

무선LAN 설치 방안 및 구현사례

이재환*, 이미숙**, 정한욱**
 KT 서비스개발연구소*, KT 컨버전스연구소**

The Deployment Guide on Wireless LAN and a Case Study

Jaehwan Lee*, Mee-suk Lee**, Hanwook Jung**
 KT Service Development Laboratory*, KT Convergence Laboratory**

Abstract - 현재 무선랜은 무선 인터넷 솔루션 중의 가장 효율적인 무선 접속 수단으로 이용되고 있다. 그러나 본래 개인적인 용도로 설계된 무선랜의 용도와는 달리, 무선랜이 기업 및 대규모 핫스팟에 설치되기 시작하면서 그동안 고려하지 못한 여러 가지 점이 드러나기 시작했다. KT에서는 2002년부터 NESPOT으로 불리는 무선 인터넷 서비스를 시작하면서, 많은 핫스팟 및 대규모 회의장에 무선랜을 구축하고 있다. 본 논문에서는 일반적인 무선랜 설치방안에 대해 논의하고, 그 실례로 이번 3월 달에 열린 제 59차 IETF 회의에서 무선랜을 구축한 사례를 비교하고자 한다.

1. 서 론

2000년 이후, 네트워크 구축에 가장 큰 변화중의 하나로 무선랜의 등장을 생각할 수 있다. IEEE 802.11b 표준을 기반으로 한 무선랜은 설치 및 사용이 간단하고, 유선 네트워크의 종단을 무선으로 확장한 것이라 이용자들이 친숙하게 여겼으며, 대량 생산으로 인한 저렴한 가격으로 인해 최근의 네트워크 구축의 대세가 되었다. 또한 KT를 비롯한 여러 국내의 통신 사업자들이 핫스팟을 중심으로 하는 공중 무선랜 서비스[1]를 시작하면서 급속한 확산을 촉진했다. 그러나 본래 소규모 이용자들이 쉽게 설치해서 쓰도록 설계된 무선랜 시스템이 대규모 핫스팟 혹은 기업에 확장 되면서 설치 방안 및 기법에 대한 여러 가지 고려할 만한 사항들이 드러나기 시작했다. 본 논문에서는 이러한 대규모 무선랜 기반 네트워크 구축 시 셀 설계 방안을 제시하고, 이를 반영하여 지난 3월에 개최된 IETF 표준화 회의 시 구축한 무선랜 네트워크를 실제 사례로 비교하고자 한다.

2. 무선랜 설치 방안

2.1 무선랜 설치 시 고려사항

가정용 무선랜과는 달리, 핫스팟이나 기업과 같이, 많은 사용자가 사용하면서 다수개의 AP를 설치해야 한다. 이러한 경우, AP당 가입자 수, AP당 도달 거리, 여러 가지 안테나 사용 및 채널 할당 기법 등이 고려되어야 간섭이 없고 원활한 무선랜 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 고려사항 및 설치 방안을 설치할 실제 장소, 이용자들의 분포, 사용하는 서비스의 형태들에 따라 다양하게 달라질 수 있다. 본 장에서는 이와 같은 요소들을 고찰해보고, 실제 망구축 및 셀 설계에 적용할 수 있는 방안을 수립해 보고자 한다.

2.1.1 AP당 가입자 수

하나의 AP에 한명 또는 소수의 단말만이 사용하는 가정의 환경과는 달리, 기업 및 회의장에 무선랜을 설치할 경우, 한정된 공간 안에서 여러 명이 동시에 사용하면서 이용자당 만족할 만한 전송속도를 보장해야 한다. 현재 사용하고 있는 무선랜 표준인 IEEE 802.11b의 경우, 한 AP당 무선구간에서 실질적인 전송속도는 약 5Mbps(TCP기준)으로 볼 수 있다. 일반적인 이용자들의 평균 인터넷 이용 속도를 250kbps라고 가정한다면, 한 AP당 20명의 이용자를 수용할 수 있으며 이는 무선랜 AP의 성능을 저하시키지 않고 사용할 수 있는 설계 기준이 된다. 사용 환경이나 이용자들의 성향, 주로 이용하는 응용서비스의 종류에 따라 물론 이러한 기준은 적절히 변경이 가능하다. 예를 들면, 대규모 회의장 같은 경우는 좁은 공간에 많은 이용자들이 밀집해서 사용하므로 AP당 이용자를 20명으로 가정하고 설계를 할 경우 AP를 매우 많이 설치해야 한다. 하지만, 가입자들의 평균 이용 속도가 크지 않으므로 AP당 가입자 수를 50명 이상으로 잡는 것이 가능하며, 이러한 기준은 무선랜 셀 설계 시 AP 소요수량 및 위치 결정에 주요한 판단 근거 중의 하나가 된다.

2.1.2 도달 거리

일반적으로 AP의 전파 도달 거리는 환경에 따라서 야외의 경우 100 ~ 150m, 장애물이 있는 실내의 경우 20 ~ 30m이다. 자세한 환경별 및 전송 속도에 따른 전파 도달 거리와 수신감도는 아래 표 1과 같다. 대부분의 무선랜은 실내 혹은 벽과 같은 장애물이 있는 환경에서 사용하게 되는데, 이에 따라 서비스 제공 영역은 크게 달라질 수 있다. 이밖에도 수신기의 감도, 전송 출력, 간섭 대응능력, 안테나 시스템의 성능 등이 AP의 셀 크기를 결정하는 주요한 요소가 된다. 실내 환경에서 셀 크기를 조절하고 싶을 때는 AP의 전송 출력을 조절함으로써 가능하다. 일반적인 상용 AP는 3단계 이상의 출력 레벨을 조절할 수 있으며, 최대 100mw 까지 지원한다. 출력 조절로만으로 원하는 크기를 얻을 수 없는 경우, 외장 안테나를 이용하여 크기를 확대할 수 있다. 셀 크기를 매우 작게 하여 밀집도를 늘리는 방법은 한계가 있는데, 이는 3장에서 더 자세히 다루도록 한다.

표 1. 환경과 전송속도에 따른 셀 크기

구분	11Mbps	5.5Mbps	2Mbps	1Mbps
Indoor	20m	30m	40m	50m
Semi-open	28m	35m	43m	53m
Outdoor	60m	90m	130m	170m
수신감도	-84dBm	-87dBm	-90dBm	-93dBm

2.1.3 안테나 및 채널 할당

일반적인 AP는 방향성을 지니지 않은 옴니 안테나를 채택하고 있으며, 두 개 이상의 외부 안테나를 설치하여 수신 다이버시티를 구현하고 있다. 이외에도 효율적인 셀 설계를 위하여 지향성을 지닌 패치 안테나를 사용할 수 있으며, 경우에 따라 라인 안테나, 레이드움 안테나 등을 사용할 수 있다.

2.4GHz ISM 밴드의 경우, 한국은 1 ~ 13번 채널을 이용할 수 있도록 법규에 규정되어 있다. 채널간 간섭을 피하고 서로 겹치지 않게 하려면 동시에 채널을 3개만 쓸 수 있다. (예: 채널 1, 6, 11) 그러나 채널이 약간 겹치더라도 AP가 매우 근접하여 있지 않을 경우 전체 전송 속도의 큰 저하가 없는데, 이러한 사실을 이용할 경우 동시에 채널 4개(1,5,9,13)를 사용할 수 있다[2]. 이러한 채널 용량의 증대는 설 설계 시 동일 채널 간섭 및 상호간섭 문제를 해결하기에 큰 도움이 된다. 현재 KT의 NESPOT서비스에서는 위와 같이 4개 채널을 채널 할당 방안으로 사용하고 있다.

5GHz 대역을 사용하는 OFDM방식의 11a의 경우에도 근접한 장소에서 인접채널을 사용할 경우 전송속도 저하를 나타내므로, 채널 할당 시 서로 격리할 필요가 있다.

2.2 정통부 무선랜 운영 권고안

2.4GHz 대역의 무선랜의 경우, 통신 사업자 뿐만 아니라 일반 사람들도 모두 자유롭게 사용할 수 있는 대역이다. 따라서 많은 지역에서 전파 간섭이 일어날 수 있는데, 간섭 발생시 상호간 통신이 불가능하거나 전송 속도가 떨어지므로, 상호간 협의 하에 간섭을 최소화 하는 방안이 필요하다. 2002년부터 정보통신부에서는 이러한 점을 고려하여 무선랜 운영 권고안을 마련하여 무선랜 상호간섭현상 발생시 권고절차에 따라 해결하도록 유도 하고 있다. 자세한 절차는 아래와 같다.

- 1) 전파간섭현상발생 : SSID 검색을 통해 타 AP운영자의 소재를 파악
- 2) 채널 변경 : 채널 1 6 11 또는 채널 1 5 9 13 중 타 AP와 겹치지 않는 채널을 사용함으로써 전파간섭을 해결
- 3) 출력조정 : 타 AP운영자와 협의하여 AP의 출력전력을 서로 낮추면, 간섭전력이 감소하여 전파간섭을 해결 가능함
- 4) 위치변경 : 타 AP운영자와 협의하여 AP의 설치위치를 서로 변경하면, 간섭영역이 조정되어 전파간섭을 해결 가능함
- 5) 안테나변경 : 서비스 영역 및 간섭영역 등을 고려하여 적절한 안테나를 선택하면, 간섭영역이 조정되어 전파간섭이 해결 가능함

3. 대규모 무선랜 설치 사례

3.1 IETF 무선 네트워크 개요 및 구성도

2004년 2월 29일부터 3월 5일까지 서울 소공동 롯데 호텔에서 제 59차 IETF 회의가 개최 되었다. KT는 회의 기간동안 회의장 및 로비, 식음료장 등에 무선랜 서비스를 설치하고 운영하였다. 총 32개의

AP로 5일동안 무선네트워크를 제공하였으며, 총 이용자 수는 1293명이다. 이러한 규모는 단일 규모 회의 중에서는 세계적으로 가장 큰 숫자 중의 하나이며, 또한 한정된 공간 안에 사람들이 매우 밀집하여 사용하는 형태로, 무선랜 설치 사례로 적합한 예이다.

무선랜 네트워크로 802.11b 및 11a 서비스를 동시에 제공하였다. 사용한 AP는 Cisco 사의 Aironet 1210 제품으로, 한 AP내의 11b 및 11a 인터페이스를 동시에 가지고 있다. SSID는 11b/a 모두 "ietf59"로 설정하였다. 그림 1은 IETF 전체 네트워크의 구성도이며, 그림 2는 회의장이 주로 배치된 2층에 AP 설치도이다. 그림 3은 실제로 설치된 AP의 사진이다.

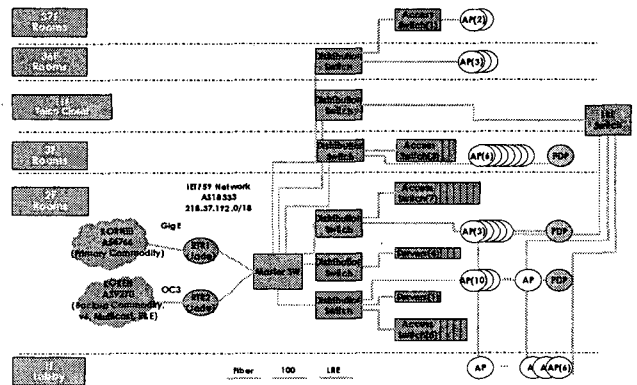


그림 1. IETF 무선네트워크 전체 구성도

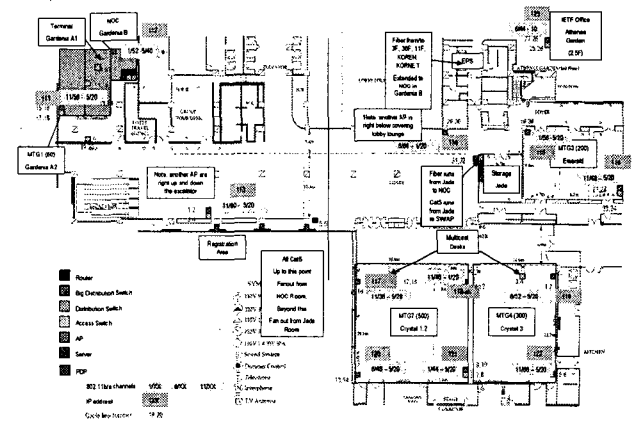


그림 2. 2층 회의장 AP 배치도

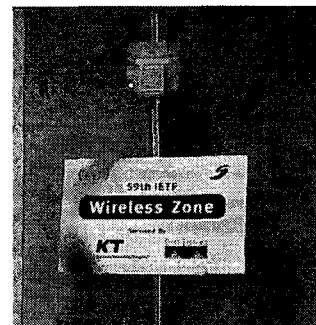


그림 3. IETF 회의장에 설치된 AP 사진

3.2 무선 네트워크 운영 관련 통계

회의장의 트래픽 성향이나 이용자 수는 회의 시간 일정에 따라 크게 변하게 된다. 즉, 회의 시간에는 매우 많은 사용자가 많은 트래픽을 발생 시키는데 비해, 휴식시간에는 사용자와 트래픽이 급격하게 줄어드는 현상을 보인다[3]. 이러한 패턴은 그림4에서와 같이, 이번 IETF 회의에서도 잘 나타난다. 그림 4는 시간에 따라 무선네트워크를 사용 중인 11b 사용자 수의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 네트워크를 사용 중인 최대 동시 단말 개수는 총 32개의 AP에서 525개였다. 그림 5는 그림 4와 같이 시간에 따른 단말수의 변화를 나타낸 것이나, 11a 단말의 수를 나타낸 것이 차이점이다. 11a 단말의 수는 11b 단말의 비해 10% 이하 였는데, 이는 아직 한국에서 11a 가 5.725 ~ 5.825 GHz 대역만이 사용가능하여 11a 랜카드가 거의 보급되지 않았기 때문이다. 대부분의 11a 사용자는 외국에서 자신의 랜카드를 가지고와서 사용하였을 것으로 볼 수 있다. 11a의 경우, 최대 동시 사용 단말 수는 46개였다.

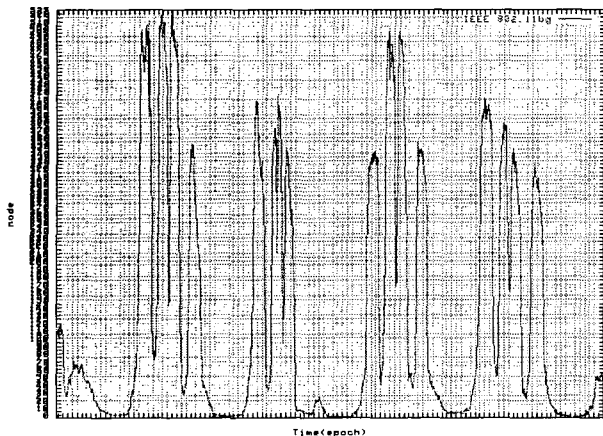


그림 4. 네트워크를 사용 중인 11b 단말의 수 변화

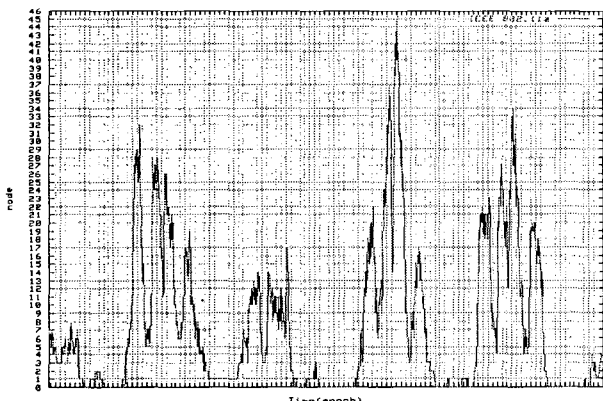


그림 5. 네트워크를 사용 중인 11a 단말의 수 변화

3.3 대규모 무선랜 네트워크 설치 시 고려해야 할 사항들

Cell Engineering 이라는 관점에서 볼 때, 무선랜 설치에 대한 절차와 방안은 아직 체계화되어 있지 않은 것이 현실이다. 본 장에서는 대규모의 무선랜 네트워크를 구축할 때, 셀 설계라는 관점에서 고려해야 할 사항들을 알아보고, 이와 관련된 문제점과 해결 방안을 제시해 본다. 이러한 고려사항은 이번 IETF 설치 시에 나타났던 현상을 바탕으로 한 것이다.

3.3.1 AP 채널 설정 및 출력 설정

AP의 위치 결정 및 출력/채널 설정은 동시에 고려되어야 주변 AP간 간섭효과를 줄일 수 있다. 일반적인 채널 및 출력 설정 시 다음의 세 원칙을 지켜야 한다.

- 1) 인접채널은 사용하지 말아야 한다. (예: 채널 1번 사용 시 2,3,4번 채널 사용금지)
- 2) 동일 채널의 AP가 동시에 2개 이상 보이는 지역이 최소화 되도록 해야 한다.
- 3) 사용자들의 사용이 빈번한 곳 중에 전파가 도달하지 않는 음영 지역이 없어야 한다.

1)번 원칙의 경우, 인접채널을 사용할 때 상호간의 잡음으로 해석되므로, 두 채널 모두 전송속도가 떨어지게 된다. [1] 반면에 2)번의 경우, 동일 채널을 사용할 경우에는 서로간의 잡음으로 해석되는 것은 아니지만, 한정된 무선 자원을 같이 이용하는 것이 되므로 전송 속도가 줄어들게 된다. 이와 같은 현상을 동일채널 간섭이라고 한다. 그림 6은 AP에 위치가 다음과 같을 때, 1),2),3)항을 만족시키는 최소출력과 최대 출력을 도시한 것이다.

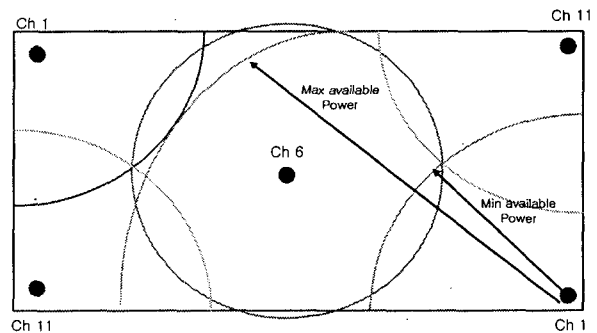


그림 6. 위치와 채널 설정에 따른 AP 출력의 범위

3.3.2 핑퐁 현상

회의장과 같이 한정된 좁은 공간에 많은 가입자를 수용하기 위하여, AP 신호세기를 줄이고, AP당 커버리지를 줄여서 AP를 많이 설치하게 된다. 그러나 AP의 Power를 너무 많이 줄일 경우, 특정 지역에서 신호 세기가 약한 AP들만 여러 개가 잡힐 수 있다. 이와 같이 신호세기가 약한 AP가 다수 개 잡힐 때, 단말은 어느 한 AP에 association 한 뒤에, 자체적으로 무선링크가 약하다고 판단하여 다시 hand-off를 시도하고 다른 AP로 전환하게 된다. 다른 AP에 전환을 해도 역시 무선링크가 좋지 못하므로 계속 Hand-off를 시도하여 두개, 혹은 그이상의 AP에 빠른 속도로 번갈아 가며 association하게 되는데, 이러한 현상을 핑퐁현상이라고 한다. 이에 대한 해결책은 AP의 전송출력을 증대하여, 두 AP의 중간 지역에서도 사용자가 사용하기에 충분히 큰 신호 세기(예: -60dBm이상)를 가진 AP가 적어도 하나 이상 보이도록 하는 것이다. 일반적인 무선랜 카드의 경우, 일단 association 된 링크의 신호세기가 일정 값 이하로 내려가지 않는 한 주변에 더 큰 신호세기를 가진 AP가 보여도 hand-off 를 시도 하지 않으므로, 핑퐁현상을 방지 할 수 있다.

3.3.3 동일채널 간섭

동일 채널간은 위에서 언급한 바와 같이, 단말 혹은 AP가 동시에 신호를 주고받을 수 없으므로 채널 용량이 반으로 떨어지게 된다. 따라서 이러한 현상을 가능하한 피하는 것이 바람직하다. AP의 위치를 동일 채널 사용 시 충분히 멀리 떨어지게 하는 것이 가장 좋은 방법이지만, 그것이 어려울 경우 두 AP간에 충분히 큰 신호를 전달할 수 있는 다른 채널의 AP를 추가하는 것도 해결 방안이 된다. 그림 7은 위의 방안을 설명하는 그림이다. 그림 7.(a)는 두 AP 중간에 단말이 있을 경우 동일채널 간섭현상이 일어나는 상황이다. 그림 7.(b)는 이러한 동일채널 간섭현상을 피하기 위해서 AP의 위치를 물리적으로 멀리하게 조정하는 것이다. 그림 7.(c)는 AP의 물리적인 위치는 그대로 두고, 중간에 다른 채널을 가진 AP를 설치하여 동일 채널 간섭의 효과를 없애는 방법이다. 동일 채널을 가진 두 AP사이에 다른 채널의 AP 신호가 더 크게 잡힘으로써, 단말이 다른 채널을 이용하게 되면 동일채널간섭의 효과가 없어지게 된다. 이와 같이, AP의 배치중 어느 하나의 AP의 출력이나 채널이 변경 및 AP의 추가 및 삭제가 일어날 경우 해당 셀만의 문제가 아닌 전체 네트워크에 영향을 미칠 수 있다.

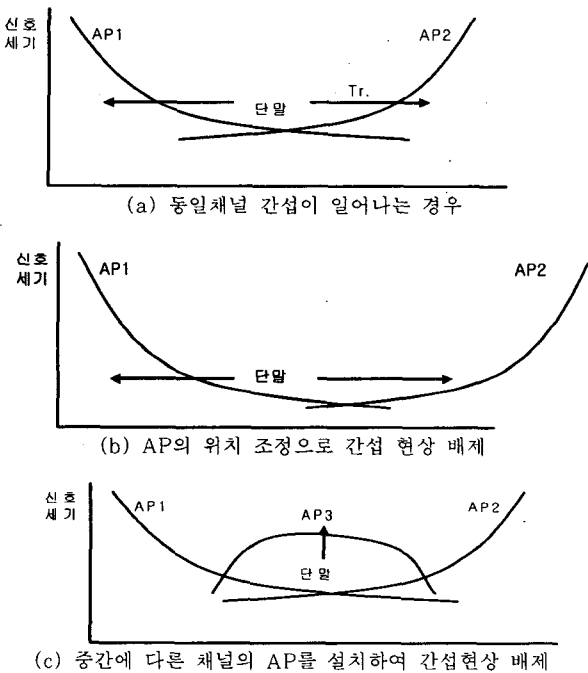


그림 7. 동일 채널 간섭 현상

3.3.4 AP 출력 조절

회의장과 같은 한정된 실내에서 많은 가입자 수용을 위해 사용하는 방법 중의 하나로, AP의 송신 출력을 줄여서 셀의 반경을 줄이는 경우를 들 수 있다. 그러나 이러한 방법으로 전체 네트워크 용량을 증대시키는 데에는 한계가 있다. 예를 들어, Cisco AP의 경우 가장 작은 경우는 1mW까지 송신출력을 제한할 수 있다. 그러나 이와 같이 1mW로 AP를 촘촘히 배치할 경우 간섭의 영향에서 자유로울 수 없다. 현재 무선랜의 경우 대부분의 단말의 송신 출력은 25mW ~ 100mW 사이의 값으로 고정되어 있다. 따라서 AP의 신호간의 간섭을 일어나지 않는다 하더라도,

단말의 송신전파가 부근 AP의 채널에 영향을 미칠 수 있으므로, 공간에 따른 채널 분리 현상을 기대하는 데에는 한계가 있다. 그림 8은 이와 같은 현상을 도시한 것이다. 따라서 현재 무선랜 방식으로는 AP당 동시 이용자수를 늘릴 수 있는 고성능 AP를 설치해야 하며, AP의 출력 조절 방식만으로는 용량을 증대하는 데에 한계가 있다.

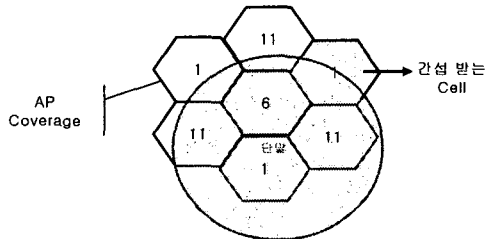


그림 8. 소출력 AP 설치 시 단말의 전송 범위

4. 결 론

핫스팟이나 기업, 회의장과 같은 대규모 무선랜 설치 지역의 경우, AP의 셀 설계는 전체 네트워크 성능에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 이러한 셀 설계에는 물리적인 AP의 위치 선정은 물론, AP의 송신출력, 채널 할당 방안, 주변 AP의 간섭 여부 등이 복합적으로 고려되어야 한다. IETF 회의장의 무선랜 설치 사례는 이와 같은 셀 설계 기법을 고려한 좋은 예이다. 또한 핑퐁 현상, 동일 채널 간섭 등의 현상을 고려하여 네트워크를 구축한 좋은 예이다. 무선랜의 설치 기법에 관한 연구는 이외에도 네트워크 용량 분석 등과 관련하여 다각도로 연구되어야 하며, 앞으로도 많은 연구 결과가 기대되는 분야이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Youngkyu Choi, Jeongyeup Paek, Sunghyun Choi, Go Woon Lee, Jaehwan Lee and Hanwook Jung, "Enhancement of a WLAN-Based Internet Service in Korea", *Proceedings of ACM International Workshop on Wireless Mobile Applications and Services on WLAN Hotspots (WMASH'03)*, San Diego, USA, September 19, 2003
- [2] D. Kim, S. Kim, H. Jung, and S. Gweon, "WLAN Interference Reduction Method by Channel Assignment with Field Test Results", In *Proceedings of JCCI'03*, April 2003
- [3] A. Balachandran, G. M. Voelker, P. Bahl, and P. V. Rangan, "Characterizing User Behavior and Network Performance in a Public Wireless LAN", In *Proceedings of the 2002 ACM SIGMETRICS'2002*, June 2002