

# 무선랜 기술의 ITS 서비스 적용 방안 연구

오종택, 이봉규

(한성대학교)

## I. 서론

최초의 무선랜 규격은 1997년 6월에 미국의 학회이자 표준화기구인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)의 802위원회 산하 WG11에서 제정되었다.[1] 이 규격은 ISM(Industrial, Scientific, and Medical)대역인 2.4GHz에서 운용되며 비트 전송속도는 1Mbps 또는 2Mbps를 지원한다.(여기에서 데이터 비트의 전송속도인 비트 전송속도와, 통신 프로토콜의 오버헤드와 오류에 의한 재전송 등의 손실을 제외한 실제의 데이터 전달 속도인 데이터 전송속도(data throughput)와는 구별되어야 한다. 대부분의 무선통신의 경우 실제 데이터 전송속도는 비트 전송속도의 약50% 정도라고 개략적으로 가정할 수 있다.) 또한 전자레인지와 같은 타 전자파 발생 기기들의 간섭을 용인하는 ISM대역에서 사용되어야 하므로 frequency hopping이나 direct sequence방식의 대역확산 방식을 사용하고 있다. 또한 여러 스테이션(단말 또는 AP(access point, 소형 기지국)들이 데이터 패킷을 전송하기 위해서는 채널을 점유해야 하는데 무선랜 방식은 기본적으로 CSMA/CA(Carrier Sensed Multiple Access/Collision Avoidance) 프로토콜을 사용한다. 이 방식은 스테이션이 패킷을 전송하기 전에 채널 상태를 수신하여 타 스테이션이 패킷을 전송하는 지를 검지하고 채널이 idle, 즉 아무도 전송하지 않을 때에만 자신의 패킷을 전송하는 방식이다. 이 경우 마스터 스테이션(즉 기지국)이 필요 없어 프로토콜이 간단해지고 비용이 감소하는 효과가 있는 반면에 규칙적인 패킷의 전송이 불가하고 스테이션들 사이에 경쟁

에 의해 전송이 가능하므로 통신 서비스의 QoS(Quality of Service)가 보장되지 않는 단점이 있다. 따라서 이를 보완하기 위한 프로토콜도 제정되었다.

한편, 1999년에 무선랜 규격을 대폭 보완한 IEEE 802.11a와 802.11b규격이 완성되었다. 11a 규격은 ISM 대역인 5GHz 대역에서 운용되며 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하며 지원하는 비트 전송속도는 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps이다. 즉 주위에 간섭 신호가 없고 신호의 세기가 충분히 크면 54Mbps의 데이터 전송이 가능하다. 이 규격을 채용한 제품을 현재 국내에서는 사용할 수 없으나 조만간 정보통신부에서 사용을 허가하게 되면 그 수요가 매우 활성화될 것이다. 5GHz 대역은 사용 가능 주파수 대역이 넓어 여러 채널을 간섭 없이 운영할 수 있으며 타 전자기기에 의한 간섭도 적어 당분간은 사용상의 문제가 없다. 그러나 정보통신부에서는 기본적으로 무선랜 장치를 허가받지 않고 사용하는 기기로 구분하고 있어 국내 통신 사업자들이 hotspot 구축에 많이 사용하고 가정 내에 무선 AV(audio-video) 기기 등에 많이 채용된다면 향후에 전파의 간섭이 예상된다. 특히 ITS 서비스 중에 차량이나 보행 중에 무선랜에 접속하여 무선인터넷 서비스를 이용하거나 교통정보를 수신하는 것 등의 통신 서비스의 QoS가 낮아도 되는 경우는 큰 문제가 없지만, 차량의 운행에 관계되는 등의 높은 QoS를 요구하는 경우에는 심각한 문제가 발생할 수 있다. 이 경우에 있어 미국은 FCC(Federal Communication Committee)에서 1998년에 5.9GHz 대역의 75MHz를 ITS용도로 분배를 하였으며 이 대역은 ISM 대역을 벗어나므로 타 통신기구나

전자기기와의 간섭이 없다. 한국에서도 이 부분에 주목하여 새로운 ITS용 주파수 계획을 수립해야 할 것이다.

또한 11b 규격은 2.4GHz 대역에서 운용되며 Direct Sequence Spread Spectrum 방식을 사용하고 최고 비트 전송속도는 11Mbps이다. 간섭이 없고 신호의 세기가 양호한 상태에서 실제 데이터 전송속도(throughput)을 측정해 보면 최고 6Mbps 정도의 성능을 보인다. 이 장치는 KT가 NeSpot 사업을 추진하면서 시내 요소나 가정에 가장 많이 설치된 것이다. 무선랜 방식의 장점 중에 몇 가지는 대량 생산과 보급으로 인한 저비용, 소형화, 안정성, 편리성 등이다. 최근인 2003년에 IEEE 802.11에서는 11g 규격을 완성하였고 이미 시장에는 관련 제품이 출시된 상태이며 대부분이 11b와 11g의 호환성을 지원하고 있다. 11g 규격은 OFDM 방식이며 최대 54Mbps의 비트 전송속도를 지원한다. 실제로 측정해 보면 최대 22Mbps의 데이터 전송속도를 확인할 수 있다. dual mode 장치인 경우 자동으로 무선 통신 환경을 감지하여 11b나 11g로 동작을 한다.

무선통신시스템에서 안테나의 특성과 설치 방법에 따라 그 성능이 매우 크게 달라지는 것을 고려할 때, 매우 저렴한 비용의 무선랜 장치를 이용하여 수백m 또는 수km의 거리까지 수십Mbps의 데이터를 전송하는 것이 가능하므로 그 가격 대비 성능비는 타 무선통신 방식에 비해 월등하게 우수하다고 할 수 있다. PCS나 셀룰라와 같은 광대역 통신방식에 비해 통신 영역이 작아 전체 국토를 커버하기에는 적합하지 않으나 도로를 따라 연속적으로 망을 구축하는 것은 비교적 비용이 적게 들며, 도로변에 설치된 무선랜 장치에 전용회선이나 ADSL을 연동할 경우 매월 통신 비용이 소요되지만 WDS(Wireless Distribution System) 기술을 채용하거나 무선 MESH 네트워크 기술을 채용할 경우 망 운용 비용이 절감되어 향후에는 도로변의 ITS나 텔레매틱스, LBS 서비스용의 자가망으로 활용될 수 있을 것이다.

특히 MESH 기술을 사용하여 도로변에 설치되는 AP를 추가적인 비용 없이 인터넷 망에 접속하여 운용할 수 있을 뿐만 아니라, 이동하거나 정지한 차량 사이에 자동으로 임

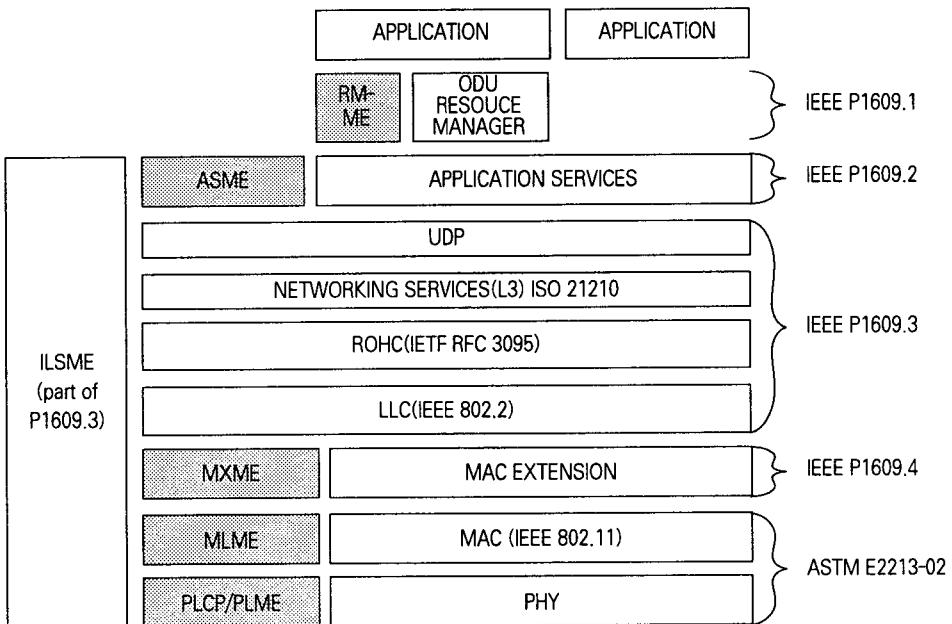


그림 2. 미국의 차세대 DSRC 프로토콜 스택 구조

시적인 통신 네트워크를 구성하여 교통 정보나 지역 정보, 안전 운행에 관한 정보, 무선 인터넷 접속 등의 다양한 활용이 가능하므로 차량간 통신 방식으로도 활용이 가능하다.

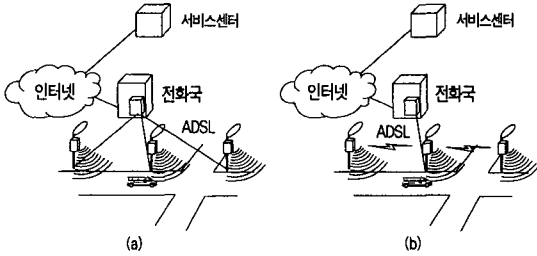


그림 1. 무선랜 망 구축 방안(a) ADSL망을 이용한 방안(b) WDS나 MESH를 이용한 방안

미국의 ASTM는 이미 오래 전부터 5.9GHz DSRC에 대한 표준화 작업을 진행하여 왔으며 Motorola의 FreeSpace와 일본의 T75, IEEE 802.11a를 기반으로 하는 RA를 비교 평가하고 표결을 통해 2002년에 RA를 선정하였다. RA는 11a의 물리 계층 규격을 약간 변형하고 MAC 계층 규격 위에 이동환경에서 사용하기 위한 MAC Extension 계층을 추가한 것으로, 2003년부터 IEEE 802.11 WG내에 WAVE(Wireless Access in a Vehicular Environment) SG를 구성하여 표준화 작업을 진행하고 있다.[2] 따라서 미국의 차세대 DSRC는 무선랜을 기반으로 하는 것으로 향후 거의 추가적인 비용 없이 무선랜과의 서비스 호환성이 예상된다. 더 나아가서는 11a와 11g/11b 및 WAVE를 지원하는 통신 모듈을 차량이나 PDA, 노트북, 스마트폰 등에 실장되어 사용 환경에 따라 가장 적절한 방식으로 무선 서비스가 제공되는 것이 가능하다.

## II. 무선랜 규격 개요

### 1. MAC(Media Access Control) 부계층

MAC 계층의 주요 목적은 무선 채널을 점유(access)하고, 네트워크에 접속(join)하며 인증과 보안을 제공하는 것

이다.[3] MAC이 무선 채널을 점유하는 방식에는 DCF(Distributed Coordinate Function)와 PCF(Point Coordinate Function)의 두 가지가 있다. DCF 방식은 무선랜의 기본 운용 방식으로 CSMA/CA 방식이고 스테이션 사이의 경쟁 방식이다. PCF 방식은 AP에 선택적으로 구현되며 AP가 채널을 점유할 스테이션을 지정하므로 충돌을 방지할 수 있으며, AP는 DCF와 PCF 모드를 번갈아 운용할 수 있다. 즉, 무선랜을 통해 무선 인터넷과 같은 신뢰성이 낮아도 되는 서비스와 ETC(Electronic Toll Collection)와 같은 매우 높은 신뢰성을 요구하는 서비스를 동시에 제공할 수 있다.

Immediate access when medium is free) = DIFS

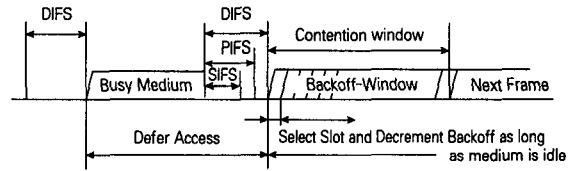
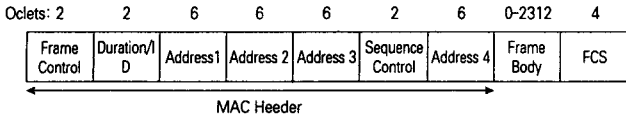


그림 3. IFS(Inter Frame Spacing) 관계도

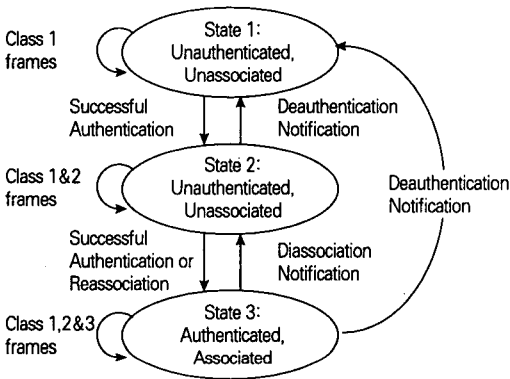
그림 3은 MAC 프레임 전송 시간에 관계된 것으로 busy medium에서 데이터 프레임이 전송된 후, 데이터 프레임의 우선 순위에 따라 전송을 시도하는 시간 구간이 다른 것을 보여준다. 즉, 수신 확인 신호나, CTS(Clear to Send) 등의 긴급한 프레임에 가장 우선권이 있으며 이 프레임을 보내는 스테이션이 없으면, PCF용도의 프레임이 전송되고, 이 프레임도 전송되지 않으면 DIFS(Distributed IFS) 시간 후부터 contention window 구간에서는 프레임을 전송하려는 스테이션들 사이에서 경쟁 모드로 전송을 시도하게 된다. 이 때 AP는 주기적으로 beacon 신호를 전송하여 통신 영역내의 스테이션들에게 AP와 스테이션에 관계된 정보를 방송한다.

그림 4는 무선랜 MAC 프레임 형식으로 데이터는 한 번에 최대 2,312Byte를 전송할 수 있고 48bits의 MAC 주소



**그림 4. MAC 프레임 형식**

가 4개 사용되는 것을 알 수 있다. 이 주소는 사용 모드에 따라 스테이션의 주소와 AP 주소를 지정하는 것에 사용된다.



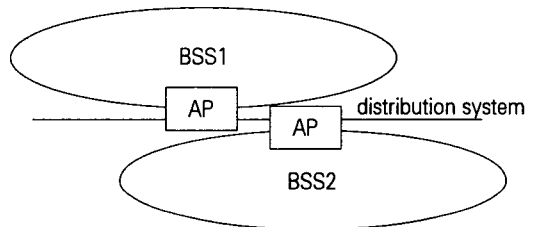
**그림 5. 무선랜의 동작 상태도**

그림 5는 무선랜의 동작 상태도로 스테이션은 우선 AP 신호를 감지하기 위해 채널을 스캔하며 이 상태는 "State 1"이다. AP의 신호가 수신되면 AP의 정보에 따라 파라미터들을 설정하고 스테이션은 인증을 요청한다. 인증이 성공적으로 수행된 후 스테이션은 자신의 정보를 AP로 전송하며 접속(association)을 시도하고 성공되면 통신이 가능한 상태 "State 3"가 된다. 이 후 AP와의 접속이 끊어지고 새로운 AP와 연결될 때는 "re-association"이 수행되며 이 때 스테이션은 전 AP 정보를 새로운 AP로 전송하여 데이터의 수신이 중단되지 않도록 한다. 즉, 무선랜 AP 사이의 핸드오버가 자동으로 수행된다. 참고로 미국의 5.9Ghz 차세대 DSRC의 경우에는 스테이션이 무선 통신 영역 내에 진입할 때 빠른 접속을 위해 Association 절차를 생략하는 것으로

되어 있다.

**2. 망 구조**

무선랜의 망 구조는 무선랜의 기간통신망에 연결 여부에 따라 BSS(Basic Service Set) 방식과 ESS(Extended Service Set) 방식으로 나뉜다. BSS 방식은 AP가 없이 스테이션들끼리 통신을 수행하며 패킷의 전달 기능은 없다. 통신망이 없는 임의의 장소에서 단말끼리 통신을 할 때 유용하다. 이에 비해 ESS 방식은 AP가 있어 스테이션들은 AP를 통해 통신하며 AP에는 Ethernet이나 ADSL과 같은 distribution system이 있어 AP사이의 데이터 전달이나 인터넷과의 연동 기능을 수행한다.



**그림 6. ESS 무선랜 망 구조도**

**III. 무선랜의 ITS 서비스 적용 방안**

**1. 고속 이동 환경에서 성능 분석**

무선랜은 IEEE에서 표준화를 시작할 때부터 이동하는 단말기를 지원 범위에 고려하였으나 90년대 초기에 처음 사용될 때부터 주로 실내에서 Ethernet 대용으로 사용되었고 따라서 통상적으로 정지 상태나 저속 이동 상태에서만 사용이 가능한 것으로 알려져 있다. 그러나 최근 들어 도로변에 무선랜 AP가 설치되어 통신 기능이 성공적으로 시험되었으며 지하철 내에서 전동차가 주행하는 동안에도 승객들이 무선 인터넷을 사용하는 서비스가 시험되고 있다. 또한 도로변에 AP를 설치하고 차량에 NIC(Network Interface Card)를 설치하여 IEEE 802.11g 방식의 무선

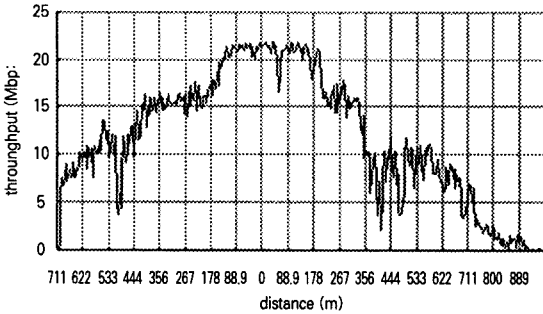


그림 7. 160km/h의 차량 이동속도에서의 거리에 따른 데이터 전송속도 측정

랜에서의 이동 환경에서의 성능을 측정한 결과(4), 시속 160km/h로 주행하는 상태에서 데이터 전송 속도가 최고 22Mbps에 이르러 차량에 이동 속도에 따른 성능의 저하가 전혀 없음을 확인되었다. 따라서 무선랜의 ITS 서비스 적용이 가능하다. 이 측정 자료는 AP의 안테나 높이가 1m에 불과한 것이므로 도로변에 7-8m의 가로등에 안테나가 설치된다면 훨씬 먼 거리까지 통신이 가능하다.

## 2. 제공 가능 서비스

무선랜은 저렴한 비용으로 허가를 받지 않고 설치할 수 있으며 제한된 지역에서 고속의 데이터 송수신이 가능한 장점이 있으므로 ITS 및 LBS, 텔레매틱스 서비스 중에 이 속성을 만족하는 서비스를 제공할 수 있다. 다만 통상적인 무선랜의 경우 초기 접속 시간이 필요하므로 ETC 등의 짧은 통신 시간을 필요로 하는 경우에는 프로토콜의 보완이 필요하며 이것이 미국의 차세대 DSRC이다. 통상적인 무선랜으로 제공 가능한 서비스는 다음과 같다.

- 긴급차량 우선 통행
- 교통 및 도로, 지역 정보 제공
- 교차로 충돌 경보
- 교통 정보 수집
- 차량 군집 운행
- 차량 안전 점검 및 데이터 기록
- 주차비, 주유비 등 요금 징수

- 물류 차량 추적 및 관리
- 무선 인터넷 등

## IV. ITS 서비스 적용을 위한 무선랜 기술의 보완 방향

### 1. MESH

MESH 네트워크는 AP나 스테이션들이 임의의 위치에서 동작할 때, 이들 장치들이 자동으로 네트워크를 구성하여 서로 간에 데이터 패킷을 연결하여 주는 방식이다. 따라서 모든 AP에 전용선이나 ADSL/VDSL과 같은 유선 통신 선로가 연결될 필요가 없으므로 망구축 비용이 저렴하고 쉽고 빠르게 망 구축이 가능하다. 특히 ITS와 같이 도로변에 통신 설비가 설치되는 경우에는 AP들을 도로변에 설치하고 이를 서로 무선으로 연결하면 통신망 구축이 쉽다. MESH 네트워크의 경우 무선 통신의 경로 설정이 자동으로 구성되므로 중간에 AP를 추가적인 설치나 이동이 자유롭다. 또한 자동차들에 설치된 NIC 사이에도 경로 설정이 자동으로 이루어져 차량의 이동에 따른 위치의 변화가 있어도 주변의 차량들과 무선 통신이 가능해진다. 이 기능은 차량 군집 운행이나 교통 및 도로 정보의 교환, 충돌 방지 등의 ITS 서비스에 긴요하게 사용될 것이다. 그러나 이 기능은 현재 IEEE에서 표준화 작업이 진행 중이므로 향후에 사용이 가능하다.

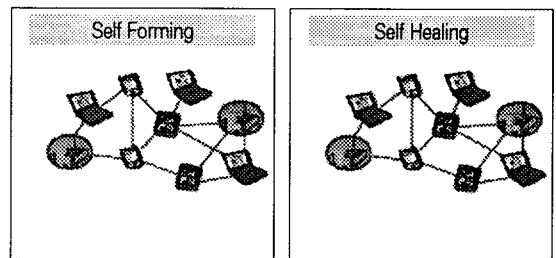


그림 8. 무선 메쉬 네트워크의 자동 망 구성

### 2. Fast Roaming

차량이 도로를 고속으로 주행하고 도로변에 AP가 설치

된 경우, 차량에 장착된 NIC 장치는 여러 AP들을 거쳐 가며 접속하게 된다. 즉, 차량이 전 AP의 통신 영역에서 새로운 AP의 통신 영역으로 옮겨감에 따라 연속적인 통신에 따른 패킷 데이터의 전달이 중요해지며 이 기능을 fast roaming이라고 한다. 현재 이 부분도 IEEE에서 표준화가 진행 중에 있다. 무선 구간에서의 패킷 전달은 기존의 무선랜 제품에서도 지원이 되며 만약 무선랜 AP들이 동일 서브넷으로 구성되어 있다면 아무런 추가적인 보완 없이 AP간의 로밍이 지원된다.

### 3. Mobile IP와 IPv6

차량이 이동하면서 인터넷 프로토콜을 사용하는 경우에는 차량 단말기에 고유의 IP 주소가 설정되어 있어야 한다. 또한 인터넷 패킷은 서브넷 단위로 전달이 되므로 차량이 다른 지역으로 이동하면 서브넷이 달라지므로 인터넷 패킷을 전달할 수 없게 된다. 따라서 이동 환경에서 인터넷 서비스를 지원하기 위해서는 차량 단말기의 위치를 추적하여 해당 서브넷으로 패킷을 전달하여 주는 기능이 필요하고 이것이 Mobile IP의 주요 기능이다. 또한 IP 주소가 부족하여 모든 차량에 고유의 IP 주소를 할당하는 것이 불가능하지만 IPv6가 활성화되면 주소 부족 문제가 해결되므로 마치 자동차 번호처럼 IP 고유 주소를 할당할 수 있다. 그러나 Mobile IP나 IPv6 기술이 대규모적으로 상용화되지

못했으므로 기술이 안정화되고 장비가 보급되는 시간이 필요하다.

### 4. 인터넷 방송

인터넷 서비스는 기본적으로 client-server 기반이다. 즉 사용자가 지속적으로 정보를 요구해야 서버가 이에 응답한다. 또한 사용자가 원하는 정보를 입수하기 위해서는 해당 웹사이트의 주소나 포트 번호 등을 알아야 하므로 특히 운전자의 경우에는 교통 정보나 지역 정보를 수신하는 것이 매우 번거롭다. 따라서 이런 문제를 해결한 인터넷 지역 방송 서비스가 제안되었다. 이것은 무선랜 AP에 IP 주소 변환 기능을 추가하여 무선 통신 영역내의 단말기들이 사전에 어떤 설정 없이 마치 라디오처럼 교통 정보와 지역 정보를 수신하는 방식이다.[5,6] 이 방식은 국내 독자 기술로 개발되었으며 현재 IEEE와 ITU-R에서 표준화가 진행되고 있다.

### 5. 타 무선망과의 연동

현재 또는 근 미래에 다양한 무선통신 방식이 혼재될 것이다. 이들 무선 통신망은 각각의 특징과 장단점이 있고, ITS 서비스는 매우 다양하여 단일 무선 방식으로 모든 서비스를 효과적으로 지원하는 것은 불가능하다. 따라서 여러 무선 통신망사이에 연동이 향후에는 매우 주요하게 될 것이다. ITS 서비스의 경우 차량에 셀룰라/PCS 단말기와 무선랜/DSRC, UWB/Bluetooth 등의 무선 통신 장치가 설치될 것이며 이들 사이의 동적인 연동에 의해 차량의 위치나 서비스 종류에 따라 가장 적절한 무선 방식을 통해 서비스 지원이 이루어질 것이다.

## V. 결론

본 논문에서는 무선랜의 기술적 특징에 대해 개략적으로 정리하였고 무선랜을 ITS 서비스에 활용하기 위해 고려해

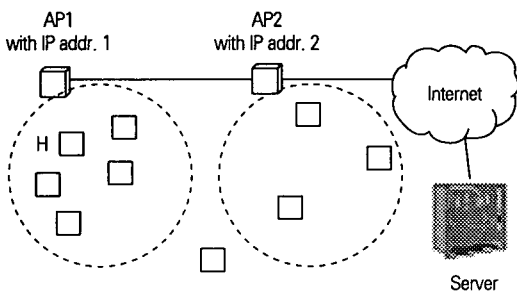


그림 9. 무선 인터넷 지역 방송 시스템 구성도 (H: 호스트)

야 하는 요소들을 분석하였다. 무선랜은 그 성능과 기능이 가격에 비해 매우 우수하며 정부의 허가를 받지 않고 설치 및 운용이 가능하므로 다양한 장소에서 다양한 목적으로 사용될 수 있다. 그러나 동일한 장소에서 동시에 동일한 주파수를 사용하면 반드시 간섭이 발생하므로 차량의 운행이나 인명에 관계된 서비스에서는 사용이 곤란하다. 향후에 무선랜 관련 기술이 발전해가고 그 시장 수요가 커 감에 따라 ITS 사업에 적용될 수 있다.

#### 참고문헌

1. Wireless LANs, 2E, J.Geiger, SAMS, 2002.
2. B. Cash, "NORTH AMERICAN 5.9 GHz DSRC OPERATIONAL CONCEPT /BAND PLAN", IEEE 802.11-03/0750r0, IEEE 802.11 WAVE SG, 2004.5.6.
3. Information technology- Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical(PHY) specifications, IEEE Standard Boards, 26 June 1997.
4. 오종택, "고속이동환경에서 무선랜의 데이터 전송속도 측정," 한국통신학회 추계종합학술대회, 고려대학교, 2003.11.
5. 오종택, 이봉규, "LBS를 위한 무선 인터넷 지역방송 시스템," 개방형지리정보시스템학회 논문지, 제5권, 제1호, pp.75-81, 2003.6.