 전에 온라인을 통한 가상현실 체험 교육 후 오프라인 교육이 이루어지면 보다 효율적인 교육체계가 확립될 것으로 생각된다. 동영상에 가상현실을 가미하여 사용자와 상호작용이 가능하도록 콘텐츠를 개발 함으로써 위에 제시한 단점을 해소할 경우 효과적인 온라인 교육 콘텐츠 개발의 모델이 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서는 이와 같은 점을 고려하여 동영상 데이터와 VRML로 만들어진 가상현실 데이터의 동기화를 통해 사용자와 상호작용이 가능한 온라인 가상현실 교육 시스템을 구현한다.

2장에서는 관련연구를 통해 기존 온라인 교육시스템과 가상현실 데이터의 사용 현황 및 멀티미디어 동기화 기술 현황, 3장에서는 동영상 데이터와 가상

현실 데이터 간의 동기화를 위한 기술개발 내용 및 온라인 가상현실 교육 시스템의 구현, 4장에서 개발된 시스템의 평가를 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 온라인 교육 콘텐츠의 문제점

현재의 구현되어 있는 온라인 교육 시스템은 보통 동영상 교육과 가상현실 교육이 별개로 이루어지고 있다[10,4]. 즉 그림 1과 같이 가상현실 콘텐츠 위주의 교육이 이루어지거나, 그림 2와 같이 동영상 위주의 교육이 이루어지고 있다.

가상현실을 온라인 교육에 적용할 경우, 매우 효

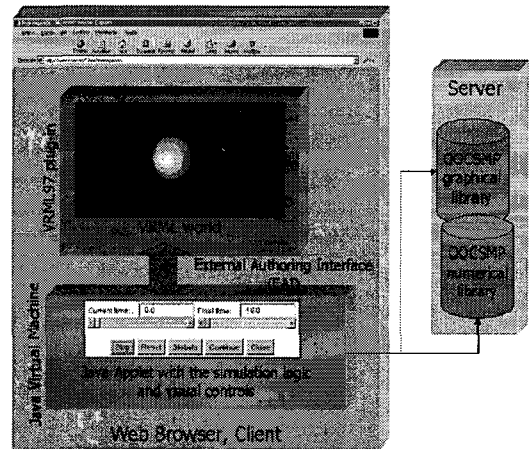


그림 1. 가상현실 교육시스템의 예



그림 2. 동영상 교육시스템의 예

과적인 교육과 함께 분자분석이나 비행시뮬레이션과 같은 실제로 경험 및 실험하기 어려운 부분들을 가상으로 교육할 수 있다. 피 교육생에게 실제감을 증가시킬 수 있고 또한 체험하기 힘든 내용을 직접 수행하거나 조작할 수 있다는 측면에서 가상현실을 통한 온라인 교육은 기존의 온라인 교육방식에 비해 큰 효과를 가져올 수 있다. 그러나 동영상 교육자료를 통한 설명 없이 가상현실 콘텐츠만으로 교육의 효과를 높일 수 없다. 본 논문에서는 동영상과 가상현실 데이터의 동기화를 통해 교육의 효과가 높아질 수 있는 시스템을 구축한다.

## 2.2 온라인 교육 시스템의 분류

온라인 교육 시스템은 시스템의 구조, 응용분야, 교육 목적에 따라 다양하게 분류된다. 교육 목적이나 시스템 모델 등에 따른 다양한 분류가 있으며, 학습 목적에 따라서 일반적으로 그림 3과 같이 분류한다[13].

그러나 이러한 분류에 시스템의 구조적 특징이나 동기/비동기 통신방식 등의 구분은 이루어지지 않았으며, 동기화된 교육이나 학습 모델에 따라 온라인 교육시스템을 분류해 보면 다음과 같은 분야가 있다.

- (1) 웹 기반/비디오 회의
- (2) 인터넷 전화 및 화상 지원 교육
- (3) 오디오, 비디오 스트리밍을 이용한 멀티미디어 교육
- (4) 가상현실 기반 교육

온라인 교육 시스템은 사용자와 시스템간의 상호작용이 가능해야 하며, 이러한 상호작용의 일반적인 방법으로 네비게이션, 이메일, 사용자간 채팅시스템이 있으며[8], 토론 시스템의 제공을 통해 효율적인 교육을 수행할 수도 있다[3].

본 논문에서는 비디오 스트리밍과 가상현실 데이터를 혼합한 형태의 멀티미디어 교육시스템을 제시하고 가상현실 객체와 사용자간의 상호작용을 통해

서 교육을 보다 효과적으로 수행할 수 있는 방법을 연구한다.

## 2.3 가상현실 및 멀티미디어 동기화 기술 현황

### 2.3.1 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)

W3C에서는 웹 상에서의 미디어간의 동기화 표현을 위한 선언적인 형태의 언어 개발을 위해 1997년 3월에 RealNetworks, INRIA, CWI등이 참여한 첫 번째 동기화 멀티미디어 워킹그룹(synchronized Multimedia Working Group)을 구성하였으며, 1998년 6월에 SMIL 1.0이 발표되었다[9]. 멀티미디어 저작자는 SMIL을 사용하여 멀티미디어의 시간적인 동작과 윤곽을 기술하고, 미디어 객체간의 하이퍼링크 정보를 기술 할 수 있다.

웹 상에서 멀티미디어 프레젠테이션을 저작하는 것을 가능하게 하기 위해 SMIL이 디자인 되었으며, SMIL은 배우기 쉬운 마크업 언어이다. SMIL문서는 특수한 형태의 XML 문서로서 프레젠테이션은 스트리밍 오디오나 비디오, 이미지, 텍스트를 비롯한 다양한 미디어들을 포함할 수 있다.

현재 SMIL 문서의 동작은 HTML과 분리된 별개의 파일형태로 존재하며, 웹브라우저 요청 시 플러그인 되어진 플레이어의 호출을 통해 동작하는 형식을 취하고 있다. 즉, SMIL은 HTML과 독립적으로 운용되고 있다. IETF에서 XML을 하나의 미디어 타입(text/xml:RFC 2376)으로 규정한 것과 같이 SMIL에 대한 미디어 타입을 정의하였다[2].

사용자는 별도의 프로그램 없이 웹브라우저만으로 편리하게 멀티미디어에 접근하는 것을 원한다. 이러한 관점에서 위와 같은 SMIL의 운용형태는 단점으로 작용 할 수 있으며, 다음 절에 소개 할 W3C의 HTML+TIME에 웹브라우저만으로 멀티미디어 데이터의 동기화를 구현할 수 있는 내용이 소개된다.

### 2.3.2 HTML+TIME(IE 5.5)

HTML+TIME은 마이크로소프트, 컴팩, 마크로미디어 등의 회사가 참여하여 1998년 9월 W3C 노트로 발표되었다. HTML+TIME은 HTML에 타이밍과 동기화를 지원하기 위해 마이크로소프트 인터넷 익스플로러 5에 새로 추가된 개념이다. 적은 수의 XML

1. Publication, Information, Dissemination
2. Communication
3. Collaboration
4. Information and Resource Handling
5. Specific Category for Teaching and Learning Purposes

그림 3. 교육시스템의 목적별 분류

기반의 요소(element)와 속성(attribute)을 사용하여 이미지, 비디오, 사운드 등을 HTML에 추가하고, 이를 HTML의 요소들과 지정된 시간 동안 동기화를 시킬 수 있다. 이 기술과 더불어 약간의 스크립트를 사용할 경우 빠르고 쉽게 멀티미디어 동기화를 구현할 수 있다.

본 논문을 통해 구현하게 될 비디오 스트리밍과 가상현실 데이터를 혼합한 형태의 멀티미디어 교육시스템에서 제시하는 멀티미디어 동기화 기법에 HTML+TIME기술이 적용되었으며, 3장의 시스템 구현부분에서 자세하게 살펴볼 것이다.

### 2.4 VRML과 Java EAI(External Authoring Interface)

Web3D라고도 불리는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 웹 브라우저 상에서 실시간으로 사용자의 행동에 반응해 보여지는 3차원적 그래픽을 기술하는 언어 중 하나이다. 인터넷 상에서 3차원 그래픽 표현의 표준으로 되어 있고 소스 또한 공개되어 있으므로 쉽게 통합이 가능하며, 능률적인 콘텐츠 개발이 가능하다.

VRML은 전용 플레이어를 통해 동작되고, 이러한 플레이어는 보통 브라우저에 플러그-인 된다. 이 때 플러그인 된 VRML 플레이어와 웹간의 인터페이스를 담당하는 것이 Java EAI이며, 보통 Applet과 VRML 플레이어 사이에서 이벤트전달을 담당한다. EAI는 표준안으로 정의된 EAI package로써 VRML 플레이어를 제공하는 업체에서 EAI Package를 사용

할 수 있도록 지원해야 사용이 가능하다.

VRML로 이루어진 3차원 객체들의 동작을 프로그래밍 하기 위해서는 VRML 콘텐츠 내에 스크립트 노드를 두어 VRML 내부에 동작을 기술하는 방법을 사용한다. 이렇게 VRML 내부에 직접 동작을 기술해 넣으면 한번 정해진 동작을 바꿀 수 없게 되며, 다른 동작을 재정의 하기 위하여 VRML 콘텐츠 자체를 재 수정 해야 하는 단점이 있다. Java EAI를 사용하여 외부와의 인터페이스를 수행 할 경우 위와 같은 단점을 해소 할 수 있으며, 본 논문에서도 Java EAI를 이용하여 VRML 플레이어와의 통신을 수행함으로써 동적으로 VRML 객체의 속성을 조작 할 수 있도록 한다[12].

## 3. 온라인 가상현실 교육 시스템의 구현

### 3.1 온라인 가상현실 교육 시스템의 구성

동영상 데이터와 VRML 콘텐츠의 동기화를 구현 하기 위해 본 논문에서는 마이크로소프트에서 구현한 HTML+TIME 기술을 사용한다. 클라이언트 환경이 윈도우 기반이며, 웹브라우저로 인터넷 익스플로러를 사용해야 한다는 제약이 있어 사용자 입장에서 보면 단점이 될 수도 있다. 그러나, HTML+TIME을 사용하여 쉽고 효율성 높은 시간제어 기술을 사용할 수 있다는 장점이 있기 때문에 시스템 구현에서는 좀더 많은 편리성을 얻을 수 있다. 그림 4는 온라인 가상현실 교육 시스템의 전체 구조이며 서버 및 클라이언트에서 사용되는 요소들을 보여준다.

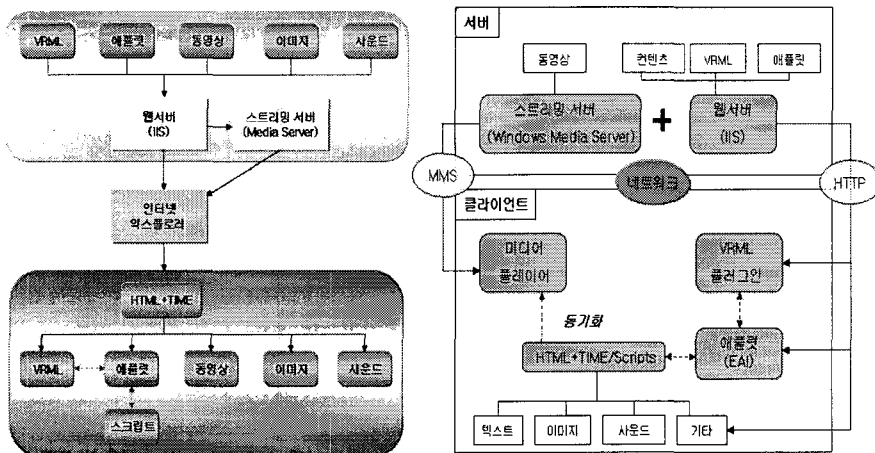


그림 4. 온라인 가상현실 교육 시스템 구조

서버 측은 미디어 서버와 웹서버로 구성되어 있으며, MMS 프로토콜과 HTTP 프로토콜을 통해 동영상 미디어, VRML, 애플릿 등이 전송된다. 클라이언트 측은 HTML+TIME과 Java EAI, Applet을 사용하여 동영상 데이터와 가상현실 데이터간의 동기화를 수행한다.

### 3.2 가상현실 데이터의 저작과 이벤트 구성

VRML은 크게 노드와 노드를 구성하는 필드로 이루어진 집합체이다. 노드는 움직임을 감지하는 센서 노드, 이벤트 처리를 위한 스크립트 노드, 물체의 모양과 성질을 나타내는 노드들, 물체를 움직이거나 변형시키는 기능을 수행하는 Interpolator 노드로 나눌 수 있다.

VRML에서의 이벤트는 필드 값, 외부에서의 이벤트 입력, 노드간의 상호작용 등에 의해 센서 노드가 수신측 노드의 변화를 요구하는 것을 말한다. 스크립트 노드나 센서 노드로 이벤트를 정의하여 ROUTE 구문으로 수신측에 전달하는 것이 VRML에서 이벤트를 생성하기 위한 유일한 방법이다[11]. ROUTE 구문은 저작자에 의해 설정되는 객체들 사이의 상호작용에 의한 이벤트 흐름 경로를 기술한 것이며 ROUTE 구문에 의한 이벤트 처리는 시간의 흐름에 따라 순서대로 처리된다. 그림 5는 VRML에서의 이벤트 발생 및 전달과정을 표현한 것이다.

노드에서 발생한 출력 이벤트는 ROUTE 구문으로 만들어져 VRML의 실행 엔진(execution engine)에 의해 처리된 후 노드들의 입력이벤트로 사용된다[5].

VRML 파일은 전문디자인 도구 및 VRML 전용 디자인 도구, 텍스트 에디터, 프로그래밍 언어 등 여러 가지 방식으로 제작이 가능하다. 본 논문에서는 전문 3D 디자인 툴인 3D Studio Max를 사용하여 애니메이션을 정의한 3D 모델을 저작하고, 이를 VRML 형태로 변환하여 이용한다. 애니메이션 형태로 제작된 VRML 콘텐츠에는 시간의 흐름 이벤트를 담당하는 TimeSensor가 포함되며 3D MAX에서 제공하는 ProxySensor, TouchSensor에 이벤트를 추가할 수 있다. 시간의 흐름에 따른 이벤트 구성과 사용자의 마우스 터치 동작에 의해 발생하는 이벤트를 VRML 콘텐츠 내에 미리 구성해 놓고 외부 인터페이스를 이용하여 이벤트 입력 및 내부에서 발생한 이벤트 값을 받아 처리한다.

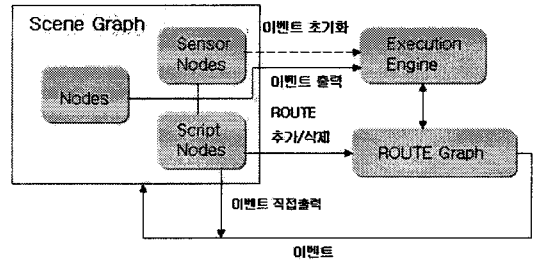


그림 5. VRML의 이벤트 전달 과정

### 3.3 자바 EAI를 이용한 가상현실 데이터의 제어

#### 3.3.1 자바 EAI를 이용한 이벤트 입출력 제어

보통 VRML로 이루어진 3차원 객체들의 동작을 프로그래밍을 하기 위해서는 VRML 소스 내에 스크립트 노드를 두어 VRML 내부에 동작을 기술하는 방식을 사용한다. 이렇게 VRML내부에 직접 동작을 기술해 넣으면 한번 정해진 동작을 바꿀 수 없으며 다른 동작을 재정의 하기 위하여 VRML 소스 자체를 재 수정 해야 하는 번거로움이 생긴다. 이러한 단점을 극복하기 위해 본 논문에서는 그림 6과 같이 EAI를 사용하여 VRML 콘텐츠와 인터페이스를 수행함으로써 동적으로 VRML 콘텐츠의 속성을 조작할 수 있도록 한다[14].

그림 6의 형태로 EAI를 통하여 VRML 이벤트 입출력을 수행하며, 입출력은 아래의 단계로 수행된다.

- ① VRML Browser와의 연결을 설정하고 액세스 할 노드를 선언 함.
- ② 노드에 액세스
- ③ eventIn에 의해 필드의 값을 수정
- ④ eventOut을 통해 필드의 값을 가져옴

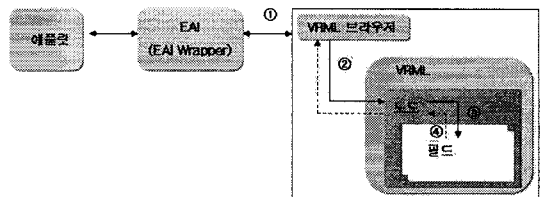


그림 6. Java EAI를 통한 VRML과 pplet의 인터페이스

#### 3.3.2 VRML의 제어를 위한 VRML 저작 템플릿 작성

VRML 애니메이션이 시간의 흐름에 따라 동작하므로 본 논문에서는 시간의 흐름을 가로채어 외부에

서 제어할 수 있는 애플릿을 작성함으로써 제어 템플릿을 생성한다.

첫 번째 단계로 애니메이션의 흐름을 나타내는 ROUTE구문에서 시간 이벤트를 발생시키는 부분을 제거하여 스스로 진행되는 애니메이션 과정을 중단시킨다. 두 번째 단계에서 시간의 흐름 값을 얻을 수 있는 스크립트 노드를 생성하고 이 노드를 ROUTE 구문에 연결시킨다.

이러한 과정은 모두 EAI에서 제공되는 메소드를 사용하여 애플릿에서 이루어지게 된다. 직접 VRML 소스에 수정을 가하지 않고 이러한 일련의 과정을 수행하는 템플릿을 작성하여 이용함으로써 새로운 VRML 콘텐츠에 대하여도 VRML이 갖는 노드의 이름만을 얻어 사용함으로써 동일하게 애니메이션을 제어 할 수 있다. 그림 7은 템플릿을 VRML파일에 적용하는 과정을 보여주고 있다.

그림 7의 노드 추출 응용프로그램과 VRML 제어 애플릿의 연동을 통한 템플릿 작성 및 적용과정을 살펴보면 다음의 순서로 이루어진다.

첫째, VRML 제어 애플릿에서 VRML 플러그인에 액세스하여 노드 정보를 얻을 수 있는 기반을 마련한 후 노드정보 추출 프로그램에서 텍스트 형태의 VRML 파일을 읽어 들여 애니메이션에 사용되는 노드이름을 얻어내고, 노드 이름을 통해 시간흐름을 전달하는 ROUTE를 제거한다.

둘째, 추출된 노드정보를 통해 애플릿상에서 시간흐름을 전달할 새로운 애니메이션 ROUTE를 구성하고 VRML 콘텐츠의 TimeSensor와 시간값을 주고 받기 위한 시간제어 스크립트 노드를 애플릿 메소드

를 통해 작성한다.

셋째, 애플릿상에서 새롭게 구성된 스크립트 노드를 통해 VRML 콘텐츠에서 발생하는 시간의 흐름을 얻어 애플릿의 제어 프로그램 부분과 연결하고 외부의 입력을 통해 들어오는 이벤트 값을 새롭게 구성된 ROUTE를 거쳐VRML 콘텐츠에 전달함으로써 VRML 애니메이션의 제어과정을 이루게 된다.

위의 과정을 거쳐 템플릿을 작성함으로써 애니메이션을 갖는 모든 VRML 콘텐츠와 애플릿간의 통신을 가능하게 하여 외부에서 VRML 애니메이션의 시간흐름 제어가 가능해진다.

### 3.3.3 사용자 입력 이벤트 처리

3D 애니메이션을 갖는 VRML 콘텐츠를 생성하고 동영상 강의와 연결하여 동기화 시킴으로써 동영상 강의에 따른 가상현실 체험을 제공하는 것이 본 논문에서 구현한 교육 시스템의 목적이므로 가상 실험에 반드시 필요한 부분이 사용자 입력에 따른 이벤트의 처리이다.

사용자 입력 이벤트가 들어왔을 때 동영상과의 동기화 과정 없이 주애니메이션 과정과 별개의 움직임을 갖는 추가적인 애니메이션 동작을 정의하고, 동영상 또는 VRML 애니메이션 되감기 명령이 들어왔을 때 사용자 입력 이벤트에 의해 발생한 추가적인 애니메이션 동작을 이전의 상태로 복원한다. 이런 사용자 입력 이벤트에 따른 동영상과VRML 애니메이션의 동기화 과정을 정의함으로써 강의 중간에 사용자가 직접 3D 객체를 조작해보고 실행과정을 확인하여 가상현실 체험을 가능하게 한다.

그림 8은 사용자 입력 이벤트가 일어날수 있는 시점과 이벤트 이전의 상태로 복원되는 과정을 그림으로 나타내고 있다.

그림 8에서 ①번 과정의 동영상 강의 진행시간에 맞추어 VRML 애니메이션의 동기화가 일어나고 강의자의 지시가 직접적으로 일어난 시간이나 주 애니메이션 과정이 없는 시간 내에 사용자 입력 이벤트 가능 구간을 정의하여 객체 조작을 가능하게 한다. 사용자 입력 이벤트에 의한 객체 조작이 발생한 시점에서 동영상이 이전의 과정으로 돌아가면 타임라인에 기반하여 사용자 입력 이벤트가 일어난 시점과 동작을 판단하여 그림 8의 ⑤번 과정과 같이 사용자 입력 이벤트 이전의 상태로 복원한다.

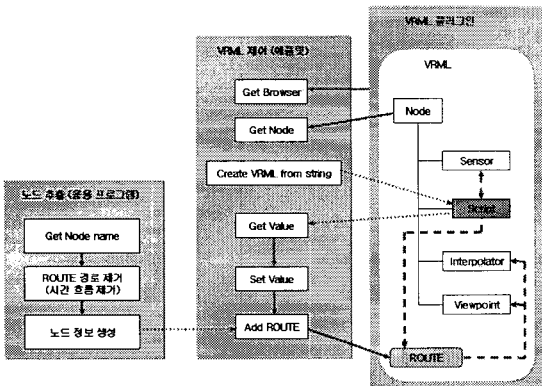


그림 7. VRML 제어를 위한 템플릿 적용 과정

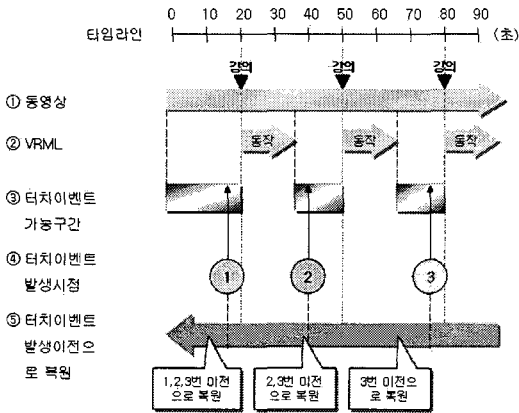


그림 8. 사용자 입력에 따른 동기화

### 3.4 HTML+TIME을 이용한 시간 기반의 동기화 구현

HTML+TIME은 HTML 페이지 상에서 미디어들의 시간에 따른 동기화를 가능하게 하는 기술로 시간에 따른 미디어의 배치 및 콘텐츠와의 상호작용을 가능하게 한다. 대부분의 전통적인 애니메이션 런타임 시스템에서는 고정된 타임라인 또는 이벤트 기반의 모델을 갖는다. 고정된 타임라인은 반응적인 콘텐츠를 생성하는 것이 어렵고, 이벤트 기반 모델에서는 반응적인 콘텐츠를 정의하는 것이 쉬운 반면 미디어와 같은 순차적이고 정확한 동기화가 필요한 요소에 대하여 시간에 기반한 행동을 정의하는 것이 어렵다. HTML+TIME은 두 가지 모델을 혼합하여 각각의 장점을 취함으로써 시간적작과 반응적인 콘텐츠 생성에 최적화 되었다.

HTML+TIME 모델에서 제공하는 타임라인(Timeline) 속성(Attribute)을 사용하여 미디어와의 동기화를 위한 다양한 요소를 배치할 수 있고 다양한 형태의 이벤트 발생 또는 제어요소를 제공함으로써 사용자 입력에 반응하여 정확한 동기화를 이루어낼 수 있도록 한다[7].

텍스트, 이미지, 스트리밍 비디오를 타임 컨테이너(Time Container)의 타임라인상에 배치하여 동기화 시켜 슬라이드 쇼 스타일의 웹 프레젠테이션을 제작하고 부가적으로 VRML 제어 애플릿을 타임라인상에 배치함으로써 스트리밍 영상과 콘텐츠, VRML과의 상호작용에 따른 동기화 과정을 구현한다. HTML+TIME 파일을 저작하기 위하여는 TIME2 행동(Behavior)를 사용하기 위한 XML Namespace를 선언하고 IMPORT를 통해 TIME2 행동을 사용할 수 있

는 환경을 마련한다. 타임 컨테이너를 루트로 하는 자식 요소(Child Elements)들을 추가하여 시작 및 종료시간에 따른 행동을 손쉽게 설정할 수 있다. 그림 9는 동영상을 기준점으로 하는 자식요소들의 배치에 따른 동기화 과정을 보여주고 있으며, 그림 10은 실제 구현된 클라이언트의 모습이다.

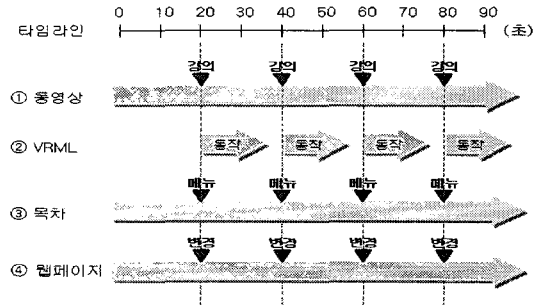
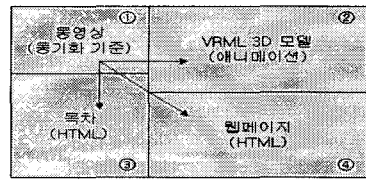


그림 9. HTML+TIME을 통한 동기화 과정

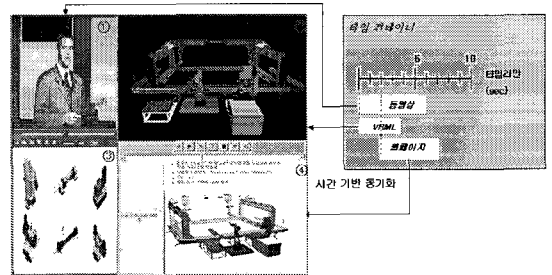


그림 10. 온라인 가상현실 교육 시스템 클라이언트 실행화면

## 4. 온라인 가상 현실 교육 시스템의 실험 및 고찰

본 논문에서 연구한 동기화 방법의 평가를 위해 VRML 제어방법에 따른 애니메이션의 성능평가와 멀티미디어 동기화 모델에 따른 구현 방법의 효율성에 대해 고찰하였다.

먼저 VRML 제어성능을 살펴보면, 프로그래밍 기술 없이 3D 저작도구로 작성된 고품질의 VRML을 외부에서 접근하여 VRML 애니메이션 및 속성을 제

어 할 수 있는 방법을 마련하였다. VRML의 제어를 위해서는 VRML 콘텐츠에 스크립트를 삽입하던 방법과 EAI를 통한 제어 방법이 있었으나 이를 혼합하여 사용함으로써 VRML 애니메이션 제어에 효율을 높였다. 성능평가를 위한 클라이언트 사양은 펜티엄 4 2.0GHz CPU, 256M 메모리, Gforce2 64M 그래픽 카드이다. 4개의 애니메이션 노드를 가진 2M 용량의 VRML데이터로 20번씩의 반복 플레이를 수행함으로써 제어성능을 평가하였다. 아래 그림 11은 성능평가 결과를 보여준다.

실험결과, VRML 콘텐츠에 스크립트를 삽입한 방법과 본 논문에서 연구한 방법의 끊김현상은 거의 동일하게 나타났으며, 애플릿 만을 이용한 외부 제어의 경우 끊김 횟수가 증가하여 효율이 떨어지는 것을 알 수 있다. 그러나, VRML 콘텐츠에 스크립트를 삽입할 경우 프로그래밍의 어려움이 있으며, 동작의 제어와 변경을 위해서는 VRML 콘텐츠 자체를 재작성해야 하는 단점이 있다.

본 논문에서 연구한 제어방법을 통해 두가지 제어방법의 혼합을 통해서 끊김 현상을 다소 감소시킬 수 있으며, 디자인과 제어 프로그램 작성을 분리하여 기존의 VRML 콘텐츠에 제어 프로그램을 연결할 수 있도록 템플릿을 작성 함으로써, 제어 스크립트가 삽입되어 있지 않은 VRML 콘텐츠에 대해 VRML을 제어할 수 있는 방법을 제공하므로 VRML 콘텐츠 작성의 효율성을 높일 수 있다.

멀티미디어 동기화 모델 측면에서 살펴보면, HTML+TIME은 쉬운 사용 방법과 함께 동적인 상호작용이나 시간의 제어에 필요한 여러 가지 구현 방법을 제공한다. 미디어와 VRML 애니메이션의 동기화에 사용한 HTML+TIME 기술은 기존의 HTML을 바탕으로 사용하는 마크업 언어이기 때문에 기존에 HTML을 사용하던 웹디자이너 및 프로그래머가 사

용하기에 전혀 어려움을 느끼지 못한다. HTML+TIME을 바탕으로 시스템을 구축하여 기존의 웹서버 및 미디어 서버에 별도의 추가적 기술 및 비용이 소요되지 않았으며, 애플릿과 VRML을 웹서버를 통해 HTML+TIME에 첨가하여 사용자에게 제공함으로써, 기존 자원의 활용 및 구축의 편리성을 추구하였다. 아래 표 1은 동기화 모델에 따른 동기화의 편리성을 보여준다.

표 1. 동기화 모델에 따른 구현방법의 효율성 고찰

동기화 모델	효 율 성
고정 타임라인 모델	반응적인 콘텐츠 생성의 어려움
이벤트 기반 타이밍 모델	타입기반의 행동정의가 어려움
HTML+TIME 타이밍 모델	웹 콘텐츠와 미디어와의 시간기반 동기화가 정확함 사용자의 이벤트에 반응하는 행동정의가 쉬움

### 5. 결 론

본 논문을 통해 HTML+TIME 미디어 동기화 기술과 VRML web3D 가상현실 저작 기술 그리고 자바언어를 혼합하여 시간에 따른 동영상 미디어의 제어와 3D 애니메이션의 제어를 이루어냄으로써 효과적으로 멀티미디어와 Web3D를 접목시킨 온라인 가상현실 교육 시스템을 쉽게 구현할 수 있는 방법을 제시하였다.

기존의 교육시스템은 대부분 VRML 콘텐츠에 스크립트를 삽입하거나 Java EAI를 사용하여 VRML의 애니메이션을 제어하였으나, 전자의 경우 프로그래밍이 어렵고 애니메이션의 변경이나 추가를 위해서는 VRML 및 그에 따르는 프로그래밍을 재작성해야 하는 단점이 있으며, 후자의 경우 외부환경요인에 따라 애니메이션의 끊김 현상이 발생하는 단점이 있다. 본 논문에서는 VRML 저작 템플릿을 만들어 애니메이션의 변경이나 추가를 용이하게 하고, Java EAI를 사용함으로써 기존의 두 가지 방법을 혼합하여 단점을 해결하였다.

본 논문에서 제시한 동기화 기술과 VRML 제어기술은 동영상과 가상현실 데이터뿐 아니라 음성, 이미지, 프레젠테이션 자료, 기타 멀티미디어 데이터에도 쉽게 적용이 가능하며, 이를 통해 다양한 멀티미디어

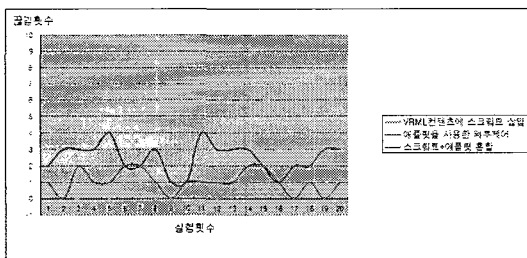


그림 11. VRML 제어방법에 따른 애니메이션 성능평가



교육 시스템을 구축 할 수 있다. 이러한 온라인 가상 현실 교육 시스템을 통해 피 교육자는 실제와 동일하게 제작된 가상의 환경을 관찰하고, 조작해 봄으로써 이후 오프라인에서 행하여지는 교육에 쉽게 적응 할 수 있을 것이다.

**참 고 문 헌**

[ 1 ] Collis, B. "Applications of Computer Communications in Education : An Overview", IEEE Communications Magazine vol.37, No. 3, pp. 82-86, 1999.

[ 2 ] IETF "Application/SMILMedia Type", <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-hoschka-smil-media-type-11.txt>

[ 3 ] Ausserhofer,A. "Collaborative Asynchronous Distant Team-Work in University lectures using the WWW and Electronic Discussion Forums", Work-in-progress paper presented at Web-Net'97, Toronto, Canada, 1997.

[ 4 ] "동양문고 온라인동영상 강의 시스템", <http://www.dongyangbooks.co.kr>

[ 5 ] Masaaki Taniguchi. "Event Processing for Complicated Routes in VRML 2.0", Proceedings of the third symposium on VRML, Monterey, CA, USA, pp83-88, 1998.

[ 6 ] 윤경희, "우리의 e-Learning을 돌아보며" HRD-Net 삼성SDS 펠티캠퍼스, e-HRD 소식지 2003년 제4호 [http://www.hrd.go.kr/ehrd/index200309/200309\\_06.htm](http://www.hrd.go.kr/ehrd/index200309/200309_06.htm)

[ 7 ] "HTML+TIME2.0Reference", <http://msdn.microsoft.com>

[ 8 ] Ausserhofer,A. "Improvements in Web-based Educational Systems for Teaching Computing", a doctoral Dissertation, 2000.

[ 9 ] "Synchronized Multimedia", <http://www.w3c.org/AudioVideo>

[10] Juan de Lara, Manuel Alfonseca. "Using Simulation and Virtual Reality for Distance Edu-

cation", SIIE'2000, Puertollano, Spain, November, 2000.

[11] Daniel K. Schneider and Sylvere Martin-Michiellot. "VRML Primer and Tutorial DRAFT Version 1.1a", <http://tecfa.unige.ch/guides/vrml/vrmlman/vrmlman.html>

[12] "VRML Interactive Tutorial". <http://www.lighthouse3d.com/vrml/tutorials.shtml>

[13] Ausserhofer,A. "Web-based Teaching and Learning A Panacea?", IEEE Communications Magazine, Vol. 37, No. 3, pp92-96, 1999.

[14] J. Chludil, "Yacht captain training system in VRML", Prague CATE 2001 (Community-Army-Technology-Environment) Workshop on Simulators and Simulations, Brno, Czech Republic, 2001.



**선 복 근**

1999년 호서대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)  
 2001년 호서대학교 벤치전문대학원 컴퓨터응용기술학과 졸업(공학석사)  
 2003년~현재 호서대학교 반도체 제조장비국산화연구소 연구원

전임연구원  
 현재 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정  
 관심분야 : 정보검색, 에이전트시스템, 멀티미디어 동기화, HCI



**한 광 록**

1984년 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1986년 인하대학교 대학원 정보공학 전공(공학석사)  
 1989년 인하대학교 대학원 정보공학 전공(공학박사)  
 1989년~1991년 한국체육과학원

선임연구원  
 1991년~현재 호서대학교 컴퓨터공학부 교수  
 2001년~2002년 ISI University of South California 방문 연구원  
 관심분야 : 멀티미디어, 정보검색, 자연어처리, 기계번역, HCI, 지능형에이전트