

빠른 채널 탐색을 고려한 Fast Handoff 방식의 성능분석

신재흥*, 윤홍**, 이상철*
 동서울대학*, 한국항공대학**

Performance Analysis of Fast Handoff Scheme based on Fast Channel Scanning

Jae-Heung Shin*, Hong Yoon**, Sang-Chul Lee*
 Dong Seoul College*, Hankuk Aviation University**

Abstract - 무선통신 환경에서 단말의 이동에 의해 발생하는 끊김 현상을 제거하고, 지속적인 서비스를 제공하기 위해서는 빠른 핸드오프(Handoff) 방식이 필요하다. 본 논문에서는 모든 채널을 탐색한 후, 가장 상태가 좋은 채널을 선택하는 기존 방식을 개선한다. 각 AP(Access Point)가 현재 사용하고 있는 채널정보와 ACR(Access Control Router)가 제공하는 인접 AP들 정보의 주기적인 NEB-ADV에 포함하여 이동단말에 제공한다. 본 논문에서는 정보를 습득한 단말이 인접한 AP들의 사용 채널만 탐색하는 새로운 Fast Channel Detection(FCD)방식을 제안한다. 제안하는 방식은 기존 방식과 비교하여 채널탐색 시간이 감소되므로 총 지연시간을 감소시킨다. 제안된 방식에 대한 시뮬레이션 모델을 통해서 링크 효율성과 블로킹 확률의 비교·분석을 통하여 제안방식의 우수성을 입증한다.

1. 서 론

유·무선 통합 망을 통하여 인터넷 서비스를 제공하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며, 무선을 사용하는 사용자들은 서비스가 끊김없이 지속적으로 제공되기를 원한다. 무선 데이터 전송은 기존의 유선 망 통신과는 달리 빈번한 재결합 과정을 반복하여 수행한다. 이러한 과정에서 발생하는 지연시간은 이동 단말의 이동성할 수 없는 문제점이 있다. 따라서 이동하는 단말에 대한 이동성을 보장하기 위해서는 빠른 핸드오프 기능을 사용하여 단말이 느끼는 서비스의 단절감을 최소화 시키는 것이 중요하다. 이러한 지속적인 서비스의 제공을 위해서는 여러 가지 사항을 고려해야 한다. 단말이 핸드오프 과정을 수행하는 동안, 서비스 되지 않고 유실되는 패킷을 고려하여야 한다. 핸드오프 과정이 길어지면, 핸드오프 과정에서 이동하는 단말이 서비스 받지 못하고 폐기되어 버리는 패킷의 증가하여 서비스의 성능저하 문제가 발생한다. 따라서 핸드오프 과정이 신속히 이루어 질 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

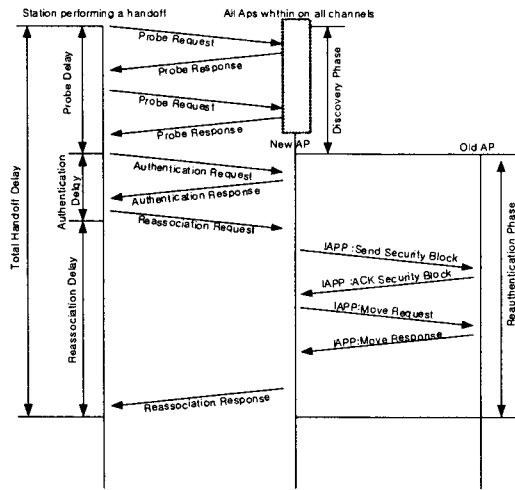
본 논문에서는 이동단말이 현재 사용하고 있는 채널만 탐색하는 채널탐색 방식을 사용하는 핸드오프를 제안하

고, 시뮬레이션 모델을 사용하여 성능을 평가한다. 또한, 기존의 방식인 Inter-Access Point Protocol(IAPP)와 NEB-ADV정보를 사용한 제안방식의 전송효율과 핸드오프시 발생하는 패킷의 손실에 대한 성능을 비교·분석한다.

본 논문은 Ⅱ장의 핸드오프를 지원하는 기존의 IAPP 방식, Ⅲ장의 NEB-ADV 메시지를 사용하는 Fast Channel Detection (FCD)의 동작과정과 Ⅱ장에서 언급한 핸드오프 방식과의 차이 비교, Ⅳ장의 시뮬레이션 모델을 사용하여 앞서 언급한 기존의 핸드오프 방식과 제안한 FCD방식에 대한 시뮬레이션 결과 분석, Ⅴ장의 결론으로 구성되어 있다.

2. 핸드오프를 지원하는 방식(IAPP)

기존의 핸드오프 지원방식인 IAPP는 단말의 이동에 의해 접속점이 바뀌게 되는 경우, 이동하는 단말의 이동성을 보장해 주는 핸드오프 기능을 수행하는 방식이다. 그러나 핸드오프 기능은 그림 1에 나타난 것과 같이 핸드오프 기능을 수행하는 지연시간 동안, 서비스를 제공하지 못하는 문제점이 있다. 핸드오프 지연시간 동안 이동하는 단말로 향하는 패킷이 발생하면, 버퍼링하여 이동단말이 접속한 새로운 AP에 전달하여 이동한 단말로 패킷을 전송한다. 그러나 위의 경우, 버퍼의 크기와 버퍼링을 시작해야 하는 시점에 대한 문제점이 있다. 이러한 문제점은 핸드오프 기간 동안, 전송되는 패킷의 양이 많아서 버퍼를 넘쳐 버리는 경우와 단말이 정상적이지 않은 종료를 하는 경우에 단순하게 Received Signal Strength indicator(RSSI) 값의 감소에 따른 핸드오프라고 여기는 문제가 발생할 수 있다. 일반적으로 핸드오프 과정에서 유실되는 패킷에 대해서는 재전송과정을 통해서 이동한 단말이 새롭게 연결 설정한 AP로 전달하는 방식을 사용한다. 그러므로 이동단말이 이동전에 전송 받았던 마지막 패킷의 순서번호와 버퍼링 또는 재전송 과정에서 소비되는 지연시간까지 고려하면 전체적인 지연시간은 길어진다^{[1][2]}.



<그림 1> 핸드오프 지연시간

그림 1에 나타난 것과 같이 전체적인 지연시간은 탐색 과정과 인증과정, 그리고 재결합 과정의 합으로 구성된다.

기존의 핸드오프 동작 방식은 추가(ADD), 이동(MOVE)의 과정을 수행하면서 각각의 AP들 사이에서 메시지를 전송하여 핸드오프 과정을 수행한다. 먼저 핸드오프 추가 메시지는 이동단말이 채널사용에 대한 탐색 과정을 거친 후, RSSI 값이 가장 큰 채널을 선택하고 AP로 연결설정 메시지를 전송하면, 포워드 테이블을 업데이트를 수행하고, 도메인 내에 다른 AP들에게 멀티캐스트 주소형태를 사용하여 이동단말이 특정 AP로 접속을 시도하고 있다고 알리는 두 가지 동작을 수행한다. 이것은 AP들이 새로 구성된 이동단말에 대한 이전정보를 제거하기 위해서 사용된다. 그리고 핸드오프 추가 메시지를 받으면 자신의 association 테이블을 살펴보고, 이전의 이동단말에 대한 MAC 주소 정보가 있으면, 해당정보를 수정한다.

핸드오프에 의한 이동(MOVE) 과정은 이동 단말이 연결된 상태에서 다른 Basic Service Set (BSS)으로 이동하게 되면, 새로이 접속할 AP와 재연결 과정을 수행한다. 이때 사용되는 재연결 설정 메시지의 구성은 이동단말의 MAC 주소, 순서번호, 이동단말이 이동전 사용하였던 AP의 MAC 주소, 이동단말에 대한 연결 정보, 타임아웃으로 구성되어 있다. 이동 단말이 이동한 후, 접속한 AP에게 이동전 AP가 연결에 필요한 정보를 전송한다. 이때 두 AP 사이에는 TCP 세션을 사용하여 이동한 단말에 관련된 패킷을 송·수신한다[2][3].

3. 제안하는 Fast Channel Detection(FCD) 방식

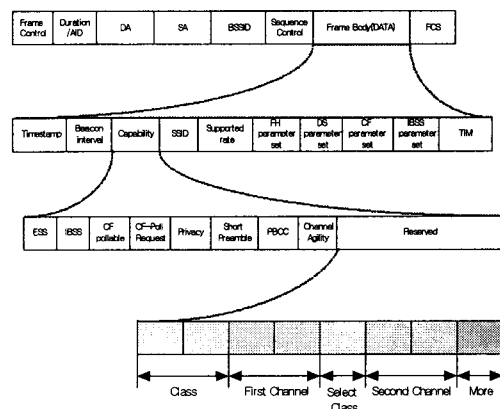
기존의 핸드오프 방식은 각 AP 간의 통신을 통하여 이동하는 단말에 핸드오프 기능을 제공한다. 이동하는

단말에 대한 새로운 연결은 채널탐색 시간과 인증과정에 필요한 지연시간이 흐른 뒤, 재결합 과정에 의해 이루어진다. 이때 소요되는 전체 지연시간 중, 채널탐색에 소요되는 지연시간이 약 95%를 차지할 정도로 전체 지연시간에서 차지하는 비중이 크다.

본 논문에서는 각 AP에서 사용하는 채널의 정보를 공유하여 핸드오프 시에 채널의 탐색지연시간을 감소시키는 Fast Channel Detection(FCD)방식을 제안한다. 그러나 제안하는 방식을 사용하여 채널탐색 시간을 줄이기 위해서는 프로브 요청메시지와 응답메시지에 사용채널에 대한 정보를 공유할 수 있는 새로운 요소가 요구된다[4].

3.1 Beacon Message

제안방식의 프로브 요청메시지에 추가된 요소는 Channel Detection이며, 단말이 이동하기 이전에 사용하였던, AP로부터 전송 받은 비콘메시지 내에 채널 용량 정보를 나타내는 부분에 인접 AP가 사용하고 있는 채널의 정보를 단말에게 알려준다.



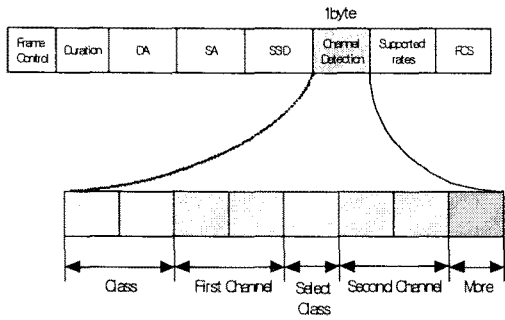
<그림 2> 제안 방식의 비콘 메시지

채널 정보를 단말에게 전달하는 내용은 한 바이트로 구성되어 있다. 처음, 2비트는 각 채널을 네 개의 클래스로 구분하여 나타내고, 다음의 2비트는 채널정보를 나타낸다. 그리고 다음의 1비트는 전달하는 다음 채널의 정보가 이전의 채널 번호보다 8이상의 차이를 보이는 경우를 나타내는 옅섯 채널 설정 비트이고, 그 다음 비트는 옅섯 채널을 설정하여 두 번째 채널정보를 단말에게 전달한다. 마지막은 More 비트로 현재 인접한 AP가 2개 이상의 채널을 사용하고 있는 경우에 설정하여 단말에게 전송한다. 만일, More 비트가 설정된 경우에는 여러 개의 인접 AP 채널정보를 알려준다.

3.2 Probe Request/Response Message

프로브 요청메시지는 비콘메시지에 의해 전달받은 인접 채널 정보를 기반으로 채널을 탐색한다. 만일, 사용하지 않는 채널이 존재하거나 또는 현재의 채널상태가 좋

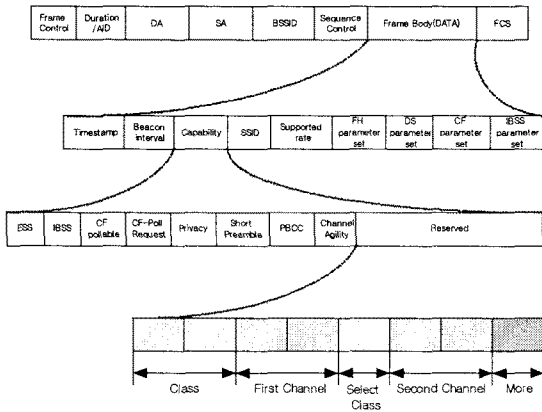
은 AP를 선택하기 때문에 빠른 핸드오프와 보다 나은 채널을 선택할 가능성이 높아진다.



<그림 3> 제안 방식의 프로브 요청 메시지

<표 1> 클래스별 사용하는 채널 번호

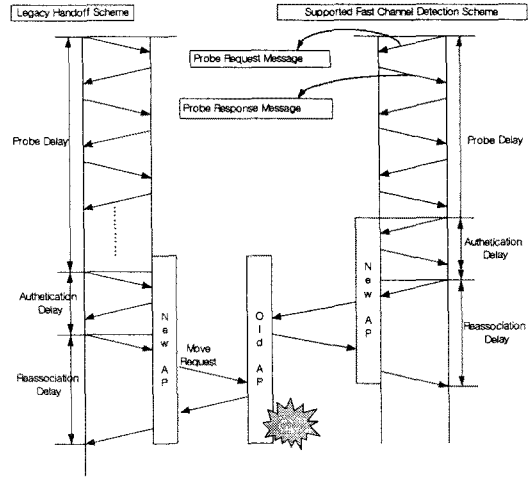
Class	Bit	Channel number
one	1	1, 2
two	1	3, 4
three	2	5, 6, 7, 8
four	3	9, 10, 11, 12



<그림 4> 제안방식의 프로브 응답 메시지

제안하는 방식에서 이동하는 단말이 인접채널의 정보를 기반으로 프로브 요청메시지를 전송하고, 현재 사용하고 있는 채널의 정보를 단말에게 알려주고, 전달받은 정보를 바탕으로 2개의 채널을 탐색하게 된다. 그리고 각 프로브 요청 메시지에 존재하는 More 비트가 설정되어 있다면, 해당 메시지를 전송 받은 AP는 자신의 인접 AP 채널정보 테이블을 참조하여 다음의 채널정보를 이동하는 단말에게 전송하여 채널탐색 정보를 제공한다. 만일, 프로브 응답메시지의 More 비트 설정이 해제되면, 단말은 전달 받은 채널만을 탐색하여 채널탐색 과정을 완료한다. More 비트가 해제되고, 전달 정보가 한 개인 경우에는 special number를 사용하여 처리한다.

본 논문에서는 앞에 소개한 비콘 메시지, 프로브 요청 메시지, 프로브 응답메시지를 사용하여, 채널의 탐색지연 시간을 감소시킨다. 그림 5는 기존의 방식과 제안하는 FCD 방식의 동작과정을 나타낸 것이다. 두 방식의 채널 탐색 지연시간의 차이에 의해서 제안방식인 FCD방식의 절차가 간소화 된 것을 확인할 수 있으며, 기존의 방식 보다 제안한 방식이 보다 빠른 핸드오프를 제공한다.



<그림 5> 제안방식의 동작과정

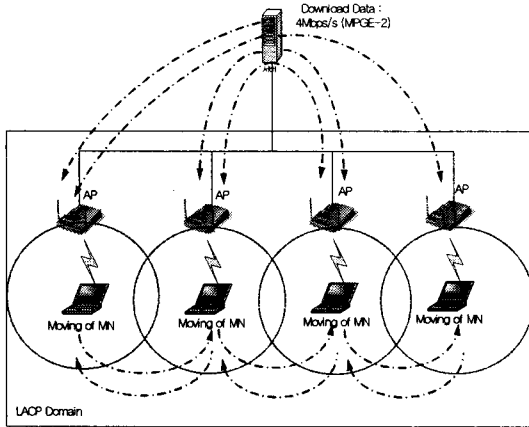
인접한 AP는 사용하고 있는 채널정보를 서로 공유한다. 이러한 채널정보는 각 AP간 통신을 통해서 이루어지게 되며, 등록 정보는 AP의 MAC주소와 채널정보, 그리고 SSID 등을 전달하고, 전달 받은 정보를 이용하여 이동하는 단말에게 알려줄 채널 순서테이블을 작성한다. 작성된 테이블을 참조하여 프로브 요청메시지 정보와 비교하여 이동하는 단말에게 채널탐색 과정을 수행할 수 있도록 다음 사용채널 정보를 제공한다. 각 AP는 채널 정보전달 메시지를 사용하여 테이블을 작성한다. 그리고 작성한 테이블에서 인접한 AP가 사용하고 있는 채널정보를 이동하는 단말에게 비콘메시지를 사용하여 전달하고, 전달된 비콘메시지를 받은 이동하는 단말은 그림 5와 같이 채널을 탐색한다. 이러한 탐색과정은 프로브 요청메시지와 프로브 응답메시지를 단말과 AP간 전달하면서 인접AP가 사용하고 있는 이동하는 단말은 모든 채널을 탐색하고 탐색과정에서 전달된 정보를 바탕으로 최상의 채널을 선택한다.

4. 기존 핸드오프 방식과 제안하는 FCD 방식의 성능분석

성능분석을 위하여 기존의 핸드오프를 지원하는 방식과 제안하는 방식을 객체지향 시뮬레이션 프로그램인 SIMULA를 사용하여 성능을 비교 분석하였다. 이동하는 단말이 핸드오프 과정 동안 발생하는 데이터를 전송 받

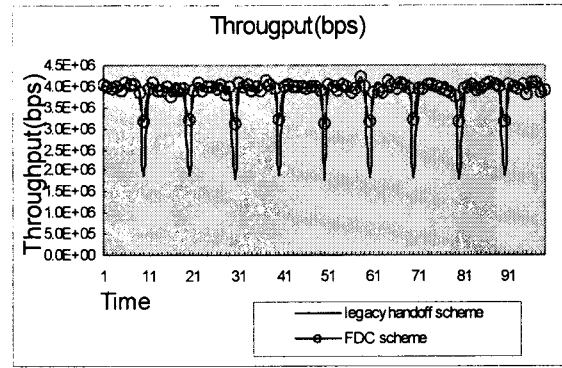
는 형태로 그림 6과 같이 구성한다. 전송되는 패킷은 실시간 스트리밍 서비스를 제공하는 UDP패킷 형태로 구성하였으며, 평균 패킷의 길이는 1500byte, 각 셀은 서로 다른 채널과 SSID를 사용한다. 채널탐색 지연시간은 각 채널당 평균 48ms 정도의 지연시간을 가지며, 재결합 요청과 응답시간을 평균2.3ms로 설정하고, 인증요청에 따른 응답시간을 평균1.3ms로 설정하였다. 그리고 802.11b를 기준으로 사용하는 전체 채널은 11개이며, 전송속도는 11Mbps로 설정하였다.

시뮬레이션 환경에서 인접해 있는 AP가 사용하는 채널의 수를 4개로 구성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 기존의 핸드오프방식과 제안한 FCD방식에 관한 것으로 핸드오프는 10초 간격으로 발생하며, 총 9회 반복하여 수행하였다. 그림 6에 나타난 것과 같이 서버가 단말에 대해서 지속적인 데이터를 전송하는 멀티미디어 스트리밍 서비스를 받고 있는 형태를 가정하여 환경을 설정하였다. 핸드오프가 발생하는 동안도 MPGE-2 서비스를 제공하고 있으므로 지속적으로 4Mbps를 전송하게 된다 [4][6].



〈그림 6〉 모의실험 환경

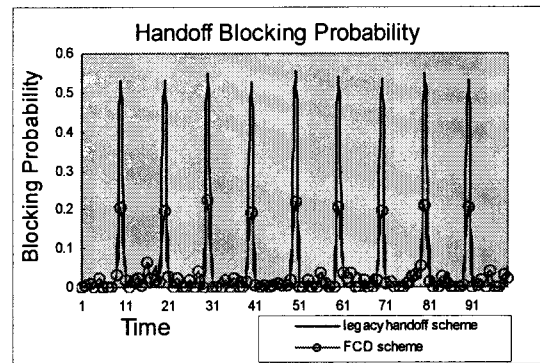
그림 7에 나타난 것과 같이 핸드오프는 일정한 간격을 두고 실행하며 핸드오프가 발생하는 동안에는 Throughput의 감소가 발생한다. 이러한 Throughput의 감소는 이동하는 단말이 가지게 되는 지연시간에 의해서 발생하게 된다. 지연시간은 앞서 언급한 바와 같이 채널 설정 지연시간과 재결합 연결 지연시간, 그리고 인증과정에 필요한 지연시간으로 구성된다. 제안된 FCD방식은 이동하는 단말이 채널탐색에 필요한 정보를 비콘메시지와 프로브 요청/응답 메시지를 사용하여 인접한 AP들이 사용하고 있는 채널만을 탐색하므로, 채널탐색지연시간에 대한 지연시간을 감소시킨다. 따라서 핸드오프가 발생하는 10초 간격으로 기존의 핸드오프 방식과 제안된 FCD방식의 Throughput 차이를 보이고 있다. 각 Throughput의 출력은 1초 단위로 그래프에 나타냈다.



〈그림 7〉 기존방식과 제안방식의 Throughput

핸드오프가 모의실험에서는 9번 발생하며, 채널 탐색 및 인증, 그리고 재결합 설정과정까지 필요한 총 지연시간이 약531ms의 시간을 소요하기 때문에, 핸드오프가 일어나는 동안에 효율이 떨어지는 문제가 발생한다. 그러나 제안방식인 FCD방식은 사용가능한 전체 채널들을 모두 탐색하지 않고, 인접 AP가 사용하는 채널만을 탐색하기 때문에 그림 7에 나타난 것과 같이 링크의 효율이 향상됨을 알 수 있다.

그림 8은 핸드오프가 발생하는 동안 발생하는 blocking probability를 나타낸 것이다. 그림에 나타난 것과 같이 제안된 방식이 기존의 방식과 비교하여 블로킹 가능성이 줄어든 것을 알 수 있다.



〈그림 8〉 Handoff Blocking Probability

5. 결 론

본 논문에서는 이동하는 단말에 끊임없는 지속적인 서비스를 제공을 위해 각 AP가 현재 사용하고 있는 채널만을 탐색하는 FCD방식을 제안하였으며, 기존방식인 IAPP와 제안방식인 FCD방식을 시뮬레이션 모델을 이용하여 성능을 비교·분석하였다. 제안된 방법은 대부분의 지연시간을 차지하는 채널탐색 시간이 감소하기 때문에 기존방식에 비교하여 상대적으로 적은 핸드오프 지연시간을 갖는 것으로 입증되었다. 이러한 지연시간의 감소

로 Throughput과 Blocking Probability가 기존 방식과 비교하여 제안된 FCD방식이 훨씬 더 향상된 결과를 갖는 것을 입증하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Matthew S. Gast., "802.11 Wireless Networks" O'REILLY Inc. April 2002.
- [2] Arunesh Mishra., Minho Shin., William Arbaugh, "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process." UMIACS Tech Report Number UMIACSTR-2002-75.
- [3] IEEE Standards. 802.11F, "IEEE Trial-Use Recommended Practice for Multi-Vendor Access Point Interoperability vis an Inter-Access Point Protocol Across Distribution Systems Supporting IEEE 802.11 Operation." IEEE,Inc. 14. July 2003.
- [4] Arunesh Mishra., Minho Shin., William Arbaugh. "Context Caching using Neighbor Graphs for Fast Handoffs in a Wireless Network." IEEE Infocom 2004.
- [5] S. Pack.,Y. Choi, "Fast Inter-AP Handoff using Predictive-Authentication Scheme in a Public Wireless LAN." IEEE Networks 2002, August 2002.
- [6] Christian Bettstetter. "Smooth is Better than Sharp than Shar." A Tandom Mobility Model for Simulation of Wireless Networks. ACM MSWiM 2001,July 2001.