

論文99-36C-10-9

효율적인 서비스 품질을 위한 동적 시간형 멀티미디어 동기화 모델

(Dynamic Timed Multimedia Synchronization Model for Efficient Quality of Service)

李 根 旺 *, 吳 海 石 *

(Keun-Wang Lee and Hae-Seok Oh)

요 약

고품질의 서비스를 보장할 수 있는 멀티미디어 응용 소프트웨어를 효과적으로 개발하기 위해서는 연속 미디어의 동기화 뿐만 아니라 비연속 미디어를 포함하는 동기화를 표현할 수 있는 멀티미디어 동기화 모델이 요구된다. 본 논문에서는 사용자의 이벤트 발생에 의해서 변화되는 동적 키 매체라는 특별한 객체 제어를 갖게 된다. 이러한 이벤트는 발생시간과 주기를 예측할 수 없는 미디어가 된다. 이벤트 발생은 오디오 뿐만 아니라 텍스트, 이미지도 키 매체로 선택하여 수행하는 역할을 한다. 객체 제어기는 다음 전이에 정보를 전달하는 역할을 한다. 제안한 모델은 최대 허용 지터값과 최대 허용 스큐값을 재생시간에 포함하여 재생률을 향상시켰고, 시뮬레이션을 통해 제시한 방법의 타당성을 검증하였다.

Abstract

Multimedia synchronization model for distributed, continuous or discrete media that was guaranteed high quality of service is required in developing multimedia application software. In this paper we have specific object controller which is called dynamic key media that is changed by user event generation. This becomes media whose event occurrence and periods can't be predicted. For event occurrence not only audio but also text and image can be chosen for key media and performs its role. Object controller transfers information for next transition. The proposed model offers high quality of services by permitting maximum allowed jitter and skew in playout time and verified its effectiveness by simulation.

I. 서 론

반도체, 컴퓨터, 전송 및 교환기술 등의 급속한 발전에 힘입어 통신망은 고속 및 광대역화 되어 가고 있으며 이에 따라 통신 서비스는 텍스트, 정지 화상 등의 비연속 매체 통신으로 부터 확장되어 오디오, 비디오 등의 연속 매체가 다중화된 멀티미디어 통신으로 변모되고 있다^[1-3].

본 논문의 목적은 객체 제어기와 동적 키 매체를 이용하여 멀티미디어 동기화와 관련한 연구가 가장 활발하게 이루어지고 있는 분야인 동기화 규격 분야에 대한 새로운 모델을 제시하는 것이다. 본 논문에서는 페트리네트를 확장시켜 동적 키 매체를 효율적으로 적용한 DTSM(Dynamic Timed Synchronization Model) 모델을 제안한다.

동기화 규격 모델은 다양한 미디어의 통합과 서비스의 품질 요구사항의 정의가 지원되어야 하며 쉽게 서술되어야 한다. 그러나 OCPN[11], RTSM과 같은 기존의 확장된 페트리네트 모델은 멀티미디어 실시간 문제와 패킷 및 셀 네트워크의 랜덤 지연이 고려되었을 때

* 正會員, 崇實大學校 컴퓨터學科
(Dept. of Computing, Soongsil Univ.)

接受日字:1999年3月8日, 수정완료일:1999年9月10日

패킷의 늦은 전송을 다루기가 충분하지 않으며, 또한 미디어내 및 미디어간 서비스 품질 파라미터를 모델링 하는데 있어 제약적이었다^[12-14].

DTSM은 객체 제어를 플레이스에 추가함으로써 미디어내 동기화 및 미디어간 동기화 특성을 자유롭게 표현할 수 있으며, 실시간 특성을 지원한다.

멀티미디어 응용 프로그램들을 위한 많은 동기화 모델들의 연구가 되어왔다^[3-7,10-11]. 기존모델의 문제점을 살펴보자.

OCPN모델은 통신망을 통해 전송되는 비디오 객체의 지연은 지연에 민감한 오디오 객체의 재생에 영향을 미치게 된다는 단점을 초래하게 된다.

RTSM 모델은 이러한 미디어간의 지연에 의한 서비스 품질의 저하를 방지하고, 실시간 응용에서 요구되는 서비스 품질을 보장할 수 있도록 하기 위하여 제안되었다. RTSM에서는 키 매체 자체의 지연으로 인해 실시간 제약사항을 위반할 수도 있다는 단점이 있다. 또한 오디오 이외에 반드시 표현되어야 할 미디어를 표현할 수가 없다. 그러므로 본 논문에서 제안한 모델은 고품질 서비스의 보장을 요구하는 시스템에 적합한 모델로 동적 키 매체를 효율적으로 적용할 수 있는 동기화 모델을 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 제안된 DTSM 모델을 설명한다. III장에서는 제안한 멀티미디어 동기화 모델의 검증을 한다. IV장에서는 시뮬레이션 결과 및 방법에 대해 기술하고 V장에서는 결론을 내리고 향후 연구 방향에 대해서 논의한다.

II. DTSM Model

제안하는 DTSM 모델은 서비스 품질을 효율적으로 제공하는 규격 모델이다. DTSM의 정의와 점화규칙, 그리고 객체 제어기, 동적 키 매체, 시간 매체에 대하여 설명한다. DTSM은 12개의 튜플이 있다.

- DTSM = [P, T, K, A, CT, C, D, S, J, G, R, M]
- P = {p1, p2, ..., pn} ; 플레이스의 집합(원으로 표현)
- T = {t1, t2, ..., tm} ; 전이(transition)의 집합
- K = {k1, k2, ..., kn} ; key 플레이스의 집합
- A : (k×T)∪(T×K) → I, I={1, 2, 3, ...} ; 방향호(directed arcs)의 집합
- CT = {ct1, ct2, ..., ctj} ; 제어기의 집합

- X = P ∪ K ; 모든 플레이스들
- C : X → R, 소비되어야 할 시간
- D : X → R, 지속기간
- S : X → R, 최대 허용 스쿠 값
- J : X → R, 최대 허용 지터 값
- G : T → I, I = {0, 1, 2, 3, 4, ...} 점화값
- R : P → {r1, r2, ..., rn} 자원(resources 미디어 형태)
- M : P → I, I = {0, 1, 2} 마킹(플레이스의 상태)

본 논문에서 제안하는 DTSM은 기존의 페트리넷 기반의 OCPN과 RTSM 모델을 확장한 것이다(8-9).

각 플레이스 p는 몇 개의 파라미터를 가지고 있는데, 그 중 객체 제어기 파라미터와 동적 키 매체 파라미터는 다른 미디어에 비해 상대적인 중요도를 나타내는 파라미터이다.

각 전이 t는 점화를 결정하는 정보를 객체 제어를 통하여 가지고 있다. 전이 t의 점화는 해당 전이의 입력 플레이스중에서 열린 토큰을 지닌 플레이스 중 키 매체는 시간 매체에 의해 정해진 시간내에 도달하는 경우에는 즉시 점화를 한다. 그러나 시간 매체에서 지정된 시간을 벗어나는 경우에는 즉시 점화가 발생하게 된다.

그림 1은 동적인 키 매체와 시간 매체를 이용하여, 앞에서 예를 든 멀티미디어 응용을 DTSM 모델로 나타낸 것이다.

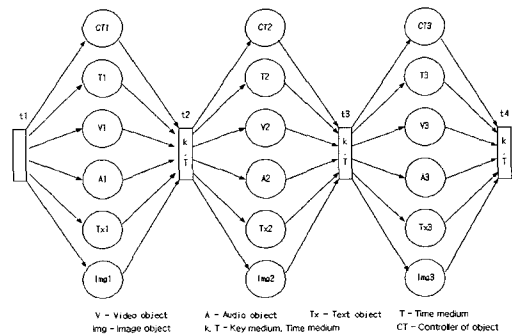


그림 1. DTSM 모델
Fig. 1. DTSM Model.

오디오는 비디오에 비해 지연에 민감한 특성을 지니므로 전이 t2에서 비디오 객체 V1의 늦은 전송에 의해 오디오 객체 A2의 재생이 지연되어서는 안된다. 예를 들어 비디오 객체, 텍스트 객체, 이미지 객체. 그리고 오디오 객체를 표현하려고 한다. 이미지 객체 Img2가

꼭 스크린 상에 표시되어야 할 객체라면 t_3 의 점화 조건식을 키 매체인 오디오와 이미지가 도달하면 비디오 객체의 수신지연에 상관없이 오디오 A2와 이미지 Img2가 끝남과 동시에 전이 t_3 를 점화시킬 수 있다. OCPN에 있어서는 각 미디어의 모두 끝나야 전이의 점화가 된다.

DTSM 모델에서는 각 미디어 객체에 대한 키 매체를 동적으로 정의할 수 있고 점화 조건을 키 매체와 시간 매체로 함으로써 OCPN에서의 동기화 관계와 RTSM에서의 실시간 동기화 관계를 포함하여 다양한 동기 관계를 모델링할 수 있게 된다.

DTSM의 점화 규칙은 다음과 같다.

- 1) 객체 제어기는 각 플레이스들의 키 매체를 판단하여 다음 전이에 키 매체의 정보와 시간 매체를 전송한다.
- 2) 시간 매체의 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 set하여 이 전이를 먼저 점화시킨다.
- 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.

DTSM-Net 알고리즘은 다음과 같이 DTSM을 시뮬레이션 한다.

DTSM-Net Algorithm :

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

CT에 의한 key medium 결정

if (Tover) or (\forall key medium playout) then

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

t_i 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 없

는 가지에 대해 시행된다.

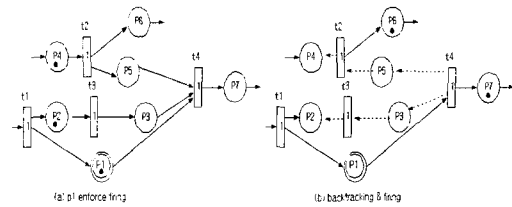


그림 2. 점화 규칙의 백트래킹

Fig. 2. Backtracking of firing rule.

그림 2의 (a)에서 보는바와 같이 전이 t_4 는 플레이스 p_3 와 p_6 의 상태와 상관없이 p_1 의 플레이가 끝나자마자 즉시 점화된다. 그러나 t_4 가 점화될 때 p_2 와 p_4 에 토큰이 있다면 이들 토큰을 제거하여야 한다. 이와 같이 토큰을 제거하기 위한 작업이 백트래킹이다.

그림 2의 (b)에서는 백트래킹하는 과정을 나타내고 있다. 플레이스 p_i 객체의 행동이 끝나게 되면 전이 t_4 가 점화하는데 입력 플레이스의 토큰을 제거하기 전에 해당 전이의 입력 플레이스중 플레이스를 포함하고 있는 가지에 대해 백트래킹을 한다. 객체 제어기와 키 매체 및 시간 매체의 개념을 살펴보면 다음과 같다.

CT(Controller)는 객체 제어기로서 몇 개의 플레이스와 어떤 객체가 키 매체인지의 정보를 갖는다. 이 정보를 시간 매체 및 다음 전이에 전송하는 기능을 갖는다. 그림 1에서 만약 오디오와 이미지 그리고 텍스트가 키 매체로 정해졌다면 객체 제어기는 오디오 객체 A1과 이미지 객체 Img1 그리고 텍스트 객체 Tx1의 정보를 다음 전이에 부여한다.

키 매체는 어떠한 플레이스도 될 수 있다. 만약 특정한 매체의 플레이스가 키 매체 플레이스로 정해졌다면 이 매체는 동기화를 위하여 다른 미디어의 늦은 전송 때문에 전이가 지연되는 상태로 되지는 않을 것이다. 더욱이 키 매체가 늦게 전송이 된다면 다른 매체는 기다리게 된다. 키 매체는 특정한 매체를 의미한다.

모든 미디어는 네트워크를 거쳐서 전송되기 때문에 실시간 제약을 초과하는 경우가 발생한다. 키 매체가 이렇게 지연된다면 시간 매체에 의해 점화가 가능하다. 예로서 만약 키 매체인 오디오가 늦은 전송으로 도달되지 않는 패킷을 기다리면서 실시간 제약을 초과하고 있다면 시간 매체가 작동되어야 한다.

시간 매체는 가상 매체이고 두 전이 사이의 실시간 제약을 지정하는 결정적 시간주기를 포함한다. 본 논문

에서 시간 매체의 기능은 일정 시간이 지나도 키 매체가 전송되지 않는다면 시간 매체가 키 매체의 역할을 대신해 다음 전이를 발화시켜 준다.

III. 제한한 멀티미디어 동기화 모델의 검증

미디어간 동기화에 대한 QoS 파라미터 처리를 위하여 각 플레이스 p는 키 매체 외에 시간과 관련된 4가지 파라미터인 소비되어야 할 시간, 지속시간, 최대 허용 스큐 값, 최대 허용 지터 값을 가지고 있다. T_d로 표시되는 지속시간은 해당 미디어의 재생 또는 디스플레이가 지속되어야 할 시간 길이 즉 지속시간을 나타내는 파라미터이다.

최대 허용 스큐 값은 T_s로 표시되고, 미디어 스트림간의 스큐에 대한 허용치를 나타내는 파라미터이다. 미디어간의 유효스큐 값이 0일 때 두 미디어 스트림은 완전한 동기상태가 요구된다는 것을 의미한다.

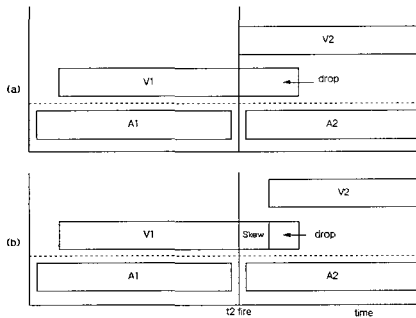


그림 3. 허용 스큐 값의 시간관계
Fig. 3. Time relation of allowable skew value.

T_j로 표시되는 최대 허용 지터 값은 각각의 단말 미디어 사이의 시간 차이를 나타내는 파라미터이다.

그림 3은 비디오와 오디오 객체가 수신측에 도착하여 재생되고 있는 시간관계를 표현하고 있다. 그림 3의 (a)경우는 오디오와 비디오 객체 사이의 일반적인 동기화 관계를 나타내며 v1은 전이 t₂에서 drop으로 표시되는 부분만큼 잘려서 재생되는 것을 나타내고 있다.

그림 3의 (b)경우는 V1객체의 패킷이 통신망에서의 지연으로 인해 전이 t₂가 점화한 후에 도착하고 있다. 늦게 도착한 부분은 동기화 관계에서 벗어났다고 해서 폐기(drop)되기 보다는 동기 상태로 인식될 수 있는 범위내에서는 재생하는 것이 비디오의 서비스 품질을 향상시킬 수 있다. 즉, V2의 재생을 스큐만큼 지연시켜

V1을 스큐만큼 추가하여 재생한다.

그림 4에서 V1의 경우 허용지터를 다음과 같은 T_{cri} = T_{cri} - T_{jri} (R는 key medium resource)에 반영하면 T_{cvi} = 30ms가 되며, 다음과 같은 식이 성립된다.

$$T_{cri+1} = T_{dri+1} + \min(T_{cri}, T_{sri}) \dots \dots \dots (1)$$

식 (1)에서 이 30ms는 최대 허용 스큐 값 20ms를 초과하므로 최대 허용 스큐 값20ms만 V2에 넘겨주게 되고 V2의 지속시간 100ms와 합쳐져 120ms의 소비시간이 설정된다.

그림 4는 키 매체를 가진 파라미터의 초기값을 설정하는 보여주고 있다. 그림 4에서 t1이 점화되기 위해서 키 매체 오디오 객체 A1과 텍스트 객체 Tx1은 끝나야 한다. 예에서 오디오 객체 A1은 150ms의 지속시간을 가지고 150ms의 자원을 소비하며, 텍스트 객체 Tx1은 100ms의 지속시간을 가지고 100ms의 자원을 소비하였다고 가정하면 오디오 객체 A1의 소비시간 T_{ca1}과 Tx1의 소비시간 T_{ctx1}은 0이 된다.

전이가 점화된 시점에서 비디오 객체 V1의 지속시간은 100ms이며 70ms의 자원을 소비하였고, 이미지 객체

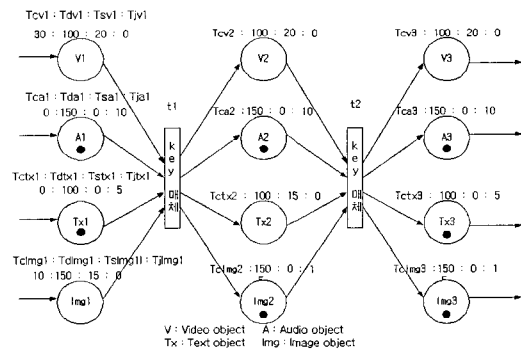


그림 4. 소비시간 설정
Fig. 4. setting of consumption time.

Img1의 지속시간은 150ms이며 140ms의 자원을 소비하였다고 하면, 우선 키 매체 오디오 객체 A1과 텍스트 객체 Tx1의 최대 허용 지터 값들중 적은 값을 결정 한 후, 비디오 객체 V1과 Img1은 지터 값 만큼 추가로 소비한다.

즉, 5ms만큼 소비하기 때문에 비디오 객체 V1은 25ms가 남은 시간이 되고, 이미지 객체 Img1은 5ms가 남게 되며 식 (1)을 적용하면 된다. 비디오 객체 V1의 경우 V1은 25ms가 최대 허용 스큐 값 20ms를 초과하

므로 최대 허용 스큐 값 20ms를 비디오 객체 V2에 넘겨 주게 되며, 비디오 객체 V2의 지속 시간 100ms와 합쳐져 120ms의 소비시간이 설정된다.

이미지 객체 Img1의 경우, 이미지 객체 Tcimg1은 5ms이므로 최대 허용 스큐 값 15ms보다 적기 때문에 Tcimg1의 값을 이미지 객체 img2에 넘겨 주게 되며 이미지 객체 img2의 지속시간 150ms와 합쳐져 155ms의 소비시간이 설정된다.

이와 같이 동적으로 최대 허용 지터 값과 최대 허용 스큐 값을 적용함으로써 효율적인 서비스 품질을 나타내며 동기화를 맞출 수 있다.

IV. 시뮬레이션

본 논문은 시뮬레이션 환경을 Ethernet상의 WAN 환경으로 하였다. 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 기존 모델과 비교평가 하기 위해서 오디오와 비디오 미디어로 제한하였다. 우리는 1Kbyte의 PCM 인코딩된 오디오 데이터와 120 X 120 크기의 비디오 데이터를 가지고 실험하였다. 평가의 척도로는 각 미디어에 대해 동기 관계가 유지되면서 수용된 패킷의 수를 이용한다. 최대 허용 지터 값과 최대 허용 스큐값을 포함한 DTSM 모델과 동기 영역에서 수용된 패킷의 수와 손실된 패킷의 수를 이용하여 비교 평가하였다.

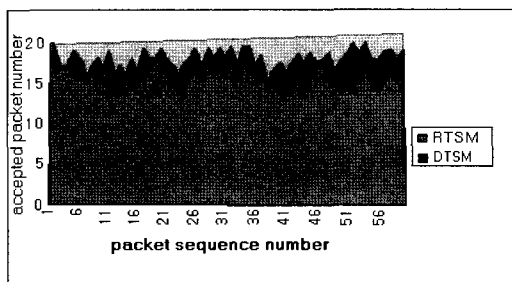


그림 5. 수신된 비디오 패킷 수
Fig. 5. received video packet number.

그림 5는 비디오 패킷에 대한 평가 그래프이다. 수평축의 패킷 순서 번호는 초당 발생하는 20개의 패킷에 공

통적으로 부여되는 번호이다. 본 실험에서 최대 허용 지터 값 10ms를 적용하였다.

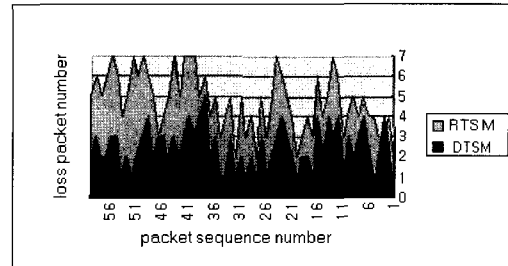


그림 6. 손실 패킷수
Fig. 6. loss packet number.

그림 6은 RTSM과 DTSM모델을 적용하였을 때 손실된 패킷의 수를 나타내고 있다. DTSM모델이 RTSM 모델보다 패킷이 적게 손실되었음을 나타낸다.

DTSM 모델에서 제안한 최대 허용 지터값을 적용하여 DTSM 모델이 RTSM 모델에 비해 서비스 품질이 더 많이 보장되었다. 그러므로 제안한 모델의 서비스 품질이 향상되었음을 평가하였다. 본 논문에서는 Java 언어로 시뮬레이션을 수행하였다.

V. 결 론

본 논문에서 제안한 모델은 서비스 품질을 효율적으로 이용한 모델링이 가능한 독특한 특성을 가지고 있다. 대부분의 멀티미디어 응용은 사용자와 상호작용을 하면서 동작하기 때문에 이는 매우 중요한 특성이다. 뿐만 아니라 제안된 모델은 동적 키 매체 및 시간 매체를 효율적으로 적용하여 OCPN이나 RTSM 모델에서의 문제점을 해결하였다. 그러므로 서비스 품질의 향상을 도모할 수 있도록 하였다.

OCPN 모델을 개선한 RTSM 모델의 경우 서비스 품질이 저하되는 현상이 두드러진다. 이러한 서비스 품질 측면을 고려한 본 모델의 결과는 양호한 것으로 나타난다.

제안한 모델은 서비스 품질 측면에서는 RTSM을 개선하여 효율적으로 서비스 품질을 향상시켰다.

향후 연구 방향은 사용자와의 상호 작용을 고려한 정형화된 멀티미디어 모델을 만들어 모든 멀티미디어 응용 프로그램에 적용 가능한 동기화 모델을 확립하는 것이다.

참 고 문 헌

- [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 JSAC, Vol.14, No.1, Jan. 1996.
- [4] M. J. Perez-Luque and T. D. C. Little, "A Temporal Reference Framework for Multimedia Synchronization," IEEE JSAC, 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 JSAC, Vol.14, No.1, Jan. 1996.
- [6] T. D. C. Little, and Arif Ghafoor, "Multimedia Synchronization Protocols for Broadband Integrated Services," IEEE JSAC, Vol. 9, No.9, Dec. 1991.
- [7] T. D. C. Little, and Arif Ghafoor, "Synchronization and Storage Models for Multimedia Objects," IEEE JSAC, Vol. 8, No.3, Apr. 1990.
- [8] J. L. Peterson, Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice-Hall, 1981.
- [9] Tadao Murata, "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications," The Proc. IEEE, 77-4, 1989.
- [10] R. Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia Systems," IEEE JSAC, Vol. 8, No.3, Apr. 1990.
- [11] N. U. Qazi, M. Woo, and A. Grafoor, "A Synchronization and communication model for distributed multimedia objects," Proc. of ACM Multimedia, 1993.
- [12] S. Ramanathan and P. V. Rangan, "Feedback Techniques for Intra-Media Continuity and Inter-Media Synchronization in Distributed Multimedia Systems," The Computer Journal, Vol. 36, No.1, Oct. 1993.
- [13] P. W. Jardetzky, and C. J. Sreenan, and R. M. Needham, "Storage and synchronization for distributed continuous media," Multimedia Systems/Springer-Verlag, 1995.
- [14] E. Biersack, W. Geyer, and C. Bernhardt, "Intra- and Inter-Stream Synchronization for Stored Multimedia Streams," Proc. of IEEE Multimedia'96, pp. 372-381, 1996.

저 자 소 개



李根旺(正會員)

1993년 대전 산업대학교 전자계산학과 학사. 1996년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사. 1999년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사과정 수료. 1996년 3월~현재 숭실대학교 시간강사



吳海石(正會員)

1975년 서울대학교 계산통계학과 학사. 1981년 서울대학교 계산통계학과 석사. 1989년 서울대학교 계산통계학과 박사. 1982년 3월~현재, 숭실대학교 교수