

모바일 환경에서 페트리넷을 이용한 멀티미디어 동기화

이근수^{1*}

Multimedia Synchronization using PetriNet in Mobile Environment

Keun-Soo Lee^{1*}

요 약 멀티미디어 네트워크상의 응용의 요구가 빠르게 증가함으로써 모바일 환경의 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 모바일 환경에서 동기화의 제약조건을 만족하는 멀티미디어 서비스를 얻고 미디어 스트림 사이에서 지연시간과 서비스 품질을 개선시키기 위해서는 새로운 규격 모델이 제안되어야 한다. 본 논문에서는 효율적인 서비스 품질과 지연시간을 서술할 수 있는 새로운 규격 모델로서 모바일 동기화 모델을 제안한다. 또한 적응적인 전송지연 시간의 효과를 최소화할 수 있는 동적인 동기화 방법인 멀티미디어 동기화 알고리즘을 제안한다. 제안된 모델은 기존의 연구보다 손실율과 재생률과 같은 서비스 품질을 향상시켰다.

Abstract As demand for the application in multimedia networks is increasing rapidly, it is important to provide these services in Mobile Environments (ME). Obtaining to multimedia services which satisfy synchronization constraints in ME and improving the delay time and Quality of Service(QoS) between media streams to be presented, new specification model has to be proposed.

In this paper we propose Mobile Synchronization Model(MSM) as a new specification model for describing efficiently the QoS and the delay time. Also, we propose the multimedia synchronization algorithm where is a dynamic synchronization method that minimizes the effects of adaptive transmission delay time. The proposed model has higher the guarantee of QoS such as the loss rate and the playout rate than it of the previous work.

Key words : Mobile Synchronization Model, multimedia synchronization algorithm, Quality of Service

1. 서론

최근 멀티미디어 기술 발전은 음성, 트랙픽, 음성/비디오 등을 이용한 화상 회의, 원격 진료, 원격 강의, 그리고 분산 멀티미디어 데이터베이스 접근 등과 같은 새로운 형태의 분산 응용들을 제공하고 있다. 이러한 새로운 형태의 응용들은 고속 망 발전과 더불어 매우 빠른 속도로 진행되고 있다[1]-[3]. 최근의 추세는 이러한 멀티미디어 기술을 무선과 접목하여 이동 중에도 멀티미디어 서비스를 받을 수 있는 새로운 개념으로 발전하고 있다. 즉, 이동 멀티미디어 서비스란 유선망에서 제공될 수 있는 멀티미디어 서비스에 이동성을 추가한 개념이라 할 수 있다[4].

무선망은 패킷을 전달하기 위하여 기지국을 사용해야

만 하고 기지국은 유선망보다 한정된 자원들을 갖는다. 게다가 이동통신시스템은 저전력 (low-power), 그리고 mobile host(MH)에게 high-quality access를 제공해야 하므로 무선 환경 하에서의 동기화는, 유선 환경에서의 동기화 보다 복잡하다는 특성을 갖는다[5][6][10].

위와 같은 유/무선망에서의 동기화의 차이와 그 문제점을 기술하면 다음과 같다. 우선 MH에 패킷을 전달할 때에, 모든 패킷들은 기지국을 통하여 전송되어야 한다. 둘째로, MH는 작은 메모리, 작은 스크린 사이즈 갖는다. 셋째로 기지국과 MH 사이에는 Playout을 위한 최소의 대역폭만이 할당된다. 이런 제한 요소들 때문에, 기존의 동기화 전략들은 한정된 시간 내에 MH에게 멀티미디어 패킷들을 전송해야 하는 모바일 망에는 적합하지 않다. 게다가 작은 메모리, 적은 대역폭 때문에 MH는 buffer overflow 또는 buffer underflow가 발생할 수 있다. 따라서, 모바일 멀티미디어 네트워크에서 적응적인 동기화 방법이 필요하다. 그러므로 지연시간과 서비스 품질 요구조건을 만족하는 모바일 동기화 모델을 제안한다.

본 연구는 한경대학교 2007년도 학술연구구성비의 지원에 의한 것임.

¹ 한경대학교 컴퓨터공학과 교수

* 교신저자: 이근수(kslec@hknu.ac.kr)

이 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 모바일 환경에서의 멀티미디어 동기화 규격 모델에 대한 관련연구를 서술하였다. 3장에서는 멀티미디어 데이터를 위한 동기화를 제공하기 위해 기지국에서의 모바일 멀티미디어 동기화 규격 모델을 제안하였다. 4장에서는 서비스 품질을 높이기 위한 알고리즘을 제시하였다. 5장에서는 성능분석을 하고, 마지막으로 6장은 결론이다.

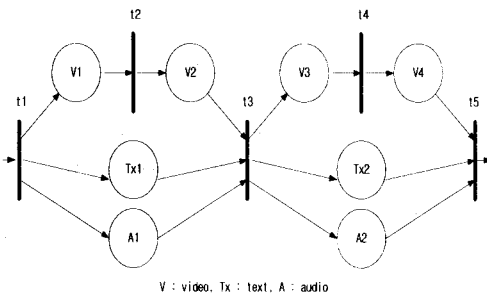
2. 관련 연구

멀티미디어 정보의 생성시간에서, 사용자는 재생시간에 관찰할 수 있는 다양한 데이터 중에서 시간적 제약성을 명시한 모델을 필요로 한다. 그러한 규격 모델은 시간 페트리넷인 object composition Petri-net(OCPN)과 Real time synchronization model(RTSM)이다[7].

OCPN은 Little과 Ghafoor에 의해 소개된 이후 최근 멀티미디어 데이터의 모델링에 폭넓게 사용되고 있다. 변형된 페트리넷 모델인 OCPN 모델은 미디어 사이에서의 임의의 시간적 관계를 지정하는 가능성을 가지고 증명되어졌고, 저장된 데이터 응용과 라이브 응용에 적용되어야 한다[8].

OCPN은 미디어간의 시간 관계를 객체 수준에서 약하게 기술하고 있으며 그림 1은 비디오와 오디오, 텍스트 객체를 지닌 멀티미디어 응용에서의 동기화 관계를 OCPN으로 나타내고 있다.

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



[그림 1] OCPN 모델

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. 그림 1에서 OCPN의 불안전성을 설명하고 있다.

OCPN(Object Composition Petri Net)에서 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[9]. RTSM에서는 Key medium을 정의한다. 지연에 민감한 오디오 객체가 key medium으로 정의되어, 강제 플레이스로 나타낸다. 그러나 key medium 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 제약적이다.

그러므로 제안된 동기화 기법은 모바일 환경에서 미디어 데이터간의 지연시간 및 서비스 품질을 효율적으로 표현할 수 있는 새로운 규격 모델과 알고리즘을 제시하였다.

3. Mobile Synchronization Model (MSM)

멀티미디어 이동 통신망에서는 다양한 인터넷 사이트에 저장된 멀티미디어 정보에 접속하여 이를 이용하는 것이 실시간으로 모바일 호스트에 데이터를 전달하는 것이 데이터 전송의 기반이 될 것이다. 따라서 멀티미디어 사이트들은 인터넷 망에 연결되고 이들 서버들은 OCPN과 같은 사용자의 특정 모델에 의하여 orchestrated 된 멀티미디어 정보의 저장소 역할을 한다고 가정한다. 멀티미디어 서버는 요구된 데이터를 데이터베이스에서 검색하고 이를 이동체와 연결된 기지국의 무선 채널로 전송한다. 또한 서버에서 실시간으로 데이터를 기지국에 전송한다.

서버와 인터넷 망은 MH에게 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 충분한 자원이 있다고 가정한다. 이는 망이 멀티미디어 정보에 의하여 요구된 QoS를 보장하기에 충분한 자원이 있음을 의미한다. 멀티미디어 데이터는 인터넷 상에서 전송되는 많은 멀티미디어 객체(동기화 단위를 말한다)로 이루어지며, 멀티미디어 서버가 멀티미디어 객체를 발생시킬 때, 기지국이 round trip 지연, 지터, inter-arrival time등을 계산할 수 있도록 현재의 local time으로 stamp한다. 순서 번호(sequence number)와 서버 번호(server number)가 각 멀티미디어 객체를 위하여 사용

된다. 본 연구에서는 멀티미디어 객체의 자원 할당 및 그 처리 시간 (processing time)은 무시하고, 동기화 문제에만 집중한다.

모바일 멀티미디어 네트워크는 세가지 부분으로 구성되어 있다. 멀티미디어 서버는 요구된 데이터를 데이터베이스에서 검색하고 이를 이동체와 연결된 기지국으로 전송한다. 이동 망과의 인터페이스로서 전송률 조정, 동기화 등의 기능을 수행하기 위하여 기지국에서의 동기화 기법이 필요하다.

MSM의 정의는 다음과 같다. MSM은 10개의 튜플이 있다.

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

P = {p1, p2, ..., pn} ; 플레이스의 집합(원으로 표현)

T = {t1, t2, ..., tm} ; 전이(transition)의 집합(막대 형태로 표현)

K = {k1, k2, ..., ki} ; key 플레이스의 집합

X = P ∪ K ; 모든 플레이스들

A : (X×T)∪(T×X) → I, I={1, 2, 3, ...} ; 방향호(directed arcs)의 집합

DIFF : X → R', R'는 실수 ; 최대 지속시간과 실제 지속시간의 차이

R : X → R', R'는 실수 ; 상대적 지속시간

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

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

Re : X → {r1, r2, ..., rk} 자원(미디어 형태)

M : X → I, I = {0, 1, 2} 마킹(플레이스의 상태)

각 플레이스의 상태는 다음중 하나이다.

0 : 토큰 없음

1 : 닫힌 토큰

2 : 열린 토큰

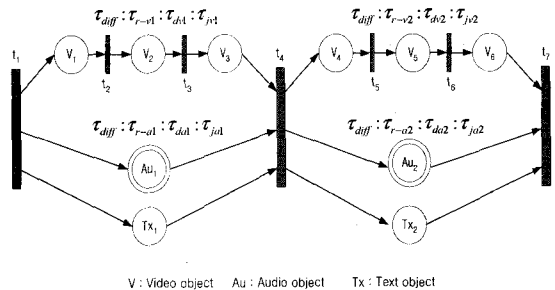
각 플레이스는 1 또는 0개의 토큰을 가지고 있다. 토큰을 지닌 플레이스는 해당 미디어 객체가 현재 활성화된 객체임을 나타내며 토큰을 가지고 있지 않은 플레이스는 비활성화된 객체임을 나타낸다. 각각의 토큰은 두 가지의 상태를 가지는데 열린(unlocked)토큰과 닫힌(locked)토큰으로 구분된다.

전이 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 pi는 몇 개의 파라미터를 가지고 있는데, 그 중 절대 시간

을 포함한 제어 매체 파라미터와 다중 키 매체는 다른 미디어에 비해 상대적인 중요도를 나타내는 파라미터이다.

4. QoS Algorithm of MSM

미디어간 동기화에 대한 QoS 파라미터 처리를 위하여 각 플레이스 pi는 키 매체 외에 시간과 관련된 4가지 파라미터인 τ_{diff} , τ_r , τ_d , τ_j 를 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_{diff} 는 지속시간과 상대 지속시간의 차이를 의미한다. 그림 2는 서비스 품질을 표현한 모바일 멀티미디어 동기화 모델을 보여준다.



[그림 2] 서비스 품질을 표현한 MSM

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

예를 들어 비디오와 오디오의 입술 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 깨지는 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 적용하여 τ_j 만큼을 보상하게 된다.

최대 지연 지터 τ_j 는 플레이스 pi의 최대 지연 지터 시간을 의미한다. 최대 지연 지터는 각각의 매체의 i 번째 프레임과 i+1번째 프레임 사이의 지연을 나타내며, 먼저 도착한 매체가 나중에 도착한 매체의 플레이 시간을 지연 지터 만큼의 시간을 추가로 재생을 할 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_{jal} 를 비교한 시간을 얻는다.

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

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

[표 3] 재생 정책에 요구되는 매개변수

매개변수	설 명	단위
m	모든 미디어 m ∈ {Au, I, Ani, Tx, Po, V}	
P_{ms}	지속시간에 미디어가 재생할 수 있는 최대 크기	Byte
τ_b	최대 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 시간	[ms]
τ_{diff}	최대 지속시간과 상대 지속시간의 차이	[ms]

P_r 은 지속시간에 미디어가 재생할 수 있는 최대 크기와 스무딩 버퍼 지연 동안에 도착된 크기의 재생 비율을 의미한다. τ_r 은 도착된 미디어를 재생하기 위한 상대적 지속시간을 나타낸다. 상대 지속시간의 결정 알고리즘은 다음과 같다.

```

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

```

지터 보상시간 알고리즘은 다음과 같다.

```

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

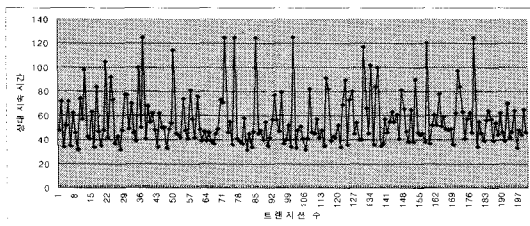
```

그림 2의 입력 플레이스 중에서 키 매체인 A1에 의해 전이 t4가 점화된다. 만약 전이 t1시점에 오디오 객체와

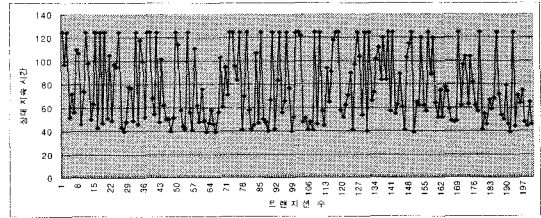
비디오 객체가 소스에서 목적지까지 전송 시간이 135ms에 도달했다고 가정하자. 상대 지속시간 알고리즘에 의해 오디오 객체는 115ms의 상대 지속시간이 설정된다. 다음에 지터 보상시간 알고리즘에 의해 τ_{diff} 는 10ms가 된다. 즉, 오디오 객체는 최대 지연 지터 시간인 10ms를 초과하지 않았기 때문에 10ms만큼 wait한다. 이때 오디오 객체의 τ_{diff} 와 τ_{jal} 를 비교하여 작은 시간을 비디오 객체의 τ_{diff} 에 넣어준다. 비디오 객체는 상대 지속시간 알고리즘에 의해 115ms의 상대 지속시간이 설정된다. 비디오 객체의 상대 지속시간이 115ms이기 때문에 오디오 객체에서 넘겨진 시간 10ms를 더한다. 비디오 객체의 τ_{diff} 를 합한 시간이 125ms를 초과하지 않는 범위 내에서 비디오 객체가 보상이 된다. 즉, 비디오 객체는 125ms를 초과하지 않기 때문에 10ms가 보상이 된다. 만약 지터를 적용하지 않았을 경우에는 오디오, 비디오 객체의 지연은 다음 프레임의 재생에 나쁜 영향을 끼치지 만 제안한 지연 지터 시간의 적용은 다음 프레임이 효과적으로 재생할 수 있는 결과를 나타낸다.

5. 성능분석

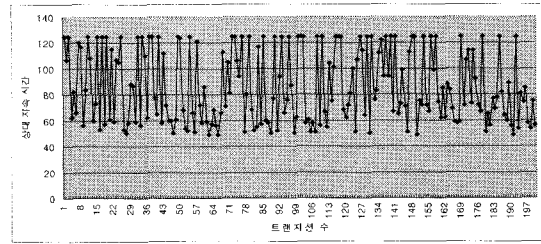
본 논문에서 시뮬레이션에 사용된 미디어 포맷은 다음과 같다. 1Kbyte 오디오 데이터는 PCM 인코딩 기법에 의해서 인코딩되고 비디오 프레임의 해상도는 120 X 120을 사용했다. 초당 24프레임의 인코딩 작업을 하여 사용되어진 프레임이 된다. 비디오 플레이스의 수는 하나의 오디오 플레이스와 비교되는데 이유는 다음과 같다. 송신 측에서 어플리케이션은 125ms마다 오디오 디바이스로부터 오디오 패킷을 얻고 125ms동안에 어플리케이션은 운영체제의 런타임 프로세싱 오버헤드에 의해서 결정된 세 개 이하의 비디오 프레임을 비디오 그래픽으로부터 얻는다. 본 논문은 시뮬레이션 환경을 모바일 환경으로 가정하였다.



[그림 3] OCPN의 지속시간 결과



[그림 4] RTSM의 지속시간 결과

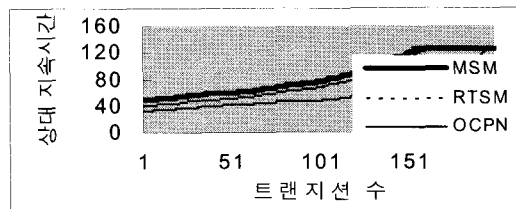


[그림 5] MSM의 지속시간 결과

그림 3은 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 4는 RTSM의 재생시간을 나타내고 있다. RTSM 모델은 40ms와 80ms 사이에 많이 재생되었음을 보여준다. 그러므로 OCPN 모델보다 재생시간이 향상되었음을 나타내고 있다.

그림 5는 제안한 모델인 MSM의 재생시간을 나타내고 있다. RTSM 모델보다 향상된 50ms와 80ms 사이에 많이 재생되었음을 보여준다. 그러므로 OCPN 모델과 RTSM 모델보다 재생시간이 향상되었음을 나타내고 있다.



[그림 6] 세가지 모델의 재생시간 비교 결과

그림 6은 세가지 모델의 비디오 재생시간에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다. 상대적으로 OCPN모델의 재생시간이 가장 적고, MSM 모델이 RTSM모델에 비해 재생시간이 향상되었음을 알 수 있다. 본 논문에서 제안한 최

대 지연 지터 시간을 이용한 지터 보상 기법에 대하여 다음과 같은 시뮬레이션의 결과를 얻었다. 송신측에서 보내는 패킷은 비교 평가되는 두 개의 메카니즘에 의해 수신측에서 수용되는 각 미디어의 재생 시간을 나타내었다. 실험 결과 오디오가 정상적으로 도착하였을 경우 재생률은 8% 정도 향상되었고, 오디오가 비정상적으로 도착하였을 경우 재생률은 6.3% 정도 향상되었다. 그러므로 MSM 모델은 OCPN 모델과 RTSM 모델보다 오디오와 비디오에 대해 재생률이 향상되었고, 손실률은 감소되었음을 실험 결과로 얻을 수 있었다.

6. 결론

본 논문은 모바일 멀티미디어 시스템 및 서비스 제공에 있어 핵심적인 기술로 부각되는 동기화에 대한 규격 모델 및 서비스 품질을 향상시키는 알고리즘을 제시하였다. 제안된 모델은 서비스 품질을 효율적으로 이용한 모델링이 가능한 독특한 특성을 가지고 있다. 대부분의 모바일 환경의 멀티미디어 응용은 사용자와 상호작용을 하면서 동작하기 때문에 이는 매우 중요한 특성이다. 뿐만 아니라 제안된 모델은 제어 매체와 다중 키 매체를 효율적으로 적용하여 OCPN이나 RTSM 모델에서의 문제점을 해결하였다. 그러므로 서비스 품질의 향상을 도모할 수 있도록 하였다. 제안한 것은 다음과 같은 결과를 향상시켰다.

첫째, 모바일 환경의 기지국에 대한 멀티미디어 규격 모델에서 미디어내 QoS 파라미터인 지터를 표현할 수 있는 새로운 모델을 제시하였다.

둘째, 음성 미디어의 최대 지연 지터 시간을 이용하면 미디어 내의 동기화 구간을 어느 정도 확장할 수 있으므로 기지국의 확장된 구간 내에서 불규칙적으로 도착하는 패킷들을 서로 동기화하여 서비스 품질을 저하시키지 않고서도 모바일 호스트에서 표현할 수 있도록 하였다.

향후 연구 방향은 기지국과 모바일 호스트와의 멀티미디어 동기화 모델링 및 기법, 핸드오프를 다루는 모델링 및 동기화 정책 등을 연구해야 한다.

참고문헌

[1] P. W. Jardetzky, and C. J. Sreenan, and R. M. Needham, "Storage and synchronization for distributed continuous media," *Multimedia Systems/Springer-Verlag*, 1995.

[2] R. Steinmetz, "Human Perception of Jitter and Media Synchronization," *IEEE J. selected Areas in Communications*, Vol.14, No.1, Jan. 1996.

[3] D. L. Stone, and K. Jeffay, "An empirical study of delay jitter management policies," *Multimedia Systems/Springer-Verlag*, 1995.

[4] D. H. Nam, S. K. Park, "A Smooth Playback Mechanism of Media Streams in Mobile Computing Environment," *ITC-CSCC'98*, 1998.

[5] D. H. Nam and S. K. Park, "Adaptive Multimedia Stream Presentation in Mobile Computing Environment," *Proceedings of IEEE TENCON*, 1999.

[6] A. Boukerche, S. Hong and T. Jacob, "MoSync: A Synchronization Scheme for Cellular Wireless and Mobile Multimedia Systems," *IEEE*, 2001.

[7] G. Blakowski and R. Steinmetz, "A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies," *IEEE J. selected Areas in Communications*, Vol.14, No.1, Jan. 1996.

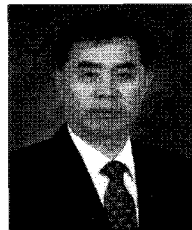
[8] M. J. Perez-Luque and T. D. C. Little, "A Temporal Reference Framework for Multimedia Synchronization," *IEEE J. selected Areas in Communications*, Vol.14, No.1, Jan. 1996.

[9] C.-C. Yang and J.-H. Huang, "A Multimedia Synchronization Model and Its Implementation in Transport Protocols," *IEEE J. selected Areas in Communications*, Vol.14, No.1, Jan. 1996.

[10] M. Woo, N. Prabhu and A. Grafoor, "Dynamic Resource Allocation for Multimedia Services in Mobile Communication Environments," *IEEE J. selected Areas in Communications*, Vol.13, No.5, June. 1995.

이 근 수(Keun-Soo Lee)

[정회원]



• 1993년 8월 : 송실대학교 대학원 전자계산학과(공학박사)

<관심분야>

정보통신, 패턴인식, 지식기반 시스템, 동작이해, 비디오 검색 등