

사용자 상호작용 지원 시간 제약 모델 기반 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템

(An MPEG-4 Contents Authoring System based on
Temporal Constraints Model supporting User Interaction)

김 희 선 [†] 김 상 욱 ^{**}

(Hee Sun Kim) (Sang Wook Kim)

요 약 MPEG-4와 같은 대화형 미디어의 시간 관계를 위하여 재생 중에 사용자 이벤트에 의하여 객체 간 재생 시간과 시간 관계를 동적으로 변화시킬 수 있는 시간 모델이 필요하다. 또한 사용자 이벤트에 의하여 시간 속성이 변₇경되더라도, 씬의 타당성이 유지되어야 한다. 본 논문에서는 사용자 상호작용을 지원하는 시간 모델을 제안하고, 이를 적용한 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템을 개발하였다. MPEG-4에서 저작 가능한 시간 관계와 시간속성을 변경시키는 사용자 상호작용을 정의하였다. 본 저작 시스템은 시간 관계와 이벤트에 대한 제약 조건을 정의하고, 제약 조건을 검사하여 오류 없는 씬(scene)을 생성할 수 있다. 또한 MPEG-4 씬에 시간관계와 이벤트를 시각적으로 저작하기 위한 저작 환경을 제공하고, 저작된 씬을 인코딩하여 MPEG-4 스트림을 생성한다

키워드 : MPEG-4 씬, 시간 모델, MPEG-4 저작 시스템, 사용자 상호작용

Abstract For temporal relations of interactive media such as MPEG-4, it is necessary for a temporal model that can update dynamically presentation time and temporal relations among objects by user events occurring during playback. Also, although the temporal attributes are changed by user events, the validity of scene must be maintained. In this paper, we propose a temporal model that supports user interaction and developed an MPEG-4 contents authoring system applying this model. We define the temporal relations of MPEG-4 that can be authored and user interactions that can change the temporal properties. This authoring system defines the constraints on temporal relations and events and can generate the scene without error by checking the constraints. Also it provides the authoring environment to author visually temporal relations and events in MPEG-4 scene and generates the MPEG-4 stream by encoding the authored scene.

Key words: MPEG-4 scene, Temporal model, MPEG-4 authoring system, User interaction

1. 서 론

MPEG-4 씬은 다양한 멀티미디어 객체로 구성되고, 각 객체는 자신의 재생 시간과 다른 객체와의 시간 관계에 따라서 재생된다[1-2]. 현재 대부분의 멀티미디어 콘텐츠는 재생 중에 사용자 이벤트를 처리할 수 있다. 그러므로 재생 중에 발생하는 사용자 상호작용에 의하

여 시간과 관계의 변화를 처리할 수 있는 시간 모델이 필요하다. 또한 이러한 이벤트가 발생하더라도, 일관된 씬을 유지하기 위하여 시간 관계가 설정되어 있는 객체에 사용자 이벤트에 따른 액션을 설정할 때 제약 조건과 처리방법이 필요하다.

본 논문과 관련된 연구로는 시간 모델과 씬 디스크립션 언어, MPEG-4 저작 도구가 있다. 멀티미디어 데이터의 시간 동기화에 관한 연구로는 크게 J. F. Allen의 시간 간격 모델[3]과 Petri-Net 모델[4], 객체지향 모델로[4]등이 있다. 이러한 시간 모델은 사용자 이벤트를 고려하지 않고 객체간의 순차 재생이나 병렬 재생 관계를 설정할 수 있다. 그리고, 사용자 상호작용을 고려한

[†] 정 회 원 : 위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 교수
kimhs@mail.uiduk.ac.kr

^{**} 정 회 원 : 경북대학교 컴퓨터학과 교수
swkim@cs.knu.ac.kr

논문접수 : 2002년 7월 19일

심사완료 : 2002년 11월 19일

몇몇 시간 모델에서도 씬 전체에 일시정지, 재시작, 뒤로 감기 등의 이벤트를 처리할 수 있도록 하고 있으나 각각의 객체에 설정된 시간 관계에 대한 이벤트 설정 방법을 고려하고 있지 않다[5-6].

사용자 상호작용을 지원하는 멀티미디어 씬에 대한 기술 언어로는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)[7]과 MPEG-4의 BIFS(Binary Format for Scene)[8], SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)[9] 등이 있다. VRML과 BIFS에서 오디오와 비디오 객체는 재생시간을 속성으로 가지고, 다른 객체와의 시간 관계에 대한 정의가 없다. SMIL에서 객체간 시간 관계는 동시 재생과 순차 재생, 사용자 이벤트에 의한 객체의 재생 시작과 종료 등을 지원한다.

MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템으로 MPEG-Pro[10]가 있다. MPEG-Pro는 시각 적인 저작 환경을 제공하고 객체간 시간 정보를 시간 설정 바를 이용해서 저작한다. 그러나 객체간 시간 관계로 순차 재생과 병렬 재생의 단순한 관계를 지원하고, 사용자 이벤트에 의한 시간 관계 변화는 지원하지 않는다. MDS[11]는 MPEG-4 콘텐츠 저작의 데모를 위해 개발되었으며, 장면과 사용자와 상호작용을 지원한다. MDS에서는 각 객체의 재생 시작 시간과 종료 시간을 설정할 수 있다. 객체간의 시간 관계 설정은 지원하지 않는다.

본 논문에서는 동적인 특성을 가지는 MPEG-4의 시간 관계를 표현하기 위해서, 사용자 상호작용에 의하여 변경 가능한 객체의 재생 시간과 관계를 정의하고, 이러한 관계 설정에 대하여 오류 없는 씬 재생이 되도록 지원하는 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템을 개발하였다.

제안하는 시간 제약 모델은 재생 중에 사용자 이벤트에 의하여 객체의 재생 순서와 시간관계, 재생 시간의 변화를 지원한다. 또한 저작된 관계에 대한 타당성을 제공하기 위하여 시간관계와 이벤트 설정에 대한 제약 조건을 정의하였다. 이러한 시간 모델을 적용하여 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템을 개발하였다. 본 저작 시스템은 시각 저작 환경을 제공하여 MPEG-4 씬에 관한 지식이 없는 일반 사용자도 쉽게 씬을 구성하고, 시간과 이벤트를 저작할 수 있다. 저작된 씬은 시스템의 내부 자료 구조인 씬 컴포지션 트리로 표현되고, MPEG-4의 BIFS 생성 규칙에 따라서 BIFS로 변환된 뒤 BIFS와 객체 디스크립션, 미디어 스트림을 합성하여 MPEG-4 스트림을 생성한다.

제 2장에서 사용자 상호작용을 지원하는 시간 제약 모델에 대하여 기술하고, 3장에서 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템을 설명하고, 4장에서 저작 시스템의 개발과

평가를 기술하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 사용자 상호작용 지원 시간 제약 모델

본 장에서 MPEG-4의 상호 작용을 고려한 시간 제약 모델을 제시한다. MPEG-4 객체간 설정 가능한 시간 관계와 사용자 이벤트를 정의하고, 올바른 시간 관계와 이벤트 설정을 위한 제약 조건을 기술한다.

2.1 시간 관계와 사용자 이벤트

MPEG-4 Systems를 분석하여, MPEG-4 씬을 구성하는 객체간 설정가능한 시간 관계를 정의하였다. 시간 관계 Tr 은 다음과 같이 정의된다.

$Tr = \{ Equal, Overlap, During, CoStart, CoEnd, Sequence, After, Exclusive \}$

m_i 와 m_j 가 MPEG-4 씬을 구성하는 서로 다른 객체일 때, 각 관계에 대한 정의는 다음과 같다.

$Equal(m_i, m_j)$: m_i 와 m_j 가 동시에 시작해서 동시에 끝나는 관계

$Overlap(m_i, m_j)$: m_i 가 끝나기 전에 m_j 가 시작하고, m_i 가 끝나고 나서 m_j 가 종료하는 관계

$During(m_i, m_j)$: m_i 의 재생 시작과 종료 사이에 m_j 의 시작과 끝이 포함되는 관계

$CoStart(m_i, m_j)$: m_i 와 m_j 가 동시에 시작하는 관계

$CoEnd(m_i, m_j)$: m_i 와 m_j 가 동시에 끝나는 관계

$Sequence(m_i, m_j)$: m_i 의 끝과 m_j 의 시작이 일치하는 관계

$After(m_i, m_j)$: m_i 가 끝나고 얼마의 시간이 흐른 후 m_j 가 시작하는 관계

$Exclusive(m_i, m_j)$: m_i 와 m_j 가 상호 배타적으로 재생되는 관계

MPEG-4에서 시간에 관련된 이벤트 E 는 다음과 같다.

$E = \{ eStart, eStop, eLoop, eScale, eOrder, eChangeTr, eHyperLink \}$

$eStart$ 이벤트는 객체의 재생 시작을 사용자 이벤트에 의해서 동적으로 결정한다. $eStop$ 이벤트는 객체의 종료 시점을 사용자 이벤트에 의해서 동적으로 결정한다. $eScale$ 은 객체의 재생 지속 시간을 늘이거나 줄이는 이벤트이다. $eLoop$ 은 객체를 반복하여 재생할 때 사용한다. $eOrder$ 은 객체의 재생 순서를 변화시킨다. $eChangeTr$ 은 객체에 설정된 정적 시간 관계를 다른 시간 관계로 변경시키는 이벤트이다. $eHyperLink$ 이벤트는 연결된 다른 장면으로 변화되어지는 이벤트이다.

2.2 시간 관계에 대한 제약 조건

씬을 저작할 때 설정된 관계와 이벤트는 오류가 없는

컨텐츠를 만들기 위해서, 반드시 올바르게 설정되었는지에 대한 검사가 필요하다. 본 논문에서는 시간관계와 이벤트 설정을 할 때 오류 없는 컨텐츠가 되도록 여러 가지 경우를 고려하였다. 표 1은 MPEG-4 씬을 저작할 때에 설정할 수 있는 시간 관계에 대한 제약 조건을 나타낸다. 표 1에서 m_i, m_j 는 임의의 시청각 객체를 나타내고, Δt 는 0보다 큰 시간을 나타낸다. 씬을 구성하는 시청각 객체를 m 이라고 할 때, m 의 시간 속성은 다음과 같이 정의된다.

$$m = (m.s, m.e, m.d, m.md)$$

$m.s$ 는 객체의 재생 시작 시간을 나타내고, $m.e$ 는 객체의 종료 시간을 나타낸다. $m.d$ 는 재생 지속시간을 나타내고, $m.md$ 는 최대한 길게 지속될 수 있는 시간을 나타낸다.

표 1 시간관계와 제약 조건

시간 관계	제약 조건
<i>Sequence</i> (m_i, m_j)	$m_i.e = m_i.s$
<i>CoStart</i> (m_i, m_j)	$m_i.s = m_j.s$
<i>CoEnd</i> (m_i, m_j)	$m_i.e = m_j.e$
<i>Equal</i> (m_i, m_j)	$(m_i.s = m_j.s) \wedge (m_i.e = m_j.e)$
<i>Overlap</i> (m_i, m_j)	$(m_j.s - m_i.e \leq \Delta t) \wedge (m_i.s - m_j.s \leq \Delta t) \wedge (m_i.e - m_j.e \leq \Delta t)$
<i>During</i> (m_i, m_j)	$(m_i.s - m_j.s \leq \Delta t) \wedge (m_j.e - m_i.e \leq \Delta t)$
<i>After</i> (m_i, m_j)	$m_i.e - m_j.s \leq \Delta t$
<i>Exclusive</i> (m_i, m_j)	$(m_i.s = m_j.s) \wedge (m_i.e = m_j.e)$

Sequence 관계일 때, m_i 의 종료 시간과 m_j 의 시작 시간이 일치해야 하고, *CoStart* 관계일 때, m_i 와 m_j 의 시작 시간이 일치해야 한다. *CoEnd* 관계일 때, m_i 와 m_j 의 재생 종료 시간이 같아야 하고 *Equal* 관계일 때, m_i 와 m_j 의 재생 시작과 종료 시간이 일치해야 한다. *Overlap* 관계일 때, m_i 의 시작 시간이 m_j 의 시작 시간보다 작아야 하고, m_i 의 종료 시간이 m_j 의 시작 시간보다 더 커야 한다. *During* 관계일 때, m_i 의 재생 시작 시간이 m_j 의 재생 시작 시간보다 작아야 하고, m_i 의 재생 종료 시간이 m_j 의 재생 종료 시간 보다 커야 하는 제약 조건을 만족해야 한다. *After* 관계일 때, m_i 의 종료 시간이 m_j 의 시작 시간보다 더 작아야 하는 제약 조건을 만족해야 한다. m_i 과 m_j 가 *Exclusive* 관계일 때, *Equal* 관계일 때 제약조건을 만족해야 한다.

2.3 시간 관련 이벤트 저작에 대한 제약조건과 처리

본 논문에서 정의한 시간 관련 이벤트를 올바르게 설정하기 위한 처리방법을 기술한다. 시간 관련 이벤트는 크게 재생 시간을 변화시키는 이벤트와 시간 관계를 변화시키는 이벤트가 있다. 재생 시간이 이벤트에 의해서 결정되거나 변경되는 것으로는 *eStart*와 *eStop*, *eScale*,

eHyperLink, *eLoop*가 있고, 시간 관계가 변경되는 것은 *eChangeTr*, 재생 순서가 변경되는 것은 *eOrder*가 있다. 재생 시간을 변경시키는 이벤트를 설정할 때 제약 조건은 먼저 설정된 시간 관계를 유지해야한다. 순서를 변경시키거나 관계를 변경시킬 때에는 먼저 설정한 재생시간은 반드시 유지해야 한다.

1) *eStart* 이벤트

이벤트가 설정될 객체가 다른 객체와의 시간 관계를 가지는지 조사한다. 다른 객체와 시간 관계를 가지고 있다면, 그 객체와 직접 혹은 간접 관계에 있는 모든 객체를 찾아서, 시간 관계에 있는 객체 중 재생 시간이 가장 빠른 객체의 재생 시작 시간이 이벤트 발생 시간이 되도록 한다.

2) *eStop* 이벤트

시간 관계가 있다면, 시간 관계로 묶여 있는 객체는 이벤트가 발생하면 모두 종료된다.

3) *eLoop* 이벤트

다른 객체와 시간 관계가 설정된 객체는 시간 관계는 유지하고, 시간 관계에 있는 객체가 모두 반복 재생되도록 한다.

4) *eScale* 이벤트

이벤트가 발생하면, 객체의 재생 시간이 변경된다. 변경된 객체의 재생 지속 시간 $m.d$ 는 0보다 크고, 객체의 최대 재생 지속 시간 $m.md$ 보다 작아야 한다.

$$0 < m.d < m.md$$

이벤트 발생에 의하여 객체의 재생 시간이 변경되더라도 다른 객체와 설정된 시간 관계는 유지한다.

5) *eOrder* 이벤트

이벤트 설정을 위한 제약 조건은 시간 관계 tri 가 *Sequence*와 *After* 관계일 때 가능하다.

$$tri \in \{ Sequence, After \}$$

6) *eHyperLink* 이벤트

이벤트가 발생하면, 먼저 재생되던 객체는 종료하고, 연결된 객체의 재생을 시작한다.

7) *eChangeTr* 이벤트

시간 관계가 설정된 객체에 대하여 객체의 재생 시간은 변경시키지 않기 때문에, 제약 조건과 관계없이 변경되지 않는 관계가 있고, 제약 조건에 관계없이 변경 가능한 관계도 있다. 표 2는 제약 조건을 만족할 때, 변경 가능한 시간 관계에 대한 제약 조건이다.

표 2에서 m_i, m_j 는 서로 다른 임의의 시청각 객체이고, $\Delta t > 0$ 이고 단위는 초인 시간을 나타낸다. m_i 과 m_j 가 *Sequence*와 *After*, *Overlap* 관계에서 *Equal*과 *Exclusive* 관계로 변화할 경우 m_i 과 m_j 의 재생 지속

표 2 시간 관계 변경에 따른 제약 조건

관계 변화	제약 조건
$Sequence(m_i, m_j) \rightarrow Equal(m_i, m_j), Exclusive(m_i, m_j)$	$m_i, d = m_j, d$
$Sequence(m_i, m_j) \rightarrow During(m_i, m_j)$	$m_i, d - m_i, d < - \Delta t$
$CoStart(m_i, m_j) \rightarrow During(m_i, m_j)$	$m_i, d - m_i, d < - \Delta t$
$CoEnd(m_i, m_j) \rightarrow During(m_i, m_j)$	$m_i, d, m_i, d < = \Delta t$
$After(m_i, m_j) \rightarrow Equal(m_i, m_j), Exclusive(m_i, m_j)$	$m_i, d = m_j, d$
$After(m_i, m_j) \rightarrow During(m_i, m_j)$	$m_i, d, m_i, d < = \Delta t$
$Overlap(m_i, m_j) \rightarrow Equal(m_i, m_j), Exclusive(m_i, m_j)$	$m_i, d = m_j, d$
$Overlap(m_i, m_j) \rightarrow During(m_i, m_j)$	$m_i, d - m_i, d < = \Delta t$

시간이 일치해야 하는 제약 조건을 만족해야 한다. m_i 과 m_j 가 *Sequence*와 *CoStart*, *CoEnd*, *After*, *Overlap*에서 관계에서 *During* 관계로 변화할 경우 m_i 의 지속 시간이 m_j 의 재생 지속 시간보다 더 커야 하는 제약 조건을 만족해야 한다.

3. MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템

본 장에서는 시간 관련 이벤트 저작을 지원하는 MPEG-4 저작 시스템을 기술한다. 시간 관계 설정을 위한 저작 환경과 씬 컴포지션 트리 생성 방법, 저작된 장면을 MPEG-4 스트림으로 생성하는 방법을 제안한다.

3.1 시스템 구조

본 MPEG-4 저작 시스템은 사용자에게 시각적이고 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하여 콘텐츠를 쉽고 빠르고 효율적으로 제작할 수 있도록 한다. MPEG-4 저작 시스템의 구조는 그림 1과 같다.

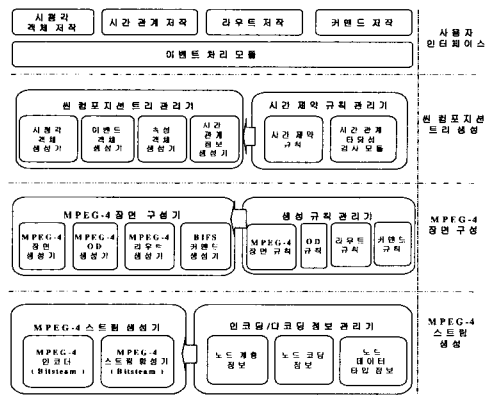


그림 1 MPEG-4 저작 시스템의 구조

사용자 인터페이스를 통하여 시청각 객체 저작과 시

간 관계 저작, 라우트 저작, 커맨드 정보 등을 시각적으로 저작 할 수 있다. 씬 컴포지션 트리 관리기는 사용자 인터페이스에서 저작된 시청각 객체와 시간 관계, 이벤트 정보, 속성들을 본 시스템에서 정의한 씬 컴포지션 트리 형태로 생성하고 관리한다.

시간 제약 규칙 관리기는 객체간 설정된 시간 관계가 타당한지를 먼저 검사한 후에 관계가 타당하면 씬 컴포지션 트리에 시간 정보를 반영하고, 그렇지 않으면 유효하지 않다는 사실을 저작자에게 알려준다.

MPEG-4 정보 생성기는 BIFS 생성 규칙, OD(Object Description) 생성 규칙, Route 생성 규칙, 커맨드 생성 규칙을 참고하여 MPEG-4 텍스트 장면과 OD 정보를 생성하고, 인코더는 이 장면을 노드 계층 정보와 노드 코딩 정보, 노드 데이터 타입 정보를 바탕으로 MPEG-4 스트림으로 인코딩한다.

3.2 시간 제약 검사를 통한 씬 컴포지션 트리 생성

제안하는 이벤트 지원 시간 제약 모델은 시스템 내부에서 씬 컴포지션 트리 형태로 표현된다. N 을 트리를 구성하는 노드의 집합으로 정의한다. 트리를 구성하는 노드의 종류는 다음과 같다.

$$N = \{ Nm, Ntr, Ne, Np \}$$

Nm : 시청각 객체를 나타내는 노드의 집합

Ntr : 시간 관계를 나타내는 노드의 집합

Ne : 시간 관련 이벤트를 나타내는 노드의 집합

Np : 시청각 객체의 속성 정보를 나타내는 노드의 집합

논문에서 제안하는 씬 컴포지션 트리는 그룹 객체를 루트로 하여 이벤트 노드와 시간 관계 노드, 시청각 노드가 그룹 객체의 자식 객체가 될 수 있다. 시청각 객체간 시간 관계가 설정되어 있지 않은 경우는 그룹 객체 아래에 시청각 노드가 바로 연결되고, 시간 관계를 가지는 객체는 해당하는 시간 관계 노드 아래에 시청각 객체가 연결된다. 시간 관계를 가지는 객체에 이벤트가 설정되면, 이벤트 노드는 시간 관계 노드의 상위에 위치된다. 시청각 객체는 다시 속성 객체를 가진다. 그림 2는 시간 관계와 이벤트를 포함하는 씬 컴포지션 트리의 예이다.

시청각 객체는 화면에 저작이 되면, Root노드의 자식 노드로 삽입되고, 속성노드를 자식 노드로 가진다. 그림 2에서 Video1은 위치정보와 재질 및 색상, 시간속성 등을 자식 노드로 가진다. Video1과 Audio1에 Equal 관계가 설정되면, Video1과 Audio1은 시간관계 객체 *Equal*의 자식노드로 재구성된다. 이때, Video1과 Audio1은 Equal관계를 위한 제약조건을 만족해야 한다. 또한 Video2와 Audio2가 *Equal* 관계를 가질 때, Video1과 Video2에

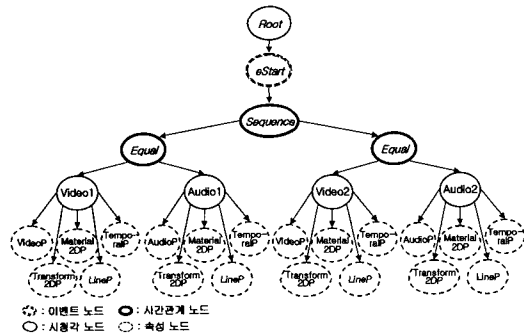


그림 2 시간관련 이벤트 설정에 대한 씬 컴포지션 트리 예

Sequence 관계를 설정하면, Sequence 노드는 Video1과 Video2에 관련된 노드의 부모 노드가 된다. 그리고, eStart 이벤트가 Video1에 설정되면, Video1과 직접관계에 있는 Audio1과 Video2뿐만 아니라, 간접관계에 있는 Audio2에 설정된 시간관계까지 eStart의 자식노드로 삽입되어야 한다. 이는 이벤트 설정에 의하여 시간이 변경되더라도, 먼저 설정된 관계를 유지하기 위해서이다.

그림 3은 시간관계와 이벤트 설정에 대한 씬 컴포지션 트리 생성과정을 나타낸다. 사용자 인터페이스에서 시청각 객체 리스트인 mlist에 시간관계 tr를 설정하면, Constraint Checker가 시간 제약 조건에 대한 규칙을 참조하여 mlist에 포함된 객체의 시간 속성을 가지고 시간 제약 조건을 검사한다.

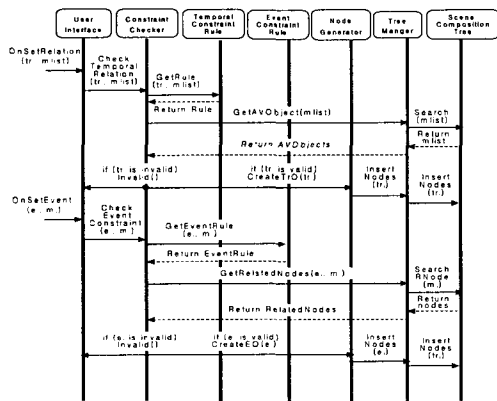


그림 3 시간 관계와 이벤트 설정에 대한 씬 컴포지션 트리 생성 과정

설정된 시간 관계가 제약 조건을 만족하면, 시간관계 노드를 생성하여 씬 컴포지션 트리에 삽입한다. 이벤트

e를 시청각 객체 m_i 에 설정하면, e_i 에 대한 이벤트 설정 규칙을 얻고, 시청각 객체 m_i 가 시간관계를 가지는 객체 인지를 파악한 후 m_i 가 시간관계를 가지면, m_i 와 직접 시간관계로 묶여있는 객체들과, 간접 시간관계로 묶여있는 객체를 모두 조사한다. m_i 와 시간관계를 가지는 모든 객체에 대하여 e_i 를 설정했을 때, 타당성 여부를 조사한 후 타당하면, 씬 컴포지션 트리에 삽입한다. 이벤트 노드는 시간 관계 노드의 부모 노드로 삽입된다.

3.3 MPEG-4 장면 생성과 스트림 생성

MPEG-4의 BIFS 생성 규칙과 OD 규칙, 라우트 규칙과 커맨드 규칙을 참조하고, 씬 컴포지션 트리를 탐색하여, MPEG-4의 장면인 BIFS와 객체정보인 OD 텍스트 파일을 생성한다. BIFS 텍스트 파일을 생성하기 위해서, 씬 컴포지션 트리로부터 씬 정보를 얻는다. 씬 트리의 루트 노드부터 깊이 우선 탐색을 하여 각 노드에 대한 생성 규칙을 참조하여 해당 노드를 BIFS 텍스트로 기록한다. 그림 4는 씬 컴포지션 트리에 대한 BIFS 변환 예이다.

그림 4에서 VideoObject와 AudioObject는 Equal 관계에 있고, CircleObject는 이벤트를 입력받는 객체이다. 그림 4는 재생 중에 CircleObject에 이벤트가 발생하면 Equal 관계에 있는 VideoObject와 AudioObject의 재생 시간이 변경되도록 설정되어 있다.

씬 컴포지션 트리를 탐색하면서, 이벤트 노드인 eScale을 만나면, 시간관련 이벤트에 대한 BIFS 생성 규칙을 이용하여 그림 4의 1)과 같이 BIFS로 변환한다. 시간관련 이벤트는 BIFS 파일 내에서 Conditional 노드로 변환된다. Conditional 노드는 BIFS의 씬, 노드, 필드

• 씬 컴포지션 트리 • BIFS 생성

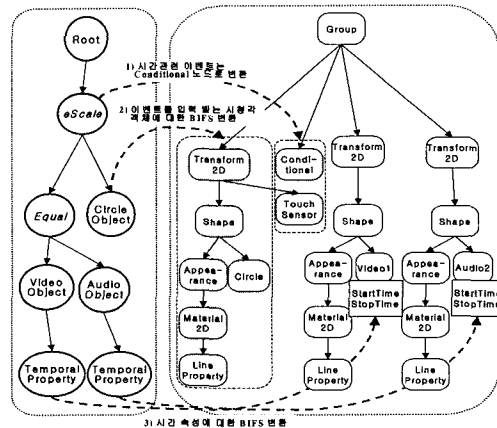


그림 4 씬 컴포지션 트리의 BIFS 변환

를 삽입하거나 삭제하거나, 변경하는 역할을 수행한다. 시간관련 이벤트는 BIFS 파일 내에서 Conditional 노드로 변환된다. Conditional 노드는 BIFS의 쉘, 노드, 필드를 삽입하거나 삭제하거나, 변경하는 역할을 수행한다.

시간 관계를 변화시키는 이벤트의 경우, Conditional 노드는 이벤트가 발생했을 때, 각 객체간 재생 시간이 어떤 값으로 변해야 하는지에 대한 정보를 가진다. 이벤트에 의하여 재생 시간 값이 변화하는 경우는 Conditional 노드 내에 변경될 객체와 재생 시간 값을 정보로 가진다. Conditional 노드 내에서 현재 Video와 Audio가 가지고 있는 시간 속성 필드인 StartTime과 StopTime의 값을 변경시키도록 작성한다.

다음으로 쉘 컴포지션 트리에서 CircleObject를 만나면, 시청각 객체 변환 규칙을 참고하여 그림 4의 2)를 수행한다. 시청각 객체 CircleObject는 그림 4에는 표시되어 있지 않지만, 자식노드로 재질과 시간, 선 등에 대한 속성을 가진다. 시청각 객체에 대한 BIFS 변환 규칙은 Transform2D 노드 아래에 Shape 노드가 위치하고, Shape 노드 아래에 해당 시청각 객체 노드와 Appearance 노드가 위치한다. 그리고, Appearance 노드 아래 Material 노드와 LineProperty 노드를 기록한다. 또한 CircleObject는 이벤트를 입력받는 시청각 객체이므로, 시청각 객체를 BIFS로 변환할 때, TouchSensor 노드를 추가로 생성해야 한다. TouchSensor 노드는 재생 중에 Circle이 이벤트를 받아들일도록 한다.

VideoObject와 AudioObject 역시 시청각 객체 변환을 수행하고, 객체의 TemporalProperty를 얻어서, BIFS 변환 시에 해당 Video와 Audio 노드의 시간 속성으로 변환한다. 이것은 그림 4의 3)에 해당한다.

생성된 BIFS 파일과 OD 파일을 바이너리 형태로 인코딩하고, 인코딩된 BIFS 파일, OD 파일, 미디어 파일을 합성하여 MPEG-4 스트림으로 합성한다. 이때, MPEG 4의 NCT(Node Coding Table)과 NHI(Node Hierarchy Information), NDT(Node Data type Table)을 참고하여 MPEG-4 스트림으로 인코딩한다. NCT에는 각 노드에 대한 코딩정보가 있고, NHI는 노드간 계층 정보를 가지며, NDT는 노드에 대한 타입을 정의한다.

4. 개발 및 평가

본 저작 시스템은 MS-Windows 98/NT/2000에서 Visual C++6.0을 이용하여 개발하였다. 본 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템은 시각적 저작 환경을 바탕으로 2차원 기하 객체와 이미지, 애니메이션, 비디오, 오디오 등의 다양한 미디어를 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를

구성하고, MPEG-4 스트림을 생성한다. 시청각 객체 아이콘을 이용하여 객체를 저작 공간에 배치할 수 있다. 타임 윈도우를 이용하여 각 객체의 재생 시간을 설정할 수 있고, 시간 관계를 설정할 객체를 선택한 뒤 팝업 메뉴에서 시간 관계를 설정할 수 있다. 타임 윈도우는 저작자가 전체 재생 시나리오를 쉽게 파악할 수 있도록 도와주며, 시간 관계와 제약 조건은 객체의 재생 시간 수정 시 관련된 객체를 자동으로 수정해주며 제약 조건에 의하여 오류 없는 콘텐츠 생성을 돕는다. 그림 5는 본 저작 시스템에서 시청각 객체에 시간 관계와 이벤트를 설정하는 예이다. Image1과 Image2의 재생 시간은 타임 윈도우에 설정되어 있고, 팝업 메뉴를 이용하여 Equal 관계를 설정한다. 시간 관련 이벤트의 설정은 객체를 선택한 뒤 시간관련 이벤트 정의 대화상자에서 이벤트의 종류와 대상객체, 액션을 선택한다. 이벤트의 종류는 재생 중 사용자 상호작용을 발생시키는 방법으로 마우스 누름, 마우스 오버 등이 있으며 MPEG-4 Systems에 정의되어 있다. 대상 객체는 자신을 포함한 콘텐츠를 구성하고 있는 객체를 의미하며, 액션은 본 논문에서 정의한 시간 관련 이벤트를 나타낸다.

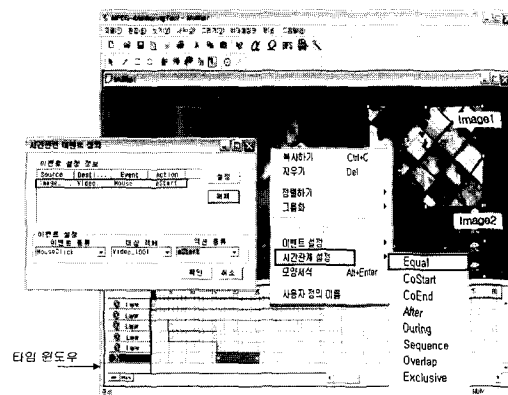


그림 5 시간 관계와 이벤트 저작 예

그림 6은 시간관계와 이벤트가 저작된 콘텐츠의 재생을 나타낸다. 콘텐츠를 구성하는 객체는 여러 시간 관계와 시간관련 이벤트를 가진다. 이러한 콘텐츠가 시간의 흐름에 따라 혹은 사용자 상호작용이 발생했을 때, 저작한 대로 재생이 이루어지는지를 검사하여 저작도구의 타당성을 검증하였다. 그림 6의 A는 재생 12초일 때의 장면을 나타낸다. Video1과 Audio1이 Equal관계를 가지고, Video1에 eStart 이벤트가 설정되어 있다. 재생 10초에 사용자가 이미지 버튼을 클릭 하면, eStart 이벤

트에 의하여 Video1이 재생되고, 이때, Video1과 Equal 관계에 있는 Audio1 역시 동시에 재생된다. 이로써, Video1에 설정된 시간 관계와 이벤트가 모두 타당성 있게 재생됨을 알 수 있다. 시간 관련 이벤트에 대한 처리가 없는 저작도구에서는 Video1이 Equal 관계와 eStart 이벤트를 동시에 가질 경우 먼저 설정된 Equal 관계가 깨어지는 문제가 발생한다.

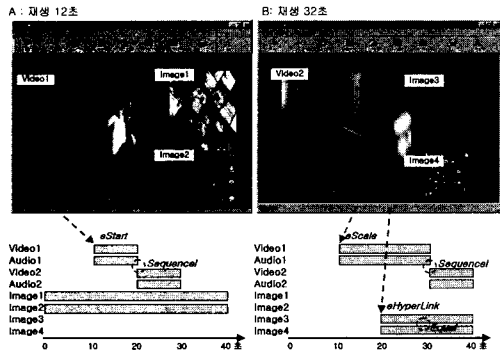


그림 6 MPEG-4 콘텐츠의 재생 예

그림 6의 B는 재생 32초를 나타낸다. Image1에 20초에 eHyperLink 이벤트가 발생하는데, 이 이벤트에 의하여 Image1이 사라지고 Image3이 재생된다. 이 경우에도, Image1과 Equal 관계에 있는 Image2는 함께 사라지고, Image3과 Equal 관계에 있는 Image4는 재생된다. 이로써, 콘텐츠에 설정된 시간관계와 이벤트가 오류 없이 처리됨을 알 수 있다. 콘텐츠의 재생은 IM1-2D 재생기를 이용하였다.

본 논문에서 제안한 시간 모델은 시간 제약 조건을 정의하여 MPEG-4 콘텐츠의 타당성을 보장한다. 다음은 콘텐츠에 저작된 시간 관계의 타당성을 평가한다. MPEG-4 콘텐츠를 M이라고 하고, 콘텐츠 M에 저작된 시간 관계의 집합을 $Tr(M)$ 라고 했을 때, $Tr(M)$ 은 다음과 같이 구성된다.

$$Tr(M) = \{ tr_1, tr_2, \dots, tr_n \}$$

임의의 시간 관계 tr_i 의 제약 조건을 $c(tr_i)$ 이라 할때, 콘텐츠 M에 대한 제약조건 $C(M)$ 은 다음과 같다.

$$C(M) = (c(tr_1) \wedge c(tr_2), \dots, \wedge c(tr_n))$$

M에 설정된 시간 관계가 모두 제약 조건을 만족할 때, M은 논리적으로 오류가 없는 콘텐츠가 된다. 본 저작 시스템에서 각 관계가 제약 조건을 만족할 때, 시간 관계를 설정하기 때문에 각각의 시간 관계는 모두 참이다. 또한 각 관계의 논리곱에 대한 결과 또한 참이므로

콘텐츠 M은 오류가 없는 콘텐츠이다.

본 저작 시스템은 객체의 시간 저작 오퍼레이션의 수를 감소시켜서 효율적인 시간관계 저작을 지원한다. 시간 관계를 지원하는 저작 시스템의 경우 한 객체의 재생 시간이 변경되면, 자동으로 관련된 객체의 재생 시간이 변경된다. 그러나 시간관계가 없는 경우, 한 객체가 변경되면, 관련된 나머지 객체의 재생시간을 일일이 변경해야 한다. 그림 7은 시간 관계를 가지는 경우와 시간 관계를 지원하지 않는 경우에 n개의 시간 관계로 설정된 콘텐츠에 대하여 객체의 재생 시간 변경에 따라서, 관련된 객체의 시간을 변경하기 위한 저작 오퍼레이션의 수를 나타낸다.

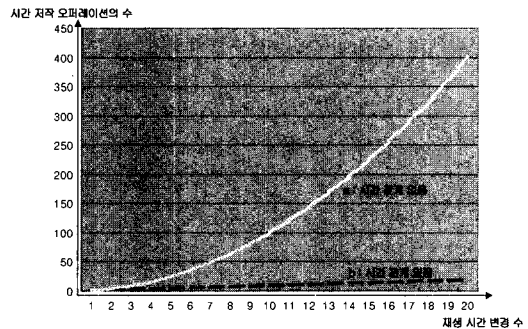


그림 7 시간 변경에 대한 저작오퍼레이션의 수

a는 시간 관계를 가지지 않는 경우로써, n번의 시간 변경에 대하여 n^2 의 저작 오퍼레이션을 요구한다. 반면에 b는 시간 관계를 지원하는 경우로써, n번의 시간 변경에 대하여 n번의 저작 오퍼레이션을 요구하므로 시간 관계를 지원할 경우, 저작 오퍼레이션의 수를 감소시켜 저작을 빠르고 편리하게 할 수 있다.

표 3에서 기존 개발된 MPEG-4 저작 시스템인 MDS와 MPEG-Pro, 그리고 본 논문에서 제시한 MPEG-4 저작 시스템을 비교하였다. 본 시스템이 사용자 상호작용을 지원하는 시간 제약 모델을 기반으로 한 MPEG-4 저작 시스템이므로, 비교 항목은 크게 저작 도구 측면의 비교와 MPEG-4 표준에 대한 구현 정도에 대한 비교, 그리고 시간 모델에 대한 비교로 나누었다.

저작 환경 측면에서는 3개의 시스템 모두 시청자 객체 아이콘을 이용하여 객체를 원하는 위치에 배치하는 시각 저작 환경을 제공한다. 속성과 이벤트는 사용자 중심으로 저작하거나 MPEG-4의 BIFS중심으로 저작할 수 있다. BIFS중심의 저작은 BIFS에 정의된 필드명과 값을 그대로 사용하는 방법으로, 예를 들면 색상정보는

표 3 MPEG-4 저작 시스템의 비교

비교 항목		MPEG-4 저작 시스템		
		MDS	MPEG-Pro	MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템
저작환경	시간 저작환경	O	O	O
	사용자 중심의 속성 저작	X	X	O
	사용자 중심의 이벤트 저작	X	X	O
	씬 트리 뷰	O	O	X
	템플릿 가이드	X	O	X
MPEG-4 표준 구현정도	2차원 시청각 객체 노드	O	O	O
	2차원 이벤트 노드	O	O	O
	3차원 시청각 객체 노드	X	X	X
	3차원 이벤트 노드	X	X	X
시간 모델	객체의 재생 시간 저작	O	O	O
	시간 관계 저작	X	O	O
	시간 관계의 타당성 검사	X	O	O
	시간 관련 이벤트 설정	X	X	O
	시간 관련 이벤트의 타당성 검사	X	X	O

RGB 값을 0에서 1사이의 값으로 표현하고, 좌표는 씬의 가운데를 중심좌표로 표현한다. 이벤트의 경우에도 BIFS의 이벤트 관련 노드와 필드가 어떤 역할을 하는지 일반 사용자가 이해하기 어렵다. 본 저작 시스템은 컬러 맵을 이용하여 색상을 설정하고, 윈도우 좌표계를 사용하며 각 객체별 적용 가능한 이벤트를 색상, 크기, 위치이동, 링크 등으로 분류하여 사용자 중심으로 이벤트와 속성을 저작하도록 하는 등, 일반 사용자가 쉽게 씬을 저작할 수 있도록 한다. MPEG-Pro는 씬 트리 뷰에서 BIFS의 구조를 보여주어 전문가의 저작을 돕고, 템플릿 가이드를 제공하여 저작을 편리하게 한다. MPEG-4 표준에 대한 구현 정도는 모두 2차원 노드에 대한 저작을 지원하며, 아직 3차원 노드의 저작은 지원하지 않는다.

시간 모델 측면에서 MDS는 각 객체의 재생 시간만을 설정할 수 있는 정도이며, MPEG-Pro와 본 저작 시스템은 제약 기반의 시간모델을 사용한다. 제약 기반의 시간 모델은 객체간 시간 관계를 정의하고 각 관계가 만족해야 할 제약을 정의함으로써, 타당성 있는 시간 관계를 제공하고, 한 객체의 재생 시간이 변경되더라도, 제약에 의하여 연관된 객체의 시간이 자동으로 갱신되는 장점을 가진다. MPEG-Pro와 본 저작 시스템은 객체간 설정 가능한 시간 관계를 정의하고, 타당성 있는 시간 관계를 위한 제약을 정의하였다. 그러나 MPEG-Pro는 시간 관련 이벤트에 대한 정의 및 이벤트로 인하여 발생하는 시간 관계의 변경에 대하여 고려하지 않았다. 예를 들어, 객체 A와 B가 Equal 관계에 있고, B에 동적 종료 이벤트인 eStop 이벤트를 나중에 설정한다면 eStop 이벤트에 의하여 먼저 설정된

Equal 관계가 파괴될 것이다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 시스템은 이벤트를 설정할 때, 해당 객체에 이미 설정되어 있는 관계를 고려하여 전체가 타당성을 가지도록 이벤트를 설정한다. 이를 위하여 MPEG-4 씬을 위한 시간 관련 이벤트를 정의하고, 각 이벤트 처리를 위한 제약 조건을 정의하여 재생 중에 사용자 상호작용이 발생하더라도, 먼저 설정된 시간관계와 이벤트 설정 시 제약 조건을 이용하여 타당성을 보장하였다.

5. 결론

본 논문에서는 MPEG-4 콘텐츠 저작을 위한 시간 제약 모델을 제안하였다. 제안한 시간 제약 모델은 MPEG-4 콘텐츠 재생 중에 사용자 이벤트에 의하여 객체간 시간 관계와 재생 순서, 재생 시간 등이 동적으로 변화하는 모델이다. 설정 가능한 시간 관계와 이벤트를 정의하고, 제약 조건과 이벤트의 처리방법을 기술하였다. 시간 관계를 저작할 때, 시간 제약 조건을 검사하여 제약 조건을 만족하면 저작 시스템에 반영하고 제약 조건을 만족하지 않으면 저작 시스템에 반영하지 않는다.

제안한 시간 제약 모델을 기반으로 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 MPEG-4 씬 구성에 관한 지식이 없는 일반 사용자도 쉽게 콘텐츠를 저작할 수 있도록 직관적이고 시각적인 저작 환경을 제공한다. 그리고 MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템은 시간 관계 저작 환경과 제약 조건 검사, 설정된 시간 관계에 대한 씬 컴포지션 트리 생성, MPEG-4 생성 규칙에 따른 MPEG-4 스트림의 생성을 제공한다.

사용자 상호작용을 지원 시간 관계를 제공하는 본 시

시스템은 기존 다른 시스템에 비하여 사용자가 콘텐츠의 시간 관계 저작을 보다 효율적으로 정확하게 생성할 수 있다. 본 시간 제약 모델과 콘텐츠 저작 시스템은 사용자 상호 작용성을 충분히 반영하여, MPEG-4 콘텐츠의 시간 관계 표현의 한계를 극복하였다. 그리고, 객체 기반 사용자 상호작용을 지원하는 콘텐츠의 시청각 객체 간 시간 관계를 표현하고 저작하는데 적용될 수 있다.



김 희 선

1996년 2월 대구대학교에서 컴퓨터정보공학으로 학사학위 취득. 1998년 2월 경북대학교에서 컴퓨터과학으로 석사학위 취득. 2001년 8월 경북대학교에서 컴퓨터과학으로 박사학위 취득. 2002년 3월~현재 위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 교수로 재직중. 관심분야는 멀티미디어 시스템, 인간과 컴퓨터 상호작용, 프로그래밍 언어 등

참 고 문 헌

- [1] 차경애, 김희선, 김상욱, "MPEG-4 콘텐츠 저작 시스템 설계 및 개발", 정보과학회 논문지 : 컴퓨팅의 실제, 제 7권, 제 4호, pp. 309-315, 2001.
- [2] A. Puri and A. Eleftheriadis "MPEG-4 : An object-based multimedia coding standard supporting mobile application," Mobile Networks and Application 3, pp. 5-32, 1998.
- [3] J. F. Allen, "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals," Communications of the ACM, vol. 26, no. 11, pp. 832-843, 1983.
- [4] T. D. C. Little and A. Ghafoor, "Synchronization and Storage Models for Multimedia Objects," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 8, no. 3, pp. 413-427, 1990.
- [5] B. Prabhakaran and S. V. Raghavan, "Synchronization Models for Multimedia Presentation with User Participation," Proceedings of the First ACM International Conference on Multimedia, pp. 157-163, 1993.
- [6] S. Shinji, M. Toshio, F. Kazutoshi, N. Shojiro and M. Hideo, "A New Hyperobject System Harmony : Its Design and Implementation," Multimedia Information Systems, 1991.
- [7] VRML 97, ISO/IEC DIS 14772-1, 1997.
- [8] Information Technology-Coding of Audio-Visual Objects-Part 1 : Systems, ISO/IEC 14496-1, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 1998.
- [9] Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification, W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/REC-smil>, 1998.
- [10] S. Boughoufalah, J. Dufourd and F. Bouihaguet, "MPEG-Pro, an Authoring System for MPEG-4 with Temporal Constraints and Template Guided Editing," Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2000.
- [11] MPEG-4 Authoring Meeting, Acts Concertation, <http://www.infowin.org/ACTS/Analysis/Concertation/Multimedia/Reports/mpeg.htm>, 1999.

김 상 욱

정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제
제 9 권 제 1 호 참조