

지연지터시간을 이용한 멀티미디어 동기화 기법

이근왕^{1*}, 전호익²

¹청운대학교 멀티미디어학과, ²해전대학교 국방전자부사관과

Mechanism of Multimedia Synchronization using Delay Jitter Time

Keun-Wang Lee^{1*} and Ho-Ik Jun²

¹Dept. of Multimedia Science, Chungwoon University

²Dept. of Military Electronics for Non Commissioned Officer, Hyejeon College

요 약 본 논문에서는 만족스런 서비스 품질을 제공하는 페트리 넷 기반의 멀티미디어 동기화 모델을 제안한다. 제안한 모델은 실시간 특성을 나타내는 데이터의 서비스 품질을 보장할 수 있는 가변적 버퍼를 적용하였다. 본 논문은 동기화 구간 조절을 처리하기 위해 지연 지터를 적용함으로써 트래픽 증가로 인한 미디어 데이터의 손실 시간 및 지연시간의 변화로 인한 데이터 손실을 감소시켰다. 그리고 스무딩 버퍼의 대기 시간을 가변으로 처리함으로써 지연시간의 변화로 인한 불연속을 감소시켰다. 제안된 논문은 고품질 서비스의 보장을 요구하는 시스템에 적합하며, 재생율 증가와 손실을 감소 등 서비스 품질을 향상시켰다.

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. This paper decreases the data loss resulted from variation of delay time and from loss time of media-data by means of applying delay jitter in order to deal with synchronization interval adjustment. Plus, the mechanism adaptively manages the waiting time of smoothing buffer, which leads to minimize the gap from the variation of delay time. The proposed paper is suitable to the system which requires the guarantee of high quality of service and mechanism improves quality of services such as decrease of loss rate, increase of playout rate.

Key Words : Multimedia, Synchronization, Petri-net. Quality of Service

1. 서론

멀티미디어 서비스에서 서비스 품질과 관련하여 동기화가 핵심적인 기능으로 요구되는 이유는 시간관계가 훼손된 멀티미디어 데이터에 대해 응용서비스의 요구사항이나 각 미디어의 손실 및 지연에 대한 인간의 인지 한계 등을 이용해서 가능한 원래의 시간관계와 유사하게 출력 되도록 하기 위하여 인위적인 동기화 기능의 개입을 필요 한다[1].

멀티미디어 시스템에서의 동기화에서 고려해야 할 두

가지 측면이 있다. 미디어내 동기화와 미디어간 동기화이다[1,2].

멀티미디어 동기화가 멀티미디어 데이터의 표현상의 동기를 말하는 것이기에 때문에 기능은 주로 응용의 입장에서 동기를 맞추는 것이 된다[3,4]. 제안된 동기화 기법은 최대 지연 지터 시간을 이용한 멀티미디어 동기화 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 멀티미디어 동기화에 대한 관련 연구를 서술한다. 3장에서는 제안하는 동기화 기법을 서술한다. 4장에서는 제안한 멀티미디어 동기화 기법을 서술한다.

본 논문은 2012년도 청운대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Keun-Wang Lee

Tel: +82-41-630-3291 email: kwlee@chungwoon.ac.kr

접수일 12년 10월 12일 수정일 12년 11월 06일

게재확정일 12년 11월 08일

어 동기화 기법의 시뮬레이션 결과를 서술하고, 5장에서 는 결론을 내리고 추후 연구 방향에 대하여 논의한다.

2. 관련연구

멀티미디어 동기화를 위해 많은 기법이 제안되었다. Escobar은 이 기법을 위해 글로벌 클락을 제안하였다. 세 번째 방법은 Little의 수신측에서 버퍼를 제공한다. 버퍼 의 레벨을 체크함으로써 수신된 프레임은 재생되거나 네 트워크 부하와 연관된 것은 폐기시킨다[5]. 마지막 방법은 송신측에서 제어 기법을 제안하였다. Rangan은 송신측이 전송 상태를 체크하여 프레임을 제어하는 피드백 기술을 제안하였다[7]. 수신측은 전송 속도가 재생되는 속도 보 다 빠르거나 느릴 때 송신 측에 피드백을 보내게 된다. 송신측은 수신측으로부터 피드백에 관련된 어떤 프레임 을 스킵하거나 같은 프레임을 보낸다[8].

지연 지터는 불연속의 원인이 된다. 약간의 불연속을 기꺼이 허용한다면 최악의 end-to-end 지연보다 더 적은 지연으로서 표현하는 것을 선택할 수도 있다. 여기에서 그 프레임을 버릴 것인지의 I-전략과 표현할 것인지의 E-전략[5] 등 두 가지의 전략이 있다. I-전략은 논리시간보 다 더 큰 end-to-end 지연을 갖는 프레임은 버려진다. E-전략은 늦은 프레임은 다음에 표현된다. 본 논문에서는 최대 지연 지터 시간을 이용한 동기화 기법을 제안한다.

3. 제안된 동기화 기법

본 장에서는 지연 지터 기법을 서술하고 서비스 품질 을 평가 한다. 멀티미디어 동기화가 멀티미디어 데이터의 표현상의 동기를 말하는 것이기 때문에 기능은 주로 응 용의 입장에서 동기를 맞추는 것이 된다[9-14].

각 패킷의 동기화 구간의 크기를 T_s 라고 할 때, i 번째 패킷이 T_i 라는 시간에 출력되었으면 $i+1$ 번째 패킷은 $T_i + T_s$ 시간에 출력되어야 미디어간 동기화가 이루어질 것 이다. 그러나 연속 미디어 데이터는 그 종류에 따라 어느 정도의 불연속을 허용한다.

[성질 1] 음성 미디어는 최대 지연 지터 시간이 10ms 이하이면 서비스 품질에 영향을 주지 않고 일시적인 불 연속을 허용한다.

동기화 구간 조정 기법을 기반으로 한 미디어 내 동기 화 기법을 설명하면 다음과 같다. 프레젠테이션 장치로 출력되어야 할 단위 시간당 패킷의 개수를 N 이라고 하

면, 단위 시간당 각 패킷들이 $1/N$ 시간 간격으로 출력되 어야 하므로, 해당 미디어 데이터 스트림을 구성하는 패킷들 간의 정상적 동기화 구간 Δ 는 $1/N$ 이 된다.

[성질 2] 불연속 허용률을 δ 라고 하면 확장된 동기화 구간 $\Delta' = \Delta + \delta$ 이 된다.

미디어 데이터 스트림 i 에 대한 j 번째 패킷이 M_{ij} 라는 시간에 프레젠테이션 되었다면 $j+1$ 번째 패킷의 프레젠테 이션 시점은 $M_{i(j+1)} = M_{ij} + \Delta'$ 가 되어야 미디어 내 동 기화를 달성할 수 있다.

[성질 3] $j+1$ 번째 패킷의 버퍼 내 도착 시점을 $B_{i(j+1)}$ 라고 하면 $B_{i(j+1)}$ 이 $M_{i(j+1)}$ 보다 작거나 같으면 동기화 조건을 만족한다.

미디어 간 동기화를 위해서 j 번째 패킷과 $j+1$ 번째 패킷은 동기화 구간 내에서 다음의 식1을 만족해야 한다.

$$\begin{aligned}
 B_{ij} &\leq M_{i(j+1)} \\
 &\leq M_{ij} + \Delta' \\
 &\leq M_{ij} + \Delta + \delta \\
 &\leq M_{ij} + 1/N + \delta
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

위의 동기화 조건을 기반으로 한 미디어 내 동기화 기법을 제안한다. 만약, j 번째 패킷이 위의 동기화 조건을 만족하지 못할 때에는 일시적인 비동기화 현상이 발생하 게 된다. 이러한 경우에는 응용이 허용하는 한도에서 적 절한 동기화 절차가 수행되어야 한다.

[성질 4] 프레젠테이션 장치의 출력 속도가 변화되면 정상적인 동기화 구간의 크기도 변화된다.

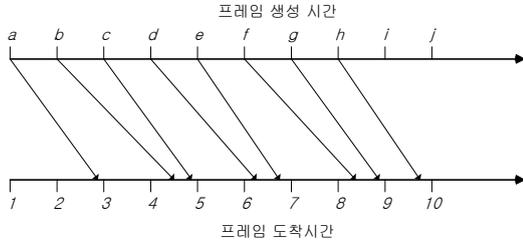
확장된 동기화 구간에 의해 동기화된 패킷의 수가 많 으면 원래의 정상적인 동기화 구간과의 스루가 발생한다.

수신지에서는 지연되어 도착하는 프레임들이 일정하 게 지연시간을 갖는다면 문제가 되지 않겠지만 대부분 불규칙한 지연시간을 갖게 된다. 즉 지터가 크게 된다. 그림 1은 트래픽이 적은 경우를 보이고 있고, 그림 6은 트 래픽이 많은 경우를 보이고 있다. 결국 그림 6은 더 많은 프레임을 담는 버퍼가 요구되고, 잠재적 지연시간(display latency)은 늘어나게 된다.

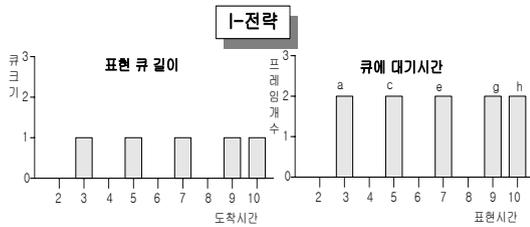
대부분의 회의 시스템에서는 불연속이 너무 자주 일어 나지 않는 한, 적은 지연시간으로서 적은 불연속을 갖고 서 표현하는 것이 많은 지연시간으로서 불연속 없이 표 현하는 것보다 좋은 품질을 나타낸다.

뿐만 아니라, 약간의 불연속을 기꺼이 허용한다면 최 악의 end-to-end 지연보다 더 적은 지연으로서 표현하는

것을 선택할 수도 있다. 여기에서 그 프레임을 버릴 것인지의 I-전략과 표현할 것인지의 E-전략 등 두 가지의 전략이 있다.



[그림 1] 지연지터
[Fig. 1] Delay jitter

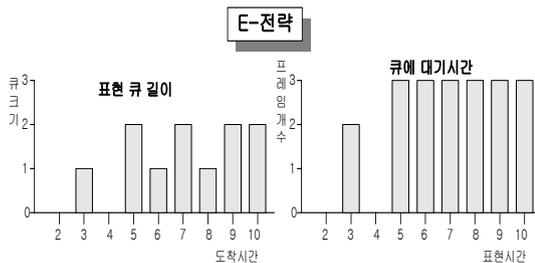


[그림 2] I-전략
[Fig. 2] I-strategy

[성질 5] I-전략은 논리시간보다 더 큰 end-to-end 지연을 갖는 프레임은 버린다.

$$B_{ij} \leq M_{ij} + \Delta \quad [2]$$

I-전략은 프레젠테이션 시점이전에 패킷의 버퍼내 도착 시점이 이루어져야 한다. 그러므로 [성질 3] 조건에 만족하지만 불연속 허용률 δ 를 고려하지 않았으므로 [성질 2]에 만족하지 못하는 전략이다.



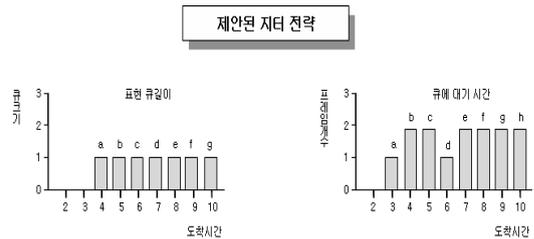
[그림 3] E-전략
[Fig. 3] E-strategy

[성질 6] E-전략은 늦은 프레임은 버퍼에 대기한 후 다음시점에 표현된다.

$$B_{ij} \leq 2(M_{ij} + \Delta + \delta) \quad [3]$$

이 전략은 하나의 늦은 프레임 이후의 모든 프레임의 지연시간이 증가되는 효과를 갖는다.

그림 2와 그림 3은 I-전략과 E-전략의 방법을 보이고 있다. I-전략의 잠재적 지연 파라미터는 2 프레임 단위이다. 그림 2와 그림 3의 표현 큐 길이는 각 시작 표현시점부터 버퍼 큐의 길이를 보이고 있고, 큐에 대기시간은 각 시작 표현시점에서 표현될 프레임의 지연을 나타낸다. 각 막대기는 시작 표현시점에 표현되는 프레임의 획득시간과 함께 표시되어 있다. 예를 들어, b, d, f는 2 프레임 단위보다 더 긴 end-to-end 지연시간에 도착해서 버려진다. 그래서 I-전략은 시작 표현시점 4, 6, 8에서 표현 시에 3번의 불연속을 포함하게 된다.



[그림 4] 제안된 전략
[Fig. 4] Proposed Strategy

그림 3의 E-전략은 b 프레임 단위 4에서 불연속을 발생시키지만, b는 버퍼 큐에 놓이게 되고 결국 3 프레임 단위의 지연을 갖는 단위 5에서 표현된다. 프레임 b 이후에 어떤 프레임도 end-to-end 지연이 3 프레임 단위보다 크지 않으므로 이후에는 불연속이 생기지 않는다. 결국, E-전략이 좋다는 결론이 나온다. E-전략은 가장 작은 가능한 초기 지연으로서 프레임을 표현하기 시작하여 지연 지터를 이용해 지연시간을 길게 조정한다.

E-전략의 결과는 아직 나타나지 않는 어떤 end-to-end 지연보다 더 크게 될 지연시간을 다이내믹하게 조정함으로써 공간 없이 프레임을 표현하기에 충분한 지연시간을 발견하는 것이다. E-전략은 I-전략보다 늦게 표현되는 단점은 있지만 많은 프레임을 표현할 수 있을 때는 적합하다.

[정리 1] 표현시점을 지연지터의 가변 시간만큼 기다린 후 재생한다.

[증명] [성질 1][성질 2]의 해당 미디어 데이터가 허용

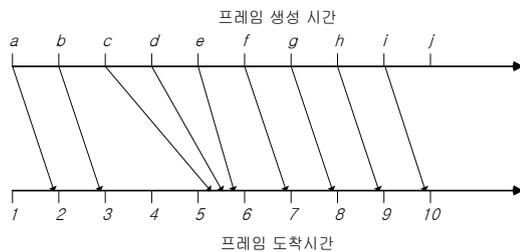
하는 순간 불연속 허용률을 δ 라고 하면 확장된 동기화 구간 $\Delta' = \Delta + \delta$ 이 된다는 것을 고려하였으며 [성질 4-3]의 $j+1$ 번째 패킷의 버퍼 내 도착 시점을 $Bi(j+1)$ 라고 하면 $Bi(j+1)$ 이 $Mi(j+1)$ 보다 작거나 같아야 동기화 조건을 만족한다.

$$\begin{aligned}
 Bi_j &\leq Mi(j+1) \\
 &\leq Mij + \Delta' \\
 &\leq Mij + \Delta + \delta \\
 &\leq Mij + 1/N + \delta
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

제안된 전략은 미디어 데이터 스트림 i 에 대한 j 번째 패킷이 Mij 라는 시간에 프레젠테이션 되었다면 $j+1$ 번째 패킷의 프레젠테이션 시점은 $Mi(j+1) = Mij + \Delta'$ 가 된다. 즉, 미디어 간 동기화를 위해서 j 번째 패킷과 $j+1$ 번째 패킷은 동기화 구간 내에서 식 [4]를 만족한다.

그림 4의 제안된 지터전략은 I-전략과 E-전략의 단점을 보완한 전략이다. 지연에 의해 늦은 프레임이 발생하였을 때 무조건 삭제하거나 무조건 기다림으로써 다음 표현시간에 표현하는 것이 아니라 표현시점을 지연지터 시간만큼 기다린 다음 표현을 한다. 그림 4에서 보는바와 같이 최대 지연 지터 시간의 보상에 의해 b, d 프레임이 단위 4, 6에서 표현할 수 있다.

그러나 f 프레임 단위 8은 최대 지연 지터 시간을 적용하였는데, 너무 늦은 지연으로 인해 보상할 수 없는 경우를 나타낸다.

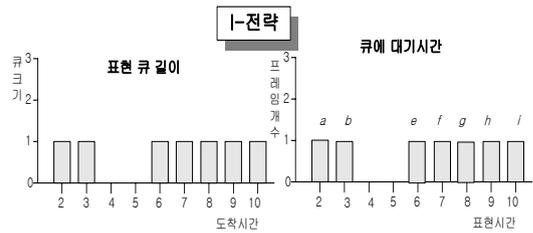


[그림 5] 지연지터
[Fig. 5] Delay jitter

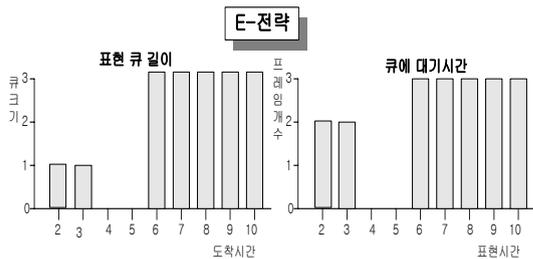
그림 5는 I-전략이 E-전략보다 더 좋은 프레임 수신 상황을 보이고 있다. 프레임 c와 d는 네트워크 트래픽 때문에 늦게 도착했다.

그림 6, 7과 같이 트래픽이 많을 때의 I-전략과 E-전략은 각각 표현시간 4, 5에서 불연속을 갖는다. 그러나 E-전략은 큰 지연시간 후에 프레임을 표현하지만, 1 프레임 단위의 지연시간을 갖는 I-전략은 낮은 지연시간 후에 프

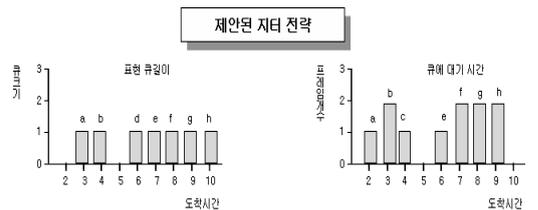
레이름을 표현한다.



[그림 6] I-전략
[Fig. 6] I-strategy



[그림 7] E-전략
[Fig. 7] E-strategy



[그림 8] 제안된 전략
[Fig. 8] Proposed Strategy

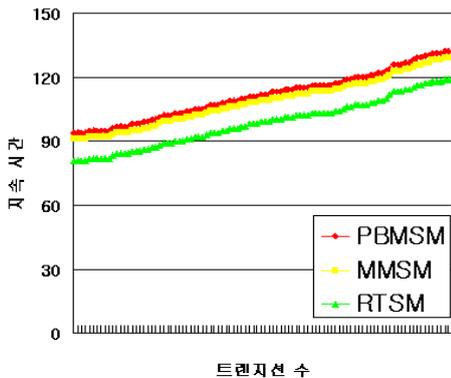
그림 8의 제안된 지터전략을 보면 c 프레임 단위 4는 너무 늦은 지연으로 인해 스킵을 하였고, d 프레임 단위 5는 최대 지연 지터 시간을 적용하여 보상한 결과를 나타낸다.

4. 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

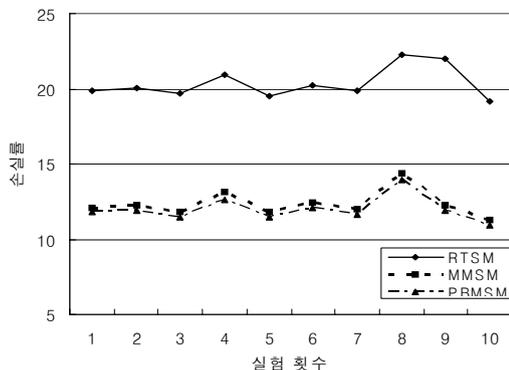
모델에서 제안한 가변적 지속시간을 적용하여 PBMSM 모델이 비교 대상 모델에 비해 서비스 품질이 향상되었다. 본 논문에서 제안하고 있는 최대 지연 지터 시간을 이용한 지연 지터 기법과 재생 기법의 재생시간과 손실 시간을 기존의 모델과 비교 분석한다. 먼저 본 논문에서 오디오가 정상적으로 도착하였을 때의 경우와 오디오가 비정상적으로 도착하였을 경우를 타 방법과의 비교를 통해 본 논문에서 제안한 방법의 우수성을 보인다.

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



[그림 9] 재생시간 결과
[Fig. 9] Playout time result

그림 9는 오디오 객체가 일찍 도착하였을 때의 RTSM 모델, MMSM 모델과 PBMSM 모델의 재생시간을 비교한 결과이다. 제안한 PBMSM 모델이 약 3%의 재생률을 향상시켰다.



[그림 10] 손실률 결과
[Fig. 10] Loss rate result

그림 10은 오디오가 정상적으로 도착하였을 때의 RTSM 모델, MMSM 모델 PBMSM 모델의 손실률을 10 번의 실험을 통해 얻어진 결과이다.

5. 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.

References

- [1] G. Blakowski and R. Steinmetz, "A Media Synchronization Survey," *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] 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.
 - [8] P.V.Rangan, S.Ramanathan, et al., "Techniques for Multimedia Synchronization in Network File Systems," *Computer Communications*, Vol.16, No.3, Mar. 1993.
 - [9] K.W. Lee, "Mobile-Based Synchronization Model for Presentation of Multimedia Objects", LNCS 3036, 2004.
 - [10] Hyun-Soo Jin, "Design of Internet Traffic Monitoring System Using TCP/IP", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.4, pp. 99-104, August, 2010.
 - [11] Jun young Heo, "QoS-guaranteed Routing for Wireless Sensor Networks", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL. 11, No. 6, pp.23-29, December, 2011.
 - [12] Sun Jin Oh, "An Anomaly Detection Method for the Security of VANETs", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.2, pp. 77-83, April, 2010.
 - [13] Young-HeeCho,Gye-SungLee, "Prediction on Clusters by using Information Criterion and Multiple Seeds", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.6, pp.145-152, December, 2010.
 - [14] Ho-YoungHwang,Hyo-JoongSuh, "The Multi-path Power-aware Source Routing(MPSR) for the Maximum Network Lifetime in Ad-Hoc Networks", *Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication*, VOL.10, No.5, pp.21-29, October, 2010.

이 근 왕(Keun-Wang Lee)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 부교수

<관심분야>

멀티미디어통신, 멀티미디어 응용, 교육콘텐츠

전 호 익(Ho-Ik Jun)

[정회원]



- 1986년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (석사)
- 1998년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (박사)
- 1992년 ~ 현재 : 해전대학 국방전자부사관과 부교수

<관심분야>

공장자동화 알고리즘 설계