

논문 2009-46TC-6-5

MIH 기반의 효율적인 모바일 멀티캐스트 핸드오버 기법

(An Efficient Mobile Multicast Mechanism based on Media Independent Handover)

김 원 태*, 강 은 현**, 박 용 진**

(Won-Tae Kim, Eun-Hyun Kang, and Yong-Jin Park)

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.21 MIH (Media Independent Handover) 기반의 빠른 모바일 멀티캐스트 핸드오버 방식을 제안한다. 기존의 모바일 멀티캐스트 방식들이 L3 이동성 검출기반으로 하기 때문에 발생하는 문제점인 긴 멀티캐스트 핸드오버 지연시간 문제를 MIH를 확장한 멀티캐스트 아키텍처를 정의하여 해결한다. 본 논문에서는 MIH에 멀티캐스트 핸드오버를 효율적으로 수행하기 위한 멀티캐스트 매니저를 도입하고, 모바일 멀티캐스트를 위한 전용 MIH 메시지들을 추가한다. 또한, 멀티캐스트 특성 상 핸드오버 뿐만 아니라 채널 췌핑 (zapping) 이벤트의 경우에도 네트워크를 선택해야하는 상황에 처하게 되므로 이를 고려하였다. 최적의 망을 선택함에 있어서 멀티캐스트 네트워크 선택 알고리즘을 단말의 속도와 AHP/GRA라고 하는 공정한 선택 알고리즘을 이용하여 설계한다. 마지막으로 시그널링 비용과 멀티캐스트 핸드오버 지연시간 측면에서 제안하는 아키텍처가 기존 방식들에 비해 가지는 장점을 시뮬레이션을 통해 증명한다.

Abstract

In this paper fast mobile multicast handover mechanism based on IEEE 802.21 MIH (Media Independent Handover) is proposed. We solve long multicast handover delay time caused by L3 movement detection mechanism of the existing mobile multicast methods. The proposed architecture adopts multicast manager concept to MIH framework in order to efficiently perform mobile multicast handover, and adds the new MIH messages dedicated for mobile multicast. Since multicast channel zapping operations of mobile users effectively make a mobile terminal handover, the architecture should consider the situations. Multicast network selection algorithm is designed by means of terminal speed and fair selection algorithm named AHP/GRA. Finally the performance of the proposed architecture against the legacy mobile multicast mechanisms is evaluated in terms of signaling cost and multicast handover delay time.

Keywords: mobile multicast, handover, mobility, MIH

I. 서 론

전 세계적으로 무선 접속 기술은 각각 지향하는 목적을 가지고 개발되고 있고 이런 통신 네트워크들을 Internet Protocol(IP) 로 연결할 수 있는 4세대 이동 네트워크로 나아가고 있다. 유비쿼터스 시대에 다중 무

선 인터페이스를 가진 모바일 단말은 여러 액세스 포인트들 사이를 움직이면서 끊임없이 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있어야 한다. 이러한 상황에서, 적절한 이동성 관리 기술은 무선 시스템들을 통합하고 상호작용하는 것과 마찬가지로 중요하다^[1, 15]. 멀티캐스트는 무선 네트워크에서 다중의 수신자들에게 데이터를 전달하기 위한 효율적인 메커니즘이다. 본질적으로 무선 통신은 브로드캐스트이기 때문에, 정보 패킷은 한번의 전송을 통해 다수의 리시버들에게 전달될 수 있다. 이러한 무선 통신 환경에서 멀티캐스트는 패킷이 별도로 각 링크에 전달되어야만 하는 유니캐스트에 비해 자원 소비를 상당히 줄일 수 있다는 장점이 있다^[2]. 특

* 정회원, 한국전자통신연구원 임베디드SW연구부 (ETRI, Embedded SW Research Division)

** 정회원, 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 (Hanyang University, Division of Electronics and Computer Engineering)

접수일자: 2008년11월3일, 수정완료일: 2009년6월17일

히, 멀티캐스트는 IPTV에서 스트리밍 (streaming) 방송 전달에 적합하다. 액세스 포인트 (Access Point) 혹은 기지국 (Base Station)과 같은 서로 다른 두 접속점을 핸드오버 하기 위해서는 데이터 계층과 네트워크 계층이 연루가 된다. 대부분의 무선 접속 기술은 2계층의 핸드오버 기술에 대한 해결책을 제시하고 IETF (Internet Engineering Task Force) Mobile IP 기술은 3계층 핸드오버 기술을 주로 담당한다. 오늘날의 기술 상황에서는 2계층과 3계층의 핸드오버 기술들이 서로 독립적이고 분리되어 있기 때문에 부가적인 지연이 발생하고 효율적으로 2계층의 트리거를 관리하지 못했다. 이를 해결하기 위하여 IEEE 802.21 MIH (Media Independent Handover) 표준 WG 이 2004년에 구성되었다. IEEE 802.21 WG에서는 전체적인 링크 레이어 정보 수집과 IEEE 802에서 정의하는 다양한 MAC 프로토콜과 3GPP/3GPP2 혹은 유무선 통신 매체 간에 효율적인 핸드오버를 할 수 있도록 상위 계층에 정보를 전달하는 기능을 지원하는 표준화가 진행 중이나, MIH 기반의 모바일 멀티캐스트에 관한 연구는 진행된 바가 없다^[3]. 위에 기술한 상황들을 고려할 때, 본 논문에서 제안하는 MIH 기반의 이중 중첩 무선 네트워크 상황에서 빠른 핸드오버와 QoS 제공을 목적으로 하는 모바일 멀티캐스트 네트워크 핸드오버 알고리즘은 큰 의미를 갖는다.

서론에 이어 II장에서는 관련된 연구인 모바일 멀티캐스트와 IEEE 802.21 MIH에 대한 개략적인 내용을 설명한다. III장에서는 제안하는 MIH를 이용한 멀티캐스트 핸드오버 아키텍처의 설계와 프로토콜 흐름을 설명한다. IV장에서는 기존의 모바일 멀티캐스트 방법들과 비교를 이용하여 기존의 모바일 멀티캐스트 방식에 비해 제안한 알고리즘이 얼마나 효과가 있는지 보여 주고 마지막으로 V장에서는 결론을 기술한다.

II. 관련 연구

본 장에서는 무선 네트워크에서 모바일 단말의 이동성을 지원하는 멀티캐스트를 멀티캐스트 프로토콜로 MIP-BT, MIP-RS 및 MoM을 설명한다. 또한, 최근 빠른 L2 핸드오버를 지원하는 IEEE MIH에 대해서 간략히 살펴보고자 한다.

2.1 MIP-BT

MIP-BT(Mobile IP Bi-directional Tunneling)은 MIP Bi-directional Tunneling 을 이용하여 모바일 단말의 이동성을 지원하는 방법이다^[4]. Home Agent (HA)는 멀티캐스팅이 가능해야 하고 IGMP 메시지를 모바일 단말에게 주기적으로 전달한 후에 해당 모바일 단말이 홈을 떠날 때마다 포워딩해야 한다. 멀티캐스트 그룹에 조인하기 위해서 모바일 단말은 HA와 Bi-directional tunnel 을 만들고 멤버십 레포트 메시지를 HA에게 보낸다. HA 은 멤버십 메시지를 받으면 조인(Join) 메시지를 근처의 멀티캐스트 전달 트리의 on-tree 라우터에게 보낸다. 멀티캐스트 가지 (Branch)가 형성되면 들어온 멀티캐스트 패킷들을 터널 아래로 모바일 단말에게 전송한다. 모바일 단말이 새로운 망으로 이동할 때, HA는 해당 단말의 멤버십에 관해 이미 알기 때문에 멀티캐스트 그룹에 재가입(Re-join) 할 필요가 없다. 그러나 HA를 거치는 비효율적인 경로로 인해 지연시간이 증가할 수 있다. 또한 HA에 여러 모바일 단말들이 같은 멀티캐스트 그룹에 조인을 하더라도 각 모바일 단말에 대해 Bi-directional tunnel 을 만들고 각각 멀티캐스트 패킷을 포워드 한다. 이 상황은 같은 FA (Foreign Agent) 내에 있는 모바일 단말들의 수가 많을 경우 네트워크 혼잡 (Congestion) 문제를 야기한다.

2.2 MIP-RS

MIP-RS (Mobile IP Remote Subscription)는 FA 가 멀티캐스트 라우터 역할을 한다는 것을 가정한다^[4]. 호스트는 멀티캐스트 서비스를 받기 위해서 IGMP 멤버십 레포트 메시지를 FA 네트워크의 멀티캐스트 라우터에게 보낸다. 멀티캐스트 라우터는 메시지를 받으면 요청된 멀티캐스트 그룹에 조인한다. 호스트는 멤버십 레포트 메시지를 멀티캐스트 라우터에게 보낼 때 자신의 주소로 CoA를 사용한다. 모바일 라우터가 호스트를 위한 새로운 멀티캐스트 가지를 만드는 핸드오버 처리 시간 동안, 모바일 단말은 일부 멀티캐스트 패킷들을 수신하지 못하는 문제가 발생 가능하다. MIP-RS는 모바일 수신자가 새로운 네트워크로 움직일 때마다 멀티캐스트 그룹에 재가입이 필요하므로 하나의 네트워크에 오랜 시간 동안 머무를 때 적합하다. 또한 이 방식은 표준 Mobile IP 프로토콜에서의 정의하는 바와 같이 HA에 모바일 단말의 등록 절차를 기다리지 않고 멀티캐스트 그룹에 조인할 수 있으므로 그룹 가입 지연 시간을

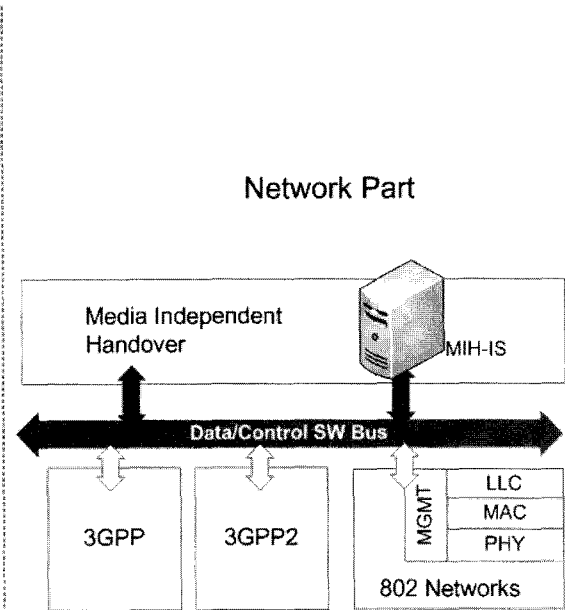
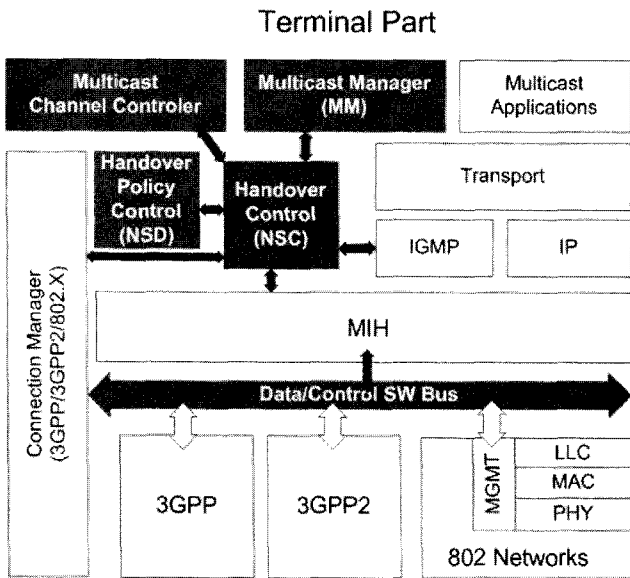


그림 1. 제안하는 MIH-Multicast 시스템 아키텍처
Fig. 1. The Proposed MIH-Multicast System Architecture.

줄일 수 있으며, 멀티캐스트 라우팅 경로를 최적화시킬 수 있다는 장점을 가진다.

2.3 MoM

앞서 기술한 MIP-BT의 경우, HA가 관리하는 모든 모바일 단말에 패킷을 독립적으로 터널링해야 한다. 이러한 메시지의 불필요한 중복 전송 문제를 해결하기 위해 MoM (Mobile Multicast) 프로토콜이 제시되었다^[9]. MoM프로토콜에서는 FA내에 멤버가 있는 그룹 당 하나의 터널을 사용하여 중복 문제를 해결한다. 그리고 FA에서 같은 멀티캐스트 그룹에 속한 다른 HA를 가지는 호스트가 있을 때 HA 중에 대표 HA를 DMSP (Designated Multicast Service Provider)로 선택하고 DMSP가 다른 HA를 대신하여 포워딩을 책임짐으로써 터널 컨버전스 문제를 해결한다. 그러나 모든 멀티캐스트 패킷은 항상 홈 네트워크를 경유하므로 라우팅 경로가 비효율적이며, DMSP 로 선정된 호스트가 이동시 “DMSP 핸드오버”의 문제가 있다^[5-6, 8].

2.4 IEEE 802.21 MIH

이종 네트워크 간에 이동성관리를 하는 IEEE802.21 MIHF (Media Independent Handover Function)는 L2 데이터 링크 레이어와 L3 네트워크 레이어 사이에 위치하여 2계층과 3계층 간에 빠른 핸드오버를 돕는 기능을

제공한다. MIHF 는 이종 네트워크들 간에 핸드오버를 수행하는 세 개의 주요 서비스인 MIES (Media Independent Event Service), MICS (Media Independent Command Service) 그리고 MIIS (Media Independent Information Service)를 정의한다^[7].

III. MIH기반 모바일 멀티캐스트 핸드오버 설계

본 장에서는 이종 네트워크 환경에서 멀티캐스트 서비스를 제공할 때 빠르게 핸드오버하고, 사용자의 QoS 보장을 위하여 MIH 서비스를 이용한 설계를 제안한다.

3.1 설계 목적과 개요

MIH를 이용하여 모바일 단말이 범위 내에 있는 PoA에게 주기적으로 MIH IE's를 제공받는다. 본 논문에서 궁극적으로 달성하고자 하는 목적은 다음과 같다.

- 목적 1 : 네트워크 간 이동시 빠른 핸드오버를 제공
- 목적 2 : 모바일 노드의 QoS 요구 지원
- 목적 3 : 효율적으로 망 자원을 사용할 수 있는 네트워크 선택

MIH를 이용하여 2계층 트리거를 적극적으로 이용하여 빠른 핸드오버를 할 수 있도록 하였고, 모바일 속도, 대역폭, 지연, 네트워크 상태를 고려하여 채널 할당을

결정하도록 함으로써 QoS를 지원하도록 한다. 또한 마지막 요구사항에 따라 멀티캐스트 멤버가 존재하는 네트워크 혹은 공유(Shared) 방식으로 자원을 이용하는 네트워크 쪽으로 핸드오버를 유도하여 효율적으로 망 자원을 사용하는 네트워크 구조를 설계하도록 하였다.

3.2 MIH-Multicast 아키텍처 설계

그림 1에 제안하는 MIH기반의 모바일 멀티캐스트 핸드오버를 위한 시스템 아키텍처를 제시한다. 그림 1에서 보이는 바와 같이 단말 시스템 및 네트워크 부문에 MIH를 기반으로 한 멀티캐스트 제어 컴포넌트들로 구성된다. 이들에 대한 설명은 다음과 같다.

- (1) Multicast Manager (MM) : 이중망 상황에서 멀티캐스트 응용의 요구사항, 단말의 상태 (예, 속도) 및 망자원의 효율적 이용에 적합한 네트워크를 선택하는 기능을 수행한다
- (2) Multicast Channel Controller (MCC) : 단말의 이

동에 따른 핸드오버 뿐만 아니라 채널 전환(Channel Zapping)에 따라서 핸드오버가 발생하는데 멀티캐스트 채널과 지원 네트워크를 지속적으로 모니터링하여 MM에 해당 정보를 리포팅하는 기능을 수행한다

- (3) Handover Controller : MIHF과의 직접적인 인터페이스를 담당하여 여러 컴포넌트들간의 원활한 정보의 흐름을 유지하고 제어하는 기능을 수행한다
- (4) Handover Policy Manager : 멀티캐스트 핸드오버를 수행함에 있어서 정책을 결정하는 매니저이며, 기본적인 정책 설정 예로는 사용자 선택(Manual) / 자동선택 (Automatic)이 있다
- (5) Connection Manager : 이중 네트워크들에 대한 연결성을 제어하는 모듈로서 각각의 네트워크에 독립적인 매니저가 존재한다
- (6) MIH-IS : MIH Information Server로서 단말의 MM이 멀티캐스트 네트워크를 결정하는데 있어

Message Flow in IEEE 80.21.4

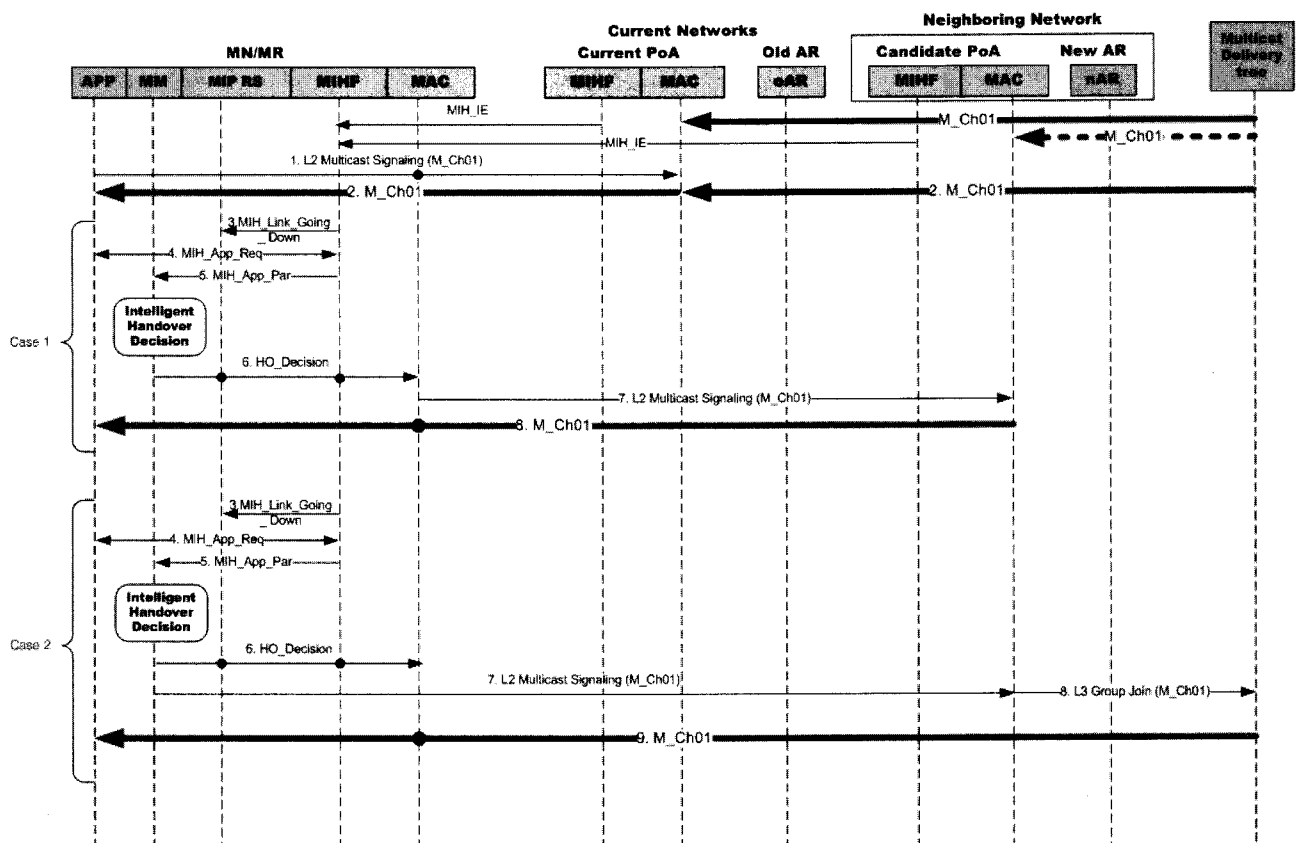


그림 2. 핸드오버할 때 제어 메시지 흐름도
Fig. 2. Control Message Flow on Handover.

서 필요한 네트워크 및 멀티캐스트 그룹 정보를 제공하는 기능을 수행한다

이외에 멀티캐스트 그룹 관리를 위한 IGMP (Internet Multicast Group Protocol)은 MIHF와는 직접 관련이 없이 MM에 의해 선택된 네트워크의 AR (Access Router)에 탑재된 IGMP 모듈과의 연동을 통해서 L3 그룹 관리를 수행하게 된다.

3.2 설계된 아키텍처의 흐름도

본 절에서는 흐름도를 이용하여 설명하겠다. Case 1은 모바일 단말이 핸드오버를 할 망이 멀티캐스트 채널을 수신하는 경우이다. 이때 모바일 단말이 핸드오버를 하면 PoA로부터 바로 멀티캐스트 서비스를 제공 받는다. Case 2는 이동할 PoA가 멀티캐스트 채널을 수신하고 있지 않는 경우이다. 수신을 하지 않고 있다면 MIHF의 Link_Going_Down 메시지를 이용해 핸드오버가 발생할 것을 예상했을 때 이동할 PoA가 서비스 받고 있

던 Source에 미리 가입한다. 따라서 핸드오버가 발생한 후 재가입이나 Binding Update로 인한 지연이 없다. 우리의 제안은 MIHF를 이용하여 L2 트리거 정보와 이웃 PoA의 정보를 알아내고 사용자의 Application이 설정한 QoS 요구 정보를 수집한다. MIHF는 수집한 정보를 MM(Multicast Manager)에게 전달한다. MM은 우리가 설계한 알고리즘에 따라 적합한 네트워크를 선택할 수 있다. 그림 2는 핸드오버가 일어나는 경우의 흐름도이고 그림 3은 채널 전환에 따른 핸드오버 흐름도이다.

이와 같이 MIH_IEs를 통해 각 네트워크의 멀티캐스트 수신 상황을 바탕으로 멀티캐스트 매니저는 적합한 네트워크를 선택한다. 서비스를 원하는 채널 그룹에 가입된 호스트가 있는 네트워크 쪽으로 핸드오버를 한다. 따라서 모바일 단말이 핸드오버할 PoA에 원하는 채널을 수신하는 다른 호스트가 없을 확률이 적다. 이러한 특징을 이용하여 핸드오버나 채널 zapping을 할 때 Re-join에 의한 지연을 줄일 수 있다. 표 1은 우리가

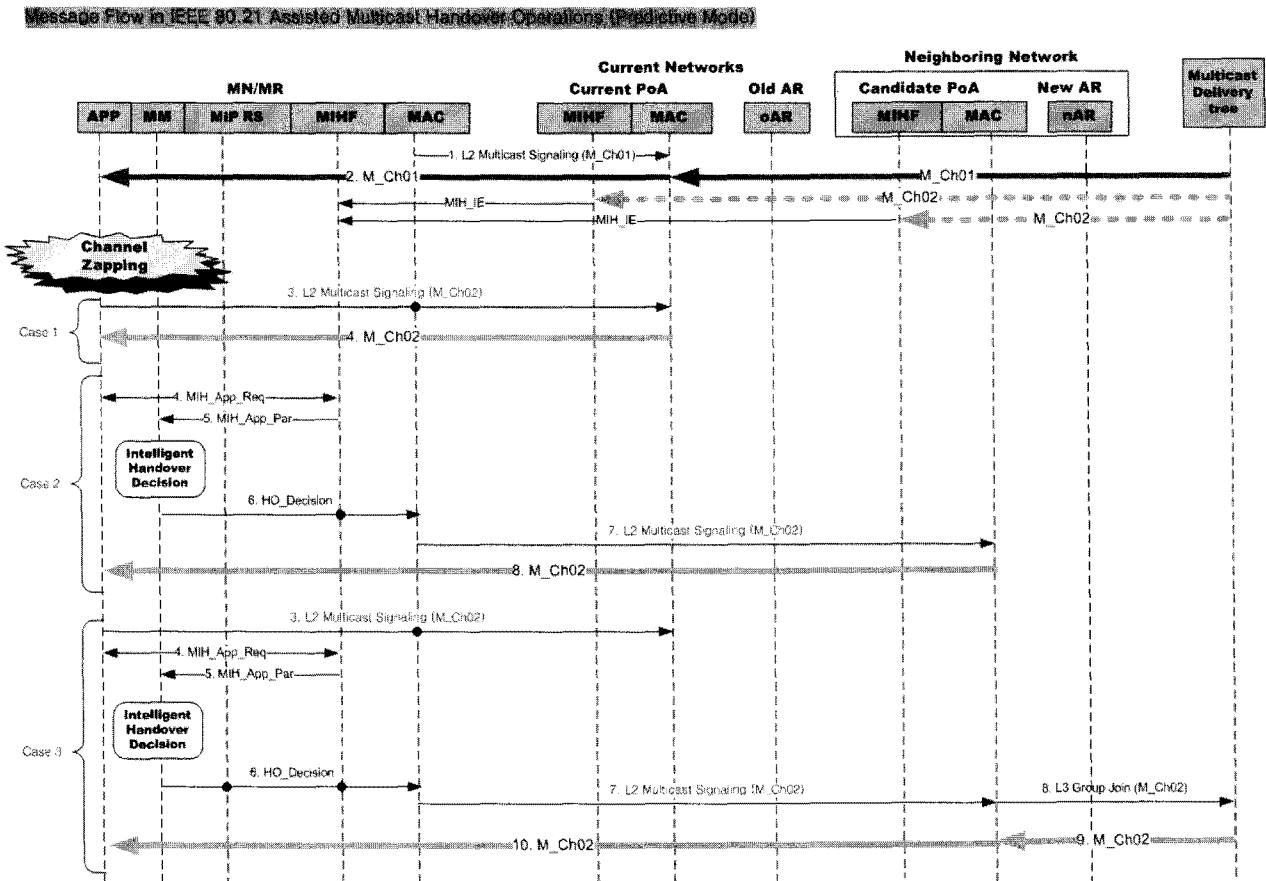


그림 3. 채널 전환 (Channel Zapping) 시 흐름도

Fig. 3. Control Message Flow on Channel Zapping.

표 1. 사용된 MIH 메시지

Table 1. MIH Messages in use.

Primitives	Service	Parameter
MIH_Link_Going_Down	MIES	MN MAC Addr, MAC Addr of Current PoA
MIH_IEs	MIS	Multicast Group, Network Type, Network QoS, PoA address

표 2. 본 논문에서 새롭게 추가된 MIH 메시지

Table 2. MIH Messages added in this paper.

Primitives	Service	Parameters
MIH_App_par	MIES	Required data rate, delay, BER, priority of application, battery important
MIH_App_req	MICS	SNR, Required data rate, throughput, BER, delay

사용한 기존의 MIH 메시지를, 표 2는 사용자의 QoS 요구 등 네트워크 선택에 필요한 요소를 멀티캐스트 매니저에게 보내기 위해서 새롭게 추가된 메시지를 나타낸다.

표 1은 이 논문에서 사용된 기존의 MIH 메시지를 나타낸다. MIH는 링크의 무선 신호의 세기를 파악하고 모바일 단말이 핸드오버를 하기 전에 MIH_Link_Going_Down 메시지를 모바일 단말에게 보내어 알린다.

표 2는 새롭게 추가된 MIH 메시지이다. 여기서는 MIH_App_req를 추가하였다. MIHF 모바일 단말의 어플리케이션에게 원하는 QoS를 알려달라고 요청하고 값을 전달 받는다. MIHF는 전달 받은 값을 MIH_App_Par를 이용하여 MM (Multicast Manager)에게 전달한다. 이러한 과정을 통해 MM은 사용자가 원하는 QoS를 네트워크 선택 시 반영할 수 있다. MNI (Multicast Network Information) 포맷에는 Multicast Identifier, MAC address, Channel range, Network Type, Cost, Network Data Rate, Network Delay와 같은 많은 IEs들을 포함한다. IEs는 주기적으로 모바일 단말이 접속해있는 PoA에게 브로드캐스트로 전송 받는다. 미리 정의된 MNI (Multicast Network Information)를 이용하여 모바일 단말이 핸드오버나 채널 zapping을 할 때 빠르게 멀티캐스트 서비스, QoS 제공, 효율적인 망 자원을 사용하는 네트워크를 선택할 수 있도록 이웃 망들의 정보를 전송받을 수 있다.

3.3 MM의 동작

본 절에서는 MM(Multicast Manager)에서 하는 역할인 네트워크 선택을 하는 알고리즘을 순서도를 이용하여 설명한다. 무선 네트워크 기술들은 이동성을 지원할 수 있는 제한 속도가 정해져 있다. 예를 들어, CDMA는 300km/h의 속도를 갖는 고속열차에서 접속이 가능하지만 120km/h의 속도를 지원하는 WiBro의 경우는 지원할 수 없다. 또 다른 무선 네트워크 기술인 WLAN의 경우는 반경 30m 정도의 매우 작은 범위에서만 가능하므로 이동성 지원이 매우 어렵다. 이러한 차이를 고려하여 지원 가능한 속도로 모바일 단말이 움직이고 있는지를 제일 먼저 판단하도록 하였다^[13].

MIH-MM (MIH-Multicast Manager)는 제일 먼저 모바일 단말의 속도를 지원할 수 있는지를 판단함으로써 속도지원이 불가능한 네트워크가 이후에 QoS를 만족할 수 있는지 판단하는 불필요한 수행을 방지하도록 하였다. 모바일 노드의 속도를 지원할 수 있는 경우 다음을 수행한다. dedicated network 망을 이용할 경우를 예상하여 이용이 가능한 radio 채널이 없는 망은 삭제하여 이후에 QoS를 만족할 수 있는지 판단하는 불필요한 수행을 방지한다. 그 후에 MIHF에서 받은 각 네트워크 정보의 값들을 AHP/GRA를 이용하여 계산한다. 각 상황의 특징에 맞게 map 구성을 설정하여 AHP/GRA값을 구함으로써 적절한 망을 선택할 수 있다^[14]. 이 때 넣을 AHP Factor는 다음과 같다.

- (1) QoS 지원
 - Delay
 - Bandwidth
 - BER (bit error rate)
- (2) Cost
- (3) Network usability
- (4) Fast Handover (채널)
- (5) Available Lifetime (배터리)

이러한 정보의 값들을 바탕으로 하여 여러 가지 상황에 맞추어서 AHP 맵을 구성할 수 있다. 그리고 각 시나리오에 따라 값을 다르게 두어서 목적에 맞는 가중치 값을 도출할 수 있다. GRA를 이용하여 각 무선네트워크의 QoS 정보의 값들을 표준화하고 AHP의 가중치 값으로 반영한다. 계산하여 나온 GRC의 값을 비교하여 적합한 망을 도출해 낼 수 있다. 결과로 나온 망이 그룹

조인이 필요하다면 수행한다.

3.4 모바일 노드의 동작

본 절에서는 모바일 노드에서의 동작을 설명한다. 모바일 단말은 MIHF으로부터 Link_Going_Down 명령을 받으면 이동을 감지하고 새로운 Access Point로 핸드오버를 할 준비를 한다. 모바일 단말의 MIHF는 사용자 응용에게 요구하는 QoS를 보내기를 요구하고 자신이 Multicast Information Service를 통해 제공받은 정보를 더하여 Multicast Manager에게 네트워크 선택 알고리즘을 수행하도록 요구한다. 노드가 망에 들어오면 MIH Information Elements를 받는다. MIH_Link_Going_Down을 받으면 핸드오버를 하기 위해서 MN의 Application과 수집한 이웃 무선망의 정보를 더하여 Multicast Manager에게 값을 보낸다. 채널 zapping할 경우에는 현재의 망에 zapping할 그룹에 가입된 호스트가 있다면 바로 서비스를 제공받는다. 없으면 이웃 망 중에 채널을 수신하고 망 쪽으로 핸드오버를 유도해 핸드오버 조인 때문에 생기는 지연을 줄인다. MM으로부터 명령을 받은 후에는 MIHF로 선택된 망에 L2 Authorization & Authentication 메시지로 채널 할당과 권한을 얻고 서비스를 제공받는다.

3.5 액세스 포인트의 동작

본 절에서는 Mobile Access Point (MAP)에서의 MIH를 이용한 멀티캐스트 핸드오버 동작을 설명하도록 한다. 호에 들어온 멀티캐스트 모바일 단말의 MIHF에게, 트리거 메시지로 사용되는 MIH_MNIs 메시지를 주기적으로 보낸다. IGMP 메시지를 받는 경우 멀티캐스트 그룹에 가입된 경우는 서비스를 제공하고 아니면 multicast 그룹 조인 메시지를 인터넷 라우터에게 보낸다.

IV. 실험 및 결과

본 절에서는 기존 방식들과 제안하는 방식을 시그널링 코스트와 멀티캐스트 핸드오버 지연 시간 차원에서 상호 비교한다.

4.1 Signaling Cost 분석

본 장에서는 [8]을 참고로 이중 네트워크에서 MIH-MM을 이용할 경우의 signaling cost를 기존의

표 3. 시그널링 비용함수의 변수

Table 3. Variables of Signalling Cost Function.

기 호	의 미
l	ICMP 제어 패킷의 길이에 데이터그램의 길이의 비율 (길이 1의 제어패킷을 가정한다.)
r	각 노드 상의 패킷을 처리하는 비율 ($r=1$)
$C_{control}$	각 핸드오프 당 패킷들을 제어하는 처리를 위한 비용
$C_{datagram}$	새롭게 방문된 서브넷에서 모바일 노드에게 멀티캐스트 데이터그램들이 전달되기 위한 비용
C_{HA-T}	터널을 통하여 HA로부터 MN으로 하나의 멀티캐스트 데이터그램을 포워드하기 위한 비용
C_{FA-T}	터널을 통하여 FA로부터 MN으로 하나의 멀티캐스트 데이터그램을 포워드 하기 위한 비용
C_{MR}	멀티캐스트 라우터로부터 모바일 노드로 하나의 멀티캐스트 데이터그램을 포워드 하기 위한 비용
C_{A-B}	노드 A 와 노드 B 간의 시그널링 코스트 파라미터
$C_{protocol}$	프로토콜을 처리하는 총 비용, $C_{control} + C_{datagram}$

표 4. 시그널링 비용함수의 시스템 파라미터

Table 4. System Parameters of Signalling Cost Function.

기 호	의 미
λ	소스가 멀티캐스트 데이터그램을 생성하는 비율을 의미
M	모바일 노드가 하나의 서브넷에서 다른 곳으로 움직이는 비율을 의미
p	packet to mobility (PMR)
q_{no_M}	RS 방식에서 모바일 노드가 다른 멤버가 아무도 없는 서브넷을 방문할 가능성
q_{DMSP}	DMSP 핸드오프가 수행될 가능성
r_{no_M}	MIH-MM 방식에서 모바일 노드가 다른 멤버가 아무도 없는 서브넷을 방문할 가능성
N	셀에서 각 그룹의 모바일 노드의 평균 수

방식과 비교한다. signaling cost 는 모바일 단말이 접속을 하기위해 교환하는 signaling message에 의한 트래픽 로드를 계산한 것이다.

r 은 각 노드 상의 패킷을 처리하는 비용으로서 프로세싱에 의한 시그널링 비용을 계산하는데 사용된다. 시그널링 값은 두 개로 나뉘는데 하나는 제어($C_{control}$)에 따른 비교이고 다른 것은 데이터그램이 전달($C_{datagram}$)되기 위한 비용이다. 이 두 개의 비용을 합하여 프로토콜($C_{protocol}$)에서 드는 비용을 계산한다. 그리고 HA부터 MN으로 멀티캐스트 데이터그램을 포워드하기 위한 비용(C_{HA-T})과 FA로부터 MN으로 멀티캐스트 데이터

그램을 포워딩하기 위한 비용 (C_{FA-T})을 계산하여 터널링 때문에 발생하는 비용을 계산할 수 있다. 각 프로토콜의 control 에 대한 시그널링 비용(C_{control})은 Mobile IP 등록 오버헤드와 핸드오프 당 그룹 참여 오버헤드의 합으로 나타낼 수 있다. 표 4는 시그널링 비용함수의 시스템 파라미터에 사용된 기호를 정리한 것이다.

새롭게 방문된 서브넷에서 모바일 노드에게 멀티캐스트 데이터그램들이 전달되기 위한 비용 (C_{datagram})은 데이터그램 생성 비율과 모바일 노드를 위해 서브넷에서 머무는 체류 시간, 새롭게 방문된 네트워크에서 모바일 노드에게 멀티캐스트 데이터그램을 전달하기 위한 비용을 곱한 것으로 나타낼 수 있다.

$$C_{\text{datagram-MIP-RS}} = p \times \frac{[l \times (C_{HA-MR} + C_{MH-nFA})]}{N}$$

$$C_{\text{datagram-MoM}} = p \times \frac{[l \times (C_{FA-FA} + C_{HA-MR} + C_{MH-nFA}) + 2 \times rf]}{N}$$

$$C_{\text{datagram-MIP-BT}} = p \times [l \times (C_{nFA-MR} + C_{nFA-MH} + C_{nFA-HA}) + 2 \times rf]$$

$$C_{\text{datagram-MIP-MIH-MM}} = p \times \frac{[l \times (C_{HA-MR} + C_{MH-nFA})]}{N \times \frac{p}{2}}$$

4.2 핸드오버 지연 분석

본 장에서는 핸드오버 지연을 분석한다. 핸드오버 지연은 모바일 단말이 현재 PoA 와 연결이 끊어진 순간부터 모바일 단말이 새로운 서브넷에서 새로운 PoA에게 첫 번째 IP 패킷을 받는 순간까지가 [3]을 바탕으로 분석되었다. L2(Layer 2)에서의 지연은 두 가지 종류로 나눌 수 있는데 첫 번째는 이웃에 접속 가능한 PoA를 찾는데 걸리는 Discovery 시간이고 다른 하나는 접속하려는 PoA 로부터 채널을 할당받는 Re-authentication 시간이다. L3 (Layer 3)에서의 지연은 라우터가 새로운 호스트의 움직임을 발견하고 새로운 CoA를 요청하고 할당받는 시간이다. RD는 Router Solicitation(RS), Router Advertisement(RA)로 MIP-BT에서는 L3 핸드오버의 첫 번째 절차로 움직임 검출을 수행한다. MR이 RS를 nAR에게 보낸다. RS를 받은 nAR은 RA를 모바일 단말에게 보낸다.

$$D_{L2} = D_{\text{Discovery}} + D_{\text{Re-authentication}}$$

$$D_{RD} = D_{RS} + D_{RA}$$

$$D_{\text{MIP-BT}} = D_{L2} + D_{RD} + D_{FA-HA}$$

MIP-BT에서의 핸드오버 수행은 L2 레이어의 PoA를 찾는 시간과 L3 레이어에서 새로운 CoA를 요청하고, 등록하는 시간 그리고 모바일 단말의 새로운 CoA를 HA에 등록하기 위한 Binding Update 시간이 추가로 필요하다. 지연 시간이 추가된다. 하지만 처음에 Join 을 설정 한 이후 핸드오버를 할 때는 HA를 통해서 터널링되기 때문에 Join 으로 인한 딜레이가 없다.

MoM 에서의 핸드오버 수행에서는 MIP-BT 의 딜레이에 추가로 DMSP가 핸드오버 할 확률인 임의의 q값을 반영한 딜레이가 추가된다. DMSP가 핸드오버 할 때의 딜레이는 DMSP를 선정하는데 걸리는 시간과 FA가 DMSP로 선정된 HA에게 알리는데 걸리는 지연이다. 하지만 현재 FA내에 같은 채널을 수신하고 있는 다른 호스트가 있다면 HA에 새로운 CoA를 등록하기 전에 멀티캐스트 서비스를 받을 수 있다. 이동하는 호스트의 HA 가 DMSP 가 아니라면 DMSP를 재설정할 필요가 없다.

$$D_{\text{DMSP_handoff}} = D_{FA-HA} + D_{\text{DMSP_select}}$$

$$D_{\text{MoM}} = D_{L2} + D_{RD} + q \times D_{\text{DMSP_handoff}}$$

표 5는 핸드오버 지연 식의 코스트 변수로 쓰인 기호

표 5. 핸드오버 지연 식의 코스트 변수
Table 5. Variables of Handover Delay Equation.

기 호	의 미
D _{L2}	L2에서 핸드오버 지연시간
D _{Discovery}	새로운 L2 PoA를 발견하는 시간
D _{Re-authentication}	MN과 new PoA 간 L2 re-authentication 시간
D _{RD}	Router decision 시간
D _{RS}	Router Solicitation 시간
D _{RA}	Router Advertisement 시간
D _{FA-HA}	FA에서 HA로 새로운 CoA를 등록하는 시간
D _{A-B}	A에서 B까지 메시지를 전달하는 시간
D _{Join}	Join 하는데 걸리는 시간
D _{DMSP_select}	DMSP를 선정하는데 걸리는 시간
D _{MIP-BT}	MIP-BT 의 딜레이 시간
D _{MoM}	MoM 의 딜레이 시간
D _{MIP-RS}	MIP-RS 의 딜레이 시간
D _{MIH-MM}	MIH-MM 의 딜레이 시간

표 6. 핸드오버 지연식의 시스템 파라미터
Table 6. System Parameters of Handover Delay Equation.

기호	의미
q	DMSP가 핸드오프 할 확률
i	멀티캐스트 라우터가 채널을 수신하고 있지 않을 확률
j	Network Selection Algorithm 사용 시 멀티캐스트 라우터가 멀티캐스트 채널을 수신하고 있지 않을 확률

를 정리한 것이다.

표 6은 각 프로토콜의 핸드오버 지연 식에 사용된 시스템 파라미터를 정리한 것이다.

MIP-RS 에서의 핸드오버 수행 분석은 FA가 멀티캐스트 채널을 수신하고 있지 않을 경우에 FA 네트워크에 있는 모바일 라우터를 통해 그룹 조인을 하는데 시간이 걸린다. 새로 이동한 로컬 네트워크의 MR이 채널을 수신하고 있지 않을 확률인 i 값을 반영한다. MIP-RS 는 MR이 채널을 수신하고 있다면 멀티캐스트 트리에 Join 할 필요 없이 바로 서비스를 받을 수 있다.

$$D_{\text{join}} = D_{\text{MN-MR}} + i \times D_{\text{MR-Multicast Tree}}$$

$$D_{\text{MIP-RS}} = D_{\text{L2}} + D_{\text{RD}} + D_{\text{join}}$$

MIP-MM 에서의 핸드오버 수행에서는 L2 딜레이에 변화가 있다. MIP-MM은 MIP 방식과 다르게 핸드오버가 일어나기 전에 MIHF를 이용하여 이동할 PoA 의 주소로 서비스 받을 채널 그룹에 조인을 하므로 조인 지연이 없다. 또 MIH-MM는 네트워크 선택 알고리즘을 이용하여 수신할 채널을 받고 있는 네트워크 쪽으로 핸드오버를 유도하여 네트워크 자원을 절약할 수 있다. Re-authentication 시간과 new PoA에게 IGMP report를 보내는 시간이 걸린다.

$$D_{\text{MIH-MM}} = D_{\text{Re-authentication}} + D_{\text{MIH-nMR}}$$

표 7. MIP-BT, MIP-RS, MoM, MIH-MM 의 핸드오버 지연 비교
Table 7. The Comparison of Handover Delay Time of MIP-BT, MIP-RS, MoM, MIH-MM.

메카니즘	핸드오버 지연
MIP-BT	$D_{\text{Discovery}} + D_{\text{Re-authentication}} + D_{\text{RD}} + D_{\text{FA-HA}}$
MoM	$D_{\text{Discovery}} + D_{\text{Re-authentication}} + D_{\text{RD}} + q \times D_{\text{DMSP_handoff}}$
MIP-RS	$D_{\text{Discovery}} + D_{\text{Re-authentication}} + D_{\text{RD}} + D_{\text{join}}$
MIH-MM	$D_{\text{Re-authentication}} + D_{\text{MIH-nMR}}$

표 7은 위에서 분석한 MIP-BT와 MoM, MIP-RS, MIH-MM의 핸드오버 지연을 나타낸 것이다.

4.4 모의실험

이번 절에서는 앞에서 분석한 signaling cost와 handover delay 에 따른 모의실험 결과를 나타낸다. 표 8은 [8, 10~11]에 의한 실험을 위한 환경에서 가정한 파라미터 들을 참조하여 구성하였다.

소스가 멀티캐스트 데이터그램을 생성하는 비율과 모바일 노드가 하나의 서브넷에서 다른 곳으로 움직이는 비율의 값을 이용하여 Packet to Mobility rate (PMR) 을 구한다. 표 8에서 제시된 바와 같이 PMR 값을 1부터 60까지의 범위로 할당하였다. 여기서 $f = 1$ 로 가정하였다. 서브넷에 포함된 그룹 멤버의 수는 5로 설정했다. DMSP가 핸드오버 할 확률은 0.05, 모바일 노드가 그룹멤버가 아무도 없는 서브넷을 방문할 가능성은 0.01, Multicast Manager를 이용했을 때 모바일 노드가 그룹 멤버가 아무도 없는 서브넷을 방문할 가능성은 0.001로 설정하였다. 그리고 전달되는 패킷의 길이를

표 8. 모의실험 파라미터
Table 8. Simulation Parameters.

Packet to Mobility Ratio		N	f	r	$Q_{\text{no_M}}$	
1 ~ 60		5	1	1	0.01	
Q_{DMSP}	p	i	r	l	j	
0.05	0.01	0.005	0.001	50	500	0.00005
$Q_{\text{no-DMSP}}$	$Q_{\text{handoff-DMSP}}$		$Q_{\text{no-m-FA}}$	$Q_{\text{no-m-PoA}}$		
0.1	0.5		0.5	0.1		
$Q_{\text{no-m-PoA-MIH-MM}}$			$Q_{\text{no-m-PoA-neighbor-MIH-MM}}$			
0.05			0.01			

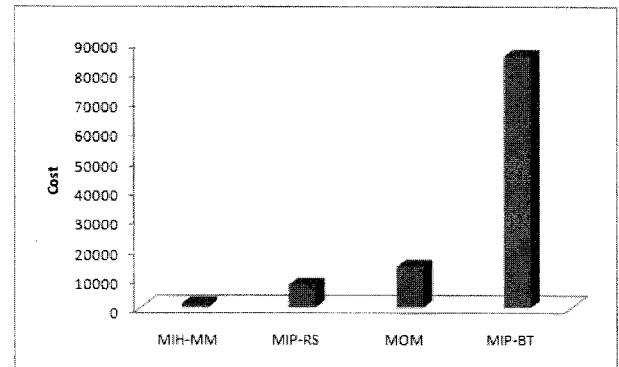


그림 4. 시그널링 비용의 평균 값, with $l = 500$
Fig. 4. The Mean Value of Signalling Cost, with $l = 500$.

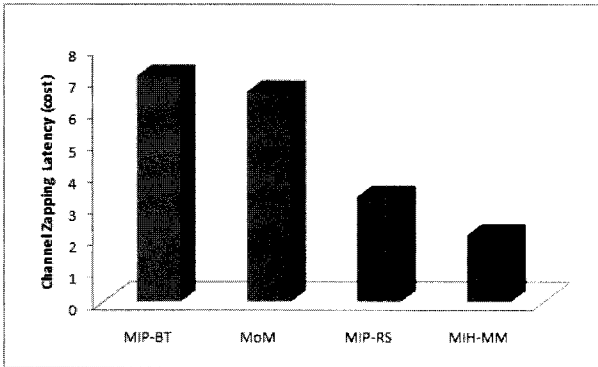


그림 5. 핸드오버 지연 비교

Fig. 5. The Comparison of Handover Delay.

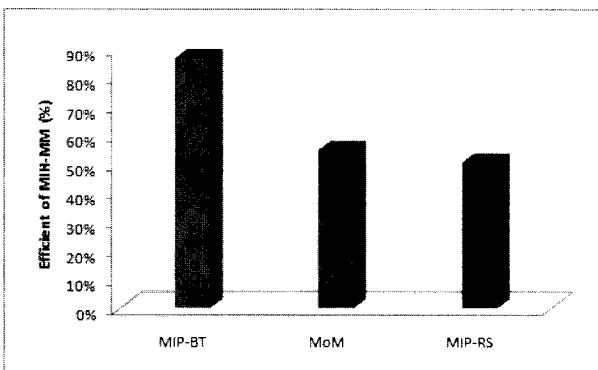


그림 6. MIH-MM의 핸드오버 지연시간 효율성

Fig. 6. The Efficiency of Handover Delay Time of MIH-MM.

짧은 패킷은 50, 긴 패킷은 500으로 설정하였다. 패킷의 이동성이 낮은 처음에는 제안된 알고리즘의 시그널링 비용이 높지만 이동을 하면서 그룹멤버가 있는 쪽으로 핸드오버를 유도함으로써 시그널링 비용을 줄일 수 있다. 그림 4는 각 프로토콜의 평균 시그널링 비율을 구한 것이다.

그림 5는 본 장에 적은 파라미터들을 값으로 하여 핸드오버 딜레이 결과를 비교한 그래프이다.

그림 6은 제안된 MIH-MM에 가 다른 프로토콜에 대한 딜레이 효율성을 계산하여 나타낸 그래프이다. 제안된 프로토콜은 50%에서 최대 86% 까지 높은 효율을 가진다.

V. 결 론

본 논문에서는 멀티캐스트 서비스 이용하는 호스트가 이종망간에 핸드오버를 할 때, 빠른 핸드오버와 QoS를 지원하며 효율적으로 망 자원을 사용하도록 네트워크 선택을 하는 MIH기반 멀티캐스트 핸드오버 아키텍

처를 제안하였다. 특히, 제안하는 방식은 다양한 무선 접속 기술들이 동시에 중첩되는 방식으로 존재하는 차세대 이동 네트워크에서 적합한 기술이다. 기본적으로 네트워크 선택 알고리즘은 모바일 단말의 속도를 이용하여 무선 신호가 검출된 무선망 중 단말의 속도를 지원하지 못하는 네트워크를 필터링한다. 다음 단계에서 QoS 요구사항, 채널 사용 정보 및 망의 특성 등을 기반으로 최적의 네트워크를 선택한다. 더불어, 모바일 단말이 이종망의 상태 정보를 알 수 없다고 전제하고, 해당 정보들을 네트워크 즉, PoA로부터 받아 비교하고 각 모바일 단말이 설정한 기준에 따라 이동할 수 있도록 확장된 프로토콜을 제시하여 효율적인 핸드오버 대상 네트워크를 결정할 수 있도록 하였다. 마지막으로, 제안하는 MIH기반 멀티캐스트 핸드오버 메커니즘의 효율성을 평가하기 위하여 모의실험을 수행하였다. 비교 프로토콜은 기존의 MIP-BT, MIH-RS, MoM이며, 결과적으로 제안하는 방식의 핸드오버 지연시간은 기존 프로토콜의 핸드오버 지연시간에 비해 최대 86%의 향상된 효과를 나타냈다.

참 고 문 헌

- [1] Makaya C, Pierre S, "An Architecture for Seamless Mobility Support in IP-based Next-Generation Wireless Networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 57, Issue 2, March 2008 Page(s):1209 - 1225
- [2] Ge. W, Zhang, J, Shen, S, "A Cross-layer design approach to multicast in wireless networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol 6. March 2007.
- [3] Qazi Bouland Mussabir, Wenbing Yao, Zeyun Niu, Xiaoming Fu, "Optimized FMIPv6 Using IEEE 802.21 MIH Services in Vehicular Networks," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 56, Issue 6, Part 1, Page(s):3397-3407, Nov. 2007.
- [4] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4.", RFC 3344, August 2002.
- [5] Imed Romdahani, Mounir Kellil, Hong-yong Lach, Abdelmadjid Bouabdallah and Hatem Bettahar, "IP Mobile Multicast: Challenges and Solution", IEEE Communications Survey & Tutorial. First Quarter, 2004.
- [6] J. Park, "Mobile Multicast Routing Protocol: TBMOM (Timer-based Mobile Multicast)," RMT

Wksp. 2002, May 2002.

- [7] Vivek Gupta, IEEE 802.21 Tutorial, July 17, 2006.
- [8] Jiunn-Ru Lai, Wanjiun Liao, "mobile multicast with routing optimization for recipient mobility", IEEE Transactions on Consumer electronics, Vol. 47, No. 1, Feb. 2001.
- [9] Tim G. Harrison, Carey L. Williamson, Wayne L. Mackrell, Richard B. Bunt, "Mobile Multicast (MoM) Protocol: Multicast Support for Mobile Hosts", Proceedings of the 3rd annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, 1997.
- [10] F. Baumann and I. Niemegeers, "An Evaluation of Location Management Procedures." in Proc. UPC'94, pp. 359-364, Sept. 1994.
- [11] T. Ihara, H. Ohnishi, and Y. T. Takagi, "Mobile IP Route Optimization Method for a Carrier-Scale IP Network." in Proc. ICECCS 2000, pp. 11-14 Sept. 2000.
- [13] 박인수, 탁동국, 김원태, 박용진, "중첩 이중 무선망 환경에서 단말의 이동 속도를 고려한 효과적인 망 자원 예약," 대한전자공학회 논문지 제 44권 TC편 제 10호, 2007년 10월, pp. 83 ~ 98.
- [14] Qingyang Song, Abbas Jamalipour, "Network selection in and integrated wireless lan and umts environment using mathematical modeling and computing techniques", IEEE Wireless communications, Vol 12. Issue 3, Page(s):42-48, June 2005.
- [15] 김원태, "IPv6 기반의 다중 네트워크 인터페이스를 갖는 새로운 동적 이동형 네트워크 아키텍처," 대한전자공학회 논문지 제 43권 TC편 제 8호, 2006년 8월, pp. 25 - 34.

저 자 소 개



김 원 태(정회원)

1994년 2월 한양대학교
전자공학과 학사 졸업.

1996년 2월 한양대학교
전자공학과 석사 졸업

2000년 8월 한양대학교
전자공학과 박사 졸업

2001년 1월~2005년 2월 (주)로스텍테크놀로지
기술이사

2005년 3월~현재 ETRI 임베디드SW기술연구팀
선임연구원

<주관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 통신 아키텍처, 임베디드 시스템>



강 은 현(학생회원)

2004년 2월 홍익대학교 컴퓨터
공학과 공학학사 졸업

2008년 2월 한양대학교 전자
컴퓨터통신공학과
석사 졸업

2008년 2월~ LG전자 IMS팀

<주관심분야 : 이동통신, 네트워크 컴퓨팅>



박 용 진(정회원)

1969년 3월 와세다대학교 전자
통신공학과 학사 졸업.

1971년 3월 와세다대학교 전자
통신공학과 석사 졸업.

1978년 3월 와세다대학교 전자
통신공학과 박사 졸업.

1979년~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부
교수

2001년 4월~2006년 와세다대학교 대학원 국제
정보통신대학원 강사

2002년 10월~2006년 10월 한국인터넷협회 이사

2003년 2월~현재 한국첨단망협회
(국내 연구개발망 추진기관) 이사

2005년 1월~현재 IEEE Asia-Pacific Region
이사

2005년 2월~현재 IEICE 한국 지부 대표

<주관심분야 : 컴퓨터통신, 이동 데이터 통신>