

무선랜 시스템에서 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법

김 동 근*, 김 상 복**

A Handoff Improvement Method for AP Choose Guarantee Network Performance of Mobile Node in Wireless LAN Systems.

Dong-Geun Kim*, Sang-Bok Kim**

요 약

무선 네트워크에서 핸드오프가 발생할 경우 기존의 AP(Access point) 탐색과정은 신호세기에 다수의 AP들 중에서 하나를 선택한다. IEEE 802.11는 공통의 매체를 공유함으로써 채널을 획득하기 위해 경쟁하는 CSMA/CA를 이용한 매체접속방식을 사용하고 있다. 그러므로 네트워크의 성능은 신호의 세기 외에도 네트워크에 참여하는 노드들의 수와 네트워크 혼잡에 의해 큰 영향을 받는다. 본 논문에서는 핸드오프가 발생할 경우 그 해당 영역에 있는 AP 네트워크 정보들을 이용하여 AP를 선택 할 수 있도록 하였다. 그런 다음 향상된 네트워크 성능을 보장하는 AP를 선택하여 연결을 설정하는 기법을 제안하였다. 그 결과 사용자가 동시에 접속하는 무선 네트워크 환경에서도 성능 개선 효과를 얻을 수 있고, 사용자의 분산으로 자원과 망 관리의 효율적인 측면에서도 상당한 효과가 있음을 시뮬레이션 결과를 통하여 검증하였다.

Abstract

On Handoff, existing AP search has chosen one of various APs according to signal strength. However IEEE 802.11 uses Medium Access method with CSMA/CA(Carrier Sensing Multiple Access /Collision Avoidance) that competes to obtain a channel by sharing common medium. For that reason, network performance is heavily affected by the number of nodes and network congestion aside from signal strength. Consequently, in this paper we propose the method that choose one AP which ensures more improved network performance and set up a link, reflecting AP network information in Handoff area, on Handoff in the process of AP selection. We also demonstrate through simulation that it gets maximum performance even in the wireless network which many users concurrently access to, and it has considerable effects on aspects of resources and network management by distribution of users.

▶ Keyword : IEEE802.11 WLAN, Handoff, CSMA/CA

• 제1저자 : 김동근 교신저자 : 김상복

• 투고일 : 2010. 02. 01, 심사일 : 2010. 02. 20, 게재확정일 : 2010. 02. 27.

* 경상대학교 컴퓨터학과 ** 경상대학교 컴퓨터학과 교수

I. 서론

오늘날 일반적으로 사용하고 있는 데스크탑 PC 환경과, 유비쿼터스 환경을 추구하는 노트북, PDA 등에서 널리 사용되는 무선 접속 기술 중에서 대표적인 것이 무선랜(WLAN: Wireless Local Area Network)이다. 또한 고품질 TV, VOD(Voice On Demand), MP3 파일 전송 등의 사용은 광대역 무선랜 기술을 요구하고 있다. 차기 공중망 서비스의 후보기술로 기대되는 IEEE 802.11을 기반으로 하는 무선랜 서비스 기술은 로컬지역에서 광대역 무선 접속성을 지원하는 가장 두드러진 기술이라고 할 수 있다. 무선랜은 비교적 간단한 프로토콜과 낮은 시스템 비용, 그리고 최대 54Mbps의 높은 전송률 등을 강점으로 한다.

최근 무선랜 기술은 IEEE 802.11b에 기반한 다양한 저가 제품의 출시와 노트북, PDA와 같은 개인 휴대 단말 보급의 확대에 이어지고 있다. 아울러 3G 망에서의 패킷 데이터 서비스를 보완 대체할 수 있는 서비스로 새롭게 등장하여 빠른 성장을 하고 있다. 현재 KT, 하나로통신을 비롯한 국내외 유무선서비스 사업자들은 공항, 호텔 등과 같은 핫스팟(Hotspot) 지역에 무선랜 AP를 설치하여 가입자들에게 고속 무선 인터넷 서비스를 제공하고 있다. 이러한 공중 환경 하에서 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 밀집영역에서의 CSMA/CA에 기반한 미디어 접근방식은 그 특성상 해당 서비스에 대하여 성능 감소를 초래할 수 있다. 또한 사용자 단말은 IEEE 802.11기반의 무선랜 규격에서 한정된 자원을 공유함으로써 정의된 최대 전송속도를 보장받지 못하고, AP에 연결된 사용자 수나 트래픽의 처리량에 따라 급격한 성능의 감소를 가져오는 문제점이 있다. 본 논문에서는 IEEE 802.11하에서 보다 향상된 무선랜 성능을 보장받기 위하여 무선랜 핸드오프가 발생했을 때, AP검색과정에 네트워크 상태정보를 반영한다. 그리고 여러 후보 AP들로부터 최적의 성능을 보장 받을 수 있는 AP를 선택하여 기존의 신호 세기에만 의존한 AP선택 방식보다 향상된 핸드오프 성능을 보장받도록 한다. 아울러 사용자의 분산으로 자원과 망 관리 측면에서도 효과가 있음을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 2장에서는 IEEE 802.11 관련연구에 대해 기술하였고, 3장에서는 다중 AP들로 구성된 무선랜 환경에서의 IEEE 802.11 핸드오프 과정에 대하여 설명한다. 4장에는 핸드오프 발생 시 기본적인 신호세기과 네트워크 상태정보들을 AP 선택 과정에 반영한 모바일 노드

(MN: Mobile Node)의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법을 제안하였다. 그리고 5장에서는 기존의 신호의 세기에 기반한 PHY handoff 방식과 네트워크 상태정보를 AP 선택 과정에 반영한 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법을 이용한 개선 효과에 대한 비교와 분석, 그리고 결과를 도출하였고, 마지막으로 6장에서 이 논문의 결론을 기술하였다.

II. 관련연구

IEEE 802.11 표준[1]은 하나의 매체접속제어(MAC: Media Access Control)계층과 다중의 물리적 계층(PHY: Physical layer)에 관하여 정의하고 있다. 일반적으로 IEEE 802.11 기반의 장치들은 적어도 하나의 매체접속제어 계층을 기반으로 동작한다. 이 매체접속제어 계층은 애드 혹(ad hoc) 방식과 하부구조(Infrastructure) 방식, 이 두 가지 동작방식을 지원한다. 애드 혹 방식에서는 두개 혹은 그 이상의 모바일 노드들이 서로를 각각 인지하며 어떠한 하부구조의 도움 없이 개개인의 통신을 가능하게 하지만, 이와는 대조적으로 하부구조 방식에서는 모바일 노드들 간에 다리역할을 하는 AP라는 고정된 개체를 가진다. 이러한 AP와 연관된 모바일 노드들은 기본 서비스 집합(Basic Service Set, BSS)을 구성하며, 2.4GHz 혹은 5GHz대역의 비인가 밴드(ISM Band)를 통신 채널로 이용한다[2,3].

IEEE 802.11 무선랜은 가정, 사업장, 핫스팟 지역 등을 포함한 다양한 환경에서 사용자들에게 고속의 데이터 서비스를 제공하기 위해 계속 발전해 왔다. 상업적 환경 하에서 서비스 제공은 일정한 서비스 영역의 네트워크 연결을 위한 다중의 AP들을 설치하여

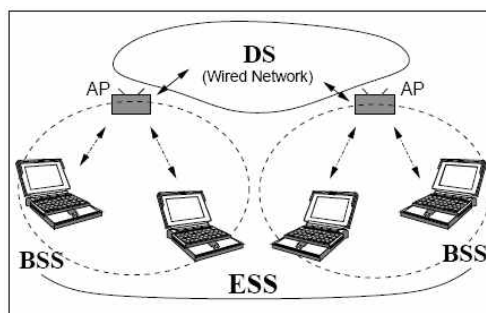


그림 1 IEEE 802.11 네트워크 구조
Fig 1. IEEE 802.11 Network Structure

운영해야 한다. 이와 같은 환경 하에서 서비스를 받는 사용자는 접속 중인 AP에서 다른 AP로 핸드오프를 하게 되면, 사

용자는 서비스의 단절이 없고, 향상된 성능 지원을 요구하게 된다. 그러므로 보다 나은 AP를 선택하는 것은 가장 중요한 서비스의 요구조건이라고 할 수 있다. 그러나, 물리적으로 측정된 신호의 세기 정보만으로는 주변 검색과정에서 발견한 여러 후보 AP들 중 이것이 최적의 AP라고 판정하기에는 문제점이 있다. IEEE 802.11 표준은 CSMA/CA와 같은 충돌기반의 매체 접속제어 방식을 채택하고 있기 때문에 네트워크의 성능은 신호강도에 의한 채널 에러정보 보다 채널에 참여하는 노드 수, 또는 트래픽 상황 등에 훨씬 더 큰 영향을 받는다. 이는 무선랜처럼 이동성을 지원하는 채널환경 하에서, 주변 AP의 수신 신호의 세기가 다른 AP들에 비해 훨씬 탁월하다고 해도, 해당 AP가 많은 양의 트래픽 부하를 가지면서, 임계치 이상의 노드들을 서비스 하고 있다면 충분한 성능 보장을 받기 어렵다는 것을 의미한다. 결과적으로 핸드오프를 수행하는 노드는 좋은 링크 품질뿐만 아니라 적절한 트래픽 부하를 가지는 AP를 선택해야만 한다. 따라서 네트워크 상태정보는 IEEE 802.11 핸드오프 수행 단계에서 적절한 AP를 선택하고 결정할 때 그 척도(Criteria) 요소로 고려해야 할 필요가 있다.

지금까지 IEEE 802.11 핸드오프와 관련하여 몇 가지 중요한 연구들이 진행되어 왔다. 실험에 의한 분석에서 보면 IEEE 802.11 핸드오프는 검색 과정에 모든 채널을 검사하기 때문에, 전체 시간지연의 대부분이 인접한 AP 검색과정에 집중되고 있다는 것을 알 수 있다[4,5]. 따라서 Sangho Shin과 Andrea G. Forte는 선택적인 채널 검색 알고리즘과 캐쉬 메모리를 이용하여 채널 검색에서의 시간지연을 감소시키는 방법을 제안했다[6]. 이 방식은 핸드오프 시간지연을 단축하는 데에는 좋은 효과가 있다. 하지만 가장 좋은 채널을 가진 AP의 판단 기준을 수신 신호의 세기가 가장 좋은 것만 가지고 선택을 하기 때문에 혼잡정도가 존재하는 네트워크 상황에서는 그 성능을 보장 받을 수 없다.

위에서 언급한 관련연구들은 일반적으로 성능향상에는 어느 정도 효과가 있다. 그러나 핸드오프가 발생했을 때, AP를 선택하는 과정에 기본적으로 수신신호의 세기 정보만 가지고 AP를 선택한다. 그러므로 사용자와 AP 사이의 신호 세기가 원활한 링크를 가지는 상황이라 하더라도 하나의 공유매체에서 경쟁하게 된다. 그러므로 선택된 AP는 경쟁에 의한 충돌과 높은 트래픽 부하가 있는 상황에서는 항상 최고의 성능을 보장 받을 수 없는 경우가 발생하게 된다. 따라서 본 논문에서는 IEEE 802.11하에서 핸드오프가 발생하였을 때 서비스 수준을 향상시키기 위하여 새로운 AP 선택방식을 제안하였다. 그 방안으로 기본적인 신호세기에 네트워크에서 트래픽 부하를 좌우하는 노드 수와 데이터 전송률과 관계된 정보를 AP 검색과

정에 반영하였다. 그 다음 여러 후보 AP들로부터 최적의 성능을 보이는 AP를 선택 한다. 그러므로 제안하는 방식은 신호의 세기에만 의존하는 AP선택 방식보다 향상된 핸드오프 성능을 보인다는 것을 알 수 있었고, 사용자의 분산으로 자원과 망 관리 측면에도 효과가 있다는 것을 시뮬레이션을 통하여 증명할 수 있었다.

III. IEEE 802.11 무선랜에서 핸드오프과정

3.1 IEEE 802.11 표준에서의 핸드오프

표준에서 정의한 802.11하에서의 핸드오프는 그림 2에서 보는바와 같이

- (i) 검색과정(Probe Phase),
- (ii) 재인증(Re-Authentication),
- (iii)재등록(Re-Association)의 세 가지 논리적 과정을 가진다.

3.1.1 검색과정(Probe Phase)

그림 2에서 A에서 E까지의 메시지는 검색 메시지이다. 검색과정이란 모바일 노드가 CAP(Current Access Point)의 신호대 잡음비가 CST(Cell Search Threshold) 이하일 경우 재결합할 AP를 찾는 과정이다. 모바일 노드는 CAP와 거리가 멀어지면 CAP와 통신이 두절되기 전에 미리 AP에 관한 정보를 요청하고, 그 정보를 수신한 AP가 이에 응답함으로써 모바일 노드에게 자신의 존재를 알린다. 모바일 노드는 이 과정에서 수집한 AP 정보를 바탕으로 핸드오프를 결정한다. 그림 2에서 모바일 노드는 AP의 정보를 수집하기 위하여 여러 채널에 대한 검색을 순차적으로 진행한다.

IEEE 802.11표준은 두 종류의 MAC계층 검색기능을 제공하는데, 여기에는 적극적 검색(active scanning)과 소극적 검색(passive scanning)이 있다.

적극적 검색은 모바일 노드가 무선 채널 매체에 프로브 요청 프레임(Probe Request Frame)을 전송한 후, 수신되는 프로브 반응 프레임(Probe Response Frame)을 이용하여 주변 AP 존재를 알게 되는 것을 말한다. 기본적인 적극적 검색 과정은 다음과 같다. 먼저 CSMA/CA를 이용한 전형적인 채널 접근 방식을 사용하여 하나의 채널을 목표로 한다. 그리고 프로브 요청 프레임을 브로드캐스팅 하고 프로브 타이머를 시작한다. 그 다음 채널을 수신하면서 프로브 응답 프레임을 기다린다. 그 후 MinChannelTime 이내에 응답 프레임이 도착하지 않으면 그 채널은 사용하지 않는 것으로 간주하고 다음 채널을 검색한다. MinChannelTime 이내에 하나 이상의 응답 프레임이 도착하면 MaxChannelTime이 될 때까지 모든 응답 프레

임을 받아들이고 그 프레임들을 처리한다. 그리고 다음 채널로 이동하여 같은 과정을 모든 채널에 대해 수행한다. 소극적인 검색은, 검색 중 추가적인 네트워크 트래픽 부하를 발생시키지 않고, 에너지 소모가 적기 때문에 특정 도메인에서 적극적인 검색방식이 제한이 될 경우와 소극적 검색만 유일하게 사용해야 할 때 유용하게 사용한다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고, 소극적 검색은 비콘(beacon)신호를 받기 위하여 비콘 간격 동안 매번 대기해야 하는 문제점이 있다. 이것은 결국 적극적 검색보다 검색시간이 길어지는 단점이라고 할 수 있다. 이상과 같은 방법으로 모바일 노드들은 모든 채널을 검색한 후에 핸드오프를 하기 위한 적절한 AP를 선택하는 작업을 수행하게 된다.

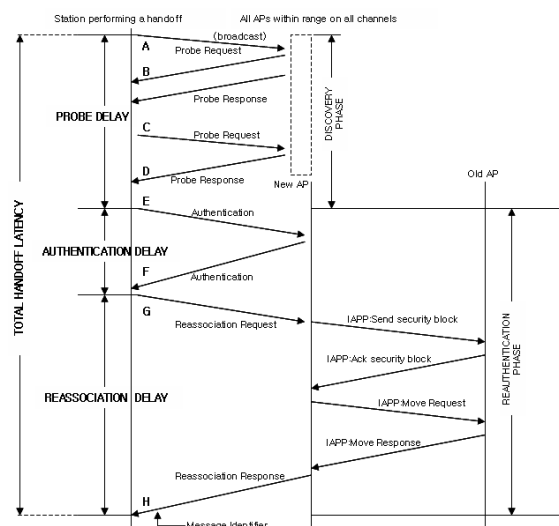


그림 2. IEEE 802.11 핸드오프 절차
Fig 2. The IEEE 802.11 Handoff Procedure

3.1.2 재인증(Re-Authentication)

이것은 인증프레임(E와 F 메시지)을 교환할 때 발생하는 대기시간 동안의 과정을 말한다. 인증 과정은 AP에 의해 사용된 인증 방법에 의존하는 둘 혹은 네 개의 연속적인 프레임으로 구성한다.

인증이란 핸드오프를 시도하는 AP를 선택한 후에 모바일 노드가 AP에게 자신이 유효한 노드라는 사실을 증명하는 것을 의미한다. 이것은 이전의 AP로부터 자격정보와 상태정보의 이동 및 교환을 포함한다. 이것은 IAPP(Inter Access Point Protocol)를 통하여 달성되는데, CAP와 NAP에서의 신호대 잡음비가 일정비 이상일 때, 모바일 노드는 검색단계에서 결정된 NAP(New Access Point)에 접속하기 위해 재인증 단계

로 들어간다. 재인증 단계는 AP가 자신에게 접속될 수 있는 권한이 있는 모바일 노드인지를 검증하는 인증단계(Authentication)와 물리적인 실제 결합을 의미하는 재결합 단계로 나눌 수 있다.

3.1.3 재결합(Re-Association)

재결합 단계란 인증 받은 모바일 노드가 CAP와의 결합을 끊고 NAP와 결합을 맺는 단계이다. 인증이 완료된 후 모바일 노드는 새로운 AP와 다시 연결해 통신을 지속해야 할 필요가 있는데 이것은 재결합 요청/반응 프레임의 교환을 통하여 이루어진다. 이 요청 프레임은 NAP가 OAP(Old Access Point)와 통신하기 위하여 OAP의 물리적 MAC 주소를 가지고 있어, 보다 효율적인 핸드오프를 지원한다. 이러한 교환 방식을 통하여 모바일 노드는 새로운 연결계정(association Identification)을 할당받고, AP는 적절한 통신을 위해 NAP에서 제공되는 전송속도 등, 필요한 몇 가지 정보를 알려주게 된다. 그림 2에서 재결합 요청프레임과 재결합 응답 프레임을 이용하여 재결합을 완료하고 NAP는 IAPP(Inter Access Point Protocol)를 사용해 재결합 이전에 통신하던 OAP와 통신한다. IAPP는 OAP와 모바일 노드간의 결합을 종료시키고 핸드오프 과정동안 OAP에 버퍼링된 패킷을 NAP로 포워딩(Forwarding)시킨다[7].

IV. 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법

4.1 다중의 AP(Access Point) 환경

IEEE 802.11 무선랜은 전형적으로 여러 개의 AP를 통하여 서비스를 제공하는 구조를 가지고 있다[8]. 하나의 AP 통신범위를 기본 서비스 집합(Basic Service Set)이라 하고, 그 안의 각 모바일 노드들은 서비스를 제공하는 하나의 AP와 통신을 한다. 하나의 AP는 가정이나 소규모의 서비스 지역을 담당하기에는 충분하지만, 넓은 규모의 서비스 지역이나 보다 확장된 사업지역의 서비스 보장을 하기 위해서는 다수의 AP들을 필요로 한다. IEEE 802.11 표준은 의도적으로 다중의 AP들 사이에 정교한 이동성 지원과 단절이 없는 접속성을 고려하지 않고 설계하였기 때문에, 이동성 차원의 성능향상에 대해서는 미흡한 부분들이 있다. 하지만 오늘날 사용자의 이동성에 대한 요구가 증가되어감에 따라 더욱 효율적인 핸드오프의 지원이 무선랜에서 강조되고 있다[9].

4.2 무선랜에서 AP 선택

IEEE 802.11 무선랜은 다음과 같은 상황으로부터 핸드오프를 시작하게 된다.

- (1) 모바일 노드가 하나의 BSS를 지나 다른 곳으로 이동 중 셀 경계지역을 지날 때
- (2) 현재 통신하고 있는 AP로부터 수신된 신호세기가 어떤 임계값 아래로 떨어져 통신이 더 이상 어려워 질 때
- (3) 증가하는 트래픽의 부하 때문에 현재의 서비스 질(Quality of Service)이 저하되었을 때

위에서 언급한 요인들 중에서 (3)은 특히 하나의 매체를 경쟁적으로 공유하는 IEEE 802.11에서 핸드오프수행 시 민감한 요소가 아닐 수 없다. 이것은 CSMA/CA의 특성에 따라 통신하는 노드들이 증가 할 때마다 각 모바일 노드가 네트워크 자원을 공유한다. 그리하여 노드들의 혼잡 참여 정도가 신호의 세기가 강하더라도 전체 성능을 저하시킨다는 것을 의미한다. 그림 3은 단독 AP 환경에서 서비스 받는 모바일 노드의 수에 의존하는 각 모바일 노드의 전송률을 보인 그림이다.

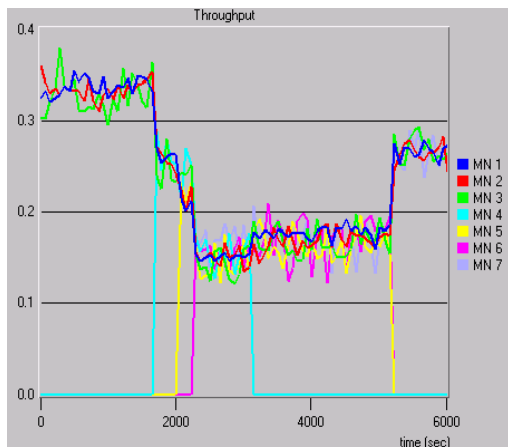


그림 3. 단독 AP에서 모바일 노드수의 변화에 따른 모바일 노드별 전송률

Fig 3. Transmission rate according to number of NM ' changing in exclusive AP

표 1. 시간에 따른 단독 AP에 연결된 모바일 노드 수

Table 1. Number of MN connected to exclusive AP by time

time	Number of MN
start	3
1700	4
2000	5
2300	7
3200	6
5200	4

그림 3에서 각각의 값들은 표 1의 시간에 따른 단독 AP에 연결된 모바일 노드 수이다. 그림 3을 보면 AP에 접속한 모바일 노드의 수에 반비례하여 전송률이 감소하는데, 이것은 CSMA/CA의 특성에 따라 각 모바일 노드가 네트워크 자원을 공유하는 것을 의미한다. 즉, IEEE 802.11기반의 무선랜 환경에서는 제한된 네트워크 미디어 자원을 각 모바일 노드가 공유함으로써 연결된 모바일 노드의 수에 따라서 각 모바일 노드의 전송률이 낮아짐을 확인할 수 있다. 따라서 무선랜 핸드오프 시 가장 우수한 네트워크를 선택하기 위해서는, 신호의 세기뿐만 아니라 네트워크 정보들을 이용하는 새로운 방법이 필요하다.

그러므로, 본 논문에서는 먼저 검색과정을 통하여 모바일 노드와 AP사이에 핸드오프 메시지를 교환한 후 그 다음 기본적인 신호세기와 네트워크에서 트래픽 부하를 좌우하는 노드 수와 데이터 전송률을 AP 검색과정에 반영하여 어떤 AP가 최적의 네트워크 성능을 가지고 있는 것인지를 판단하게 한다.

4.3 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는

AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법

IEEE 802.11 무선랜의 네트워크 환경을 고려해 서비스 수준을 향상시키기 위하여 본 논문에서는 IEEE 802.11하에서 핸드오프가 발생하였을 때 새로운 AP 선택방식을 제안한다. 여기에는 무선신호세기, 유효 노드 수(Effective Number of nodes)와 데이터 전송률 정보를 도출하고, 각각의 네트워크 정보를 통합한다. 그 다음 네트워크의 성능을 AP 검색과정에 반영하고 여러 후보 AP들로부터 최적의 성능을 보이는 AP를 선택하도록 한다. 그러므로 기존의 신호세기에만 의존한 AP선택 방식보다 향상된 핸드오프 성능을 보일 수 있고, 사용자의 분산으로 자원과 망 관리의 효율적 측면에서 상당한 효과가 있음을 알 수 있다.

본 논문은 핸드오프의 검색과정을 모바일 노드가 무선 채널 매체에 프로브 요청 프레임(Probe Request Frame)을 전송한 후 수신되는 프로브 반응 프레임(Probe Response Frame)의 수정을 통해 서비스 질 향상을 지원하는 효율적인 알고리즘을 제안한다.

모바일 노드는 핸드오프 과정에서 그림 4와 같은 프로브 요청 프레임을 전송하고 그림 5와 같은 프레임 구조를 가지는 프로브 반응 프레임을 수신 대기 한다. 그림 5를 보면 Capability information 2바이트 영역이 있고 그 영역 중 1바이트의 미사용(Reserved) 영역이 있다. 본 논문에서는 핸드오프 요청 프레임을 받은 AP는 유효 노드 수와 전송률을 이 영역에 삽입한다. 그리고 이것을 핸드오프를 요청한 노드에게 전

달한다. 즉, 모바일 노드들은 수신된 신호세기와 프로브 응답 프레임에 실린 AP접속 유요 노드의 수와 처리중인 전송률 정보를 가지게 된다. 이를 통하여 제공받을 수 있는 서비스의 성능측면에서 가장 유리한 AP를 선택하여 연결을 설정 할 수 있다.

Byte Offset	Probe Request Frame Structure
0	TXVECTOR (8Byte)
8	MAC Header (24Byte)
32	SSID (34Byte)
58	Supported rates (10Byte)

그림 4. IEEE 802.11 프로브 반응 프레임
Fig 4. IEEE 802.11 Probe Response Frame

Byte Offset	Probe Response Frame Structure
0	TXVECTOR (8Byte)
8	MAC Header (24Byte)
32	Timestamp (8Byte)
40	Beacon interval (2Byte)
42	Capability information (2Byte)
44	SSID (34Byte)
78	Supported rates (10Byte)
88	FH Parameter Set (7Byte)
95	DS Parameter Set (3Byte)
98	CF Parameter Set (8Byte)
106	IBSS Parameter Set (4Byte)

그림 5. IEEE 802.11 프로브 반응 프레임
Fig 5. IEEE 802.11 Probe Response Frame

Hybrid AP 선택 기법을 이용한 핸드오프 개선기법의 절차는 다음과 같다.

- (1) 핸드오프가 시작되면, 모바일 노드는 모든 채널을 검색한다.
- (2) 검색되어진 AP의 핸드오프 비용을 계산하기 위해 Handoff Cost Function()에서 신호세기, 모바일 노드 수, 전송률 정보를 취합하여 핸드오프 비용함수 값을 결정한다.
- (3) 검색되어진 AP의 핸드오프 비용이 현재 AP 핸드오프 비용 보다 크다면 현재의 AP를 유지 시킨다. 그리고 1) 번 과정을 수행한다.
- (4) 검색되어진 AP의 핸드오프 비용이 현재 모바일 노드가 위치한 AP의 핸드오프 비용 보다 작다면 제일 좋은 네트워크 성능을 보이는 AP를 선택하고, 선택된 AP에 가

입시킨다.

- (5) 핸드오프를 완료한다.

```

Handoff()
initiate handoff
do {
    active scanning all channels
}while(not detected any APs);
Handoff Cost Function()
{ The value of Handoff cost function is
determined by using the detected signal
strength, the number of nodes,
transmission rate. }
if ( Handoff cost of other AP
< Handoff cost of current AP )
choose best AP and reassociate to it.
complete handoff
else
keep current AP,
and active scanning all channels

```

그림 6. 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선 pseudocode

Fig 6. Handoff improvement pseudocode for AP choose guarantee network performance of MN

그림 6은 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 핸드오프 개선기법의 의사코드이다.

V. 시뮬레이션 및 결과분석

본 논문은 모바일 노드의 안정된 네트워크 성능을 보장을 위하여 AP 선택과정에 개선된 핸드오프 기법을 제안하고 있다. 제안하고 있는 기법의 성능분석을 위하여 아래 그림 7과 같이 시스템을 구성하고 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션은 각 모바일 노드에 대해 독립적으로 전송 가능한 IEEE 802.11 프로토콜을 충실히 따른다. 본 시뮬레이션에서는 802.11의 DCF 방식중 RTS/CTS(Request-To-Send/Clear-To-Send) 방식을 따른다. 시뮬레이션은 전파특성에 따른 지연과 채널의 에러율은 무시하였다. 유선링크에서의 대역폭은 100Mbps이고 무선 링크에서의 대역폭은 IEEE 802.11b의 대

역폭인 11Mbps로 설정하였다. 셀의 크기는 300m이고 셀 간 중첩 지역의 크기는 100m로 가정하였다.

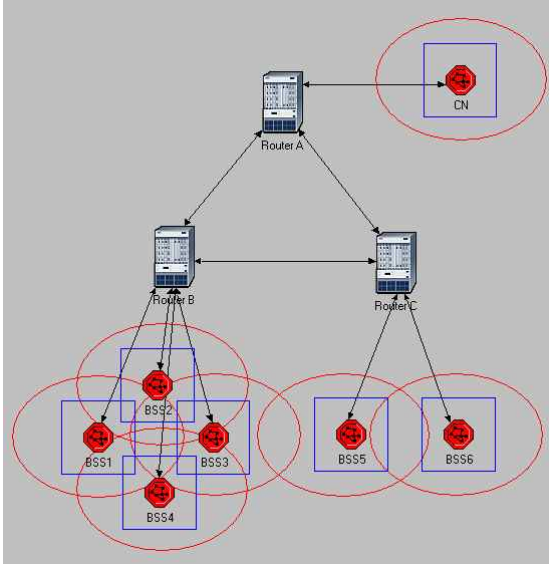


그림 7. 모바일 노드의 네트워크 성능을 보장하는 AP 선택을 위한 시스템 구조
Fig 7. System structure for AP choose guarantee network performance of MN.

본 논문에서 제안한 방식을 평가하기 위해 두 종류의 시나리오 방식을 채택하여 시뮬레이션을 수행하였다.

첫 번째는 기존의 신호의 세기에 기반한 PHY handoff 방식대로 20개의 모바일 노드가 4개의 BSS의 AP에 순차적으로 랜덤하게 연결하는 방식이다. 이는 실제의 환경에서 모바일 노드는 4개의 AP중 신호세기에 의한 선택을 통해 연결설정이 이루어지므로, 랜덤 선택 방법에 의한 실제 환경과 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 모바일 노드 수의 변화 형태를 보이고 있다. 기존의 연결방식을 사용한 각 AP에 연결된 모바일 노드 수의 변화표 2(a)와 제안한 연결방식을 사용한 표2(b)에서 제안한 연결방식이 AP에 연결된 모바일 노드의 수가 더욱 고르게 분포되어 있음을 알 수 있다. 또한 각각의 모바일 노드에 제공되는 패킷 전송률을 측정하였다. 그림 8은 기존 연결방식을 사용하는 경우 측정된 각 모바일 노드의 전송률이고, 그림 9는 제안된 연결방식에 의해 측정된 각 모바일 노드의 전송률이다.

표 2. 시간에 따른 각 BSS에 연결된 모바일 노드의 수
Table 2. Number of MN connected to each BSS by time

(a) 기존의 연결방식에서 각 AP에 연결된 모바일 노드 수의 변화
(a) Variations in number of NM connected to each AP in the traditional connecting method

	#of BSS1	#of BSS2	#of BSS3	#of BSS4
start	4	5	8	3
216	3	5	9	3
720	3	4	10	3
1728	3	3	10	4
2088	2	3	10	5
2304	2	3	8	7
3168	2	4	8	6
4896	2	5	7	6
5256	2	5	9	4

(b) 제안한 연결방식에서 각 AP에 연결된 모바일 노드 수의 변화
(b) Variations in number of NM connected to each AP, which proposed, in connecting method

	#of BSS1	#of BSS2	#of BSS3	#of BSS4
start	4	5	8	3
216	3	5	8	4
720	3	5	8	4
1728	3	4	8	5
2088	3	4	8	5
2304	5	4	6	5
3168	4	5	6	5
4896	4	5	5	6
5256	4	6	5	5

전체적으로 볼 때 전송률은 일부 모바일 노드의 경우 제안된 방식보다 기존 방식이 높음을 알 수 있으나, 그림 8의

구간 2000초에서의 전송률을 보면, 기존의 연결방식에서는 특정 모바일 노드가 높은 전송률을 보이지만 상대적으로 다른 모바일 노드는 낮은 전송률을 나타내므로 모바일 노드간의 전송률 불균형이 나타나고, 전체적으로 각 모바일 노드의 전송률이 저하됨을 알 수 있다. 그러나 그림 9의 제안된 연결방식에서 각 모바일 노드의 전송률을 보면 기존방식보다 제안된 방식을 사용하는 모바일 노드가 평균적으로 높은 전송률을 가지는 것을 볼 수 있다.

그림 10과 그림 11은 기존연결방식과 제안된 연결방식 간 각각의 BSS 내의 AP에서 제공하는 평균 전송률을 나타내었다. 그림 10과 그림 11의 결과를 통해 두 가지 방식에서 각각의 BSS 내의 AP의 평균 전송률을 비교 분석해 보면 다음을 알 수 있다.

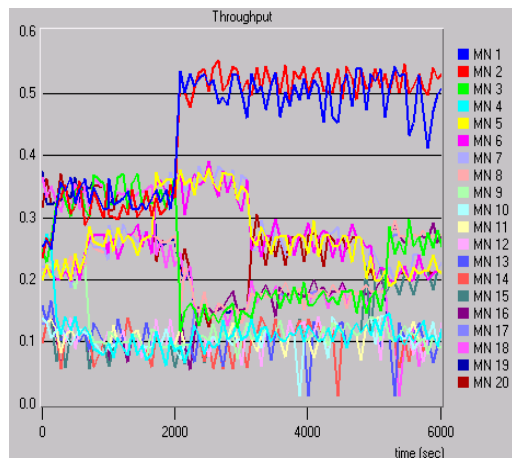


그림 8. 기존의 연결방식에서 각 모바일 노드의 전송률
Fig 8. Transmission rate of each MN in the traditional connecting method

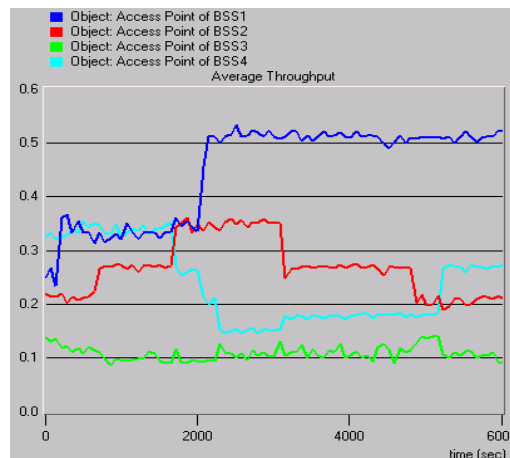


그림 10. 기존의 연결방식에서 각 BSS 내의 AP 전송률
Fig 10. Transmission rate of AP in the traditional connecting method in each BSS

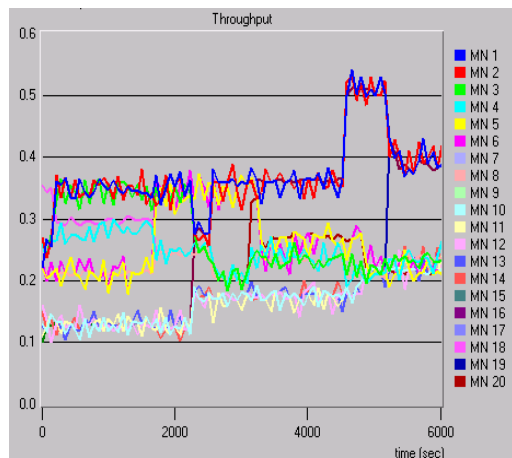


그림 9. 제안된 연결방식에서 각 모바일 노드의 전송률
Fig 9. Transmission rate of each MN in the proposed connecting method

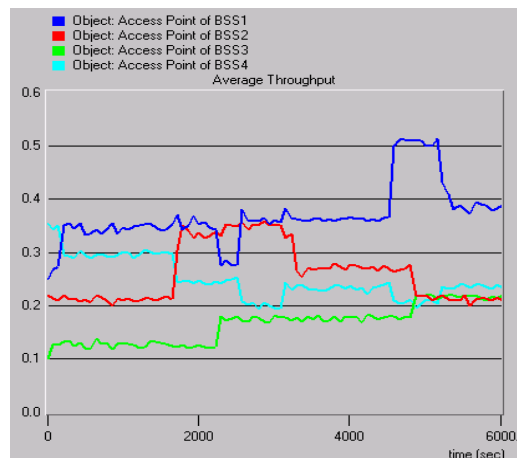


그림 11. 제안된 연결방식에서 각 BSS 내의 AP 전송률
Fig 11. Transmission rate of AP in the proposed connecting method in each BSS

그림 10에 나타난 기존연결방식을 사용하는 경우 BSS 내 AP 평균 전송률이 그림 11에 나타난 제안된 연결방식의 경우에 비하여 AP 모바일 노드 평균 전송률보다 특정 AP와 모바일 노드에서 높게 나타나고 있다. 하지만 전반적인 분포를 살펴보면 망의 전체적인 운용능력과 성능이 기존의 연결방식보다는 제안된 연결방식이 좋음을 알 수 있다. 또한, 이것은 한 AP에 많은 모바일 노드가 연결되면서 모바일 노드 간의 충돌과 연결설정 과정에서의 제어 패킷 및 연결에 대한 지연으로 인한 성능저하가 원인으로 나타나고 있는 것으로 볼 수 있다. 아울러 AP당 모바일 노드의 평균 전송률에서 전체적으로는

제안된 연결방식이 더 높게 나타나는 것도 각 모바일 노드가 신호의 세기만 비교하거나 사용자의 선택에 의한 연결설정 방법이 아니기 때문이다.

결론적으로 본 논문에서 제안하는 방법을 이용하면 기존의 연결설정 방식에 비하여 평균적으로 더 높은 전송률을 가질 수 있고, 제한된 네트워크 자원을 보다 효율적으로 이용할 수 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 제안된 연결설정 방식을 사용하는 경우, 다수의 서비스 사용자에게 균등하게 전송률을 제공하면서 전체적으로 망운용 효율을 높여 줄 수 있음을 확인할 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 매체접속제어 방식을 고려하여 서비스 수준을 향상시키기 위해서, IEEE 802.11하에서 핸드오프가 발생하였을 때 기본적인 신호세기와 네트워크에서 트래픽 부하를 좌우하는 노드 수와 데이터 전송률을 AP 검색과정에 반영하였다. 이를 통하여 여러 후보 AP들로부터 최적의 성능을 보이는 AP를 선택하여 기존의 신호세기에만 의존한 AP선택 방식보다 향상된 핸드오프 성능을 보였다. 그리고, 사용자 분산과 자원 및 망 관리의 효율적 측면을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 또한 기존의 공중 무선랜 환경에서 다수의 사용자가 동시에 서비스를 받을 경우 연결된 사용자의 수나 AP가 처리하는 트래픽의 양에 따라 사용자가 받을 수 있는 서비스 성능의 급격한 감소를 시뮬레이션의 결과로 확인하였다. 따라서 다수의 사용자가 동시에 서비스를 받는 지역 내에서 전파의 세기 정보만을 이용하여 AP를 선택할 경우 모바일 노드의 최대성능을 보장 받을 수 없으며, 전체적인 망의 효율성도 떨어지게 된다. 본 논문에서 제안하는 연결방식은 AP에서 제공하는 무선신호세기, 연결된 모바일 노드의 개수와 전송률 정보를 AP 검색과정에 반영, 향상된 네트워크 성능을 보장하는 AP를 선택하여 연결 설정을 하였다. 그 결과 다수의 사용자가 동시에 사용하는 무선랜 환경에서도 최대의 성능을 보장 받을 수 있고, 사용자의 분산 효과로 인한 전송률과 망 관리의 효율면에서도 개선 효과가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] IEEE Std. 802.11-1999, "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications," Reference number ISO/IEC 8802-11:1999(E), IEEE Std. 802.11, 1999 edition, pp. 1-90, 1999.
- [2] IEEE Std 802.11a-Supplement to Part 11: "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-speed Physical Layer in the 5GHz Band," IEEE Std, 802.11a-1999, pp 1-90, 1999.
- [3] IEEE 802.11g/D7.0, Draft Supplement to Part 11: "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band," pp. 1-90, 1999.
- [4] Arunesh Mishra, Minho Shin, and William Arbaugh, "An

- Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 33. pp. 93-102, April 2003.
- [5] Arunesh Mishra, Minho Shin, and William Arbaugh, "Context caching using neighboring graphs for fast handoffs in a wireless network," IEEE INFOCOM 2004, Vol. 4. pp 351-361. March, 2004.
- [6] Sangho Shin, Andrea G. Forte, Anshuman Singh Rawat, Henning Schulzrinne, "Reducing MAC Layer Handoff Latency in IEEE 802.11Wireless LANs," MobiWac'04, pp 19-26 October 1, 2004.
- [7] Matthew Gast, "802.11 Wireless Networks : The Definitive Guide (2nd Edition / Paperback)," O'REILLY, pp 32-138 , 2004.
- [8] IEEE Std 802.11f-2003, "trial-use recommended practice for multi-vendor access point interoperability via an inter-access point protocol across distribution systems supporting ieee 802.11 operation," IEEE Std 802.11f, pp 1-67, 2003 IEEE.
- [9] Yi Pan, Yang Xiao, "Wireless LAN and Bluetooth," Nova Science Publisher, pp 1-21, 2005.

저 자 소 개



김 동 근

2003 : 경상대학교 공학석사.
2006 : 경상대학교 박사과정수료.
관심분야 : 이동통신, Mobile IP,
무선랜, 핸드오프



김 상 복

1989 : 중앙대학교 전자공학과 박사
1984 : 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
2000 : 경상대학교 컴퓨터정보통신연구
구소 연구원
2007 : 경상대학교 교육정보전산원장
관심분야 : 멀티미디어 통신, 컴퓨터네
트워크, 컴퓨터구조