

무선 LAN 환경에서 프레임 손실 없는 Semi-Soft 핸드오프 방안

정희원 김 병 호* 민 상 원**

A Semi-Soft Handoff Mechanism with Zero Frame Loss in Wireless LAN Networks

Byung-Ho Kim*, Sang-Won Min** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN의 불완전한 link mobility를 해결하기 위한 semi-soft 핸드오프 방안을 고찰하였다. 제안한 방법은 AP와 portal 부분에 버퍼와 MAC 라우팅 테이블을 추가하여 이동 단말이 핸드오프 시간동안 받지 못하는 프레임을 기존 AP의 버퍼에 저장하고 핸드오프 후에 갱신된 MAC 라우팅 테이블을 이용하여 프레임을 portal에서 이동한 AP로 reroute 하였다. 이후 이동 단말은 이동 중에도 프레임의 손실 없이 지속적으로 프레임의 수신이 가능하게 되어 IEEE 802.11 무선 LAN 환경에 mobile IP나 voice over IP (VoIP) 같은 실시간 서비스의 구현을 가능하게 한다. 제안한 핸드오프 방법의 성능 측정을 위하여 시뮬레이션을 수행하였으며 프레임 손실 없이 실시간 서비스에 적합한 지연 시간안에 프레임이 이동 단말로 전달되는 것을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a semi-soft handoff mechanism to provide link mobility in IEEE 802.11 wireless LAN environment. Buffers and routing tables in APs and portals are provided in order to reroute frames, which have not been received during handoff time and have been buffered in an old AP, to a new AP after handoff is performed. For the re-routing operation, the MAC routing table should be updated by exchanging information of a mobile terminal between neighbor APs. With our proposed scheme, a wireless LAN node can perform semi-soft handoff while changing its attached AP and provide mobile IP and/or real-time service like voice over IP. Also, we have done simulation for evaluation of the performance of the proposed scheme. We show that our semi-soft handoff mechanism can be applied for real-time service with no frame loss in mobile environment.

I. 서 론

최근 이동단말 성능의 발전에 따라 노트북 컴퓨터, personal digital assistance (PDA) 등의 이동단말의 사용이 증가하고 있고, 많은 인터넷 이용자들은 언제 어디서나 고품질의 인터넷 서비스를 제공받기를 원하고 있다. 이러한 환경으로 인하여 무선

LAN이 많은 주목을 받고 있으며 무선 LAN의 사용이 점점 확대되고 있다. 또한 무선 LAN 단말을 이용하여 이동 중에도 지속적으로 인터넷 서비스를 제공받기 위하여 무선 LAN 환경에 mobile IP의 적용에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며, 특히 모든 이동단말에게 IP 주소할당이 가능한 mobile IPv6를 무선 LAN 환경에 적용하려는 논의도 활발

* LG CDMA단말사업부 S/W개발실 (canon93@lge.com), ** 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜연구실 (min@daisy.kw.ac.kr)
논문번호 : 030014-0107, 접수일자 : 2003년 1월 7일

하게 진행되고 있다[1].

무선 LAN 환경에 mobile IP를 적용하면 IP level의 이동성을 제공할 수 있다. 그러나 노트북 컴퓨터 같은 이동단말이 이동 중에도 끊김 없이 지속적으로 인터넷 서비스를 받기 위해서는 이동단말의 링크계층의 이동성이 보장되어야 한다. 현재의 IEEE 802.11 무선 LAN은 링크계층의 이동성을 위하여 roaming을 정의하고 있지만, 기존 access point (AP)와의 연결을 끊고 새로운 AP와 연결을 맺기 때문에 이동단말이 새로운 AP로 이동하는 동안 프레임의 손실이 발생하여 링크계층에서의 지속적인 연결성을 제공하지 못한다. 이러한 단점으로 인하여 IEEE 802.11 무선 LAN 환경에 지속적인 인터넷 서비스를 제공하는데 제한이 있으며, 이동단말이 이동 중에는 인터넷 전화 같은 실시간 서비스의 제약이 있다는 단점이 있다[2].

본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN의 불완전한 link mobility를 보완하는 핸드오프 방안을 제시하였다. 제안한 핸드오프 방법은 AP와 portal에 버퍼와 MAC 라우팅 테이블을 추가하여 이동단말이 핸드오프 시간동안 받지 못하는 프레임을 버퍼에 저장하여 이동단말이 새로운 AP로 이동 후에 기존 AP의 버퍼에 저장되어 있던 프레임을 수신하도록 하고, MAC 라우팅 테이블을 이용하여 프레임을 portal에서 이동한 AP로 reroute 하여 이동단말의 이동 중에도 프레임의 손실이 없이 핸드오프가 가능하도록 하였다.

제안한 방법의 적용 가능성을 고찰하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였으며 mobile IP 또는 인터넷 텔리포니의 실시간 서비스 등에 적용 가능성을 확인하였다. 그리고 제안하는 방안을 무선 LAN에 적용할 때 영향을 주는 파라메타 추출을 위한 시뮬레이션을 수행하였으며 일반적인 대역폭의 중요성이 본 제안 방안에서는 적용되지 않음을 확인할 수 있었다.

본 논문은 1장에 이어서 2장에서는 IEEE 802.11 무선 LAN의 특징 및 access 방식에 대한 설명과 현재 IEEE 802.11 무선 LAN의 link mobility 지원 방법에 대하여 기술하였다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 핸드오프 방법에 대하여 설명하였고 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안한 핸드오프 방안에 대한 성능평가를 하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. IEEE 802.11 무선 LAN

2.1 IEEE 802.11 무선 LAN 구성요소

무선 LAN은 네트워크 구축 시 유선을 사용하지 않고 전파나 빛 등을 이용하여 구성된 LAN을 말한다. 무선 LAN은 다양한 정보와 자원을 공유할 수 있게 하는 LAN의 장점과, 제약 없는 연결성 제공이라는 편리성을 동시에 제공하고, 신뢰성 있는 데이터 전송과 유연성, 설치의 용이성을 장점으로 갖고 있다. 특히 무선 LAN은 지정학적인 설치의 제한을 받지 않으며, 단말의 위치변동 또는 추가 삭제 시에도 선로의 증설이나 변경이 필요 없어 인적, 경제적 비용을 유선 LAN에 비해 절감할 수 있다. 그러나 무선 LAN은 데이터 전송 속도가 유선 LAN에 비해 느리고, 아직은 초기 설치비용이 고가라는 점과 무선 LAN을 이용하여 여러 어플리케이션을 사용할 때 무선 LAN은 셀룰라 폰의 soft handoff와 같은 link mobility가 완전하게 지원되지 않기 때문에 무선 LAN 단말의 이동 중에는 voice over IP (VoIP) 같은 실시간 서비스의 제약이 있다는 단점이 있다[2][3].

그림 1은 IEEE 802.11 무선 LAN의 구성요소를 보여주고 있다. Station (STA)은 무선 매체에 대해 적합한 MAC 인터페이스 및 물리계층 인터페이스를 가진 단말로서 노트북 같은 이동단말에 무선 LAN카드를 설치한 장비를 말하고 AP는 STA가 직접 통신할 수 없는 지역의 단말과 통신이 가능하도록 연결하는 역할을 수행한다. Basic service set (BSS)는 point coordination function (PCF), distributed coordination function (DCF)와 같은 coordination function에 의해 통제되는 station의 집합으로 하나의 AP가 서비스 할 수 있는 cell 반경 안에 있는 STA의 집합을 말한다. Distribution system (DS)는 BSS 사이의 연결과 유선 LAN과 연결하기 위해 제공되는 system으로 IEEE 802.11 표준에서는 DS system의 구성 방안에 관해서는 정의하지 않았다. Distribution system service (DSS)는 DS에서 제공되는 service의 집합으로 MAC을 이용해 MSDU (MAC service data unit)를 전달하는 기능을 수행한다. Extended service set (ESS)는 BSS 사이의 연결이나 단일 BSS가 DS를 통해 유선 LAN과의 연결을 지원하고, portal을 통해서 DS와 non-IEEE 802.11 네트워크와 논리적 연결점을 제공

한다. Station service (SS)는 BSS 내의 STA 사이에 MSDU 교환과 인증, 암호화 기능을 수행한다 [2][4].

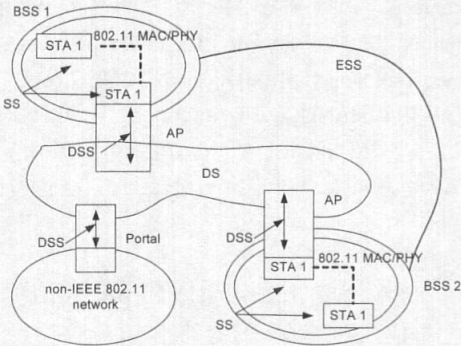


그림 1 IEEE 802.11 무선 LAN 구조

2.2 IEEE 802.11 MAC

IEEE 802.11 MAC은 independent 구성과 infrastructure 구성 방법을 지원하고 carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA) 방식을 이용한 DCF를 기본 access protocol로 사용하고 실시간 서비스를 위한 PCF도 지원된다. 또한 AP 사이에서 STA의 이동성을 지원하기 위하여 roaming이 사용되고, STA의 전원 관리를 위한 power management 기능과 wired equivalent privacy (WEP)를 이용한 보안 기능을 지원한다.

IEEE 802.11에서는 기본 access 방법으로 DCF가 이용되는데 DCF는 CSMA/CA를 이용하여 무선환경에서의 frame 충돌을 방지 해준다. DCF 방식에서는 무선 매체의 사용여부 및 random backoff, 전송 프레임에 대한 ACK를 이용하여 프레임을 전송한다. CSMA/CA는 채널의 실질적인 상황을 이용할 수 있으며 각종 제어 명령을 사용하여 virtual carrier sensing이 가능하다. Virtual carrier sensing은 두 가지 방식으로 이루어지는데 데이터 프레임의 duration/ID 필드를 이용하여 duration 기간만큼 매체를 다른 STA이 사용하지 못하게 하는 방법과 request to send/clear to send (RTS/CTS)와 같은 제어 프레임을 이용하여 매체 사용을 예약하는 방법이 있다. 특히 RTS/CTS를 이용하는 방법은 hidden node problem을 해결하기 위한 방안으로 사용된다. 그러나 RTS/CTS는 broadcast나 multicast 트래픽에 대하여 사용할 수 없으며, 추가적인 오

버헤드로 인한 성능저하를 가져 올 수 있는 단점이 있다.

그림 2는 DCF의 기본 access 방법을 나타내고 있는데 STA는 매체가 DCF inter-frame space (DIFS) 이상의 기간동안 사용되지 않고 있으면 자신의 frame을 전송하기 시작한다. 만일 매체가 DIFS 이상의 기간동안 비어있지 않는 경우에는 backoff 알고리즘을 이용하여 일정시간 뒤에 재전송을 시도하게 된다. 또한 DCF는 신뢰성 있는 전송을 위하여 MAC level에서 ACK를 사용하는데 수신측에서는 전달된 frame을 받고 cyclic redundancy check (CRC) 검사 후 frame에 이상이 없으면 ACK를 송신측에 전달하여 신뢰성 있는 전달을 가능하게 해준다. 송신된 프레임에 대하여 ACK가 없는 경우에는 송신측에서 일정 시간 후에 재전송을 시도하고, 수신측에서 ACK를 송신할 때 에러가 발생한 경우에도 ACK가 없는 경우와 동일하게 처리된다[2][6].

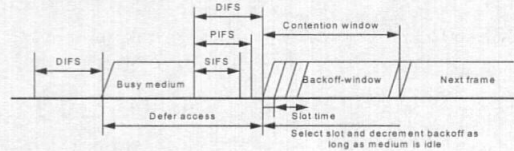


그림 2 IEEE 802.11 기본 액세스 방법

2.3 IEEE 802.11 무선 LAN의 Link Mobility 지원방법

현재 IEEE 802.11 무선 LAN에서 link mobility를 지원하기 위한 방법으로 roaming을 사용한다. Roaming은 IEEE 802.11 MAC에서 지원되는 중요기능 중에 하나로서 STA가 현재 AP와의 연결상태가 좋지 않은 경우나 STA가 다른 AP로 이동하는 경우 실시하게 된다. STA는 scan 기능을 이용하여 주위 AP와의 연결 상태를 파악한 후 연결 상태가 좋은 AP와 reassociation을 통해서 새로운 연결을 맺는다. 그림 3은 roaming 시 STA와 AP 사이의 메시지 교환 과정을 보여주고 있는데 STA가 PROBE 메시지를 통하여 주위 AP를 scan 하고 각 AP로부터 받은 PROBE response 메시지를 이용하여 적합한 AP를 선택한다. STA는 선택된 AP B와 연결을 위하여 REASSOCIATION request 메시지를 AP B에게 전달하고 REASSOCIATION response 메시지를 수신함으로써 STA는 AP A에서 AP B

로 이동하게 된다. 그러나 roaming은 기존 AP와의 연결을 끊고 이동한 지역의 AP와 새로운 연결을 맺기 때문에 새로운 AP와 연결을 맺는 동안에는 프레임의 손실이 발생되어 지속적인 연결성을 제공하지 못하는 단점이 있다.

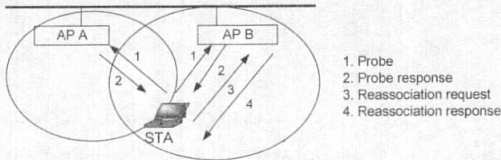


그림 3 IEEE 802.11 무선 LAN의 로밍 방법

그림 4와 같이 무선 LAN 환경에 mobile IP를 적용한 경우, STA가 foreign 링크의 다른 AP영역으로 이동할 경우에는 correspondent node (CN)는 STA1이 이동하기 전의 AP A를 통하여 STA1과 통신을 수행하게 되어 STA1이 AP B로 이동하는 동안 CN에서 전달되는 프레임을 수신하지 못하게 되어 프레임 손실이 발생된다. IEEE 802.11 무선 LAN은 완벽한 link mobility가 제공되지 않기 때문에 STA가 AP 사이를 이동하는 경우에도 프레임의 손실이 없는 연결성을 제공하기 위한 핸드오프 방안이 요구된다[2][7].

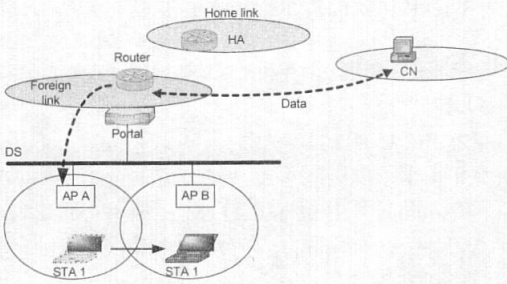


그림 4 STA가 AP B로 이동할 경우 프레임의 전달 방향

또 다른 방법으로 현재 IEEE 802.11 Task Group f에서 표준화되고 있는 inter access point protocol (IAPP)가 있다[4]. IAPP는 STA가 AP사이를 이동하는 경우에 지속적인 연결성을 제공하는 roaming 방안에 대하여 규정하고 있다[4]. IAPP는 IEEE 802.11의 확장으로 AP 사이를 STA가 이동할 때, STA의 interoperability, mobility, handover 등을 지원하고 AP의 구성방법을 제공하고 있다. IAPP는 announce protocol과 handover protocol 두

가지로 구성된다. Announce protocol은 두 가지 메시지가 사용되는데 ANNOUNCE.request 메시지와 ANNOUNCE.response 메시지를 이용하여 새로운 AP의 동작을 다른 AP에게 알려준다. 또한 AP의 management 기능을 각 AP에게 전달하고 AP의 coordination 정보를 제공한다. Handover protocol도 announce protocol과 비슷하게 HANDOVER.request 메시지와 HANDOVER.response 두 가지 메시지로 구성되어 STA가 다른 AP로 이동할 경우, 기존 AP의 버퍼에 저장 되어있던 프레임을 전송하여 준다.

III. 제안한 프레임 손실 없는 Semi-Soft 핸드오프 방안

3.1 기본환경 및 DS 구성

기존 무선 랜 환경에서는 핸드오프 개념이 도입되지 않고, 대신에 roaming을 사용하여 STA가 AP 사이를 이동할 경우에 새로운 AP와의 연결을 맺는 방법을 이용하였다. 그러한 이유로 STA가 AP 사이를 이동할 경우에는 지속적인 연결성을 유지하기 힘든 단점이 있었다. 본 논문에서는 제안된 방법을 통하여 STA가 AP 사이를 이동할 경우에도 프레임의 손실이 없도록 하는 soft 핸드오프 방안을 제시하였다. 그러나 본 논문에서 제안된 방법은 STA가 동일 DS 영역내의 AP 사이를 이동하는 경우에 한정하여 적용하였기 때문에 완벽한 soft 핸드오프라고 하기에는 부족하다. 그래서 본 논문에서 제안된 핸드오프 방법을 semi-soft 핸드오프라 명명하였다.

본 논문에서는 STA의 프레임 손실 없는 핸드오프를 지원하기 위하여 그림 5와 같이 DS와 유선 LAN을 분리하여 DS를 구성하고 각 AP에 MAC layer 라우팅 테이블을 구성하여 이용한다. 각 STA는 association 과정을 통하여 자신의 MAC 주소를 AP에게 등록하여 AP의 라우팅 테이블에 자신의 MAC 주소를 추가한다. 또한 STA는 AP와의 연결 상태를 계속 모니터링 하여 scan 시점 도달 여부를 파악하게 된다. AP는 PROBE 메시지를 통하여 STA의 이동 시도를 파악하고 reassociation 과정을 통하여 STA의 이동을 확인한다[8][9].

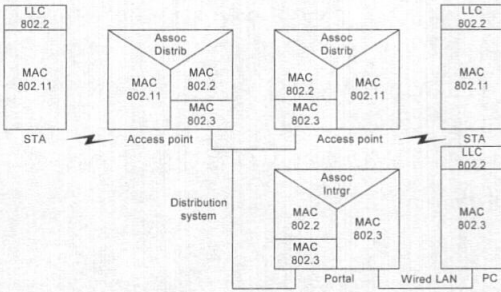


그림 5 DS 구성시 각 망 요소들의 프로토콜 스택

그림 6은 DS와 유선 LAN을 분리하여 구성된 무선 LAN 네트워크이다. 각 AP는 자신의 서비스 영역 안에 있는 STA의 MAC 주소 정보를 association 과정을 통하여 획득하고 STA의 MAC 주소와 AP의 MAC 주소에 대한 라우팅 테이블을 유지한다. 표 1은 각 AP에 STA가 등록된 후 라우팅 테이블을 보여주고 있다. 표 1에서 초기 라우팅 테이블은 각 STA의 NEXT가 AP로 되어있음을 확인할 수 있는데 infrastructure 구성의 무선 LAN에서는 동일한 AP에서 서비스 받는 STA 사이에 데이터 전달 시 반드시 AP를 거쳐야 하기 때문이다[2]. 또한 일반 유선 LAN과 논리적인 연결점을 제공하는 portal에 AP와 마찬가지로 STA의 MAC 주소와 AP의 MAC 주소에 대한 라우팅 테이블과 버퍼를 설치하여 STA가 핸드오프 이후에 바뀐 라우팅 테이블을 이용하여 프레임을 수신하도록 한다. 그리고 기존 AP의 버퍼에 저장되어 있던 프레임을 새로운 AP가 수신하는 동안 STA로 향하는 프레임을 portal의 버퍼에 저장한 후, 기존 AP에서 routing confirmation 메시지가 broadcast 된 이후에 update된 라우팅 테이블에 따라서 새로운 AP로 STA의 데이터를 전달한다.

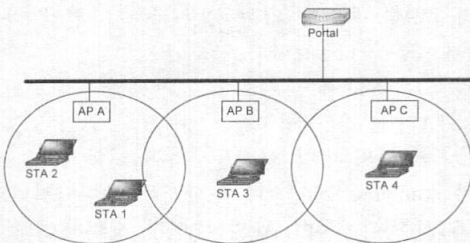


그림 6 무선 LAN 구성의 예

표 1 STA가 AP에 등록된 후 라우팅 테이블

		AP A		AP B		AP C	
	DEST	NEXT	DEST	NEXT	DEST	NEXT	
STA1	AP A	STA3	AP B	STA4	AP C		
MAC	MAC	MAC	MAC	MAC	MAC	MAC	
STA2	AP A						
MAC	MAC						

3.2 Semi-soft 핸드오프 방안

그림 7은 STA1이 AP A에서 AP B로 이동하는 경우 메시지 교환 과정을 보여주고 있다. STA1은 AP와의 연결상태를 계속 모니터링하고, AP A와의 연결 신호의 세기가 약해지면 scan 시점으로 판단하여 scan을 위한 PROBE 메시지를 AP로 전송한다. STA1로부터 PROBE 메시지를 받은 각 AP는 PROBE response를 STA1으로 하고 PROBE 메시지를 받은 AP A는 STA1의 이동시도를 파악하여 자신의 버퍼에 STA1으로 향하는 프레임을 저장한다. STA1은 각 AP로부터 받은 PROBE response 정보를 통하여 각 AP와의 연결 상태를 파악하고 AP B의 신호 세기가 AP A에 비해 강할 경우, STA는 AP B로 이동을 결정하고 AP B와 연결을 위해 REASSOCIATION request 메시지를 AP B에게 전송하고 REASSOCIATION response 메시지를 받음으로써 AP B에 등록하고 AP B로 이동하게 된다.

STA1이 이동한 AP B는 자신의 라우팅 테이블에 STA1의 라우팅 정보가 없음을 확인하고 STA1의 MAC 주소 정보를 이용하여 DS에 routing update 메시지를 broadcast 한다. AP B로부터 broadcast된 routing update 메시지는 DS 내의 모든 AP와 portal로 전달되어 각 AP와 portal은 자신의 라우팅 테이블을 update 한다. AP B로부터 routing update 메시지를 받은 AP A는 자신의 라우팅 테이블에 STA1의 MAC 주소가 있음을 확인하고 자신의 버퍼에 저장된 STA1의 프레임을 AP B에게 전달하여 STA1이 AP B로 이동 중에 수신하지 못한 프레임을 수신하게 한다. 또한 routing update 메시지를 받은 portal은 자신의 라우팅 테이블을 update 하고 AP A에서 routing confirmation 메시지가 broadcast 될 때까지 STA1으로 향하는 프레임을 자신의 버퍼에 저장한다. AP A가 버퍼에 저장된 STA1의 프레임을 전송한 이후에 AP A는 routing confirmation 메시지를 DS에 broadcast

하여 AP A의 버퍼에 STA1의 프레임이 없음과 STA1이 AP A가 서비스하고 있는 영역을 떠났음을 알려준다. 표 2는 STA1이 AP B로 이동한 후의 변화된 각 AP의 라우팅 테이블을 보여주고 있다. AP A로부터 broadcast된 routing confirmation 메시지를 받은 portal은 자신의 버퍼에 저장되어 있던 STA1으로 향하는 데이터를 update된 라우팅 테이블에 따라서 AP B로 전달하여 주고 이후 STA1으로 향하는 모든 데이터는 AP B로 전달하여 준다.

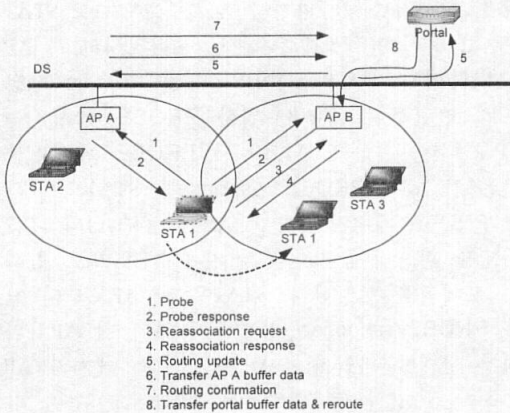


그림 7 STA1이 AP A에서 AP B로 이동한 경우 핸드오프 과정

표 2 STA1이 AP A에서 AP B로 이동한 경우 라우팅 테이블

AP A		AP B		AP C	
DEST	NEXT	DEST	NEXT	DEST	NEXT
STA1	AP B	STA3	AP B	STA4	AP C
MAC	MAC	MAC	MAC	MAC	MAC
STA2	AP A	STA1	AP B	STA1	AP B
MAC	MAC	MAC	MAC	MAC	MAC

그림 8에서는 제안된 핸드오프 방법이 적용된 무선 LAN 환경에서 mobile IP가 적용되었을 경우 데이터 flow를 보여주고 있다. Home 링크에서 foreign 링크로 이동한 STA1은 foreign 링크 안에서 사용할 COA를 구성하고 이후에는 foreign 링크 안에서 AP 사이를 이동하는 경우에도 제안된 핸드오프 알고리즘을 이용하여 프레임의 손실 없이 지속적인 데이터 수신이 가능하다. 그림 3.4와 같이 STA1이 AP A에서 AP B로 이동하는 경우에도 핸드오프 시간동안 AP A의 버퍼에 저장되었던 프레임을 AP B를 통

하여 전달받고, CN으로부터 전달되는 데이터를 portal에서 AP A에서 AP B로 reroute 해주기 때문에 STA1은 AP사이의 이동시에도 CN에서 전달되는 프레임을 손실 없이 전달받을 수 있게 되어 지속적인 통신이 가능함을 볼 수 있다 [2][10].

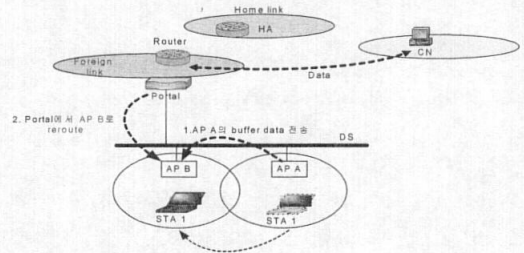


그림 8 제안된 핸드오프 알고리즘이 적용된 STA1의 데이터 흐름

3.3 Semi-soft 핸드오프 지원을 위한 STA와 AP의 동작 구성도

그림 9는 제안한 핸드오프를 지원하기 위한 AP의 동작 구성도를 보여주고 있다. AP에서 핸드오프 기능을 구현하기 위하여 그림 9와 같은 데이터 처리 과정이 필요하다. 각 AP에서는 수신한 메시지가 어떤 프레임인지 구분하고 수신한 프레임이 management 프레임인 경우, 각 메시지의 종류에 따라서 기능을 수행한다. 만약 routing update 메시지를 수신하는 경우에는 AP의 라우팅 테이블을 검색하여 자신이 서비스했던 STA의 MAC 주소가 있는 경우에는 버퍼에 저장되어 있던 프레임을 routing update 메시지를 전송한 AP에게 전달하고 라우팅 테이블을 update 한다. 그리고 routing confirmation 메시지를 DS에 broadcast 하여 AP A의 버퍼에 STA1의 프레임이 없음과 STA1이 AP A가 서비스하고 있는 영역을 떠났음을 알려준다. 그러나 STA의 MAC 주소가 없는 경우에는 자신의 라우팅 테이블을 update한다.

그림 10은 STA에게 핸드오프 기능을 부여하기 위한 STA의 동작 구성도를 보여주고 있다. STA는 항상 AP와의 연결 상태를 모니터링하고 신호 세기가 scan threshold 값에 도달하는지 판단한다. 만약 STA가 이동하여 AP와의 연결 상태가 좋지 않게 되면 STA는 새로운 AP를 찾기 위하여 PROBE 메시지를 전송하고 PROBE 메시지에 대한 응답인 PROBE response 메시지를 이용하여

AP를 선택한다. 새로운 AP를 선택한 STA는 연결을 맺기 위하여 REASSOCIATION request 메시지를 전송하고 AP와 연결을 시도한다.

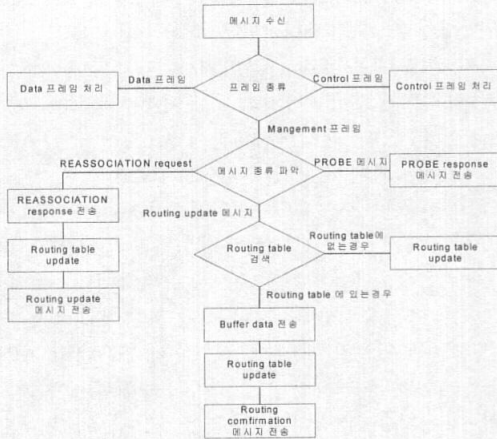


그림 9 핸드오프를 위한 AP의 동작 구성도

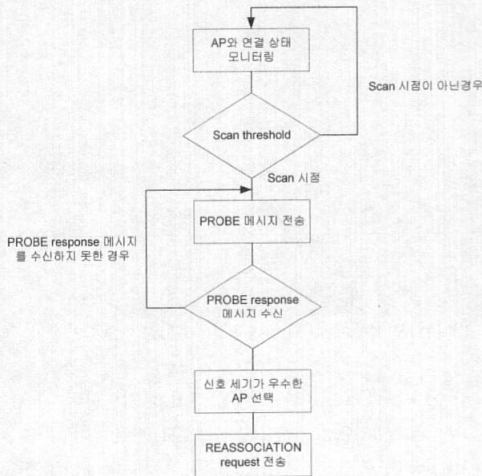


그림 10 핸드오프를 위한 STA의 동작 구성도

IV. 시뮬레이션 결과 및 고찰

본 장에서는 제안된 핸드오프 알고리즘에 대한 성능을 시뮬레이션을 통하여 검증하였다. 핸드오프 알고리즘의 성능평가를 위한 시뮬레이션 툴은 Lawrence Berkely National Laboratory (LBNL)의 network simulator 2 (NS 2)를 이용하였다[11]. 본 장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안된 핸드오프 알고리즘의 지연시간을 측정하여 제안된 핸드오프 알고리즘의 성능을 평가하고, 구성된 DS의 대역폭에 따른 핸드오프 지연시간에 대한 측정을 통하여 DS

의 대역폭과 제안된 핸드오프 알고리즘의 관계를 살펴보았다.

4.1 시뮬레이션 환경

시뮬레이션 환경은 커널 2.4.2 레드햇 계열의 리눅스를 OS로 사용하였고 NS-2.1b6a 버전을 이용하여 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션에 사용된 네트워크는 그림 11과 같이 구성하고, 10 Mbps 대역폭을 가지고 1 ms의 지연시간을 갖는 유선 LAN 환경으로 portal과 연결된 host에서 UDP 프레임을 STA1으로 전송하는 환경에서 실시하였다. 시뮬레이션을 위하여 구성된 DS의 대역폭은 2, 5, 10, 100 Mbps 환경에서 각각 시뮬레이션을 하였고 지연시간은 표 3과 같이 각 대역폭에 따라 달리 설정하였다. 또한 무선구간의 데이터 전송률은 2 Mbps로 설정하고, 무선구간의 환경변화를 고려하여 지연시간을 1 ms로 설정하여 실험을 진행하였다.

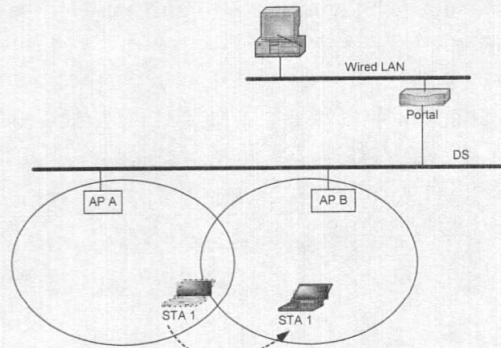


그림 11 시뮬레이션 네트워크

표 3 시뮬레이션에 사용된 링크 대역폭 및 지연시간

대역폭	무선구간	D S			
		2 Mbps	5 Mbps	10 Mbps	100 Mbps
지연시간	1 ms	7 ms	2 ms	1 ms	0.2 ms

시뮬레이션은 portal과 유선 LAN 환경으로 연결된 host에서 portal을 통하여 200 byte 크기의 UDP 프레임을 20 ms 간격으로 STA1으로 전송할 때, AP A의 영역에서 서비스 받는 STA1이 AP B의 서비스 영역으로 이동하였을 경우에 제안된 핸드오프 알고리즘을 적용하여 핸드오프 지연 시간을 측정하였다. 핸드오프 지연시간

은 AP A에서 서비스 받는 STA1이 AP B로 이동을 위하여 PROBE 메시지를 전송하는 시점에서부터 STA1이 AP B로 이동 후 AP A의 버퍼에 저장된 프레임은 AP B를 통하여 수신하고, AP A에서 routing confirmation 메시지를 DS에 broadcast 하는 시간까지를 측정하였다. 또한 DS의 대역폭을 2, 5, 10, 그리고 100 Mbps로 각각 변화시키면서 각 DS 대역폭에 따른 핸드오프 지연시간을 측정 하였다.

4.2 제안된 Semi-soft 핸드오프 알고리즘에 대한 실험결과

Portal과 유선 LAN 환경으로 연결된 host에서 portal을 통하여 200 byte 크기의 UDP 프레임을 20 ms 간격으로 STA1으로 전송할 때 AP A의 영역에서 AP B의 영역으로 이동한 STA 1의 핸드오프 지연 시간은 그림 12와 같다. 핸드오프 지연시간은 DS의 대역폭이 클수록 작게 나타났으나 제안한 핸드오프 알고리즘의 지연시간은 일반적인 유선 LAN의 대역폭인 10 Mbps나 100 Mbps로 구성하였을 경우에는 DS 대역폭의 변화에 대해서 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 또한 DS의 대역폭이 2 Mbps인 경우에도 핸드오프 지연시간이 200 ms를 넘지 않아 VoIP 같은 실시간 서비스를 STA의 이동 중에도 가능할 것으로 예상된다.

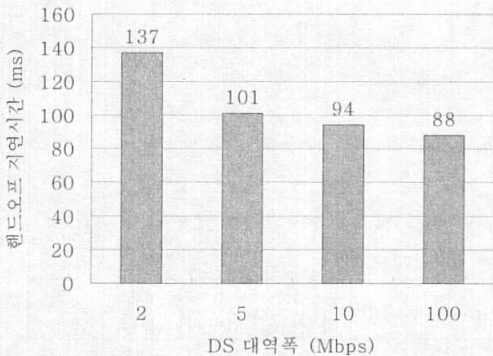


그림 12 DS 대역폭에 따른 핸드오프 지연시간

그림 13은 DS 대역폭이 2 Mbps인 경우 STA1이 프레임을 받는 시간을 표시한 그림이다. STA1은 AP A에서 서비스 받고 있다가 5.532 ms 이후에 AP B로 이동하기 위하여 핸드오프를 실시하여 AP A로부터 버퍼에 저장된 프레임을 수신하고, AP A가 routing

confirmation 메시지를 broadcast 하여 핸드오프 과정이 끝남을 보여주고 있다. 핸드오프 기간 중에 AP A의 버퍼에 6개의 프레임이 저장되고 STA1은 AP B로 이동 후에 버퍼에 저장되어 있던 프레임을 수신한다. 137 ms의 핸드오프 지연시간 이후에는 portal의 버퍼에 저장되어 있던 STA1의 프레임이 전달되고, 이후 update 된 portal의 라우팅 테이블에 의해서 프레임이 AP B로 reroute 되어서 전달된다. 그림 13에서 보듯이 제안된 핸드오프 알고리즘을 이용하면 STA1이 AP A에서 AP B로 이동할 경우에, AP B와의 새로운 연결을 맺는 동안 프레임이 손실되어 연결의 지속성을 유지하지 못하는 roaming과는 달리 핸드오프 지연시간 이후에 STA1이 AP A로부터 버퍼에 저장된 프레임을 수신하여 연결의 지속성을 유지하고 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 DS 대역폭이 5 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps인 경우도 2 Mbps와 비슷한 그래프 형태를 갖는다.

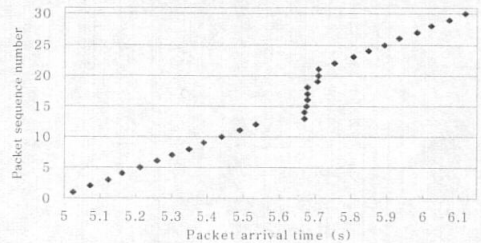


그림 13 DS 대역폭이 2 Mbps인 경우 프레임 도착시간

그림 14는 DS 대역폭이 2 Mbps인 경우에 프레임의 inter-arrival 시간을 그래프로 나타내고 있다. 일반적으로 음성과 같은 실시간 데이터를 주고받는 경우에 지연시간이 200 ms를 넘지 않는다면 사람의 청각은 음성 데이터가 끊김 없는 상태로 전달되고 있다고 판단한다. 그래서 핸드오프 지연시간이 200 ms를 넘지 않는다면 핸드오프 지연시간에 가장 민감한 음성 트래픽도 큰 문제없이 처리할 수 있다. 그림 14에서 보는 바와 같이 DS 대역폭이 2 Mbps인 경우에도 핸드오프 지연시간이 137 ms로서 핸드오프 지연시간이 200 ms를 넘지 않으므로 본 논문에서 제안한 핸드오프 방법을 이용할 경우에 무선 LAN 환경에서 VoIP와 같은 실시간 서비스가 가능하고 mobile IP의 적용이 가능함을 알 수 있다.

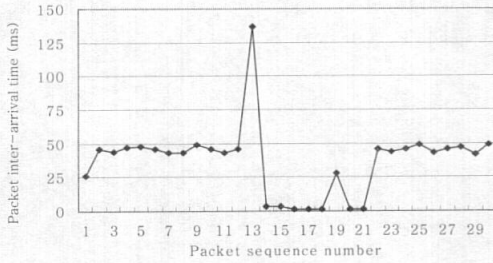


그림 14 대역폭이 2 Mbps인 경우 프레임의 inter-arrival 시간

그림 15는 DS 대역폭이 10 Mbps인 경우의 프레임의 inter-arrival 시간을 나타내고 있는데 DS 대역폭이 10 Mbps인 경우에는 핸드오프 지연시간이 94 ms임을 나타내고 있고 그림 16에서는 DS 대역폭이 100 Mbps인 경우에는 핸드오프 지연시간이 88 ms 임을 보여주고 있다. DS를 일반적인 유선 LAN의 대역폭인 10 Mbps나 100 Mbps로 구성하였을 경우에는 10 Mbps와 100 Mbps의 핸드오프 지연시간의 차이가 6 ms로서 큰 차이가 없다. 따라서 DS를 일반적인 유선 LAN으로 구성하였을 경우에는 DS 대역폭은 핸드오프 지연시간에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

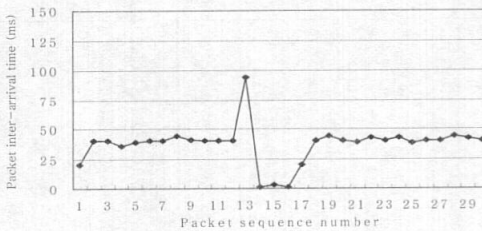


그림 15 DS 대역폭이 10 Mbps인 경우 프레임의 inter-arrival 시간

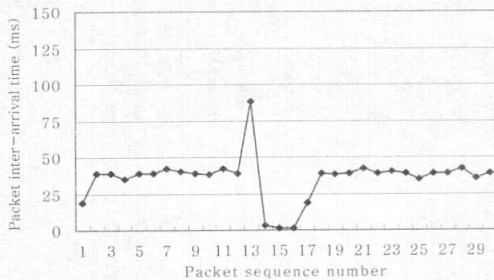


그림 16 DS 대역폭이 100 Mbps인 경우 프레임의 inter-arrival 시간

V. 결론

본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN 환경에서 이동단말이 AP 사이를 이동할 경우에도 프레임의 손실이 없도록 지속적인 연결성을 제공하기 위한 semi-soft 핸드오프 알고리즘을 제안하였다. 기존의 roaming은 무선 LAN 단말이 다른 AP로 이동하는 경우 프레임의 손실이 발생되어 지속적인 연결성을 유지할 수 없기 때문에 무선 LAN 환경에서 mobile IP나 VoIP의 구현에 제약이 있었다. 그러나 본 논문에서 제안한 semi-soft 핸드오프 알고리즘은 무선 LAN의 AP와 portal에 버퍼와 MAC 라우팅 테이블을 추가하여 무선 LAN 단말이 AP 사이를 이동하는 중에도 손실 없이 지속적인 연결성을 유지할 수 있도록 하였다.

또한 기존 IEEE 802.11의 management 프레임을 이용하여 핸드오프 과정에서 메시지 추가를 최소화시키고, 기존 IEEE 802.11 무선 LAN의 AP와 portal에 일부 기능을 추가시킨다면 IEEE 802.11 무선 LAN의 MAC 계층의 큰 변화 없이 핸드오프를 적용할 수 있는 장점도 있다. 제안된 semi-soft 핸드오프 알고리즘을 바탕으로 무선 LAN 단말이 이동 중에도 끊김 없는 연결성을 유지할 수 있게 되고 무선 LAN 환경에 mobile IP와 VoIP 같은 서비스의 구현이 가능함을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 semi-soft 핸드오프 알고리즘에 대해서 시뮬레이션을 통하여 그 성능을 측정하였고 DS의 대역폭을 2 Mbps로 구성할 경우에도 핸드오프 지연시간이 137 ms로서 핸드오프 지연시간이 200ms를 넘지 않아 IEEE 802.11 무선 LAN 환경에서 mobile IP나 VoIP 같은 실시간 서비스 제공이 가능함을 확인할 수 있었다. 또한 DS의 대역폭을 10 Mbps로 구성하였을 경우에는 94ms의 핸드오프 지연시간을 갖게 되어 DS 대역폭이 100 Mbps인 경우의 지연시간인 88ms와 큰 차이를 보이지 않아 일반적인 유선 LAN 환경으로 DS를 구성하였을 경우에는, DS 대역폭은 핸드오프 지연시간에 큰 영향을 끼치지 않음을 확인할 수 있었다.

향후 연구과제로써 본 논문에서는 동일 DS 환경에서의 핸드오프만을 고려하였으나, 무선 LAN 단말이 다른 DS 영역으로 이동하는 경우의 핸드오프 알고리즘에 대한 연구를 통하여 무선 LAN 네트워크에서 좀더 효율적인 핸드오

프를 지원하고 mobile IP와 VoIP 서비스가 좀더 원활하게 이루어지도록 하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] K. J. Lee *et al.*, "Implementation Trends of Mobile IPv6," IPv6 Forum Korea white paper 2001-005, 2001.
- [2] ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," January 1999.
- [3] J. Geier, WIRELESS LANs (Implementing Interoperable Networks), Macmillan Technical Publishing, 1999.
- [4] J. Geier, Wireless LANs, Second Edition (Implementing High Performance IEEE 802.11 Networks), SAMS, 2001.
- [5] B. P. Crow *et al.*, "Investigation of the IEEE 802.11 Medium Access Control (MAC) Sublayer Functions," INFOCOM 97, vol.1, pp. 126-133, 1997.
- [6] B. P. Crow, *et al.*, "Wireless Local Area Networks," IEEE Communications Magazine, vol. 45, no.4, pp. 116-126, September 1997.
- [7] C. Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [8] C. Lin Tan, *et al.*, "A Fast Handoff Scheme for Wireless Networks," WoWMoM, pp. 83-90, 1999.
- [9] E. Hoiydi, "Implementation Options for the Distribution System in the 802.11 Wireless LAN Infrastructure Networks," IEEE International Conference, vol. 1, pp. 164 -169, 2000.
- [10] J. Solomon, Mobile IP The Internet Unplugged, Prentice Hall, 1998.
- [11] UCB/LBNL/VINT network simulator ns (version 2), <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>