

논문 2008-5-2

멀티미디어 콘텐츠를 위하여 개선된 ODMRP

Advanced On-Demand Multicast Routing Protocol For Multimedia Contents

김도연*, 조진웅**, 박승권*

Do-Yeon Kim, Jin-Woong Cho and Sung-Kwon Park

요 약 멀티미디어 콘텐츠 전송을 위한 모바일 애드-혹(ad-hoc) 네트워크 라우팅 프로토콜은 네트워크의 QoS를 보장해야 때문에 적은 지연 시간과 설립된 경로를 유지하는 것을 필요로 한다. 이 논문에서 제안하는 프로토콜인 HODMRP(History-based On-Demand Multicast Routing Protocol)는 경로를 설립하기 위하여 session history라는 기준을 추가함으로써 강화된 On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP)이다. 만일 경로가 깨지는 경우가 발생한다면, session history에 의하여 이미 선택된 여분의 안정적인 경로를 이용하여 전송할 수 있다는 것이 이 프로토콜의 특징이다. HODMRP는 시뮬레이션 결과에 의할 때 ODMRP보다 더 나은 패킷 전송률(PDR) 값과 더 낮은 지연 시간을 가진다.

Abstract A mobile ad-hoc network routing protocols for transmission of multimedia contents need to have low delay time and to maintain the established route because it should secure quality of service(QoS) of the network. In this paper, the proposed protocol, termed HODMRP (History-based On-Demand Multicast Routing Protocol), is enhanced On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP) by adding the criterion which is the session history for establishing route. The characteristic of this protocol is that data can be transmitted using the redundant route which is already selected by session history, if it occurs that the route is broken, HODMRP have better Packet Delivery Ratio (PDR) value and lower delay time than ODMRP by the simulation results.

Key Words : 애드 혹 네트워크, 모바일 네트워크, ODMRP

1. 서 론

모바일 애드 혹(ad-hoc) 네트워크(MANET)[10]는 이미 시설되어 있는 어떤 설비들에 의존하여 통신을 행하는 것이 아니라 각각의 노드들끼리 서로 간 통신할 수 있는 이동성을 가지는 노드들로 구성되는 일시적인 네트워크이다. 따라서, 모바일 애드 혹 네트워크는 자주 그리고 예측할 수 없는 노드의 이동성 때문에 매우 동적인 네트워크라는 특성을 가지고 있다. 이러한 특성은 필연적

로 네트워크 연결성의 유지라는 문제를 야기하게 되며, 이를 극복하기 위하여 모바일 애드 혹 네트워크에서의 라우팅은 위상이 빠르게 변화하는 것에 대한 대응의 수준이 매우 높아야 한다. 반면, MANET의 장점 중 하나는 어떤 노드의 주변 혹은 둘레의 많은 노드들이 전파 특성에 의하여 동시에 데이터 패킷을 수신할 수 있다는 브로드캐스트 특성이고, 이와 같은 MANET의 장점을 이용한 것이 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이다.

MANET을 위한 라우팅 프로토콜은 proactive 프로토콜 또는 reactive 프로토콜들로 분류된다. On-demand 프로토콜로도 불리는 reactive 프로토콜은 유저의 요청(request)과 같은 네트워크 내의 어떤 사건(event)들에

*정회원, 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부

**정회원, 전자부품연구원 통신 네트워크 센터

접수일자 2008.9.10, 수정완료 2008.9.30

대한 응답에서 상태 정보를 수집한다. On-demand 프로토콜은 주기적인 상태 업데이트의 필요성을 낮춤으로 인하여, proactive 프로토콜보다 더 낮은 오버헤드(overhead)를 초래한다. 그러나, reactive 프로토콜은 경로를 각 데이터 전송을 위하여 반복적으로 탐색해 주어야 하기 때문에 더 높은 지연(delay)시간을 가진다고 알려져 있다[11].

이러한 특성을 갖는 reactive 프로토콜은 그 구조에 의하여 트리 기반 프로토콜 또는 망(mesh) 기반 프로토콜들로 분류된다. 비동기 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 수행 성능(performance)이 낮아진다고 하더라도, 노드의 이동성과 트래픽 부하(load)의 증가와 같은 패킷 전달(delivery)과 그룹 의존성 때문에, 망 기반 프로토콜이 트리 기반 프로토콜보다 더 신뢰성이 높다고 할 수 있다. 이는 연결(link)이 실패(fail)일 경우 멀티캐스트 데이터그램이 모두 또는 대부분의 멀티캐스트 수신기에 전달될 수 있도록 하는 대체 경로가 존재하기 때문이다[12][13]. 이처럼 망 기반이고 멀티캐스트를 지원하는 reactive 프로토콜들 중 하나가 바로 On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP)이다.

또한, 방송 환경이 기존의 유선을 이용한 방식에서 무선 환경에서 방송하는 방식으로 변화해 나감에 따라 모바일 IPTV와 같이 무선 네트워크 환경에서 이동성을 가지는 노드들에 대한 영상 콘텐츠를 안정적으로 전송할 수 있는 서비스를 위한 프로토콜의 필요성이 점차 증대하고 있다.

이처럼 무선 환경에서 이동성을 가지는 각각의 노드들을 통해 즉 MANET에서 멀티미디어 콘텐츠를 전송하기 위하여, 본 논문에서는 session history라는 기준을 추가함으로써 강화된 History-based On-Demand Multicast Routing Protocol (HODMRP)를 제안한다. 이는 다른 콘텐츠와 비교했을 때 멀티미디어 콘텐츠가 갖고 있는 특성 때문이다. 멀티미디어 콘텐츠는 실시간(지연에 민감한 특성) 트래픽과 버스트(유류에 민감한 특성)가 결합되어 있다. 비디오와 오디오 같은 모든 실시간 트래픽은 대개 시간이 제한된 서비스와 대역폭 보장을 요구한다[14]. 그러므로, 멀티미디어 콘텐츠를 위한 모바일 애드 혹 네트워크 라우팅 프로토콜은 각 실시간 연결을 위하여 설립된 경로를 유지할 것과 지연시간을 감소시킬 것을 필요로 한다. 제안된 프로토콜인 HODMRP는 이러한 요구 사항을 만족하는 프로토콜이며, 그 이유는 아래

에서 설명하는 바와 같다.

- 1) HODMRP는 이미 잔여 경로를 선택한 것과 session history와 같은 기준에 의하여 대체 경로를 결정하기 때문에 지연 시간의 감소를 보장한다.
- 2) 깨어진 경로가 발생하였을 경우, 안정 특성의 session history를 기준으로 하여 잔여 경로들 중 하나로 대체하는 방법에 의하여 HODMRP는 설립된 경로의 안정성을 보장한다.

이 논문은 다음과 같은 순서로 구성되어 있다. 2장에서는 먼저 제안된 프로토콜에 대하여 상세하게 기술하여 설명한다. 3장은 ODMRP와 제안된 프로토콜의 성능을 시뮬레이션 결과에 기초하여 각 기준에 따른 측정값을 가지고 비교하는 내용을 포함한다. 마지막으로 4장에서는 결론의 내용이 주어진다.

II. 제안된 프로토콜의 구성

1. ODMRP

On-Demand Multicast Routing Protocol (ODMRP)[1][2][3]는 플러딩(flooding)에 의하여 멀티캐스트 패킷을 전달하는 노드들의 망(mesh) 구조를 생성하며, 그래서 경로 과잉(redundancy)이 발생한다. ODMRP는 On-demand 프로토콜이기 때문에, 영구적으로 경로 정보를 유지하지는 않는다. 멤버 노드들은 필요로 할 때마다 초기화되고, 명시적인 leave 메시지는 전송하지 않는다. ODMRP에서, 그룹 멤버십과 멀티캐스트 경로는 요청 시 소스(source) 노드에 의하여 설립되고 업데이트 된다.

On-demand 유니캐스트 프로토콜과 유사하게, 요청 단계와 응답 단계로 프로토콜이 구성된다[1]. 멀티캐스트 소스 노드가 보낼 데이터를 가지고 있으나 라우팅 또는 멤버십 정보를 가지고 있지 않을 경우, JOIN DATA 패킷을 플러딩한다. 노드가 비 중복 JOIN DATA를 수신했을 때, 상향(upstream) 노드 ID를 저장하고 패킷을 다시 브로드캐스트한다. JOIN DATA 패킷이 멀티캐스트 수신자에 도착하면, 수신자는 JOIN TABLE을 만들고 이웃에게 브로드캐스트한다. 노드가 JOIN TABLE을 받으면, 자신의 ID가 목록의 다음 노드 ID와 일치하는지 검사한

다. 만일 그렇다면, 노드는 소스에의 경로를 설정하고 전송 그룹의 부분이 된다. 그 후 일치 목록으로 만들어진 자신의 JOIN TABLE을 브로드캐스트한다. JOIN TABLE은 멀티캐스트 소스에 가장 짧은 경로로 도달할 때까지 각 전달 그룹 멤버에 의하여 전파된다. 이 과정은 소스에서 수신자까지의 경로를 구성되거나 업데이트 하고, 노드와 전달 그룹의 망을 만든다. 멀티캐스트 전송자는 멤버십 정보를 초기화하고 JOIN DATA를 주기적으로 보냄으로써 경로를 업데이트한다. 그림 1은 ODMRP의 멀티캐스트 설정 과정을 설명하고 있다.

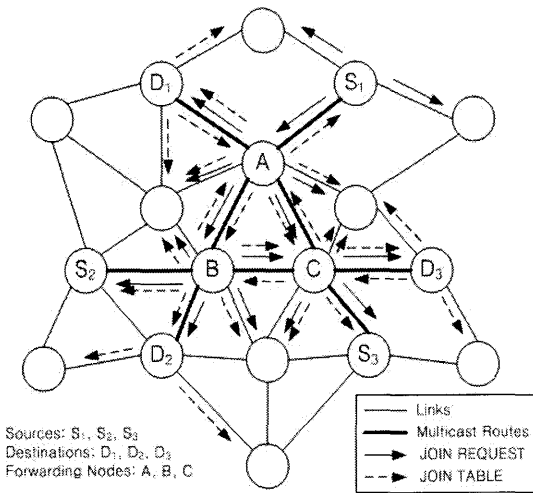


그림 1. ODMRP의 멀티캐스트 설정 과정
Fig. 1 Multicast Setup Procedure of ODMRP

데이터 전송 단계[1]는 두가지로 구별된다. 전달 노드이고 수신된 패킷이 중복이 아니라면, 노드는 데이터를 전송한다. 모든 전달 노드들이 데이터를 중계하기 때문에, 이동성 때문에 우선 경로가 끊어진 경우 잔여 경로는 데이터의 전달을 도울 수 있다. ODMRP의 또다른 유일한 특성은 유니캐스트 능력이다. ODMRP는 어떤 유니캐스트 라우팅 프로토콜과도 공존 가능할 뿐만 아니라, 유니캐스트 라우팅 프로토콜처럼 매우 유효하게 동작할 수 있다. 그래서, ODMRP가 채택된 네트워크는 별도의 유니캐스트 프로토콜을 요구하지 않는다.

이처럼 ODMRP에서는 경로가 끊어진 경우 잔여 경로 선택에 대한 기준이 명확하지 않으므로, 이를 보완하여 ODMRP의 잔여 경로들 중 안정성을 기초로 하며 다음 경로를 선택할 수 있도록 하는 기준이 존재하고 멀티미디어 콘텐츠의 특성을 지원할 수 있다면, 그것은 멀티미디어

컨텐츠를 위한 MANET 라우팅 프로토콜이 될 것이다. 따라서 이를 위한 기준으로 session history를 도입한 것이 본 논문의 핵심 아이디어이다.

2. Session History

History-based On-Demand Multicast Routing Protocol (HODMRP)은 'session history'와 같은 경로 결정 기준을 가지고 있다. Session history[4]는 어떤 시간 내에 통신 세션에 얼마나 많이 그리고 오래 노드가 포함되어 있었는지를 의미한다.

표 1. Session History를 위한 알고리즘
Table 1. Algorithm For Session History

```

history degree = 0;
recentSumOfDuration = 0;
recentNoOfPastSessions = 0;
if (noOfActiveSessions)
for (each active session)
if (sessionDuration > DURATION1)
history degree = 3;
else
history degree = 2;

for (each past session)
if ((CURRENT TIME - session start) < GIVEN TIME) {
recentSumOfDuration += session duration;
recentNoOfPastSessions++;
}
else
remove past session information;

if((recentSumOfDuration/recentNoOfPastSessions) > DURATION2)
history degree++;
return history degree;
    
```

이 프로토콜의 기본 아이디어는 높은 session history를 갖는 노드는 낮은 session history를 갖는 노드와 비교하여 낮은 이동을 한다는 것과 그러한 노드로 구성된 경로는 오래 유지되고 잦은 경로 재시작을 피한다는 것이다. 그러므로, HODMRP는 session history에 의하여 소

스로부터 목적지까지 다중 경로를 제공한다. HODMRP를 위하여, session history는 각 노드에서 유지되어야 한다. 경로 발견 과정동안, 경로 쿼리(query) 메시지는 통과하는 노드들의 session history를 목적지에 전송하고, 그 결과 목적지는 session history 때문에 경로를 합리적으로 결정할 수 있다. 각 노드는 활동(active) 그리고 과거(past) 세션 정보 기록을 유지한다. 표 1은 session history의 알고리즘을 보여준다.

다른 On-demand 애드 혹 라우팅 프로토콜과 같이, HODMRP는 경로 쿼리(route query)/ 응답(reply) 메시지를 사용하여 경로 발견 과정을 실행한다. 소스 브로드캐스트 쿼리 메시지인 경로 설정(Path Setup : PS) [4]은 경로 발견을 위하여 각 노드의 session history 정보를 싣고 네트워크를 통하여 목적지를 향하여 전파된다. 어떤 history 임계값(threshold) 이하인 노드들만 인접 노드에 PS 패킷을 전달할 수 있다. 목적지는 최초의 PS 패킷을 받자마자, 소스에 경로 응답 메시지인 경로 설정 인정(Path Setup Acknowledgement : PSA) 메시지를 보내 목적지까지 경로를 알려준다. 결과적으로, 첫번째 설립된 경로는 최단 경로이고 history 임계값보다 더 높은 session history 값을 갖는다. 이후, 목적지는 잔여 경로의 설립을 위한 응답을 약속된 시간이 완료될 때 또는 PS 패킷의 수가 지정된 수에 도달할 때까지 연기할 것이다. 그리고 나서, 목적지는 잔여 경로들 중에서 더 높은 session history를 갖는 또다른 경로를 선택하고 소스에 응답할 것이다. 따라서, 소스와 목적지 사이에는 완전히 또는 부분적으로 흩어진 다중 경로가 존재할 수 있다.

경로 재설정(재설정은 대체 경로의 방법에 의하여 실패(failure)의 공지, 대체 경로의 발견, 그리고 데이터 패킷의 전송 순으로 이루어진다. 실패 탐색(failure-detecting) 노드는 그것의 경로 실패를 상향 노드에 경로 오류(Path Error : PE) 패킷을 사용하여 공지한다. PE 패킷은 실패 탐색 노드에 의하여 생성되고 상향 노드에 유니캐스트로 전송된다.

III. 실험 및 결과

1. 시뮬레이션 개요

본 논문에서는 Global Mobile Simulation (GloMoSim)[5] 라이브러리를 사용하여 시뮬레이션을 수

행하였다. GloMoSim 라이브러리는 PARSEC[6]에 의한 이산사건 시뮬레이션 성능을 이용하여 무선 네트워크 시스템을 위한 시뮬레이션 환경을 제공한다.

시뮬레이션 모델은 1000m×1000m의 영역에 무작위로 분산된 50개 노드로 이루어진다. 노드는 random waypoint mobility 모델[9]에 따라 이동한다. 정지 시간은 없으며, 이동 속도는 각각 0m/s, 5m/s, 10m/s, 15m/s 또는 20m/s이다. MAC 계층 프로토콜로는 2Mbps에서 IEEE 802.11b이 사용되었으며, 전송 범위는 250m이다. 각 시뮬레이션은 310초간 지속되었다. 각각의 전송자는 초당 20개의 멀티캐스트 데이터 패킷을 보내며, 각 패킷은 512byte 길이를 갖는다. 각각의 수신자는 멀티캐스트 그룹 멤버이나, 각각 그룹 멤버에 전송하지는 않는다. 모든 수신자는 시뮬레이션 시작시 단일 멀티캐스트 그룹에 결합해 있고, 전송자는 30초 후 데이터를 전송하기 시작한다. 300초 경과 후, 모든 전송자는 데이터 전송을 중단한다. 시뮬레이션 결과는 다른 seed 값으로 7번 이상 결과의 평균을 기초로 얻어냈다.

다음의 기준[2][7][8]이 시뮬레이션에서 사용되었다.

- 1) 패킷 전달률(Packet Delivery Ratio : PDR): 수신된 패킷 수와 수신될 것으로 기대한 패킷 수의 비율이다. 따라서 비율은 수신된 패킷의 총 수를 그룹 크기와 발생된 패킷의 곱로 나눈 값이다.
- 2) 종단간 지연(End-to-End Delay): 종단간 지연은 패킷이 보내진 시간과 패킷이 성공적으로 전달된 시간 사이의 차이로 정의된다. 만일 이용가능한 경로가 없다면, 경로를 생성하면서 소비되는 시간(예를 들어, 경로 탐색 지연)이 종단간 지연에 포함된다. 이 값은 모든 패킷과 모든 수신자들의 평균값이다.

2. 시뮬레이션 결과

그림 2는 Ad-hoc 네트워크 상에서 ODMRP와 HODMRP를 라우팅 프로토콜로 하였을 때, 각 노드들의 이동 속도에 따른 패킷 전달률(PDR) 값을 보여준다. HODMRP와 ODMRP 모두, 경로 연결이 끊어졌을 때 데이터 패킷은 다음 그룹 노드들로 형성된 다른 잔여 경로에 의하여 수신자에 도달할 수 있다. 그러나, PDR 시뮬레이션 결과는 HODMRP가 ODMRP의 PDR보다 더 높은 패킷 전달률(PDR)이 측정되었음을 보여주고 있다. 이

는 HODMRP가 이미 설명한 것과 같이 낮은 이동성과 오랜 유지 특성을 갖고 있는 session history라는 경로 결정 기준에 의하여 가장 안정적인 경로를 선택할 수 있기 때문이다. 따라서 각 노드들의 속도가 점차 빠르게 변할수록 HODMRP가 ODMRP보다 더 좋은 PDR 값을 가지게 됨을 그림 2를 통하여 확인할 수 있다.

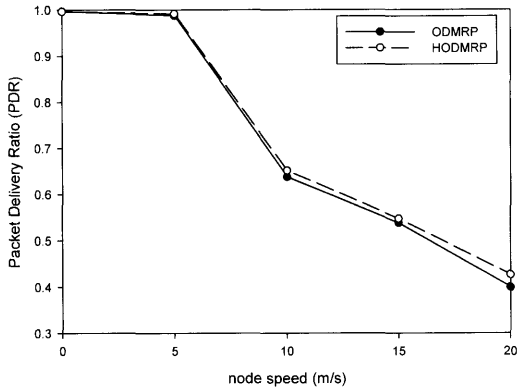


그림 2. 패킷 전달률
Figure 2. Packet Delivery Ratio

그림 3은 노드 이동 속도에 따른 ODMRP와 HODMRP의 종단간 지연시간을 보여준다. 앞서 설명한 바와 같이 종단간 지연은 이용 가능한 경로가 없을 때 경로 생성에 소비되는 시간을 포함한다. 그러므로, session history에 의하여 이미 설정된 잔여 경로를 갖고 있는 HODMRP는 기존 경로가 깨졌거나 없어졌을 때 대체 경로 탐색에 낭비 시간을 최소화할 수 있고, 이로써 종단간 지연시간을 줄일 수 있다. 결과적으로 HODMRP는 그림 3과 같이 ODMRP보다 더 적은 종단간 지연시간을 갖는다.

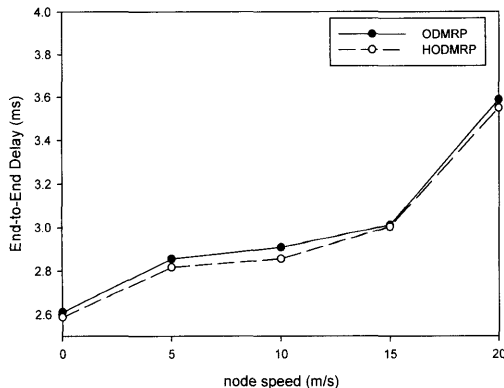


그림 3. 종단간 지연
Figure 3. End-to-End Delay

IV. 결론

본 논문에서는 모바일 애드 hoc 네트워크에서 멀티미디어 콘텐츠 전송을 위하여 HODMRP(History-based Multicast Routing Protocol)를 제안하였다. HODMRP는 session history라는 기준이 추가되어 강화된 ODMRP이다. 시뮬레이션 결과는 HODMRP가 노드 이동 환경에서 멀티미디어 콘텐츠 전송에 있어 효과적이고 효율적인 프로토콜임을 보여준다.

history 기반 프로토콜의 약점들 중 하나는 네트워크 상의 노드가 충분한 session history 정보를 갖지 못하는 경우, history 기반 라우팅은 효과적이지 못하다는 점이다. 따라서, 앞으로의 연구는 이러한 약점을 보완하기 위한 방법을 포함하고 모바일 애드 hoc 네트워크를 위한 다른 표준 라우팅 프로토콜과 비교하는 작업을 포함할 것이다.

참고 문헌

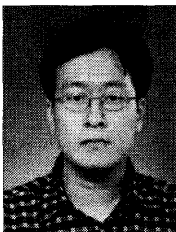
- [1] S.-J. Lee, M. Gerla, and C.-C. Chiang, "On-Demand Multicast Routing Protocol," In Proceedings of IEEE WCNC 99, New Orleans, LA, Sep. 1999, pp. 1298-1304.
- [2] S.-J. Lee, W. Su, and M. Gerla, "Ad hoc Wireless Multicast with Mobility Prediction," In Proceedings of IEEE ICCCN 99, Boston, MA, Oct. 1999, pp. 4-9.
- [3] Sung-Ju Lee, William Su, Mario Gerla, and Rajive Bagrodia, "A Performance Comparison Study of Ad Hoc Wireless Multicast Protocols," In Proceeding of Inforcom 2000, pp. 565-574
- [4] Sangkyung Kim and Sunshin An, "History-aware multipath routing in mobile ad-hoc networks," In ICOIN 2003, pp. 662-671.
- [5] UCLA Parallel Computing Laboratory, "GloMosim," [Online]. Available: <http://pcl.cs.ucla.edu/projects/gloMosim>
- [6] R. Bagrodia, R. Meyer, M. Takai, Y. Chen, X. Zeng, J. Martin, and H.Y. Song, "PARSEC: A Parallel Simulation Environment for Complex Systems," IEEE Computer, vol. 31, no. 10, Oct. 1998, pp.77-85.

- [7] Xiaojing Xiang, Zehua Zhou, and Xin Wang, "Robust and Scalable Geographic Multicast Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," In proceedings of IEEE INFOCOM 2007, pp. 2301-2305.
- [8] M. Transier, H. Füßler, J. Widmer, M. Mauve, and W. Effelsberg, "A hierarchical approach to position-based multicast for mobile ad-hoc networks," © Springer Science+Business Media, LLC 2006, Wireless Netw (2007) 13: pp. 447 - 460.
- [9] David B. Johnson and David A. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks," In Mobile Computing, edited by Tomasz Imielinski and Hank Korth, Kluwer Academic Publishers 1996, chapter 5, pages 153 - 181.
- [10] "Internet Engineering Task Force (IETF): Mobile Ad Hoc Networks (MANET) Working Group Charter," [Online]. Available: <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>.
- [11] Raja Jurdak, "Wireless Ad Hoc and Sensor Networks," Springer Science+Business Media LLC, 2007
- [12] Kumar Viswanath, Katia Obraczka, and Gene Tsudik, "Exploring Mesh and Tree-Based Multicast Routing Protocols for MANETs," IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, VOL. 5, NO. 1, JANUARY 2006, pp. 28-42.
- [13] Thomas Kunz and Ed Cheng, "On-Demand Multicasting in Ad-Hoc Networks: Comparing AODV and ODMRP," Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'02).
- [14] Hsiao-Kuang Wu and Pei-Hung Chung, "Dynamic QoS Allocation for Multimedia Ad Hoc Wireless Networks," Mobile Networks and Applications 6, 2001, pp. 377 - 384

"본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업의 08B3-B2-21T 과제로 지원된 것임 "

저자 소개

김도연(정회원)



- 2007년 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 학사 졸업.
 - 2008년 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 석사과정.
- <주관심분야 : 통신, 방송, 네트워크, TV>

조진웅(정회원)



- 1986년 광운대학교 전자통신공학과 학사 졸업.
- 2001년 광운대학교 전자통신공학과 석사 및 박사 졸업.
- 2008년 현재 전자부품연구원 통신네트워크 센터장

<주관심분야 : Binary CDMA, 무선 PAN 통신 시스템, 통신 SoC>

박 승 권(정회원)



- 1982년 한양대학교 전자통신과 학사 졸업.
- 1983년 Stenvens Institute of Technology 전자공학과 석사 졸업.
- 1987년 Rensselaer Polytechnic Institute 전자공학과 박사 졸업
- 2008년 현재 한양대학교 전자통신

컴퓨터공학부 정교수.

<주관심분야 : 통신, 방송, 네트워크, TV>