

최대 지연지터의 허용이 서비스 품질에 미치는 영향에 대한 분석

(An Analysis of Service Quality affected by Allowing Maximum Delay Jitter)

이 근 왕 *
(Keun Wang Lee)

요 약 멀티미디어 동기화의 주요 관심은 미디어내 동기화에서의 지터와 미디어간 동기화에서의 스큐를 어떻게 해결하는 것인가이다. 멀티미디어 응용 소프트웨어를 효과적으로 개발하기 위해서 시간적 미디어와 공간적 미디어를 혼합하여 표현할 수 있는 멀티미디어 동기화 모델을 제안한다. 제안한 논문은 미디어간 동기화에 대한 QoS 처리를 위하여 네가지 파라미터를 이용하였고, 상대적인 지속시간 알고리즘과 지터 보상시간 알고리즘을 제시하였다. 그리고 키 매체가 손상이 되었을 때 키 매체의 최대 지연 지터 값만큼 기다림으로써 키 매체 이외의 매체에 최대 지연 지터 값만큼 추가적으로 재생할 수 있도록 하였다. 최대 지연 지터 값의 적용은 서비스 품질을 향상시키는 결과를 가져왔다.

Abstract It is important interest for us to solve skew problem in intermedia synchronization and to solve jitter problem in intramedia synchronization. It propose multimedia synchronization model to represent mixed media which contain temporal media and spatial media, and that helps us to develop multimedia application software efficiently. The proposed paper use four parameters to deal with QoS of intermedia synchronization and relative duration time algorithm and jitter-compensatory time algorithm are presented. When key medium is destroyed we make a delay as much as maximum delay jitter of the key medium in order to playout the other medium as much as that. The result is that the application of maximum delay jitter improves the service quality.

1. 서 론

멀티미디어 서비스에서 서비스 품질과 관련하여 동기화가 핵심적인 기능으로 요구되는 이유는 ATM (Asynchronous Transfer Mode)망과 같은 고속통신망을 통해 데이터가 수신측에 전달될 때 송신측으로부터 도착시간의 지연이 다르기 때문에 망에서 발생하는 랜덤(random)한 지연이나 송수신 시스템간 클럭(clock)의 불일치 등에 의해 미디어간에 존재하는 원래의 시간 관계가 파괴되기 때문이다. 이와같은 이유로 시간관계가 훼손된 멀티미디어 데이터에 대해 응용서비스의 요구사항이나 각 미디어의 손실 및 지연에 대한 인간의 인지

한계 등을 이용해서 가능한 원래의 시간관계와 유사하게 출력되도록 하기 위하여 인위적인 동기화 기능의 개입을 필요로 한다[1].

실시간 멀티미디어 응용을 지원하는 패킷 또는 셀 스위치 네트워크의 두가지 주요 문제는 버퍼 오버플로우에 의해 생기는 랜덤 지연과 패킷 손실이다. 그러므로 미디어 사이의 시간 관계는 송신지에서 동기화되어 보내진 미디어가 수신지에서 파괴되지 모른다. 많은 연구가 멀티미디어 응용에 대한 동기화 모델을 서술한다 [2-5]. 그들 중에 페트리 넷을 기반으로 하는 모델은 시간적 관계를 나타내는 좋은 방법을 제공한다.

OCPN(Object Composition Petri Net)은 Little과 Ghafoor에 의해 소개된 이후 최근 멀티미디어 데이터의 모델링에 폭넓게 사용되고 있다[6,7]. OCPN은 미디어 데이터 형태와 프리젠테이션 시간을 모델링하기 위해 플레이스에 자원 및 시간주기를 추가한 페트리 넷의 변형된 형태

* 학생회원 : 숭실대학교 BK21 Post-Doc.
kwlee@multi.soongsil.ac.kr
논문접수 : 1999년 11월 1일
심사완료 : 2000년 4월 15일

이다. OCPN은 플레이스에 시간을 할당함으로써 동기화의 정도(*granularity*)를 자유롭게 선택할 수 있다. 페트리 넷의 정의와 관련해서 OCPN의 점화규칙은 다음과 같다.

- 1) 전이 t_i 는 각 입력 플레이스가 모두 열린(unlocked) 토큰을 포함하면 즉시 점화한다.
- 2) 점화시에, 전이 t_i 는 각 입력 플레이스에서 하나의 토큰을 제거하고, 각 출력 플레이스에 하나의 토큰을 추가한다.
- 3) 토큰을 받았을 때, 플레이스 p_j 는 주어진 시간구간 τ_j 동안은 active상태에 있게 된다. 즉, 이 시간 구간 동안에 토큰은 닫힌(locked)상태에 있게 되는 것이다. 토큰은 플레이스에서 정해진 시간구간 τ_j 이 지난 후에, 열린(unlocked)상태가 된다.

사용자의 관점에서 볼 때, 일반적으로 오디오 데이터에 있어서의 서비스 품질은 손실과 지연에 민감한 반면, 비디오 데이터의 경우에는 상대적으로 영향이 적다.

멀티미디어의 실시간 문제와 통신망의 랜덤 지연이 고려되었을 때 OCPN과 페트리 넷을 기반으로 한 다른 모델은 패킷의 지연된 전송 문제를 다루기가 충분하지 않다. 이 경우 목적지에 적합한 시점 보다 늦게 도착된 패킷은 폐기되어야 한다. 그리고 OCPN에서 비디오 객체의 지연은 오디오 객체의 재생에 영향을 미치게 된다. 실시간 응용에서의 이러한 오디오 객체의 지연은 심각한 서비스 품질의 저하를 발생시킬 수 있다. 이러한 미디어간의 지연에 대한 서비스 품질 특성을 실시간 응용에서 보장하기 위해 RTSM(Real-Time Synchronization Model)이 제기되었다[8]. RTSM에서는 키 매체(Key medium)를 정의한다. 지연에 민감한 오디오 객체가 키 매체로 정의되어, 강제 플레이스로 나타낸다. 그러나 키 매체 자체의 지연으로 인해 실시간 제약이 초과할 수도 있다. 즉, 랜덤 지연이 고려되었을 때 패킷의 늦은 전송을 다루기가 충분하지 않으며, 또한 미디어내 및 미디어간 서비스 품질 파라미터를 모델링하는데 있어 제약적이었다.

RTSM의 점화 규칙은 다음과 같다.

전이 t_i 는 각 입력 플레이스에서 적어도 하나의 강제 플레이스를 포함한다.

- 1) 어떤 강제 플레이스에 있는 토큰이 열린(unlocked) 상태가 되었을 때 전이 t_i 는 다른 입력 플레이스의 상태와 상관없이 점화된다.
- 2) 점화시에, 전이 t_i 는 각 입력 플레이스에서 하나의 토큰을 제거하고, 각 출력 플레이스에 하나의 토큰을 추가한다.
- 3) 점화시에 백트래킹 규칙의 집합은 입력 플레이스로부터 토큰을 제거하기 위한 기능을 수행한다.

그러나 RTSM 모델에서는 실시간 응용에 대한 다양한 동기화 관계를 서술하는데 불충분하다. 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 객체의 재생이 먼저 끝날 경우에는 텍스트 객체의 손실이 발생하게 된다.

본 논문에서는 멀티미디어 객체간의 시간관계를 유연하게 서술할 수 있으며, 미디어내의 최대 지연 지터 값을 미디어간 동기화에 적용하여 서비스 품질을 향상시켰다.

2. 멀티미디어 동기화 모델의 제안

제안한 MMSM(MultiMedia Synchronization Model)은 서비스 품질을 효율적으로 제공하는 페트리 넷 기반의 규격 모델이다. MMSM의 정의와 제안한 절대 시간을 포함한 제어 매체의 역할 및 점화 규칙의 개념을 서술한다.

2.1 MMSM의 정의

MMSM은 10개의 튜플이 있다.

$MMSM = [P, T, K, A, DIFF, R, D, J, Re, M]$

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$; 플레이스의 집합(원호로 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

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

$X = P \cup K$; 모든 플레이스들

$DIFF : X \rightarrow R', R'$ 는 실수; 최대 지속시간과 상대 지속시간의 차이

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

$D : X \rightarrow R', R'$ 는 실수; 지속시간(durations)

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

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

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

각 플레이어의 상태는 다음중 하나이다.

0 : 토큰 없음

1 : 닫힌 토큰

2 : 열린 토큰

본 논문에서 제안하는 MMSM은 OCPN 모델과 RTSM 모델을 확장한 것이다. 각 플레이어는 1 또는 0개의 토큰을 가지고 있다. 토큰을 지닌 플레이어는 해당 미디어 객체가 현재 활성화된 객체임을 나타내며 토큰을 가지고 있지 않은 플레이어는 비활성화된 객체임을 나타낸다. 각각의 토

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

전이가 발생하여 새로운 플레이스에 토큰이 더해지게 되면 해당 미디어 객체의 행동이 실행되고 그 실행이 끝나기 전까지는 닫힌 토큰으로 존재하게 되며, 끝남과 동시에 비로소 열린 토큰으로 변하게 된다. 각 플레이스 p_i 는 몇 개의 파라미터를 가지고 있는데, 그 중 절대 시간을 포함한 제어 매체 파라미터는 다른 미디어에 비해 상대적 중요도를 나타내는 파라미터이다. 즉 어떠한 키 매체가 결정될 지를 제어 매체 파라미터가 그 정보를 가지고 있으며 다음 전이에 전달하여 준다. 이러한 키 매체의 부여는 각 미디어의 지연 관계나 중요도에 의해 결정되어 진다.

전이 t_i 로 점화를 결정하는 정보는 제어 매체를 통하여 전달한다. 전이 t_i 의 점화는 해당 전이의 입력 플레이스에서 열린 토큰을 지닌 플레이스 중에서 키 매체가 절대 시간의 정해진 시간내에 도달하는 경우에는 즉시 점화를 한다. 그러나 절대 시간에 의해서 지정된 시간을 벗어나는 경우에는 즉시 절대 시간에 의해 점화가 발생하게 된다.

그림 1은 페트리 넷트를 확장하여 MMSM 모델로 나타낸 것이다.

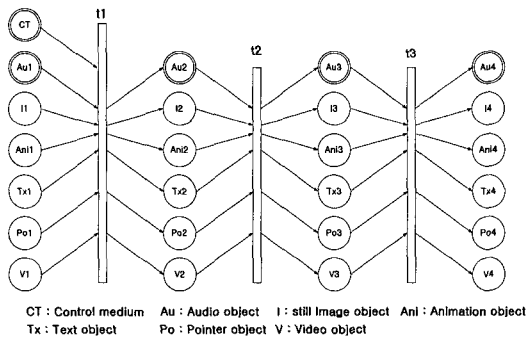


그림 1 MMSM의 모델

오디오는 비디오에 비해 지연에 민감한 특성을 지니므로 전이 t_1 에서 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 t_1 의 경우 입력 플레이스의 키 매체가 무엇인가에 따라 키 매체가 도달하는 즉시 t_1 의 점화가 발생하게 된다. 만약 키 매체가 오디오라면 비디오나 애니메이션, 포인트, 텍스트 및 정지영상에 상관없이 오디오 Au1이 끝나게 되면 점화 조건을 만족하여 점화가 발생하게 되고, 오디오의

서비스 품질을 유지시킬 수 있다. 또한 애니메이션 프레임 Ani2가 꼭 스크린 상에 표시되어야 할 객체라면 t_2 의 점화 조건식은 시간 매체의 정해진 시간내에 도달하는 경우 키 매체인 오디오와 애니메이션 객체가 도달하면 비디오 객체의 수신지연에 상관없이 오디오 Au2와 애니메이션 프레임 Ani2가 끝남과 동시에 전이 t_2 를 점화시킬 수 있다. MMSM 모델에서는 미디어내 동기화와 미디어간 동기화에서 최대 지연 지터 값을 적용하여 효율적인 서비스 품질을 가지는 동기화 모델이 가능하다.

2.2 제어 매체 및 점화규칙

2.2.1 제어 매체

CT는 제어 매체로서 입력 플레이스의 개수와 키 매체 개수의 정보를 갖는다. 이 정보를 다음 전이에 전송하는 기능을 갖는다. 다음은 제어 매체의 역할을 나타낸다.

- ① 입력 플레이스의 집합을 체크한다.
- ② 키 매체로 선택된 객체의 수를 결정한다.
- ③ 입력 플레이스의 개수와 키 매체의 개수 그리고 절대 시간을 다음 전이에 전송한다.

그림 2에서 만약 오디오와 애니메이션 그리고 비디오가 키 매체로 정해졌다면 제어 매체는 오디오 Au1과 애니메이션 프레임 Ani1 그리고 비디오 프레임 V1의 정보를 다음 전이에 부여한다.

Key Medium 상태							active 상태						
K,T	Au	I	Ani	Tx	Po	V	a,T	Au	I	Ani	Tx	Po	V

그림 2 제어 매체의 정보

그림 2는 키 매체의 상태와 활성화 상태를 다음 전이에 전달하기 위한 제어 매체의 정보를 보여주고 있다. 앞의 7비트는 키 매체 정보를 나타내며, 뒤의 7비트는 활성화 상태의 정보를 표현하고 있다.

모든 미디어는 네트워크를 거쳐서 전송되기 때문에 실시간 제약을 초과하는 경우가 발생한다. 키 매체가 이렇게 지연된다면 제어 매체의 절대 시간에 의해 점화가 가능하다. 예로서 만약 키 매체인 오디오가 늦은 전송으로 도달되지 않는 패킷을 기다리면서 실시간 제약을 초과하고 있다면 제어 매체의 절대 시간이 작동되어야 한다. 그러한 경우에 오디오의 품질을 유지하기 위해서 오디오를 기다리지 않고 점화하여 다른 미디어들을 활성화 시켜야 한다. 절대 시간은 사용자에게 의해 주어진 시간이며 두 전이 사이의 실시간 제약을 지정하는 결정적 시간주기를 포함한다.

2.2.2 MMSM의 점화 규칙

MMSM의 점화 규칙은 다음과 같다.

- 1) 제어 매체는 어떤 플레이스들이 키 매체인지를 판단하

- 여 다음 전이에 플레이스의 개수와 키 매체의 정보를 전송한다.
- 2) 제어 매체의 절대 시간에 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 τ_j 동안은 활동 상태에 있으며, 이러한 시간간격 동안 토큰은 닫힌 상태로 존재한다.

3. 모델의 알고리즘 평가

미디어간 동기화에 대한 QoS 파라미터 처리를 위하여 각 플레이스 p_n 는 키 매체 외에 시간과 관련된 4가지 파라미터인 τ_{diff} , τ_r , τ_d , τ_j 을 가지고 있다. τ_d 로 표시되는 지속시간은 해당 미디어의 재생 또는 디스플레이가 지속되어야 할 시간 길이, 즉 지속시간을 나타내는 파라미터이다. τ_r 은 도착된 미디어를 재생하기 위한 상대적인 지속시간(duration time)으로 계산한 시간을 나타낸다.

τ_j 로 표시되는 최대 지연 지터 값은 각각의 단일 미디어 사이에서 허용되는 지연시간 차이를 나타내는 파라미터이다. 그리고 미디어간의 스큐 값이 0이라는 것은 두 미디어 스트림이 완전히 동기화가 되어 있는 상태를 의미한다.

예를 들어 비디오와 오디오의 입출 동기화의 경우 스트림간의 스큐가 80ms 이내라면 동기상태로 인식될 수 있다는 것이다. 만약 키 미디어인 오디오에 스큐 80ms를 적용하여 wait하게 되면, 최대 지연 지터인 τ_j 가 깨지게 되며 이것은 오디오의 품질을 오히려 깨지게 하는 결과를 나타나게 된다. 오디오와 비디오의 스큐는 80ms이지만 오디오의 미디어내 지터, 즉 최대 지연 지터는 10ms이기 때문에 10ms 이상 wait하는 것은 오디오의 품질을 손상시키는 원인이 될 것이다. 그러므로 본 논문에서는 스큐를 적용하지 않고 최대 지연 지터 값인 τ_j 을 미디어간에 적용하여 τ_j 만큼 보상하게 된다.

최대 지연 지터 τ_j 에 대하여 자세히 보자면 이것은 플레이스 p_n 의 최대 지연 지터 값을 의미한다. 최대 지연 지터는 각각의 매체의 I 번째 프레임과 I+1번째 프레임 사이의 지연을 나타내며, 먼저 도착한 매체가 나중에 도착한 매체

의 플레이 시간을 지연 지터 만큼의 시간을 추가로 재생할 수 있도록 하여 더 좋은 서비스 품질을 만들어내기 위해 사용된다.

오디오 매체의 τ_{diff} 는 지속시간과 상대 지속시간의 차이를 나타내며, 비디오 매체의 τ_{diff} 는 지터 보상시간 알고리즘에 의한 결과로 오디오 매체의 τ_{diff} 와 τ_{jail} 를 비교한 값을 얻는다.

최대 지연 지터의 적용은 QoS를 향상시킬 뿐만 아니라 키 매체 이외의 플레이스에 재생되는 시간을 보상받을 수 있는 효과를 나타낸다. 재생 정책에 필요한 매개변수는 표 1과 같다.

표 1 재생 정책에 요구되는 매개변수

매개변수	설 명	단위
m	모든미디어 $m=(m n=\{Au, I, Ani, Tx, Po, V\})$	
P_{ms}	지속시간에 미디어가 재생할 수 있는 최대크기	Byte
τ_b	최대버퍼 허용 지연 시간	[ms]
τ_{ma}	미디어들의 현재 도착한 시간	[ms]
P_{ma}	스무딩 버퍼 지연 동안에 도착된 크기	Byte
P_r	P_{ms} 와 P_{ma} 의 재생 비율	
τ_r	상대 지속시간	[ms]
τ_{r-a}	오디오의 상대 지속시간 변수	[ms]
τ_{r-m}	오디오를 제외한 미디어의 상대 지속시간 변수	[ms]
τ_{r-mp}	각 미디어들의 재생시간	[ms]
τ_d	최대 지속시간	[ms]
τ_j	최대 지연 지터 값	[ms]
τ_{diff}	최대 지속시간과 상대 지속시간의 차이	[ms]

어플리케이션에서 지연 지터를 피하기 위하여 수신측에 125ms의 스무딩 버퍼를 이용하였다. 스무딩 버퍼로 나타나는 125ms 지연은 비디오폰, 화상회의, 원격강의, 실시간 응용에서 수용될 수 있다.

미디어의 도착된 시간을 스무딩 버퍼 지연시간과 비교하여 스무딩 버퍼 지연시간인 125ms보다 작으면 일찍 도착한 미디어가 된다. 이것은 전체의 재생 데이터가 모두 도착한 경우이기 때문에 최대 지속시간인 125ms를 재생할 수 있는 데이터를 가지게 된다. 그러나 만약 미디어의 도착한 시간을 스무딩 버퍼 지연시간과 비교하여 크다면 늦게 도착한 미디어를 의미한다.

스무딩 버퍼에서 미디어 데이터를 측정하여 상대적인 재생시간을 구할 수 있다. 좀 더 자세히 살펴보면 스무딩 버퍼 지연시간인 125ms에 도착된 데이터의 크기를 계산한다.

P_r 은 지속시간에 미디어가 재생할 수 있는 최대 크기와 스 무딩 버퍼 지연 동안에 도착된 크기의 재생 비율을 의미한다. τ_r 은 도착된 미디어를 재생하기 위한 상대적 지속시간 을 나타낸다.

상대 지속시간의 결정 알고리즘은 다음과 같다.

```

relative_duration_time(m)
begin
  if  $\tau_{ma} \leq \tau_b$  then
     $\tau_r := \tau_b$ ;
  else
  begin
     $P_{ma} = P_{ms} \times \tau_b / \tau_{ma}$ ;
     $P_r = P_{ma} / P_{ms}$ ;
     $\tau_r = P_r \times \tau_d$ ;
  end
end
    
```

```

wait (  $\tau_j$  );
 $\tau_{r-mp} := \tau_{r-a} + \tau_j$ ;
end
end
end
    
```

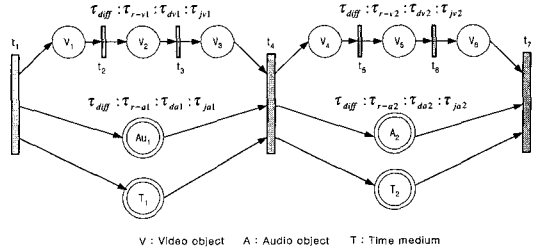


그림 3 미디어 재생 설정

본 논문의 기본적인 아이디어는 최대 지연 지터 값을 키 미디어에 적용시키므로 해서 미디어간 및 미디어내의 동기 화를 이루고자 하는 것이다. 그러나 최대 지연 지터를 적용 해도 전체 지속시간인 125ms를 넘게 되면 오히려 전체적 인 동기화 전략을 파괴하게 되므로 최대 지연 지터를 적용 하여 125ms를 넘지 말아야 한다. 지터 보상시간 알고리즘 에서 전체 지속시간에서 오디오의 상대적 지속시간의 차이 를 가지고 적용하는 것은 전자의 최대 지속시간을 유지하 기 위한 방안이 될 것이다. 이러한 차이가 최대 지연 지터 인 10ms 보다 적게 되면 차이만큼 오디오를 기다리게 하 고 다른 미디어의 지속시간을 차이만큼 보상하게 하는 알 고리즘이 된다. 만약 차이가 최대 지연 지터 보다 클 경우 는 오디오의 데이터가 많은 손실을 가지고 있다는 것을 의 미하게 된다. 이것은 최대 지연 지터보다 크게 적용을 할 수 없으므로 최대 지연 지터 만큼 보상하게 되는 것이다. 이러한 지터 보상시간 알고리즘은 다음과 같다.

```

jitter_보상_time( )
begin
   $\tau_{r-a} := \text{relative\_duration\_time}(Au)$ ;
   $\tau_{diff} := \tau_d - \tau_{r-a}$ ;
  while media then
  begin
     $\tau_{r-m} := \text{relative\_duration\_time}(m)$ ;
    if  $\tau_{diff} \leq \tau_j$  then
    begin
      wait (  $\tau_{diff}$  );
       $\tau_{r-mp} := \tau_{r-a} + \tau_{diff}$ ;
    end
    else
    begin
    
```

그림 3의 입력 플레인스중에서 키 매체를 가진 Au1에 의해 전이 t_4 가 접합된다. 만약 전이 t_1 시점에 오디오 객체 와 비디오 객체가 소스에서 목적지까지 전송 시간이 135ms에 도달했다고 가정하자. 상대 지속시간 알고리즘에 의해 오디오 객체는 115ms의 상대 지속시간이 설정된다. 다음에 지터 보상시간 알고리즘에 의해 τ_{diff} 는 10ms가 된 다. 즉, 오디오 객체는 최대 지연 지터 값인 10ms를 초과 하지 않았기 때문에 10ms만큼 wait한다. 이때 오디오 객체 의 τ_{diff} 와 τ_{j1} 를 비교하여 작은 값을 비디오 객체의 τ_{diff} 에 넣어준다. 비디오 객체는 상대 지속시간 알고리즘에 의 해 115ms의 상대 지속시간이 설정된다. 비디오 객체의 상 대 지속시간이 115ms이기 때문에 오디오 객체에서 넘겨진 값 10ms를 더한다. 비디오 객체의 τ_{diff} 를 합한 시간이 125ms를 초과하지 않는 범위내에서 비디오 객체가 보상이 된다. 즉, 비디오 객체는 125ms를 초과하지 않기 때문에 10ms가 보상이 된다. 만약 지터를 적용하지 않았을 경우 에는 오디오, 비디오 객체의 지연은 다음 프레임의 재생에 나쁜 영향을 끼치지만 제안한 지연 지터 값의 적용은 다음 프레임이 효과적으로 재생할 수 있는 결과를 나타낸다.

4. 시뮬레이션 결과

본 논문에서 시뮬레이션에 사용한 미디어 포맷은 다 음과 같다. 1Kbyte 오디오 데이터는 PCM 인코딩 기법 에 의해서 인코딩되고 비디오 프레임의 해상도는 120 X 120을 사용하였다. 초당 24프레임의 인코딩 작업을 하여 사용된 프레임이 된다. 비디오 플레인의 수는 하나의 오디오 플레인과 비교되는 이유는 다음과 같다. sender에서 어플리케이션은 125ms마다 오디오 디바이

스로부터 오디오 패킷을 얻고 125ms동안에 어플리케이션은 운영체제의 런타임 프로세싱 오버헤드에 의해서 결정된 세 개 이하의 비디오 프레임을 비디오 그래픽버로부터 얻는다.

본 논문은 시뮬레이션 환경을 Ethernet상의 WAN 환경으로 가정하였다. 각각의 패킷에 대한 적절한 작업을 수행하기 위해서 실제 시뮬레이션에 사용된 정보는 포하송 분포로 산출하여 네트워크 지연 값을 두가지 미디어에 똑같이 적용하였다.

제안한 모델은 다중 미디어가 표현 가능하나 비교평가를 하기 위해 두가지 미디어로 한정하였다. 시뮬레이션 프로그램은 JAVA로 하였으며, 결과는 MS 액세스 데이터베이스에 petrinet.mdb 파일로 저장된다.

제안한 모델과 OCPN, RTSM 모델과의 서비스 품질을 비교하여 성능평가를 하였다. 성능 측정 실험에서 사용되는 트랜지션 단위체의 개수는 200개이고, 실험에서 최대 지연 지터 값 10ms를 적용하였다. 비교 검증을 위하여 OCPN 모델과 RTSM 모델을 시뮬레이션 환경에 적용하였고 MMSM 모델에서 제안한 최대 지연 지터 값을 적용하여 MMSM 모델이 OCPN 모델과 RTSM 모델에 비해 서비스 품질이 향상되었다.

표 2 평가를 위한 QoS 요구사항

미디어 형태	평균 지연	편차	최대지연지터값
오디오	100ms	20ms	10ms
비디오	120ms	100ms	10ms

각 모델에 대하여 벤치 마킹의 척도는 미디어 패킷 재생 시간과 손실 시간이 된다. 평가를 위해, 송신측에서 보내지는 각각의 미디어 스트림 패킷들은 표 2의 평균 지연의 값을 가지고 시뮬레이션 하였다.

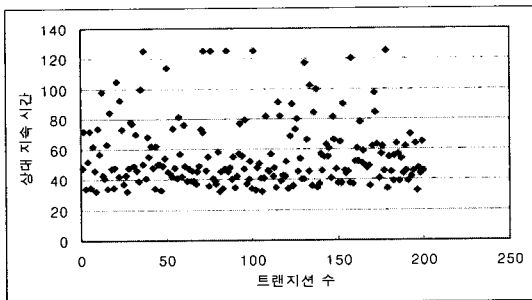


그림 4 OCPN의 지속시간 결과

제너레이트 지연 시간은 $[0.5 * \text{mean}, 4 * \text{mean}]$ 의 범위내에 맞추어야 한다. 비교 대상으로는 OCPN 모델과 RTSM 모델을 사용하였고, 최대 지연 지터 값을 포함한 MMSM 모델과 동기 영역에서 수용된 재생 시간을 이용하여 비교 평가하였다.

그림 4는 OCPN의 비디오 패킷에 대한 평가 그래프이다. 수평축의 트랜지션 수는 시간주기당 발생하는 것을 의미한다. OCPN의 재생시간은 30ms와 60ms 사이에 재생이 많이 되었음을 보여주고 있다. 이것은 늦게 도착한 시간이 많다는 것을 의미한다.

그림 5는 RTSM의 재생시간을 나타내고 있다. RTSM 모델은 40ms와 80ms 사이에 많이 재생되었음을 보여준다. 그러므로 OCPN 모델보다 재생시간이 향상되었음을 나타내고 있다.

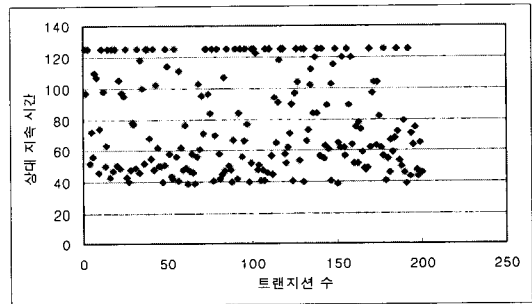


그림 5 RTSM의 지속시간 결과

그림 6은 제안한 모델인 MMSM의 재생시간을 나타내고 있다. RTSM 모델보다 향상된 50ms와 80ms 사이에 많이 재생되었음을 보여준다. 그러므로 OCPN 모델과 RTSM 모델보다 재생시간이 향상되었음을 나타내고 있다.

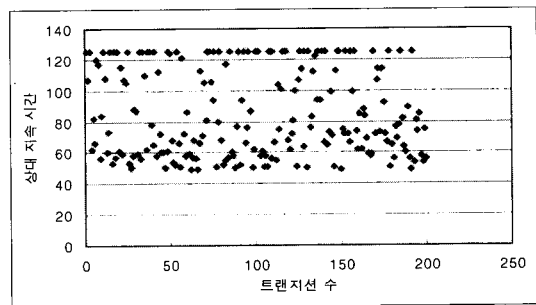


그림 6 MMSM의 지속시간 결과

다음은 세가지 모델의 재생율을 비교한다. 표 3은

OCPN 모델과 RTSM 모델 그리고 MMSM 모델의 재생율을 비교하였고, 실험횟수는 10번을 하였다. MMSM 모델이 OCPN 모델보다는 20%이상의 재생율 향상을 가져왔고 RTSM 모델보다 6.3%정도의 재생율을 향상시켰다.

표 3 재생율 비교
단위(%)

실험횟수	OCPN	RTSM	MMSM
1	41.93	61.79	68.22
2	45.26	64.34	70.57
3	43.92	62.50	68.68
4	42.62	59.98	66.35
5	46.17	62.86	68.79
6	45.49	63.72	69.94
7	42.56	60.20	66.87
8	45.18	61.37	67.72
9	44.93	63.39	69.62
10	43.48	63.52	69.82
평균	44.15	62.36	68.65

그림 7은 세가지 모델의 재생율 비교 결과를 도표로 나타낸 것이다. 제안한 모델이 기존 모델보다 현저히 재생율이 향상되었음을 실험결과로 얻을 수 있었다.

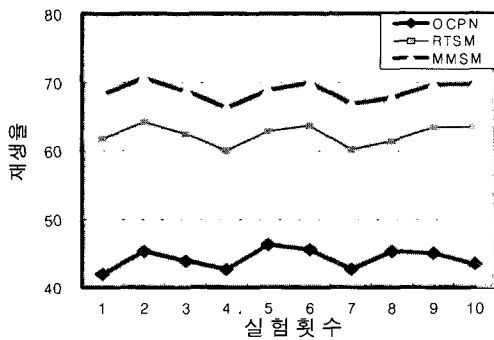


그림 7 재생율 비교 결과

본 논문에서 제안한 최대 지연 지터 시간을 이용한 지터 보상 기법은 시뮬레이션에 의해, 송신측에서 보내는 패킷은 수신측에서 수용되는 각 미디어의 재생 시간을 나타내었다. 실험 결과 오디오가 도착하였을 경우 재생율은 6.3% ~ 8% 정도 향상되었다. 그러므로 MMSM 모델은 OCPN 모델과 RTSM 모델보다 오디오와 비디오에 대해 재생율이 향상되었고, 손실율은 감소되었음을 실험 결과로 얻을 수

있었다.

5. 결 론

동기화 모델링 기법의 가장 중요한 점은 표현의 유연성과 확장성이라 할 수 있으며, 객체간의 시간 관계의 예상 가능한 경우를 모두 표현할 수 있어야 한다. 제안된 동기화 모델은 지터에 관한 QoS특성을 모델에서 반영하여 동기화 성능을 향상시켰다.

본 논문에서 제안한 기법의 응용 측면에서 공헌한 기대 효과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 동기 QoS 표현 모델 : 기본적으로 멀티미디어 동기화는 데이터 전송에 대한 인위적인 개입을 통해 데이터에 주어지는 시간 관계를 복원함으로써 데이터 전송의 QoS를 높이는 작업이다. 그러나 응용에 사용되는 미디어의 종류에 따라 QoS 요구사항이 달라질 수 있으므로, 동기화를 위한 인위적인 데이터 전송 개입은 응용에 따라 적절하게 조정될 수 있어야 한다. 본 논문에서는 멀티미디어 규격 모델에서 미디어내 QoS 파라미터인 지터를 표현할 수 있는 새로운 모델을 제시하였다.

둘째, 최대 지연 지터 시간을 이용한 동기화 구간 조정 : 오디오나 비디오 같은 연속 미디어 데이터 스트림은 어느 정도의 불연속적인 프리젠테이션을 허용한다. 음성 미디어의 최대 지연 지터 시간을 이용하면 미디어 내의 동기화 구간을 어느 정도 확장할 수 있으므로 확장된 구간 내에서 불규칙적으로 도착하는 패킷들을 서로 동기화하여 서비스 품질을 저하시키지 않고서도 최적의 동기화를 수행할 수 있도록 하였다.

셋째, 지연시간의 변화로 인한 데이터 손실 감소 : 멀티미디어 응용이 허용하는 한계 내에서 프리젠테이션 장치로 출력되는 미디어 데이터 스트림의 출력 속도를 일시적으로 증가 또는 감소시킬 수 있도록 한다. 이러한 방법을 통해 프리젠테이션 품질에는 별다른 영향을 주지 않으면서 일시적인 미세한 지연 시간 초과를 어느 정도 흡수할 수 있다. 즉, 동기화 구간 내에서의 패킷 처리율을 조정하면 일시적인 전송 지연을 흡수할 수 있고, 이로 인하여 네트워크 지연 시간 조정에 따른 오버헤드를 최소화할 수 있도록 한다. 제안된 멀티미디어 동기화 기법은 네트워크 로드의 일시적인 증가에 적합하며 예측할 수 없는 단절에도 적합하다. 또한 실시간 응용에서 주문형 응용에까지 널리 이용할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 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.
- [2] R. Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia Systems," *IEEE Journal on selected Areas in Communications*, Vol. 8, No.3, Apr. 1990.
- [3] N. U. Qazi, M. Woo, and A. Grafoor, "A Synchronization and communication model for distributed multimedia objects," *Proc. of ACM Multimedia*, 1993.
- [4] E. Biersack, W. Geyer, and C. Bernhardt, "Intra- and Inter-Stream Synchronization for Stored Multimedia Streams," *IEEE Proc. of Multimedia'96*, pp. 372-381, 1996.
- [5] D. L. Stone, and K. Jeffay, "An empirical study of delay jitter management policies," *Multimedia Systems/Springer-Verlag*, 1995.
- [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. D. C. Little, and Arif Ghafoor, "Synchronization and Storage Models for Multimedia Objects," *IEEE Journal on selected Areas in Communications*, Vol. 8, No.3, Apr. 1990.
- [8] 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.
- [9] J. L. Peterson, *Petri Net Theory and the Modeling of Systems*, Prentice-Hall, 1981.
- [10] T. Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications," *The Proc. of IEEE*, 77-4, 1989.



이근왕

1993년 대전 산업대학교 전자계산학과(공학사). 1996년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사). 2000년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학박사). 2000년 ~ 현재 숭실대학교 BK 21 Post-Doc. 관심분야는 멀티미디어, 전자상거래 등