

멀티미디어 동기화에서 발생하는 데이터 손실의 최소화에 관한 연구

이근왕*, 김용환*

*청운대학교 멀티미디어학과

e-mail: kwlee@chungwoon.ac.kr

A Study for Minimization of Data Loss in Multimedia Synchronization

Keun-Wang Lee*, Yong-Hwan Kim*

*Dept of Multimedia Science, Chungwoon University

요 약

다양한 커뮤니케이션 테크놀로지의 발전으로 교육, 문화, 생활에 다양한 멀티미디어의 제작과 보급이 이루어지고 있으며 점차 멀티미디어 서비스의 서비스 품질에 대한 요구가 들어 나고 있다.

이에 본 논문에서는 멀티미디어 서비스에서 서비스 품질과 관련하여 핵심적인 기능으로 요구되는 동기화에 있어 다중 미디어를 표현하기 위해 미디어내의 시간 차이를 나타내는 지터에 대한 QoS 요구사항을 반영할 수 있는 동기화 규격 분야에 대한 새로운 모델을 제안한다.

1. 서론

멀티미디어란 Multi(다중)와 Media(매체)의 합성어로 ‘다중매체’를 의미하며, 문자(Text), 소리(Sound), 이미지(Image), 동화상(Animation) 등의 혼합된 다양한 매체이다.

멀티미디어는 영화회, 전자출판, 가상현실, 각종 오락, 의료, 교육, 방송 등 사회 전 분야에 걸쳐 매우 다양하게 응용되고 있다.

사회의 전반에 걸쳐 다양하게 응용되고 있는 멀티미디어의 이용자들에게 서비스 품질(QoS: Quality of Service)을 보장하기 위해 다양한 기술적인 문제를 해결해야 한다.

멀티미디어 시스템에서는 연속 미디어와 비연속 미디어를 포함하는 여러 형태의 정보가 통합되어 있으며, 이들 미디어 정보들간에는 시간 및 공간적 관계가 존재하는데 이런 여러 미디어 정보들간의 관계성을 유지하는 것을 멀티미디어 동기화(multimedia synchronization)라고 한다[1,2].

동기화 규격 모델은 객체의 일관성과 동기화 규격의 관리를 지원해야 하고 모든 동기화 관계의 형태를 유연하게

서술해야 하며, 다양한 미디어의 통합과 서비스의 품질 요구사항의 정의가 지원되어야 하며 쉽게 서술되어야 한다.

기존의 확장된 페트리네트 모델인 OCPN(Object Composition Petri Net), RTSM(Real-Time Synchronization Model), MMSM(Multi Media Synchronization Model)은 멀티미디어 실시간 문제와 패킷 및 셀 네트워크의 랜덤 지연이 고려되었을 때 패킷의 늦은 전송을 다루기가 충분하지 않으며, 또한 미디어내 및 미디어간 서비스 품질 파라미터를 모델링에 표현하지 않았다[4].

본 논문에서 제안한 모델은 다중 미디어를 프리젠테이션 할 때 패킷 손실을 최소화 하여 이용자의 서비스 품질(QoS: Quality of Service)을 높일 것인가에 초점이 있다. 즉, 오디오, 비디오, 이미지, 텍스트 등 다중 미디어를 동기화 하기 위해 페트리 네트와 버퍼를 이용하여 모델을 제안한다.

본 논문의 연구 범위는 다중 미디어의 표현을 위한 멀티미디어 동기화 모델로 최대 지연 지터 시간, 버퍼의 확장을 적용한 동기화 모델을 제안한 후 기존의 모델들과 비교한다.

2. 관련연구

2.1. OCPN

OCPN(Object Composition Petri Net)은 Little과 Ghafoor에 의해 소개된 이후 최근 멀티미디어 데이터의 모델링에 폭넓게 사용되고 있다. OCPN은 미디어 데이터 형태와 프리젠테이션 시간을 모델링하기 위해 플레이스에 자원 및 시간주기를 추가한 페트리네트의 변형된 형태이다.

OCPN 모델의 경우는 목적지에 늦게 도착된 패킷은 폐기되어야 하는데 이는 실시간 응용에서의 이러한 오디오 객체의 지연은 서비스 품질의 심각한 저하를 초래할 수 있다.

2.2. RTSM

OCPN 모델에서 문제점인 미디어간의 지연에 의한 서비스 품질의 저하를 방지하고, 실시간 응용에서 요구되는 서비스 품질을 보장할 수 있도록 하기 위하여 RTSM(Real Time Synchronization Model)이 제시되었다.

RTSM에서는 키 매체(key medium)를 정의한다. 다른 미디어에 비해 상대적으로 중요한 미디어이거나, 지연이나 지터에 민감한 미디어가 키 매체로 선택되며, 이것은 두 개의 원으로 표시한 강제(enforced) 플레이스로 나타내어 진다. 각각의 전이 t_i 는 강제 플레이스중 어느 하나라도 해당 행동이 끝나게 되면, 다른 미디어의 상태에 상관없이 점화가 발생하게 된다.

RTSM 모델에서는 실시간 응용에 대한 다양한 동기화 관계를 서술하는데 불충분하다.

그 이유는 만약 텍스트 객체가 꼭 스크린에 표현되어야 할 키 매체중 하나라고 한다면, 텍스트 객체는 강제 플레이스로 나타내져야 한다. 각각의 전이는 강제 플레이스중 어느 하나의 행동(action)이 끝나면 점화되므로, 만일 오디오 객체 A1의 재생이 먼저 끝날 경우에는 텍스트 객체의 손실이 발생하게 된다.

2.3 MMSM

MMSM(Multi Media Synchronization Model)은 서비스 품질을 효율적으로 제공하는 페트리네트 기반의 규격 모델이며, 제어 매체, 다중 키 매체를 포함하고, OCPN 모델과 RTSM 모델을 확장한 것이다.

MMSM 모델의 경우는 기존 동기화 규격 모델인

OCPN 모델과 RTSM 모델을 보완하기 위하여 제안된 모델로 최대 지연지터와 유연한 재생 기법을 통하여 기존 모델의 문제점을 보완하였으나 최대지연지터인 10ms 보다 늦게 도착한 패킷에 대한 손실과 최대지연지터의 보상으로 인하여 정상적으로 도착한 패킷에 대한 손실이 발생 한다.

3. 멀티미디어 동기화 모델 제안

3.1. PBMSM의 정의

PBMSM은 9개의 튜플이 있다.

$PBMSM = [P, T, K, A, B, D, J, Re, M]$

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; 플레이스의 집합(원으로 표현)

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$; 전이(transition)의 집합(막대 형태로 표현)

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_i\}$; key 플레이스의 집합

$X = P \cup K$; 모든 플레이스들

$A : (X \times T) \cup (T \times X) \rightarrow I, I = \{1, 2, 3, \dots\}$; 방향호(directed arcs)의 집합

$B : X \rightarrow R', R'$ 는 실수 ; 가변적 지속시간

$D : X \rightarrow R', R'$ 는 실수 ; 지속시간(durations : 플레이스에서 자원으로 매핑되는데 지속되는 시간)

$J : X \rightarrow R', R'$ 는 실수 ; 최대 지연 지터(maximum delay jitter)

$Re : X \rightarrow \{r_1, r_2, \dots, r_k\}$ 자원(미디어 형태)

$M : X \rightarrow I, I = \{0, 1, 2\}$ 마킹(플레이스의 상태)

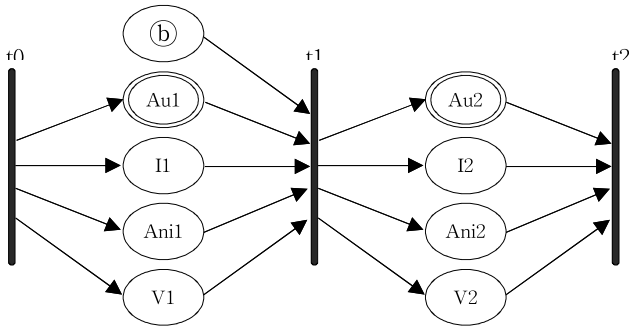
각 플레이스의 상태는 다음중 하나이다.

0 : 토큰 없음

1 : 닫힌 토큰

2 : 열린 토큰

본 논문에서 제안하는 PBMSM은 OCPN 모델, RTSM 모델과 MMSM 모델을 확장한 것이다. 각 플레이스는 1 또는 0개의 토큰을 가지고 있다. 토큰을 지닌 플레이스는 해당 미디어 객체가 현재 활성화된 객체임을 나타내며 토큰을 가지고 있지 않은 플레이스는 비활성화된 객체임을 나타낸다.



[그림 1] PBMSM의 모델

[그림 1]은 페트리 네트를 확장하여 PBMSM 모델로 나타낸 것이다.

오디오는 비디오에 비해 지연에 민감한 특성을 지니므로 전이 t1에서 비디오와 애니메이션 프레임의 늦은 전송에 의해 오디오 Au2의 재생이 지연되어서는 안된다. 예를 들어 비디오 객체, 애니메이션 객체, 포인트 객체, 텍스트 객체, 정지영상 객체, 그리고 오디오 객체를 표현하려고 한다. 전이 t1의 경우 입력 플레이스의 키 매체가 무엇인가에 따라 키 매체가 도달하는 즉시 t1의 점화가 발생하게 된다.

가변적 지속시간 파라미터로인 B는 입력 플레이스 지속시간의 정보를 갖는다.

모든 미디어는 네트워크를 거쳐서 전송되기 때문에 실시간 제약을 초과하는 경우가 발생한다. 키 매체가 이렇게 지연된다면 가변적 지속시간 파라미터에 의해 점화가 가능하게 된다.

3.2. PBMSM의 재생 알고리즘

PBMSM은 OCPN, RTSM, MMSM의 단점을 보완하여 이벤트와 스트림의 동기화를 쉽게 표현할 수 있고 전후관계에서 주어진 재생조건을 결정할 수 있는 PBMSM 재생 알고리즘을 제안한다.

PBMSM 재생 알고리즘은 다음과 같이 시뮬레이션 한다.

$$M(p_j) = 1, \forall j : A(p_j, t_i) > 0$$

B에 의한 key medium 결정

if !((Bover) or (\forall key medium playout))
then wait

else

if $M(p_j) < 1, \forall j : A(p_j, t_i) > 0$ then

tj를 fire, $t_j : A(t_j, p_j) > 0$

end

$$M(p_j) = M(p_j) - 1, \forall j : A(p_j, t_i) > 0$$

```

M(pk) = M(pk) + 1,  $\forall k : A(t_i, pk) > 0$ 
end
end
    
```

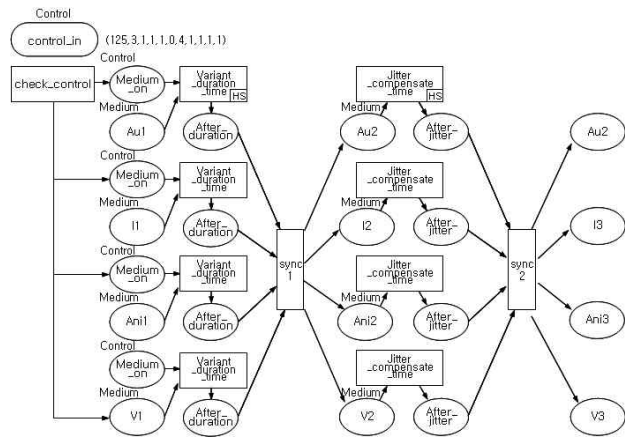
3.3. PBMSM 규격 모델의 표현

[그림 2]는 제안하는 모델의 전체적인 페트리 네트 표현을 나타낸다. 1'(125,3,1,1,1,0,4,1,1,1,1) 은 가변적 지속시간 파라미터의 정보를 나타내는데, 첫 번째 파라미터인 125는 가변적 지속시간을 의미하며, 3은 키 매체의 개수이고, 4은 입력 플레이스의 개수를 의미한다.

Control은 type을 의미하는데, 모든 조건이 Control_in에 의해 적용될 수 있다. 키 매체의 개수와 입력 플레이스의 개수, 즉 이벤트가 발생하였을 때 가변적 지속시간 파라미터가 이러한 정보를 다음 전이에 전달하여 준다.

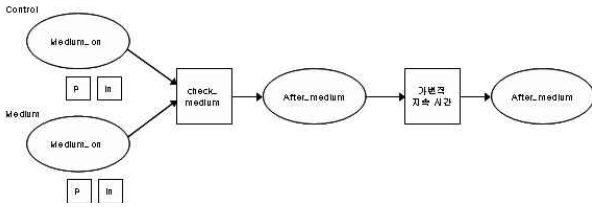
HS는 계층 부 모듈을 의미하는데, 하위 모듈로 가서 처리를 한 후 다시 다음으로 넘어간다. 가변적 지속 시간 루틴에서 HS의 의미는 하위 모듈인 가변적 지속 시간 루틴으로 가서 가변적 지속시간을 구한 후 After_duration을 실행한다.

그러므로 두 번의 동기화 구간을 갖게 된다. 즉, 가변적 지속시간을 구한 후 sync1을 실행하고, 지터 보상시간을 구한 후 sync2를 실행함으로써 전체적으로 효율적인 동기화를 맞출 수 있다.



[그림 2] PBMSM 동기화 모델 표현

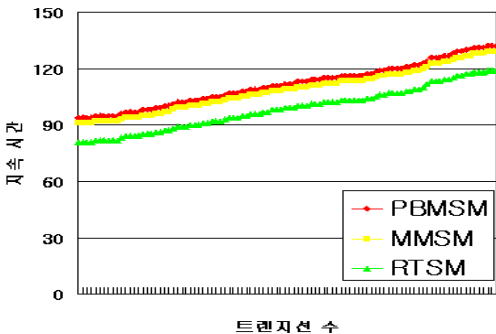
[그림 3]은 가변적 지속시간을 구하는 모듈이다. 상위 모듈인 멀티미디어 동기화 모델의 가변적 지속 시간 루틴에서 분기한 후 각 미디어의 가변적 지속 시간을 구한 후 After_duration으로 리턴된다.



[그림 3] 가변적 지속시간 표현

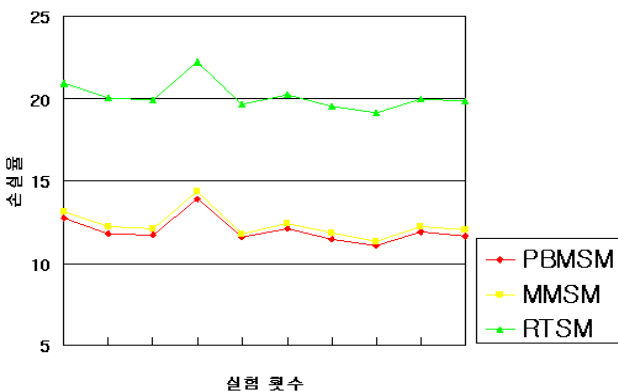
4. 결론

[그림 4]는 오디오 객체가 일찍 도착 하였을때의 RTSM 모델, MMSM 모델 과 PBMSM 모델의 재생시간을 비교한 결과이다. 오디오가 정상적으로 도착하였을때의 RTSM 모델, MMSM 모델과 PBMSM 모델의 재생율을 실험을 통해 얻어진 결과이다. 제안한 PBMSM 모델이 약 3%의 재생율을 향상시켰다.



[그림 4] 오디오가 정상일때의 비교결과

[그림 5]는 오디오 객체가 일찍 도착 하였을때의 RTSM 모델, MMSM 모델 과 PBMSM 모델의 손실율을 비교한 결과이다. 제안한 PBMSM 모델이 손실율이 낮은걸 확인 할 수 있다.



[그림 5] 정상적일 경우의 손실율 비교 결과

본 논문에서는 동기화 구간 조정을 처리하기 위해 가변적 지속 시간을 적용함으로써 트래픽 증가로 인한 미디어 데이터의 손실 시간 및 지연시간의 변화로 인한 데이터 손실을 감소시켰다.

또한, 스무딩 버퍼의 대기 시간을 가변으로 처리함으로써 지연시간의 변화로 인한 불연속을 감소시킬 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] C.-C. Yang and J.-H. Huang, "A Multimedia Synchronization Model and Its Implementation in Transport Protocols," IEEE Journal on selected Areas in Communications, Vol.14, No.1, Jan. 1996.
- [2] T. D. C. Little, and Arif Ghafoor, "Multimedia Synchronization Protocols for Broadband Integrated Services," IEEE Journal on selected Areas in Communications, Vol. 9, No.9, Dec. 1991.
- [3] T. Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications," The Proc. IEEE, 77-4, 1989.
- [4] D. H. Nam, S. K. Park, "A Smooth Playback Mechanism of Media Streams in Mobile Computing Environment," ITC-CSCC'98, 1998.
- [5] K.W. Lee and H.S. Oh, "A Multimedia Synchronization Model for Efficient Service of Quality," TENCON'99, KOREA, 1999.
- [6] 이근왕, "멀티미디어 객체를 위한 동기화 모델의 설계", 박사학위 논문, 1999.12.