

BMS에 무선 LAN 기술을 적용한 사례연구

A Case Study for Applying Wireless LAN for the BMS

신택수

(광운대 전자통신학과, 석사과정)

민상원

(광운대 전자통신학과, 교수)

김복기

(전자부품연구원, 책임연구원)

정광모

(전자부품연구원, 선임연구원)

윤찬수

Key Words : BMS, Wireless LAN, Ad Hoc network

목 차

I. 서 론

II. BMS와 무선 LAN

1. Bus Management System

2. Bus Information System

3. 무선 LAN

4. Ad Hoc Network

III. 무선 LAN으로 구성된 버스 적용방안

IV. 결론 및 향후 연구 방향

I. 서 론

ITS 망에서는 정보, 통신의 기술을 적용하여 기존 교통 서비스를 좀 더 원활하게 운용하는데 중점을 두고 있다. 이러한 관점에서 초기에 가장 먼저 적용 가능한 분야가 공공교통시설이라고 볼 수 있다. 특히 버스는 지상에서 시민들이 가장 자주 사용하는 대중교통수단이다. 기존 ITS 실현을 위한 국가기본계획에서는 대중교통활성화 영역 내의 대중 교통 관리 서비스에서 버스의 지능화를 위한 기본 방안을 정의하고 있는데, GPS (Global Positioning System) 시스템을 도입한다는 가정하에서 이야기 하고 있다[1].

그러나 최근 일고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 패러다임에 맞춰 기반 기술이 될 것으로 예상되는 ad hoc network는 버스의 ITS 화에도 적용 가능하다. 특히 무선 LAN은 급속한 발전으로 현재 IEEE 802.11b에서 11Mbps로 서비스되고 있다. 따라서 기존 ITS 환경 내 텔레메틱스의 단순한 관리 서비스 제공의 한계를 넘어서 멀티미디어 서비스까지 지원 가능하게 된다[2][3].

본 논문은 이러한 시대적 추세에 맞춰 무선 LAN으로 버스 간 ad hoc network를 구성하여 ITS 화를 실현하는 적용방안을 제시하고 있다. 이 시스템은 정류장마다 무선 라우터의 역할을 하게 되는 AP (Access Point)를 설치해서 ITS 메인 프레임과 관련 정보를 교환하게 되며, 버스 간에는 무선 LAN 장비로 ad hoc network를 구성하게 된다. 적용의 현실성을 위해 대중교통수단 중 시내버스로 한정지어 논문을 전개하였다. 궁극적으로는 지상의 도로 위를 달리는 모든 교통수단이 ad hoc network를 형성할 수 있는 것이 ITS의 진정한 목표이지만, 그것은 단계적으로 고려해야 할 사항이므로 추후 연구로 남겨둘 것이다.

II장에서는 논문의 배경지식을 소개하고 있다. 1절에서는 BMS를 소개하고, 2절에서는 BIS에 대해 서술하고 있다. 3절에서는 무선 LAN의 소개와 기본적인 기술을 설명하고 있다. 3절에서는 ad hoc network의 정의와 관련기술들을 열거한다. III장에서는 무선 LAN으로 구성된 버스의 적용 시나리오와 ITS 화하는 방안을 제안한다. IV장에서는 결론을 맺고, 향후 필요한 연구 방향을 제시한다.

II. BMS와 무선 LAN

1. Bus Management System

버스관리시스템 (BMS)은 시내버스에 첨단장비를 설치하여 여기에서 생성되는 자료를 이용하여 실시간으로 시내버스를 운행관리하여 시내버스 이용자 및 운영자에 대한 서비스를 향상시키고자 하는 시스템을 말한다.

운수회사는 인공위성, 무선통신망 기술 등을 활용하여 즉각적인 차량운행정보 (차량위치, 승객수, 사고정보, 정차여부 등)를 수집하고 운행상황을 파악한다. 차량관제상황실에서는 운행상황을 분석하여 운행계획을 수립하고 배차간격을 조절하여 대중교통의 정시성을 향상시키며 기사의 운행상태와 운행일지를 관리·감독 할 수 있다. 이러한 서비스를 통해 운영비용이 절감되어 운수회사의 수익이 증대되고 서비스 향상을 위해 노력하며 올바른 운전 관행을 정착할 수 있다. 승객은 보다 안전하고 편리하게 대중교통을 이용하게 된다. 기본계획상의 해당 서비스로는 시내버스/고속버스/시외버스 운영관리, 좌석예약관리, 환승요금관리, 대중교통안전관리, 대중교통시설 관리 등이 정의되어 있다.

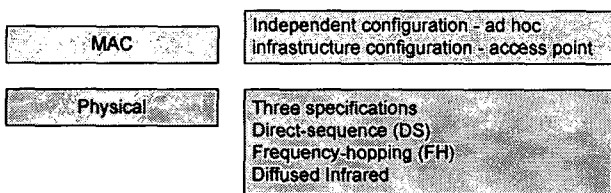
2. Bus Information System

버스정보시스템 (BIS)은 시내버스의 운행과 관련된 각종 정보를 정류장 대기승객, 차내승객, 버스운전자 등에게 안내 전광판, 단말기, Internet, 전화 등을 이용하여 제공하는 시스템을 말한다.

노선에 설치된 차량위치확인장비(비콘)나 인공위성(GPS)을 활용하여 버스 등 대중교통차량의 위치정보를 확인하고 이 정보를 대중교통정보센터나 운수회사사가 수신하여 분석과정을 거쳐 가공한 정보를 운행하는 대중교통차량에 교통상황정보 및 운행정보를 제공한다. 또한 정류장에 설치된 단말기를 통하여 도착안내, 노선안내, 환승정보, 교통정보 등을 제공한다. 이러한 서비스를 통해 운전자는 정확한 배차간격을 유지하며 운행이 가능하고 승객은 안전하고 편리하게 대중교통을 이용하게 된다. 이를 통하여 대중교통수단 서비스 향상이 가능하며 궁극적으로는 대중교통의 이용 활성화 및 교통혼잡완화가 이루어진다. 국가기본계획에는 이러한 서비스를 위한 수단으로 시내버스, 시외버스, 고속버스 등을 들고 있다.

3. 무선 LAN

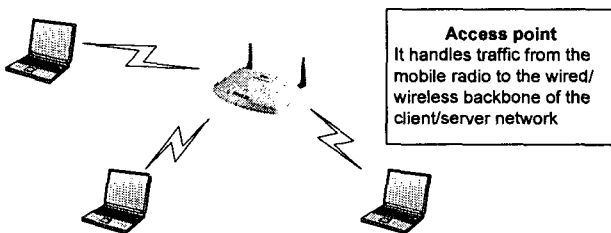
무선 LAN은 우리가 현재 일반적으로 사용하는 LAN의 무선화된 기술이다.



<그림 2> 무선 LAN - IEEE 802.11 표준

IEEE 802.11 표준에서는 <그림 2>에서 나타내듯이 무선 링크를 통해 데이터를 전송하기 위해 링크, 물리 계층을 정의하고 있다[4].

무선 LAN은 네트워크를 두 가지 형태로 지원한다. 기존 infrastructure 기반 시스템인 client/server network와 임시로 구성되는 ad hoc network가 있다.



<그림 3> 무선 LAN에서 client/server 형태

무선 LAN의 client/server network 구성은 <그림 3>을 통

해 확인할 수 있다. 이 구성에서는 AP (Access Point)를 사용해서 모든 단말의 전송 시간 할당을 조절하고 한 셀에서 다른 셀로 이동 단말의 로밍을 허용한다. 기존 유선 network와 연결돼 있기 때문에 LAN의 무선으로의 확장 정도로 볼 수 있다.

Ad hoc network는 3절에서 자세히 설명하겠지만, 무선 LAN 상에서 ad hoc network는 AP나 server의 사용 없이 각각의 단말들끼리 자신들의 전파 범위 내에서 서로를 임시로 연결해 network를 구성하고 데이터를 교환하게 된다.

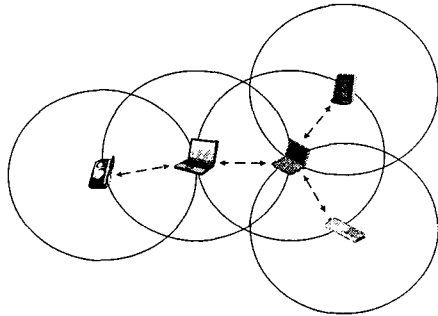
무선 채널은 버스트하고 위치에 종속적인 에러를 나타내는 경향이 있다. 또한 무선 채널의 사용은 위치에 제한을 받는다. 그 결과 무선 채널의 자원은 매우 유동적이다. 사용자의 이동성 측면에서 무선 LAN 환경에서는 두 종류의 사용자로 구분될 수 있다. 정적인 사용자와 동적인 사용자. 두 사용자는 서비스 특성에 따라 다른 방법으로 자원 관리를 하게 된다. 일반적으로 정적인 사용자에게는 현재 사용 중인 경로에 대한 자원 할당을 최대로 해주는데 중점을 두고, 동적인 사용자에게는 핸드오프에 따른 자원 할당에 변화를 최소화 하는 쪽으로 한다. 무선 LAN에서 QoS (Quality of Service) 요구사항은 크게 두 가지 관점에서 접근한다. 실시간 (음성과 영상), 일반 데이터. 실시간 어플리케이션은 충분한 대역폭과 best-effort보다 나은 서비스의 제공이 요구된다. 그에 반해 일반 데이터 어플리케이션은 요구 조건이 덜 엄격하다. 그러나 최소한의 대역폭 요구 조건은 존재한다. 그러므로 실시간 멀티미디어 어플리케이션이 대두되는 상황에서 admission control은 network 상황에 적합하게 맞추는 일을 수행해야 한다. 현재의 IP network는 best-effort 서비스에 맞춰져 있기 때문에 실시간 트래픽에 대한 여러 QoS 요구조건을 충족시키지 못한다. 그래서 IETF (Internet Engineering Task Force)는 예약과 우선순위에 기반을 둔 서비스 클래스 모델을 <표 1>과 같이 제시하고 있다.

<표 1> Internet 서비스 클래스들

Internet QoS mechanisms	Service class
Integrated services (IntServ)	Guaranteed
	Controlled load
	Best-effort
Differentiated services (DiffServ)	Premium
	Assured/Olympic (gold, silver, bronze)
	Best-effort

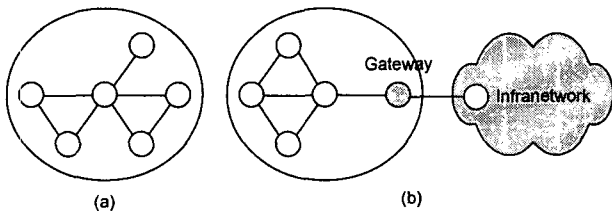
4. Ad Hoc Network

Ad hoc의 사전적인 의미는 '임시의'라는 뜻을 가지고 있다. 의미 그대로 ad hoc network는 infranetwork에 연결돼 있는 많은 상황에서 모바일 단말들끼리 임시로 네트워크를 구성해 통신을 하는 기술을 말한다. 초기 개발 의도는 군사용 목적으로 사용하기 위해서 시작되었으나, 유비쿼터스 컴퓨팅 패러다임이 전파되면서 그 기반 기술로서 각광을 받고 사회 여러 분야에서 응용하기 위한 연구가 진행되고 있다[5].



<그림 4> Ad hoc network 개념도

<그림 4>는 ad hoc network의 기본적인 개념을 나타낸 것으로 각 단말들을 경유해서 자신의 전달 전과 범위 밖의 단말들과도 통신을 할 수 있게 된다.



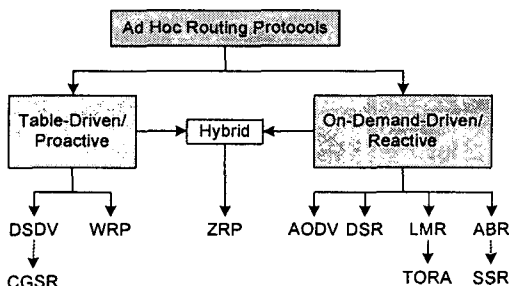
<그림 5> Ad hoc network 존재 형태
(a) 독립형, (b) 기반 망과의 연결형

Ad hoc network는 존재 형태에 따라서 <그림 5>처럼 두 가지로 구분 짓는다. (a)는 일반적인 형태, (b)는 기존 망과 연동해 ad hoc network 내에서 발생된 정보를 기존 망에서 수집, 가공이 가능하고 ad hoc network 내의 단말들은 기존 망의 서비스를 그대로 사용할 수 있다.

현재 ad hoc network 관련해서 연구되고 있는 주요 기술적인 이슈들은 다음과 같다.

(1) Routing

기존의 network에서 사용이 되는 RIP (Routing Information Protocol) 또는 OSPF (Open Shortest Path First)와 같은 인터넷 routing protocol들이 유동성이 적은 안정된 network 환경에서 주기적인 routing table 관리로 동작하므로, 주기적인 메시지의 교환이 요구되어 대역폭의 낭비가 심하고 network의 동적인 변화에 빠르게 대응하지 못하므로 이를 그대로 ad hoc network에 적용하기에는 많은 오버헤드가 따른다. 따라서 기존의 routing protocol의 변형 또는 새로운 방식의 routing protocol이 요구되고 있다.



<그림 6> Ad hoc routing protocol의 분류

ad hoc network를 위한 routing protocol은 <그림 6>과 같이 table-driven 방식과 on-demand 방식, 그리고 둘을 혼합한 hybrid 방식으로 나눌 수 있다. Table-driven 방식은 주기적으로 또는 network topology가 변화할 때 routing 정보를 브로드캐스팅함으로써 모든 노드가 항상 최신의 routing 정보를 유지하는 방식이다. On-demand 방식은 traffic이 발생하는 시점에서 경로를 탐색하는 방식이다.

(2) Multicasting

Ad hoc network에서의 multicast protocol은 network의 이동성을 고려하여 on-demand 방식을 사용하고, 이동 노드가 multicast 그룹에 “join/leave” 동작에 의해 수시로 참여하거나 떠날 수 있도록 하며, 중간 노드를 경유하여 multicast 그룹의 멤버에게 multicasting packet을 전달할 수 있는 multicast delivery 구조를 갖는다.

(3) Radio Technology

Ad hoc network를 구성하는 데 있어 물리적 접속 규격인 무선 기술은 노드 간의 peer-to-peer 통신을 지원하며 노드간에 동일한 송·수신 주파수를 사용하고, 다수의 노드가 동일한 채널을 공유하며 적절한 무선 전송거리 및 전송속도를 유지하도록 요구된다. 또한 무엇보다 ad hoc network의 구성 및 유지가 용이하여야 한다.

(4) Media Access

Ad hoc network는 다수의 사용자가 무선 링크를 통해 하나의 채널을 공유하므로 채널의 충돌과 낭비가 없는 효율적인 다중 접속 기법 (collision avoidance & congestion control)과 다수의 노드들에 대한 공평한 자원의 분배 (fairness), 열악한 무선 링크 상에서의 신뢰성 있는 패킷 전송 (reliability)이 해결되어야 한다.

(5) Energy Efficiency

대부분의 이동 노드들은 제한된 용량의 배터리를 에너지원으로 사용한다. 이와 같은 에너지의 제약은 routing protocol 설계에도 큰 영향을 준다. 노드들의 에너지 상태를 고려하여 경로를 선택해야 안정적인 데이터 전송이 가능하다.

(6) TCP Performance

Ad hoc network에서는 topology의 동적인 변화로 인하여 traffic의 지연이나 유실이 유선 network에 비해 크기 때문에 일반 유선 네트워크에 사용되는 TCP를 ad hoc network에 사용할 경우 서비스의 안정적인 제공 및 network 전체의 성능이 저하된다. 특히 무선 링크에서의 높은 BER (Bit Error Rate)과 이동에 따른 잦은 disconnection 및 핸드오프는 dusruf 기반 TCP packet의 손실과 재전송을 유발하여 network의 부하를 일으키고 TCP의 성능을 떨어뜨린다. TCP 개선 연구와 더불어 링크 계층의 안정화 및 좋은 routing protocol의 개발이 요구된다.

(7) Security

Ad hoc network에서는 노드의 신분이 서로에게 불확실한 경우가 많으며 멀티 홉 방식에 의해 routing을 할 경우 악의적인 중간 노드에 의해 발생할 수 있는 데이터의 무결성 및 기밀성 문제가 존재한다. 그래서 복잡한 암호화를 통해 보안

문제가 확실히 해결한다고 해도 컴퓨팅 문제가 발생되어 노드와 network 전체에 심각한 부하를 주게 되므로, 이러한 trade-off를 고려한 적합한 알고리즘, 키 분배 및 인증 프로토콜 개발이 필요하다.

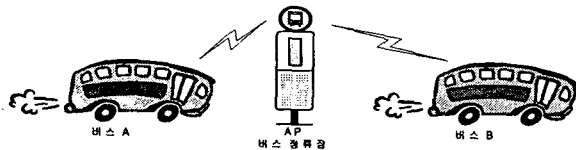
(8) QoS

기존 network 이상의 QoS 보장은 사실상 ad hoc network에서 힘들다. 현재로는 무선 접속 기술과 다중 접속에서의 QoS 매커니즘에 초점이 맞추어져 연구되고 있다.

III. 무선 LAN으로 구성된 버스 적용방안

무선 LAN으로 구성하게 될 버스의 적용 시나리오는 시내버스 구간으로 한정되면서 시작한다. IEEE 802.11 표준에서는 AP의 최대 전파거리를 500미터로 정의하고 있다.

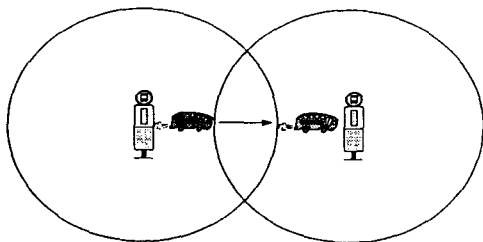
무선 LAN으로 구성된 버스는 버스정류장에 AP를 설치하고 각 버스에 무선 LAN 단말기를 설치하게 된다. 차량에 단말기가 장착되어 있기 때문에 이동 노드의 작동에 큰 영향을 끼치는 배터리 문제는 자연스럽게 해결된다. 특히 전력 소모에 대한 고려사항이 사라지면서 기존에 개발된 ad hoc routing protocol들을 빠르게 적용 가능하다.



<그림 7> 무선 LAN으로 구성된 버스 개념도

<그림 7>에서 무선 라우터 역할을 하게 되는 AP 버스 정류장은 각 버스에서 수집된 데이터들을 가공해서 서비스하게 된다.

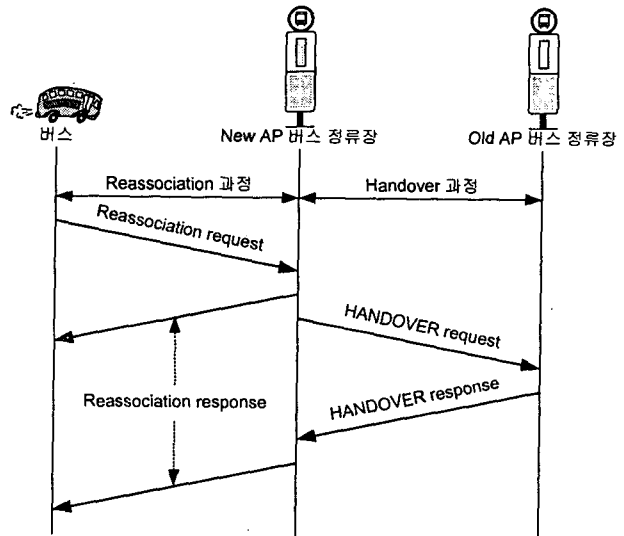
차량기지에서 운행을 시작하면서 각각의 버스는 ad hoc network를 형성하게 된다. Ad hoc 버스가 외부 ITS 관제 센터와 정보를 주고 받게 되는 때는 AP 버스 정류장의 전파 범위에 들어서면서부터이다. ITS 관제 센터는 버스위치, 과속, 급가속, 급제동, 정류장 무정차 통과, 개문 주행, 노선 임의 변경, 지연운행 금지 등을 AP 버스 정류장을 통해 ad hoc 버스로부터 수집하게 된다. 각 AP 버스 정류장은 위의 수집된 정보들을 바탕으로 정류장별 도착시간/대기/출발 시각, 배차간격, 운행거리, 운행시간, 운행횟수, 도착예정시각 등의 정보를 승차를 기다리는 사람들에게 제공하게 된다. 일반적으로 시내버스 정류장 간 거리는 150 ~ 200m 정도이다. 각 AP의 전파가 중첩되는 부분에서는 L2 handoff가 일어나게 된다[6].



<그림 8> AP 버스 정류장 간 handoff

<그림 8>은 버스가 AP 버스 정류장 영역을 이동함에 따라 발생하는 handoff를 나타낸 것이다. Link mobility를 제공하기 위해 IEEE 802.11 Task Group f에 표준화되고 있는 inter access point protocol (IAPP)를 사용한다. IAPP는 1996년 루슨트 테크놀로지, 에어로넷, 디지털 오신 등이 주도해 만든 산업 표준으로 AP 사이의 단말이 이동 시 임의로 roaming 할 수 있는 기술을 규정하고 있다. IAPP는 IEEE 802.11의 확장으로 AP 사이를 단말이 이동할 때, 단말의 interoperability, mobility, handoff 등을 지원하고 AP의 구성방법을 제공하고 있다. 또한 각 AP 사이의 통신을 지원하기 위하여 UDP/IP를 사용한다.

IAPP는 announce protocol, handoff protocol 두 가지로 구성된다. Announce protocol은 두 가지 메시지가 사용되는데 ANNOUNCE.request 메시지와 ANNOUNCE.response 메시지를 이용하여 새로운 AP의 동작을 다른 AP에게 알려준다. 또한 AP의 management 기능을 각 AP에게 전달하고 AP의 coordination 정보를 제공한다. Handoff protocol도 announce protocol과 비슷하게 HANDOVER.request 메시지와 HANDOVER.response 두 종류의 메시지로 구성되어 단말이 다른 AP로 이동할 경우, 기존 AP의 buffer에 저장 되어있던 프레임 전송하여 준다[7].



<그림 9> IAPP handoff 과정

<그림 9>는 IAPP handoff 메시지를 이용하여 버스가 다른 AP 버스 정류장으로 이동하는 경우 메시지 교환 과정을 보여주고 있다.

Reassociation 과정을 통하여 새로운 AP 버스 정류장으로 이동하는 경우, 버스가 이동한 AP 버스 정류장은 기존 AP 버스 정류장에게 HANDOVER.request 메시지를 전송하고 HANDOVER.response 메시지를 수신하는 과정을 거친다.

이때 reassociation response 메시지는 새로운 AP 버스 정류장에서 HANDOVER.request 메시지를 전송하기 전에 전송하거나 HANDOVER.response를 수신한 이후에 버스에게 전송한다[8].

기존의 정의된 시스템은 중앙 집중형 관제 시스템이기 때문에 돌발상황에 대한 대처가 문제로 남아 있었다. 무선 LAN으로 구성된 버스는 그 점을 보완해 운행 중인 버스들끼리 지속적인 network를 형성해 차량 정보 및 교통 정보를 교환하게 된다. 버스 간 ad hoc network를 형성하는 routing protocol은 hybrid 방식인 ZRP (Zone Routing Protocol)을 사용함으로써 돌발상황에 대해 좀 더 유연한 대처가 가능해진다[9].

IV. 결론 및 향후 연구 방향

현재 국내에서는 시별로 추진 중인 '버스관리시스템 (BMS) 구축사업'의 발주로 대중교통, 특히 버스의 ITS화가 가속화될 전망이다. 구축 결과에 따라 추후 국내 ITS 시장 규모를 결정짓는 요소로 작용할 것이다.

본 논문에서는 ITS에서 정의내린 대중교통활성화 영역 내 대중 교통 관리 서비스의 하나인 버스의 지능화를 위하여 현재 이슈가 되고 있는 무선 LAN으로 구성된 버스의 적용 방안에 대하여 알아보았다.

또한, 시내버스 운행 시나리오의 적용을 통해 기준이 정립되고 있지 않은 대중교통에서의 기반 기술 결정에 있어서 기초자료가 될 수 있으리라 예상된다.

향후, 교통환경에 적합한 시뮬레이션 망을 구성 후 적용방안을 테스트함으로써 성능평가를 위한 표준방식을 개발하는 쪽으로 방향을 잡아갈 계획이다.

참고문헌

1. 교통 개발 연구원 교통시설운영부 ITS연구팀, "지능형 교통시스템 2000", 건설교통부, 2000년.
2. 이준원, 김화성, 민상원, 정광모, "ITS망에서 복합서비스를 위한 호설정 프로토콜의 구성방안" 한국ITS학회 추계학술대회, pp129~133, 2002년 11월.
3. 최영지, 진재경, 민상원, 임승역, "차세대인터넷의 ITS 유선망에서의 기존인터넷 서비스게이트웨이 설계" 한국ITS학회 추계학술대회, pp63~67, 2002년 11월.
4. A. Jamlipour, "The Wireless Mobile Internet Architectures, Protocols and Services", Wiley, 2003.
5. S. Dixit, R. Prasad, "Wireless IP and Building the Mobile Internet", Artech House, 2003.
6. 김병호, 민상원, "무선 LAN 환경에서 프레임 손실없는 Semi-Soft 핸드오프 방안," 한국통신학회논문지, 2003년.
7. 이준원, 민상원, "Mobile IPv6 기반 무선 LAN 망에서의 효율적인 핸드오프 제공 방안," 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2003년 8월.
8. 김병호, 민상원, 김화성, "WLAN 환경에서 이동성 지원을 위한 Handover 방안," 정보과학회 추계학술대회 제 28권 2호, pp. 217~219, 2001년 10월.
9. 김명조, 민상원, "Fast OLSR에서의 모드 변환 메커니즘," 한국통신학회 하계종합학술발표회, 2003년 8월.