

페트리 넷을 이용한 멀티미디어 동기화 모델의 설계 및 검증

오명관¹, 이근왕^{2*}
¹혜전대학 디지털서비스과
²청운대학교 멀티미디어학과

Design and Verification of Multimedia Synchronization Model using PetriNet

Myoung-Kwan Oh¹ and Keun-Wang Lee^{2*}

¹Dept. of Digital Service, Hyejeon College

²Dept. of the multimedia science, Chungwoon University

요 약 본 논문에서는 만족스런 서비스 품질을 제공하는 페트리 넷 기반의 멀티미디어 동기화 모델을 제안한다. 제안한 모델은 실시간 특징을 나타내는 데이터의 서비스 품질을 보장할 수 있는 가변적 버퍼를 적용하였다. 본 논문에서는 페트리넷을 확장하여 새로운 멀티미디어 동기화 규격 모델을 표현할 수 있는 PBMSM을 제안하고, 제안한 모델의 검증을 위하여 페트리 넷의 두가지 분석방법에 의해 증명을 하였다. 그리고 기존의 모델과 비교하여 성능이 우수함을 보였다. 제안한 모델은 양질의 서비스 보장을 요구하는 시스템에 적합하다.

Abstract : In this paper we suggest multimedia synchronization model that is based on the Petri-net and services desirable quality of service requirement. Proposed model applies variable buffer which can be allowed, and then it presents high quality of service and real time characteristics. In this paper we expend Petri-net and propose new multimedia synchronization specification model in PBMSM and apply two analysis method of Petri-net to prove our model suggested. We compared with other models and showed high QoS.

Key Words : Synchronization model, Petri-net

1. 서론

멀티미디어 시스템의 특징은 상호 독립적인 연속 미디어와 비연속 미디어들을 구성하는 여러 매체들의 생성, 저장, 전송, 연산, 표현 과정을 컴퓨터로 제어하고 통합한다는 것이다. 이러한 멀티미디어 시스템에 있어서 가장 큰 관심사는 여러 미디어를 어떻게 디지털 데이터로 표현할 것인가와 이들 미디어들 간의 동기화를 어떻게 구현할 것인가이다[1].

연속 미디어 데이터 스트림과 비연속 미디어 데이터 스트림은 인간이 이해할 수 있는 내용을 보통 프레임

(frame) 단위로 담고 있기 때문에 인간이 시각 또는 청각을 통하여 인식할 수 있는 시간 간격으로 전송되고 표현되어야 한다[2]. 그러한 요구 사항을 만족하지 못할 시에는 실제적으로 전달하고자 하는 내용이나 의미가 왜곡될 수 있다. 그러나 비디오 스트림 등의 연속 스트림은 대부분 대량의 데이터를 가지고 있기 때문에 의미나 내용을 왜곡시키지 않는 범위내에서 연속적으로 전송하고 표현하기란 매우 어려운 일이다.

동기화 규격 모델은 객체의 일관성과 동기화 규격의 관리를 지원해야 하고 모든 동기화 관계의 형태를 유연하게 서술해야 한다. 또한 다양한 미디어의 통합과 서비

본 논문은 혜전대학 교내연구비 지원에 의해 수행되었음

*교신저자 : 이근왕(kwlee@chungwoon.ac.kr)

접수일 10년 01월 15일

수정일 10년 02월 23일

게재확정일 10년 02월 24일

스의 품질 요구사항의 정의가 지원되어야 하며 쉽게 서술되어야 한다[3]. 기존의 확장된 페트리넷 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[4-10].

본 논문은 멀티미디어 동기화와 관련하여 다중 미디어를 표현하기 위해 PetriNet와 가변적 buffer를 이용하여 미디어내의 시간 차이를 나타내는 지터에 대한 QoS 요구사항을 반영할 수 있는 동기화 규격 분야에 대한 새로운 모델인 PBMSM(PetriNet and Buffer of Multimedia Synchronization Model)을 제안한다.

2. 멀티미디어 동기화 규격 모델

기존의 멀티미디어 동기화 규격 모델의 문제점을 서술하면 다음과 같다. OCPN 모델의 경우 모든 미디어가 도달해야만 점화되기 때문에 늦게 도착하는 미디어의 영향으로 다른 미디어들이 심각한 손상을 입게 된다. 즉, 서비스 품질의 측면을 전혀 고려하지 않은 동기화 모델이다.

RTSM 모델의 경우는 다양한 미디어의 표현을 못하였으며, 특히 이벤트가 발생하였을 때 처리할 수 있는 방법이 제시되지 않았다. 또한 키 매체인 오디오 객체가 늦게 도착하였을 경우 시간 매체에 의하여 점화가 되는데, 오디오 객체의 손상이 심할 경우 다른 객체에게도 상당한 손상을 입게 된다. 즉, 서비스 품질을 전혀 고려하지 않았기 때문에 완전한 모델이라 할 수 없다.

MMSM모델의 경우 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.

제안된 동기화 기법은 미디어 데이터의 전송 및 프레젠테이션 과정에서 미디어 데이터 간의 동기화 요구 조건을 만족시키는 모델을 제시하였다. 모든 실시간 응용은 미디어 데이터 간에 만족되어야 할 동기화 제약조건을 가지고 있다. 이러한 제약조건은 프레젠테이션 되어야 할 미디어 데이터간의 지연시간 및 서비스 품질을 나타낸다. 미디어 데이터간의 지연시간 및 서비스 품질을 효율적으로 표현하기 위해서는 이에 적합한 새로운 규격 모델이 요구된다. 본 논문에서는 미디어 데이터간의 지연시간 및

서비스 품질을 효율적으로 표현할 수 있는 새로운 규격 모델로서 PBMSM 모델을 제안한다.

3. PBMSM 규격 모델의 설계

제안한 PBMSM은 서비스 품질을 효율적으로 제공하는 페트리넷 기반의 규격 모델이다. PBMSM의 정의와 점화 규칙 및 재생 알고리즘에 대하여 서술한다.

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

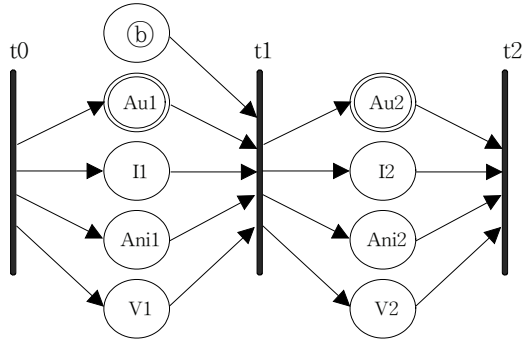
1 : 닫힌 토큰

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. 각각의 토큰은 두 가지의 상태를 가지는데 열린(unlocked)토큰과 닫힌(locked)토큰으로 구분된다.

그림 1은 페트리 넷을 확장하여 PBMSM 모델로 나타낸 것이다. 오디오는 비디오에 비해 지연에 민감한 특성을 지니므로 전이 t_0 에서 비디오와 애니메이션 프레임의 늦은 전송에 의해 오디오 Au_1 의 재생이 지연되어서는 안 된다. 예를 들어 비디오 객체, 애니메이션 객체, 포

인트 객체, 텍스트 객체, 정지영상 객체, 그리고 오디오 객체를 표현하려고 비디오 전이 t_0 의 경우 입력 플레이스의 키 매체가 무엇인가에 따라 키 매체가 도달하는 즉시 t_0 의 점화가 발생하게 된다.



[그림 1] PBMSM의 모델

3.2 PBMSM의 점화 규칙

PBMSM의 점화 규칙은 다음과 같다.

- 1) 가변적 지속시간 파라미터는 어떤 플레이스들이 키 매체인지를 판단하여 다음 전이에 플레이스의 개수와 키 매체의 정보를 전송한다.
- 2) 가변적 지속시간 파라미터에 의해서 정해진 시간이 되면 즉시 점화한다.
- 3) 전이는 열린 토큰을 지닌 플레이스의 키 매체가 도착하면 즉시 점화한다.
- 4) 점화시, 전이 t_i 의 입력 플레이스중 토큰을 지니지 않은 가지(branch)에 백트래킹하며 이 경로상의 전이 t_j 의 점화값을 0으로 set하며 토큰을 지닌 플레이스를 만나면 그 가지에 대한 백트래킹을 중지한다.
- 5) 점화시, 전이 t_i 는 각 입력 플레이스의 토큰을 제거하고, 각각의 출력 플레이스에 토큰을 추가한다.
- 6) 토큰을 받은 후 플레이스 p_j 는 시간구간 t_j 동안은 활동 상태에 있으며, 이러한 시간간격 동안 토큰은 닫힌 상태로 존재한다.

3.3 PBMSM의 재생 알고리즘

PBMSM은 OCPN, RTSM, MMSM의 단점을 보완하여 이벤트와 스트림의 동기화를 쉽게 표현할 수 있고 전후 관계에서 주어진 재생조건을 결정할 수 있는 PBMSM 재생 알고리즘을 제안한다. PBMSM 재생 알고리즘은 다음과 같이 시뮬레이션 한다. 초기 마킹 ($M(p_j) = 1, \forall j : A(p_j, t_i) > 0$) 으로부터 시작한다. 즉, 모든 활성화된 전이

는 점화하고 새로운 마킹을 생성한다.

PBMSM 재생 알고리즘 :

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

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

t_j 를 fire, $t_j : A(t_j, p_j) > 0$

end

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

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

end

end

전이 t_i 가 점화되면 입력 플레이스의 토큰을 제거하기 전에, 점화규칙 4)에서 기술한 바와 같이, 남아있는 토큰을 강제로 제거하기 위한 백트래킹을 수행한다. 백트래킹은 해당 전이 t_i 의 입력 플레이스에서 토큰이 없는 자리에 대해 시행된다.

4. PBMSM 모델의 성질 및 분석방법 검증

제한한 멀티미디어 동기화 모델이 페트리 네트의 안전성, 유계성, 생존성, 보존성 등 네 가지 성질에 만족하는가를 검증한 후 두 가지 분석 방법, 즉 도달가능 그래프와 행렬 방정식에 적합한지를 검증하였다[7].

4.1 성질 검증

4.1.1 안전성(safeness) 검증

<정의 1> 모든 $\mu \in R(C, \mu)$ 에 대해 $\mu(P_i) \leq 1$ 이면 초기 마킹 μ 를 갖는 페트리 네트 $C = (P, T, I, O)$ 의 place $P_i \in P$ 가 안전하다. 네트의 각 place가 안전하면 페트리 네트는 안전하다.

한 place에서 전이의 다중 입력 또는 다중 출력이 아닌 한 그 place는 안전하다. 제한한 모델에서 각각의 플레이스는 토큰의 수가 하나이상을 초과하지 않는다. 모든 $\mu'(P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}) \in R(C, \mu(P_1, P_2, P_3, P_4))$ 에 대해 $\mu'(1, 1, 1, 1) \leq 1$ 이면 초기 마킹 $\mu(P_1, P_2, P_3, P_4)$ 을 갖는 페트리 네트 $C = (P, T, I, O)$ 의 플레이스 $P_i \in P$ 가 안전하다.”의 조건에 만족한다.

4.1.2 유계성(boundness) 검증

<정의 2> 초기 마킹 μ 를 갖는 페트리 넷 $C = (P, T, I, O)$ 의 place $P_i \in P$ 는 모든 $\mu' \in R(C, \mu)$, $\mu'(P_i) \leq K$ 이면 K-safe하다고 한다.

제안한 멀티미디어 동기화 모델에서는 페트리 넷의 모든 플레이스들의 토큰 수가 점화할 때 K이하로 발생한다. 즉, 초기 마킹 $\mu(P_1, P_2, P_3, P_4)$ 을 갖는 페트리 넷 $C = (P, T, I, O)$ 의 플레이스 $P_i \in P$ 는 모든 $\mu'(P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}) \in R(C, \mu(P_1, P_2, P_3, P_4))$, $\mu'(P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}) \leq 4$ 이기 때문에 K-safe의 조건에 만족한다.

4.1.3 생존성(liveness) 검증

제안한 모델은 초기 마킹 M_0 에서 점화 순서에 따라 계속 점화할 수 있다. 또한 어떤 점화 순서를 선택해도 교착 상태가 발생하지 않는다. 그러므로 본 모델은 live하다는 것으로 검증할 수 있다.

4.1.4 보존성(Conservation) 검증

<정의 3> 초기 마킹 μ 를 갖는 페트리 넷 $C = (P, T, I, O)$ 가 모두에 대해 $\mu' \in P(C, \mu)$ 이면 엄격히 보존성이 있다.

$$\sum_{P_i \in P} \mu'(P_i) = \sum_{P_i \in P} \mu(P_i)$$

제안한 모델은 초기 마킹에서 갖는 네 개의 토큰을 항상 일정한 수의 토큰을 유지한다. 초기 마킹 $\mu(P_1, P_2, P_3, P_4)$ 을 갖는 페트리 넷 $C = (P, T, I, O)$ 가 모두에 대해 $\mu'(P_9, P_{10}, P_{11}, P_{12}) \in P(C, \mu(P_1, P_2, P_3, P_4))$ 의 조건에 만족하여 $\mu(4) \in \mu(4)$ 가 되므로 보존성을 검증할 수 있다.

4.2 분석방법 검증

4.2.1 도달가능 그래프 방법의 검증

도달가능 트리는 페트리 넷의 도달가능 집합을 표현한다. 제안한 모델의 초기 마킹은 (1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0). 이 초기 마킹에서 t_1 으로 전이가 가능하다. t_1 이 점화 되면 $t_1[\text{giving}(0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0)]$ 을 얻을 수 있으며 t_2 로의 전이가 가능하다. t_2 가 점화 되면 $t_2[\text{giving}(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1)]$ 을 얻을 수 있다. 이 트리의 결과는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &(1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) \\ &\quad \downarrow t_1 \\ &(0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0) \\ &\quad \downarrow t_2 \\ &(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1) \end{aligned}$$

4.2.2 행렬 방정식의 검증

페트리 넷의 두 번째 분석 방법인 행렬 방정식으로 제안한 모델을 검증한다. 표 1, 표 2는 입력 함수와 출력 함수를 표현하는 두 행렬 D-와 D+를 나타내었다.

【표 1】 입력함수 D^-

D^-	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}
t_1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

【표 2】 출력함수 D^+

D^+	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}
t_1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0

행렬 D-와 D+는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D^- &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ D^+ &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

그리고 D행렬은

$$\begin{aligned} D &= D^+ - D^- = \\ &\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\ &\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

방정식 $\mu' = \mu + x \cdot D$ 에 적용하면, 다음과 같다.

$$\begin{aligned} (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1) &= \\ (1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) &+ \\ x \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} & \\ (-1, -1, -1, -1, -1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1) &= \\ x \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} & \end{aligned}$$

$$x = (x_1, x_2) \text{라 하면}$$

$$-1 = -1 \cdot x_1 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$0 = x_1 - x_2 \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$1 = x_2 \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

- ①에서 $x_1 = 1$
- ②에서 $x_2 = 1$
- ③은 $x_1 - x_2 = 0$ 로 성립한다.

이와 같이 제안한 멀티미디어 동기화 모델이 페트리 네트의 안전성, 유계성, 생존성, 보존성 등 네 가지 성질에 만족하였고 도달가능 그래프와 행렬 방정식에 적합하게 증명되었다. 그러므로 페트리 네트로 제안한 멀티미디어 동기화 모델이 완전하다는 것을 알 수 있다.

5. 실험 및 결과

성능 측정 실험에서 사용되는 트랜지션 단위체의 개수는 100개이고, 실험에서 최대 지연 지터 시간 10ms를 적용하였다. 비교검증을 위하여 OCPN모델, RTSM모델, MMSM모델을 시뮬레이션 환경에 적용하였고 PBMSM 모델에서 제안한 가변적 지속시간을 적용하여 PBMSM 모델이 비교 대상 모델에 비해 서비스 품질이 향상되었다.

transition	video	audio	audio_dur	OCPN	RTSM	MMSM	PBMSM	General
1	233.0	122.0	125.0	48.0	125.0	125.0	0.0	10.0
2	215.0	160.0	97.0	72.0	97.0	107.0	111.0	10.0
3	451.0	61.0	125.0	34.0	125.0	125.0	125.0	0.0
4	126.0	295.0	52.0	52.0	52.0	62.0	65.0	10.0
5	146.0	216.0	72.0	72.0	72.0	82.0	85.0	10.0
6	442.0	279.0	56.0	35.0	56.0	66.0	69.0	10.0
7	252.0	142.0	110.0	62.0	110.0	120.0	124.0	10.0
8	395.0	145.0	107.0	46.0	107.0	117.0	121.0	10.0
9	474.0	334.0	46.0	32.0	46.0	56.0	59.0	10.0
10	196.0	211.0	74.0	74.0	74.0	84.0	87.0	10.0
11	270.0	91.0	125.0	57.0	125.0	125.0	125.0	0.0
12	69.0	159.0	98.0	98.0	98.0	108.0	112.0	10.0
13	362.0	311.0	50.0	43.0	50.0	60.0	62.0	10.0
14	380.0	248.0	63.0	41.0	63.0	73.0	76.0	10.0
15	248.0	79.0	125.0	63.0	125.0	125.0	125.0	0.0
16	451.0	363.0	43.0	34.0	43.0	53.0	55.0	10.0

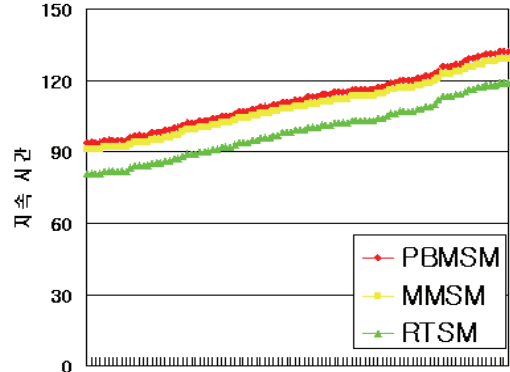
[그림 2] 시뮬레이션 인터페이스

그림 2는 시뮬레이션 결과를 볼 수 있는 화면이다. 이전에 MDB에 저장해 놓은 모든 데이터들을 불러들여 결과를 볼 수 있다.

본 논문에서 제안하고 있는 최대 지연 지터 시간을 이용한 지연 지터 기법의 재생시간을 기존의 모델과 비교 분석한다. 먼저 본 논문에서 오디오가 정상적으로 도착하였을 때의 경우와 오디오가 비정상적으로 도착하였을 경우를 타 방법과의 비교를 통해 본 논문에서 제안한 방법의

우수성을 보인다.

오디오가 정상적으로 도착하였을 경우, 평균 지연은 100ms이고 편차는 20ms라고 가정 한 후 실험하였다.



트랜지션 수

[그림 3] 오디오가 정상일 때의 비교결과

그림 3은 오디오 객체가 일찍 도착하였을 때의 RTSM 모델, MMSM 모델과 PBMSM 모델의 재생시간을 비교한 결과이다. 제안한 PBMSM 모델이 약 3%의 재생률을 향상시켰다.

6. 결론

본 논문은 멀티미디어 시스템 및 서비스 제공에 있어 핵심적인 기술로 부각되는 동기화에 대한 규격 모델 및 동기화 기법을 제시하였다. 제안된 모델은 가변적 지속시간 파라미터를 사용하여 OCPN, RTSM 및 MMSM 모델에서의 문제점을 해결하였다. 그러므로 서비스 품질의 향상을 도모할 수 있도록 하였다. 그리고 미디어내 동기화를 위한 가변적 지속시간을 미디어간 동기화에 적용하여 효율적인 서비스 품질을 제공하는 멀티미디어 동기화 모델을 제안하였다.

제안된 미디어내 및 미디어간 동기화 기법은 네트워크 로드의 일시적 증가에 적합하며 예측할 수 없는 단절에도 적합하다. 또한 실시간 응용에서 주문형 응용에까지 널리 이용할 수 있다.

향후 연구 과제로는 최소 버퍼를 이용한 최적의 동기화 기법을 연구해야하며, 이동 통신에서의 동기화 모델을 연구해야 한다.

참고 문헌

- [1] F. Fluckiger, "Understanding Networked Multimedia", Prentice Hall, 1995.
- [2] R. Steinmetz and K. Nahrstedt, "Multimedia: Computing, Communication and Applications", Prentice Hall, 1995.
- [3] G. Blakowski and R. Steinmetz, "A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies", IEEE Journal on selected Areas in Communications, Vol.14, No.1, Jan. 1996.
- [4] M. J. Perez-Luque and T. D. C. Little, "A Temporal Reference Framework for Multimedia Synchronization", IEEE Journal on selected Areas in Communications, Vol.14, No.1, Jan. 1996.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] T. Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications", The Proc. IEEE, 77-4, 1989.
- [8] K.W. Lee and H.S. Oh, "A Multimedia Synchronization Model for Efficient Service of Quality", TENCON'99, KOREA, 1999.
- [9] K.W. Lee, "Multimedia Synchronization Model for Two Level Buffer Policy in Mobile Environment", LNCS 2869, 2003.
- [10] K.W. Lee, "Mobile-Based Synchronization Model for Presentation of Multimedia Objects", LNCS 3036, 2004.

오 명 관(Myoung-Kwan Oh)

[종신회원]



- 1993년 2월 충북대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 충북대학교 컴퓨터 공학과 (공학박사)
- 1993년 ~ 1999년 고려정보테크(주) 정보통신연구소 연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 혜전대학 디지털서비스과 부교수

<관심분야>
영상처리, IT 서비스

이 근 왕(Keun-Wang Lee)

[종신회원]



- 1993년 2월 한밭대학교 전자 계산학과(공학사)
- 1996년 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 2월 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2001년 ~ 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 부교수

<관심분야>
멀티미디어통신, 멀티미디어 응용, 교육콘텐츠