웹과 모바일에 인터랙티브 멀티미디어를 위한 SMIL의 현황 및 전망

한 성 현*

1. 서 론

1996년 W3C(World Wide Web Consortium)에서 제안한 XML(eXtensible Markup Language)은 웹상에서 구조화된 문서를 전송 가능하도록 설계한 표준화된 텍스트 형식이다. XML은 구조화된 데이터를 나타내고 교환하는 일반적인 방법을 제공함으로써 HTML의 문제점을 보완하여 인터넷이 제공하는 풍부한 정보의 이점을 더욱 향상시킬 수 있다. 문서가 다루는 정보에 주목하고, 문서 내의 정보의 표준화를 통해 해당 문서에서 유용한 자료를 추출, 가공 등 가치를 높이고자 하는 목적으로 XML이 개발되었다[1].

웹은 단순한 문자 및 그림의 제한에서 벗어나 급속히 진화하고 있다. W3C는 오디오, 비디오, 텍스트, 그림 등이 통합되어 실시간으로 재생되는 멀티미디어 통합 프레젠테이션을 지원하는 새로운 언어의 개발을 구상하였다. 그래서 W3C에서는 동기화 멀티미디어 워킹그룹 SYMM (Synchronized Multimedia Working Group)을 1997년 3월에 설립하였고, 1998년 6월에 오디오, 비디오, 텍스트, 그림 등이 통합되어 실시간으로 재생되는 새로운 언어로 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)1.0 버전을 발표하였다. 이 언어가 W3C의 동기화 멀티미디어 프레젠테이션을 위한 권고안(Recommendation)이다[2].

SMIL 1.0은 XML에 기반한 언어로 텍스트 정보가 대부분인 XML 문서 내에서 멀티미디어 정보를 통합해 주고 각 정보간의 동기화를 달성할 수 있는 아주 간단한 마크업 구문을 제공한다. 텍스트, 오디오, 그림, 동영상 등으로 구성된 멀티미디어 프레젠테이션을 작성할 때 각 미디어들의 프레젠테이션 할 위치와 시간을 동기화 할 수 있도록 하는 마크업 언어이다[3, 4].

2000년 9월 SMIL 1.0의 후속버전으로 SMIL 2.0이 소개되고 2001년 8월 SMIL 2.0의 W3C 권고안이 발표되었다. 2005년 1월 W3C는 SMIL 2.0(2판) 권고안을 발표하였고[5-7], 2005년 5월에는 SMIL 2.1 CR(Candidate Recommendation)과 2005년 12월 SMIL 2.1 권고안을 각각 발표하였다[8].

본 논문에서는 SMIL의 버전별 내용을 살펴보고 관련 연구 및 산업 동향, 응용 분야 및 향후 발전 방향 등에 대해서 살펴보도록 한다.

2. SMIL의 특징

2.1 SMIL 개요

SMIL은 개별 미디어 객체들을 동기화된 멀티미디어 프레젠테이션으로 통합할 수 있도록 한다 SMIL을 사용하여 프레젠테이션의 시간적 행동

* 인덕대학 컴퓨터소프트웨어과 교수

화면상에서 프레젠테이션의 배치, 하이퍼링크 등을 구현할 수 있다. SMIL파일의 확장자는 smi나 smil이다.

SMIL 1.0은 텍스트, 오디오, 그림, 동영상, 그래픽데이터 등의 멀티미디어 프레젠테이션을 작성할 때 각 미디어들의 프레젠테이션할 위치와 시간을 동기화하는 방법을 제공하는 간단한 언어이다.

SMIL 2.0은 1.0과 호환성을 가지면서 확장된 언어이다. 1.0과의 가장 큰 차이는 언어의 기능을 10개의 기본 모듈로 나눈 것이다. SMIL 2.0은 XHTML[9]이나 SVG[10]와 같은 XML기반의 다른 언어에서 대화형 멀티미디어 프레젠테이션을 제작할 수 있도록 하였다.

SMIL 2.0은 좀더 DOM(Document Object Model)[11]과 친화적인 구문을 선호하여 1.0에서 하이픈으로 이어진 속성(attribute) 이름이 혼합 속성 이름으로의 변화되었다. 예를 들어, 1.0의 clip-begin이 2.0에서는 clipBegin으로 바뀌었다.

SMIL 2.0에는 1.0에 없던 애니메이션(Animation 모듈), 재생속도 조절(Time Manipulations 모듈), 화면전환 기능(Transition Effects 모듈)이 새로운 모듈 형태로 추가되었으며 사용자의 상황에 맞게 프레젠테이션을 중단하거나 계속할 수 있도록 대화형 기능이 강화되었다.

SMIL 2.1은 50개의 모듈과 500여 페이지 분량의 스펙으로 매우 방대하다. 2.0에 일부 기능이 추가되거나 확장되었고 모바일 환경에서 사용할 수 있는 모바일 프로파일(Mobile Profile과 Extended Mobile profile)이 새롭게 정의되어 있다.

2.2 모듈화

다른 XML 기반 언어가 가지고 있는 기능과 통합을 위해 SMIL은 2.0버전부터 기본적으로 모듈화(modularization) 및 프로파일링(profiling) 개념을 사용한다.

모듈화는 언어의 기능을 의미론적으로 연관된 요소(element), 속성(attribute), 속성값(attribute value)을 갖는 모듈 집합으로 나누는 것을 말한다. 모듈화를 통해 언어 설계자들은 다른 언어 프로파일과 통합하기 위한 전용의 마크업을 지정할 수 있다.

SMIL 2.0과 2.1은 표 1과 같은 10개의 기본(Basic) 모듈로 나누어져 있다. 모듈에 따라 기본 모듈과 부가적인 모듈로 구성되어 있다(표 3 참조). 예를 들어 애니메이션 모듈은 기본 애니메이션(BasicAnimation) 모듈과 스플라인 애니메이션(SplineAnimation) 모듈로 구성되어 있다. 표 1에 각 모듈에서 사용하는 요소도 함께 기술하였다. 밑줄 친 요소들은 SMIL 1.0에서부터 사용된 SMIL의 핵심적인 기본 요소들이다.

표 2는 SMIL 2.1의 주요 속성들이다.

표 1. SMIL 2.0과 2.1의 기본 모듈과 요소

(Basic)Modules	Element
Animation	animate, animateColor, animateMotion, set
Content Control	switch, customAttributes, customTest, prefetch, priorityClass
Layout	layout, region, root-layout, regPoint, topLayout
Linking	a, area(anchor)
Media Object	ref, animation, audio, img, text, textstream, video, brush, param
Metainformation	meta, metadata
Structure	smil, head, body
Timing and Synchronization	par, seq, excl
Time Manipulations	accelerate, decelerate, autoReverse, speed
Transition Effects	transition, transitionFilter

표 2. SMIL 2.1 속성

Attribute Set Name	Attributes
TIMING	begin, end, dur, repeatDur, repeatCount, max, min, fill, endsync
CONTROL	systemBitrate, systemCaptions, systemLanguage, systemRequired, systemSize, systemDepth, systemOverdubOrSubtitle, systemAudioDesc, systemOperatingSystem, systemCPU, systemComponent
MEDIA	src, type
LINKING	href, sourceLevel, destinationLevel, sourcePlaystate, destinationPlaystate, show, accesskey, tabindex, target, external, actuate, alt
COMMON	id, class, xml:lang, title

표 2의 systemSize와 systemDepth속성은 SMIL 2.0에서 각각 systemScreenSize와 systemScreenDepth이다. SMIL 2.0과 2.1의 모듈 차이점은 표 3과 같다. 표에서 (**)는 2.1에서 새롭게 만든 모듈이며, (*)는 수정된 모듈이다. Animation 모듈, Content Control 모듈, Linking 모듈, Metainformation 모듈, Structure 모듈, Time Manipulations 모듈 등은 SMIL 2.0과 SMIL 2.1이 동일하다.

2.3 프로파일링

프로파일링은 특정 응용분야에 필요로 하는 기능을 제공하기 위하여 앞에서 설명한 모듈들을 결합하여 XML 기반 언어를 생성하는 것을 뜻한다.

SMIL 1.0의 네임스페이스(namespace) 식별자는 http://www.w3.org/TR/REC-smil이다. 즉, SMIL 1.0 문서의 시작은 <smil xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-smil">이며, 끝은 </smil>이다.

언어 프로파일(Language Profile)은 모듈들의 조합이다. SMIL 2.0을 사용할 경우 언어프로파일과 네임스페이스 식별자는 다음과 같다.

표 3. SMIL 2.1의 모듈

(Basic)Modules	SMIL 2.1 Module
Animation	BasicAnimation, SplineAnimation
Content Control	BasicContentControl, CustomTestAttributes, PrefetchControl, SkipContentControl
Layout	AlignmentLayout(**), AudioLayout, BackgroundTilingLayout(**), BasicLayout(*), MultiWindowLayout(*), OverrideLayout(**), SubRegionLayout(**)
Linking	BasicLinking, LinkingAttributes, ObjectLinking
Media Object	BasicMedia, BrushMedia, MediaAccessibility, MediaClipping, MediaClipMarkers, MediaDescription, MediaParam(*)
Metainformation	Metainformation
Structure	Structure
Timing and Synchronization	AccessKeyTiming, BasicInlineTiming BasicTimeContainers, BasicExclTimeContainers(**), BasicPriorityClassContainers(**), EventTiming, FillDefault, MediaMarkerTiming, MinMaxTiming, MultiArcTiming, RepeatTiming, RepeatValueTiming, RestartDefault, RestartTiming, SyncbaseTiming, SyncBehavior, SyncBehaviorDefault, SyncMaster, TimeContainerAttributes, WallclockTiming
Time Manipulations	TimeManipulations
Transition Effects	BasicTransitions(*), InlineTransitions, TransitionModifiers, FullScreenTransitionEffects(**)

2.0 스펙에 있는 모든 모듈을 사용할 경우 http://www.w3.org/2001/SMIL20/이며, SMIL 2.0 언어 프로파일에서 사용되는 모듈들은 http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language, SMIL 호스트언어순응(Host Language Conformance, SMIL 2.0 Basic Profile)에서 사용되는 모듈들은 http://www.w3.org/2001/SMIL20/Host Language인 네임스페이스 식별자를 사용한다. SMIL 2.0 기본 프로파일(Basic Profile)은 표 4와 같은 모듈로 구성되어 있다. 표 3의 밑줄 친 모듈이 기본 프로파일의 모듈들이다.

Integration Set 순응의 네임스페이스 식별자는 http://www.w3.org/2001/SMIL20/IntegrationSet이다. Integration Set 순응은 표 5와 같은 모듈들을 사용한다.

SMIL 2.1을 사용할 경우 언어 프로파일과 네임스페이스 식별자는 다음과 같다. 2.1 스펙에 있는 모든 모듈을 사용할 경우 http://www.w3.org/2005/SMIL21/이며, SMIL 2.1 언어 프로파일에서 사용되는 모듈들은 http://www.w3.org/2005/SMIL21/Language, SMIL 2.1 모바일 프로파일에서 사용되는 모듈들은 http://www.w3.org /2005/SMIL21/Mobile, 확장 모바일 프로파일에서 사용되는 모듈들은 http://www.w3.org/ 2005/SMIL21/ExtendedMobile의 네임스페이스 식별자를 사용한다.

표 6은 SMIL 2.1 확장 모바일 프로파일에 사용하는 모듈과 요소를 나타낸다. 밑줄친 것은 SMIL 2.1 모바일 프로파일에서 추가된 것이다. SMIL 2.1 호스트언어순응에서 사용되는 모듈들은 htttp://www.w3.org/2005/SMIL21/HostLanguage이며 구성 모듈은 표 4와 같다.

표 4. SMIL 2.0 기본 프로파일의 모듈

Structure
BasicContentControl, SkipContentControl
BasicInlineTiming, BasicTimeContainers
MinMaxTiming, RepeatTiming
BasicLayout
BasicLinking
BasicMedia
SyncbaseTiming

표 5. SMIL 2.0 Integration Set 순응의 모듈

BasicContentControl
BasicInlineTiming
BasicMedia
BasicTimeContainers
MinMaxTiming
RepeatTiming
SyncbaseTiming

표 6. SMIL 2.1 Extended Mobile 프로파일의 모듈과 요소

Modules	Element
BasicAnimation	animate, set, animateColor, animateMotion
BasicContentControl, PrefetchControl, SkipContentControl	switch, prefetch
BasicLayout, AudioLayout, SubRegionLayout, BackgroundTilingLayout, AlignmentLayout, OverrideLayout	layout, region, root-layout, regPoint,
BasicLinking, LinkingAttributes	a, area(anchor)
BasicMedia, BrushMedia, MediaAccessibility, MediaClipping MediaClipMarkers, MediaDescription, MediaParam	ref, animation, audio, img, text, textstream, video, brush, param, paramGroup
Metainformation	meta, metadata
Structure	smil, head, body
BasicInlineTiming, BasicTimeContainers, EventTiming, MinMaxTiming, RepeatTiming, BasicExclTimeContainers, MultiArcTiming, AccessKeyTiming,	par, seq, excl
BasicTransitions, FullScreenTransitionEffects	transition

SMIL 2.1 Integration Set 준응에서 사용하는 모듈들은 http://www.w3.org/2005/SMIL21/IntegrationSet의 네임스페이스 식별자를 사용하며 그 구성 모듈은 표 5와 같다.

3. SMIL 모듈

3.1 Structure 모듈

Structure 모듈은 모든 SMIL문서의 기본 구성을 제공하며 smil, head, body요소로 구성되어 있다. 다음은 SMIL파일의 일반적인 구성이다.

```
<smil>
  <head>
    <!--메타정보 -->
    <!--미디어들의 공간배치 구조-->
  </head>
  <body>
    <!--시간적동기화 구조-->
    <!--하이퍼링크 기능-->
  </body>
</smil>
```

SMIL파일은 HTML과 같이 표제어 부분(head section)과 본문 부분(body section)으로 나누어진다. <smil>로 시작해서 </smil>로 끝나며, 본문 부분은 꼭 써야 하지만 표제어 부분은 선택이다. 표제어 부분은 <head>로 시작해서 </head>로 끝나며, 본문 부분은 <body>로 시작해서 </body>로 끝난다. 서로 연결되어지는 태그가 아닌 경우에는 "/"를 사용하여 끝내야 한다. 속성값은 " "안에 표기하고 HTML에서 사용하는 주석(<!-- -->) 형식은 SMIL에서도 같다.

smil요소의 속성에는 id(식별자), class(클래스명), xml:lang(요소의 언어지정), title, xmlns가 있다. xmlns속성은 XML 네임스페이스를 지정할 때 사용하며 그 예는 다음과 같다.

```
<smil xmlns="http://www.w3.org/
              2005/SMIL21/Language" >
```

<head>태그 내에는 메타정보, 레이아웃(layout, 공간배치)정보가 포함된다. body요소 내에는 시간적 동기화 구조, 미디어 객체와 연결된 하이퍼링크 기능 등이 포함된다.

3.2 Metainformation 모듈

<head>태그 내에 사용하며 프레젠테이션 동안 변하지 않는 정적인 정보를 담고 있는 부분으로 meta, metadata요소로 구성되어 있다.

meta요소의 속성으로는 name과 content가 있는데 name의 속성값으로는 title(제목), author(작성자), copy-right(저작권), abstract(요약), base(기본 URL)와 같은 정보를 쓰며 content 속성값으로 해당 내용을 작성하며 그 예는 다음과 같다.

```
<head>
 <meta name="title" content="SMIL"/>
 <meta name="author" content="한성현"/>
 <meta name="abstract" content="SMIL동향"/>
 <meta name="base" content="sd.induk.ac.kr"/>
</head>
```

SMIL 2.0과 2.1에서는 RDF(Resource Description Framework)구문[12] 기반 metadata요소를 이용하여 보다 다양하게 메타정보를 기술할 수 있다.

3.3 Layout 모듈

<head>태그 내에 사용하며 구성요소들의 레이아웃(공간배치)에 관한 정보를 제공한다. SMIL 1.0의 경우 layout요소 내에 root-layout요소와 region요소를 이용하여 미디어들의 공간적 배치를 한다.

root-layout요소로 문서가 보여질 크기와 배경색을 설정한다. root-layout요소의 속성으로는 backgroundColor(배경색), height(높이), width(넓이)가 있다.

region요소로 SMIL 문서 내 미디어들의 각 영역에 id를 설정하고 위치할 영역을 할당한다. region요소의 속성으로는 height, backgroundColor, width, left, top, right, bottom, regionName, z-index(큰 값을 갖는 미디어를 화면 앞으로), showBackground (always|whenActive), fit (hidden|fill|meet| meetBest|slice|scroll)가 있다.

아래의 예는 흰색 배경에 프레젠테이션 크기는 넓이 200픽셀, 높이 100픽셀인 화면을 설정하고 im1이란 id를 갖는 미디어의 왼쪽(left) 상단(top) 꼭지점과 높이(height), 넓이(width)를 나타낸다.

```
<head>
<layout>
  <root-layout backgroundColor="white"
          width="200" height="100"/>
  <region id="im1" top="0" left="0"
          width="100" height="100"/>
</layout>
</head>
```

실제 미디어 파일명은 <body>태그 부분에 표 8의 미디어 객체요소로 기술한다.

미디어가 레이아웃의 크기와 다른 크기인 경우 region요소의 fit속성에 따라 크기가 조절된다. fit="fill"은 레이아웃에 미디어의 크기를 정확히 맞추는 것으로 인코딩된 미디어가 레이아웃과 다른 종횡비이면 이미지 왜곡이 생긴다. meet는 종횡비를 유지한 채 잘리기 전까지 확대하며, slice는 화면 전체를 채우도록 확대하여 화면을 넘어가는 부분은 자르며, meetBest는 확대를 하지 않는다는 것을 제외하고는 meet과 같으며, scroll은 미디어의 크기가 화면의 크기보다 크면 스크롤 기능을 지원하도록 하며, 디폴트값인 hidden은 미디어를 인코딩된 크기 그대로 유지한다.

SMIL 2.0에서 Layout모듈은 SMIL 1.0 기본 Layout모듈에 해당하는 BasicLayout과 AudioLayout, MultiWindowLayout, Hierarchical-Layout 등 4개의 모듈로 세분화되어 있다.

SMIL 2.1에서는 표 7과 같이 7개의 모듈로 더욱 세분화되었다. SMIL 2.0의 Hierarchical-Layout이 SubRegionLayout, AlignmentLayout, OverrideLayout 등의 3개의 모듈로 세분화되었다.

AudioLayout 모듈의 예는 다음과 같다. 정상 볼륨의 50%로 조절한다.

```
<region id="a" soundLevel="50%"/>
```

MultiWindowLayout모듈의 예는 다음과 같다. 최상위 화면도 topLayout요소로 한 개 이상 지정할 수 있다.

```
<layout>
 <topLayout id="WinV" width="320" height="240"/>
   <region id="pictures" height="100%" fit="meet"/>
 </topLayout>
 <topLayout id="WinC" width="320" height="60">
   <region id="captions" top="90%" fit="meet"/>
 </topLayout>
</layout>
```

SubRegionLayout모듈의 예는 다음과 같다. 부모영역인 CV가 두 개의 자식영역인 C, V를 포함하고 있다.

```
<layout>
 <region id="CV" top="10px" left="20px" width=
  "320" height="300">
   <region id="V" title="image content" width=
    "100%" height="240px" fit="meet"/>
   <region id="C" title="caption text" top=
    "240px" height="60px" fit="meet"/>
 </region>
</layout>
```

AlignmentLayout 모듈을 이용한 regPoint (registration point)를 지정하는 방법은 다음과 같다. id가 midPoint, topMargin인 두 개의 등록점을 지정하는데 midPoint는 정의된 포인트에서 미

표 7. SMIL 2.1 Layout 모듈

SMIL 2.1 Layout모듈	기능
BasicLayout	SMIL 1.0과 동일
AudioLayout	오디오의 볼륨 조절
MultiWindowLayout	여러개의 최상위 화면 배치
SubRegionLayout	계층적 영역 설정
AlignmentLayout	등록점 지정
OverrideLayout	2.0의 HierarchicalLayout 모듈
BackgroundTiling Layout	배경 분할

디어를 중앙에 위치시키고, topMargin은 그 등록점에 미디어의 좌상부점를 위치시킨다. regAlign 속성값은 topLeft, topMid, topRight, midLeft, center, midRight, bottomLeft, bottomRight, bottomMid 등을 갖는다.

```
<layout>
 <regPoint id="midPoint" top="50%"
          left="50%" regAlign="center" />
 <regPoint id="topMargin" top="10"
          left="15" regAlign="topLeft" />
</layout>
```

3.4 Media Object 모듈

SMIL파일의 본문 부분에 사용하며 미디어 객체를 기술하는 부분이다. BasicMedia모듈이 SMIL 1.0의 기능과 유사한 기본 모듈이고, BrushMedia, MediaAccessibility, MediaClip-Markers, MediaClipping, MediaDescription, MediaParam 등의 확장 모듈을 가지고 있다. SMIL에서 사용하는 기본적인 미디어 객체 요소는 표 8과 같다.

MediaParam 모듈은 다음 예와 같이 param요소를 이용하여 name과 value속성으로 플레이어에게 파라미터값을 전송한다.

```
<ref src="http://www.example.com/herbert.face">
  <param name="mood" value="surly"
      valuetype="data"/>
  <param name="accessories"
      value="baseball-cap,nose-ring"
      valuetype= "data"/>
</ref>
```

표 8. 미디어 객체 요소

미디어 요소	확장자 예
animation	.swf
audio	.wav, .rm, midi
img	.jpg, .gif, png
ref	포괄적(.htm, .asf 등)
text	.txt
textstream	.rt
video	.mov, .mpg, .rm, .avi

paramGroup요소를 이용하여 미디어 파라미터들의 그룹을 지정할 수 있다. paramGroup요소는 <head>태그 내에 위치해야 한다.

```
<head>
<paramGroup id="clown">
<param name="mood" value="upBeat"
      valuetype= "data"/>
<param name="accessories" value="flowers,Cap"/>
</paramGroup>
</head>
<body>
<ref src="http://www.ex.com/andy.face"
          paramGroup="clown"/>
<ref src="http://www.ex.com/sally.face"
          paramGroup="clown"/>
</body>
```

MediaClipping 모듈에서는 clipBegin속성을 이용하여 미디어의 시작으로부터 옵셋으로 오디오

나 비디오 미디어의 서브클립 시작을 지정한다.

MediaClipMarkers 모듈을 사용하는 예는 다음과 같다. 녹화된 라디오 방송이 곡사이에 DJ의 멘트로 나누어져 있을 때 각 노래의 시작과 멘트의 시작을 songX와 djX로 마크하면 marker로 다음과 같이 첫 번째 노래를 추출할 수 있다.

```
<audio clipBegin="marker=#song1"
       clipEnd="marker=#dj1"/>
```

BrushMedia 모듈에서는 brush요소의 color속성을 이용하여 미디어 객체 대신에 특정색이나 패턴 브러시로 채울 수 있다.

MediaAccessibility 모듈에서는 alt속성으로 미디어를 재생할 수 없을 때 대신 나타나는 문자열을 지정하고, longdesc로 미디어 객체의 상세기술(long description)에 대한 링크를 지정하며, readIndex로 alt, longdesc, title의 문자를 어떤 순서로 읽을지를 결정할 수 있다.

MediaDescription 모듈에서는 abstract, author, copyright, title, xml:lang 등의 속성을 이용하여 미디어의 정보를 지정할 수 있다.

3.5 Linking 모듈

이 모듈은 링크하는 기능을 지원하는데 BasicLinking 모듈에 링크 관련 요소들이, LinkingAttributes 모듈에 링크 관련 속성 들이, ObjectLinking 모듈에 부가적인 링킹 기능이 포함되어 있다. BasicLinking 모듈에서 사용하는 하이퍼링크 요소는 a와 area가 있다. SMIL파일 전체에 링크를 거는 방법은 HTML에서와 같이 a요소를 사용한다. a요소는 href속성 뿐 아니라 표 9에 나타난 속성들도 사용할 수 있다.

다음 예는 화면의 위쪽 반은 s.jpg영상이고, 사용자가 이 영상을 클릭하거나 "a"키를 누르면 es.smil문서가 화면의 아래쪽 반에서 재생된다.

```
<head>
  <layout>
    <region id="source" height="50%"/>
    <region id="destination" top="50%"/>
  </layout>
</head>
<body>
  <a href="es.smil" target="destination"
      accesskey= "a">
     <img region="source" src="s.jpg"
       dur= "indefinite"/>
  </a>
 </body>
```

표 9. LinkingAttributes 모듈의 속성

속성	기능
sourceLevel	source 상대 음량
destinationLevel	destination 상대 음량
sourcePlaystate	링크중 source의 임시동작 제어 (play|pause|stop)
destinationPlaystate	링크중 destination의 임시동작 제어 (play|pause)
show	링크 활성화시 현재 상태 조절 (new|pause|replace)
external	링크 destination이 현재의 어플리케이션에 의해 열릴 것인지 지정 (false|true)
actuate	링크가 어떤 이벤트에 의해 실행될지, 일정시간 후 자동으로 실행될지 지정 (onRequest|onLoad)
alt	미디어를 재생할 수 없을 때 대신 나타나는 문자열을 지정
accesskey	사용자가 링크를 활성화할 때 사용하는 키보드 키를 할당
tabindex	탭 순서
target	링크가 열리는 디스플레이 환경 정의

다음 예는 g.imf를 클릭하면 현재 플레이되고 있는 프레젠테이션을 멈추고 s.smi파일이 새 창에서 실행된다.

```
<a href="http://www.ex.org/s.smi"
   show="new" sourcePlaystate="pause">
     <video src="rtsp://www.ex.org/g.imf"
      region="w"/>
</a>
```

SMIL 1.0에서 anchor에 해당하는 area요소를 이용하면 링크 영역을 일부분만 지정할 수 있다. SMIL문서에 하이퍼링크를 삽입하는 방법 중 가장 쓰기 편하고 기능도 많다. HTML과 가장 큰 차이점은 begin과 end속성을 이용하여 시간 컨트롤이 가능하다는 것이다. area요소의 주요 속성은 표 9에 나타난 속성과 href, nohref, shape, coords 등이 속성이 있다. nohref는 다른 area요소가 링크를 하더라도 리전이 링크되지 않도록 하며, shape과 coords는 앵커의 모양과 위치를 정의한다.

다음 예는 비디오클립의 길이를 시간에 따라 두개의 구간(0~20초, 20~50초)으로 나누는 것이다. 두 구간에 각각 다른 링크가 걸린다.

```
<video src="video" title="Interview">
  <area begin="0s" dur="20s" title="first Q"
       href="http://www.ex.org/question"/>
  <area begin="20s" dur="50s" title="first A"
       href="http://www.ex.org/answer"/>
</video>
```

ObjectLinking 모듈은 area요소에 fragment속성을 이용하여 링크의 시작점으로 동작하는 미디어의 일부분을 지정할 수 있다.

3.6 Timing and Synchronization 모듈

이 모듈은 SMIL 문서를 구성하고 있는 미디어들의 시간관계와 동기화 관계를 기술하는 부분이다. SMIL 2.1에서는 표 3과 같이 20개의 모듈이 있으며 BasicInlineTiming, BasicTimeContainers, MinMaxTiming, RepeatTiming, SyncbaseTiming 모듈이 기본 프로파일을 구성하는 모듈이다. 2.0의 ExclTimeContainers 모듈이 BasicExclTimeContainers와 BasicPriorityClassContainers 모듈로 나누어진 것을 제외하고 2.0과 2.1은 유사하다. SMIL 2.0 이후부터는 사용자와 상호작용할 수 있는 요소가 추가되었다.

기본 요소인 seq, par, excl를 사용하여 미디어들을 그룹화 할 수 있다. par요소는 그 태그 안에 정의된 미디어들을 그 수에 상관없이 모두 동시(parallel)에 보여주며, seq요소는 그 태그 안에 나열된 순서대로 (sequence)보여준다. SMIL 2.0부터 지원하는 excl요소는 태그 안에 나열된 미디어의 순서는 지정하지 않고 하나만(exclusive) 보여준다.

begin과 end속성에 사용하는 시간은 다음과 같은 다양한 방법으로 표현한다.

```
offset-value | syncbase-value | event-value |
repeat-value | accesskey-value|
media-marker-value | wallclock-sync-value |
"indefinite"
```

```
02:30:03     = 2 hours, 30 minutes and 3 seconds
50:00:10.25 = 50 hours, 10 seconds and 25
milliseconds
02:33     = 2 minutes and 33 seconds
3.2h      = 3 hours and 12 minutes
45min 30s = 45 minutes and 30 seconds
12.467    = 12 seconds and 467 milliseconds
```

```
offset-value = ±Clock-value
  begin="+5s"   : 5초 후 시작
```

```
syncbase-value= ID."begin"|"end"±Clock-value
  begin="x.end-5s" : x가 끝나기 5초전에 시작
  end="x.begin+1min" : x가 시작하고 1분후 끝
```

```
event-value = ID.Event-symbol±Clock-value
  begin="x.focus+3s" : x에서 focus이벤트로부터
        3초 후 시작
```

```
repeat-value  = ID.
repeat("iteration")±Clock-value
  begin="foo.repeat(2)"
```

```
accesskey-value  =
accesskey("character")±Clock-value
  begin="accesskey(a)"
```

```
media-Marker-value =ID.marker(marker-name)
```

```
wallclock-sync-value =2006-02-28T10:11:12
  begin="wallclock(1990-07-28T15:30-08:00)"
```

다음 예는 오디오가 시작한지 2초 후에 영상이 나타난다.

```
<par>
   <audio id="song1" src="song1.au" />
   <img src="img1.jpg"
        begin="song1.begin+2s" />
</par>
```

지속시간을 지정하는 dur속성은 Clock-value나 indefinite(무한), media(미디어 자체 지속시간)로 표현한다.

다음 예는 "show" 텍스트를 클릭하면 영상이 나타나고 3.5초 후에 사라진다.

```
<text id="show" ... />
<img begin="show.activateEvent" dur="3.5s" ...
/>
```

다음 예는 20초 오디오이지만 처음 10초 동안만 재생되도록 한다.

```
<audio src="music.au" dur="20s" end="10s" ... />
```

다음 예는 영상을 클릭하면 사라지도록 한다.

```
<img src="image.jpg" end="click" />
```

min과 max속성을 이용하여 실제 지속시간의 최대, 최소값을 지정할 수 있다.

다음 예는 비디오의 재생시간을 10초로 제한한다.

```
<video id="video_of_15s" max="10s".../>
```

endsync속성의 속성값("first"|"last"|"all"|"media"|Id-value)을 이용하여 par나 excl요소 내에 있는 미디어들의 지속시간을 지정할 수 있다.

repeatCount, repeatDur, repeat속성을 이용하여 반복 횟수를 지정할 수 있다.

다음 예는 2.5초 동안 두 번 반복하여 5초동안 지속한다.

```
<audio src="background.au" dur="2.5s"
    repeatCount="2" />
```

다음 예는 2.5초 동안 2.8배 반복하여 7초동안 지속한다.

```
<audio src="music.mp3" dur="2.5s"
    repeatDur="7s" />
```

fill속성의 속성값("remove" | "freeze" | "hold"| "transition"|"auto"|"default")을 이용하여 다른 미디어가 종료될 때까지 현재 미디어의 상태를 지정할 수 있다.

기타 속성으로 restart, syncBehavior, syncTolerance, syncMaster, timeContainer, timeAction 등이 있다.

다음은 par요소의 예로 i1과 i2가 0초부터 동시에 i1은 5초 동안, i2는 10초 동안 보인다. i3은 2초에 시작해서 7초까지 보인다.

```
<par>
   <img id="i1" dur="5s"  src="img.jpg" />
   <img id="i2" dur="10s" src="img2.jpg" />
   <img id="i3" begin="2s" dur="5s"
       src="img3.jpg" />
</par>
```

다음은 seq요소의 예로 i1은 0초부터 5초까지 보인다. i2는 5초부터 15초까지 보이고, i3는 16초부터 21초까지 보인다.

```
<seq>
   <img id="i1" begin="0s" dur="5s"
       src="img1.jpg" />
   <img id="i2" dur="10s" src="img2.jpg" />
   <img id="i3" begin="1s" dur="5s"
       src="img3.jpg" />
</seq>
```

다음은 excl요소의 예로 첫 번째 영상 하이퍼링크를 동작시키면 par요소의 p1부분이 실행되고, 두 번째 영상 하이퍼링크를 동작시키면 p2부분이 실행된다.

```
<par>
    <excl>
        <par id="p1">
            ...
        </par>
        <par id="p2">
            ...
        </par>
    </excl>
    <a href="p1"><img src="Button1.jpg"/></a>
    <a href="p2"><img src="Button2.jpg"/></a>
</par>
```

3.7 Content Control 모듈

이 모듈은 실행시 클라이언트의 환경에 따라 컨텐츠 선택, 최적 컨텐츠 전송 등을 지원한다. 4개의 모듈로 구성되어 있고 각 모듈의 기능은 표 10과 같다.

표 10. SMIL 2.1 Content Control 모듈

모듈	기 능
BasicContentControl	컨텐츠 선택 및 시스템 테스트
CustomTestAttributes	저작자가 직접 테스트 속성을 지정
PrefetchControl	미리 가져와서 프레젠테이션 최적화
SkipContentControl	처리 여부 지정

BasicContentControl 모듈은 SMIL 1.0에서 사용하던 switch요소를 확장하여 사용한다. 시스템 테스트 속성으로는 systemBitrate, systemCaptions, systemLanguage, systemRequired, systemScreenDepth, systemScreenSize, systemCPU, systemComponent, systemOperatingSystem, systemOverdubOrSubtitle 등이 있다.

다음 예는 사용자의 네트워크 대역폭에 따라 적당한 미디어를 재생한다. 비트율이 16000bps (bit per second)보다 작을 경우에는 low오디오가 재생되도록 한다.

```
<switch>
    <audio src="hi" systemBitrate="16000" />
    <audio src="low" />
</switch>
```

다음 예는 클라이언트의 시스템 언어를 파악해 해당 오디오를 재생하게 된다. 사용자의 시스템이 네델란드어라면 nederlands가, 영어라면 english가, 기타 다른 언어라면 디폴트로 korean이 재생되도록 한다.

```
<switch>
 <audio src="nederlands"
     systemLanguage="nl"/>
 <audio src="english" systemLanguage="en"/>
 <audio src="korean" />
 </switch>
```

CustomTestAttributes 모듈은 저작자가 직접 테스트 속성을 지정할 수 있도록 한다. 속성의 정의는 customAttributes와 customTest요소를 사용하며 속성으로는defaultState, override, uid를 사용한다.

PrefetchControl 모듈은 문서의 재생 성능을 개선하기 위해서 서버로부터 컨텐츠를 가져오는 것을 제어할 수 있다. 다음 예는 v.mpg비디오가 끝난 후 l.gif영상이 바로 보일 수 있도록 prefetch요소를 이용하여 서버로부터 미리 가져오는 예이다.

```
<smil>
 <body>
  <seq>
   <par>
    <prefetch id="im"
        src="http://www.ex.org/l.gif"/>
    <text id="in" src="http://www.ex.org/w.html"/>
   </par>
   <video id="main"
        src="rtsp://www.ex.org/v.mpg"/>
   <img src="http://www.ex.org/l.gif" dur="5s"/>
  </seq>
 </body>
</smil>
```

SkipContentControl 모듈은 SMIL 1.0에서부터 사용하던 skip-content속성을 이용하여 플레이어가 컨텐츠를 처리할 것인지 처리하지 않을 것인지를 제어한다.

3.8 Time Manipulations 모듈

SMIL 2.0이상부터는 애니메이션 등이 재생되는 전체시간에 대해 속도를 조절할 수 있는 기능을 제공한다. 이러한 기능들은 SVG에서 제공하는 기능과 동일하다. 속도는 animateMotion요소의 accelerate와 decelerate속성으로 기본속도에서 증가나 감소를 시키며, autoReverse ("true"| "false")속성으로 오토리버스 기능을 지원할 것인지 결정하며, speed속성으로 속도를 조절할 수 있다.

다음 예는 10초 동안 재생하는데 시작 2초 동안은 가속하며, 다음 6초 동안은 기본속도로, 마지막 2초는 감속 재생하는 것이다.

```
<img ....>
 <animateMotion dur="10s" accelerate=".2"
    decelerate=".2" ..../>
</img>
```

다음 예는 두 배의 속도로 5초 동안 두 번 총 10초 동안 경로를 따라 움직인다.

```
<animateMotion dur="10s" repeatCount="2"
    speed="2.0" path= ... />
```

3.9 Transition Effects 모듈

Transition Effects 모듈은 SMIL 2.0부터 지원되며 SMIL 2.1에서 약간 확장되었으며 화면을 전환하는 다양한 방법을 제공한다. 이는 두개의 비디오 사이의 전환이나, 두 개의 이미지 사이의 전환, 슬라이드 쇼 등에 사용될 수 있다. BasicTransitions 이 기본 모듈이며 InlineTransitions, TransitionModifiers, FullScreenTransitionEffects 등의 부가 모듈이 있다.

transition, transitionFilter요소를 이용하며 bar wipes, edge wipes, iris wipes, clock wipes, matrix wipes 등의 전환효과를 가지고 있다.

다음 예는 transition요소를 이용하여 처음에 1.jpg이 나타나서 5초간 지속되며, 5초에서 6초 사이에 왼쪽에서 오른쪽으로 바 형태로 1.jpg에서 2.jpg로 바뀌면서 10초까지 2.jpg가 표시되는 것이다.

```
<head>
  <transition id="wipe1" type="barWipe"
      subtype="leftToRight" dur="1s"/>
</head>
<body>
 <seq>
   <img src="1.jpg" dur="5s" fill="transition" />
   <img src="2.jpg" dur="5s" fill="transition"
       transIn="wipe1"/>
 </seq>
<body>
```

InlineTransitions 모듈에서는 다음과 같이 transitionFilter요소를 이용하여 전환효과를 미디어 내에 인라인으로 지정할 수 있다. 결과는 위의 예와 같다.

```
<seq>
  <img id="1" src="1.jpg" dur="5s"
   fill="transition" />
  <img id="2" src="2.jpg" dur="5s"
   fill="transition" >
     <transitionFilter type="barWipe"
      subtype="leftToRight" dur="1s" />
  </img>
</seq>
```

TransitionModifiers 모듈에서는 horzRepeat, vertRepeat, borderWidth, borderColor속성을 이용하여 부가적인 전환기능이 가능하다. FullScreenTransitionEffects 모듈에서는 transition 요소에

region과 screen속성을 추가하여 전환효과의 destination영역을 지정할 수 있다.

3.10 Animation 모듈

Animation모듈은 사용하는 미디어들을 애니메이션하는 기능으로 SMIL 2.0부터 추가된 모듈이며 SMIL 2.1에서도 거의 동일하다. Animation모듈은 SVG의 애니메이션 기법과 거의 유사하다[13]. 기본 모듈이 BasicAnimation이며 SplineAnimation이 부가 모듈이다. BasicAnimation 모듈에는 animate, set, animateMotion, animateColor 등 4개의 요소로 미디어를 시간에 따라 확대나 축소하는 기능, 화면상의 특정경로를 따라 움직이게 하는 기능, 영역의 색깔을 변경하는 기능 등을 제공한다. SplineAnimation 모듈은 경로를 스프라인커브로 설정하고 이 경로를 따라 이동하는 등의 애니메이션 기능을 지원한다.

animate요소는 시간에 따른 수치 변화값을 할당한다. 다음 예는 2.5초 동안 0에서 10픽셀까지 위쪽으로 이동하는 것을 두 번 반복하여 전체 5초 동안 동작하는 애니메이션이다.

```
<animate attributeName="top" from="0" to="10"
                dur="2.5s" repeatCount="2" />
```

set요소는 비수치값을 가진 속성 애니메이션을 지원한다. 다음은 set요소를 이용하여 마우스가 텍스트 위에 있으면 하이라이트 되도록 하는 예이다.

```
<text>This will highlight if you mouse over it...
   <set attributeName="class" to="highlight"
     begin="mouseover" end="mouseout" />
</text>
```

animateMotion요소는 경로를 따라 이동하는 기능을 제공한다. 다음의 예는 화면 좌표 (0,0)에서 (100,0)으로 10초 동안 애니메이션하고, 1초 동안 (0,0)에서 (0,5)를 거쳐 다시 (0,0)으로 10번 반복 진동하는 애니메이션을 구현한 것이다.

```
<img ...>
   <animateMotion from="0,0" to="100,0"
        dur="10s" />
   <animateMotion values="0,0; 0,5; 0,0" dur="1s"
        repeatDur="10s" additive="sum"/>
</img>
```

animateColor요소는 시간에 따라 색상을 변경하는 기능을 제공한다. 다음 예는 5초 동안 녹색, 다음 5초 동안 노란색, 그 다음부터는 빨간색을 유지하도록 한다.

```
<animateColor attributeName="color" dur="10s"
    calcMode="discrete"
    values="green; yellow; red"
    keyTimes="0.0; 0.5;" />
```

4. 관련 산업 및 연구 동향

원래 SMIL은 Digital Equipment, Lucent, Apple, Philips, Real Networks와 같은 업체와 CWI, INRIA 같은 연구기관에서 개발 발전되었다. SMIL에 가장 적극적인 업체는 Real Networks이다. 그 동안 HTML+TIME [14]이란 독자적인 표준안을 연구해오던 마이크로소프트도 Internet Explorer 5.5에서는 SMIL 2.0의 일부 모듈을 구현하였고, Internet Explorer 6에서는 SMIL 2.0의 화면전환기능을 대폭 구현하였다.

SMIL 2.1에는 모바일 업체인 Nokia와 세계 4대 무선인터넷용 왑(WAP)브라우저 업체 중 하나인 일본의 Access가 새롭게 참여하여 모바일 응용에 관심이 고조되고 있다. SMIL 2.1을 지원하는 플레이어로는 그림 1과 같은 CWI의 AMBULANT 플레이어가 있다. 이 플레이어는 SMIL 2.1의 모바일, 확장 모바일, 언어 프로파일을 지원한다.

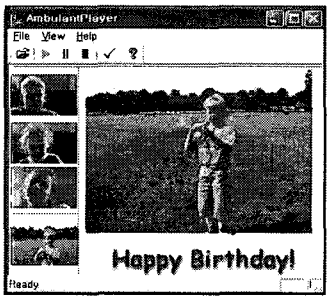

그림 1. CWI의 AMBULANT player

그림 2. 록시아의 RubiC player

SMIL 2.0 플레이어는 CWI의 AMBULANT 플레이어, Oratrix의 GRiNS, 국내 회사인 록시아의 RubiC(그림 2 참조) 등이 있다.

SMIL 1.0 플레이어로는 Oratrix의 GRiNS, Compaq의 HPAS, Apple의 Quick Time 4.1, Real Networks의 Realplayer 8, Helio의 Soja, NIST의 S2M2, Productivity Works의 Lp player 등이 있다.

SMIL 저작도구로는 Oratrix의 GRiNS, Confluent Technologies의 Fluition, Allaire의 HomeSite, Adobe의 GoLive 6, Real Networks의 RealSlideshow Basic, Hot Sausage의 SMIL Composer SuperToolz, DoCoMo의 SMIL Editor V2.0, Digital Renaissance의 TAG Editor 2.0, Veon의 VeonStudio 등이 있다. 국내의 경우 다산기술의 TagFree2000 SMIL 에디터와 스마일미디어의 EZer 등이 있다.

최근에는 SMIL을 모바일분야에 응용하기 위해 관심이 집중되고 있다. 문자메시지서비스(SMS)를 대체하는 멀티미디어메시징서비스(MMS)가 점차 시장을 넓혀가면서 MMS의 핵심기술인 SMIL도 다시 각광을 받고 있다.

MMS는 아직 전체 무선메시징 시장에서 차지하는 비중이 5% 미만에 불과하지만 사용량이 연평균 50% 이상 늘며 활용기반이 확대되고 있는 분야이다. 특히 MMS를 지원하는 휴대폰의 보급량이 전체의 70~80%까지 올라왔으며 이동통신사들도 사용자 편의성을 높인 서비스와 사용자인터페이스를 도입하면서 시장이 확대되고 있다. 그동안 사진 메일이라는 협의적 개념에 머물렀던 MMS가 멀티미디어 카드 개념으로 확대되어 본격적으로 SMS를 대체하는 차세대 메시징 수단으로 부상할 것이며 위축되어 있던 SMIL 관련 산업도 확대되리라 기대된다.

SK텔레콤과 LG텔레콤은 최근 왑브라우저 공급사인 인프라웨어와 공동으로 브라우저에 MMS뷰어를 결합하는 서비스를 개발하기로 했다. KTF도 3세대(WCDMA) 단말기부터는 SMIL 등 마크업언어 규격을 추가, MMS에서 더욱 다양한 표현을 할 수 있도록 기술지원을 확대하고 있다.

국내 중소기업인 인프라웨어는 2005년에 W3C의 CDF(Compound Document Format) 그룹에 SMIL과 XHTML을 혼용해 쓰는 마크업 언어 규격을 직접 제안하기도 했다. 이 회사의 Embider MMS Viewer는 SMIL로 제작된 메시지뿐 아니라 XHTML, ESMP, OMA DD, DOM과 같은 다양한 형태의 메시지도 표현할 수 있기 때문에 한층 업그레이드된 멀티미디어 메시지 서비스가 가능하도록 하였다.

SMIL 관련 국내 연구로는 SMIL 저작도구의 구현[15], SMIL 플레이어 구현[16], 원격강의에

응용[17~19], SMIL 문서의 구조 정보 모델 및 검색[20], SMIL 구조변환 및 모델링[21], 애니메이션 컴포넌트의 시간적 스크립트로부터 SMIL 문서 생성 알고리즘[22] 등이 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 동기화 멀티미디어 통합언어인 SMIL의 버전별 특징에 대해서 살펴보았다. SMIL 1.0은 시간 축 상에서 여러 종류의 미디어를 동기화하여 하나의 프리젠테이션을 만드는 간단한 언어이다. SMIL 2.0은 1.0과 호환성을 가지면서 확장하여 기능을 10개의 기본 모듈로 나누었다. 1.0에 없던 애니메이션, 재생속도 조절, 화면전환 기능이 새로운 모듈 형태로 추가되었으며 사용자의 상황에 맞게 프레젠테이션을 중단하거나 계속할 수 있도록 대화형 기능이 강화되었다.

SMIL 2.1은 50개의 모듈과 500여 페이지 분량의 스펙으로 매우 방대하며 2.0에 일부 기능이 추가되거나 확장되었고 모바일 환경에서 사용할 수 있는 모바일 프로파일, 확장 모바일 프로파일이 새롭게 정의되었다. 그 동안 독자적인 표준안을 연구해오던 마이크로소프트도 Internet Explorer 5.5이후부터는 SMIL의 일부 모듈을 구현하였고, SMIL 2.1에는 모바일 업체인 Nokia와 왑브라우저 업체인 일본의 Access가 새롭게 참여하여 모바일 응용에 관심이 고조되고 있다.

현재 SMIL 2.1을 지원하는 플레이어로는 CWI의 AMBULANT가 유일하다. 2.0 이하 버전을 지원하는 플레이어는 매우 다양하게 출시되었다. SMIL 저작도구로는 Oratrix의 GRiNS, 다산기술의 TagFree2000 SMIL에디터, 스마일미디어의 EZer 등이 있다.

SMIL의 적용분야는 인터넷 방송, 쇼핑몰, 원격강의, 멀티미디어 e-Catalog, 각종 멀티미디어 프레젠테이션 저작, 다양한 형태의 광고 제작, e-book, MMS 등 매우 다양하다.

최근에는 SMIL을 모바일분야에 응용하기 위해 관심이 집중되고 있다. SMS를 대체하는 MMS가 점차 시장을 넓혀가면서 MMS의 핵심기술인 SMIL도 다시 각광을 받고 있으며 SMIL 관련 산업도 확대되리라 예상된다.

SMIL 관련 국내 연구로는 SMIL 플레이어 및 저작도구의 구현, 원격강의에 응용, SMIL 문서의 구조 정보 모델링 등이 있다.

2005년 말에 SMIL 2.1 권고안이 나온 만큼 웹과 모바일에 인터랙티브 멀티미디어 프레젠테이션을 구현하기 위한 더 많은 국내 기업들의 관심과 개발 노력이 필요할 것이다. 국내 중소기업인 인프라웨어의 SMIL관련 국제 표준화 참여가 눈에 띄지만, 향후 표준화에는 국내 업체와 연구 단체도 보다 적극적으로 참여하여 최신 관련기술을 쉽게 도입할 수 있도록 하여야 할 것이다. 특히 모바일 강국인 우리나라에서 SMIL을 이용한 MMS관련 다양한 응용 모델을 만들어 내는 중요한 시점에 있다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] T. Bray et al., "Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition)," W3C Recommendation, 4 Feb 2004, Available at http://www.w3.org/TR/REC -xml/.

[2] http://www.w3.org/AudioVideo/.

[3] S. Bugaj et al., "Synchronized Multimedia Integration Language(SMIL 1.0) Specification," W3C Recommendation, 15 June 1998, Available at http://www.w3. org/TR/REC-smil/.

[4] 이규철, 김태현, "멀티미디어 동기화 언어," 한국멀티미디어학회지, 제4권 제1호, pp. 5~17, 2000.

[5] J. Ayars et al., "Synchronized Multi- media Integration Language(SMIL 2.0)- (Second Edition)," W3C Recommendation, 7 Jan 2005, Available at http://www.w3.org/TR/2005/REC-SMIL2- 20050107/.

[6] 한성현, "XML기반 동기화 멀티미디어 통합언어 SMIL 기술동향," 인터넷정보학회지, 제2권 제1호, pp. 23~30, 2001.

[7] 이만재, "웹 멀티미디어 표준 언어 : SMIL," 정보처리학회지, 제7권 제6호, pp. 52~57, 2000.

[8] D. Bulterman et al., "Synchronized Multimedia Integration Language(SMIL 2.1)," W3C Recommendation, 13 December 2005, Available at http://www.w3.org/TR/ SMIL2/.

[9] S. Pemberton et al., "The Extensible Hyper Text Markup Language: A Reformulation of HTML 4 in XML 1.0," W3C Recommendation, 26 Jan 2000, revised 1 August 2002, Available at http://www.w3. org/TR/xhtml1.

[10] J. Ferraiolo,"Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification," W3C Recommendation, 14 Jan 2003, Available at http://www.w3.org/TR/ SVG11/.

[11] A. L. Hors, "Document Object Model(DOM) Level 2 Core Specification Version 1.0," W3C Recommendation, 13 Nov 2000, Available at http://www.w3. org/TR/DOM-Level-2-Core

[12] http://www.w3.org/TR/rdf-primer/.

[13] 나방현, 심규찬, 이종연, *XML그래픽 입문*, 21세기사, 2001.

[14] http://msdn.microsoft.com/workshop /author/behaviors/time.asp.

[15] 신동규, 신동일, 김세영, "SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) 전용 저작도구의 설계 및 구현," 정보처리학회논문지B, 제 10권 제1호, pp. 103~110, 2003.

[16] 김혜은 등, "SMIL 2.0 문서 재생을 위한 이벤트 처리기의 설계 및 구현," 멀티미디어학회논문지, 제7권 제2호, pp. 251~263, 2004.

[17] 최용준 등, "원격강의 컨텐츠의 표현과 스트리밍을 위한 SMIL 확장에 대한 연구," 멀티미디어학회논문지, 제6권 제3호, pp. 527~538, 2003.

[18] 이중화, 권순각, 김태석, "가상강의 시스템에서의 SMIL 2.0 활용," 한국멀티미디어학회지, 제6권 제4호, pp. 45~55, 2002.

[19] 최용준, 정상준, 권은영, 구자효, 김종근, "원격강의 컨텐츠의 표현과 스트리밍을 위한 SMIL 확장에 대한 연구," 멀티미디어학회 논문지, 제6권 제3호, pp. 527~538, 2003.

[20] 류은숙, 이기호, 이규철, "SMIL 문서의 구조 정보 모델 및 검색," 멀티미디어학회논문지, 제7권 제3호, pp. 293~307, 2004.

[21] 권오현, "객체지향적 분석에 따른 SMIL 구조변환 및 모델링," 멀티미디어학회논문지, 제7권 제9호, pp. 1304~1311, 2004.

[22] 하얀, "애니메이션 컴포넌트의 시간적 스크립트로부터 SMIL 문서 생성 알고리즘," 정보처리학회논문지B, 제 10권 제1호, pp. 111~118, 2003.

한 성 현

- 1990년 중앙대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1998년 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1998년~현재 인덕대학 컴퓨터소프트웨어과 부교수
- 2000년 9월~2002년 2월 한국통신학회 논문지 편집위원
- 관심분야 : 멀티미디어 응용, 영상 및 신호처리