무선 랜에서 MAC 계층의 정보를 이용한 고속 핸드오프 성능 향상에 관한 연구

*김 동 옥, 강 동진, 임 정희, 송영아 *한국정보 통신기능대학

A Study for Fast Handoff Improvement Performance on Using MAC layer Information at Wireless LAN

*Kim Dong-Ok *korea info & com mu polytechnic college
dokim@icpc.ac.kr

ABSTRACT 본 논문에서는 무선 랜 환경에서 단말을 사용하는 사용자의 이동으로 인한 서비스영역의 변화에도 끊김 없는 서비스를 제공하기 위한 방식을 제안한다. 제안방식은 이동하는 단말이 사용 가능한 채널탐색과정 중 MAC주소를 참조하여 단말의 이동을 알려주는 방식을 사용한다. 기존방식과 제안방식에 대해서 시뮬레이션을 통한 성능분석을 수행하였다. 단말의 이동을 채널탐색과정에서 인식함으로 단말에게 전송되어야 하는 데이터를 버퍼링 한 후 재결합과정이 발생하면 즉시, 전송하는 방식으로 구성되므로 핸드오프 기간 동안에 Throughput 감소가 적게 이루어짐을 확인하였다.

I 서 론

핸드오프 과정 수행중에는 이동중인 단말이 새로운 AP(Access Pointer)를 찾기 위해서 각 채널을 탐색하는 과정을 수행한다. 이러한 탐색과정동안 서비스되지 않고 폐기되는 데이터들이 존재 할 수 있으므로 전체적인 서비스의 성능이 저하 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서는 802.11f로 명명한 IAPP(Inter-Access Point Protocol)을 제정하여 이동간의 AP 사이에서 전송하는 방식을 연구하고 있다[1]

IAPP 방식에서는 기본적으로 재전송 패킷을 기준으로 핸드오프가 일어난 것을 탐지할 수 있다. 따라서 재전송 패킷을 이동 단말의 채널 설정에 관한 탐색이 완료된 후에 이동 단말의 이동을 AP에서 탐지할 수 있다. 이러한 경우 이동단말의 탐색과정 사이의 시간에 대해서는 이동성을 보장하지 못하는 단점을 가지고 있다[2].

본 논문에서는 앞서 언급한 이동단말의 탐색과정시간의 감소와 AP에서 이동단말이 핸드오프 과정을 수행함을 재전송과정 이전에 탐지하여 이동단말의 탐색과정을 제안하고, 그에 따른 성능향상을 시뮬레이션을 수행한다. 그리고, 핸드오프 과정을 수행하지 않고 연결설정을 수행하는 방식과 IAPP를 사용한 방식 그리고, AP 탐지시간을 줄인 제안한 방식에 대해 전송효율과 핸드오프시 발생하는 패킷의 손실 및 버퍼의 크기에 관한 성능 분석을 확인한다.

II 핸드오프를 지원하지 않는 방식과 IAPP를 사용한 핸드오프방식

핸드오프를 지원하는 방식과 IAPP를 사용하여 핸드오프를 지원하는 방식으로 나누어질 수 있다. 첫 번째로 핸드오프를 지원하지 않는 방식은 셀간의 이동이 발생하면, 데이터에 대한 보장이 없이 새로운 셀에서 AP를 탐색한 후 연결과정을 수행하게 된다. 따라서 단말의 이동성은 무시된 체 이동이전에 서비스를 지속적으로 받기를 원한다면, 새로운 서비스에 관한 연결이 수행되어야 한다. 두 번째로 IAPP를 사용하여 핸드오프를 지원하는 경우에는 핸드오프가 일어날 때 이동단말에 대한 데이터 보장이 이루어지는 핸드오프 기능을 수행한다. 하지만, 핸드오프기능은 그림 1과 같이 핸드오프기능을 수행하는 시간 동안 끊김 없는 서비스를 제공하지 못하는 문제점을 가진다. 만일, 지연시간 사이에 이동단말로 향하는 패킷이 발생한다면, 이동단말에 전달되지 않고 폐기되거나 버퍼에 저장하여 이동단말이 새로운 AP로의 접속과정이 이루어진 후에 전송되므로 지연시간 동안에는 지속적인 서비스가 되지 않는 문제를 야기 시킬 수 있다. 물론 핸드오프과정에서 폐기되는 경우에는 재전송과정을 통해서 폐기되었던 패킷을 이동단말이 새롭게 연결 설정한 AP로 전달할 수 있다. 하지만, 이러한 경우에는 이동단말이 마지막으로 전송 받은 패킷의 순서번호에 대한 처리와 재전송과정을 재설정하기 위한 과정 등의 시간이 고려되기 때문에 앞서 언급한 지연

시간보다 긴 시간 동안 서비스를 받지 못하는 처리지연시간이 증가한다[3].

그림1에서 표현되는 전체적인 지연시간은 탐색과정과 인증과정 그리고, 재결합과정의 합으로 구성된다.

2.1. IAPP 구성 및 기능

IAPP방식은 하나의 ESS(Extension Service Set)안에서 각 AP간의 정보를 전달하여 이동단말에 대해 이동성을 제공해주는 기능을 수행한다. 이동단말이 하나의 BSS(Basic Service Set)에서 다른 BSS로 이동로 이동하여도 이동단말의 로밍 기능을 가능하게 해주는 역할을 IAPP가 수행한다. 각 BSS내에 존재하는 AP간의 통신을 이용하여 이동단말에 관한 정보를 교환하여 이동단말에게 이동성을 제공한다.

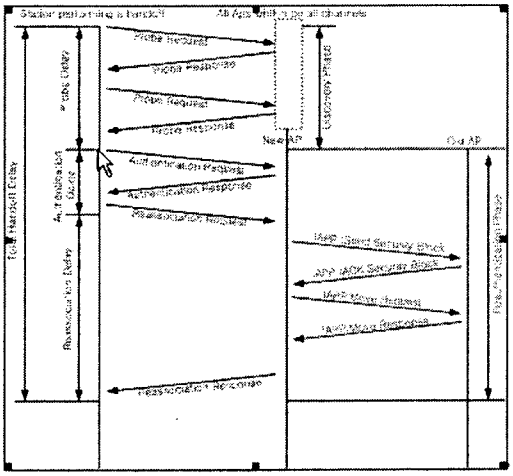

그림1 핸드오프 지연시간

각 AP간의 이동단말에 관한 정보는 패킷형식으로 구성하여 전달하게 된다. 그림1에서와 같이 이동단말이 이전 AP에 대한 주소정보를 포함하여 새로운 AP에게 전송한다. 이

때 새로운 AP에게 전달된 이전 AP주소를 참조하여 이전 AP에게 이동단말이 핸드오프 되는 과정 사이에 수신 되었을 패킷을 버퍼에 저장하고 있는 경우에는 해당 패킷을 TCP연결 방식을 사용하여 이전 AP로부터 새로운 AP로 전달하게 된다. 만일 버퍼가 존재하지 않는 경우에는 단순한 핸드오프 기능만을 수행하고 이동단말에 대해 끊김없는 서비스를 제공하는 이동성은 보장하지 못하게된다[4].

그림2는 IAPP의 프로토콜 스택을 보이고 있다. IAPP는 IP 상위계층에서 동작을 수행하며, 각 AP간의 통신과 인증서버와의 인증과정 또다른 형태의 AP 정보 전송에 관련된 정보를 전달하기위해서 사용한다.

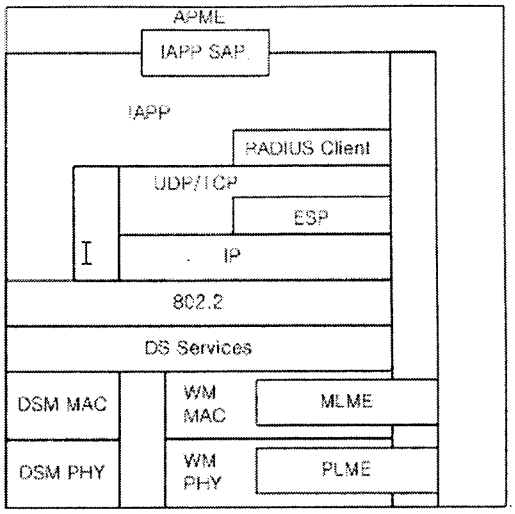

그림2 IAPP 프로토콜 스택

각각의 AP를 구별하기 위해서는 BSSID에 매핑되어 있는 IP주소 테이블을 작성하고 해당 주소를 찾는다. 이러한 주소매핑 기능을 수행하는 시스템이 구성되어야 하는데 IAPP에서는 인증서버 또는 DSM(Distribution System Medium)을 이용하여 IP 주소를 획득하여 AP간의통신을 수행한다. 만일, 인증서버를 사용하는 경우 RADIUS Client 부분을 사용 하므로 해당 요소가 필요하며, ESP(Encapsulation Security Payload)를 사용하여 RADIUS 서버와 보안통신을 수행한다.

Ⅲ. 제안하는 EIAPP의 방식

기존의 IAPP 방식은 각 AP 간의 통신이 가능하도록 구성되어, 이동단말에 이동성을 보장해 주는 핸드오프 기능을 사용할 수 있다. 하지만, 이동단말이 인접 AP로 이동하였음을 알리는 재전송 메시지를 받은 후에 이동단말에게 보내어 지는 패킷에 대한 임시 저장 기능을 수행하므로, 이동단말이 채널설정시간 후에 재결합메시지를 전송하는 시간동안에 발생하는 패킷에 대한 이동성을 보장하지 못하는 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 이동단말이 새로이 접속한 AP에 대해서 재결합 메시지를 전송하여 이동전에 사용하였던 AP에게 이동하였음을 알리는 메시지를 사용하여 이동을 알리는 방법을 사용하지 않고, 단말이 사용가능한 채널을 설정하기위해서 탐색기능을 수행할 때 단말의 이동을 확인하여 단말이 이전하기 전에 사용하였던 AP에게 알리는 방식을 제안한다. 그리고, 핸드오프 시간동안 이동단말에게 전송해야하는 패킷들을 임시 저장장소에 저장 할 수 있도록 설정한 후 이동단말이 핸드오프를 완료한 이후

저장된 패킷들을 이동단말로 전송하는 방식을 사용하여 단말의 이동성을 보장하는 방식을 사용한다.
이러한 방식을 사용하기 위해서 인접한 AP간 단말에 관한 정보를 교환하여 테이블을 생성하고, 단말의 이동을 빠르게 인식해야한다.

3.1 핸드오프기능 향상방안

앞서 언급한 제안사항을 사용하여 원활한 단말의 핸드오프를 지원한다. 먼저 로밍테이블의 생성은 단말의 이동을 탐색하기 위해서 사용된다. 단말이 이동할 때 새로이 접속하는 AP와의 채널 협상과정에서 전송되는 채널탐색 패킷내에 존재하는 이동단말의 MAC 주소값을 참조하여 현재 구성되어 있는 로밍테이블과 비교하여 만일 동일한 MAC 주소가 존재하는 경우에 단말의 이동으로 간주하여 단말이 이동 전 사용하였던 AP에게 핸드오프 기간 동안 이동단말에게 전송되는 데이터를 임시저장장소에 저장하게 하고 이동단말의 핸드오프가 완료되면, 저장 되었던 데이터를 이동단말이 이동한 해당 AP로 보내 AP에서 다른 AP로 이동하는 과정에서 발생되는 패킷의 유실을 막을 수 있다. 패킷이 유실된다면, 복잡한 재전송 과정을 거쳐서 다시 데이터를 받을 수 있다 이것은 핸드오프 기능은 제공되지만 지속적으로 일정량 이상의 서비스를 받지 못하는 문제점을 안고 있다. 따라서 핸드오프의 기능적인 향상을 가져오기 위해서는 핸드오프 기간 동안 발생하는 데이터에 대해서도 처리가 되어야 한다.
제안 방식에서는 기존의 방식인 IAPP방식을 보안하여 이동단말에 대한 AP간 탐색시간을 줄임으로 보다 빠른 핸드오프 기능 수행을 제안한다. 기존에는 앞서 언급한 바와 같이 재결합요청 메시지를 받은 후에 단말의 이동을 이동전에 사용하였던 AP에게 알리고 만일 핸드오프 과정 중에 이동하는 단말에게 전송되는 데이터가 발생하면 저장한 후 연결설정이 완료 되면 전송하는 방식을 택하고 있다. 또 다른 방식으로 이동단말과 AP사이에 일정수준 이하의 파워가 되면 자동적으로 단말에게 전송되는 모든 데이터를 저장하는 방식이 있다. 하지만, 이러한 방식을 사용하면 비정상적으로 연결이 종료되는 경우 모든 데이터를 저장하여야 하는 문제가 발생된다. 물론 타이머를 사용하여 제어 할 수 있으나 핸드오프를 전제로 타이머를 설정해야 하므로 긴 타이머 설정이 필수적이다. 따라서, 연결의 이상으로 종료 되거나 비정상적인 연결 종료와 같은 경우가 빈번히 발생된다면 많은 문제점을 발생 시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 AP간 이동하는 단말에게서 이동함을 알리는 메시지가 전송되어서 처리되는 방식만을 고려한다.

Ⅳ 모의실험 성능분석

성능분석을 위해서 핸드오프를 지원하는 방식과 제안하는 방식을 객체지향 시뮬레이션 프로그램인 SIMULA를 사용한다. 이동단말이 핸드오프 과정 동안 발생하는 데이터를 전송 받는 형태로 그림3과 같이 실시간 스트리밍 서비스를 받는 형태를 구성한다. 패킷의 형태는 UDP이며, 평균 패킷의 길이는 1500byte로 서버가 전송한다. 이동단말의 핸드오프 시간은 채널탐색 시간은 각 셀간 서로 다른 채널과 SSID를 사용한다. 채널탐색 지연시간은 각 채널당 평균 48ms 정도의 지연시간을 가지며, 평균 2.3ms의 재결합 요청 및 응답시간과 인증요청 및 응답시간을 1.3ms로 설정한다. 그리고 채널의 개수와 전체 대역은 802.11b를 기준으로 하여 11개의 채널 수와 11Mbps로 설정하여 시뮬레이션을 수행한다.

시뮬레이션 결과는 기존의 IAPP 방식과 제안한 EIAPP방식에 관한 것으로 핸드오프는 10초 간격으로 발생시켰으며, 앞서 언급했던 시뮬레이션 모델을 참조하여 실행한 결과이다. 이동하는 단말에게 전송되는 패킷의 형태는 UDP형태로 구성되며, 그림3에서와 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

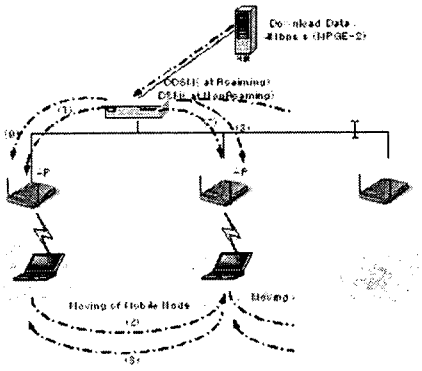

그림3 시뮬레이션 모델링

4Mbps를 전송하게 된다. 그림4에서와 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 채널설정지연시간과 재결합연결지연시간 그리고, 인증과정에 필요한 지연시간으로 구성된다. 기존의 IAPP방식에 대한지연시간의

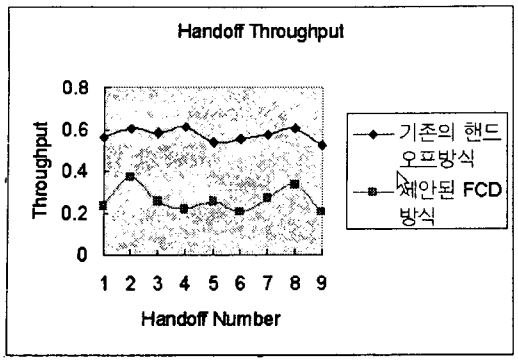

그림 4 핸드오프시 링크 효율

구성은 채널설정에 필요한 지연시간과 전송지연시간만을 고려한 재전송시간으로 구성된다. 제안하는 EIAPP방식은 채널설정에 관한 지연시간과 AP간에 버퍼링 되었던 데이터 전송에 관한 지연시간으로 구성된다. 두 방식의 시뮬레이션 결과의 차이점은 기존 방식이 재결합메시지 전송 이후에 단말의 이동을 확인하여 핸드오프 과정에서 단말에게 전송해야 하는 데이터를 저장하는 방법과 채널탐색과정에서 MAC

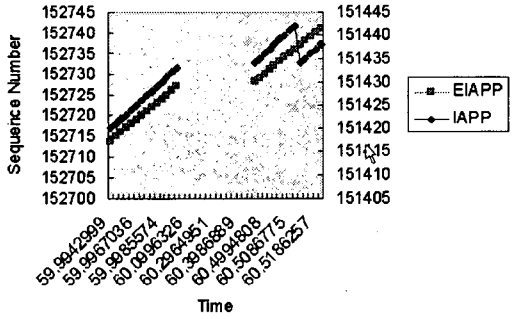

그림 5 재전송과정에 의한 패킷의 중복

주소를 참조하여 단말의 이동을 미리 알려서 핸드오프 과정에서 단말에게 전송하는 데이터를 저장하여 재전송과정을 거치지 않고 전송하는 방식을 사용하여 기존의 방식보다 핸드오프과정으로 인한 Throughput 감소가 적게 발생함을 나타내고, 95%

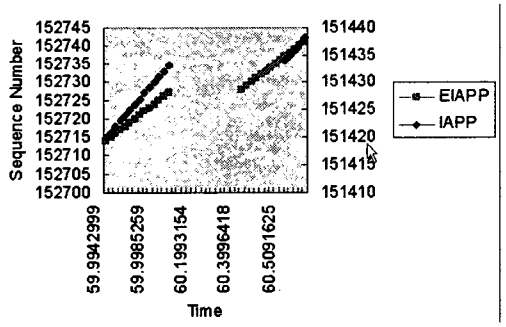

그림6 중복순서번호를 제거한 단말의 수신 순서번호

의 데이터 전송률을 갖는 스트리밍 서비스를 가정한다면 핸드오프가 발생하더라도 핸드오프간에 발생하는 데이터 유실이 5%미만으로 발생하므로 끊김 없는 서비스가 가능하다. 따라서 전체 핸드오프 시간 중 가장 많은 부분을 차지하는 채널탐색과정 중에 이동단말을 확인하는 방식을 사용하게 되면 그림6과 같은 성능향상을 보인다. 또, 그림은 핸드오프 지연시간에 따른 전송하는 순서번호에 관한 것으로 제안방식에서 처리되는 왼쪽축의 순서 번호와 기존방식에서 처리하는 패킷의 순서번호를 나타낸다. 시뮬레이션 과정에서는 9번의 핸드오프를 발생한다. 그 중 6번째 핸드오프 과정에서 나타나는 순서번호를 도시한다. 두 방식에서 연결이 끊어지는 영역은 핸드오프 과정에서 발생하는 지연시간을 의미하며, 단말이 핸드오프과정에서 발생하는 지연시간을 나타낸다.

V 결론.

본 논문에서는 무선 랜 환경에서 단말을 사용하는 사용자의 이동으로 인한 서비스영역의 변화에도 끊김 없는 서비스를 제공하기 위한 방식에 대해서 살펴보았다.

이러한 끊김 없는 서비스를 제공하게 되면 그림과 같이 중복되는 패킷을 전송 받지 않아도 되는 장점과 중복되는 패킷으로 인한 망의 성능 저하를 가져오는 요소를 제거하는 결과를 가진다.

끊김 없는 서비스를 사용한 실시간 서비스와 낮은 패킷 손실 및 중복패킷의 제거는 빠른 핸드오프를 지원하는 방식들과 병행하여 사용한다면 좀 더 효율적인 단말의 이동성을 보장하는 방식으로 진화 할 것으로 생각된다.

[참 고 문 헌]

[1] Matthew S. Gast, "802.11 Wireless Networks" O'REILLY Inc, April 2002.

[2] El-Hoiydi, A,"Implementation options for the distribution system in the 802.11 wireless LAN infrastructure network" IEEE International Conference on ,1 ,June 2000.

[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]. Christian Bettstetter, "Smooth is Better than Sharp than Sharp: A Tandom Mobility Model for Simulation of Wireless Networks" ACM MSWiM 2001,July 2001.