DBpia

논문 12-37C-12-13

한국통신학회논문지 '12-12 Vol.37C No.12
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2012.37C.12.1303

차세대 광 가입자망에서 멀티캐스트 서비스 지원을 위한 핸드오버 기법

이 영 석◆, 이 동 수*, 김 영 한°

Analysis of Multicast Handover Scheme for Next Generation Access Networks

Young-suk Lee◆, Dong-soo Lee*, Young-han Kim°

요 약

본 논문은 차세대 광가입자망(XG-PON1)에서 멀티캐스트 데이터의 끊김 없는 서비스가 가능한 핸드오버 기술을 제안한다. 이를 위해 기존 이동성 관리 프로토콜인 MIP(Mobile IP), FMIP(Fast MIP), HMIP(Heterogeneous MIP), PMIP(Proxy MIP)을 XG-PON1에 적용할 경우의 장단점을 분석하여 최적의 핸드오버 기술을 도출한다. 또한 멀티캐스트 핸드오버 기법에서 발생되는 터널 컨버전스 문제점 해결을 위한 방안을 제안하고 분석한다. 본 논문에서 제안한 XG-PON1에서 멀티캐스트 지원 핸드오버 기술은 터널 컨버전스 문제점을 해결하고 핸드오버 지연 및 패킷 전송 코스트를 감소시킨다.

Key Words : XG-PON1, OLT, ONT, Multicast, OMCI

ABSTRACT

In this paper, we propose a handover scheme for seamless mobile multicast service in next generation access networks. For this, we drew optimum handover scheme when applying MIP(mobile IP), FMIP(Fast MIP), HMIP(Heterogeneous MIP), PMIP(Proxy MIP) to XG-PON1. And, we analyze handover scheme for seamless mobile multicast service in XG-PON1. The prosed handover scheme remove tunnel convergence and reduces handover delay, packet delivery cost.

Ⅰ. 서 론

최근 전 세계는 스마트폰 열풍과 함께 무선 대역폭을 빠르게 소비하고 있다. 그에 따라 부족한 무선 대역폭 극복을 위해 엑세스 네트워크 기술 중 가장 대역폭이 큰 XG-PON1과 무선 네트워크 융합에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 XG-PON1과 무선 네트워크를 융합하기 위해서는 무선 네트워크의 기반 기술인 이동성에 대한 고려가 반드시 필요하다. 한편, 무선 네트워크의 단말은 TCP, UDP와 같이 단순 패킷 데이터뿐만 아니라 IPTV, VoD와 같은 멀티캐스트 데이터를 다양하게 사용하고 있어 기존 무선 네트워크의 이동성 기술뿐만 아니라 멀티캐스트기반 핸드오버 기술이 반드시 고려되어야 한다[1-3].

하지만 XG-PON1은 인터넷 5계층 중 2계층인 레이어2 기반 기술로 이동성 제공을 위한 레이어3 기반 기술과의 융합을 위해서는 아래와 같은 사항

◆ 주저자 : 한국전자통신연구원 그린IT네트워크연구팀, youngsuk@etri.re.kr, 정회원
° 교신저자 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수, younghak@ssu.ac.kr, 종신회원
* 한국전자통신연구원, d-soolee@etri.re.kr
논문번호 : KICS2012-09-465, 접수일자 : 2012년 9월 28일, 최종논문접수일자 : 2012년 11월 27일

www.dbpia.co.kr

을 고려해야 한다.

첫째로, IETF(Internet Engineering Task Force)에서 권고한 레이어3 기반 핸드오버 프로토콜인 MIP(Mobile IP), FMIP(Fast MIP), HMIP(Heterogeneous MIP), PMIP(Proxy MIP) 중 XG-PON1에 가장 적합한 핸드오버 프로토콜을 선정해야 한다.

둘째, 기존 핸드오버 기술에서 멀티캐스트 서비스를 적용할 경우 발생되는 터널 컨버전스 극복을 위한 방법을 강구하여야 한다. 특히 터널 컨버전스가 발생되면 XG-PON1에서 멀티캐스트 패킷 복사가 추가로 발생되므로 반드시 해결해야 한다[4,5].

셋째, XG-PON1에 멀티캐스트 서비스를 위한 핸드오버 기술을 설계해야 한다.

본 논문에서는 위 세 가지 고려사항을 해결한 XG-PON1에 가장 적합한 핸드오버 방법에 관해 설명하고, 멀티캐스트 서비스를 위한 터널 컨버전스를 극복한 방식과 그 구조를 설계한다. 또한 기존 멀티캐스트 서비스를 적용한 핸드오버 기법과 본 논문에서 제안한 핸드오버 기법을 적용했을 경우 효율을 비교 분석한다.

Ⅱ. XG-PON1에서의 핸드오버 기술

XG-PON1와 무선네트워크를 융합하기 위해서는 이동성 프로토콜과 멀티캐스트 트래픽을 효율적으로 수용할 멀티캐스트기반 핸드오버 기술을 고려해야 한다. 이에 본 장에서는 XG-PON1에 기존 핸드오버 기술 적용 시 효율성을 판단하고, 기존 핸드오버 프로토콜을 기반으로 멀티캐스트 트래픽 전송 시 발생되는 터널 컨버전스 문제에 대한 해결 방안을 고려한다.

터널 컨버전스 문제란 그림1과 같은 네트워크 구성에서 HA#1(Home Agent)에 있는 MN#1(Mobile Node)과 HA#2에 있는 MN#2, HA#3에 있는 MN#3가 모두 A라는 채널의 멀티캐스트 기반 IPTV를 시청하며 이동할 경우 발생된다.

만약 MN#1, MN#2, MN#3이 모두 FA밑의 ONT-AP(Access Point)로 이동할 경우 멀티캐스트 트래픽을 수신중인 HA#1과, HA#2, HA#3은 MN#1, MN#2, MN#3의 이동에 따라 자신들이 수신한 멀티캐스트 트래픽을 터널링을 통해 FA로 전송한다. 따라서 같은 채널을 수신중인 MN#1, MN#2, MN#3이 속한 FA는 터널링 기법으로 전송된 3개의 트래픽을 수신하지만 실제적으로는 3개가 같은 멀티캐스트 트래픽을 수신하게 된다. 또한 FA

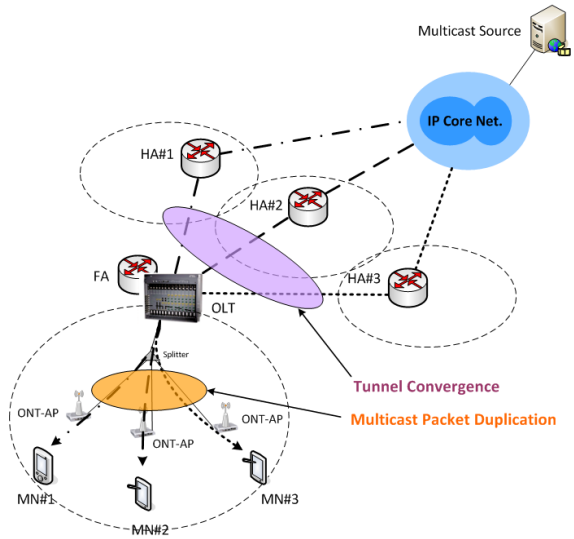


그림 1. XG-PON1에서 MN의 위치 갱신 문제점
Fig. 1. Problem of location update in XG-PON1

에 연결된 XG-PON1 은 중첩된 멀티캐스트 트래픽을 MN#1, MN#2, MN#3에게 각각 전송하여야 하므로 멀티캐스트 트래픽 복사가 XG-PON1에서 일어나게 된다.

[8]의 IP Mobility에서 멀티캐스트 지원 시 문제점 중 'Mobilie Receiver Problems'에 의해 발생되는 Packet duplication 및 Latency 에 따라 XG-PON1에 기존 핸드오버 기법을 적용하면 표 1과 같다. 표 1과 같이 기존 이동성 기술을 XG-PON1에 단순 적용 시 멀티캐스트에 대한 고려가 없기 때문에 대부분의 기존 이동성 프로토콜은 비효율적이다. 따라서 [4]와 같은 멀티캐스트를 고려한 이동성 기술을 XG-PON1 에 적용하여야 한다.

특히 본 논문에서는 멀티캐스트를 고려한 이동성 기술 적용할 때 HA(HMIP, PMIP의 경우 MAG)가 OLT에 탑재될 경우와 ONT에 탑재될 경우를 [8]의 'Mobile receiver solutions'에 따라 고려한다.

2.1. XG-PON1 OLT에 HA를 탑재할 경우

멀티캐스트에 대한 고려가 없는 MIP, FMIP, HMIP, PMIP를 단순 적용했기 때문에 터널 컨버전스는 모두 발생한다. 하지만 XG-PON1이 단순 액세스 망으로 동작하기 때문에 터널 컨버전스는 OLT상단 네트워크에서만 발생한다. 따라서 XG-PON1 OLT에 같은 종류의 멀티캐스트 트래픽을 수신하여도 OLT에 멀티캐스트 프락시를 설치한다면 중복된 멀티캐스트 트래픽이 XG-PON1에 유입되는 것을 차단할 수 있다.

www.dbpia.co.kr

표 1. XG-PON1에서 핸드오버 기법 적용
Table 1. Summary of handover scheme in XG-PON1

	MIP		FMIP		HMIP		PMIP	
	OLT-HA	ONT-HA	OLT-HA	ONT-HA	OLT-AR	ONT-AR	OLT-MAG	ONT-MAG
Tunnel Convergence	O	O	O	O	O	O	O	O
Solution for Tunnel Convergence	MIP Dependent	MIP + XGPON Scheme	FMIP Dependent	FMIP + XGPON Scheme	HMIP Dependent	HMIP + XGPON Scheme	PMIP Dependent	PMIP + XGPON Scheme
Modified MN	O	O	O	O	O	O	X	X
Packet Overhead	X	Tunnel + MIP Control	X	Tunnel + FMIP Control	X	HMIP Control	X	PMIP Control
Packet overhead of Multicast	X	O	X	O	X	O	X	O
Handover Latency	High	Low	High	Low	Hig	Low	Hig	Low
Result	Discout	Discout	Discout	Discout	Consideration	Consideration	Consideration	Consideration

단말 수정의 경우 MIP, FMIP, HMIP의 경우 각 프로토콜 지원을 위한 MN의 수정이 불가피하며, PMIP의 경우 MN의 수정이 필요 없다.

패킷 오버헤드의 경우 모든 이동성 프로토콜이 생성한 터널링이 HA단에서 종단되므로 XG-PON1에서는 패킷 오버헤드가 발생되지 않는다. 또한 멀티캐스트 패킷 오버헤드의 경우 터널링이 OLT측에서 종단되므로 모든 멀티캐스트 트래픽은 XG-PON1에서 사용하는 멀티캐스트 Port-ID를 통해 각 ONT로 전송된다. 따라서 유니캐스트 방식이 아니기 때문에 오버헤드가 적다.

핸드오버 지연의 경우 ONT에 이동성 지원 프로토콜이 없기 때문에 OLT는 MN의 이동성에 대한 인식을 할 수 없다. 그러므로 MN이 ONT간 이동한 후 OLT측으로 패킷을 전송해야만 OLT는 MN이 ONT간 이동했음을 인식할 수 있다. 따라서 핸드오버 지연과 ONT 위치 업데이트 시간이 추가로 요구된다[6].

2.2. XG-PON1 ONT에 HA를 탑재할 경우

멀티캐스트에 대한 고려가 없는 MIP, FMIP, HMIP, PMIP를 단순 적용했기 때문에 터널 컨버전스는 모두 발생한다. 하지만 본 논문에서 제안한 OMCI를 사용한 멀티캐스트 소스 업데이트 방식에 따라 터널 컨버전스를 각 이동성 프로토콜에 대한 수정 없이 해결가능하다.

단말의 수정은 XG-PON1 OLT에 HA가 탑재될 때와 같이 각 프로토콜을 위한 MN의 수정이 불가피하다.

패킷 오버헤드는 HA가 ONT에 위치하기 때문에 OLT와 ONT간 터널링이 발생된다. 따라서 터널링에 따른 오버헤드와 각 이동성 프로토콜의 제어패킷에 따른 오버헤드가 추가로 발생된다.

또한 멀티캐스트 패킷 오버헤드는 터널링이 ONT에서 종단되기 때문에 모든 멀티캐스트 트래픽을 이더넷 패킷으로 인식한다. 따라서 각 ONT에 할당된 Port-ID를 사용하는 유니캐스트 방식으로 ONT로 전송하기 때문에 오버헤드가 크다.

핸드오버 지연의 경우 ONT에 HA가 탑재되어 있기 때문에 OLT는 MN의 이동성에 대한 인식을 빠르게 할 수 있다. 따라서 이동성 프로토콜에 의존

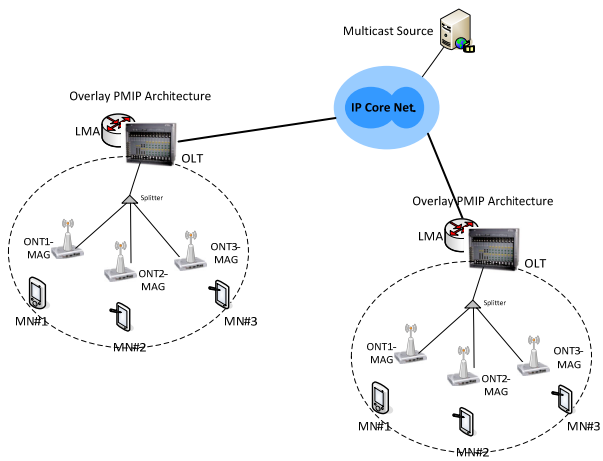


그림 2. 멀티캐스트기반 핸드오버 네트워크 구성
Fig. 2. Configuration of handover network based on multicast

www.dbpia.co.kr

Transaction ID (2 byte)	Message Type (1 byte)	Device ID (1 byte)	Message ID : Mobility Multicast (4 byte)	Enable/Disable (1byte)	Multicast Source Address (6byte)	Multicast Destination Address (6byte)	OMCI Trailer (8 byte)

그림 3. 이동성 지원을 위한 멀티캐스트 OMCI 메시지 포맷
Fig. 3. OMCI Packet format of Mobility Multicast

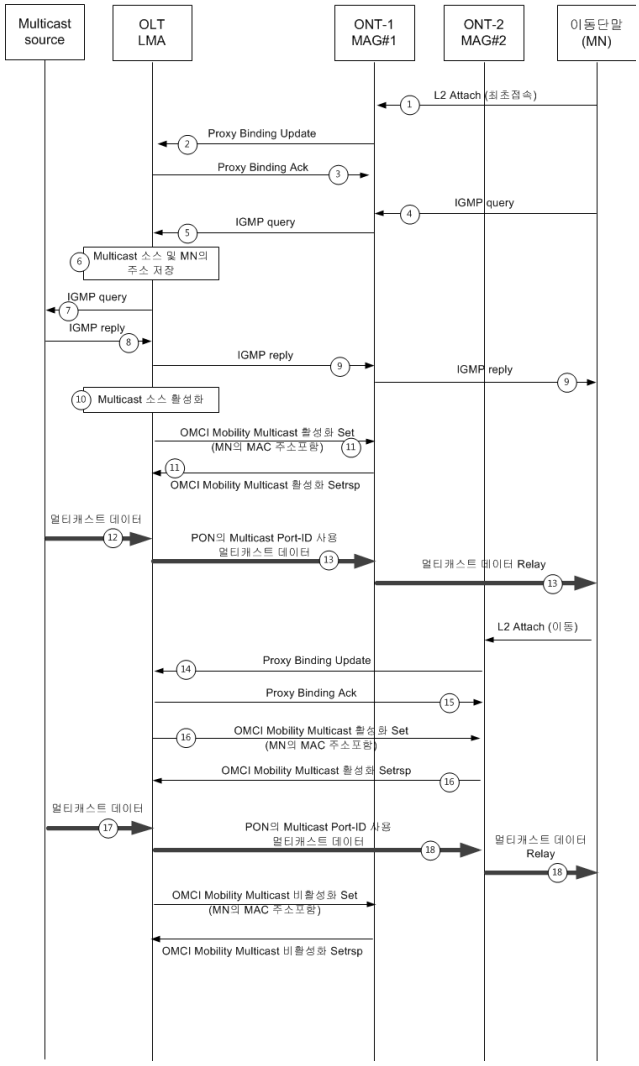


그림 4. 멀티캐스트 기반 핸드오버 절차
Fig. 4. Handover procedure based on multicast

적인 핸드오버 지연시간이 필요하다.

1, 2절 에서와 같이 XG-PON1에 이동성 프로토콜 탑재는 HA의 위치에 따라 두 가지 형태로 분류할 수 있다. OLT, ONT에 HA를 탑재하는 것으로, OLT에 HA를 탑재할 경우 XG-PON1은 단순 엑세스 네트워크로 동작하여 멀티캐스트 프락시 설치로 멀티캐스트를 서비스가 가능한 장점을 갖는다. 하지만 OLT에 HA가 탑재되는 경우 XG-PON1의 특성에 따라 MN의 ONT간 이동에 대한 위치 갱신을 빠르게 실행할 수 없는 단점을 갖는다.

ONT에 HA를 탑재할 경우 MN의 ONT간 이동에 대한 위치 갱신을 빠르게 실행 할 수 있는 장점을 갖지만, 터널링을 통해 전송되는 패킷에 대한 오버헤드가 생긴다. 또한 멀티캐스트 트래픽의 경우 XG-PON1에서 사용가능한 멀티캐스트 Port-ID 사용을 위한 추가 방안이 필요하다.

결과적으로 XG-PON1 ONT에 HA를 탑재하고 터널 컨버전스 문제를 해결한다면 MN의 이동에 빠르게 대응가능하며 멀티캐스트 서비스가 가능한 이동성 기술을 적용할 수 있다.

본 논문에서는 ONT간 MN의 이동에 빠르게 대응가능하고, 단말의 수정 없이 멀티캐스트 트래픽의 수용이 가능한 PMIP 기반의 멀티캐스트 지원 핸드오버 기법을 제안한다.

Ⅲ. 멀티캐스트 지원 XG-PON1 기반 핸드오버 기법

XG-PON1에서 PMIP 기반의 멀티캐스트 지원 핸드오버 기법을 적용했을 경우 네트워크 구조는 그림 2와 같다. 먼저 OLT에는 PMIP의 LMA(Local Mobile Anchor)가 탑재되고 ONT에는 LMA에 의해 제어되는 MAG가 탑재된다.

따라서 ONT-AP에 접속하는 사용자 단말은 MAG에 의해 이동성을 지원받게 된다. 하지만 2장에서 설명한 것과 같이 터널 컨버전스를 해결하기 위해 XG-PON1에서의 추가방식이 필요하다.

본 논문에서는 XG-PON1의 제어채널인 OMCI(ONU Management Control and Interface)를 사용하여 이동 ONT-AP간 멀티캐스트 트래픽 정보 업데이트 방식을 제안한다. 절차는 그림 4와 같다.

최초 이동단말이 ONT-1(MAG#1)에 접속한다(그림4의 1). 이를 인식한 ONT-1(MAG#1)은 OLT-LMA로 프록시 바인딩 업데이트를 통해 사용자 단말이 ONT-1(MAG#1)에 접속되었음을 알리고, 이에 대한 응답으로 프록시 바인딩 엑크를 보냄으로써 핸드오버를 시작한다(그림4의 2, 3).

이후 단말이 IGMP 쿼리를 통해 멀티캐스트 기반 IPTV를 시청함을 알리게 되면(그림4의 4), 최초 이를 수신한 ONT-1(MAG#1)은 OLT-LMA로 IGMP 쿼리를 전달한다(그림4의 5). OLT-LMA는

www.dbpia.co.kr

수신한 IGMP 쿼리를 통해 멀티캐스트 소스 MAC 주소와 MN의 MAC 주소를 저장(그림4의 6)하고 이를 멀티캐스트 소스로 전달한다(멀티캐스트 소스는 IPTV를 제공하는 서버를 지칭, 그림4의 7). 멀티캐스트 소스가 IGMP 쿼리를 수신하면 이에 대한 응답으로 IGMP 리플라이를 이동단말에게 전송하기 위해 OLT-LMA로 전송한다(그림4의 8).

OLT-LMA는 IGMP 리플라이를 이동단말이 속한 ONT-1(MAG#1)로 전달하고(그림4의 9), 해당 멀티캐스트 소스 및 MN에 대해 멀티캐스트 서비스 활성화를 진행한다(그림4의 10). 또한 OLT-LMA는 OMCI 메시지를 통해 현재 활성화된 MN의 MAC 주조와 멀티캐스트 소스 주소를 전달하여 이후 ONT-1(MAG#1)로 전송되어질 멀티캐스트 데이터 이동단말로 전달할 수 있게 활성화 한다(그림4의 11). 이때 전송하는 OMCI 메시지는 그림 3과 같은 형식을 사용한다.

멀티캐스트 서비스를 위한 모든 준비 작업이 끝나면 멀티캐스트 소스는 이동단말로 IPTV 서비스를 위한 멀티캐스트 데이터를 OLT로 전송한다(그림4의 12). OLT는 이를 수신하여 XG-PON1에서 미리 정해진 멀티캐스트 서비스를 위한 Port-ID를 사용하여 멀티캐스트 데이터를 모든 ONT(ONT-1, ONT-2, …)에게 전송한다(그림4의 13). 이를 수신한 ONT는 위 멀티캐스트 서비스를 위한 준비단계에서 OMCI 메시지를 통해 MN의 MAC 주소와 멀티캐스트 소스 주소를 전달받았다면 MN에게 멀티캐스트 데이터를 전송하고, 그렇지 않은 경우 전달하지 않는다.

이후 멀티캐스트 서비스를 이용하던 MN 이 ONT-1(MAG#1)에서 ONT-2(MAG#2)로 이동할 경우의 동작은 다음과 같다.

먼저 MN의 이동을 감지한 ONT-2(MAG#2)는 ONT-1(MAG#1)의 동작과 같이 프록시 바인딩 업데이트 동작을 통해 MN이 자신의 영역으로 이동함을 OLT-LMA에게 알린다(그림4의 14). 이를 수신한 OLT-LMA는 이에 대한 응답으로 프록시 바인딩 엑크를 ONT-2(MAG#2)로 전송한다(그림4의 15). 이후 OLT-LMA는 현재 멀티캐스트 서비스를 위해 준비한 MN의 MAC 주소와 프록시 바인딩 업데이트를 통해 수신된 MN의 MAC 주소를 비교한다. 현재 그림 4에서는 두 값이 같기 때문에 OLT-LMA는 OMCI 메시지를 통해 현재 활성화된 MN의 MAC 주소와 멀티캐스트 소스 주소를 전달하여 현재 수신중인 멀티캐스트 데이터를 ONT-2(MAG#2)가 이동단말로 전달할 수 있게 활성화 한다(그림4의 16).

따라서 계속적으로 수신중인 멀티캐스트 데이터는 ONT-1(MAG#1)에서 ONT-2(MAG#2)로 끊김없이 전달되게 된다(그림4의 17, 18). 또한 터널 컨버전스 문제점을 해결하여 최적의 멀티캐스트 서비스를 제공받을 수 있다.

Ⅳ. 멀티캐스트 지원 핸드오버 기법 분석

본 논문에서 제안한 XG-PON1에서 PMIP 기반의 멀티캐스트 지원 핸드오버 기법 분석을 위해 [8]의 Mobile Receivers Solution중 Bi-Direction, MoM[7] 및 PMIPv6을 비교분석한다. 성능 분석은 멀티캐스트 트래픽의 패킷 복사 정도를 측정하기 위한 Packet Delivery Cost[9]를 사용한 수식인 [4]를 사용하여 분석한다. 단 본 논문에서는 PMIPv6의 HA를 ONT에 단순 탑재할 경우와, OMCI를 사용할 경우를 각각 분석한다.

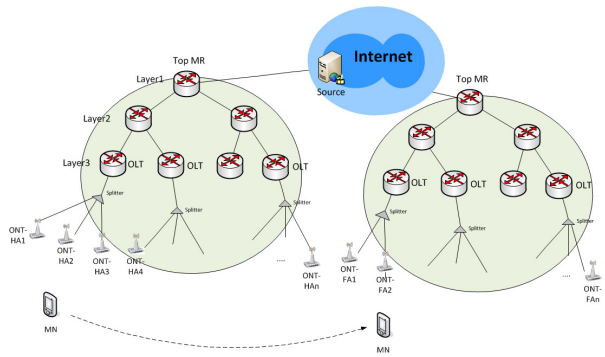


그림 5. 성능 분석을 위한 네트워크 구성
Fig. 5. Network topology for performance analysis

성능 분석을 위해 아래와 같은 가정을 사용한다.

1) 네트워크 구성은 l개의 레이어로 구성된 트리 구조를 사용한다. 이때 l은 라우터 수를 나타낸다.
2) ONT에 HA가 탑재될 경우 레이어는 $l+1$개이고, OMCI를 사용할 경우 레이어는 1개 이다.
3) 최하단 노드는 XG-PON1으로 구성되며 HA 트리와 FA 트리로 구성된다.
4) h는 Top MR부터 소스까지의 홉 카운트이다.
5) m은 MN의 수를 나타낸다.
6) 한 개 이상의 MN이 네트워크에 연결될 경우 HAs와 FAs는 같은 멀티캐스트 데이터를 수신한다.

www.dbpia.co.kr

7) 한 개 이상의 MN을 갖는 HAs, FAs, MAGs의 수는 N_{HA}, N_{FA}, N_{MAG}로 나타낸다.
8) $C_{\mu lticast}(N_x, l)$는 소스노드로부터 N_x에 위치한 최하단 레이어까지의 Packet Delivery Cost를 나타낸다.

[4]에서 사용한 멀티캐스트 기반 핸드오버 분석을 위한 수식을 이용하여 ONT에 HA를 단순 탑재할 경우의 멀티캐스트 코스트는 아래와 같다.

$$C_{B-D} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{HA}, l) + m(l-1+h+l) \quad (1)$$

$$C_{MoM} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{HA}, l) + N_{FA}(l-1+h+l-1) + N_{FA}] \quad (2)$$

$$C_{PMIPv6} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{MAG}, l) + N_{MAG}] \quad (3)$$

본 논문에서 제안한 XG-PON1에서 이동성 멀티캐스트 기법을 적용할 경우 수식은 아래와 같다.

$$C_{B-D} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{HA}, l-1) + m(l-2+h+l-1) \quad (4)$$

$$C_{MoM} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{HA}, l-1) + N_{FA}(l-2+h+l-2) + N_{FA}] \quad (5)$$

$$C_{PMIPv6} = \frac{1}{m}[h + C_{\mu lticast}(N_{MAG}, l-1) + N_{MAG}] \quad (6)$$

그림 6과 7은 위 수식을 사용하여 Layer가 증가할 경우와, MN이 증가할 경우의 멀티캐스트 트래픽 전송 코스트 결과이다.

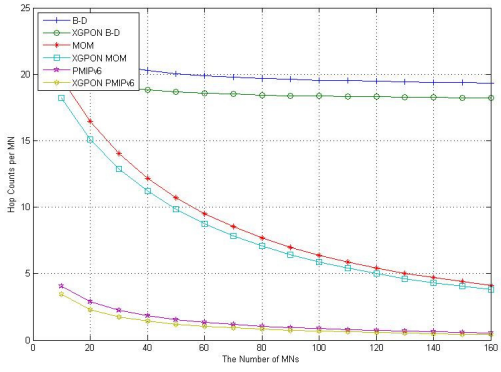


그림 6. MN증가에 따른 MN까지의 홉카운트
Fig. 6. Hop count per MN as increase of MN

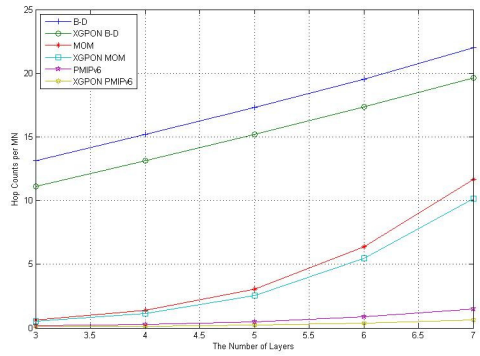


그림 7. Layer 증가에 따른 MN까지의 홉카운트
Fig. 7. Hop count per MN as layer increase

위 결과와 같이 ONT에 멀티캐스트 기반 이동성 프로토콜을 단순 적용시킬 경우 그 효과는 XG-PON1을 제외한 결과만이 도출된다. 하지만 XG-PON1이 브로드캐스트, 멀티캐스트 기반 엑세스 네트워크이기 때문에 이를 직접 제어할 수 있는 OMCI를 사용한 멀티캐스트 Port-ID 사용하여 실제 패킷 전송 코스트 절감 및 효율을 증대시킬 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존 이동성 관리 프로토콜인 MIP(Mobile IP), FMIP(Fast MIP), HMIP(Heterogeneous MIP), PMIP(Proxy MIP)을 멀티캐스트 기반으로 XG-PON1에 적용 시 각각의 장단점을 분석하여 최적의 핸드오버 기술을 도출했다. 또한 도출된 핸드오버 기술을 XG-PON1에 단순 적용할 경우 발생되는 터널 컨버전스 해결을 위해 OMCI를 사용한 멀티캐스트 지원 기법을 제안하고 분석하였다. 본 논문에서 제안한 방식은 XG-PON1이 갖는 브로드캐스트, 멀티캐스트 특성을 이용하여 패킷 전송 코스트를 절감했다.

References

[1] Navid Ghazisaidi and Martin Maier, "Fiber-Wireless (FiWi) access networks:a survey," *IEEE Commun. Mag.*, Feb. 2009.
[2] Sungkuen Lee and Jinwoo Park, "A wireless access network based on WDM-PON for HMIPv6 mobility support," *Wireless Networks*, August. 2010.

www.dbpia.co.kr

[3] S. H. S. Newaz, Y. Bae, M. S. Ahsan, and J. K. Choi, “A study on PMIP deployment over EPON,” in *Proc. COIN*, July. 2010.

[4] S. Jeon, N. Kang, and Y. Kim, “Mobility management based on Proxy Mobile IPv6 for multicasting services in home networks,” *IEEE Trans. Consum. Electr.*, August. 2009

[5] Youngsuk Lee, M. S. Lee, D. S. Lee, H. Yoo, S. C. Kim, G. Y. Kim, Y. S. Kim, and Y. H. Kim, “Analysis of Multicast Handover Scheme for Next Generation Access Network,” June. 2012.

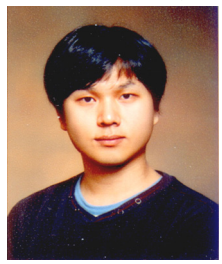
[6] Youngsuk Lee, M. S. Lee, D. S. Lee, H. Yoo, S. C. Kim, G. Y. Kim, Y. S. Kim, and Y. H. Kim, “Design of Convergence ONT Technology for Next Generation Access Networks,” Korea Information and Communications Society, June. 2011.

[7] V. Chikarmane, C. L. Williamson, R. B. Bunt, and W. L. Mackrell, “Multicast support for mobile hosts using mobile IP: design issues and proposed architecture (MoM Protocol),” *ACM/Baltzer Mobile Network and Applications*, vol. 3, no. 4, pp. 365-379, Jan. 1998.

[8] I. Romdhani, M. Kellil, and H. Lach, “IP mobile multicast: challenges and solutions,” *IEEE Commun, Surv. & Tutorials*, vol. 6, no. 1, pp. 18-41, First Quarter 2004.

[9] R. Rummler, Y. W. Chung, and A. H. Aghvami, “Modeling and analysis of an efficient multicast mechanism for UMTS,” I*EEE Trans. Veh. technol.*, vol. 54. no. 1, pp. 350-365, Jan. 2005.

이 영 석 (Young-suk Lee)



2004년 숭실대학교 정보통신전자공학과 학사

2006년 실대학교 전자공학과 석사

2008년 숭실대학교 전자공학과 박사수료

2008년~현재 한국전자통신연구원

<관심분야> XG-PON1, 그린IT, IMS, Ubiquitous, MANET, OMCI

이 동 수 (Dong-soo Lee)

1993년 서강대학교 물리학과 학사

2000년 KAIST 석사

2004년 KAIST 박사

2005년~현재한국전자통신연구원

<관심분야> XG-PON1, 그린IT

김 영 한 (Young-han Kim)

1984년 서울대학교 전자공학과 학사

1986년 한국과학기술원 전기전자공학 석사

1990년 숭실대학교 전자공학과 박사수료

현재 숭실대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> MANET, QoS, IMS

www.dbpia.co.kr