

무선랜을 이용한 인터넷 전화 서비스에서 핑퐁현상 방지를 위한 핸드오버 수행 방법

Handover Method Avoiding Ping-Pong Phenomenon for VoIP Service in Wireless LAN Systems

강 태 성*, 김 주 일*
Tae-Sung Kang, Ju-Il Kim

Abstract

In this paper, we present an efficient handover method avoiding ping-pong phenomenon in Wireless LAN systems. In order to provide the seamless VoIP service for terminals with mobility in Wireless LAN systems. Since the variation range of the received signal strength of the moving terminals is large, the handover procedure can be started by an instant drop of the signal strength. Then the handover procedure is repeated, which makes ping-pong phenomenon. Since the quality of service of VoIP can be lowered by ping-pong phenomenon, in this paper, we present the necessary condition to avoid the ping-pong phenomenon. Through LAB test, we show that the proposed handover method can provide an seamless service without the ping-pong phenomenon.

Keywords : Handover, Ping-pong, Wireless LAN

I. 서 론

현재 IEEE 802.11 기반의 무선랜(Wireless LAN) 시스템[1-3]은 저비용과 고효율의 서비스를 제공할 수 있게 한다. IEEE 802.11 기반의 무선랜 시스템에서 사용되고 있는 비공인 주파수 대역(unlicensed spectrum)은 저비용으로 이용될 수 있다. 또한 가장 많이 보급된 IEEE 802.11b/g기반의 무선랜은 최대 54Mbps의 높은 전송율을 제공할 수 있기 때문에 노트북, PDA와 같은 개인 휴대단말의 보급에 따라 3G망에서의 패킷 데이터 서비스를 보완 대체할 수 있는 서비스로 등장하여 빠르게 성장하고 있다.

한편, 인터넷이 대중화됨에 따라 인터넷 프로토콜(Internet Protocol)을 이용한 음성서비스(Voice over Internet Protocol: VoIP)가 적용되고 있다. 유선망뿐 아니라 무선랜과 VoIP서비스에 대한 적용이 이루어지고 있다. 인터넷망을 이용한 VoIP 서비스는 저렴한 비용으로 음성 서비스를 제공할 수 있기 때문에 기존의 공중교환전화망(Public Switched Telephone Network: PSTN)의 대체재로써 LG데이콤이 서비스를 처음 출시한데, 이어 KT, SK 브로드밴드등이 서비스를 시작하여 현재 폭발적으로 가입자가 증가하여 2009년 7월말 현재 가입자 수가 337만명에 이르고 있다.

특히 LG데이콤에서는 무선랜을 이용한 VoIP 단말기를 이용하여 인터넷 전화 서비스를 제공하고 있다. 무선랜을

이용한 인터넷 전화 서비스는 유선망과는 달리 각 가정에 무선랜 AP(Access Point)를 설치하여 무선으로 인터넷 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한 무선랜에서는 높은 전송율을 제공하기 때문에 음성서비스 뿐 아니라 데이터 서비스도 동시에 제공할 수 있다는 장점이 있다.

이러한 무선랜 시스템에서 인터넷 전화 서비스를 끊김 없이 제공하기 위해서는 이동성을 위한 AP간 핸드오버 기술이 필요하다[4-6]. IEEE 802.11 표준에서는 핸드오버를 위한 기본 접속 방법을 제공하고 있으나 구체적인 구현 알고리즘은 제공하고 있지 않다. 본 논문에서는 무선랜 환경에 끊김없는 서비스를 위한 효율적인 핸드오버 구현 알고리즘을 제시하고 필드 시험 결과에 대해서 기술한다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서는 무선랜 환경과 핸드오버의 필요성을 기술하고 3장에서는 효율적인 핸드오버 구현 알고리즘을 제안한다. 4장에서는 제안한 핸드오버 알고리즘의 LAB 시험 결과에 대해 설명하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 무선랜의 특성

무선랜은 그림 1과 같이 다수 개의 BSS (Basic Service Set)으로 구성된다. 각각의 BSS는 유선망으로 연결된 AP (Access Point)로 구성되며 다수개의 통신단말기로 구성된다. 이 때 BSS내에서 통신은 AP를 통해 이루어지며, 통신단말기는 네트워크에 접속하기 위하여 AP에 연결되어야 한다. 또한 AP는 서로 중첩되는 서비스 영역을 갖고 있다.

이러한 AP간의 중첩지역에서 통신단말기는 다양한 문제

접수일자 : 2009년 8월 7일

최종완료 : 2009년 8월 7일

*(주)LG데이콤 기술연구원

교신처, E-mail : tskang@lgdacom.net

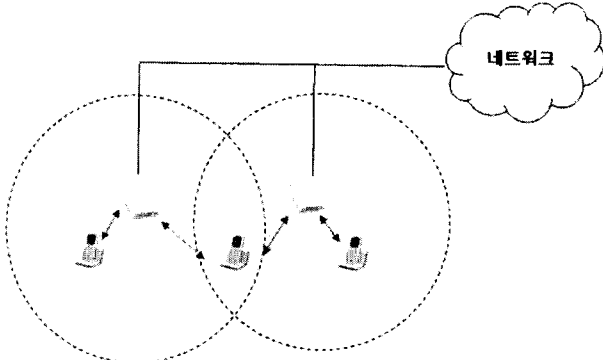


그림 1. 무선랜 환경에서 BSS간 중첩지역

를 겪을 수 있다. 첫째, 무선구간의 수신신호세기(Received Signal Strength Indicator: RSSI)는 거리가 멀어질수록 지속적으로 감소하기 때문에, 중첩지역에서 AP와 통신 단말기는 낮은 신호로 수신을 하게 되고 이에 따라 throughput이 감소할 뿐 아니라 수신 성공률이 저하되어 음성 품질의 저하가 발생하게 된다. 또한 호연결 유지를 위한 SIP 패킷의 성공률이 저하되게 되면 전화 연결이 끊어질 수도 있다.

둘째, 중첩지역에서는 주변 AP 또는 주변 통신단말기에 의해 간섭 영향을 받는다. IEEE 802.11 무선랜은 2.4GHz 주파수 대역을 사용하고 있고 13~15개의 채널이 중첩을 허용하면서 존재한다. 각 채널은 22MHz의 주파수 대역폭을 가지고 있다. 이 때 중첩된 영역에서 BSS간 인접 채널을 사용할 경우에는 다른 BSS로부터 간섭을 받을 수 있다. 무선랜에서 MAC프로토콜로써 랜덤 액세스(Random Access) 방식인 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 방식을 사용하여 데이터를 송신하기 전에 채널이 비어있는지 감지한다. 이 기간 동안 다른 단말이 채널을 사용하면 전송을 지연시키고, 채널이 비어있으면 데이터를 전송함으로써 두 단말이 동시에 데이터를 전송하여 데이터 간에 충돌이 발생하여 패킷의 손실이 일어나는 것을 방지한다. 그러나 단말 A가 AP로 데이터를 전송하고, 단말 B도 그 AP로 데이터를 전송할 때, 단말 B가 단말 A로부터 멀리 떨어져 있을 때는 채널을 감지하지 못하기 때문에 두 단말이 동시에 데이터를 전송해서 데이터간에 충돌이 발생하게 된다. 이러한 현상을 허든 노드에 의한 충돌(또는 간섭)문제라고 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지 방법이 제안되고 있지만 실제 상용에는 아직 적용되고 있지 않다. BSS간 중첩지역에서는 통신 단말기간 간섭, AP간 간섭, 통신단말기와 AP간의 간섭 등 다양한 간섭 현상에 의해 데이터 충돌이 자주 발생하고 이에 따라 인터넷 전화 서비스에서 음성 품질이 쉽게 저하되고 통화 단절 현상도 쉽게 발생할 수 있다.

이와 같이 BSS간 중첩지역에서 통신 단말기가 한 BSS에서 다른 BSS로 이동할 때, 원래 접속되어 있던 AP에게 계속 연결된 채 다른 BSS로 이동하게 되면 신호세기도 약해지고 다른 AP로부터 받는 간섭에 의해 데이터 충돌 확률이 커지기 때문에 음성의 품질이 저하되고 끊김 현상도 빈번하게 발생하게 된다. 이러한 음성 품질 저하와 끊김 현상을 막기 위해서는 수신 신호세기가 임계값 이하인 경우 원래 AP로부터의 연결을 끊고 수신 신호세기가 좋은 다른 AP로 접속을 시도해야 한다. 이러한 과정을 핸드오

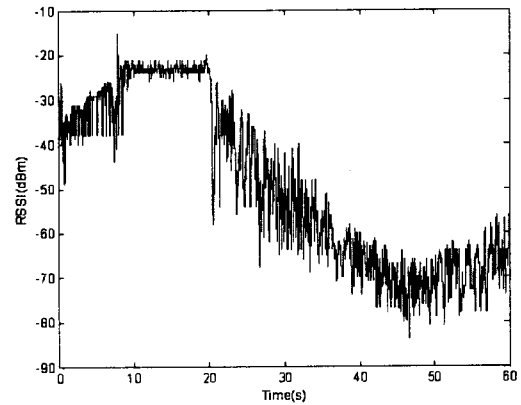


그림 2. 통신단말기의 이동에 따른 수신신호세기(RSSI)

버라고 한다. 2G망 또는 3G망에서 사용하는 CDMA시스템에서는 끊임없는 서비스를 제공하기 위하여 소프트 핸드오버를 사용한다. 그러나 무선랜 시스템에서는 랜덤 액세스 방식을 사용하기 때문에 이전 AP의 연결을 끊고 다른 AP로 연결을 시도하는 하드 핸드오버 방법을 사용해야 한다.

핸드오버 과정은 다음과 같다. 통신 단말기는 현재 연결된 AP로부터 수신 패킷의 신호 세기가 임계값 이하로 판단되면 핸드오버 수행을 시작하고, 주변에 신호 세기가 좋은 AP를 찾는다. 신호 세기가 좋은 AP를 찾으면 현재 연결된 AP로부터 연결을 끊고, 새로운 AP로 접속을 시도한다. 무선랜 표준에 정의된 대로 접속절차를 수행해서 접속이 성공하면 새로운 AP와 연결이 이루어지게 된다.

그러나 실제 무선랜 환경에서 수신 신호세기는 통신단말기가 이동함에 따라 급격하게 변할 수 있다(그림 2). 이러한 상황에서 통신단말기는 임계값 이하에서 핸드오버를 시작하므로, 수신 신호세기의 미세한 변화에도 민감하게 반응하여 핸드오버를 시작할 수 있고, 새로운 AP에 접속한 이후에도 새로운 AP의 신호세기가 순간적으로 낮아지는 경우에 또다시 핸드오버를 수행하게 되어 중첩영역에서 핸드오버를 반복하는 핑퐁(ping-pong)현상이 발생하게 된다. 이러한 핑퐁 과정에서 접속절차를 수행할 때, 수신 신호세기가 낮고 간섭에 쉽게 영향을 받을 수 있기 때문에 접속 패킷의 손실이 발생하게 되면 접속 실패를 반복하게 되고, 이 과정에서 통신의 지연이나 단절을 발생시킬 수 있다.

III. 무선랜 환경에서 핑퐁현상 방지를 위한 핸드오버 수행방법

본 장에서는 무선랜 시스템에서 핸드오버 과정에서 핑퐁현상이 일어나는 것을 억제하여 통신의 지연이나 단절현상이 일어나는 것을 방지하는 핸드오버 수행방법을 제안한다. 그림 2와 같이 수신신호세기는 통신단말기의 이동에 따라 급격한 변화를 가질 수 있다. 이러한 상황에서 핑퐁현상을 막기 위해 다음의 두 가지를 고려한다.

- 1) 순간적인 신호세기 변화에 따른 핸드오버 시작을 막는다.
- 2) 핑퐁현상을 막기 위해 신규 AP선택을 위한 적절한 기준값을 정한다.

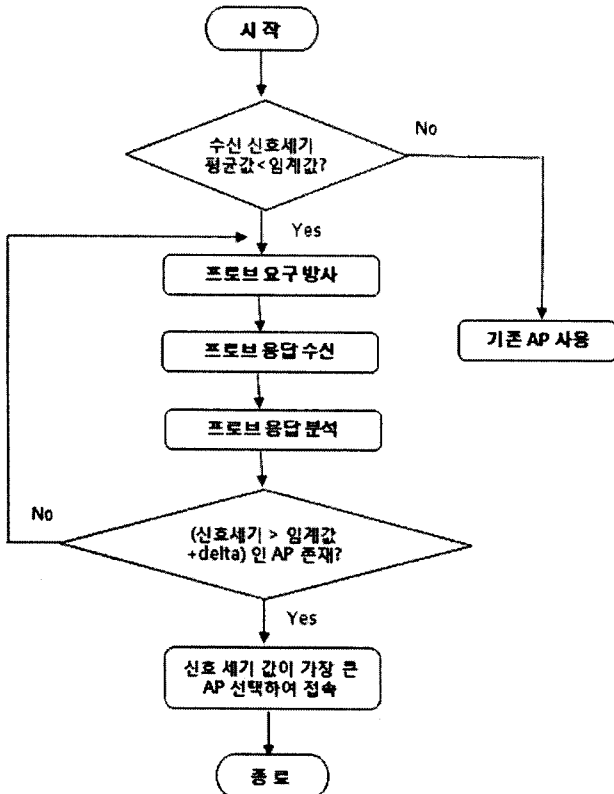


그림 3. 핸드오버 수행 절차

핑퐁 현상을 막기 위해 신규 AP 선택을 하는 방법으로 이전 AP의 수신신호세기보다 delta dB만큼 높은 AP를 선택하는 방법을 고려할 수 있다. 그러나 그림 2에서 보는 바와 같이 수신 신호세기가 임계값보다 크게 낮아졌을 때 핸드오버가 시작되면 신규 AP를 선택할 때 임계값보다 낮은 AP를 선택할 수도 있다. 또한 핸드오버 시작할 때는 수신신호세기가 임계값보다 약간 낮더라도 핸드오버 시작 후 바로 신규 AP를 선택하지 못할 수 있다. 이 경우에는 주변에 좋은 신호세기를 가지는 신규 AP를 찾을 때까지 계속 검색한다. 계속 검색하는 중간에 수신신호가 낮아진 순간에 수신 신호세기가 delta dB만큼 높은 AP를 찾더라도 그 AP는 임계값보다 낮은 수신 신호세기를 가질 수 있다. 따라서 이 방법을 사용하더라도 핑퐁현상이 발생할 수 있다.

위에서 언급한 두가지 사항을 고려하여 핑퐁현상을 방지하기 위해 다음과 같은 방법을 제안한다.

- 1) 핸드오버 시작조건 : 주어진 구간동안 수신신호세기의 평균값 < 임계값 인 경우
- 2) 신규 AP 선택조건 : 기준값 = 임계값 + delta (dB)

그림 2와 같이 통신단말기가 이동할 때 수신신호세기는 급격하게 변할 수 있고, 수신신호세기가 임계값이하일 때 마다 핸드오버를 시작하면 핸드오버가 반복될 수 있다. 또한 거리에 따른 수신신호세기의 감쇄에 따라 끊임없는 서비스를 위해서는 핸드오버가 필요하다. 따라서 수신신호세기의 평균값과 임계값을 비교하여 핸드오버 시작을 판단하면 핑퐁현상을 방지하면서 핸드오버를 수행해서 끊임없는 서비스를 제공할 수 있다. 또한 신규 AP 선택조건으로써

이전 AP 신호세기보다 delta값이 높은 AP를 선택하면 기준값이 상대적으로 변해서 임계값보다도 낮아질 수 있기 때문에 절대적으로 변하지 않는 기준값을 사용한다. 신규 AP 선택시에는 주변 AP들의 프로브 응답신호의 값만을 이용해서 판단해야 하므로 수신 신호세기의 변화를 고려해서 기준값으로써 임계값+delta (dB)를 사용한다. 이와 같은 방법으로 신규 AP를 선택함으로써 신규 AP 선택 후에도 쉽게 핸드오버가 재시작이 되지 않게 된다.

그림 3은 본문에서 제안하는 핸드오버 수행 절차를 나타낸 것이다. 통신 단말기는 수신신호세기의 평균값이 임계값 이하인 경우 핸드오버를 수행한다. 주변 AP를 검색하기 위해 프로브 요구 패킷을 모든 주변 AP로 방사한다. 주변 AP로부터 프로브 응답 패킷을 수신해서 프로브 응답 패킷의 수신신호세기가 기준값인 임계값+delta 값 이상인 AP가 존재하면 그 AP에 접속한다. 기준값 이상의 AP가 다수 개 있을 때는 그 중 신호세기가 가장 큰 AP를 선택하여 접속한다.

IV. LAB 시험 결과

제안하는 핸드오버 수행방법을 검증하기 위하여 먼저 LAB 시험을 수행하였다. AP 4대와 WiFi 인터넷 전화 단말기를 사용하여 핸드오버 시험을 했고, 중첩지역에서의 핸드오버 과정에서 핑퐁현상이 일어나는지를 패킷 분석기를 이용하여 관찰하였다. 핑퐁현상을 잘 일어나는 환경을 조성하기 위해 AP 4대를 WiFi 인터넷 전화 단말기로부터 같은 거리에 두었다. 이 때 WiFi 인터넷 전화 단말기의 수신신호세기의 평균값이 임계값근처를 유지하도록 하였다. 핑퐁현상이 일어나 핸드오버를 자주 수행하게 되면 주변 AP를 검색하기 위한 스캐닝과 AP접속하는 횟수가 많아지기 때문이다. 프로브요구(Probe request)패킷의 수와 접속요구 패킷(Association request)패킷의 수가 각각 스캐닝 횟수와 AP접속 횟수에 비례하기 때문에 패킷 분석기를 통해 이 두 가지 패킷의 수를 관찰하였다.

방법 1 핸드오버 시작조건으로 순간적인 수신신호세기 < 임계값 이하일 때, 신규 AP선택조건으로 이전 AP 수신신호세기+delta 이상인 수신신호세기를 가진 AP를 선택하였고, 방법 2는 핸드오버 시작조건으로 수신신호세기 평균값 < 임계값 이하일 때, 신규 AP선택조건으로 임계값+delta 이상인 수신신호를 가진 AP를 선택하였다. LAB 시험 결과는 표 1과 같다.

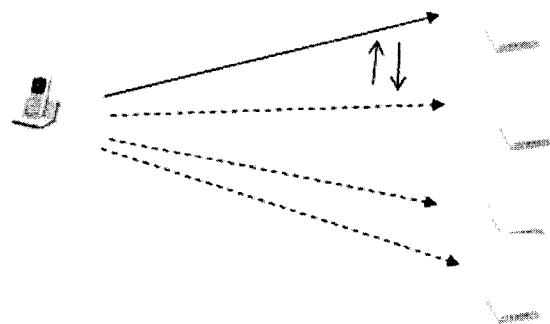


그림 4. LAB 시험 환경

표 1. LAB 시험 결과

		방법1	방법2	비고
스캐닝 횟수	프로브요구 패킷 수	575.6	344.1	40%감소
AP접속 횟수	접속요구 패킷 수	20.9	1.2	1/20로 감소

LAB 시험결과는 10분간 모니터링한 패킷수를 10회 평균한 값이다. 표 1에서 방법1에서 스캐닝을 위한 프로브요구 패킷수와 AP접속을 위한 접속요구 패킷수가 많다는 것은 핏퐁현상이 많이 발생한다는 것을 의미한다. 방법 2에서는 AP접속횟수가 평균 1.2회로써 핏퐁현상이 발생하지 않는다는 것을 확인할 수 있다. 또한 핏퐁현상이 발생하지 않고 핸드오버 시작이 쉽게 발생하지 않기 때문에 발생하는 패킷 수가 크게 감소하여 WiFi 인터넷 전화 단말기의 배터리 소모를 크게 감소시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

무선랜 시스템에서 AP간 중첩지역에서 끊임없는 인터넷 전화 서비스를 제공하기 위해 핸드오버 수행을 할 때 핏퐁현상이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 핸드오버 시 발생할 수 있는 핏퐁현상을 개선하기 위한 핸드오버 수행방법을 제안하였다. 핸드오버 시작조건과 신규AP 선택조건을 변경함으로써 핏퐁현상을 방지하면서 핸드오버를 수행하였다. LAB 시험결과로부터 제안 방법이 핏퐁현상도 방지하고 소모 패킷수도 크게 감소시켜 단말기의 배터리 소모를 크게 감소시킬 수 있음을 보였다.

[참고 문헌]

- [1] IEEE Std 802.11TM-2007 (Revision of IEEE Standard 802.11-1999) Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications
- [2] 매튜 개스트, "802.11 무선 네트워크 구축 가이드", 한빛미디어, 서울, 1999
- [3] 윤종호 "무선 LAN 보안 프로토콜", 교학사, 서울, 2004,
- [4] 조지훈, 전준현, "무선랜 환경에서 안전한 핸드오프를 위한 메커니즘 개선에 관한 연구", 한국통신학회논문지 제30권 11A호, pp. 1047 ~ 1055, 11, 2005
- [5] 최행길, 김일환, 서승우, "IEEE 802.11 무선랜에서 서비스 질(QoS) 지향적인 핸드오프 알고리즘에 관한 연구" 한국통신학회논문지 제30권 6B호, pp. 338 ~ 348, 6, 2005.
- [6] 권경남, 이채우, "가변적인 탐색시간을 이용한 IEEE 802.11 무선랜의 고속 핸드오프 알고리즘", 한국통신학회논문지 제29권 2A호, pp. 128 ~ 139, 2, 2004.



강 태 성

2000년 2월 KAIST 전자전산학과 학사
2002년 2월 KAIST 전자전산학과 공학석사
2009년 2월 KAIST 전자전산학과 공학박사
2009년 2월~현재 (주)LG데이콤 기술연구원
<관심분야> MIMO, Resource management , Handover

<e-mail> tskang@lgdacom.net



김 주 일

1987년 한양대학교 전자통신공학과 학사
1987년 1월 ~ 현재 (주)LG데이콤 기술연구원
<관심분야> WiFi 폰, FMC 폰, 무선홈 G/W, 인터넷전화 단말

<e-mail> kimji@lgdacom.net