

IEEE 802.11 무선랜을 위한 무선 네트워크 관리 기술

진성근 | 최성현

한국전자통신연구원, 서울대학교

요약

IEEE 802.11 무선랜 기술은 가장 성공한 무선 통신 기술 중 하나이다. 주로 가정이나 사무실, 공공 장소에서 소규모 무선 네트워크를 형성하여 무선 인터넷 환경을 제공한다. 고속통신이 가능하며 사용자의 이동성을 함께 제공하는 무선 통신 기술에 대한 요구가 증가하면서 새로운 기술 표준도 함께 도입되었다. 이에 따라 IEEE 802.11 무선랜은 크고 복잡한 형태로 발전하고 있으며, 이에 상응하는 무선랜 환경을 관리하기 위한 기술 표준이 필요하게 되었다. 이러한 요구를 충족하기 위해서 IEEE 802.11v Task Group (TG)이 발족하여 새로운 기술 표준을 만들고 있다. 본고는 현재 진행 중인 IEEE 802.11v TG에서 발행한 초안¹⁾을 바탕으로 무선 네트워크 관리 기술에 대한 내용을 소개한다.

1. 서론

초기 IEEE 802.11 무선랜 기술은 전파 사용허가를 받지 않아도 되는 2.4GHz 대역에서 이동성이 적은 사용자에게 최대 11Mbps의 데이터 전송 속도를 제공하도록 개발되었다 [1,2]. 데이터 전송기술이 발전하고 사용자의 이동성을 지원하기 위한 요구가 증가하면서 이러한 요구를 충족하기 위한

새로운 기술 규격들이 이미 개발되었거나 개발 중에 있다.

무선 전송기술의 발달로 Orthogonal Frequency Division Modulation (OFDM)²⁾ 기술의 적용이 가능해짐에 따라 OFDM 기술을 이용한 고속데이터 전송을 위한 기술 규격이 새롭게 정의되었다. IEEE 802.11g는 IEEE 802.11b 규격과 호환성을 유지하면서 최대 54Mbps의 전송속도를 제공하도록 정의되었으며, IEEE 802.11a는 IEEE 802.11b 규격과의 호환성을 유지하지 않는 대신 5GHz 대역에서 최대 54Mbps의 전송 속도를 제공하도록 개발되었다 [3,4]. 최근에는 다중 안테나를 사용하는 Multiple Input Multiple Output (MIMO) 기술을 활용하여 데이터 전송 속도를 최대 600Mbps까지 지원하는 IEEE 802.11n 기술 규격이 개발되고 있다 [5].

무선 환경에 관한 정보를 측정하고 이러한 정보를 적극 활용하여 사용자의 이동성을 돕기 위한 기술 규격인 IEEE 802.11k는 이미 완성 단계에 있다 [6]. 사용자 인증을 위한 규격인 IEEE 802.11i [12]가 개발되었지만 인증 절차가 복잡하고 연산시간이 긴 단점이 제기되었다. 사용자가 이동하면서 새로운 Access Point (AP)와 접속해야 하는데 이 때마다 수행되는 IEEE 802.11i 기반의 인증은 핸드오프 시간을 증가시켰다. 인증을 포함한 핸드오프 시간을 줄이기 위해 무선 네트워크에서 고속 스위치를 이용하여 계층적으로 AP들을 연결하고 계층화된 네트워크 구조를 이용하여 인증 키를 관리하는 방식이 제안되었다. 이 기술을 바탕으로 사용자 이동

01_ 본고는 2007년 4월 발행한 기술문서 IEEE 802.11v 버전번호0.11을 기반으로 한다

02_ 데이터를 일정 영역의 주파수 대역으로 나누어 존재하는 다수의 상호간섭이 없는 부반송파에 실어서 전송하는 방식

에 따른 핸드오프 시간을 최적화 하기 위한 기술 규격인 IEEE 802.11r이 개발 중에 있다 [7].

비교적 단순한 네트워크에서 낮은 데이터 전송률로 무선 인터넷 환경을 제공하던 초기와는 달리 새로운 기술적 요구를 수용하기 위해서 새로운 기술 표준들이 등장하게 되었고, 이러한 기술 표준들이 실현되면서 IEEE 802.11 무선랜은 더 넓은 지역을 고속의 데이터 전송률로 서비스하기 시작했다.

새로운 기술의 등장으로 사용자 편의성은 증가했지만 네트워크는 더 크고 복잡해졌으며 단말들을 관리하는 것은 더욱 어려워졌다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 IEEE 802.11v Task Group (TG) 이 만들어졌으며 새로운 표준 규격을 통해서 IEEE 802.11 무선랜을 관리하기 위한 시도가 진행 중이다. 본고는 2007년 4월 공개된 IEEE 802.11v 초안 문서 버전번호 0.11 [11]을 기준으로 채택되었거나 논의 중인 기술을 중심으로 내용을 정리하였다. 본고는 총 9장으로 구성되어 있으며 2장에서는 IEEE 802.11v의 현재까지 약사에 대해서 간단히 소개하고 3장부터 7장까지는 현재 채택되어 있는 기고서를 중심으로 주요한 기술적 내용들을 소개한다. 8장에서는 IEEE 802.11v에서 활발히 논의 중인 Idle Mode에 대해서 소개하고 마지막으로 9장에서 결론을 맺는다.

II. IEEE 802.11v

IEEE 802.11v는 2005년 3월 회의에서 용례 시나리오를 정의하면서 시작되었다. IEEE 802.11v의 PAR(Project Authorization Request)에서 정의하고 있는 표준화 프로젝트의 이유는 다음 3가지가 있다[8]; (1) IEEE 802.11 규격은 단말들이 Simple Network Management Protocol (SNMP)³⁾을 통해서 관리되는 것을 가정하고 있다. 하지만 실제로 아주 적은 단말만이 SNMP 기능을 포함하고 있다. (2) 보안 기능이 있는 SNMP 기능을 지원하기 위해서 단말은 사전설정(pre-configuration)이 필요하다. (3) IEEE 802.11 기반의 단말 관리는 Internet Protocol (IP) 연결 설정 전에 필요한 경우

가 있으며 단말이 IP 연결을 얻을 수 없기 때문에 관리가 필요한 경우도 존재한다. 만일 현재 Management Information Base (MIB)⁴⁾를 통해서 단말을 관리한다면 AP의 복잡도는 매우 증가할 것이므로 이를 다루기 위한 표준화된 접근이 필요하다. IEEE 802.11k에서 단말을 통해서 측정된 무선 자원 정보를 수집하는 것이 가능하지만 단말 자체를 설정하는 것은 지원하지 않는다. IEEE 802.11v는 단말의 Medium Access Control (MAC)을 통해서 단말을 설정하도록 허용한다.

IEEE 802.11v TG에 참여하고 있는 주요한 업체로는 Aruba Networks, Atheros, Cisco, DoCoMo, Intel, Qualcomm, Meru Networks, Nokia, Samsung 등이며 학계에서는 서울대학교가 참여하고 있다. 다루고 있는 기술적인 내용은 virtual AP, load balancing, location management, dynamic channel selection 등으로 다양하다.

III. Virtual AP

Virtual AP는 물리적으로 하나인 AP가 두 개 이상의 AP가 설치되어 있는 것과 같은 효과를 제공하도록 하기 위해 가상으로 존재하는 AP를 지칭한다. Virtual AP 기술은 Solunet, Aruba Networks 등과 같은 장비업체에서 개발하여 이미 상용화되었다. 그러나 virtual AP를 지원하기 위한 표준안이 마련되어 있지 않았기 때문에 장비마다 고유의 동작 방식을 가지게 되었으며, 표준안 마련으로 상호 호환이 가능한 방식의 virtual AP를 제공할 수 있게 될 것이다.

IEEE 802.11 무선랜은 Basic Service Set Identifier (BSSID)를 이용하여 AP를 식별한다. AP는 자신의 MAC 주소를 BSSID로 이용한다. IEEE 802.11v 기반의 AP는 virtual AP를 위해 고유한 BSSID를 할당함으로써 식별 가능한 독립적인 virtual AP로 동작할 수 있는데, 이를 위해 AP는 자신의 BSSID로부터 필요한 수 만큼의 virtual AP를 위한 BSSID를 생성한다. AP는 비이컨 (beacon)이나 Probe-Response를 통

03. SNMP는 네트워크에 연결되어 있는 단말들을 관리하기 위해 정의된 Internet protocol 중 하나이다.
04. S통신망에서 단말들을 관리하기 위해서 사용되는 데이터베이스의 하나이다.

해서 virtual AP 기능을 제공하고 있음을 알릴 수 있으며, 비이컨을 통해서 서비스를 제공하고 있는 virtual AP에 관한 정보를 방송한다.

IEEE 802.11v는 virtual AP를 위해 할당된 BSSID를 단말에게 직접 전송하지 않는다. 대신 AP는 BSSID를 생성하기 위해 할당된 비트 수 n 을 AP의 비이컨을 통해 방송한다. BSSID는 AP의 MAC 주소이므로 48 비트이며, 단말은 BSSID의 48 비트 중 하위 n 비트를 모두 0으로 채운 뒤 virtual AP의 식별값 i 를 더하여 virtual AP를 위한 BSSID를 생성한다. Virtual AP를 위한 식별값 값 i 의 범위는 $0 \leq i < 2^n$ 이므로 AP가 virtual AP를 위해서 n 비트를 할당한다면 최대 2^n 개의 virtual AP를 생성할 수 있다.

Virtual AP는 서로 다른 서비스 요구를 가진 단말들에 대한 차별화된 서비스를 하나의 AP를 이용하여 가능하게 한다. 예를 들어 사용료를 지불하지 않는 사용자에게는 낮은 전송률로써 저속의 서비스를 제공하는 virtual AP를 인증 절차 없이 공개할 수 있으며, 사용료를 지불하는 사용자에게는 엄격한 인증과정을 거쳐 고속의 서비스를 제공하는 virtual AP를 할당할 수 있다. Virtual AP를 이용한 서비스는 물리적으로 하나의 AP를 이용해서 제공되지만 단말의 입장에서는 여러 개의 AP가 동시에 제공되는 것으로 보인다.

IV. 전력 관리

무선랜 환경에서 단말은 오랜 시간 동안 데이터 전송이 없을 때 소비 전력을 절약하기 위해서 Sleep Mode로 진입한다. Sleep Mode에 있는 단말은 송수신 및 채널 센싱을 하지 않는다. 대신 비이컨이 전송되는 주기 또는 비이컨 전송 주기의 배수에 해당하는 주기로 깨어나서 전송 대기중인 데이터가 있는지 확인하고 다시 Sleep Mode로 들어간다. Sleep Mode에 있는 단말은 트래픽을 수신할 수 없기 때문에 AP는 전송되는 트래픽이 있는지 주기적으로 단말에게 알려줌으로써 단말이 트래픽 수신을 위해 일시적으로 깨어나 트래픽을 수신하도록 한다. 브로드캐스트나 멀티캐스트 되는 트래픽은 Delivery Traffic Indication Message (DTIM)를 통해서 전송대기 중임을 알려준다. 그러므로 단말은 DTIM 주기나

DTIM 주기의 배수마다 깨어나서 전송 대기 중인 브로드캐스트나 멀티캐스트 트래픽이 있는지 확인하고 트래픽 수신을 준비한다.

만약 DTIM이 방송되는 주기보다 훨씬 긴 주기를 가지는 브로드캐스트/멀티캐스트 되는 트래픽이 존재하거나 혹은 AP에서 DTIM 주기보다 긴 시간동안 트래픽을 버퍼링 함으로써 트래픽의 전송 주기로 지연하여도 서비스 품질에 영향을 주지 않는 특성을 가지는 트래픽이 존재한다면 DTIM 주기보다 보다 긴 주기로 트래픽을 전송하게 되므로 결과적으로 단말이 더 오랜 시간 동안 Sleep Mode에 머물러 있게 되어 소비 전력을 절약할 수 있다. 이를 지원하기 위해서 Flexible Broadcast/Multicast Service (FBMS)를 새롭게 정의하였다.

FBMS 요청은 단말에 의해서 이루어지며 IEEE 802.11e에 정의되어 있는 트래픽 특성 정보를 포함한다. FBMS 요청을 받은 AP는 FBMS를 위한 식별자를 발행하며 요청된 특성을 가진 트래픽을 선별적으로 추출하여 버퍼링한다. AP는 비이컨을 통해서 FBMS요청을 받은 브로드캐스트/멀티캐스트 트래픽이 전송 대기중에 있음을 알릴 수 있다. 전송 대기중임을 알리기 위해서 AP가 발행한 FBMS 식별자와 트래픽이 다음 전송될 때까지 남은 시간을 DTIM의 전송 횟수로 나타낸 포함된 정보를 전송한다. 단말은 비이컨을 통해서 전송되는 정보를 이용하여 다음 FBMS가 전송될 시기를 예측한 뒤 트래픽이 전송되기 전에 적절한 시간에 깨어나서 트래픽을 수신한다.

IEEE 802.11v에서는 AP가 Proxy Address Resolution Protocol (ARP) 기능을 제공하고 있음을 알릴 수 있도록 허용하고 있다. ARP는 라우터가 IP 주소와 상응하는 단말의 MAC 주소를 획득하기 위해 개발되었다. 다른 용법으로는 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 서버가 자신이 발급한 주소가 계속해서 사용되고 있는지 확인하기 위해서 사용된다. DHCP 서버가 발행한 주소에 대해서 ARP 메시지를 전송한 후 응답이 없다면 DHCP 서버는 발행한 주소가 더 이상 사용되지 않고 있다고 판단하고 발행한 주소를 회수하여 재사용한다. 그러므로 DHCP를 기반으로 주소를 할당하는 네트워크에서는 ARP 메시지가 매우 빈번하게 전송된다.

(표 1)은 KT에서 제공하고 있는 IEEE 802.11 무선랜 기반

의 무선 인터넷 서비스인 네스팟 망에서 하루 동안 측정된 브로드캐스트 프레임은 프레임간 도착 시간 차이에 따라 분류한 것이다. 표를 통해 네스팟 망에서 브로드캐스트 트래픽은 매우 빈번하게 전송되고 있음을 알 수 있다. <표 2>는 동일한 측정 자료에서 브로드캐스트 트래픽의 구성을 나타내는 것으로 ARP 메시지가 70%를 차지함을 알 수 있다. 통계 자료를 통해서 브로드캐스트 트래픽은 매우 빈번하며 ARP 메시지가 많은 양을 차지하고 있음을 알 수 있다.

<표 1> 브로드캐스트 프레임의 Inter-arrival 시간분포

도착시간차	0~10ms	10~100ms	100ms~1s	1s 이상
분 포	67%	27%	6%	0%

<표 2> 브로드캐스트 프레임의 구성비

프레임종류	ARP-Request	UDP 브로드캐스트	IGMP
분 포	70.87%	27.511%	0.223%

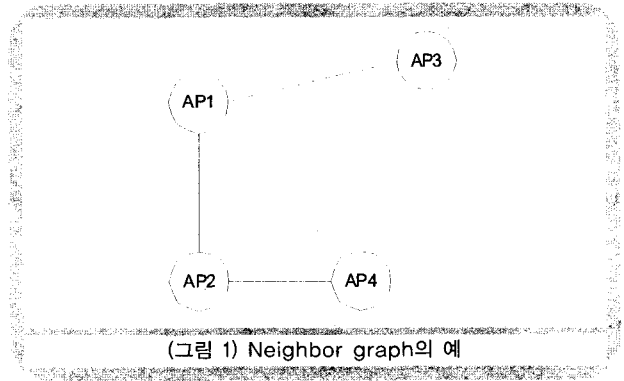
Proxy ARP는 AP가 단말을 대신해서 ARP에 대한 응답을 보내는 기능으로 이 기능을 활용하면 AP가 단말을 대신해서 응답을 보냄으로써 ARP 메시지를 전송할 필요가 없어지므로 무선 자원을 절약할 수 있다. <표 2>의 결과에 적용한다면 약 70%의 브로드캐스트 프레임이 줄어든다. AP가 Proxy AP 기능이 있음을 단말에게 알려줌으로써 단말은 ARP 요청 메시지에 대한 응답을 할 필요가 없어지며 전력 관리를 위한 정보로써 활용할 수 있다.

V. 무선 자원 측정

무선 자원 측정에 관한 항목과 내용은 IEEE 802.11k에서 이미 정의되어 있다. IEEE 802.11v는 무선 자원을 측정할 때 측정된 자원을 보고하는 방법을 정의하고 있다. IEEE 802.11v에서 정의한 “Triggered Autonomous Reporting”은 측정 자료를 보고하기 위한 조건을 정의할 수 있는 단말이 다른 단말들에게 정의한 조건이 만족되면 측정된 자료를 자동으로 보고하도록 요구하는 동작 방식이다. 요청을 수락한 단말은 측정된 자료를 보고 조건이 만족되면 자동적으로 보고한다. 한번 전송한 자료는 관련 타이머가 만료되거나 새로운 조건이 정의될 때까지 더 이상 전송되지 않는다.

단말은 지속적으로 무선 자원을 측정할 수 있다. 측정된 자료에 대한 보고 조건을 만족하는 경우에만 측정 자료를 보고할 수 있도록 함으로써 불필요한 정보를 전송하는 것을 막을 수 있다. 다음은 이와 같은 조건부 보고 형식으로 동작하는 무선 자원 측정 방식을 정리한 것이다.

“멀티캐스트 진단 보고”는 AP가 단말에게 서비스 되고 있는 브로드캐스트/멀티캐스트 트래픽에 대한 통계 자료를 보고하도록 요구하는 것이다. 요청을 허락한 단말은 브로드캐스트/멀티캐스트 되고 있는 트래픽 중에서 AP가 측정을 요청한 IP주소로 전송되는 트래픽을 수신하여 성공적으로 수신한 MAC Service Data Unit (MSDU)의 수를 일정기간 동안 세어 본 후 AP에게 측정된 자료를 보낸다. AP는 단말이 보고한 측정 자료를 통해서 주어진 기간 동안 전송에 성공한 브로드캐스트/멀티캐스트 트래픽의 통계적 정보를 얻을 수 있다.



브로드캐스트 트래픽은 기본 전송률 즉 무선랜에서 사용하는 가장 낮은 전송률로서 전송되기 때문에 “멀티캐스트 진단 보고”를 통해서 획득한 통계 자료는 무선 연결의 품질을 측정할 수 있는 척도로서 활용될 수 있다.

“Event Request와 Report”는 네트워크 상에서 실시간 진단을 위한 것이다. Event는 단말이 네트워크 상을 움직일 때 단말에게 발생할 수 있는 사건들로서 해당 사건들에 대한 정보를 수집하여 보고하는 동작 방식이다. 다음은 IEEE 802.11v에서 정의하고 있는 event들과 event와 관련한 수집 정보를 정리한 것이다.

핸드오프 : 단말은 자유롭게 움직일 수 있기 때문에 AP 사이를 이동할 때 핸드오프를 수행한다. 단말이 핸드오프할

때 핸드오프한 시각, 이동 전후 AP의 주소, 채널 세기와 수신 신호의 신호대 잡음비, 핸드오프를 한 이유 등의 자료를 수집한다. 규격에서 정의하고 있는 핸드오프의 이유는 표 3과 같다.

핸드오프에 관한 이벤트 보고를 통해서 수집한 자료는 다른 단말이 핸드오프를 준비할 때 핸드오프가 가능한 이웃 AP들에 대한 추천 목록으로 사용될 수 있다. 이웃 AP들에 대한 추천 목록은 그림 1과 같은 “neighbor graph”로 작성할 수 있다. 핸드오프 이벤트 보고를 통해서 단말이 어떤 AP에서 다른 AP로 핸드오프 했는가를 알 수 있기 때문에 핸드오프에 관련된 두 AP를 노드로 하여 핸드오프 사건을 연결선으로 서로 연결하면 두 AP의 핸드오프 관계 그래프가 만들어진다. 모든 AP에서 대해서 획득한 핸드오프 사건 바탕으로 AP들 사이의 핸드오프 관계를 연결선으로 연결하면 그림 1과 같이 AP들이 노드가 되고 핸드오프 사건이 연결선이 되어, 네트워크 상의 모든 AP들에 대한 핸드오프 관계를 알 수 있는 그래프를 생성하게 된다. 하나의 노드와 연결된 노드는 과거에 단말들이 핸드오프한 AP들이며 미래에도 핸드오프할 것으로 예상할 수 있기 때문에 핸드오프가 가능한 이웃 AP로 추천할 수 있다 [9]. 그림 1에서 AP1은 AP2, AP3, AP4와 이웃하고 있으며 AP2는 AP1, AP4와 이웃하고 있음을 알 수 있다.

〈표 3〉 핸드오프 이유

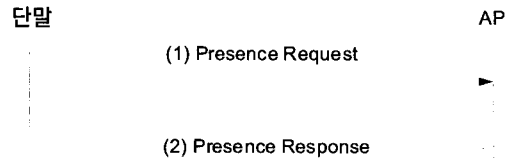
코드 값	장 의
0	지정되지 않음
1	무선 연결 불량 (수신신호 불량)
2	부하 균등
3	AP가 원하는 기능을 제공하지 않음
4	처음 접속 (핸드오프한 것이 아님)
5	더 나은 AP를 찾음
6	이전 AP가 강제로 접속을 종료함
7	EAP 인증 실패
8	4-way 인증 실패
9	4-way 인증과정에서 replay counter 오류가 너무 많음
10	수신데이터의 Message Integrity Code (MIC) 오류가 너무 많음

인증: 단말은 AP가 바뀔 때 마다 새로운 인증 절차를 수행해야 한다. 이때 단말이 수행한 인증의 종류와 방법 등에 대한 자료를 수집한다.

링크 연결: 단말과 AP 사이의 무선 연결에 관한 정보를 수집한다. 무선 연결과 관련한 정보로는 채널의 번호, 단말의

전송 power, 연결이 유지된 시간 등이다.

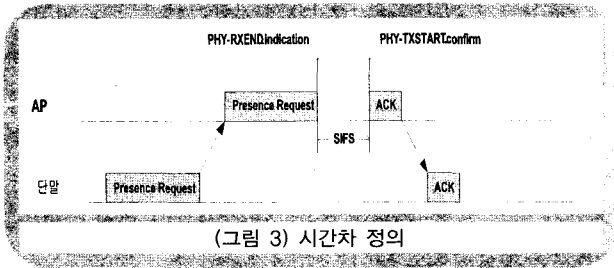
Syslog: AP 개발 업체에 대한 정보를 수집한다. 정보는 사람이 읽을 수 있는 텍스트 형태이며 IETF RFC 3164에 정의되어 있는 메시지를 전송한다.



(그림 2) Presence Request/Response 동작

IEEE 802.11v에서는 단말이 “Presence Request” 프레임을 주기적으로 전송함으로써 자신의 존재를 알리며 다른 단말로부터 정보를 획득할 수 있도록 허용하고 있다. IEEE 802.11 무선랜에서 정보의 교환은 대부분 접속되어 있을 때 이루어지는 반면 “Presence Request”는 단말이 AP와 접속되어 있지 않을 때 보낼 수 있다. 접속되어 있지 않은 단말이 “Presence Request”를 보내서 다른 단말로부터 정보를 획득할 수 있도록 허용함으로써 위치 정보, 무선랜 카드의 응답 시간 오차, 안테나 정보 등 단말의 부가 서비스에 필요하거나 혹은 최적의 서비스를 찾기 위한 정보로 활용할 수 있도록 한다.” “Presence Request”는 브로드캐스트 또는 unicast로 전송 가능하며 (그림 2)와 같이 “Presence Request”를 수신한 단말은 “Presence Request”를 통해서 요청한 정보를 “Presence Response”로 전송한다.” “Presence Request” 동작을 통해서 획득할 수 있는 정보는 다음과 같다.

위치정보: 단말은 AP에게 자신의 위치 정보 (local)를 요구하거나 AP의 위치 정보 (remote)를 요구할 수 있다. 위치 정보는 IETF RFC 4119에 정의되어 있는 형식으로 전송된다. 위치정보는 IEEE 802.11의 매니지먼트 프레임 (management frame)에 포함되어서 전송될 수 있다. 이를 통해서 다른 단말이 요구하지 않더라도 자신의 위치 정보를 다른 단말에 전송할 수 있다. 위치정보를 포함할 수 있는 매니지먼트 프레임은 비이컨, Association Request, Reassociation Request, Presence Request, Presence Configuration Request, Probe Response, Presence Response 등이 있다.



시간차 측정 : 경우에 따라서 오디오/비디오 서비스와 같이 응답 지연에 민감한 서비스들은 주파수나 시간 동기를 맞추기 위해서 무선랜 카드의 반응 속도를 필요로 할 때가 있다. 이를 측정하기 위해서 단말은 시간차를 측정하는 요구를 할 수 있다. (그림 3)은 IEEE 802.11v에서 정의하고 있는 시간차를 나타낸다. Unicast 요구가 도착했을 때 무선랜의 물리계층은 프레임 수신을 알리기 위해 PHY-RXEND.indication 신호를 발생시킨다. 그리고 그에 대한 응답으로 Short InterFrame Space (SIFS) 시간이 지난 뒤에 ACK 프레임을 전송하는데 이때 물리계층은 PHY-TXEND.indication 신호를 발생시킨다. IEEE 802.11v에서 정의하고 있는 시간차는 PHY-RX.indication 신호와 TXEND.indication 신호가 발생하는 시간의 차이로써 정의한다.

이 외에도 움직임에 대한 정보, 제조회사에 대한 정보, 그리고 안테나에 관한 정보 등도 "Presence Request"에 대한 응답으로 알려주도록 정의되어 있다.

VI. 부하 균등

일반적으로 핸드오프는 수신 신호 품질이 좋지 않을 때 수행한다고 알려져 있지만 부하가 많이 걸려있는 AP에 접속되어 있을 때 부하가 적은 AP로 이동하기 위해서 수행되기도 한다. 단말의 핸드오프를 통해서 AP들의 부하가 균등하게 배분될 수 있다. 기지국이 핸드오프에 대한 결정권을 가지고 단말들을 다른 기지국으로 핸드오프 하게 하는 이동망과는 달리 IEEE 802.11 무선랜은 단말이 핸드오프에 대한 결정권을 가진다. 단말은 핸드오프를 위한 결정 기준으로 하나로 AP에 걸려있는 부하를 고려할 수 있다.

단말은 AP에게 BSS Transition Management Request를 보냄으로써 다른 AP로 핸드오프 할 것인가에 대한 요청을 할 수 있다. 다른 AP로의 핸드오프 요청 이유는 <표 4>와 같이 정의한다.

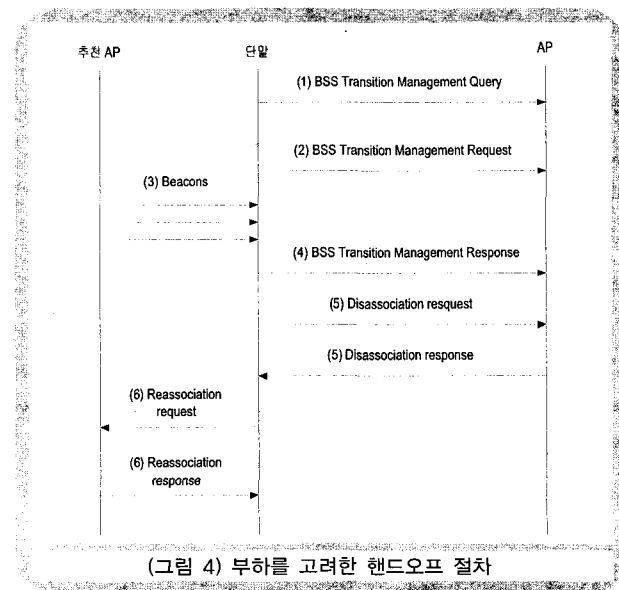
<표 4> 핸드오프 요청 이유

코드 값	요청 이유
0	지정되지 않음
1	현재 서비스를 위한 throughput이 너무 낮음
2	지연과 jitter가 허용 범위를 넘어섬
3	현재 서비스를 위한 QoS 용량이 충분하지 않음

AP는 BSS Transition Management Request에 대한 응답으로써 BSS Transition Management Request를 보낼 수 있다. 이 프레임을 통해서 AP는 단말이 현재 접속되어 있는 AP와의 연결을 끊고 새로운 AP로 핸드오프할 것을 권고할 수 있으며 동시에 핸드오프가 가능한 이웃 AP들에 대한 목록을 추천할 수 있다. 단말은 AP의 응답을 바탕으로 핸드오프에 대한 결정을 내린 후 AP에게 응답을 전송하며 응답은 <표 5>와 같이 정의되어 있다.

<표 5> 핸드오프 권고에 대한 응답

코드 값	응답
0	수락
1	거절 - 지정되지 않은 이유
2	거절 - 추천 AP로부터 수신한 비이컨이 충분하지 않음
3	거절 - 모든 추천 AP들이 충분한 용량을 가지고 있지 않음



(그림 4)는 부하 균등을 고려한 핸드오프를 위한 절차를 표현한 것이다. (1) 단말은 부하를 고려한 핸드오프에 대한 요청을 하고 (2) AP는 핸드오프를 권고하며 다른 AP를 추천한다. (3) 단말은 다른 AP로부터 비이컨을 수신하여 적당한 AP를 찾으며 (4) 현재 AP에게 응답을 준 뒤 (6) 현재 AP와 연결을 끊고 (5) 핸드오프를 수행한다.

VII. 그 외 채택 기술

1. 최대 멀티캐스트 전송률

IEEE 802.11 무선랜은 브로드캐스트와 멀티캐스트 트래픽을 항상 기본 데이터 전송률로써 전송하도록 한다. 그러므로 최저 전송률로 트래픽을 전송했지만 IEEE 802.11v에서는 높은 레이트로 전송하도록 허용하고 있다. 높은 레이트로 전송하는 멀티캐스트 트래픽에 대한 정보는 Reassociation Response와 FBMS Response를 통해서 FBMS Response information element 형식의 정보로 전송된다.

2. 동적 주파수 선택

AP는 운영중인 채널에 채널 간섭 요인이 증가하거나 채널의 품질이 현저히 떨어질 때, 또는 AP의 요구에 의해서 필요하다고 판단될 때 다른 채널로 옮겨가서 서비스를 계속할 수 있다. 새로운 채널을 찾는 것은 AP가 직접 측정하거나 다른 단말의 도움을 통해서 할 수 있다. 그러나 기술 규격은 새로운 채널을 찾고 선택하는 알고리즘을 정의하지는 않는다. 새로운 채널을 선택할 때 선택된 채널은 반드시 규정된 요구조건을 만족해야 한다. AP가 채널을 옮겨가게 되면 단말들과의 연결이 유지될 수 없기 때문에 반드시 단말들에게 채널이 바뀌는 것을 알려주어야만 한다. 서비스 채널이 바뀌는 것을 알리기 위해 Channel Switch Announce 정보를 비이컨을 통해서 보낸다. 단말들은 비이컨을 통해서 수신된 정보를 바탕으로 스스로 서비스 채널을 바꾸어야 한다.

3. 공존 간섭 보고

단말들에게 공존하는 간섭에 관한 정보를 측정하여 보고

하도록 한다. IEEE 802.11 무선랜이 사용하는 주파수 대역인 2.4GHz 대역은 누구나 허가 없이 사용 가능한 대역이다. 그러므로 전자레인지, 블루투스, 무선 전화기 등 다양한 무선 기기들이 존재해서 서로간에 간섭을 줄 수 있다. 측정을 요청 받은 단말은 간섭의 수준, 간섭이 주기적으로 발생한다면 간섭 발생 간격, 간섭의 기간, 간섭 신호의 중심 주파수, 간섭신호가 차지하는 대역 등을 보고한다.

VIII. 논의 중인 이슈

IEEE 802.11v 기술 규격 정의 작업은 아직도 진행 중에 있으며 활발하게 논의 중인 기술로써 Idle Mode가 있다. Idle Mode는 IEEE 802.11 무선랜에서 Voice over IP (VoIP) 서비스와 같이 오랜 시간 동안 세션이 없다가 간헐적으로 새로운 호가 도착하는 서비스를 제공하는 할 때 소비전력을 절약하고 단말의 이동성 관리를 위한 신호를 줄이기 위한 것이다 [10].

Idle Mode는 다수의 AP를 하나의 그룹으로 묶어 Paging Area (PA)를 설정한다. Idle Mode에 있는 단말은 AP와의 연결을 끊고 핸드오프를 수행하지 않는다. 단말의 이동으로 AP가 바뀔 수 있지만 이때에는 AP가 보내는 비이컨만 수신한다. 연결 설정을 하지 않고 비이컨만 수신하면서 AP사이를 옮겨 다니는 것을 AP-reselection이라고 한다. 단말이 PA를 벗어나서 움직이는 경우 PA가 바뀌는 것을 알려주기 위해서 Idle Handoff를 수행한다

규격에서 논의되고 있는 단말의 이동성 관리는 크게 분산형 방식과 집중형 방식이 있다. 분산형 방식은 AP들이 상호 협력을 통해서 단말의 이동성을 관리하는 방식이며 집중형은 무선망 내의 모든 PA를 관장하는 하나의 서버가 단말의 이동성을 관리 관리하는 기법이다.

분산형 방식에서는 단말이 Idle Mode에 진입할 때 연결되어 있던 AP를 Home-AP로 정의한다. 단말이 PA를 벗어날 때 Idle Handoff를 수행하여 Home-AP에게 PA를 벗어났음을 알린다. 이때 새로운 PA에서 Idle Handoff를 처리한 AP는 Most Recently Associated AP (MRA-AP)가 되며 Home-AP로부터 전송되는 페이징 신호를 재전송하는 역할을 한다.

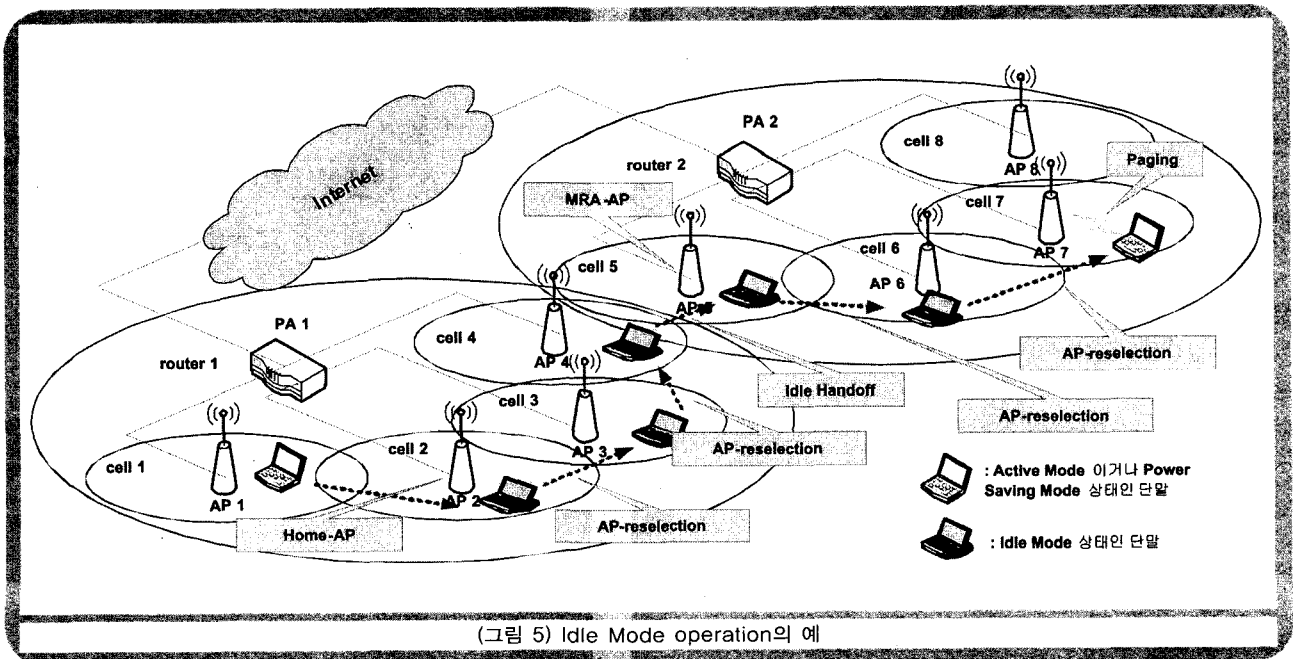
새로운 호는 Home-AP로 도착하며 Home-AP는 단말이 어떤 PA에 속해 있는지 이미 알고 있기 때문에 현재 단말이 속해있는 PA의 MRA-AP로 페이징 신호를 보낸다. MRA-AP는 PA에 있는 AP들에게 페이징 신호를 재전송한다. 단말은 페이징 신호를 받은 후 새로운 AP를 찾아 접속을 하고 새로운 호를 처리한다.

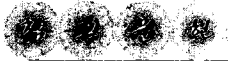
(그림 5)는 분산형 Idle Mode의 한 예이다. 그림에서 AP1~AP4는 PA1을 AP5~AP8는 PA2를 형성한다. 단말이 AP1에서 Idle Mode로 진입했기 때문에 AP1은 Home-AP가 된다. Idle Mode로 진입하면 단말과 AP사이의 연결은 끊어진다. 연결이 끊어진 상태에서 단말은 PA1의 여러 AP들을 AP-reselection과정을 통해서 이동한다. 단말이 PA1을 벗어나서 PA2로 진입하면 Home-AP인 AP1과 AP5사이에서 Idle Handoff를 수행하여 새로운 PA로 진입했음을 알린다. 이때 AP5는 MRA-AP가 된다. PA2에서 단말은 AP-reselection을 통해서 AP7에 도착하게 되는데 Home-AP에 호가 도착하면 Home-AP는 MRA-AP로 페이징 신호를 보내고 MRA-AP는 페이징 신호를 PA2의 모든 AP에 재전송하여 페이징을 수행한다. 단말이 비이컨에 포함된 페이징 신호를 수신하여 AP7에 접속하게 되면 Idle Mode에서 Active Mode로 동작 모드를 바꾼 후 호 처리를 수행한다.

집중형 방식은 단말이 PA를 벗어나서 새로운 PA로 진입할 때 위치 관리 서버로 이동에 대한 정보를 보낸다. 집중형 방식은 스위치를 중심으로 단순한 형태의 AP들이 연결되어 있는 무선망 환경에 적합하며 위치 관리 서버는 보통 스위치에 존재하게 된다. 새로운 호는 위치 관리 서버에 도착하게 되며 서버가 페이징 신호를 발생시켜 단말을 찾는다.

IX. 결 론

IEEE 802.11은 새로운 기술 규격들이 계속 개발되고 있으며 고속의 데이터 전송이 가능하고, 빠른 이동성을 지원하며, 보안은 더욱 강화는 방향으로 진화하고 있다. IEEE 802.11v 많은 복합기능을 가진 무선랜에서 단말들을 관리하기 위한 기술 표준으로 개발되고 있다. 본고는 개발중인 기술 문서를 토대로 정리했기 때문에 기술 문서 개발 방향에 따라 더 많은 기술이 표준에 추가되거나 삭제될 수 있다. 그러나 본고는 무선랜 관리를 위한 기술 표준안에 대한 대략적인 형상을 그리고 이해를 하는데 도움이 될 것으로 기대한다.





Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications:
Medium Access Control Security Enhancements, 2004.

- [1] IEEE 802.11-1999, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, 1999.
- [2] IEEE 802.11b-1999, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band, 1999.
- [3] IEEE 802.11g, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band, 1999.
- [4] IEEE 802.11a, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-speed Physical Layer in the 5GHz Band, 1999.
- [5] IEEE 802.11n/D2.0, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Enhancements for Higher Throughput, 2007.
- [6] IEEE 802.11k/D7.0, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Radio Resource Measurement, 2006.
- [7] IEEE 802.11r/D4.1, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Fast BSS Transition, 2005.
- [8] <http://standards.ieee.org/board/nes/projects/802-11v.pdf>.
- [9] A. Mishra, M. Shin and W. Arbaugh, "Context Caching Using Neighbor Graphs for Fast handoffs in a Wireless Network," in Proc. *IEEE INFOCOM 2004*, 2004.
- [10] E. Qi et al., "Idle Mode Operation in IEEE 802.11 WLANs," IEEE 802.11-06/0350r4, Jan. 2007.
- [11] IEEE 802.11v/D0.11, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Wireless Network Management, 2007.
- [12] IEEE 802.11i, Part 11: Wireless LAN Medium Access

약 력



진 성 군

1996년 경북대학교 전자 공학과 졸업
 1998년 경북대학교 전자 공학과 석사
 1998년 ~ 현재 한국전자통신연구원
 2004년 ~ 현재 서울대학교 전기 및 컴퓨터공학부 박사과정
 관심분야: 무선네트워크



최 성 현

1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업
 1994년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1999년 The University of Michigan, Department of EECS 박사
 1999년 ~ 2002년 Philips 미국 연구소 선임연구원
 2002년 ~ 2006년 서울대학교 전기 및 컴퓨터공학부 조교수
 2006년 ~ 현재 서울대학교 전기 및 컴퓨터공학부 부교수
 관심분야: 무선네트워크

