

논문 2006-43TC-2-1

로드밸랜싱기반 무선랜의 트래픽 성능 향상에 관한 연구

(The study for improvement of traffic performance based on load balancing in wireless LAN)

박 지 호*, 오 영 환**

(Park Chi Ho and Oh Young Hwan)

요 약

본 논문에서는 무선랜 환경에서 억세스 터미널(AT : Access Terminal)이 효과적으로 억세스 포인트(AP : Access Point)를 선택하기 위하여 로드밸랜싱을 적용한 연결 설정 알고리듬을 제안한다. 본 논문에서 제안한 방법은 AP들과 AT의 연결 설정 시 연결설정의뢰정보(AI : Association Information)로 도착 시간을 측정하고 AP의 부하 상태를 파악한 후 로드밸랜싱을 적용한다. AT에서는 AP에 연결된 단말들의 트래픽량을 측정하여 부하가 적은 AP를 선택하여 설정하면 다수의 사용자가 동시에 사용하는 핫스팟 환경에서도 AP의 과도한 부하를 막을 수 있어 사용자 측면에서는 최대성능을 얻을 수 있으며, 망 사업자 측면에서는 효율적인 망 관리를 할 수 있다.

Abstract

This paper proposes association algorithm using load balancing for efficient AP selection under environment of wireless local area network(WLAN). Our scheme measures arrival time of association information when establishing the connection between access points and access terminal, analyzes the load condition of AP, and applies load balancing. AT selects and sets up low traffic AP by measuring traffic of connected access terminal, which can prevent over-traffic of access points under hotspot environment that users access simultaneously. 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.

Keywords : Wireless LAN, Access Point, Access Terminal, Association Information, Information Request

I. 서 론

기준에 음성 위주의 서비스를 제공하던 셀룰러 이동통신망은 무선 인터넷 등 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 2Mbps까지의 전송률을 제공하는 IMT-2000으로 발전하고 있다^[1]. 실내에서는 고속 데이터 전송에 이동성이 보장되는 무선랜 환경으로 진화하고 있다^[2-4].

* 정희원, 대구경북과학기술연구원
(DGIST)

** 정희원, 광운대학교 전자통신공학과
(Dept. of Electronic and Communications Engineering
Kwangwoon University)
접수일자 : 2005년11월10일, 수정완료일 : 2006년2월15일

무선랜은 90년대 초반부터 상용 제품이 등장하였으나 전송 속도가 유선랜에 비하여 느리고 가격이 높아 널리 이용되지 못하였다. 이어서 1997년 무선랜에 대한 IEEE802.11 규격이 완성됨으로써 무선랜의 이용이 보편화되는 기본 여건이 만들어졌다. IEEE802.11 규격은 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)방식을 기반으로 한 공통의 MAC 계층 규격과 3개의 서로 다른 물리계층 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), Infrared 방식을 정의하고 있다. IEEE802.11은 기본적으로 최대 2Mbps 까지의 전송률을 제공하며 2.4GHz 대역에서 최대 11Mbps까지 전송할 수 있는

IEEE802.11b, 5GHz 대역에서 최대 54Mbps까지 전송할 수 있는 IEEE802.11a 규격을 추가하였다^[2-5]. 최근 무선랜 기술은 IEEE802.11b를 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 비교적 제한적인 공간에서 제공되던 유선랜 대체역할에서 이제 고정무선(Fixed Wireless)의 특징을 갖는 공중무선접속망으로 그 영역을 확장하고 있다. 이에 발맞추어 KT, 하나로 통신을 비롯한 국내외 유무선 서비스 사업자들은 공항, 호텔 등과 같은 핫스팟(Hotspot) 지역에 무선랜 AP(Access Point)를 설치하여가입자들에게 고속 무선인터넷 서비스를 제공하는 공중 무선랜 서비스(Public WLAN Service)를 실시하였다^[2]. 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 핫스팟 지역에서는 CSMA/CA에 기반한 미디어 접근방식의 특성상 사용자 단말은 IEEE802.11 기반의 무선랜 규격에서 정의된 최대 전송속도를 보장받지 못하고, 경우에 따라서는 AP에 연결된 사용자 수나 트래픽의 처리량에 따라 급격한 성능의 감소가 발생하는 문제점이 있다. IEEE802.11에 기반한 공중 무선랜 접속장치 AP (Access Point)와 AT(Access terminal) 사이에 데이터 신호를 이용하여 현재 AP의 부하상태 또는 트래픽량을 파악하여 효율면에서 가장 유리한 AP를 자동 선택하여 연결을 설정한다. IEEE802.11 기반의 무선랜 환경에서 AT는 AP와 물리적인 채널의 연결(Association) 설정을 위해 전파의 수신감도가 가장 센 AP를 선택하여 연결을 설정하고 데이터의 송수신이 이루어진다. 핫스팟 지역에서의 다수 AP간의 선택과정을 약간의 데이터 신호 추가로 연결설정을 하므로 로드밸런싱을 적용할 수 있다.

II. 본 론

1. 1 IEEE802.11 기반의 무선랜 연결 설정

AT가 AP를 통해서 데이터를 보내기 위해서는 우선 AP와 연결설정(Association) 과정이 필요하다. 연결설정은 초기 AT의 전원이 연결되거나 BSS(Basic Service Set) 영역에 진입할 때 이루어진다. 이 과정을 위해서 AT는 AP로부터 동기화 정보를 얻어야 하는데, AT는

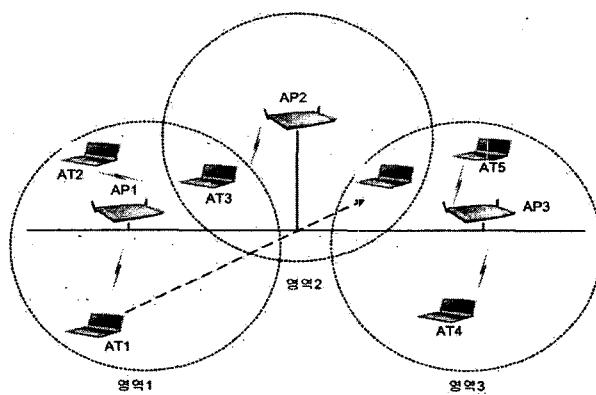


그림 1. IEEE802.11 기반의 무선랜 연결 구성도

Fig. 1. Network configuration of wireless LAN based on IEEE802.11.

동기화 정보를 얻기 위해 모든 채널에 수동 혹은 능동적인 탐색을 시도한다. 그림 1은 IEEE802.11 기반의 무선랜 환경으로 핫스팟 지역의 AP와 AT의 연결구성을 예시로 나타내며, 무선랜의 초기 연결설정과 로밍 후, 재 연결설정(Reassociation)과정을 설명한다.

서비스 제공가능 영역이 일부 중첩되는 AP가 3대 연결된 핫스팟 지역에서 AP1의 서비스 가능 영역1에는 AT1과 AT2가 연결되어 있고, AP2의 서비스 가능 영역2에는 AT3이 연결되어 있다. AP3에는 서비스 가능 영역3 내에 AT4와 AT5가 연결되어 있다. AT가 초기에 서비스를 받기 위해서는 서비스 사업자의 인증과정을 거치기 전에 일단 IEEE802.11에 기반한 물리적인 연결설정 과정이 필요하다. 즉 AT1이 공중 무선랜 서비스를 제공받기 위해서는 AT에 전원을 연결하는 시점이나 AP1의 서비스 가능 지역에 진입하는 시점에서 AP를 수동적 또는 능동적으로 탐색하고 신호의 세기를 고려하여 AP를 선택한 후, 물리적인 연결설정 과정이 이루어진다. 또한 이렇게 연결된 AT가 새로운 서비스 영역으로 이동하는 로밍 동작이 일어나면 기존에 연결되어 있던 AP와 전파수신감도가 감소함을 인지하여 AP 재탐색 과정을 거쳐서 선택한 AP로 재연결 설정을 시도한다. 즉 AT1이 그림 2와 같이 이동을 하여 로밍이 발생하면 AP1의 전파신호세기가 감소함을 인지하고 AP 재탐색 과정을 거쳐서 재연결이 가능한 AP2나 AP3 중에 선택과정을 거쳐서 재연결 설정이 이루어진다^[2]. 여기서는 이러한 무선랜의 초기 연결설정이나 로밍 후의 재연결 설정과정에서 AP의 부하 상태를 탐색한 후, AT가 서비스의 최대 성능을 보장 받을 수 있는 AP를 선택하도록 AP와 단말기 사이에 추가 데이터 신호를 설정하여 AT가 AP를 선택하는 방법을 제안하고

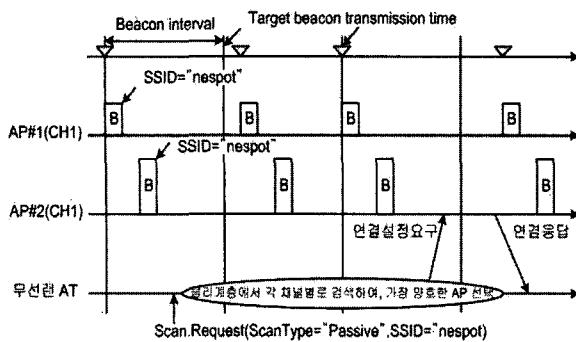


그림 2. 무선랜에서 AT의 수동형 AP탐색 및 연결절차
Fig. 2. Procedure of passive scanning and association AP.

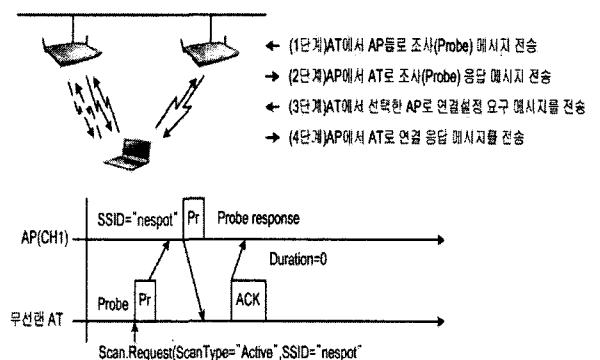


그림 3. 무선랜에서 AT의 능동형 AP탐색 및 연결절차
Fig. 3. Procedure of active scanning and association AP.

자 한다. 그림 2는 일반적인 무선랜 기반의 환경에서 동작하는 AT의 수동형 AP 탐색 및 연결 절차를 나타낸다.

그림 2에서 AT는 물리 계층에서 각 채널 별로 검색하여 SSID 값이 3 “nespot”으로 동일한 AP1의 비콘 (beacon) 프레임과 AP2의 비콘 프레임을 비교한 후, 비콘 프레임의 각종 정보 내용을 토대로 가장 양호한 AP를 선택하여 연결 설정 요구 메시지를 송신하고, AP에서 연결 응답 메시지를 수신하면 채널이 연결된다.

그림 3은 일반적인 무선랜 기반의 환경에서 동작하는 AT의 능동형 AP 탐색 및 연결 절차를 보여준다.

AT는 물리 계층에서 각 채널 별로 검색하여 SSID 값이 “nespot”으로 동일한 AP들로 조사(Probe) 메시지를 전송하고, 조사 메시지를 받은 AP들은 조사 응답 (Probe response) 메시지를 전송한다. AT는 조사 응답 메시지의 내용을 비교하여 선택한 AP로 연결 설정 요구 메시지를 전송하고, AP의 연결 설정 응답 메시지를 받으면 채널 연결 설정이 이루어진다.

1. 2 매체접근 방식

IEEE802.11에서 효율적인 매체를 사용하기 위한 매

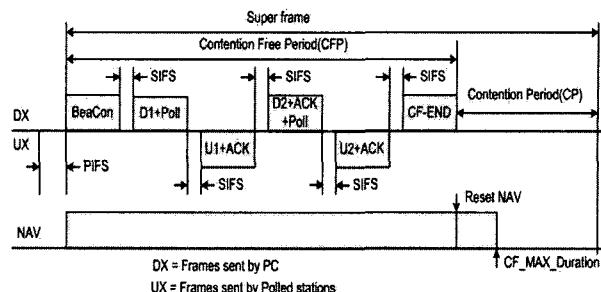


그림 4. PCF 무경쟁 기법
Fig. 4. Non-competition technique of PCF.

체접근방식으로써 두 가지 방식을 제공한다. 기본적으로 AT간에 경쟁을 해서 전송권을 획득하는 DCF (Distributed Coordination Function) 방식을 지원하고, 선택적으로 AP에서 폴링 방식을 이용한 PCF (Point Coordination Function) 방식을 사용한다. 경쟁 방식인 DCF는 기존의 무선 LAN에서 사용하는 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 방식을 변형한 방식으로 무선이라는 매체 특성상 충돌을 가미하기 어렵기 때문에 충돌을 회피하는 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 사용한다. 폴링 방식을 사용하는 PCF는 실시간 데이터 전송이 필요한 단말에 대해서 충돌을 피하고 빠른 전송을 위한 방법으로 AP에서 폴링 데이터를 이용하여 라운드 로빈 방식으로 수행된다. 그러나, PCF는 충돌이 발생하지 않는다는 장점은 있지만 중앙 집중 방식을 사용하므로 성능이 많이 떨어지는 단점이 있다. 그림 4는 무경쟁 기법인 PCF 사용 예를 보여준다^[8].

1. 3 로드밸ансing 적용을 위해 제안한 연결 설정

본 논문은 무선랜의 트래픽 개선방법에 관한 것으로서, 무선랜 통신의 계층 구조상의 변경 없이 간단한 통신 알고리듬 변형만으로 부하 분산을 이루어 로드밸анс의 최적화를 이룰 수 있게 하는 방법을 제공한다.

AT가 주변의 AP들과 연결이 되기 위해서는 주변 AP들의 상황을 파악하여야 한다. AT는 주변 AP들에게 조사 메시지를 보낸다. 주변 AP들은 AT에게 AI (Association Information)를 맷기 위해서 IR (Information Request) 메시지를 보낸다. AT는 AP들로부터 받는 첫 번째 IR 메시지들의 도착부터 각각에 대한 타이머를 구동 시킨다. AT는 첫 번째 도착하는 IR 메시지를 무시한다. 첫 번째 도착하는 IR 메시지는 내가 어느 위치에서 서비스를 받는지 알 수 없으므로 현재 AP의

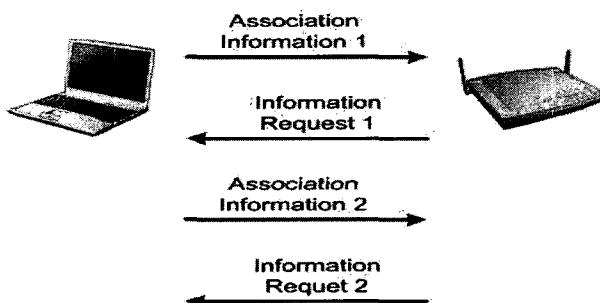


그림 5. 연결 설정

Fig. 5. Connection establishment.

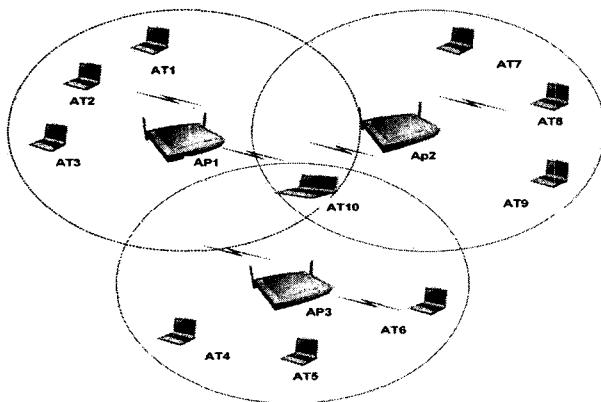


그림 6. 로드밸랜싱 적용 예

Fig. 6. The load balancing for example.

부하를 파악할 수 없다. 하여 AT는 다시 AP들에게 AI를 위해서 조사 메시지를 보낸다. AP들은 다시 AT에게 IR 메시지를 보내게 된다. 이때 구동되고 있는 타이머를 측정하여 IR 메시지가 가장 먼저 도착한 AP에 연결설정을 하도록 한다. 두 번째 IR 메시지가 가장 먼저 도착한 AP는 자신에게 접속된 다른 AT들의 서비스 마쳤다는 의미이다. 하여 가장 먼저 IR을 보낸 AP는 현재 로드가 적다는 것을 의미한다. 그에 대한 연결 설정이 그림 5에서 나타낸다.

위의 연결 설정을 적용한 로드밸랜싱 사용 예를 아래 그림 6에서 나타낸다.

그림 6은 AT10은 AP1~AP3까지 통신 가능 범위 안에 있는 경우이다. 이 경우 AT10은 위의 그림 5의 연결설정 방법을 적용하여 AP1~Ap3까지의 트래픽을 파악한 후 부하가 가장 적은 AP를 선택적으로 사용 할 수 있다. 로드 밸랜싱 적용을 위한 연결 설정 순서도는 그림 7과 같다.

그림 7은 AT가 주변 AP들을 파악하기 위하여 주변 AP들에게 연결설정의뢰정보(AI)를 송신하게 되고, 그 순간부터 AT에 내장된 타이머가 도착 시간을 카운트 한다. 주변 AP들로부터 AI에 대한 IR (Information

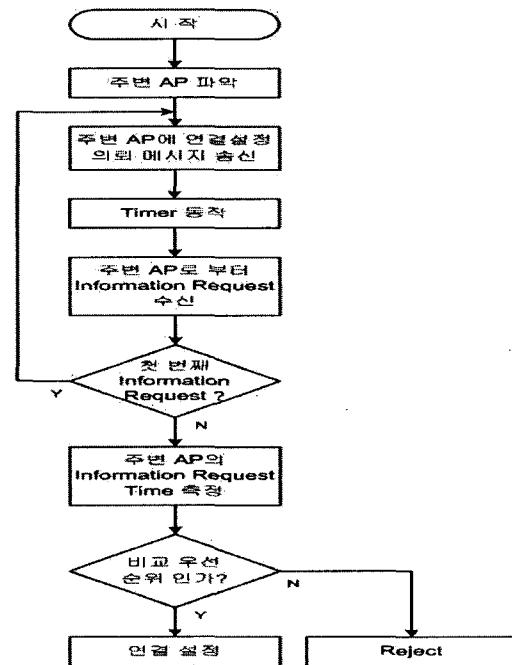


그림 7. 연결 설정 순서도

Fig. 7. Connection establishment procedure.

Request)를 수신한다. 이것이 첫 번째 IR인가를 판단한다. 첫 번째 IR인 경우 이를 무시하고 다시 AT의 주변 AP들을 파악하는 단계로 루프 복귀한다. 첫 번째 IR이 아닌 경우, 측정된 복귀한 IR까지의 소요된 도착시간을 주변의 다른 AP들과 비교하여 최단 시간의 AP와 접속을 수행하고, 다른 AP와는 차단한다.

III. 실험

현재 무선통신 기간망 사업자가 상용 서비스로 제공하는 IEEE802.11b의 무선랜 기술에 기반한 초고속 무선 인터넷 서비스의 경우, 물리적인 최대 접속 속도는 11Mbps이나 실제 사용 최대 속도는 6Mbps를 넘지 못 한다. 이러한 상황에서 사용자가 빈번한 핫스팟 지역에서는 AP에 연결되어 서비스를 사용 중인 가입자의 수가 매우 유동적이고, 로드밸랜싱의 적용이 어려워 특정 AP에 과부하가 생겨 서비스는 무척 나빠질 수 있다. 이러한 현상을 확인하여 개선시키기 위한 현상을 확인하기 위하여 KT 공중 무선랜 서비스 네스팟에서 실제 운영중인 환경에서 실험하였다. IEEE802.11b 기반의 AP를 NetIQ사의 Chariot을 사용하여 성능을 시뮬레이션하였다. 아래 그림 8은 서비스 사용자 AT 개수에 따라서 제공 가능한 최대 전송률의 성능측정을 위한 시험망 구성도이다.

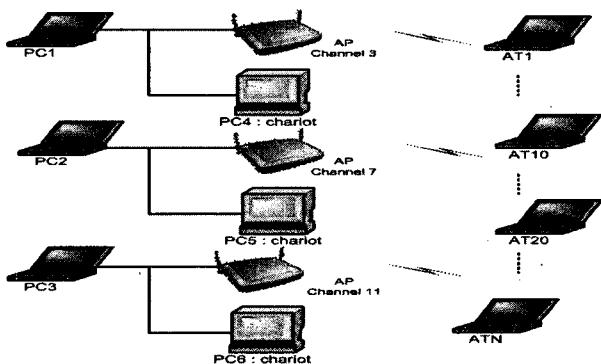


그림 8. 성능 측정을 위한 시험 환경 구성도
Fig. 8. Network configuration for measuring system performance.

실험 방법은 로드밸런싱을 적용한 방법과 적용하지 않은 방법을 서로 비교하여 최대 전송률을 측정하였다. 서로 같은 환경에서 로드밸런싱을 적용하지 않은 무선 네트워크 환경에서 AT는 auto-connection으로 설정하여 전파 강도가 높은 AP에 접속하도록 하였다. 또 다른 비교 실험은 로드밸런싱을 적용한 무선 네트워크 환경으로 AT는 로드밸런싱 연결설정을 적용하여 AP와 접속하도록 하였다. AP의 채널은 각각 3번, 7번, 11번 채널을 사용하였다. 이러한 상황에서 in-door office에 AT의 수를 차츰 증가 시켰다. 이러한 환경에서 AP의 전송률을 측정하였다.

IV. 결 과

다음은 위의 실험에 대한 결과표이다. 표 1은 로드밸런싱을 적용하지 않은 환경에서의 실험이다. 결과에서 보듯이 각각의 AP에 로드가 일정하지 않게 적용되는 것을 알 수 있다. 그리고 AP에 과부하가 걸려 다운

표 1. 로드밸런싱을 적용하지 않은 환경
Table 1. Non-load balancing environment.

	AP Channel 3	AP Channel 7	AP Channel 11
AT User 5	5.4Mbps	5.3Mbps	5.3Mbps
AT User 10	5.4Mbps	3.2Mbps	4.3Mbps
AT User 15	4.0Mbps	2.2Mbps	2.2Mbps
AT User 20	3.3Mbps	1.5Mbps	1.8Mbps
AT User 25	3.3Mbps	0Mbps	0Mbps
AT User 30	1.5Mbps	0Mbps	0Mbps

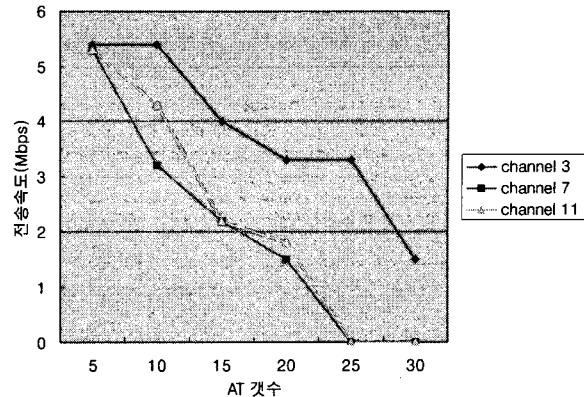


그림 9. 로드밸런싱을 적용하지 않은 환경
Fig. 9. Non-load balancing environment.

표 2. 로드밸런싱을 적용한 환경

Table 2. The use load balancing environment.

	AP Channel 3	AP Channel 7	AP Channel 11
AT User 5	5.4Mbps	5.3Mbps	5.3Mbps
AT User 10	4.2Mbps	4.4Mbps	4.3Mbps
AT User 15	3.8Mbps	3.5Mbps	3.6Mbps
AT User 20	3.1Mbps	2.8Mbps	3.0Mbps
AT User 25	2.8Mbps	2.8Mbps	2.5Mbps
AT User 30	1.5Mbps	1.2Mbps	1.1Mbps

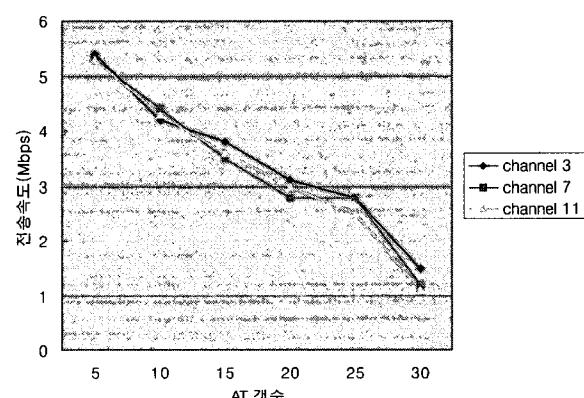


그림 10. 로드밸런싱을 적용한 환경
Fig. 10. The use load balancing environment.

되는 시점에서도 주변 AP는 여전히 억세스하고 있음을 알 수 있다.

표 2는 로드밸런싱을 적용한 환경에서의 실험이다. 로드밸런싱을 적용하지 않은 AP들에 비해 일정하게 로

드가 걸림을 알 수 있다. 모든 AP들은 로드밸랜싱이 적용되어 거의 비슷한 로드로 AT에 억세스 하는걸 알 수 있다.

V. 결 론

이 논문의 주된 목적은 무선랜의 트래픽 개선방법에 관한 것으로 무선랜 통신 계층 구조상의 변경 없이 간단한 통신 알고리듬 변형만으로 부하 분산을 이루어 로드밸랜싱을 적용하여 무선 트래픽 서비스의 최적화를 이를 수 있게 하는 방법을 제공했다. 기존의 공중 무선랜 환경인 핫스팟 지역에서 다수의 사용자가 동시에 서비스를 받는 경우, 사용자의 수나 AP가 처리하는 트래픽의 양에 따라 사용자가 받을 수 있는 서비스의 성능이 급격하게 감소함을 알 수 있다. 또한 RSSI에 의한 전파의 세기만으로 AP를 선택할 경우, AT의 최대 성능을 보장 받을 수 없으며, 망의 효율성도 저하되었다. 하지만 본 논문에서 적용한 간단한 알고리듬을 사용하여 로드 밸랜싱을 적용할 경우, 각각의 AP에 일정하게 트래픽이 부가되어 어느 하나에 편중된 과부하를 막을 수 있고, AT는 같은 환경에서 보다 향상된 통신 서비스를 받을 수 있으며, 또한 최대의 무선망 효율성을 보장받을 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE Personal Commun, vol. 4 no. 4, Special Issue on IMT-2000, August, 1997.
- [2] ANSI/IEEE Standard 802.11 1999 Edition : "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications".
- [3] IEEE Standard 802.11b-1999 (Supplement to IEEE 802.11 1999 Edition) : "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications : Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band".
- [4] IEEE Standard 802.11a-1999 (Supplement to IEEE 802.11 1999 Edition) : "Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications : Higher-Speed Physical Layer Extension in the 5GHz Band".
- [5] 안재영, 오덕길, 김재명, "무선 LAN 기술 동향" 한국통신학회 학술지, pp. 616-636, May, 2002.
- [6] Bing B., "Measure Performance of the IEEE 802.11 Wireless LAN," Proc. 24th Conference on Local Computer Networks, Lowell, MA, October 17-20, 1999, pp. 34-4
- [7] D. Gu and J.Zhang, "QoS enhancement in IEEE 802.11 wireless local area networks," Communications magazine(IEEE), Vol.41, pp.120-124, june, 2003.
- [8] IEEE. "IEEE standard for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications," Institute of Electrical and Electronics Engineers, November 1999

저 자 소 개



박 지 호(정회원)

1998년 남서울대학교 정보통신공학과 학사 졸업.
2001년 광운대학교 전자통신공학과 석사 졸업.
2003년 광운대학교 전자통신공학과 박사 수료.

~현재 대구경북과학기술연구원 IT 연구부 연구원

<주관심분야 : 이동통신, 무선 네트워크, USN>

오 영 환(정회원)

대한전자공학회 논문지 제 42권 TC편 제5호 참조
<주관심분야 : 통신망>