

논문 2006-43TC-11-6

이동무선 LAN 시스템의 고속핸드오버를 위해 능동적인 유효채널탐색방식의 성능분석

(Performance of an Active Channel Scanning Scheme for Fast
Handover in Mobile Wireless LAN Systems)

윤 홍*, 임재명*, 윤종호*, 김세한**

(Hong Yoon, Jae-Myung Lim, Chong-Ho Yoon, and Se-Han Kim)

요 약

본 논문에서는 무선LAN환경에서의 신속한 핸드오버를 지원하기 위하여 핸드오버 횟수와 인접한 AP간 겹쳐지는 영역의 유무를 고려하여 주변 AP가 실제 사용하고 있는 유효채널만을 탐색하는 새로운 방식을 제안한다. 제안된 방식에서는 이동단말이 새로운 AP로의 핸드오버가 완료되면, 자신이 탐색과정에서 습득한 주변 AP의 유효 채널정보를 새로운 AP에게 보고한다. 해당 AP는 이 정보를 이전 AP에게 전달하고, 핸드오버 횟수와 인접한 AP간에 겹쳐지는 구간이 없는 셀의 정보를 고려하여 우선순위를 결정한 이전 AP는 유효채널정보를 정렬한 후, 이 채널정보를 자신에 접속된 단말들에게 주기적으로 통보한다. 이러한 절차에 의해, 기존 AP에 접속된 나머지 단말들은 자신이 핸드오버 할 경우 인접 AP가 사용하는 활성화되어 있는 채널만 탐색할 수 있기 때문에 보다 신속한 핸드오버가 가능하게 된다.

NS-2 시뮬레이터를 사용하여, 핸드오버 횟수와 인접한 AP가 겹쳐지는 구간이 없는 셀의 정보를 고려한 우선순위선정 방법에 대한 모의실험을 수행하여 최적화된 우선순위방식을 제안된 유효채널탐색 방법에 적용하였다. 이 제안방식과 인접한 모든 채널을 탐색하는 기존의 full scanning 그리고, 미리 정해진 순서에 따라 일부 채널만 탐색하는 selective scanning 방식 등 3가지에 대한 성능비교를 수행한 결과, 제안된 방식이 핸드오버 과정에서 수행하는 전체 탐색채널의 개수와 채널탐색시간 면에서 우수함을 보였다.

Abstract

In this paper, we propose a new Active Channel Scanning scheme by scanning active channels employed by neighbor APs' with the handover counts and non overlap channel information for fast handover. Under the proposed scheme, the mobile which has finished handover to connect a new AP sends the neighbor AP's channel information learned by itself during handover to the new AP. And then, the new AP relays the neighbor channel information to the old AP. It decides a priority by handover counts and non overlap channel information for building a Neighbor Channel Table(NCT), and also sends the table information to its associated mobile nodes, periodically. As a result, each mobile can scan only active neighbor APs' channels when performs handover based on the referring to NCT information.

Using NS-2 Simulator, we applied to supposed ACS that the result of simulation decides to sort by handover counts and non overlap channel information. we evaluate our proposed ACS scheme based on NCT along with the full scanning scheme and the selective scanning scheme. From simulation results, we show that the proposed scheme is advantageous over the other two schemes in terms of the number of scanning channels and the scanning latency.

Keywords: fast handover, selective scan, priority scan

* 정희원, 한국항공대학교 정보통신공학과 응용네트워크 연구실
(Hankuk Aviation University)

** 정희원, 한국전자통신연구원, USN전송기술연구팀
(ETRI)

※ 한국 정보통신대학원 BcN 엔지니어링 연구센터 및 한국전자통신연구원 RFID/USN 센서태그 및 센서
노드기술연구 지원에 의하여 수행되었음.

접수일자: 2006년10월10일, 수정완료일: 2006년11월18일

I. 서 론

최근 많은 사용자들이 무선 환경에서 네트워킹을 할 수 있는 IEEE 802.11 Wireless Local Area Network (WLAN) 방식을 사용하여, 공항, 역, 빌딩 등의 핫스팟을 중심으로 사용범위를 확대 시키고 있다. 각각의 사용자들은 무선인터넷 환경을 사용하여 네트워크에 접속되어 있는 상태에서 이동이 가능하며, 이동 중에도 지속적인 데이터 송수신이 가능하다. 하지만, IEEE 802.11 WLAN 은 채널의 재사용을 고려하여 작은 셀 단위로 구성되었기 때문에 무선단말 사용자가 이동하는 경우에 잦은 핸드오버를 겪게 된다.^[1]

IEEE 802.11 WLAN에서의 핸드오버는 데이터 송수신에 필요한 수신신호레벨 이하로 수신강도가 측정되면 단말이 새로운 Access Point (AP)를 찾아서 채널탐색, 인증, 재결합 과정을 수행한다. 이 과정 동안, 단말은 패킷 유실을 겪게 되어 심각한 성능저하를 유발시킨다. 이 문제를 해결하기 위해서 연구되는 주된 분야는 단말이 핸드오버를 수행할 때 발생하는 끊김 현상을 제거하기 위한 연구와 보다 빠른 핸드오버를 수행하는 연구 분야로 관심이 집중되어 있다. 기존의 연구방식을 바탕으로 단말이 핸드오버를 수행할 때 소비되는 지연시간을 분석하면, 채널탐색에 필요한 시간이 전체 핸드오버과정의 90%를 차지하고, 재결합과정과 인증과정이 나머지 10% 정도를 차지한다. 따라서, 단말이 핸드오버를 수행할 때 대부분의 지연시간이 채널탐색과정에서 소비되므로 새로운 채널탐색방식에 대한 연구가 필요하다.^{[2][3][4]}

본 논문에서는 무선LAN환경에서의 신속한 핸드오버를 지원하기 위하여 주변 AP가 실제 사용하고 있는 유효 채널만을 핸드오버 횟수와 인접한 AP간 겹쳐지는 영역의 유무를 고려하여 탐색하는 새로운 방식을 제안한다. 이 제안방식은 주변 AP가 사용하는 유효채널정보 습득 과정과 이 정보를 바탕으로 작성한 테이블을 참조하여 유효채널만을 탐색하는 채널탐색과정으로 이루어진다. 즉, 유효채널정보 습득과정에서는 이미 핸드오버과정을 완료한 단말로 하여금 핸드오버 과정 중 습득했던 주변의 채널정보를 새로 결합된 AP가 핸드오버 이전에 결합했던 AP에게 중계하고, 이 정보를 수신한 해당 AP는 누락된 핸드오버 횟수와 인접한 AP간에 겹쳐지는 구간이 없는 셀의 정보를 고려한 우선순위방식을 이용하여 Neighbor Channel Table(NCT)을 작성한다. 이것을 자신의 서비스영역에 존재하는 단말에게 수시로 알린다. 해당 AP에 접속된 나머지 단말들이 핸드오버를 수행할

때는 해당유효 채널만을 탐색함으로써 핸드오버 시 채널 검색시간을 단축한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 II장에서는 기존IEEE 802.11 WLAN용 핸드오버방식인 Full Scanning 과 Selective Scanning 방식을 분석하고, III장에서는 핸드오버 횟수와 인접한 AP간 겹쳐지는 영역의 유무를 고려한 NCT의 작성과 이를 활용한 새로운 채널탐색방식을 제안한다. 그리고, IV장에서는 모의실험을 통한 성능분석을 수행하고, 마지막 V장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 핸드오버 방식

본 장에서는 IEEE 802.11 WLAN 환경을 기반으로 구성되는 각 셀이 사용할 채널을 선택할 때 고려해야 할 사항과 단말의 이동에 의해 변화된 새로운 AP를 찾기 위한 절차 및 채널탐색과정을 분석한다.

1. 셀이 사용할 채널을 선택할 때 고려해야 할 사항

셀이 사용할 채널을 선택할 때는 그림 1(a)와 같이 셀 간 거리가 근접하여 간섭이 발생하는 채널을 재사용하지 않아야 하며, 그림 1(b)와 같이 중복되는 주파수영역이 존재하지 않는 채널을 고려하여 선택한다.

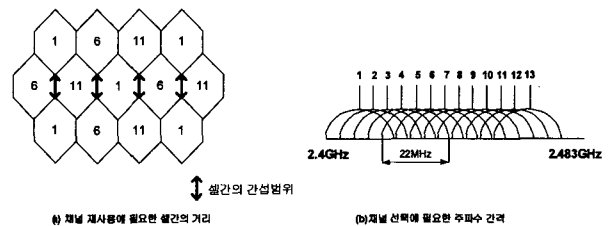


그림 1. 셀이 사용할 채널 설정시 고려사항
Fig. 1. Elements to Consider when Selecting the Channel which a Cell uses.

2. IEEE 802.11 WLAN 핸드오버절차

기존의 IEEE 802.11 WLAN에서는 핸드오버를 제공하지 않았지만, 현재 무선 환경에서는 단말을 사용하는 사용자들의 빈번한 셀 간의 이동에 의해서 발생하는 잦은 연결 끊김 현상을 제거하기 위해서 각 사용자가 사용하는 단말에게 이동성을 제공한다. 만일, 단말이 현재의 셀 영역을 벗어나 다른 셀로 이동하는 경우에는 현재 연결되어 있던 AP와 연결을 해제한다. 그리고 단말은 이동한 셀 영역에서 통신이 가능한 AP와 결합과정을 수행한다.

단말의 핸드오버과정은 그림 2와 같이 채널탐색과정,

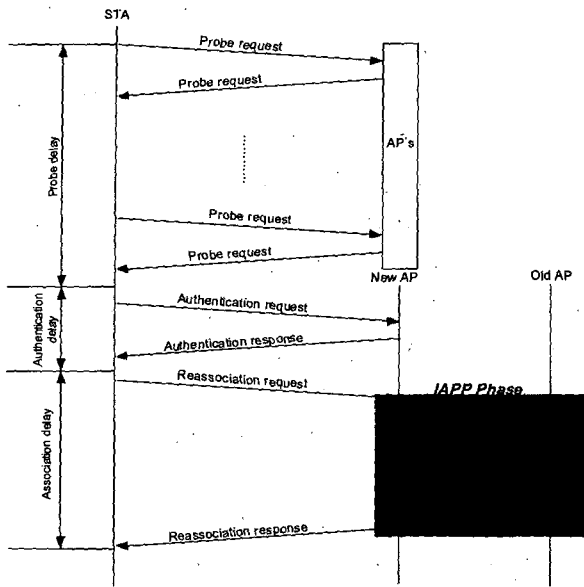


그림 2. APP를 사용한 기존의 핸드오버 절차
Fig. 2. Handover Process with the IAPP.

인증과정, 그리고 재결합과정으로 구성된다. 먼저, 채널 탐색과정에서 단말은 자신의 이동에 의해 기존의 AP와 연결을 해제하고, 새로운 AP와 결합을 위해서 AP가 사용 가능한 모든 채널을 탐색한다. 만일, 단말이 각 AP로부터 하나 이상의 수신한 응답프레임이 존재하면, 이 중 수신강도가 가장 높은 채널을 선택한다. 이 과정이 완료된 이후 인증과정에서는 앞서 과정에서 선택한 채널을 사용하여 단말을 네트워크에 결합 할지 여부를 결정한다. 만일, 인증과정에서 단말이 네트워크에 접속이 허용되면, 핸드오버를 완료하는 재결합과정을 수행한다. 이 과정에서 단말은 재결합요청 메시지를 새로운 AP에게 전송하고, 이 메시지를 수신한 새로운 AP는 결합요청메시지 안에 존재하는 기존 AP의 주소필드를 참조하여, 새로운 AP가 기존 AP에게 보안설정에 필요한 단말의 정보와 핸드오버 과정 중 단말에게 전송되어야 할 데이터가 존재한다면 전송해 줄 것을 요구한다. 이 요청에 대해서 기존 AP는 새로운 AP에게 IAPP를 사용해서 해당정보를 전달함으로써 핸드오버 과정이 완료된다. 앞서 설명한 새 가지 핸드오버 절차에서 소비되는 시간의 구성비는 채널 탐색과정이 90%가량 차지하고 있으며, 나머지 구성비는 인증과정 과 재결합과정이 차지한다.^{[5][6][9]}

3. 채널탐색과정

단말이 이동하여 기존의 AP와 연결이 단절되면, 현재 위치에서 연결 가능한 AP를 찾기 위해서 모든 채널을 탐색한다. 이 과정이 완료되면, 단말은 특정채널을 선택하

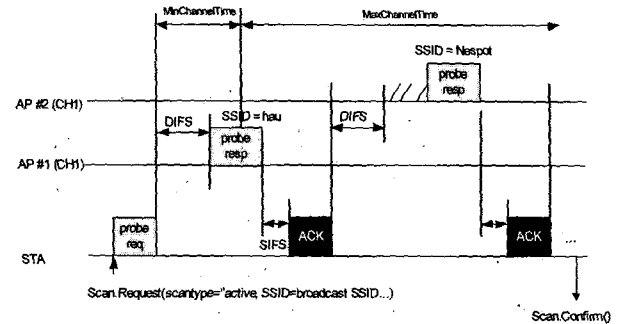


그림 3. 능동적 채널탐색방식
Fig. 3. Active Channel Scanning Method.

여 재결합 과정을 수행한다. 이러한 채널탐색방식에는 수동형과 능동형방식이 존재하며 각 방식의 동작절차는 다음과 같다.

먼저, 수동형 채널탐색방식을 사용하는 단말은 각 채널 별로 AP가 송신하는 비컨 프레임을 수신하기 위해서 일정기간만 대기한다. 만일, 단말이 이 기간 내에 비컨 프레임을 수신하면, 이 비컨 프레임에 명시된 용량, Service Set Identifier (SSID) 등에 대한 정보를 BSS Description 테이블에 기록한다. 이 과정을 모든 채널에 대하여 반복 수행한 다음, 완전히 작성된 BSS Description 테이블의 내용을 Scan.confirm메시지를 사용하여 상위계층으로 전달하고, 상위의 MAC 계층에서 접속할 채널을 선택하여 인증 및 결합과정을 수행한다.^[7]

능동형 채널탐색방식을 사용하는 단말은 방송주소로 특정한 SSID를 설정하지 않은 프로브 요청프레임을 특정채널을 통해서 해당 프레임을 방송한다. 이때, 단말은 송신한 프로브 요청프레임에 대한 응답을 MinChannelTime으로 설정된 시간만큼 기다린 후, 응답이 없으면 다음채널을 탐색한다. 만일, 단말이 MinChannelTime 동안 AP로부터 프로브 응답프레임을 수신하면, 이 채널을 사용하는 다른 AP들로부터의 응답도 추가로 존재 할 수 있으므로, 단말의 응답 대기시간을MaxChannelTime으로 수정하고, 이 응답대기시간이 완료될 때까지 다른 AP로부터 수신할 응답을 기다린 후, 다음채널을 탐색한다. 이 과정을 모든 채널에 대해 그림3과 같이 수행한다. 이후의 동작과정은 앞서 언급한 채널탐색 방식과 동일하다.^{[3][6]}

IEEE 802.11 WLAN 환경을 기반한 기존의 Full Scanning 방식에서는 단말이 주변에 존재하는 AP의 위치나 개수를 전혀 알지 못하기 때문에 핸드오버를 실행 할 때마다 인접AP가 사용 가능한 모든 채널을 탐색하는 문제가 있다.^{[8][9]}

4. Selective Scanning 방법

기존 Full Scanning 방식의 모든 채널탐색을 수행하는 문제를 해결하기 위한 방법으로 미리 정해진 채널만을 탐색하는 Selective Scanning 방식이 있다. 이 방식은 주파수간 간섭이 발생하지 않는 채널(1,6,11)만을 탐색한 후, 미리 정해놓은 채널에 대해 응답이 없다면, 기존의 Full Scanning 방식을 사용하여 채널탐색과정을 완료한다.^[10]

기존의 Selective Scanning 방식에서는 미리 정해진 순서에 따라 일부 채널만 탐색하기 때문에 인접 AP가 사용하는 채널을 정확히 탐색하지 못하고, 단말이 현재위치에서 탐색한 채널을 사용하는 AP가 하나인 경우에도 해당 AP로부터 응답프레임을 수신하면, MaxChannelTime으로 응답프레임의 대기시간을 증가시키는 문제들이 발생한다.

III. 제안하는 ACS (Active Channel Scanning based on Neighbor Channel Table) 방식

제안된 방식에서는 그림 4에서와 같이 IEEE 802.11 WLAN환경을 기반으로 단말이 핸드오버를 완료한 후, 습득한 유효한 채널정보를 새로이 접속한 AP에게 보고하고, 해당 AP는 이 정보를 기존 AP에게 전달한다. 기존 AP는 이 유효한 채널정보에 기반하여 Neighbor Channel Path Table (NCT)을 작성한다. 이때, 초기의 NCT가 작성되는 기간을 학습기간이라 한다. NCT의 작성에 필요한 단말의 이동정보를 습득하는 과정은 다음과 같다.

1. 기존 AP의 학습기간 동안, 핸드오버를 수행한 단말은 기존에 결합했던 AP의 주소 정보와 습득한 채널정보를 재전송 메시지에 수납하여 새로 접속하는 AP에게 전달한다.
2. 해당 AP는 IAPP의 Move-notify 메시지 내에 단말이 습득한 채널정보를 수납하여 기존의 AP에게 전달한다.
3. 기존의 AP는 습득한 채널정보를 바탕으로 Next Scan Channel과 Handover Count 항목을 고려하여 우선순위를 부여한 후, 그림4와 같이 테이블을 작성한다. 그리고, 비컨 메시지를 사용하여 자신의 서비스영역에 존재하는 단말에게 Handover Count 항목을 제외한 NCT 정보를 알린다.

그림 4와 같이 NCT 내에는 인접한 AP의 ID와 각 AP가 사용하는 채널과 Next Scan Channel 항목 그리고, Handover Count 항목에 관한 정보가 존재한다. 특히, Next Scan Channel 항목은 핸드오버를 실행 했던 단말이 채널탐색과정에서 수신한 프로브 응답프레임이 한 개 이상인 정보를 바탕으로 작성된 항목이다.

NCT에 우선순위를 고려하여 정렬하기 위해서는 Next Scan Channel과 Handover Count 항목이 필요하며, 이 두 가지를 고려하여 작성 가능한 우선순위 부여방식에는 세 가지가 존재한다. 첫 번째 우선순위부여방식에서는 Handover Count 항목을 고려하여 단말들이 경험했던 핸드오버의 횟수가 가장 많은 채널을 우선적으로 탐색한다. 두 번째 우선순위부여방식에서는 Next Scan Channel 항목을 고려하여 인접한 셀 간에 겹쳐지는 영역이 없는 셀을 우선적으로 탐색한다. 하지만, 이 경우에는 인접한 셀 간에 겹쳐지는 영역이 없는 셀과 동일한 채널을 사용하는 다른 셀이 그림4와 같이 존재하는지를 고려해야 한다. 세 번째 방식에서는 첫 번째와 두 번째 방식을 혼용하여 그림 4와 같이 구성된 망이 사용하는 채널의 수와 인접한 셀 간에 겹쳐지지 않는 영역에서 사용하는 채널과의 관계를 고려하여 우선순위를 설정한다.

앞서 언급한 세 가지 우선순위 부여방식을 고려하여 NCT를 정렬하는 방식은 다음과 같다.

1. 핸드오버 횟수를 기반으로 우선순위를 부여하여 NCT를 정렬하여 하는 방식은 기록된 Handover Count 항목을 사용하여 각각의 채널별로 해당정보를 분류한 후, 각 채널별로 핸드오버의 횟수를 합산하여 가장 많은 핸드오버를 기록한 채널을 우선하여 정렬한다.
2. 인접한 셀 간에 겹쳐지는 영역이 존재하지 않는 셀 영역이 사용하는 채널정보를 기반으로 우선순위를 부여하여 NCT를 정렬하는 방식은 이미 기록된 Next Scan Channel 항목이 0인경우의 채널을 기준으로 각 채널별로 정렬을 수행한다. 이때, 해당 셀에서 사용하는 채널을 다른 셀에서도 사용하는 경우와 그렇지 않은 경우로 나뉠 수 있다.
3. 앞선 두 가지의 우선순위방식에서 사용한 항목들을 고려하여 우선순위를 결정한다. 인접한 셀 간에 겹쳐지는 영역이 존재하지 않는 셀이 사용하는 채널을 다른 셀에서도 사용하는 경우에는 두 번째 방식을 사용하지만, 그렇지 않은 경우에는 첫 번째 방식을 사용한다.

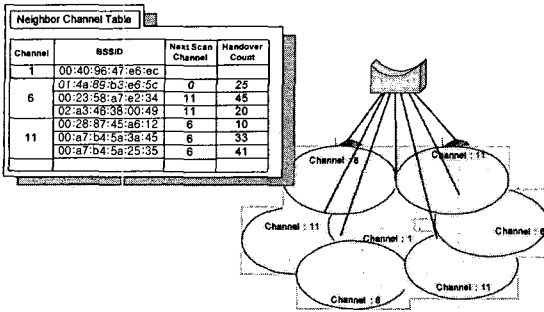


그림 4. Neighbor Channel Table과 IEEE 802.11 WLAN
Fig. 4. Neighbor Channel Table and IEEE 802.11 WLAN Network.

이러한 우선순위방식들을 고려하여 정렬된 NCT의 정보는 Handover Count 항목을 제외한 나머지만 해당 AP가 비컨 메시지를 사용하여 자신의 서비스영역에 있는 단말들에게 알린다. 미리 우선순위를 고려하여 정렬된 정보를 만드는 이유는 단말이 수신한 정보를 수정 없이 바로 적용하여 보다 빠르고 정확하게 채널탐색과정을 수행하기 위해서이다.

모든 채널을 탐색하는 기존의 Full Scanning 방식과 달리, 제안된 ACS 방식은 단말이 경험한 NCT의 정보를 활용하여 인접 AP가 사용하는 유효채널만을 탐색한다. 본 논문에서 제안된 고속 핸드오버 방식의 방식은 다음과 같다.

1. 단말은 이미 우선순위 선정방식에 의해 정렬된 하나의 채널을 NCT 내에서 선택하여 프로브 요청 프레임을 방송한 후, 이 프레임을 수신한 AP로부터 송신될 프로브 응답프레임을 기다린다.
2. 만일, Next Scan Channel 항목에 설정되어 있는 채널을 탐색한 경우
 - 2-1. AP로부터 수신한 프로브 응답프레임이 없으면, 단말은 MinChannelTime까지 기다린 후 채널 탐색과정을 종료한다.
 - 2-2. AP로부터 수신한 프로브 응답프레임들이 존재하면, 단말은 수신 응답프레임의 수신강도가 높은 채널을 선택하고, 채널 탐색과정을 종료한다.
3. AP로부터 프로브 응답메시지가 단말의 Min-ChannelTime안에 도착하지 않는 경우, 단말은 NCT 내에 있는 channel 항목을 참조하여 다음채널을 탐색한다.
4. AP로부터 프로브 응답메시지가 단말의 Min-ChannelTime안에 도착하는 경우

4-1. 단말이 AP로부터 수신한 프로브 응답프레임의 송신지 주소와 NCT 내에 있는 BSSID 비교하여 두 값이 동일하면, 단말은 Next Scan Channel 항목에 설정되어 있는 채널을 탐색한다.

4-2. 단말이 AP로부터 수신한 프로브 응답프레임의 송신지 주소와 NCT 내에 있는 BSSID 비교하여 두 값이 동일하고, Next Scan Channel 항목의 값이 0이면, 단말은 채널탐색과정을 종료한다.

5. 만일, NCT내에 설정된 모든 채널에 대해서 방송한 프로브 요청메시지에 대한 응답이 없다면, 단말은 제안된 방식에서 탐색했던 채널을 제외하고, 기존의 Full Scanning 방식에 따라 나머지 채널에 대해서만 탐색과정을 수행한다.

NCT 내의 Next Scan Channel 항목의 값은 인접한 AP간 서비스 영역이 겹쳐지는 경우에만 존재한다. 핸드오버 과정 중 단말이 NCT 내의 BSSID 항목과 동일한 AP로부터 응답프레임을 수신한 경우에는 단말의 위치가 응답프레임을 송신한 AP영역 안에 존재하거나 인접 AP영역과 겹쳐지는 곳에 위치할 가능성이 높기 때문에 Next Scan Channel 항목까지 채널탐색을 수행한다.

IV. 모의실험 및 성능분석

NCT의 작성에 필요한 최적의 우선순위를 설정하기 위해서 앞서 언급했던 세 가지 방식과 제안된 ACS 방식을 사용하는 각각의 단말이 핸드오버 시에 발생하는 지연시간을 기존의 방식들과 비교하기 위해 그림5와 같이 모의실험 망을 구성하였다. 그림5에서 각 AP와 사용채널을 구분하기 위해서 AP의 ID[사용채널번호]로 표기하였

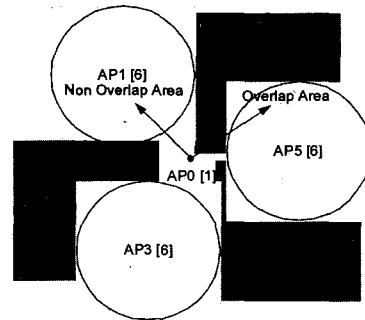


그림 5. 모의실험 구성망
Fig. 5. Simulation Model.

표 1. 모의실험 파라미터
Table 1. Simulation Parameter.

Parameter	Value
MinChannelTime	3ms
MaxChannelTime	30ms
Slot Time	20us
DIFS Time	54us
SIFS Time	16us
Channel Switching Time	5us
DATA Rate	11Mbps

다. 그리고 모의실험 프로그램으로는 NS-2를 사용하였으며, 이 프로그램을 기반으로 모의실험 환경인 IEEE 802.11 WLAN망을 구성하였다.

모의실험 망에서 사용되는 셀은 총 7개이며, 각 단말은 500ms 주기로 AP0영역에서 AP1...AP6영역으로 이동한다. 각 셀의 반경은 동일하게 100m로 설정하고, 핸드오버 과정에서 사용되는 파라미터의 값들은 표 1과 같이 설정한다. 전체 모의실험의 기간은 70초이며, NCT 작성에 필요한 학습기간은 40초로 구성하였다. 이때, 설정된 학습기간 동안에는 기존의 Full Scanning 방식을 사용하여 핸드오버를 실행하고, 이 기간 동안 핸드오버를 수행하는 각 단말이 경험한 이동정보의 Next Scan Channel과 Handover Count 항목을 기반으로 해당 AP가 NCT를 작성한다.

1. 우선순위 설정방식에 관한 모의실험

NCT의 작성에 우선순위를 고려할 때 사용되는 정보는 Next Scan Channel과 Handover Count 항목이다. 앞서 언급했던 것과 같이 NCT내에 존재하는 정보인 Handover Count와 Next Scan Channel을 고려하는 방식 그리고, NCT내에 존재하는 두 항목을 혼합하여 사용하는 방식이 있었다. 그리고 제안된 우선순위설정방식의 비교분석을 위해서 우선순위를 설정하지 않은 방식을 함께 모의실험 하였다.

표 2에서는 핸드오버를 수행할 때, 각각의 우선순위부여방법에 의해 정렬된 NCT를 사용한 단말이 탐색하는 채널의 개수를 확인할 수 있다. Non Priority는 우선순위를 고려하지 않은 방식이고, Handover Count는 Handover Count 항목을 고려한 방식이다. 또, Non Overlap(Another Same Channel)과 Non Overlap(Non Same Channel)은 Next Scan Channel 항목을 고려한 방식이다. 이때, 전자는 해당 셀에서 사용하는 채널과 동일한 채널을 그림 4와 같이 인접한 AP가 사용하는 경우이고, 후자는 인접한 AP가 동일한 채널을 사용하지 않은

표 2. 인접 AP들이 사용하는 채널수에 따른 각 방식의 채널 탐색수(개)

Table 2. Each Method Scanning Channels Number by Neighbor AP Using Channels.

Neighbor Channel Count Priority Selection Method	2	3	4	5	6
Non Priority	2.44	2.44	2.71	2.99	3.96
Handover Count	2.38	2.38	2.70	2.82	3.62
Non Overlap (Another Same Channel)	2.27	2.27	2.44	2.58	-
Non Overlap(Non Same Channel)	-	2.47	2.86	2.87	3.73
Handover Count and Non Overlap (Another Same Channel)	2.27	2.27	2.44	2.58	3.62

경우이다. 마지막으로 Handover Count and Non Overlap (Another Same Channel)은 앞서 언급한 두 개의 항목을 결합한 우선순위 부여방식이다.

HC(Handover Count)방식은 NCT내에 존재하는 Handover Count항목을 고려하여 핸드오버 횟수가 많은 채널을 우선적으로 탐색하기 때문에 우선순위를 부여하지 않은 NP(Non Priority)방식과 표2와 같은 성능향상을 보였다. 인접한 AP들이 사용하는 채널이 5개인 경우에 우선순위를 부여하지 않을 경우에는 2.99개의 채널을 탐색하지만, 우선순위를 지정한 HC방식에서는 2.82개의 채널을 탐색한다. 이러한 차이점이 발생하는 이유는 핸드오버 수행 시 이동하기 전의 셀과 이동한 후의 셀 간에 겹쳐지는 영역의 차이가 발생하기 때문이다. 해당 영역이 넓은 경우에는 핸드오버가 일어날 가능성이 높다. 이 점을 고려한 HC방식이 우선순위를 지정하지 않는 방식보다 효과적으로 채널을 탐색한다.

Next Scan Channel 항목을 우선순위로 선정한 경우에는 인접한 셀 간에 겹쳐지는 영역이 존재하지 않는 셀이 사용하는 채널과 그림4와 같이 존재하는 주변의 셀이 사용하는 채널이 같은지에 따라 결과가 표2와 같이 달라진다. Next Scan Channel 항목의 값이 0인 경우는 Non Overlap 영역을 나타낸다. 만일, 인접한 AP들이 사용하는 모든 채널의 합이 두 개인 경우에는 Non Overlap영역에서 사용하는 채널을 주변의 다른 셀에서도 사용하기 때문에 Non Overlap(Non Same Channel)이 존재하지 않고, 인접한 셀의 총수와 인접한 AP들이 사용하는 숫자가 같은 경우에는 모든 셀이 각각의 채널을 사용하기 때문에 Non Overlap(Another Same Channel)이 존재하지 않는다. 따라서 표 2에서와 같이 Non Overlap(ASC)는 인접한 AP들이 사용하는 채널이 주변의 셀 수와 같은 6개일 때 값이 존재하지 않고, Non Overlap(NSC)는 인접한

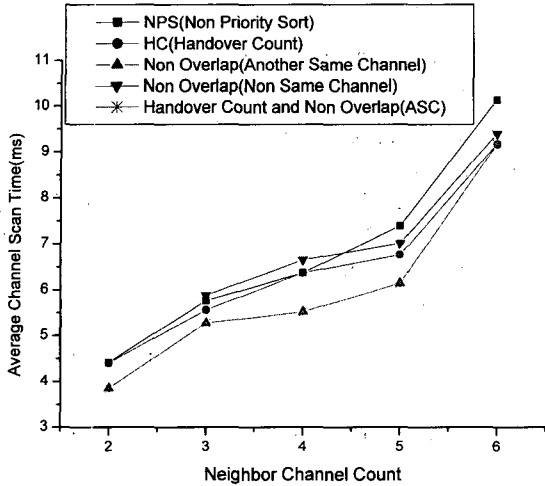


그림 6. 인접 AP들이 사용하는 채널수에 따른 각 우선 순위 방식들의 채널탐색시간
 Fig. 6. Priority of Each Method Latency by Neighbor AP Using Channels.

AP들이 사용하는 채널이 두 개이므로 존재하지 않는다.

NCT내에 존재하는 Handover Count와 Next Scan Channel 항목을 고려하는 경우에 HC방식은 우선순위를 적용하지 않는 방식과 Non Overlap(NSC)방식 보다는 탐색채널의 수는 감소하였지만, Non Overlap(ASC)방식 보다는 많은 채널을 탐색한다. 하지만, Non Overlap(ASC)방식에서는 인접한 AP들이 사용하는 채널의 개수와 인접한 셀 수가 동일한 경우에는 문제를 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 Handover Count and Non Overlap(ASC)방식에서는 인접한 AP가 사용하는 채널과 인접한 셀의 수가 작은 경우에는 Non Overlap(ASC)방식을 따르고, 같은 경우에는 HC방식을 사용한다. 예외적으로 인접한 AP와 겹치는 영역이 없는 셀이 사용하는 채널을 주변의 AP들이 사용하지 않은 경우에는 HC방식을 따라 우선순위가 부여된다.

우선순위방식들이 인접한 AP가 사용하는 채널의 개수에 따라서 변화하는 평균채널탐색시간을 그림 6에서 확인한다. HC방식은 우선순위를 고려하지 않은 NP방식에 비해서 인접AP가 사용하는 채널이 5,6개일 때, 보다 많은 성능향상을 보이고 있다. HC방식은 NP방식에 비해서 약 4.4%가량의 평균채널탐색시간이 감소된다.

Non Overlap(ASC)방식은 인접한 AP가 사용하는 채널의 개수가 3개일 때, NP방식에 비해서 채널탐색시간이 약 9% 가량 감소하고, Non Overlap(NSC)방식에 비해서 12%가량 평균채널탐색시간이 감소된다. 또한, Handover Count and Non Overlap(ASC)의 방식은 우선순위를 설

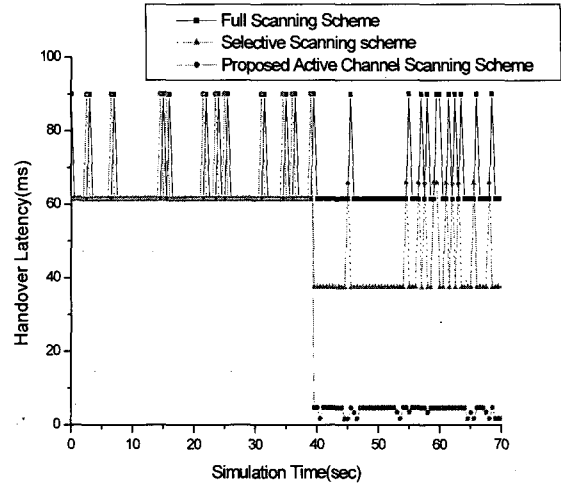


그림 7. 학습시간을 고려한 각 방식의 지연시간 비교
 Fig. 7. Comparison of Latency by Each Method Learning Time.

정하지 않은 채널탐색방식에 비해서 평균 채널탐색시간이 12.2%가 감소한다. 이후에 사용하는 모든 우선순위의 설정은 모두 Handover Count and Non Overlap(ASC)방식을 기준으로 NCT를 정렬한다.

2. 제안된 유효채널탐색방식에 관한 모의실험

그림7에서 각 방식에 따른 핸드오버지연시간의 변화를 제안된 ACT 방식과 비교하기 위하여 Full Scanning, Selective Scanning 방식을 함께 모의실험 하였다.

제안된 방식과 기존의 방식들과 비교를 위해서 채널학습기간에는 모두 Full Scanning 방식을 사용하여 채널을 탐색했다. 이 때문에 그림7과 같이 학습시간 동안 채널탐색 결과는 동일했다. 하지만, 학습기간이 지난 이후 Full Scanning 방식을제외한 두 가지 채널탐색 방식에서는 핸드오버를 수행할 때 발생하는 지연시간이 대폭 축소된 것을 확인할 수 있다. 그리고, 기존의 Selective Scanning 방식에서의 채널탐색시간이 감소된 이유는 모의실험에서 사용한 채널과 미리 설정된 채널이 동일하여, 해당 채널만을 탐색하고 채널탐색과정이 완료되었기 때문이다.

제안된ACS 방식은 앞서 언급한 NCT 정보를 기반으로 채널탐색을 수행하였다. 이 방식에서는 그림5와 같이 단말이 AP로부터 수신 받은 프로브 응답 프레임의 송신지 주소와 NCT 안에 존재하는 BSSID를 비교하여, 두 값이 동일하면 Next Scan Channel 항목에 설정되어 있는 채널을 탐색한다. 만일, Next Scan Channel 항목이 0인 경우에는 단말이 수신 받은 프로브 응답프레임을 전송한 AP의 서비스 영역과 인접한 위치에 존재하는 AP들

표 3. 각 방식에 따른 지연시간 및 탐색채널 수
Table 3. Handover Latency and the Number of Scanning Channels.

Algorithms	Delay Time (ms)	Scanning Channel number
Full-Scanning	65.8	11
Selective-Scanning	42.3	3
ACT-Scanning	4.4	2.3

의 서비스 영역이 겹쳐지는 부분이 존재하지 않는다고 인식하여 채널탐색 과정을 완료한다.

모의실험 환경에서와 같이 인접한 AP들이 3개의 채널을 사용한 환경에서, 기존의 Full Scanning 과 Selective Scanning 방식 그리고, 제안된 ACS 방식을 사용하여 단말이 핸드오버를 수행한 결과, 제안된 방식을 사용한 단말이 소비하는 핸드오버 지연시간과 탐색하는 채널의 수가 표2와 같이 감소하였다.

먼저, 단말이 핸드오버 과정을 완료할 때까지 소비되는 지연시간은 Selective Scanning 방식과 제안된 Active Channel Scanning 방식이 Full Scanning 방식에 비해서 각각 35%, 93.3% 감소되었다. 그리고, 단말이 핸드오버 과정을 종료 할 때까지 탐색하는 채널의 개수는 2.3개로 Full Scanning 방식을 사용한 탐색 채널의 개수인 11개와 Selective Scanning 방식을 사용한 탐색채널의 개수인 3개보다 감소된 채널을 탐색한다. 이러한 이유는, 앞서 언급했던 NCT 내에 존재하는 채널정보와 Next Scan Channel 항목을 사용했기 때문이다.

주변 AP들이 사용하는 채널수의 변화에 따라 앞서 언

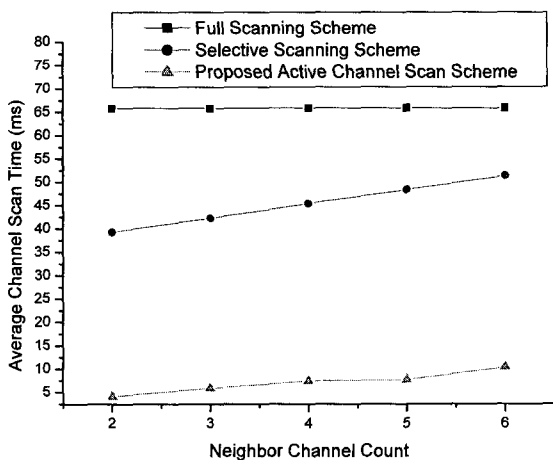


그림 8. 인접 AP들의 채널증가에 따른 각 방식의 평균채널탐색시간 비교

Fig. 8. Neighbor AP Increment Channel Latency Compare with Each Method.

표 4. 주변 AP들이 사용하는 채널수에 따른 각 방식의 핸드오버 지연시간의 감소분(%)

Table 4. A reduce in Handover Latency by Neighbor AP Using Channels.

Neighbor Channel Count	2	3	4	5	6
select-Scanning	40.3	35.7	31.1	26.6	22.0
ACT-Scanning	94.3	92.3	89.7	88.3	87.2

급 되었던 Full Scanning, Selective Scanning, 그리고 제안된 Active Channel Scanning 방식의 채널탐색에 필요한 평균 소요시간의 변화를 그림8에서 확인할 수 있다. 먼저, Full Scanning 방식은 모든 채널을 탐색하기 때문에 핸드오버에 필요한 소요시간에 대한 값의 변화는 거의 없다. 다음으로, Selective Scanning 방식에서는 인접 AP들이 사용하는 채널의 개수가 증가함에 따라 미리 지정된 채널 이외에 나머지 채널을 탐색하는 경우가 빈번히 발생한다. 한다. 따라서, 단말이 핸드오버 과정에서 소요되는 평균시간은 지속적으로 증가한다. 마지막으로, 제안된 ACT 방식에서는 단말이 인접한 AP가 사용하는 채널만을 탐색하고, 수신한 프로브 응답메시지의 송신지 AP의 오버랩 영역을 고려하여 채널탐색을 조기에 완료하는 하기 때문에 앞서 언급했던 두 가지 방식에 비해 적은 핸드오버 소요시간을 가진다. 하지만, 단말이 탐색해야 하는 채널의 개수가 증가하기 때문에 평균 핸드오버 소요시간이 미세하게 증가하지만, 기존의 방식들과 비교하여 훨씬 적은 핸드오버 소요시간을 소비한다.

표 4에서와 같이 인접한 AP가 사용하는 채널 수가 2개인 경우 Selective Scanning 방식과 제안된 ACS 방식은 Full Scanning 방식에 비해 각각 40.3%, 94.3%의 평균채널탐색 시간이 감소함을 보인다. 인접한 AP들이 사용하는 채널의 개수가 증가하는 경우에 성능향상은 두드러지게 나타난다.

V. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN 환경을 기반으로 단말의 셀 간 이동에 의해 발생하는 핸드오버 지연시간 중 90% 가량을 차지하는 채널탐색과정의 문제점을 분석하고 그 해결방안으로 핸드오버를 수행했던 단말들의 경험적인 유효채널정보를 학습하여 가장 효과적인 NCT를 작성한 후, 이 테이블을 활용한 ACS 방식을 제안했다. 보다 효과적인 채널탐색을 위해서 NCT작성 시에 고려하는 우선순위선정방식에 대해서 알아보았으며, 그 결과

로 Handover Count and Non Overlap(ASC)방식이 가장 효과적임을 확인했다.

학습기간 이후에서의 동작에서는 보다 효과적인 우선 순위로 정렬이 완료된 NCT를 기반으로 인접 AP들의 사용하는 채널들에 대해서만 채널 탐색기능을 수행하고, 단 말은 AP로부터 수신 받은 응답프레임의 송신지 주소와 NCT내에 있는 BSSID와의 관계에 따라 결정되는 Next Scan Channel 항목을 고려하여 채널탐색과정에서 소요 되는 시간을 보다 효과적으로 줄이는 고속 핸드오버 방식을 모의 실험을 통해서 확인하였다. 만일, 동적인 채널 탐색방식을 사용하는 IEEE 802.11 WLAN 외의 다른 무선환경에도 제안된 우선순위를 고려한 ACT 방식을 적용한다면, 핸드오버 지연시간의 감소를 기대해 볼 수 있을 것이다.

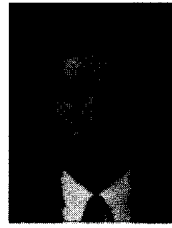
참 고 문 헌

- [1] International Telecommunication Union, "General Characteristics of International Telephone Connections and International Telephone Circuits." *ITU-TG.114*, 1988.
- [2] R. Shirdokar, J. Kabara, and P. Krishnamurthy, "A QoS-based Indoor Wireless Data Network Design for VoIP," in *Vehicular Technology Conference, 2001. VTC 2001 Fall. IEEE VTS 54th*, vol. 4, pp. 2594-2598, Oct. 2001.
- [3] M. Shin, A. Mishra, and W. Arbaugh, "Improving the latency of 802.11 hand-offs using neighbor graphs.", in *Proceedings of the ACM MobiSys Conference*, Boston, MA, June 2004.
- [4] Arunesh Mishra, Minh Shin, William Arbaugh, "An empirical analysis of the IEEE 802.11 MAC layer handoff process", University of Maryland Technical Report, UMIACS-TR-2002-75, 2002.
- [5] IEEE, "Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Inter operability via an Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation," *IEEE Draft 802.1f/Final Version*, January 2003.
- [6] T.S.Rappaport, *Wireless Communications. McGraw-Hill PTR*, pp.251-265 2002.
- [7] Matthew Gast, *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide. O'REILLY*, pp.177-185,2002.
- [8] S.Pack, H.Jung, T.Kwon and Y.Choi, "A Selective Neighbor Caching Scheme for Fast Handoff in IEEE 802.11 Wireless Networks", in *Proc. IEEE ICC*, May 2005.
- [9] Noor Mustafa, Waqar Mahmood, Ahsan A. Chaudhry, M. Ibrahim, "Pre-Scanning and Dynamic Caching for Fast Handoff at MAC Layer in IEEE 802.11 Wireless LANs", in *Proc. MASS 2005 Workshop - MHWMN05*.
- [10] S. Shin, A. Forte, A. Rawat, and H. Schulzrinne, "Reducing MAC Layer Handoff Latency in IEEE 802.11 Wireless LANs.", in *Proceedings of the second international workshop on Mobility management and wireless access protocols*, Philadelphia, PA, USA, 2004.

저 자 소 개



윤 홍(정회원)
 2001년 한국항공대학교 항공전자공학과 학사 졸업.
 2003년 한국항공대학교 정보통신공학과 석사 졸업
 2003년~현재 한국항공대학교 정보통신공학과 박사과정
 <주관심분야 : 유무선 통신 및 임베디드시스템>



임 재 명(정회원)
 1981년 한양대학교 전자공학과 공학과 학사 졸업
 1983년 한양대학교 전자공학과 공학석사
 2001년~현재 한국항공대학교 정보통신공학과 박사과정
 2000년~현재 한국정보보호진흥원 스팸대응팀장
 <주관심분야 : 정보화역기능(해킹, 스팸)>



윤 종 호(정회원)
 1984년 한양대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사 졸업.
 1990년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사 졸업.
 <주관심분야 : MAC 기술 및 BcN 전달망 기술>



김 세 한(정회원)
 1998년 한국항공대학교 정보통신공학과 학사 졸업.
 2000년 한국항공대학교 정보통신공학과 석사 졸업
 2000년~한국전자통신연구원, USN전송기술연구팀, 선임연구원
 <주관심분야 :RFID/USN 센서노드 및 태그기술>