

# SMIL 2.0 문서 재생을 위한 실시간 이벤트 스케줄러의 설계 및 구현\*

김혜은<sup>0</sup>, 채진석<sup>\*</sup>, 우요섭<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup>인천대학교 컴퓨터공학과, <sup>\*\*</sup>인천대학교 정보통신공학과  
{hekim<sup>0</sup>, jschae, yswoo}@incheon.ac.kr

## A Design and Implementation of Real-time Events Scheduler for Playing SMIL 2.0 Documents

HyeEun Kim<sup>0</sup>, Jinseok Chae<sup>\*</sup>, Yoseop Woo<sup>\*\*</sup>  
<sup>\*</sup>Dept. of Computer Science & Engineering, University of Incheon  
<sup>\*\*</sup>Dept. of Information & Telecommunication, University of Incheon

### 요 약

SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)은 웹에서 멀티미디어를 동기화하여 표현하기 위하여 W3C에서 제안한 언어이다. 이것은 인터넷 방송이나 광고 컨텐츠의 제작, 온라인 교육 등 다양한 분야에 이용될 수 있다. SMIL의 활성화를 위해서는, QoS를 보장할 수 있는 멀티미디어 서버와 저작도구의 개발과 함께 재생도구의 개발 또한 필수적으로 요구된다. 1998년에 발표된 SMIL 1.0에 비해서 2001년 8월 발표된 SMIL 2.0은 사용자와의 상호작용을 통하여 멀티미디어 컨텐츠를 프리젠테이션할 수 있는 기능이 강화되고 추가되었다. 따라서, 재생도구 개발 시에 사용자에게 의한 각종 이벤트를 인식하여 동기적인 재생 시간을 결정하는 스케줄러의 개발이 필수적이다.

본 논문에서는 SMIL 2.0 문서를 재생하기 위하여 핵심적으로 필요한 이벤트 처리를 위한 실시간 스케줄러를 설계 및 개발하였다. 이것은 SMIL 표준안에 정의된 여러 종류의 프로파일에서 재사용될 수 있고, XHTML+SMIL이나 SMIL Animation과 같은 SMIL을 통합하는 다른 표준들에도 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서 론

웹에서 다양한 멀티미디어 데이터의 동기화된 표현을 위해 W3C에서 제안한 SMIL은 여러 가지 장점을 가지고 있다. 우선 XML 기반의 문서 형식이라 사용자들이 쉽게 문서를 작성할 수 있으며, 이미 웹에 독립적으로 존재하는 수많은 멀티미디어 데이터들을 재사용하여 새로운 멀티미디어 컨텐츠를 만들 수 있다. 따라서, 앞으로 인터넷 방송과 다양한 효과가 있는 광고 컨텐츠 제작, 사용자의 수준에 따라 컨텐츠를 선택적으로 제공할 수 있게 하는 온라인 교육 등의 제작에 활발하게 사용될 것으로 예상된다. 이러한 SMIL 기술을 이용하기 위해서는, SMIL 문서 형태인 텍스트 파일을 읽어서 해석하고, 문서에 나타나는 여러 형태의 미디어 객체들을 시간적인 동기화 관계에 따라 재생할 수 있는 기술이 필수적으로 필요하다.

따라서, 본 논문에서는 SMIL 2.0 문서 재생 시 이벤트에 의해 실시간으로 변하는 재생시간과 동기화를 처리하기 위한 스케줄링 기법을 제안한다.

2장에서는 관련 연구로 SMIL 2.0과 SMIL의 핵심적인 부분인 Timing 모델에 대해 알아보고, 3장에서는 Timing 모델을

이용하여 미디어들의 동기화 된 시간을 계산하기 위한 스케줄링 방법과 이 스케줄링 방법을 이용하여 구현된 SMIL 재생기에 대해 기술한다. 마지막으로 4장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. SMIL 2.0 개요

#### 2.1 SMIL 2.0

SMIL은 멀티미디어 데이터 자체를 해석하는 것이 아니라, 이미 정의된 여러 종류의 멀티미디어 객체를 시간적, 공간적으로 표현하는 방법을 정의한 표준이다. 이러한 SMIL을 사용하게 되면, 오디오, 비디오, 이미지, 텍스트 등의 다양한 멀티미디어 객체들을 시간 기반으로 조합하여 여러 가지 형태의 멀티미디어 프리젠테이션을 생성할 수 있으며, 다양한 대역을 가지는 사용자에게 각기 다른 멀티미디어 컨텐츠 서비스를 선택적으로 제공할 수 있고, transition, animation과 같은 화려한 화면 변환 효과를 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한, SMIL의 강력한 Timing 모델은 멀티미디어 객체들을 사용자의 요구에 따라 동적이고 세련되게 반응하도록 한다.

SMIL 2.0은 기능별로 50개의 모듈들과, 하나 이상의 모듈들로 구성된 10개의 그룹으로 나누어진다. 각 모듈에 따라 기능

\* 본 연구는 한국과학재단 지정 인천대학교 멀티미디어연구센터의 지원에 의한 것임

을 나타내는 여러 개의 요소(Element) 및 속성(Attribute)을 정의하고 있는데, 이것들은 프로파일을 정의하는 데 사용된다. SMIL 2.0에서는 응용 개발 시 표준안에 정의된 모든 모듈들을 반드시 사용할 필요 없이, 사용하고자 하는 모듈만을 정의해 사용하도록 하는 프로파일링 기능을 제공하고 있다. 표준안에는 현재 대부분의 모듈을 포함하는 SMIL 2.0 Language Profile과, 멀티미디어 데이터를 표현에 제약을 가진 장치들을 위하여 필수적인 모듈들로만 구성된 Basic Profile이 정의되어 있다[1].

## 2.2 SMIL 2.0 Timing Model

SMIL에서 가장 핵심적인 부분은 각 멀티미디어 요소들을 동기화 시켜 표현하는 것이다. 시간과 동기화 제어를 위해서 따로 정의된 요소는 없으며, 속성들[2]을 이용하여 표현한다. SMIL 2.0은 SMIL 1.0과 비교하여 같은 의미의 속성이라도 이름을 사용하는 방식이 약간 변경되었고, 동기화 제어나 XML 기반 언어와의 통합 설정을 위한 속성들이 추가되었다.

SMIL 2.0 Timing 모델에서 사용하는 개념은 instance begin/end times 리스트, pruning/cutting off 개념, interval life cycle 모델 등이 있다

### 2.2.1 Instance Begin/End Times 리스트

각 멀티미디어 요소들은 시작 시간 값과 종료 시간 값을 가진 instance times 리스트를 생성한다. 시작 시간 값은 begin 속성에 의해 결정되고, 종료 시간 값은 end 속성 외에 dur, repeat, min, max 속성 등 여러 가지 속성이 복합되어 결정된다. 만일 이 시작/종료 시간이 이벤트나 다른 요소에 의존적으로 결정되어야 할 경우에는 하나가 아니라 여러 개의 값이 만들어 질 수 있으므로 리스트를 사용하여 생성된다.

### 2.2.2 Pruning/Cutting Off 개념

Pruning과 cutting off는 상황이 발생되었을 때, 해당 요소를 화면에 나타나지 않게 한다는 점은 같지만, 의미는 약간 다르다. Cutting off가 발생하는 것은, 시작 시간 또는 종료 시간이 음수 값을 가지고 있을 때이다. 이 때는 해당 요소가 화면에 보이지는 않으나, 이 요소의 시작/종료 시각에 의존하고 있는 요소들에게 이벤트를 전해줄 수 있다. 반면에 pruning이 발생하는 경우는 종료 시간이 시작 시간보다 빠르거나 하는 의미적으로 오류가 발생했을 때이다. 이 때는 화면에 보이지 않을 뿐만 아니라, 재생과 관련된 이벤트 또한 발생되지 않는다.

### 2.2.3 Interval Life Cycle 모델

각 멀티미디어 요소들은 instance begin/end times 리스트에 저장된 시작 시간과 종료 시간을 이용하여 interval을 생성한 뒤, 재생 시에 이 interval을 이용한다. 요소에 시작/종료 시간이 여러 개 있다면, interval도 여러 개가 생성되지만, 하나의 시점에서 재생에 사용되는 interval은 하나이다. 이 값들은 의존하고 있는 요소의 이벤트 발생 여부에 따라 값이 변경될 수 있고, 현재 시점에 재생에 이용되지 않는다면, 삭제될 수도 있다.

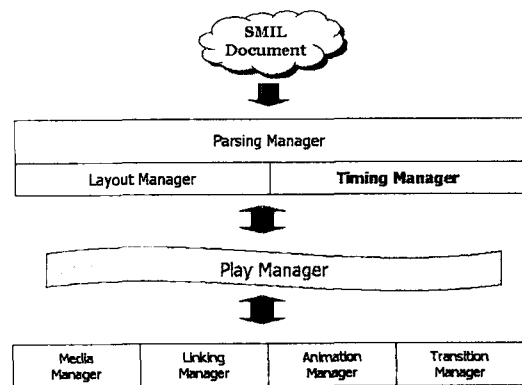
## 2.3 SMIL 2.0 재생기

현재 SMIL 2.0 표준안의 모든 Language Profile을 만족하는 대표적인 재생기로는 Oratrix사의 GRINS Player for SMIL 2.0과 RealNetworks사의 RealONE Player가 있다. Internet Explorer 6.0에서는 SMIL 2.0에 정의된 대부분의 Timing 기능이 포함된 XHTML+SMIL을 지원하고 있으며, 자바 기반의 X-Smiles는 XHTML, SVG, XForms 등의 웹 표준들과 더불어 SMIL 2.0 Basic Profile을 지원하고 있다.

## 3. 실시간 이벤트 스케줄러

### 3.1 전체적인 시스템 구조

본 논문에서 SMIL 2.0 문서의 재생을 위해 설계한 시스템은 SMIL 2.0 Language Profile을 만족하도록 하였다. 각 모듈에 해당하는 기능들은 모듈을 담당하는 관리기를 통해 처리하게 된다. 전체적인 시스템 구조는 그림 1과 같다.



<그림 1> 전체적인 시스템 구조

그림 1에서, Timing Manager에서 이벤트 처리가 가능한 스케줄러를 사용하여 미디어 요소들의 재생과 관련된 시간을 설정하도록 하였다.

### 3.2 이벤트 처리 기법

SMIL 문서의 재생 시에는 각 멀티미디어 요소들을 동기화시켜 보여주는 것이 중요하므로, SMIL Timing 모델을 만족하는 스케줄링 방법을 이용하여 스케줄러를 구성할 필요가 있다.

또한, SMIL 2.0에서는 사용자의 상황에 맞게 프리젠테이션을 중단하거나 계속할 수 있는 대화형 기능이 대폭 강화되어, beginEvent, endEvent, repeat와 같은 기본적인 이벤트뿐만 아니라, 재생되는 도중에 키보드, 마우스 등의 입력 장치들로부터 포커스를 얻거나, 잃게 되는 경우에 발생하는 이벤트, 재생되는 미디어들의 공간이 속한 topLayout요소의 활성화 여부에 따라 발생하는 이벤트 등 여러 가지 이벤트 요소들이 정의되어 있다. 따라서, 이러한 이벤트들도 지원되도록 스케줄러를 구성하여야 한다.

예를 들어, 그림 2와 같은 SMIL 문서를 살펴보면, 미디어들

을 구성하는 대부분의 시간 속성들이 이벤트에 의존하도록 구성되어 있는 것을 알 수 있는데, 이것은 그림 3의 재생 순서에서 보는 것과 같이 실제로 재생이 진행되기 전까지는 각 미디어들의 재생 시간을 알 수가 없게 된다.

```
<par dur="20s">
  <img id="foo" end="copy.beginEvent+2s" .../>
  <video id="bar" begin="foo.begin+3s" />
  <img id="copy" begin="bar.end" />
</par>
```

<그림 2> SMIL 문서의 예

- ① foo.beginEvent 발생 뒤, 3초 후, "bar" 시작
- ② bar.end 발생 뒤, "copy" 시작
- ③ copy.beginEvent 발생 뒤, 2초 후, "foo" 종료

<그림 3> SMIL 문서의 재생 순서

따라서, 본 논문에서 설계 및 구현한 스케줄러에서는 시간 값이 고정된 미디어들의 재생 시간뿐만 아니라, 재생 중 이벤트들로 인한 발생하는 재생 시간 변화까지 인식하도록 하였다.

첫 번째 단계는 각 미디어 요소들마다 상수로 정의된 값이나 오프셋으로 정의된 속성 값들을 이용하여 시작/종료 시간을 구하고, 재생 시 필요한 시간 값을 재구성하는 단계이다. 첫 번째 단계 수행 시에 참조하는 속성들은 다음과 같다.

begin	end	(simple)dur	repeatCount	repeatDur	min	max
-------	-----	-------------	-------------	-----------	-----	-----

먼저 각 요소별로 다음과 같은 instance begin/end times 리스트를 생성한다.

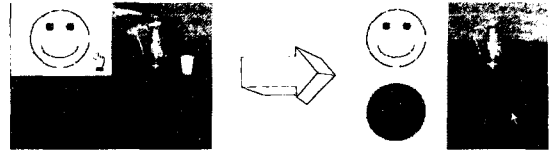
source ID	begin time	end time	cut_off_check
-----------	------------	----------	---------------

여기에는 시작 시간과 종료 시간을 저장하는데, 재생이 진행되기 전에는 계산할 수 없는 시간들에 대해서는 indefinite라고 정의한다. 이 리스트에는 해당 instance의 cutting off 여부도 같이 저장한다.

이와 함께 이벤트 검사 리스트도 생성해 나가는데, 이것은 각 요소가 다른 요소의 시간 값이나 이벤트에 의존하는 시간이 있는지 검사하여, 있다면 의존 정보를 저장하는 것이다. 이 때, begin 시간 속성, end 시간 속성 값들이 서로 사이클을 이루면서 의존하고 있지 않은지 visited 라는 속성을 추가하여 살펴본다. 만일 사이클을 이루는 부분이 있다면, 문서는 재생될 수 없을 것이다. 의존 이벤트를 저장하는 이벤트 검사 리스트의 구조는 다음과 같다.

source ID	event	dependent ID	visited
-----------	-------	--------------	---------

두 번째 단계에서는 각 멀티미디어 요소별로 interval 리스트를 만들고, 부모 요소들은 자식 요소들의 interval 리스트에 저장된 시간을 참고하여 재생을 수행한다. 이 과정에서는 발생하는 이벤트들을 검사하여, 첫 번째 단계에서 indefinite로 나타난 시간 값을 해결해 나간다. 그러면, instance 리스트에 수정이 발생하고, 이것을 참고하는 interval 리스트에도 변화가 발생하여 재생에 영향을 미치게 된다. 그림 4는 이벤트에 의해 변화하는 화면을 보여주고 있다.



<그림 4> 이벤트에 의해 변화하는 화면

#### 4. 결론

SMIL의 장점은 웹에 개별적으로 존재하는 수많은 멀티미디어 데이터를 통합하여 새로운 멀티미디어 데이터를 만들 수 있다는 것과 기존 웹 브라우저에선 불가능했던, 멀티미디어들의 동기화를 수행할 수 있다는 것이다. 이런 SMIL은 웹 뿐만 아니라, 방송, 광고, 교육 등 여러 분야에서 활용될 수 있다. 이것의 활성화를 위해선, 저작도구의 개발과 더불어 재생도구의 개발 또한 필수적이다.

본 논문에서는 SMIL 2.0 Timing 모델을 만족할 수 있도록 재생 중 이벤트 처리가 가능한 실시간 스케줄러를 설계하고 구현하였고, 이 스케줄러를 이용하여 SMIL 2.0 재생기를 개발하였다. 이것은 SMIL 컨텐츠들을 좀 더 쉽게 재생할 수 있게 하여 SMIL의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, SMIL 표준안에 정의된 여러 종류의 프로파일에 재사용될 수 있고, XHTML+SMIL 이나 SMIL Animation 과 같은 SMIL을 통합하는 다른 표준들에 응용될 수 있을 것으로 예상된다.

#### 5. 참고문헌

1. J. Ayers et al., Synchronized Multimedia Integration Language(SMIL) 2.0, World Wide Web Consortium Recommendation, Aug. 2001, <http://www.w3.org/TR/2001/REC-smil20-200010807>
2. D.C.A. Bulterman, "SMIL 2.0 Part 1: Overview, concepts, and Structure", IEEE MultiMedia, vol. 8, no. 4, Oct.-Dec, 2001, pp. 82-88
3. D.C.A. Bulterman, "SMIL 2.0 Part 2: Examples and Comparisons", IEEE MultiMedia, vol. 9, no. 1, Jan.-Mar., 2002, pp. 74-84
4. D.C.A. Bulterman, Hardman, L., Jansen, J. Mullender, K.S. and Rutledge, L. "GRiNS: A GRaphical INterface for Creating and Playing SMIL Documents", in Proc. Seventh International World Wide Web Conference (Melbourne, Australia, April 1998).
5. Lloyd Rutledge, "Multimedia Standards: Building Blocks of the Web", IEEE MultiMedia, vol. 8, no. 3, Jul.-Aug., 2001, pp. 13-15