

고속 공중 무선랜 시스템을 위한 효율적인 연결 요청 제어방법의 성능분석

종신회원 이 현 우*, 정회원 김 세 한**, 류 원*, 종신회원 윤 중 호***

Performance of an Efficient Association Control Scheme for Public Wireless LAN Systems

Hyun woo Lee* *A Lifelong Member*, Se han Kim**, Won Ryu* *Regular Members* and
Chong ho Yoon*** *A Lifelong Member*

요 약

본 논문은 무선랜 기술을 활용한 초고속 무선인터넷 서비스에서 사용자 단말의 최대 성능을 얻기 위해 효과적으로 AP를 선택하고 연결을 설정하는 방식에 관한 것이다. IEEE 802.11에 기반한 공중 무선랜 환경에서 AP의 탐색과정을 수동형과 능동형으로 분류하고, 본 논문에서는 수동형 AP탐색 과정은 무선랜 접속장치(AP:Access Points) MAC계층에서 단말에 미디어 접근정보를 방송으로 알려주는 비콘(Beacon)프레임을 이용하고, 능동형 AP 탐색과정에서는 AP의 조사응답(Probe Response) 메시지 프레임에 의하여 무선랜 단말에게 현재 AP에 연결(association)되어 있는 단말 갯수와 처리중인 트래픽량을 알려주는 방식을 제안한다. 단말에서는 RSSI, AP에 연결된 단말의 갯수와 처리하는 트래픽량의 정보를 종합적으로 검토하여 효율면에서 가장 유리한 AP를 선택하여 연결을 설정하던 다수의 사용자가 동시에 사용하는 핫스팟 환경에서도 최대성능을 얻을 수 있으며, 사업자입장에서는 사용자의 분산으로 자원과 망 관리 효율 면에서 상당한 효과가 있음을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

Key Words : wireless LAN, association, performance.

ABSTRACT

This paper generally relates to the field of wireless local area networks(WLANs), and more particularly, to AP selection and association methods for the performance of a station. In these days, IEEE 802.11 Wireless LAN network is widely deployed and used as an emerging service to connect high-speed Internet in the public wireless environment. But, if there are many users in hot spot area, they suffer a severe decrease of performance. Thus it needs an association and access control mechanism especially when it is used in the public environment. In this paper, we suggest a selection and association method using Beacon or Probe Response frames based IEEE 802.11. Station selects AP using the information of the capacity area in a Beacon or a Probe Response frame. According to the present paper, an association method for a public WLAN service, which includes a WLAN user terminal and an AP for relaying WLAN communications to and from the user terminal, includes the steps of the user terminal asking the AP's states for access to a radio channel; and the station

* 한국전자통신연구원 광대역통합망연구단 BcN서비스연구그룹((hwlee, wlyu}@etri.re.kr)

** 한국전자통신연구원 텔레매틱스·USN연구단 RFID/USN연구그룹(shkim@etri.re.kr)

*** 한국항공대학교 전자·정보통신·컴퓨터공학부(yoonch@mail.hankong.ac.kr)

논문번호 : KICS2004-05-014, 접수일자 : 2004년 5월 3일

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 육성, 지원사업의 연구결과로 수행되었음

selects and associates with the AP. According to the above-described selection in a high speed wireless Internet service based on public WLAN technologies that are currently in operations. Further, it is possible to improve the efficiency of network management.

I. 서론

최근 무선랜 기술은 IEEE 802.11b를 따르는 다양한 저가 제품의 출시와 노트북, PDA와 같은 개인 휴대 단말의 보급 확대에 따라, 3G 망에서의 패킷 데이터 서비스를 보완 대체할 수 있는 서비스로 새롭게 등장하여 빠르게 성장하고 있다. 초기 무선랜은 가정, 기업과 같은 비교적제한적인 공간에서 제공되던 유선랜 대체역할에서 이제 고정 무선(Fixed-Wireless)의 특징을 갖는 공중 무선 접속망으로서 그 영역을 확장하고 있다. 이에 발맞춰, KT, 하나로통신을 비롯한 국내외 유무선서비스 사업자들은 공항, 호텔 등과 같은 핫스팟(Hotspot) 지역에 무선랜 AP(Access Point)를 설치하여 가입자들에게 고속 무선 인터넷 서비스를 제공하는 공중 무선랜 서비스(Public WLAN Service)를 실시하고 있다¹⁾. 이러한 공중 환경에서의 무선랜 서비스를 제공하기 위해서는 인증, 보안, 로밍, 과금 등과 같은 다양한 기술들이 적절히 제공되고 해결되어야 한다. 하지만 사용자가 많고 이동이 빈번한 역이나 터미널, 전시장, 회의장 등의 밀집영역(Hotspot)에서는 CSMA/CA에 기반한 미디어 접근방식의 특성상 사용자 단말은 IEEE 802.11기반의 무선랜 규격에서 정의된 최대 전송속도를 보장받지 못하고, 경우에 따라서는 AP에 연결된 사용자 수나 트래픽의 처리량에 따라 급격한 성능의 감소가 발생하는 문제점이 있다.

IEEE 802.11에 기반한 공중 무선랜 접속장치(AP:Access Points) MAC계층에서 단말에 미디어 접근정보를 방송으로 알려주는 비콘(Beacon) 프레임과 조사응답(Probe Response)메시지 프레임을 이용하여 현재 AP에 연결되어있는 단말수와 처리중인 트래픽량을 알려주고 단말에서는 수신감도, AP에 연결된 단말수와 처리중인 트래픽량의 정보를 종합적으로 검토하여 효율면에서 가장 유리한 AP를 선택하여 연결을 설정하도록 하는 것이다. IEEE 802.11기반의 무선랜 환경에서 단말은 AP와 물리적인 채널의 연결(association) 설정을 위해 전파의 수신감도가 가장 센 AP를 선택하여 연결을 설정하고 데이터의 송수신이 이루어졌다. 반면에 제안된 발명에서는 단말이 AP와 물리적 연결설정을 이루기 위해, 핫스팟 지역의 다수 AP간의 선택과정에서 기존

의 수신감도는 물론 AP에 연결된 단말의 수와 처리중인 트래픽량을 검토하여 연결을 설정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 제 II 장에서는 기존의 IEEE802.11기반의 무선랜 패킷과 연결설정을 위한 프레임 형식을 설명하고, 제 III 장에서 RSSI만 비교하여 연결을 설정하는 기존 방식의 경우, 핫스팟 지역에서 발생하는 문제점을 모의실험과 측정을 통해 살펴본다. 제 IV 장에서는 제안된 방식에서 이용되는 프레임의 구조와 동작에 대해 설명하고, 제 V 장에서 제안된 방식이 기존방식에 비하여 우수함을 시나리오별 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 마지막으로 제 VI 장에서 결론을 맺는다.

II. IEEE802.11 기반의 무선랜 연결설정

단말이 AP를 통해서 데이터를 보내기 위해서는 우선 AP와 연결설정(association) 과정이 필요하다. 연결설정은 초기 단말이 전원이 연결되거나 BSS (Basic Service Set) 영역에 진입할 때 이루어진다. 이 과정을 위해서 단말은 AP로부터 동기화 정보를 얻어야 하는데, 단말은 동기화 정보를 얻기 위해 모든 채널에 수동 혹은 능동적인 탐색을 시도한다.

그림 1은 IEEE 802.11 기반의 무선랜 환경에서 핫스팟 지역의 AP 및 단말 연결구성 예시도를 나타내며, 단말의 AP초기 연결설정과 로밍 후, 재 연결설정(reassociation) 과정을 설명한다.

서비스 제공가능 영역이 일부 중첩되는 AP가 3대 연결된 핫스팟 지역에서 AP1의 서비스 제공이 가능한 영역1에는 단말1과 단말2가 연결되어 있고

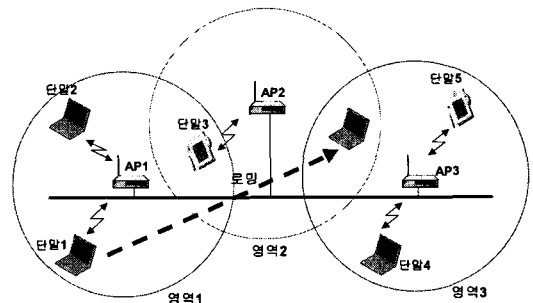


그림 1. IEEE 802.11 기반의 무선랜 연결 구성도

AP2의 서비스 제공이 가능한 영역2에는 단말3이 연결되어 있다. AP3에는 서비스 제공가능 영역3 내의 단말4와 단말5가 연결되어 있는데 단말이 초기에 서비스를 받기 위해서는 서비스 사업자의 인증 과정을 거치기 전에 일단 IEEE 802.11에 기반한 물리적인 연결설정 과정이 필요하다. 즉 단말1이 공중 무선랜 서비스를 제공받기 위해서는 단말에 전원을 연결하는 시점이나 AP1의 서비스 제공 가능 지역에 진입하는 시점에서 AP를 수동적 또는 능동적으로 탐색하고 신호의 세기를 고려하여 AP를 선택한 후, 물리적인 연결설정 과정이 이루어진다. 또한 이렇게 연결된 단말이 새로운 서비스 영역으로 이동하는 로밍 동작이 일어나면 기존에 연결되어 있던 AP와 전파수신감도가 감소함을 인지하여 AP 재탐색 과정을 거쳐서 선택한 AP로 재연결 설정을 시도한다. 즉 단말1이 그림 1과 같이 이동을 하여 로밍이 발생하면 AP1의 전파신호세기가 감소함을 인지하고 AP재탐색 과정을 거쳐서 재연결이 가능한 AP2나 AP3중에 선택과정을 거쳐서 재연결 설정이 이루어진다^[2].

여기서는 이러한 무선랜의 초기 연결설정이나 로밍 후의 재연결 설정과정에서 AP를 탐색한 후, 단말이 서비스의 최대 성능을 보장 받을 수 있는 AP를 선택하도록 AP가 정보를 제공하는 방법과 내용 그리고 단말의 AP 선택방법을 제안하고자 한다.

Ⅲ. 핫스팟 지역에서 사용자 단말의 최대성능 및 효율특성

현재 통신사업자가 상용서비스로 제공중인 IEEE 802.11b의 무선랜 기술에 기반한 초고속 무선인터넷 서비스의 경우, 물리적인 최대 접속속도는 11Mbps이고 TCP/UDP기반의 응용서비스에서 사용자 데이터의 전송속도는 최대 5~6Mbps를 제공한다. 하지만 사용자가 많고 이동이 빈번한 역이나 터미널, 전시장, 회의장 등의 핫스팟 지역에서는 AP에 연결되어 서비스를 사용중인 가입자의 수와 처리중인 트래픽의 양에 따라서 제공 받을 수 있는 최대 전송속도는 상당히 가변적임을 알 수 있다^[3]. 이는 CSMA/CA에 기반한 물리적 매체접속 방식에 근본적인 이유가 있으나, 단순히 RSSI를 기준으로 모든 단말이 AP에 연결설정을 이루는 방식에도 문제가 있다.

이러한 현상을 확인하기 위해서 KT 공중 무선랜 서비스 네스팟에서 실제 운용중인 IEEE802.1x 인증

기능이 제공되는 IEEE802.11b 기반의 시스코의 340시리즈 AP를 대상으로 NetIQ사의 Chariot을 사용하여 성능시험을 시뮬레이션 하였다. NetIQ사의 Chariot은 새로운 기술을 이용하여 새로운 응용 서비스를 구축하기 전에 이러한 적용이 현재의 네트워크 성능에 미치는 영향을 파악할 수 있는 어플리케이션 레벨의 종단간 네트워크 성능 측정 및 분석 툴이다.

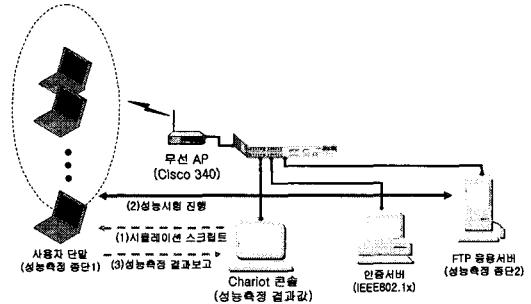


그림 2. 성능측정을 위한 시험환경 구성도

그림 2는 서비스 사용자 단말의 수에 따라서 제공 가능한 최대 전송속도 및 평균 전송속도의 성능 측정을 위한 시험망 구성도이다. AP는 시스코의 340 Aero시리즈를 사용하였고 무선랜 카드가 장착된 사용자 단말과 응용서버로 구성되며 성능측정 결과값을 표시하는 Chariot 콘솔이 사용된다.

시뮬레이션을 위해서는 우선 Chariot콘솔에서 성능측정 종단1인 단말에 스크립트를 설정하면 성능측정 종단2인 응용서버에 스크립트를 전달하고 성능측정을 위한 시험이 진행된다. 이후 시뮬레이션이 완료되면 성능측정 결과값이 Chariot 콘솔에 전달되어 표시되는데, AP에 서비스 가입자가 1대일 경우, 5대, 10대, 20대일 경우에 대해서 단말별 전송속도와 AP의 최대 전송속도 및 가입자별 평균 전송속도를 측정하였다.

다음 그림 3, 4, 5는 시스코의 340 Aero 시리즈 AP장치에 접속된 사용자 단말의 수에 따라 제공이 가능한 최대 전송속도를 시뮬레이션하여 성능 측정한 결과이다.

시험 결과를 보면 무선랜 단말에서 FTP 응용서비스를 사용할 경우, AP의 최대 전송속도는 5.14Mbps이며 AP에 접속된 사용자 단말수가 5대일 경우의 최대 전송속도는 1.04Mbps, 10대일 경우 510Kbps, 20대일 경우는 240Kbps로 낮아짐을 볼 수 있다. 즉 AP에 접속된 사용자 단말의 수가 1대에서

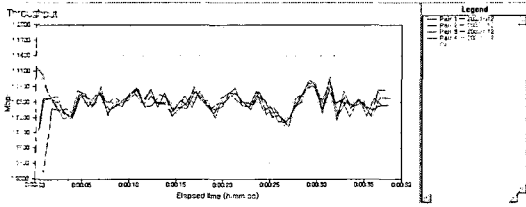


그림 3. 각 단말의 전송률(사용자 단말:5대, FTP응용서비스)

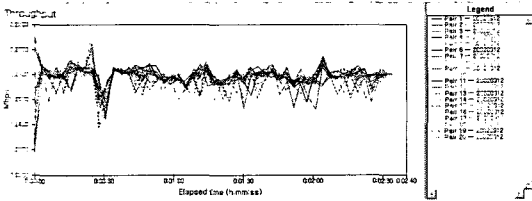


그림 4. 각 단말의 전송률(사용자 단말:20대, FTP응용서비스)

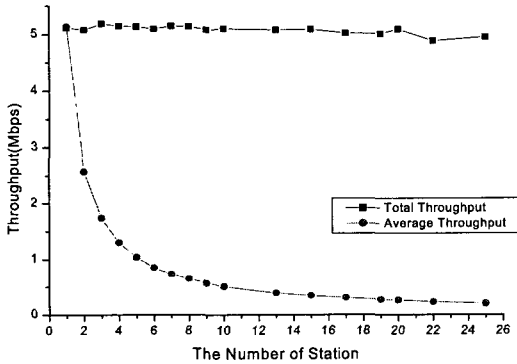


그림 5. 사용자 단말의 수에 따른 총 전송률 및 평균 전송률

25대로 증가함에 따라 사용자별 최대 전송속도는 접속 단말의 수에 반비례하여 낮아짐을 알 수 있다.

IV. 효율적인 연결요청 제어를 위해 제안된 정보제공 프레임의 구조와 동작

그림 6은 IEEE 802.11에서 정의하고 있는 비콘(Beacon) 프레임의 용량정보 영역을 이용한 현재 제공용량 표시영역의 형식을 보여주는데^[1], IEEE 802.11에 기반한 무선랜 접속장치(AP:Access Points) MAC계층에서 수동형 AP탐색방법으로 단말에 미디어 접근정보를 방송형으로 알려주는 비콘(Beacon) 프레임의 용량정보 영역을 이용하여 AP에 연결된 단말수와 처리중인 트래픽량을 등록하는 영역의 형식과 방법을 제안하고 설명한다.

IEEE 802.11규격에 정의된 일반 관리 프레임 형

IEEE802.11 일반 관리 프레임 형식

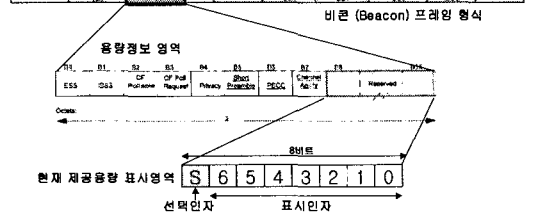
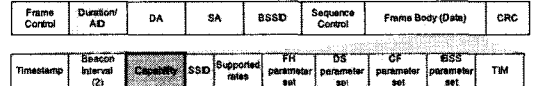
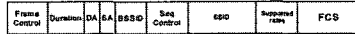


그림 6. 비콘프레임을 이용하여 제안된 제공용량 표시영역의 형식

식에서 비콘 프레임으로 사용되는 데이터영역의 형식은 그림 6의 구조와 같다. 여기서 2바이트의 용량정보 영역을 살펴보면 1바이트의 미사용(Reserved) 공간이 있다. 제안하는 방식으로 이 영역을 수동형 AP탐색방법에 사용되는 AP의 현재 제공용량의 표시영역으로 지정하고 첫번째 비트를 선택인자, 나머지 7비트를 표시인자에 따른 용량 표시인자로 나누어 단말에게 정보를 제공한다. 즉, 선택인자의 값이 "0"이면 현재 AP에 연결된 단말의 개수를 7비트의 표시인자에 이진수로 설정하고, 선택인자의 값이 "1" 일 경우는 7비트의 표시인자는 AP의 무선MAC 포트에서 처리중인 트래픽량을 나타낸다.

그림 7은 IEEE802.11에서 정의하고 있는 조사응답(Probe Response) 메시지 프레임의 용량정보 영역을 이용한 현재 제공용량 표시영역 형식을 보여주는데^[1], IEEE 802.11에 기반한 무선랜 환경에서 능동형 AP탐색방법으로 단말에서 채널별로 AP들에게 조사(Probe) 메시지 프레임을 송신하고, 이때 AP에서 응답하는 조사 응답(Probe Response) 메시지 프레임의 용량정보 영역을 이용하여 AP에 연결된 단말의 수와 처리중인 트래픽량을 등록하는 영역의 형식과 방법을 보여준다.

조사(Probe) 메시지 프레임



조사응답(Probe Response) 메시지 프레임

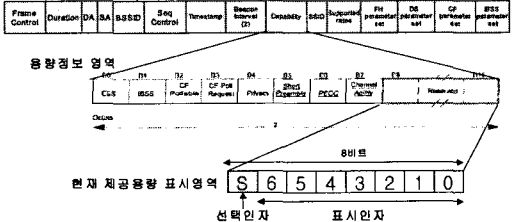
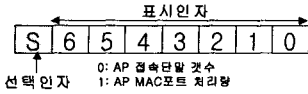


그림 7. 조사응답 프레임을 이용하여 제안된 제공용량 표시영역의 형식



| S비트 | 7비트의 표시인자 내용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|-----------------------------|-------------|---------------|-----------|-------------|---------------|-----------|---|---------------|------------|-----------|---------------|------------|--------------|------------|------------|---|---------------|------------|-----------|-----------|------------|---|------------|------------|---|--|------------|------------|-----------------------------|-------------|---|--|
| 0 | AP접속 단말 갯수를 0~128로 표시 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <table border="0"> <tr> <td>0: 0kbps</td> <td>11: 440kbps</td> <td>121: 4.84Mbps</td> </tr> <tr> <td>1: 40kbps</td> <td>12: 480kbps</td> <td>122: 4.88Mbps</td> </tr> <tr> <td>2: 80kbps</td> <td>~</td> <td>123: 4.92Mbps</td> </tr> <tr> <td>3: 120kbps</td> <td>25: 1Mbps</td> <td>124: 4.96Mbps</td> </tr> <tr> <td>4: 160kbps</td> <td>26: 1.04Mbps</td> <td>125: 5Mbps</td> </tr> <tr> <td>5: 200kbps</td> <td>~</td> <td>126: 5Mbps 초과</td> </tr> <tr> <td>6: 240kbps</td> <td>50: 2Mbps</td> <td>127: 측정불가</td> </tr> <tr> <td>7: 280kbps</td> <td>~</td> <td>128: 비정상상태</td> </tr> <tr> <td>8: 320kbps</td> <td>~</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9: 360kbps</td> <td>100: 4Mbps</td> <td>AP 무선 MAC 포트의 초당 데이터 전송률 표시</td> </tr> <tr> <td>10: 400kbps</td> <td>~</td> <td></td> </tr> </table> | 0: 0kbps | 11: 440kbps | 121: 4.84Mbps | 1: 40kbps | 12: 480kbps | 122: 4.88Mbps | 2: 80kbps | ~ | 123: 4.92Mbps | 3: 120kbps | 25: 1Mbps | 124: 4.96Mbps | 4: 160kbps | 26: 1.04Mbps | 125: 5Mbps | 5: 200kbps | ~ | 126: 5Mbps 초과 | 6: 240kbps | 50: 2Mbps | 127: 측정불가 | 7: 280kbps | ~ | 128: 비정상상태 | 8: 320kbps | ~ | | 9: 360kbps | 100: 4Mbps | AP 무선 MAC 포트의 초당 데이터 전송률 표시 | 10: 400kbps | ~ | |
| 0: 0kbps | 11: 440kbps | 121: 4.84Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1: 40kbps | 12: 480kbps | 122: 4.88Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2: 80kbps | ~ | 123: 4.92Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3: 120kbps | 25: 1Mbps | 124: 4.96Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4: 160kbps | 26: 1.04Mbps | 125: 5Mbps | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5: 200kbps | ~ | 126: 5Mbps 초과 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6: 240kbps | 50: 2Mbps | 127: 측정불가 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7: 280kbps | ~ | 128: 비정상상태 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8: 320kbps | ~ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9: 360kbps | 100: 4Mbps | AP 무선 MAC 포트의 초당 데이터 전송률 표시 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10: 400kbps | ~ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

그림 8. 제안된 현재 제공용량 표시영역의 표시 값 단계설정 예시

IEEE 802.11규격에 정의된 조사(Probe) 메시지 프레임과 조사응답(Probe Response) 메시지 프레임의 형식은 그림 9와 같다. 여기서 조사응답 메시지 프레임의 2바이트의 용량정보 영역을 살펴보면 1바이트의 미사용(Reserved) 공간이 있다. 앞에서 비콘 프레임의 용량정보영역을 지정하여 사용한 것처럼, 여기서는 이 영역을 능동형 AP 탐색방법에 사용되는 AP의 현재 제공용량의 표시영역으로 지정하고 첫번째 비트를 선택인자, 나머지 7비트를 표시인자에 따른 용량 표시인자로 나누어 단말에게 정보를 제공한다. 즉, 선택인자의 값이 "0"이면 현재 AP에 연결된 단말의 개수를 7비트의 표시인자에 이진수로 설정하고, 선택인자의 값이 "1"일 경우는 7비트의 표시인자는 AP의 무선MAC 포트에서 처리중인 트래픽량을 나타낸다.

예시처럼 선택인자 비트가 "0"일 경우, 표시인자는 현재 AP에 연결된 단말의 수를 나타내며 7비트의 2진수 형식으로 0대에서 128대까지의 접속단말의 수를 표시할 수 있다. 또한 선택인자 비트가 "1"일 경우, 표시인자는 현재 AP에서 처리중인 트래픽량을 나타내는데, 예시 표에서와 같이 초당 무선랜의 MAC포트의 전송량을 bps단위의 값으로 128개의 단계를 나누어 표시하도록 할 수 있다. 이때 전송량은 무선랜 MAC프레임의 헤더영역을 제외한 데이터량을 표시한다. 즉, 용량정보 영역의 따라서 단말에서는 수신된 비콘 프레임이나 조사응답 메시지 프레임에 실린 AP접속 단말의 수나 처리중인 트래픽량 정보를 토대로 제공받을 수 있는 서비스의 성능측면에서 가장 유리한 AP를 선택하여 연결설정을 할 수 있다.

즉, 학교캠퍼스나 지하철역사 등의 핫스팟 지역에서 공중 무선랜 서비스를 접속하기 위해 단말의 전원을 인가하고 AP의 탐색 과정을 거쳐서 초기연결설정을 시도할 때, RSSI는 100이지만 10여명의 사용자가 연결되어 4Mbps이상을 처리하고 있는 AP보다는 RSSI는 80이어도 3명 정도 접속되어 1Mbps정도 처리중인 AP에 접속하는 것이 유리하다. 본 논문에서 제안하는 방식에서는 비콘 프레임이나 조사응답 메시지 프레임의 용량정보 영역의 정보를 단말이 이용하여 선택적인 연결요청이 가능한 것이 특징이다.

따라서 단말에서는 {용량정보 영역의 supported rate * (1- RSSI값에 따른 패킷 오류율)} 에서 표시인자의 현재 AP가 처리중인 트래픽량을 빼면 AP 접속 후 사용이 가능한 최대전송속도가 추정되므로 이 값을 먼저 비교하고, 추후 표시인자의 접속사용수를 비교하는 방식의 알고리즘을 탑재하여 성능의 효율면에서 가장 유리한 AP를 선택할 수 있다.

V. 제안된 방식의 성능분석

본 논문에서 제안한 연결요청 제어 방식이 적용된 공중 무선랜 시스템의 성능분석을 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 각 단말에 대해 독립적으로 전송 가능한 IEEE 802.11 프로토콜을 충실히 따른다. 시뮬레이션을 위해 이벤트 드리븐 방식의 툴인 Sim++을 이용하여 C++로 작성되었다. 특히 본 시뮬레이션에서는 802.11의 DCF 방식 중 request-to-send/clear-to-send(RTS/CTS) 방식을 따른다. 여기에서 전파특성에 따른 지연과 채널의 에러율은 무시하였다. 시뮬레이션에 사용된 트래픽은 FHSS 물리계층에 정의된 최대 MPDU 사이즈의 약 1/4인 8184bits를 사용한 일정률(CBR) 전송방식을 사용하였다.

그림 9는 단독 AP 환경에서 서비스 받는 단말의 수에 의존하는 단말당 전송률을 보인 그림이다. 그림에서 각 값들은 표 1의 시간에 따른 단말 수에 의한 전송률이다. 그림 9에서 볼 수 있듯이 AP에 접속한 단말의 수에 반비례하여 전송률이 감소하는데, 이것은 CSMA/CA의 특성에 따라 각 단말이 네트워크 자원을 공유하는 것을 의미한다. 즉, IEEE 802.11기반의 무선랜 환경에서는 제한된 네트워크 미디어 자원을 각 단말이 공유함으로써 연결된 단말의 수에 따라서 각 단말의 전송률이 낮아짐을 확인할 수 있다.

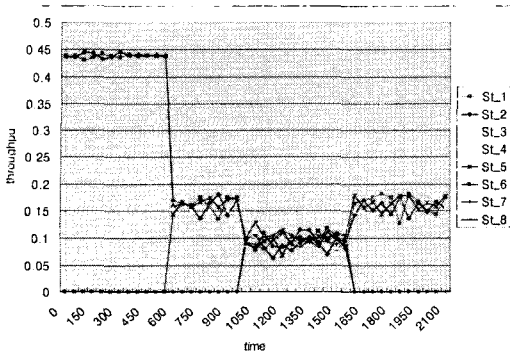


그림 9. 단독 AP에서 단말수의 변화에 따른 단말별 전송률

표 1. 시간에 따른 단독 AP에 연결된 단말의 수

| time | # of Station |
|-------|--------------|
| start | 2 |
| 600 | 5 |
| 1000 | 8 |
| 1600 | 5 |

표 2. 시간에 따른 각 AP에 연결된 단말의 수

(a) 기존의 연결방식에서 각 AP에 연결된 단말 수의 변화

| time | # of Sta(AP-1) | # of Sta(AP-2) | # of Sta(AP-3) | # of Total Sta |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| start | 2 | 5 | 3 | 10 |
| 600 | 2 | 6 | 7 | 15 |
| 1000 | 5 | 6 | 9 | 20 |
| 1600 | 4 | 4 | 7 | 15 |

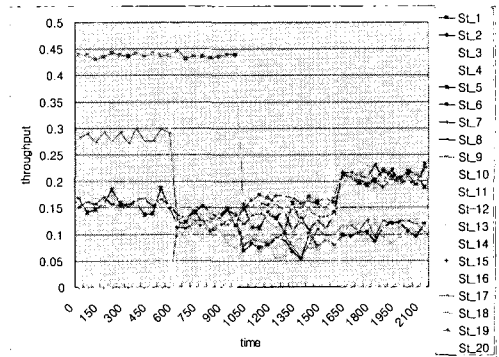
(b) 제안된 연결방식에서 각 AP에 연결된 단말 수의 변화

| time | # of Sta(AP-1) | # of Sta(AP-2) | # of Sta(AP-3) | # of Total Sta |
|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| start | 3 | 3 | 4 | 10 |
| 600 | 5 | 5 | 5 | 15 |
| 1000 | 6 | 4 | 5 | 15 |
| 1600 | 7 | 7 | 6 | 20 |

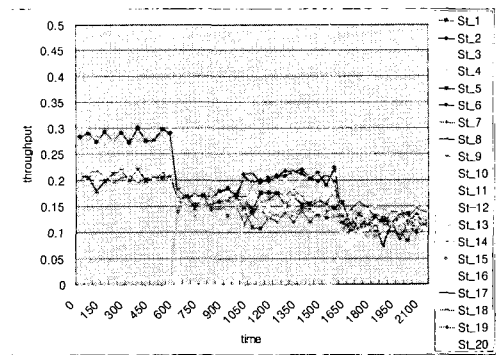
본 논문에서 제안한 방식을 평가하기 위해 두 종류의 시나리오 방식으로 시뮬레이션을 수행하였다. 첫 번째는 기존의 연결설정 방식대로 20개의 단말이 3개의 AP에 순차적으로 랜덤하게 연결하는 방식이다. 이는 실제의 환경에서 단말은 3개의 AP 중 RSSI값이나 사용자의 임의의 선택을 통해 연결설정이 이루어지므로, 랜덤 선택 방법의 의해 실제 환경에서와 같이 AP를 선택하도록 하였다. 두 번째 시나리오는 본 논문에서 제안하는 방식을 이용하여 AP를 선택하는 방식이다. 표 2는 각각의 방식에서 시간의 흐름에 따른 각 AP가 수용하는 단말 수의 변

화 형태를 보여준다.

기존의 방식을 사용한 표 2(a)에서 AP에 연결된 단말 수의 분포보다, 제안된 방식의 표 2(b)의 AP에 연결된 단말의 수가 더욱 고르게 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 각각의 단말에 제공되는 공평성과 성능의 이해를 돕기 위해 각 단말의 패킷 전송률을 측정하였다. 그림 10(a)는 기존 방식을 사용하는 경우에서 측정된 각 단말의 전송률이고, 그림 10(b)는 제안된 방식에 의해 측정된 각 단말의 전송률이다.



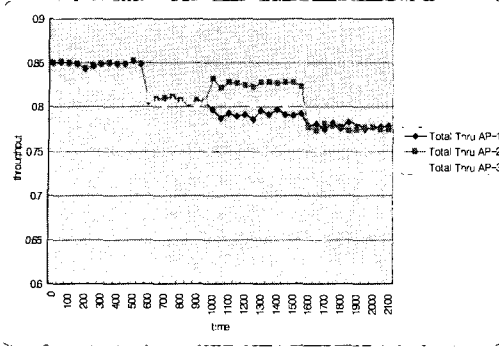
(a) 기존의 연결방식에서 각 단말의 전송률



(b) 제안된 방식에서 각 단말의 전송률

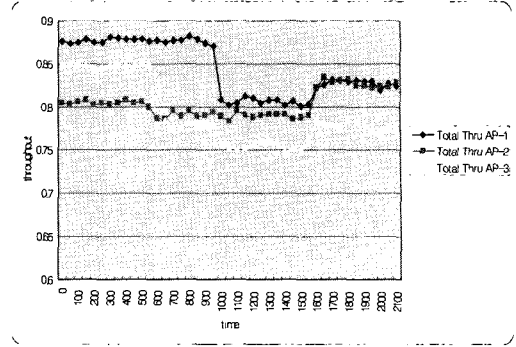
그림 10. 기존 방식과 제안된 방식의 각 단말별 전송률

전체적으로 볼 때 전송률은 일부 단말의 경우는 제안된 방식보다 기존의 방식에서 높음을 알 수 있으나, 그림 10의 구간 0에서 600까지를 보면, 기존의 연결설정 방식에서는 특정 단말이 높은 전송률을 갖지만 상대적으로 다른 단말은 낮은 전송률을 보이므로 단말간의 공평성이 떨어지고, 전체적으로는 각 단말의 전송률이 낮음을 알 수 있다. 구간 1000에서 1600 사이에서는 기존방식보다 제안된 방식을 사용하는 단말이 평균적으로 높은 전송률을 가짐을 볼 수 있다.

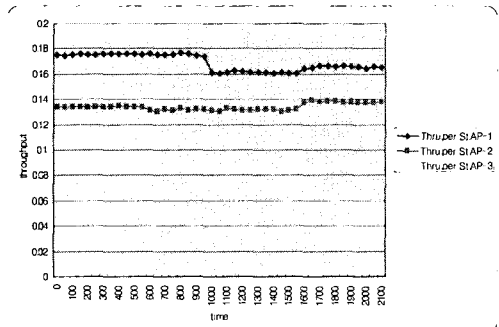


(a) 기존의 연결설정 방식의 AP별 총 전송률

그림 11. 기존 방식과 제안된 방식의 각 AP별 총 전송률

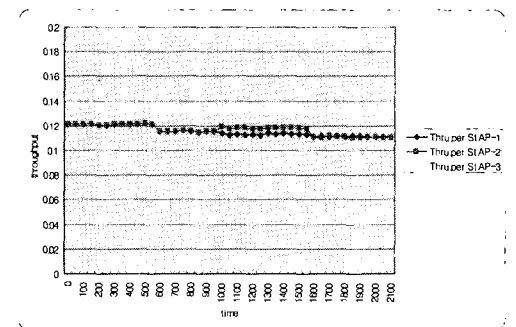


(b) 제안된 방식의 AP별 총 전송률



(a) 기존의 연결설정 방식의 AP별 단말 평균 전송률

그림 12. 기존 방식과 제안된 방식의 각 AP별 단말 평균 전송률



(b) 제안된 방식의 AP별 단말 평균 전송률

그림 11은 기존 방식과 제안된 방식 별로 각 AP에서 제공하는 총 전송률을 나타내었고, 그림 12는 기존 방식과 제안된 방식 별로 각 AP에서 단말의 평균 전송률을 표시하였다. 여기서는 두 방식에 대해 각 AP에서 망 자원의 활용도와 단말에 제공되는 공평성을 비교해 볼 수 있다.

그림 11과 그림 12의 결과를 통해 두 가지 방식에서 각 AP의 총 전송률과 단말의 평균 전송률을 비교하여 분석해 보면 다음을 알 수 있다. 그림 11(a)와 12(a)에 나타난 기존 방식을 사용하는 경우의 AP 총 전송률과 단말 평균 전송률이 그림 11(b)와 12(b)에 나타난 제안된 방식을 사용하는 경우의 각 AP 총 전송률과 단말 평균 전송률보다 특정AP와 단말에서 높게 나타나기는 하지만 전체적인 분포를 살펴보면 망의 전체적인 운용능력과 성능이 기존의 방식보다는 제안된 방식이 좋음을 알 수 있다.

이것은 한 AP에 많은 단말이 연결되면서 단말간의 충돌과 연결설정 과정에서의 제어 패킷 및 연결에 대한 지연으로 인한 성능저하가 원인이다. 또한 AP당 단말의 평균 전송률이 전체적으로는 제안된

방식이 더 높은 것도 각 단말이 신호 세기만의 비교나 사용자의 선택에 의한 연결설정 방법보다는, 본 논문에서 제안하는 방법을 이용할 때가 평균적으로 더 높은 대역폭을 가질 수 있고, 결국 제한된 네트워크 자원을 보다 효율적으로 이용하고 있음을 의미한다.

따라서 기존의 연결설정 방식에 비하여 제안된 연결설정 방식을 사용하는 경우, 통신 사업자 측면에서도 서비스 사용자에게 공평성을 제공하면서 전체적으로 망운용 효율을 높여 줄 수 있음을 확인할 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 수동형 AP탐색 과정은 무선랜 접속장치(AP:Access Points) MAC계층에서 단말에 미디어 접근정보를 방송으로 알려주는 비콘(Beacon) 프레임 이용하고, 능동형 AP 탐색과정에서는 AP의 조사응답(Probe Response) 메시지 프레임을 이용하여 무선랜 단말에게 현재 AP에 연결(associa-

tion)되어 있는 단말 갯수와 처리중인 트래픽량을 알려주는 방식을 제안하고 이의 효율성을 접속 서비스 시나리오를 예로 검토 및 분석하였다.

기존의 공중 무선랜 환경에서 핫스팟 지역에서 다수의 사용자가 동시에 서비스를 받는 경우에는 연결된 사용자의 수나 AP가 처리하는 트래픽의 양에 따라 사용자가 받을 수 있는 서비스의 성능은 급격하게 감소할 수 있음을 NetIQ사의 Chariot 을 이용한 성능시험의 결과로 확인하였다. 따라서 핫스팟 지역내에서RSSI값에 기인한 전파의 세기만으로 AP를 선택할 경우 단말의 최대성능을 보장 받을 수 없으며, 사업자의 전체적인 망의 효율면에서도 효과적이지 못하다.

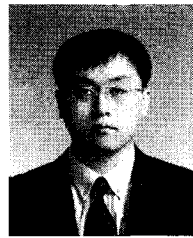
하지만 본 논문에서처럼 단말에서는 RSSI값과 제안된 프레임 구조와 방식에 의해 AP에서 제공하는 연결된 단말의 갯수와 처리하는 트래픽량의 정보를 종합적으로 검토하여 효율면에서 가장 유리한 AP를 선택하여 연결을 설정하면 다수의 사용자가 동시에 사용하는 핫스팟 환경에서도 최대성능을 얻을 수 있다. 또한 통신사업자입장에서는 사용자의 분산으로 자원과 망관리 효율면에서 상당한 효과가 있음을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE Std 802.11, Standards for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, September 1999.
- [2] Bing B., "Measured Performance of the IEEE 802.11 Wireless LAN," *Proc. 24th Conference on Local Computer Networks*, Lowell, MA, October 17-20, 1999, pp. 34-40.
- [3] Kamerman A., and G. Aben, "Net Throughput with IEEE 802.11 Wireless LANs," *Wireless Communications and Networking Conference*, Chicago, IL, September 23-28, 2000, pp. 747-750.
- [4] W. Stallings, *Cryptography and Network Security*, Prentice-Hall, 1999.

이 현 우(Hyun woo Lee)

종신회원

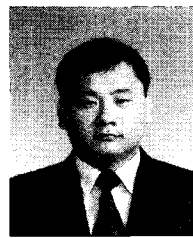


1993년 2월 한국항공대학교 전
지공학과 공학사
1995년 2월 한국항공대학교 대
학원 통신정보공학과 공학석사
2005년 2월 한국항공대학교 대
학원 통신정보공학과 공학박사
1995년 2월~현재 한국전자통

신연구원 BcN서비스연구그룹 선임연구원
<관심분야> 트래픽 혼잡제어, 통신망 연동, 무선랜

김 세 한(Se han Kim)

정회원



1998년 2월 한국항공대학교 컴
퓨터공학과 이학사
2000년 2월 한국항공대학교 대
학원 통신정보공학과공학석사
2000년 1월~2000년 9월 삼성
종합기술원
2000년 9월~현재 한국전자통

신연구원 RFID/USN연구그룹 연구원
<관심분야> 센서네트워크, 무선랜, 성능분석

류 원(Won Ryu)

정회원



1983년 8월 부산대학교 계산
통계학과 이학사
1988년 2월 서울대학교 대학
원 계산통계학과 이학석사
2002년 8월 성균관대학교 대
학원 정보공학과 공학박사
1989년 2월~현재 한국전자통

신연구원 BcN서비스연구그룹 통합망연동기술팀
팀장
<관심분야> 유무선망 연동, 무선인터넷, BcN

윤 종 호(Chong ho Yoon)

종신회원



1984년 2월 한양대학교 전자
공학과 학사
1986년 2월 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 석사
1990년 8월 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과 박사
1995년 8월~1996년 8월 Uni-

versity of Arizona 방문교수
1991년 8월~현재 한국항공대학교 전자·정보통
신·컴퓨터공학부 교수
<관심분야> 컴퓨터 통신망, 성능분석