

# 무선 LAN 환경에서 마이크로 이동성 지원 방안 (A Micro Mobility Management Scheme in Wireless LAN Environments)

고 광 신<sup>†</sup>    차 우 석<sup>\*\*</sup>    김 형 준<sup>\*\*\*</sup>    조 기 환<sup>\*\*\*\*</sup>  
(Kwangsin Koh)    (Woosuk Cha)    (Hyungjun Kim)    (Gihwan Cho)

**요 약** Mobile IP는 무선 네트워크에서 단말의 이동성을 지원하기 위한 대표적인 IP 기반 프로토콜이다. 이 프로토콜은 단말의 이동 사실을 탐지하는데 소요되는 지연과 자신의 새로운 이동 위치를 홈 네트워크에 등록하는 지연 등 핸드오프 과정에서 두 가지 주요 지연요소를 가지고 있다. 본 논문은 IEEE 802.11 무선 LAN 표준에 따른 2 계층 핸드오프 처리과정을 분석하여 3 계층 핸드오프에 유용하게 적용할 수 있는 L2 트리거를 정의한다. 또한 L2 트리거와 네트워크 위상 정보를 이용하여 앵커 에이전트를 동적으로 구성하고, 다중 전송(Multiple-Casting)을 이용하여 패킷 분실을 방지하는 MCAA(Multiple-Casting using Anchor Agent) 기법을 제안한다. 제안하는 기법의 효율성을 분석하기 위해서 대표적인 마이크로 이동성 지원 기법인 Regional Registration 기법을 비교대상으로 핸드오프 지연과 패킷 분실 관점에서 분석 평가하였다.

**키워드** : 무선 LAN, Mobile IP, 마이크로 이동, 다중 전송, 앵커 에이전트, L2 트리거

**Abstract** Mobile IP is a base protocol to support host mobility in IP-based wireless network. It is well known that the protocol contains two main delay factors on a handoff process; one is to detect a host movement, and the other is to register the host's current location to its home network. This paper examines Layer 2(L2) handoff procedure in the IEEE 802.11 Wireless LAN, and identifies these L2 triggers that can be usefully applied to Layer 3(L3) handoff. Then, the MCAA(Multiple-Casting using Anchor Agent) mechanism is proposed. It makes use of the L2 trigger and the network topology to construct an anchor agent dynamically, and the multiple-casting scheme to prevent an ongoing packet to be lost. Using a network simulator, the proposed mechanism has been evaluated the handoff delay and the packet lost point of view, in comparison with the regional registration protocol which is the most well known micro mobility support mechanism.

**Key words** : Wireless LAN, Mobile IP, Micro Mobility, Multiple-Casting, Anchor Agent, L2 trigger

## 1. 서 론

고성능화, 소형화된 하드웨어 기술의 발달로 휴대형 단말기의 보급이 보편화됨에 따라 기존의 IP를 기반으로 하는 데이터 통신에 무선 이동통신을 결합하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 단말의 이동성 지원을 위한 대표적인 표준화 프로토콜은 Mobile IP이다[1]. Mobile

IP 핸드오프 과정의 주요 지연은 MH(Mobile Host)의 이동을 탐지하는데 소요되는 이동탐지지연(Movement Detection Delay)과 MH가 다음에 이동할 새로운 FA(Foreign Agent)의 CoA(Care of Address)를 HA(Home Agent)에 등록할 때 야기되는 등록지연(Registration Delay)으로 구분할 수 있다. 핸드오프 지연시간이 응용 서비스에서 허용되는 기준치보다 클 경우 서비스 제공이 단절되는 결과를 초래할 수 있다. 이러한 Mobile IP의 핸드오프 지연을 줄이기 위하여 크게 두 가지 관점에서 여러 기법들이 제안되고 있다.

먼저, 이동탐지 지연을 줄이기 위하여 핸드오프 시작이나 종료시점, 이동 후에 예상되는 네트워크 접속점과 같은 유효한 정보를 2 계층(링크 계층) 핸드오프 과정에서 획득하여 3 계층(네트워크 계층) 핸드오프 과정

<sup>†</sup> 비 회 원 : 성화대학 인터넷정보계열 교수  
kskoh@dcs.chonbuk.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비 회 원 : 전북대학교 컴퓨터통계정보학과  
wscha@dcs.chonbuk.ac.kr

<sup>\*\*\*</sup> 비 회 원 : 한국전자통신연구원 연구원  
khj@etri.re.kr

<sup>\*\*\*\*</sup> 종신회원 : 전북대학교 전자정보공학부 교수  
ghcho@dcs.chonbuk.ac.kr

논문접수 : 2003년 10월 22일

심사완료 : 2003년 12월 22일

서 이용하고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다 [2-4]. 그러나 이러한 연구들은 2 계층 프로토콜에 대한 구체적인 고려 없이 추상적인 개념의 L2(Layer 2) 트리거를 정의하여 이용하고 있다. 부가적으로 기존의 연구들은 3 계층 핸드오프를 효율적으로 수행하기 위해서 요구되는 다음 이동 네트워크 접속점에 대한 정보와 같은 모든 유용한 정보들을 L2 트리거가 제공한다는 가정을 기본 전제로 하고 있다. 그러나 2 계층에는 다양한 하부 기술들이 각기 다른 환경에서 운용될 수 있으며, L2 트리거에 포함될 것으로 가정한 정보들이 2 계층에서 제공될 수 없는 하부 기술들이 존재할 수 있다. 따라서 특정 환경의 2 계층에서 운용되는 하부기술에 대한 세부 분석을 통하여 유용한 구체적인 L2 트리거를 정의할 필요가 있다.

Mobile IP의 등록 지연을 줄이기 위하여 Regional Registration[5], TeleMIP[6], Cellular IP[7], HAWAII [8]와 같은 MH의 마이크로 이동(Micro Mobility)을 지원하는 프로토콜들이 제안되었다. MH의 새로운 이동 위치를 HA에 등록할 때 발생하는 등록지연시간은 MH의 현재 위치와 홈 네트워크 사이의 거리에 의해서 결정된다. 만약 MH가 홈 네트워크로부터 멀리 떨어져 있다면 등록 과정에 많은 지연을 야기하며 심각한 경우에는 응용 서비스의 단절을 초래할 수 있다. 기존에 제안된 마이크로 이동성 지원 프로토콜들은 MH의 이동을 도메인간의 매크로 이동(Macro Mobility)과 도메인 내에서의 마이크로 이동으로 구분하는 이중 구조를 갖는다. 매크로 이동에는 기본적으로 Mobile IP를 이용하고, 마이크로 이동에는 독자적인 마이크로 이동성지원 프로토콜이 이용된다.

본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN 표준에 준하는 2 계층 핸드오프 처리과정을 분석하여 3 계층 핸드오프에 유용하게 적용될 수 있는 구체적인 L2 트리거를 정의한다. 또한 정의된 L2 트리거를 이용하여 3 계층 핸드오프가 시작되기 전에 앵커 에이전트를 동적으로 구성하고, 앵커 에이전트에서 MH가 다음에 이동 가능한 다수의 후보 FA들에게 패킷을 다중 전송(Multiple-Casting)하여 패킷 분실을 방지하는 MCAA(Multiple-Casting using Anchor Agent) 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 802.11 무선 LAN 환경에서 L2 트리거를 이용하여 MH의 이동을 인지한 후에 네트워크 위상을 고려하여 앵커 에이전트를 3 계층 핸드오프가 시작되기 전에 능동적으로 구성한다. 앵커 에이전트는 Mobile IP에서의 HA 역할을 대신 수행하여 MH의 마이크로 이동을 지역적으로 관리한다. 앵커 에이전트는 무선 LAN 환경의 핫 스팟(Hot spot)과 같은 일정 영역의 도메인 내에서 MH의 마이크로 이동 관리를 지역적으로 최적화

하여 핸드오프 지연을 줄일 수 있다. 이는 MH의 이동을 멀리 떨어져 있는 정적인 HA(혹은 GFA)에 등록하는 것보다는 MH에 근접해 있는 앵커 에이전트에 MH의 이동위치를 등록하면 MH의 이동을 보다 효율적으로 지원할 수 있다는 직관적인 사실에 근거하고 있다. 다중 전송은 앵커 에이전트에서 MH가 이동 가능한 다수의 후보 FA들에게 패킷을 포워딩하는데 이용된다. 각 후보 FA들은 포워딩된 패킷을 일정시간 버퍼링하여 유지하며 MH와 nFA 사이에 새로운 링크가 연결되면 MH에게 패킷을 전송하여 패킷 분실을 방지한다. 제안하는 기법의 효율성을 검증하기 위해서 핸드오프 지연과 패킷 분실 관점에서 Regional Registration 기법을 비교대상으로 비교 분석하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 논문의 2장에서는 Mobile IP의 지연요소를 완화하기 위해서 제안되었던 기존의 연구 내용을 정리하였으며, 3장에서는 무선 LAN 환경에서 IEEE 802.11 무선 LAN 표준에 준하는 2 계층 핸드오프 과정을 분석하여 3 계층 핸드오프에 유용하게 적용될 수 있는 L2 트리거를 정의하였다. 4장에서는 후보 FA 및 앵커 에이전트를 선택하는 과정, MH의 지역등록과 패킷 전송 과정에 대한 세부적인 절차를 기술하였다. 5장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안하는 기법의 성능비교 결과를 기술하고, 6장에서 결론을 맺고 있다.

## 2. 관련연구

Mobile IP 핸드오프에서 발생하는 지연을 줄이기 위하여 다음과 같이 두 가지 관점에서 연구가 진행되고 있다. 첫 번째는 2 계층과 3 계층에서 독자적으로 연구되고 있는 프로토콜을 결합하여 2 계층 핸드오프에서 유추된 L2 트리거를 Mobile IP 핸드오프에 이용함으로써 효율적인 3 계층 핸드오프를 성취하는 접근 방법이다. 이러한 접근 방법의 대표적인 프로토콜로 Fast Handoff[2], Proactive Handoff[3], Low latency handoff[4] 등이 제안되었다. 이들 프로토콜들은 공통적으로 2 계층에서 운용되는 하부 기술에 대한 구체적인 고려 없이 정의된 추상적인 개념의 L2 트리거를 이용하고 있다. 이러한 프로토콜들은 Mobile IP 핸드오프를 효율적으로 수행하기 위해서 요구되는 정보들 특히, MH의 다음 이동 네트워크 접속점(nAP 혹은 nFA)에 대한 정보를 L2 트리거가 제공한다는 가정을 전제로 하고 있다.

그러나 802.11 무선 LAN 표준을 준하는 상용 제품들을 대상으로 2 계층 핸드오프를 경험적으로 실험하여 분석한 결과에 의하면, 802.11 무선 LAN 환경에서는 2 계층 핸드오프가 완료되기 전에 MH가 다음 이동 네트

워크 접속점에 대한 정보를 획득하기 어려운 것으로 분석되었다[13]. 이는 802.11 무선 LAN 표준에 준하는 2계층 핸드오프에서 단말이 이동할 다음 AP(Access Point)를 선택하는데 소요되는 스캔 지연(Scan delay) 시간이 전체 2계층 핸드오프 지연 시간의 90% 이상을 차지하기 때문이다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN 표준 기반의 2계층 핸드오프 절차를 분석하여 무선 LAN 환경에서 3계층 핸드오프에 실제 적용할 수 있는 L2-SH(Start Handoff) 트리거를 정의하였다. 또한 정의된 L2-SH 트리거를 이용하여 3계층 핸드오프의 지연을 줄이고 패킷 분실을 방지하는 MCAA 기법을 제안한다.

두 번째는 MH 이동을 원거리의 HA에 등록하는 대신에 GFA(Gateway FA) 혹은 AFA(Anchor FA)에 등록하는 지역등록 개념을 이용하는 마이크로 이동성지원 프로토콜에 대한 연구이다. 이러한 접근 방법의 대표적인 프로토콜로 Regional Registration[5], TeleMIP[6], Cellular IP[7], HAWAII[8]와 같은 마이크로 이동성지원 프로토콜들이 제안되고 있다. Cellular IP[7]와 HAWAII[8]는 홉 단위로 라우팅을 수행하는 호스트 기반 라우팅 기법을 이용하는 프로토콜으로써 단말의 이동성 지원에 탁월한 성능을 갖는다. 그러나 기본적으로 IP 라우팅 방식을 따르지 않기 때문에 자신만의 고유 라우팅 기법을 이용하는 독자적인 망 구조를 갖추어야 하는 호환성 및 확장성 문제가 있다. Regional Registration 프로토콜[5]은 계층적 Mobile IP 구조를 그대로 유지하면서 마크로 이동과 마이크로 이동을 구분하여 지원하는 이중 구조를 갖는 기본 마이크로 이동성지원 프로토콜이다. TeleMIP[6]은 Regional Registration에서 단일 GFA로 집중되는 과부하를 완화시키기 위해서 다수의 GFA를 구성하여 많은 MH들의 이동으로 인한 과부하를 분산시키기 위한 프로토콜이다.

MH의 마이크로 이동을 지원하는 기존의 프로토콜은 MH의 새로운 이동 위치를 HA에 등록하는 대신에 MH가 위치한 도메인의 루트에 위치해 있는 GFA에서 관리하거나 oFA(old FA)를 AFA로 지정하여 AFA와 nFA(new FA) 사이에 터널을 생성하여 MH의 마이크로 이동성을 지원하고 있다. 이에 반하여 본 논문에서 제안하는 MCAA 기법은 네트워크 위상 구조를 고려하여 동적으로 재구성되는 앵커 에이전트에서 MH의 이동을 관리하여 핸드오프 지연을 줄인다.

### 3. 무선 LAN 환경에서 유용한 L2 트리거 분석

이번 장에는 최근 빠르게 성장하고 있는 802.11 무선 LAN 표준을 준하는 2계층 핸드오프 과정을 분석하여 효율적인 3계층 핸드오프를 가능하게 하는 L2 트리거

를 식별하고 새로운 L2 트리거를 정의한다.

#### 3.1.3 계층 핸드오프에 유용한 L2 트리거

기존에 정의된 L2 트리거는 2계층 핸드오프와 관련된 이벤트를 3계층에 알리는 신호정보로써 표 1과 같이 5가지 종류로 구분하고 있다[4].

표 1 L2 트리거의 분류

L2-MT (L2 Mobile Trigger)	MH가 받는 L2 트리거
L2-ST (L2 Source Trigger)	oFA가 받는 L2 트리거
L2-TT (L2 Target Trigger)	nFA가 받는 L2 트리거
L2-LU (L2 Link Up)	MH 혹은 nFA가 받는 트리거로 MH와 nFA 사이에 링크가 연결되었음을 나타내는 L2 트리거
L2-LD (L2 Link Down)	oFA가 받는 L2 트리거로 MH와 oFA 사이에 링크가 해제되었음을 나타내는 L2 트리거

이들 L2 트리거들은 발생 시기에 따라서 두 가지 종류로 구분할 수 있다. L2-MT와 L2-ST, L2-TT는 nAP(new AP)로 새로운 링크가 생성되기 전에 발생하여 MH의 이동사실을 3계층에 알린다. L2-LU와 L2-LD는 MH와 nAP 사이에 새로운 링크가 생성된 후에 발생하여 2계층 핸드오프의 완료를 3계층에 알린다.

L2 트리거들이 3계층 핸드오프에 유용하게 이용되기 위해서는 두 가지 주요관점 즉, L2 트리거에 포함되는 정보와 L2 트리거의 발생시기의 관점에서 구체적으로 분석될 필요가 있다. L2 트리거에 포함되는 정보에는 nAP의 L2 식별자 혹은 nFA의 IP 주소 식별자와 MH의 IP 주소 식별자 등이 있다. 특히 MH가 이동할 다음 네트워크 접속점에 대한 정보는 3계층 핸드오프를 초기화하는 L2 트리거들(L2-MT, L2-ST와 L2-TT)에게 아주 중요한 정보이며 기본적으로 이들 정보들을 포함한다는 전제를 가정하고 있다. 그러나 2계층에서 운용되는 하부기술에 따라 이들 정보들을 L2 핸드오프가 완료되기 전에 획득할 수 없는 경우도 있다. 또한 기존에 L2 트리거의 발생시기는 2계층 프로토콜에 대한 구체적인 고려없이 3계층 핸드오프에 가장 유효하게 적용될 것으로 생각되는 시기를 가정하여 이용하고 있다. 그러나 유효한 L2 트리거의 발생시기는 2계층에서 동작하는 하부기술의 핸드오프 절차에 의존적일 수밖에 없다.

L2 트리거에 포함되는 정보와 L2 트리거의 발생시기는 2계층의 하부 기술과 밀접한 연관을 갖기 때문에 실제 3계층 핸드오프에 이용 가능한 L2 트리거를 정의하기 위해서는 2계층 핸드오프 절차에 대한 세부적인

분석이 선행될 필요가 있다.

**3.2 IEEE 802.11 무선 LAN 핸드오프 절차**

802.11 무선 LAN 핸드오프 과정은 최소한 MH, oAP(old AP), nAP의 3가지 구성요소에 의해서 수행된다. MH가 AP에서 다른 AP로 이동할 때, MH가 2 계층 핸드오프를 초기화하는 표준화된 방법은 없다. 상용화된 대부분의 무선 LAN 제품들의 경우, MH에서 현재 연결된 AP에서 송신되는 신호의 세기를 주기적으로 검사하고 미리 정의된 기준값과 비교하여 2 계층 핸드오프의 초기화 여부를 결정한다. 즉, IEEE 802.11 무선 LAN 표준에서 2 계층 핸드오프는 AP나 FA 같은 네트워크 구성요소가 아닌 MH에 의해서 초기화된다.

그림 1은 현재 상용화된 대부분의 무선 LAN 제품에 적용되는 802.11 무선 LAN 핸드오프 과정을 나타내고 있다. 2 계층 핸드오프 프로시저는 스캔 과정(Scan procedure)과 재연계 과정(Reassociation procedure) 두 단계로 구성된다. 스캔 과정은 MAC 계층의 스캔 프로시저에 의해서 수행되며, MH는 각각의 채널을 스캔하여 주변 AP들의 목록을 생성하고 신호의 세기가 가장 좋은 AP를 MH가 이동할 새로운 AP로 선택한다. 재연계 과정은 인증과 재연계 단계로 구분되어 수행된다. 802.11 MAC 계층 핸드오프 프로시저의 경험적 분석 결과에 따르면 전체 2 계층 핸드오프 지연중 스캔 과정에서 90% 이상의 지연이 발생하는 것으로 분석되었다[3].

**3.3 무선 LAN 환경에서 유용한 L2 트리거**

802.11 무선 LAN 환경에서 2 계층 핸드오프는 MH에 의해서 초기화되기 때문에 네트워크 요소인 oFA와 nFA에서 각각 발생하는 L2-ST와 L2-TT 트리거는

802.11 무선 LAN 환경에서 발생할 수 없다. L2-MT 트리거는 Low Latency Handoff[4]에서 정의하고 있는 것처럼 기본적으로 MH의 다음 네트워크 접속점에 대한 정보를 포함해야 한다. 802.11 무선 LAN 환경에서 MH의 다음 네트워크 접속점에 대한 정보는 802.11 무선 LAN 핸드오프 과정에서 스캔 프로시저가 성공적으로 완료된 후에 결정될 수 있다. 따라서 무선 LAN 환경에서 L2-MT는 그림 1의 “단계 2”이후에 발생하는 것이 가능하다. 그러나 다음 두 가지 주요 이유 때문에 L2-MT는 무선 LAN 환경에서 3 계층 핸드오프에 유용한 L2 트리거로 이용될 수 없다.

첫째, IEEE 802.11 MAC 계층 핸드오프 프로시저의 경험적 분석 결과에 따르면 스캔 과정의 지연시간이 2 계층 핸드오프 전체 지연의 90% 이상을 차지한다[13]. 따라서 그림 1의 스캔 과정이 완료된 후에 발생하는 L2-MT는 2 계층 핸드오프가 거의 완료되는 시점에 발생하기 때문에 3 계층 핸드오프 성능 향상에 많은 영향을 주지 못한다.

둘째, MH의 이동은 무선 네트워크의 다양한 조건과 평풍(Ping pong) 효과 등에 영향을 받는다. 또한 스캔 과정에서 선택된 nAP와 MH 사이에 인증 및 재연계 과정이 성공적으로 수행되지 못하는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 MH가 스캔 과정에서 선택된 nAP로 반드시 이동한다는 확실한 보장이 없다.

L2-LU와 L2-LD는 2 계층 핸드오프가 완료되어 새로운 링크가 생성되고, 이전 링크가 해제되었을 때 각각 발생하기 때문에 2 계층 핸드오프 절차와는 무관하게 이용하는 것이 가능하다. 802.11 무선 LAN 핸드오프 과정을 분석한 결과, 기존에 정의된 L2 트리거중에서

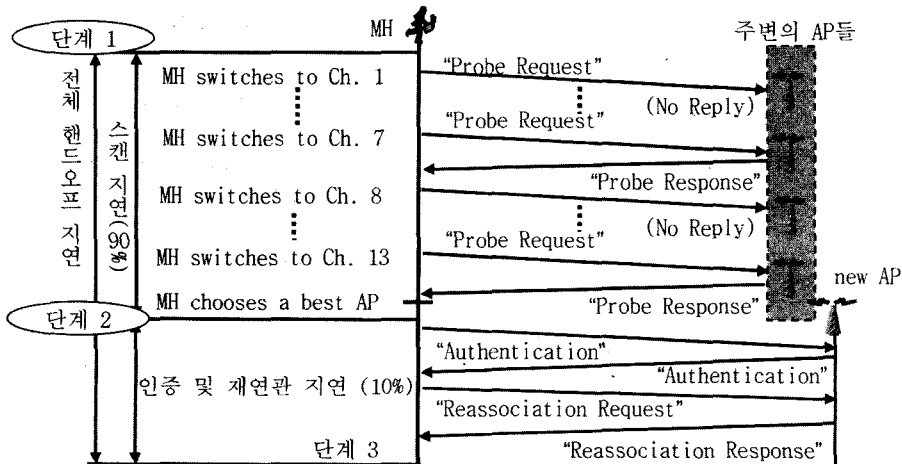


그림 1 IEEE 802.11 무선 LAN 핸드오프 과정

L2-LU과 L2-LD만을 유용한 L2 트리거로 이용 가능하다는 것을 알 수 있었다. 이들 L2-LU과 L2-LD 트리거는 3 계층 핸드오프에서 가장 많은 지연을 발생시키는 MH의 이동탐지 지연을 제거하는데 유용하게 이용될 수 있다.

본 논문에서 제안하는 MCAA 기법은 기존에 정의된 L2-LU을 그대로 이용하며, L2-SH라는 새로운 L2 트리거를 정의한다. L2-SH 트리거는 MH가 이동할 다음 네트워크 접속점과 같은 정보들을 포함하지 않으며, 단순히 MH에게 2 계층 핸드오프가 시작되었다는 사실만을 알리는 L2 트리거이다. 그러나 L2-SH 트리거는 2 계층 핸드오프의 시작 시점인 "단계 1"에서 발생하기 때문에 MH가 빠르게 자신의 이동 사실을 인지하고 다음 동작을 수행하도록 하여 효율적인 이동성지원을 가능하게 한다.

**4. MCAA 기법을 이용한 마이크로 이동성지원**

이번 장에서는 802.11 무선 LAN 표준과 유선 망을 결합하는 기본 네트워크 모델과 본 논문에서 제안하는 MCAA 기법에 대한 세부내용을 기술한다.

**4.1 무선 LAN 환경의 네트워크 모델**

기존에 제안된 마이크로 이동성지원 프로토콜들은 기본적으로 각 도메인의 라우터들이 계층적으로 구성된다는 것을 기본 전제로 하고 있으며, 제안하는 MCAA 기법 또한 FA들이 계층 구조를 갖는 것으로 가정한다. 각각의 FA들은 802.11 무선 LAN 표준[12]을 따르는 AP들과 결합되어 MH에게 무선 접속을 제공한다. 그림 2는 다수의 AP들과 결합되는 FA들이 계층적으로 연결되어 단일 도메인을 구성하는 무선 네트워크 모델을 나타낸다.

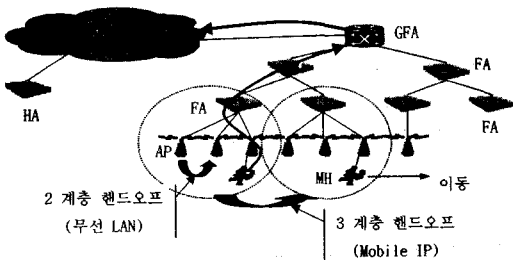


그림 2 무선 LAN 환경에서의 이동성지원 네트워크 모델

MH가 동일한 FA에 연결된 AP들 사이를 이동한다면 2 계층 핸드오프가 수행되며 3 계층 핸드오프는 수행되지 않는다. 그러나 MH가 서로 다른 FA에 연결된 2개의 AP 사이를 이동한다면 AP 사이를 이동할 때 2 계층 핸드오프가 수행된 후에 FA의 변경에 따른 3 계

층 핸드오프가 수행된다.

**4.2 MCAA 기법의 절차적 구조**

본 논문에서 제안하는 MCAA 기법은 3장에서 정의한 L2-SH 트리거를 이용하여 MH에게 끊임없는 이동 서비스를 제공하기 위해서 다음과 같은 4가지 세부절차들로 구성된다. MCAA 기법의 기본 구조는 Regional Registration 기법에서 기술된 마크로 이동(Macro Mobility)과 마이크로(Micro Mobility) 이동을 구분하여 지원하는 이중 구조를 이용한다.

첫째, 각 FA들이 자신과 한 홉 거리에 있는 주변 FA들을 탐색하여 이웃 FA 테이블을 생성하고, 테이블에 포함된 이웃 FA들을 MH가 이동 가능한 후보 FA로 결정하는 과정

둘째, L2-SH가 발생하면 이웃 FA 테이블에 포함된 FA들의 네트워크 계층정보를 이용하여 앵커 에이전트를 동적으로 선택하는 과정

셋째, 선택된 앵커 에이전트를 HA에 등록하는 과정

넷째, MH의 이동위치를 앵커 에이전트에 지역 등록하는 과정

**4.2.1 후보 FA 결정 과정**

후보 FA 결정 과정은 각 FA들이 자신과 이웃하는 FA를 발견하는 메커니즘을 이용한다[16]. 부가적으로 각 FA들은 도메인 내에서 자신의 네트워크 계층 구조를 알고 있다고 가정한다. 이웃 FA 발견 메커니즘의 동작과정은 그림 3과 같이 수행된다.

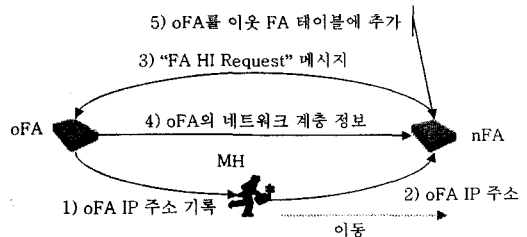


그림 3 이웃 FA 발견 메커니즘

- 1) MH는 nFA로 이동할 때, 이전 oFA의 IP 주소를 기록하여 유지한다.
- 2) MH는 nFA에게 이전 oFA의 IP 주소를 전달한다.
- 3) nFA는 oFA에게 "FA HI(Hierarchy Information) Request" 메시지를 전송하여 oFA의 네트워크 계층 정보를 요청한다.
- 4) oFA는 자신의 네트워크 계층 정보를 nFA에게 전송한다.
- 5) nFA는 자신의 이웃 FA 테이블을 갱신한다.

도메인 내에서 다수의 MH들이 각 FA들을 경유하여 이동하기 때문에 각 FA들은 점차적으로 주변의 한홉

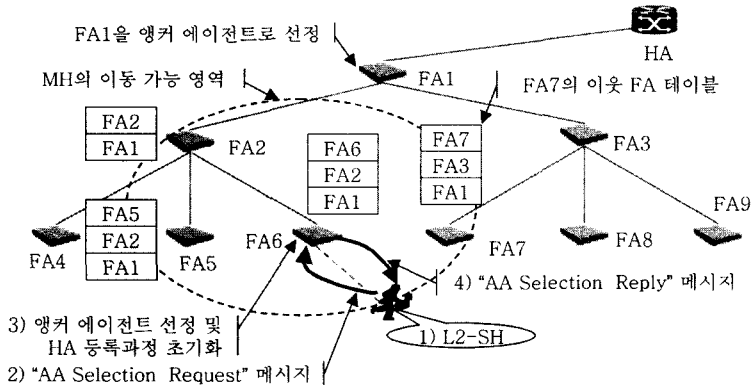


그림 4 앵커 에이전트 선정 과정

거리에 위치해 있는 FA들에 대한 정보를 축적하여 일정 시간이 경과한 후에는 이웃하는 모든 FA들에 대한 정보를 획득하여 이웃 FA 테이블에 유지하게 된다. 본 논문에서는 이웃 FA 테이블에 기록된 엔트리 FA들을 MH가 다음에 이동 가능한 후보 FA들로 선택한다.

4.2.2 앵커 에이전트 선정 과정

앵커 에이전트 선정은 각 FA에서 유지하고 있는 이웃 FA 테이블 정보를 이용한다. 이웃 FA 테이블에는 각 FA의 주변 FA들의 네트워크 계층 정보를 포함한다. 앵커 에이전트는 이들 주변 FA들의 네트워크 계층 정보를 비교하여 공통으로 교차하는 가장 상위의 FA를 앵커 에이전트로 선정한다. 그림 4는 앵커 에이전트 선정 과정을 나타낸다.

현재 MH는 FA6에 연결되어 있고 점선은 FA6의 이웃 FA 테이블에 포함된 FA들로서 MH가 현재 이동 가능한 후보 FA들을 나타낸다. FA6가 유지하고 있는 이웃 FA 테이블의 내용은 표 2와 같다.

표 2 FA6의 이웃 FA 테이블 내용

FA	이웃 FA	이웃 FA 테이블 내용
FA6	FA2	FA1 - FA2
	FA5	FA1 - FA2 - FA5
	FA7	FA1 - FA3 - FA7

앵커 에이전트 선정 과정은 MH가 L2-SH 트리거를 받고 초기화된다.

- 1) 2 계층 핸드오프가 시작되면 MH는 L2-SH 트리거를 받는다.
- 2) MH는 현재 연결된 FA6에게 “앵커 에이전트 선정 요청(Anchor Agent Selection Request)” 메시지를 전송하여 앵커 에이전트 선정과정을 초기화한다.
- 3) FA6는 이웃 FA 테이블에 포함된 FA2, FA5, FA6,

FA7의 네트워크 계층 구조를 비교하여 공통으로 교차하는 상위의 FA1을 앵커 에이전트로 선택한다. 이때 선택된 앵커 에이전트가 이전 앵커 에이전트와 다르다면 새로운 앵커 에이전트를 HA로 등록하는 과정을 초기화하고, 동일하면 앵커 에이전트를 HA로 등록하는 과정은 수행되지 않는다.

- 4) 앵커 에이전트 선정과 HA로의 등록이 성공적으로 완료되면 FA6는 MH에게 “앵커 에이전트 선정 응답(Anchor Agent Selection Reply)” 메시지를 전송한다.

4.2.3 HA로의 앵커 에이전트 등록 과정

새로운 앵커 에이전트를 HA에 등록하는 과정은 Mobile IPv4에서 등록 요청 메시지의 “Care-of-Address” 필드에 다음 이동할 nFA의 IP 주소 대신에 앵커 에이전트의 IP 주소를 기록한다는 것을 제외하고는 Mobile IPv4의 등록과정과 유사하게 수행된다. 이 과정이 완료되면 MH에게 전송될 데이터 패킷은 HA에서 앵커 에이전트로 포워딩되고 앵커 에이전트는 도메인 내에서 지역적인 HA의 역할을 수행한다. 이 과정은 앵커 에이전트 선정 과정과 마찬가지로 3 계층 핸드오프의 지연시간을 줄이기 위해서 3 계층 핸드오프가 시작되기 전에 2 계층 핸드오프와 병행해서 수행된다. 그림 5는 앵커 에이전트의 IP 주소를 HA로 등록하는 과정을 나타낸다.

- 1) MH는 현재 FA5에 연결되어 있고 FA6으로 이동중이다. 앵커 에이전트 선정과정 수행결과 FA2가 새로운 앵커 에이전트로 선정되었다. 선정된 앵커 에이전트와 이전 앵커 에이전트가 다르다면 HA로 선택된 앵커 에이전트를 등록하는 과정이 초기화된다. FA5는 제어패킷의 목적지 주소와 “Care-of-Address” 필드에 앵커 에이전트인 FA2의 IP 주소 값을 갖는 “Registration Request” 메시지를 생성하여 FA2에

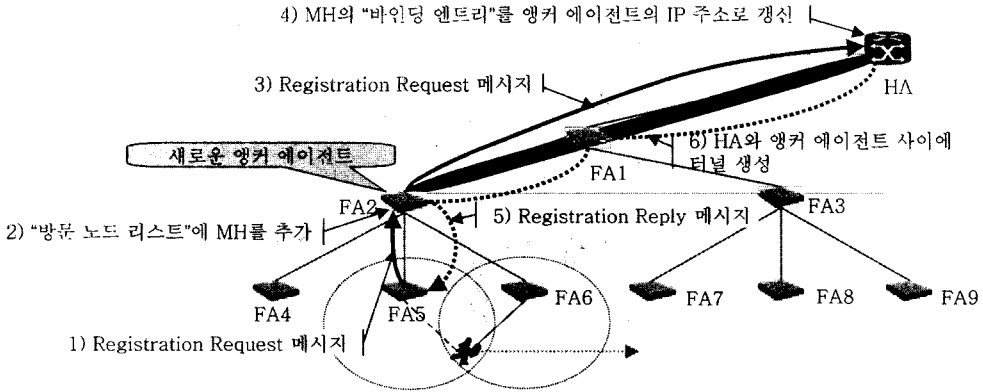


그림 5 앵커 에이전트의 HA 등록 과정

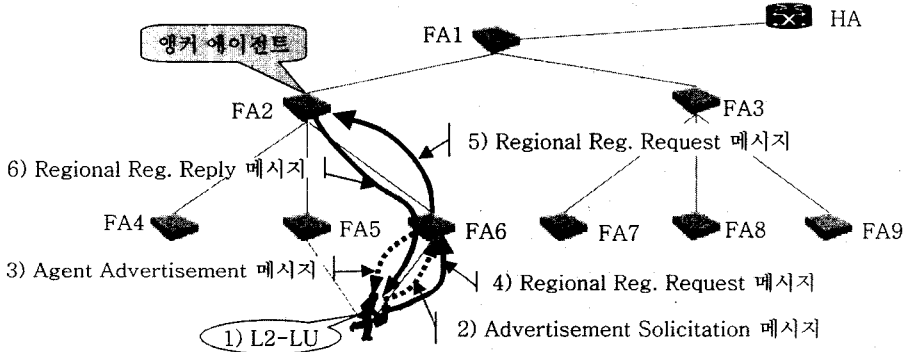


그림 6 앵커 에이전트로 nCoA를 등록하는 과정

게 전송한다. 이때 "Registration Request" 메시지는 FA5의 이웃 FA 테이블에서 추출한 후보 FA들의 IP 주소를 입력 값으로 갖는 "Neighbor Router" 확장 필드를 포함한다. 이 확장 필드 정보는 앵커 에이전트가 HA에 등록된 후에 HA로부터 전송되는 패킷을 앵커 에이전트로부터 각 후보 FA들까지 다중 전송할 때 이용된다.

- 2) "Care-of-Address" 필드에 자신의 주소를 갖는 "Registration Request" 메시지를 받은 FA2 즉, 앵커 에이전트는 "방문노드 테이블"에 MH를 추가한다. 이때 "방문노드 테이블"에는 "Neighbor Router" 확장 필드의 내용 즉, MH의 이동 가능한 후보 FA들에 대한 정보들로 포함한다. 이 정보는 다음에 기술하는 MH의 지역 등록 과정이 수행된 후에 MH의 새로운 CoA로 갱신된다.
- 3) 앵커 에이전트 FA2는 "Registration Request" 메시지를 HA에게 전달한다.
- 4) "Registration Request" 메시지를 받은 HA는 MH

의 "바인딩 엔트리"를 앵커 에이전트인 FA2의 IP 주소로 갱신한다.

- 5) HA는 앵커 에이전트에게 "Registration Reply" 메시지를 전송하고 앵커 에이전트는 FA5에게 "Registration Reply" 메시지를 전송한다.
- 6) 앵커 에이전트가 "Registration Reply" 메시지를 받으면, HA와 앵커 에이전트 사이에는 새로운 터널이 생성되고, 이후에 MH에게 전송되는 데이터 패킷은 앵커 에이전트로 포워딩된다.

#### 4.2.4 MH의 지역 등록(Regional Registration) 과정

제안하는 MCAA 기법은 MH가 nFA의 CoA를 등록할 때, MH와 멀리 떨어져 있는 정적인 HA나 GFA에 등록하는 대신에 앵커 에이전트 선정과정에서 선택된 앵커 에이전트에 등록하여 MH의 핸드오프 지연을 줄인다. 그림 6은 MH가 nCoA(new CoA)를 앵커 에이전트에 등록하는 과정을 보이고 있다.

MH는 FA5에서 FA6으로 이동중이며 앵커 에이전트 선정과정과 HA로의 앵커 에이전트 등록 과정에 의해

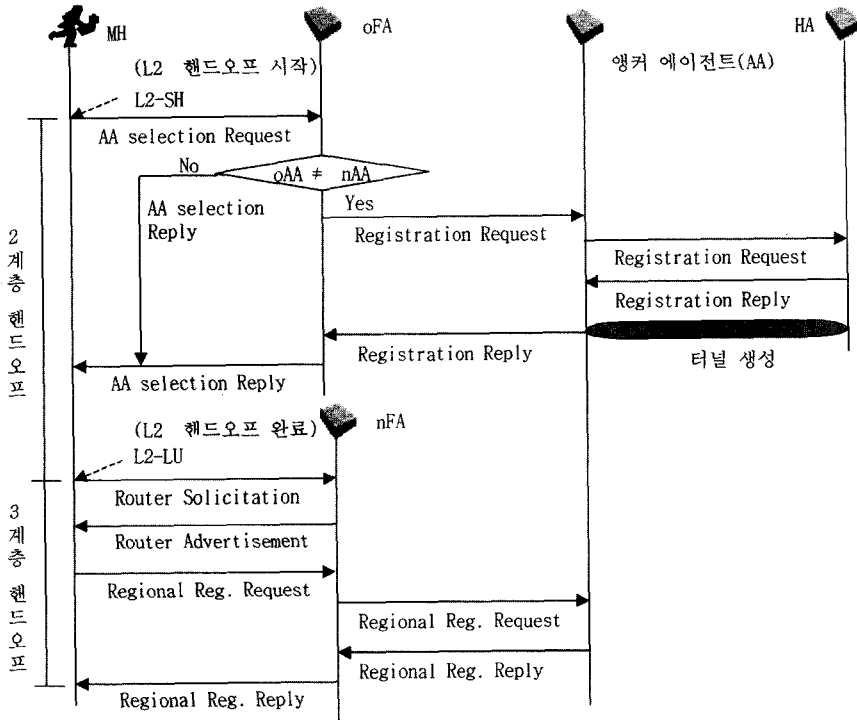


그림 7 MCAA 전체 수행과정 메시지 다이어그램

서 FA2를 앵커 에이전트로 선정하여 HA에 등록된 상태이다.

- 1) 2 계층 핸드오프가 완료된 후, 새로운 링크가 연결되었음을 알리는 L2-LU 트리거를 받은 MH는 앵커 에이전트로 nFA의 CoA를 등록하는 MH 지역 등록 과정을 초기화한다.
- 2) MH는 "Advertisement Solicitation" 메시지를 FA6에게 전송한다.
- 3) "Advertisement Solicitation" 메시지를 받은 FA6은 "Agent Advertisement" 메시지를 MH에게 전송한다.
- 4) MH는 "Agent Advertise" 메시지에서 새로운 CoA를 획득하고 FA6에게 "Regional Reg. Request" 메시지를 전송한다.
- 5) "Regional Reg. Request" 메시지를 받은 FA6은 자신의 "방문노드 테이블"에 MH를 추가하고, 앵커 에이전트에게 "Regional Reg. Request" 메시지를 전달한다.
- 6) "Regional Reg. Request" 메시지를 받은 앵커 에이전트는 "방문노드 테이블"에서 MH 엔트리 정보를 갱신하고, "Regional Reg. Reply" 메시지를 FA6을 경유하여 MH에게 전송한다. 이때 앵커 에이전트에

서 유지하고 있던 MH의 후보 FA들에 대한 정보는 nCoA로 갱신되고, 다중전송이 중지된다.

본 논문에서 제안하는 MCAA 기법의 전체 수행과정을 그림 7의 메시지 다이어그램에 정리하였다.

그림 7의 다이어그램에 나타난 것처럼 MCAA 기법의 전체 핸드오프 지연시간은 2 계층 핸드오프 기간과 3 계층 핸드오프 기간으로 구분할 수 있다. 제안하는 MCAA 기법의 세부절차 중에서 앵커 에이전트 선정절차와 HA로의 앵커 에이전트 등록절차가 2 계층 핸드오프 기간에 수행되며, MH의 지역등록 절차만이 3 계층 핸드오프 기간에 수행된다.

MCAA 기법을 구성하는 후보 FA 결정과정과 앵커 에이전트 선정 과정, HA로의 앵커 에이전트 등록 과정은 기본 Mobile IP와 비교하여 다음과 같은 추가적인 부하가 발생할 수 있다.

- 후보 FA 결정과정 : MH가 이동할 때 oFA와 nFA 사이에서 "FA HI Request" 메시지와 "oFA 네트워크 계층 정보"를 교환함으로써 발생하는 네트워크 부하와 각각의 FA들이 이웃 FA 테이블을 유지해야하는 프로세싱 부하가 발생한다. 이 과정은 MH의 3 계층 핸드오프가 완료된 이후에 핸드오프 과정과는 관계없이 독자적으로 수행된다.



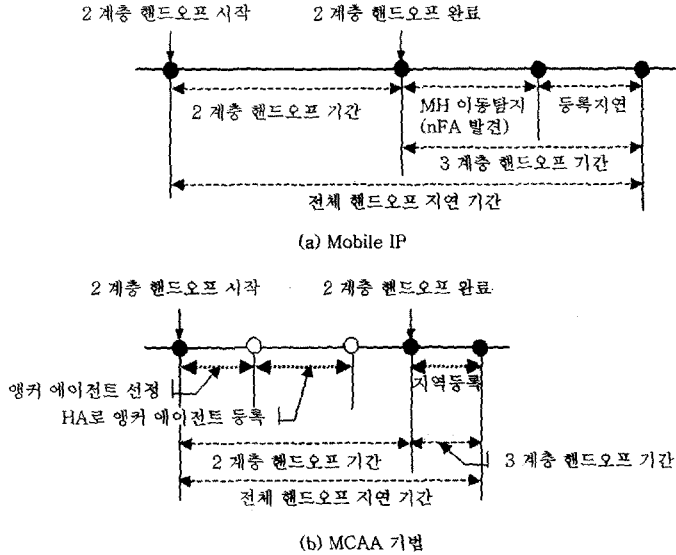


그림 8 핸드오프 시간 다이어그램

• 앵커 에이전트 선정과정 및 HA로의 등록 과정 : FA가 자신의 이웃 FA 테이블에 유지하고 있는 각 엔트리들의 네트워크 계층 정보를 탐색하고, 이를 이용하여 새로운 앵커 에이전트를 결정하는 과정에서 프로세싱 부하가 발생한다. 한편, HA로의 등록 과정에서는 선정된 앵커 에이전트를 HA에 등록하기 위한 제어 메시지의 전송에 따른 네트워크 부하가 발생한다.

본 논문에서는 물리적인 자원 소모보다는 지연시간 관점에서 앵커 에이전트 선정 및 등록과정에 소요되는 처리시간과 전체 핸드오프 지연시간과의 상관관계에 중점을 두고 있다. Mobile IP에서는 2 계층 핸드오프 기간 동안에 아무런 기능을 수행하지 않는 반면에(그림 8(a) 참조), MCAA 기법은 2 계층 핸드오프와 병행해서 앵커 에이전트 선정 및 HA로의 앵커 에이전트 등록 절차를 수행한다(그림 8(b) 참조). 앵커 에이전트 선정 및 HA로의 등록 과정에서 발생하는 처리시간 부하는 전체 핸드오프 지연에는 영향을 주지 않으면서 3 계층 핸드오프 기간 동안에 MH로 하여금 지역 등록을 수행할 수 있는 기반을 제공한다. 그러므로 3 계층 핸드오프 지연에는 MH에 근접해 있는 앵커 에이전트에게 nCoA를 등록하는데 소요되는 지연만을 포함하기 때문에 빠른 핸드오프가 가능하다.

4.3 MCAA에서 패킷 다중 전송 과정

이런 절에는 MCAA 기법에 따라 MH의 핸드오프가 수행되는 과정에서 전송되는 패킷의 분실을 방지하고 끊임 없는 이동 서비스를 제공하기 위하여 다중 전송을 이용하여 MH에게 패킷이 전송되는 과정을 기술한다.

패킷의 다중 전송은 Mobile IP에서 정의하고 있는 “동시 바인딩(simultaneous bindings)”과 유사하게 동작한다. 즉, 현재 핸드오프 중인 MH에게 전송될 패킷을 받은 앵커 에이전트는 패킷을 복제하여 자신이 유지하고 있는 다수의 후보 FA들에게 패킷을 다중 전송한다. 이들 후보 FA들에 대한 정보는 앵커 에이전트의 HA 등록 과정에서 “Registration Request” 메시지의 “Neighbor Router” 확장 필드에 포함되어 앵커 에이전트에게 전달된다. 앵커 에이전트를 HA에 등록하는 과정이 완료된 후에 앵커 에이전트는 MH에게 전달될 패킷을 전송 받으면, “방문노드 테이블”에서 MH 엔트리를 검색하여 후보 FA들을 추출하여 이들 모두에게 패킷을 다중 전송한다. 각 후보 FA들은 전달받은 패킷을 버퍼링하여 MH가 이동할 때까지 유지하며, 일정시간이 경과한 후에 해당 MH를 인지하지 못하면 버퍼링된 패킷을 폐기한다. 2 계층 핸드오프가 완료되어 MH와 nFA 사이에 새로운 링크가 연결되면, nFA는 자신이 버퍼링하고 있던 패킷을 포워딩한다. 그림 9는 MCAA 기법에 따른 패킷 전송 과정의 예를 보이고 있다.

2 계층 핸드오프가 시작되기 전에 MH는 FA6에 연결되어 있으며, FA6의 이웃 FA 테이블에는 MH의 다음 후보 FA로써 FA2, FA5, FA7이 포함되어 있다.

1) L2-SH 트리거를 받은 MH에 의해서 앵커 에이전트 선정과정이 초기화된다. FA6는 앵커 에이전트 선정 과정에서 FA1을 앵커 에이전트로 결정하고, MH의 후보 FA 정보가 기록된 “Neighbor Router” 확장 필드를 포함하는 “Registration Request” 메시지를

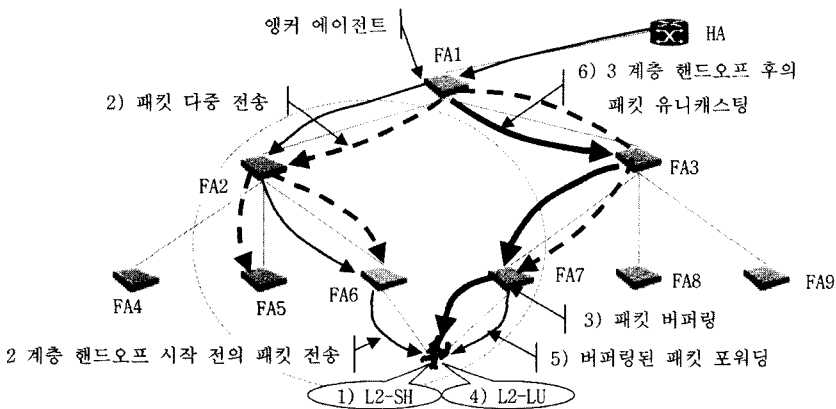


그림 9 패킷 다중 전송 과정

앵커 에이전트인 FA1에게 전송하여 HA로의 새로운 앵커 에이전트 등록 과정을 수행한다.

- 2) HA로 등록이 완료된 후에 MH에게 전송될 패킷은 현재 앵커 에이전트에게 포워딩된다. 앵커 에이전트는 “방문노드 테이블”에 기록된 MH의 “바인딩 리스트”에서 MH의 후보 FA들(FA2, FA5, FA6, FA7)을 추출하고, 이들 후보 FA들에게 패킷을 다중 전송한다. 그림 9에서 굵은 점선이 앵커 에이전트에서 각 후보 FA들까지의 다중 전송 경로를 나타낸다.
- 3) 각 후보 FA들은 포워딩된 패킷을 버퍼링하여 일정 시간동안 유지한다. 그림 9의 경우처럼 MH가 FA7로 이동하는 경우에는 나머지 후보 FA들 즉, FA2, FA5, FA6는 버퍼링된 패킷을 일정시간이 경과한 후에 폐기한다.
- 4) 2 계층 핸드오프가 완료되어 MH와 nAP 사이에 새로운 링크가 연결되었음을 알리는 L2-LU 트리거가 발생한다. “Advertisement Solicitation” 메시지를 FA7에게 전송하여 자신의 이동 사실을 알리고 3 계층 핸드오프를 초기화한다.
- 5) FA7은 버퍼링된 패킷들을 MH에게 포워딩한다.
- 6) 다중 전송에 이용되던 앵커 에이전트에서 유지되던 후보 FA들에 대한 정보는 MH의 지역등록 과정에서 nCoA로 갱신된다. 이후에 앵커 에이전트는 다른 후보 FA들로의 다중 전송을 중지하고 그림 9에서 굵은 실선으로 표시된 것처럼 앵커 에이전트에서 MH까지 패킷은 유니캐스팅된다.

다중 전송을 MCAA 기법에 적용하기 위해서는 앵커 에이전트와 후보 FA들 사이에 전송되는 중복된 패킷의 양과 각 후보 FA들에서 유지해야하는 버퍼의 용량 및 패킷의 버퍼링 시간이 고려되어야 하며, 자원의 효율적인 이용을 위해서 이들 고려 요소들의 이용률은 최소화

될 필요가 있다.

MCAA 기법은 앵커 에이전트를 항상 MH와 근접한 곳에 위치하도록 동적으로 구성되며, 후보 FA들은 한 홉 거리의 무선 전송범위 내에 위치해 있는 적은 수의 FA들로 한정하고 있다. 따라서 앵커 에이전트에서 복제하여 각 후보 FA들에게 전송하는 패킷의 양은 앵커 에이전트 선정절차에 의해서 네트워크의 위상구조를 능동적으로 반영하여 최소화될 수 있다. 또한, 다중 전송은 MH의 핸드오프 기간에만 수행되기 때문에 각 후보 FA에서 유지하는 패킷 버퍼의 용량 및 버퍼링 시간은 MH의 핸드오프 지연시간을 고려하여 최적화할 수 있다. 즉, MCAA 기법은 다중 전송에 소요되는 자원의 소모를 최소화하면서 MH의 핸드오프 기간 동안에 발생하는 패킷 분실을 예방한다.

### 5. 분석 및 성능평가

4장에서 제안하는 MCAA 기법에 대한 효율성을 분석하기 위하여 Regional Registration 기법을 비교 대상으로 시뮬레이션을 이용한 비교분석을 수행하였다. 본문에서 제안하는 MCAA 기법은 L2 트리거를 이용하기 때문에 기존의 Fast Handoff[2], Proactive Handoff [3], Low latency handoff[4] 등의 기법들을 비교 대상으로 성능평가를 수행할 수도 있다. 하지만 이들 기법들이 이용하는 L2 트리거는 MH가 이동할 네트워크 접속점에 대한 정보를 포함한다는 기본 가정을 전제로 하고 있다. MCAA 기법이 운용되는 802.11 무선 LAN 환경에서는 MH가 이동할 네트워크 접속점에 대한 정보를 포함하는 L2 트리거를 획득하기가 어렵기 때문에 기존에 제안된 기법들을 802.11 무선 LAN 환경에 적용할 수 없으며, MCAA 기법과의 직접적인 성능비교를 수행하기 어렵다.

본 논문에서는 802.11 무선 LAN 환경에서 MH의 핸드오프 처리과정에 L2-SH 트리거를 활용하는 MCAA 기법의 유용성을 검증하기 위하여 Regional Registration 기법을 비교 대상으로 핸드오프 지연시간과 패킷 분실에 따른 데이터 처리율 관점에서 성능평가를 수행하였다. 제안하는 MCAA와 Regional Registration 기법은 도메인 내에서 유사한 지역등록을 수행하는 반면에 Regional Registration 기법은 L2 트리거를 이용하지 않기 때문에 L2 트리거 활용의 타당성과 다중 전송의 유효성을 검증할 수 있었다.

5.1 시뮬레이션 환경

제안하는 MCAA 기법의 성능을 분석하기 위하여 시뮬레이션 제작 도구인 CSIM18 시뮬레이터[17]와 C++언어를 이용하여 구현하였다. CSIM18은 프로세스 지향적이고, 이벤트 지향적인 시뮬레이터를 구현할 수 있도록 지원하는 라이브러리로 구성되어 있다. 구현된 시뮬레이터는 HA, CN, FA, AP, MH와 같은 모듈들을 CSIM18 프로세스 컴포넌트를 이용하여 구현하였다. MH의 이동 모델은 500(m)×500(m) 크기의 단일 도메인 내에서 5m/s의 일정한 속도로 가지고 마이크로 이동만을 하도록 하였다. MH가 현재 위치영역에서 인접한 다른 영역으로 이동하는 것을 탐지하여 MH에게 2 계층 핸드오프의 시작을 알리는 L2-SH를 발생시켜 MH에게 알리는 것은 CSIM18 이벤트 컴포넌트를 이용하였다.

네트워크 모델에서 망을 구성하는 FA들은 계층적으로 구성되며, 도메인의 루트에는 GFA가 위치하도록 하였다. 각 FA는 802.11 무선 LAN 표준 기반의 AP가 연결되어 MH에게 무선 인터페이스 기능을 제공하며 각 AP의 무선 전송반경은 50m를 적용하였다. CN(Correspondent Node)은 UDP 패킷만을 전송하고, 비교대상 시뮬레이션은 모두 동일한 실행환경과 동일한 환경 매개변수를 사용하였으며, 구체적인 내용은 표 2와 같다.

표 2 시뮬레이션 매개변수들과 값

BW_w	100Mbps	유선 백본 대역폭
BW_wl	5Mbps	무선 링크 대역폭
Delay_w	0.5ms	유선 링크 지연
Delay_wl	2ms	무선 링크 지연
A_process	0.001ms	각 에이전트에서의 다음 경로탐지 및 패킷처리 지연시간
S_ctrl	400bit	제어 메시지의 평균 크기
P_size	512byte	UDP 데이터패킷의 평균 크기
Delay_Jnt	25ms이상	인터넷을 경유하는 동안 소요되는 전체 지연의 평균
MH_MD_time	500ms	Mobile IP에서 평균 MH 이동탐지 지연시간

5.2 성능분석 결과

시뮬레이션 결과는 MH가 핸드오프를 수행하는 동안에 소요된 지연시간과 패킷 분실로 인한 데이터 처리율을 분석하였다. CN은 매 5ms 마다 512 바이트 크기의 UDP 데이터 패킷을 MH에게 전송하도록 하였다. 그림 10은 Regional Registration 기법과 MCAA 기법의 핸드오프 지연에 대한 비교 분석결과를 보여주고 있다.

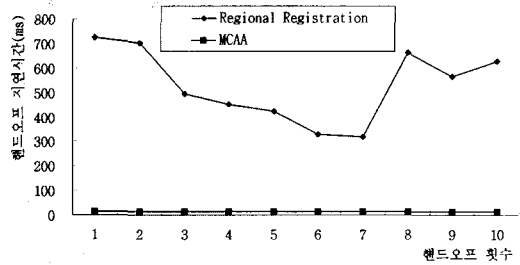


그림 10 핸드오프 지연 분석 결과

Regional Registration 기법과 제안하는 MCAA 기법의 핸드오프 평균 지연시간은 각각 530.81ms와 12.87ms로써 제안하는 기법이 보다 효율적이라는 것을 알 수 있다. Regional Registration 기법이 많은 핸드오프 지연시간을 갖는 가장 큰 이유는 L2 트리거를 이용하지 않는 기본 Mobile IP에서 MH의 이동을 탐지하는 방법의 한계성 때문이다. 즉, Mobile IP에서 MH의 이동 탐지는 “Agent Advertisement” 메시지의 “Lifetime” 필드와 각 FA에서 “Agent Advertisement” 메시지를 전송하는 주기를 기본적으로 이용한다. 즉, MH는 이전에 전송받은 “Agent Advertisement” 메시지의 “Lifetime” 필드에 포함된 값을 유지하며, “Lifetime” 값이 모두 경과하도록 동일한 “Agent Advertisement” 메시지를 받지 못하거나, “Lifetime” 값이 모두 경과하기 전에 새로운 FA로부터 “Agent Advertisement” 메시지를 받으면 자신이 이동한 것으로 판단한다. 본 논문에서 제안하는 MCAA 기법은 L2 트리거를 이용하여 3 계층에서 MH의 이동을 탐지하는 지연을 제거하였으며, MH의 새로운 CoA를 MH와 근접해 있는 앵커 에이전트에 등록하여 Regional Registration 기법과 비교하여 약간의 등록지연 시간을 줄일 수 있었다.

그림 11은 시뮬레이션이 수행되는 동안 CN이 매 5ms마다 전송하는 데이터 패킷을 MH에서 100ms당 수신되는 데이터 패킷의 처리율을 보이고 있다. 그림 11에 기술된 데이터 패킷 처리율에 대한 시뮬레이션 결과는 표 3에 기술된 3 계층 핸드오프의 시작시간과 그림 10에 기술된 핸드오프 지연 결과에 따른 성능 비교를 잘 보여주고 있다.

표 3 3 계층 핸드오프의 시작 시간

발생횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
발생시간	5.00ms	17.11ms	29.03ms	38.85ms	48.26ms	57.38ms	65.55ms	73.61ms	85.13ms	95.68ms

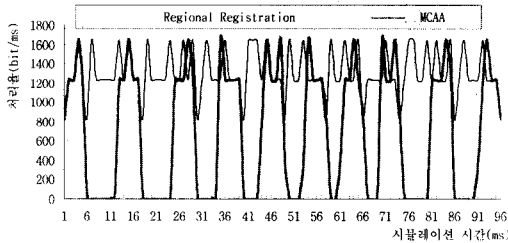


그림 11 데이터 패킷 처리율 분석결과

시물레이션이 수행되는 동안에 MH의 이동 시나리오에 의해서 표 3에 기술된 시물레이션 시간에 3 계층 핸드오프가 발생하였다. 이때, Regional Registration 기법은 핸드오프가 수행되는 동안에 MH에게 전송되던 패킷들은 핸드오프가 완료될 때까지 분실되고, 이로 인한 데이터 처리율이 '0'을 나타내고 있다. 즉, 핸드오프의 지연시간 동안에 발생하는 패킷 분실로 인하여 패킷 처리율이 떨어진다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 그림 11에서 핸드오프 지연시간이 가장 많은 첫 번째 핸드오프와 가장 적은 여섯 번째 핸드오프는 핸드오프 지연과 데이터 처리율과의 관계를 잘 나타내고 있다. 이에 반하여 제안하는 MCAA 기법은 무선 LAN 환경에서 유용한 L2-SH 트리거를 이용하여 3 계층 핸드오프의 등록 지연을 줄일 수 있었고, 다중 전송을 이용하여 전송중인 패킷의 분실을 제거함으로써 데이터 처리율을 향상시킬 수 있었다.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 IEEE 802.11 무선 LAN 표준에 준하는 2 계층 핸드오프 처리과정을 분석하여 3 계층 핸드오프에 유용하게 적용될 수 있는 L2-SH 트리거를 정의하였다. 또한 정의된 L2-SH 트리거와 네트워크 위상 정보를 이용하여 3 계층 핸드오프가 시작되기 전에 앵커 에이전트를 동적으로 구성하고, 다중 전송을 이용하여 MH의 핸드오프 기간동안에 발생하는 패킷 분실을 방지하는 MCAA 기법을 제안하였다. 다중 전송을 이용한 패킷의 전송은 앵커 에이전트로부터 후보 FA들에게만 패킷이 포워딩되고, MH의 2 계층 핸드오프 기간에만 수행되기 때문에 적은 네트워크 부하를 발생시키면서 패킷 분실을 방지한다. 또한, Mobile IP 및 Regional Registration 기법에서 MH의 새로운 이동 위치를 정적인 HA 혹은 GFA로 등록할 때 발생하는 등록 지연을

MH에 근접해 있는 앵커 에이전트에 등록함으로써 등록 지연을 감소시킨다.

제안하는 MCAA 기법의 효율성 검증은 기존의 Regional Registration 기법을 비교 대상으로 핸드오프 지연 및 패킷 분실 과정에서 시물레이션을 수행하여 효율성을 입증하였다. 본 연구의 결과는 실시간 멀티미디어 데이터가 요구되는 환경에서 이동 단말에게 빠르고 끊김 없는 이동 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 향후에는 제안하는 기법의 프로토타입 개발을 통하여 실세계로의 적용 가능성에 대한 연구와 무선 네트워크 환경에서의 보안과 인증 문제를 고려하여 MCAA 기법에 적합한 보안 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," *IETF RFC 3220*, Jan. 2002.
- [2] K. E. Malki, H. Soliman, "Fast Handoffs in Mobile IPv4," *IETF Draft, draft-elmalki-mobileip-fast-handoffs-03.txt*, Sep. 2000.
- [3] J. Kempf, P. R. Calhoun, C. Pairla, "Foreign Agent Assisted Hand-off," *IETF Draft, draft-calhoun-mobileip-proactive-fa-03.txt*, Jun. 2000.
- [4] K. E. Malki, P. R. Calhoun, T. Hiller, J. Kempf, P. J. McCann, A. Singh, H. Soliman, S. Thalanany, "Low Latency Handoffs in Mobile IPv4," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-04.txt*, Jun. 2002.
- [5] E. Gustafsson, A. Jonsson, C. E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-06.txt*, Mar. 2002.
- [6] S. Das, A. Misra, P. Agrawal, "TeleMIP: Telecommunications - Enhanced Mobile IP Architecture for Fast Intradomain Mobility," *IEEE Personal Communications 7(4)*, pp. 50-58, Aug. 2000.
- [7] A. Campbell, J. Gomez, C-Y. Wan, S. Kim, Z. Turanyi, A. Valko, "Cellular IP," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-cellularip-00.txt*, Dec. 1999.
- [8] R. Ramjee, T. L. Porta, S. Thuel, K. Varadhan, L. Salgarelli, "IP Micro-Mobility Support using HAWAII," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-hawaii-01.txt*, Jul. 2000.
- [9] C. Perkins, "IP Encapsulation within IP," *IETF RFC 2003*, Oct. 1996.
- [10] C. Perkins, "Minimal Encapsulation within IP," *IETF RFC 2004*, Oct. 1996.

- [11] S. Hanks, T. Li, D. Farinacci, P. Traina, "Generic Routing Encapsulation (GRE)," *IETF RFC 1701*, Oct 1994.
- [12] IEEE, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications," *IEEE Std 802.11-1999*, *Institute of Electronics Engineers*, Aug. 1999.
- [13] A. Mishra, M. Shin, W. Arbaugh, "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process," *UMIACS TR-2002-75*, 2002.
- [14] C. Perkins, "Mobile IP Local Registration with Hierarchical Foreign Agents," *IETF Draft, draft-perkins-mobileip-hierfa-00.txt*, Feb. 1996.
- [15] Lucent Technologies, "roaming with WaveLAN/IEEE 802.11," *Wave LAN Technical Bulletin 021/A*, Dec. 1998.
- [16] E. Shim, H. Wei, Y. Chang, and R. D. Grtlin, "Low Latency Handoff for Wireless IP QOS with NeighborCasting," *Proceedings of IEEE Communications(ICC 2002)*, Apr. 2002, pp. 3245-3249.
- [17] Mesquite Software Inc., CSIM18 Simulation Engine.



조 기 환

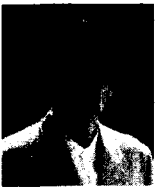
1985년 전남대학교 계산통계학과 졸업(학사). 1987년 서울대학교 계산통계학과 졸업(석사). 1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과 졸업(박사). 1987년~1997년 한국전자통신연구원 선임연구원. 1997년~1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 전임강사. 1999년~현재 전북대학교 전자정보공학부 부교수. 관심분야는 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신, 무선 네트워크 보안, 센서, 네트워크, 분산처리시스템



고 광 신

1993년 목포대학교 전산통계학과 졸업(학사). 1995년 목포대학교 대학원 전산통계학과 졸업(석사). 1999년 전북대학교 대학원 전산통계학과 박사과정. 1995년~1998년 광은경영경제연구소 연구원. 1998년~현재 성화대학 인터넷정보계열 조교

수. 관심분야는 이동컴퓨팅, 네트워크 보안, Ad-hoc 네트워크



차 우 석

1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 졸업(학사). 2003년 전북대학교 컴퓨터정보학과 졸업(석사). 2003년~현재 전북대학교 컴퓨터통계정보학과 박사과정. 관심분야는 Mobile IP, Ad-hoc 및 센서 네트워크



김 형 준

1986년 광운대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사). 1988년 광운대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 2003년 충남대학교 컴퓨터공학과 수료(박사). 1988년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원. 관심분야는 IPv6, Multihoming and Multimedia Commu-

nications, Ad-hoc 네트워크