

# 이종망 간 빠른 핸드오버를 위한 이동성 관리 방안

유명주\*, 최성곤\*

\*충북대학교 전자통신공학과

e-mail : mjyu@cbnu.ac.kr, sgchoi@cbnu.ac.kr

## A Mobility Management Scheme for Fast Handover between Heterogeneous Networks

Myoung Ju Yu \*, Seong Gon Choi\*

\*College of Electrical & Computer Engineering, Chungbuk National University

### 요 약

본 논문은 WiMAX 와 WLAN 네트워크 간 빠른 핸드오버를 위한 이동성 관리 방안을 제안한다. 제안방안은 MPLS 네트워크 환경을 기반으로 하고, 공용 인증키로써 MA ID(Mobility Agent Identifier) 를 할당하여 핸드오버 시 재인증(Re-authentication) 및 IP 재구성을 위한 시그널링 메시지를 간소화시킨다. 따라서 이동노드가 핸드오버 할 때마다 반복적으로 요구되는 두 동작에 대한 처리가 보다 신속히 이뤄지면서 핸드오버 지연 감소의 효과를 보인다. 제안방안에 의한 성능 향상을 검증하기 위해 수식을 이용하여 기존방안과 제안방안의 핸드오버 지연을 분석하였다. 그 결과 제안방안에서의 핸드오버 지연이 기존방안 보다 더 낮음을 확인하였다.

### 1. 서론

모바일 단말 및 무선 기술의 급격한 발전으로 끊임없는 통신과 다양한 멀티미디어 서비스 지원을 위한 차세대 무선 시스템에 대한 요구가 증가되고 있다. 무선 통신 네트워크를 이용하는 사용자 수의 증가와 함께 언제 어디서나 접속 기술에 관계없이 끊임없는 서비스를 이용하고자 하는 요구가 증가함에 따라 이종망 간 연동 기술들이 이슈화되어 진행되고 있다 [1]-[6]. 특히, 3G(3<sup>rd</sup> Generation) 시스템과 WLAN (Wireless Local Area Network) 간 연동에 관해 많은 연구가 진행되어 왔으며, 최근 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)와 WLAN 간 연동에 관한 연구가 활성화 되고 있다.

WiMAX 포럼은 WiFi 와 WiMAX 간 연동에 관한 표준을 진행 중에 있으며, 두 기술의 연동을 위한 네트워크 모델과 로밍 및 핸드오버 절차를 구성하기 위해 논의가 계속되고 있다 [5]. ITU-T SG13 은 Y.MM-WAW(Mobility Management for Interworking between WiMAX and WLAN)을 통해 WiMAX 와 WLAN 간 연동을 위한 이동성 관리 구조 및 절차에 관한 논의를 진행하고 있다 [4].

일반적으로 MN(Mobile Node)이 이동하여 새로운 네트워크에 접속하면, MN 은 해당 네트워크의 접속 기술에 따라 다시 인증 절차를 수행하고, DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)를 이용하여 새로운 IP 를 구성한다. 이러한 재인증(Re-authentication) 및 IP 재구성 동작은 상당한 프로세싱 오버헤드와 핸드오버 지연을 야기한다. ITU-T 의 Y.MM-WAW 또한 이러한 문제들을 포함한다.

본 논문은 앞서 언급된 Y.MM-WAW 의 문제를 해결하기 위해 WiMAX 와 WLAN 간 빠른 핸드오버를 위해 핸드오버 시 반복되는 재인증 및 IP 재구성 절차를 간소화시켜 핸드오버 지연을 줄이는 향상된 이동성 관리 방안을 제안한다.

제안방안은 MPLS 기반 네트워크 환경에서 MA 와 AN 사이에 미리 설정한 LSP 를 이용하여 L2.5 스위칭을 통해 시그널링을 전하여 보다 신속하게 시그널링을 전송한다. 그리고 MN 의 초기연결설정 시 공용 인증키로써 MA ID(Mobility Agent Identifier) 를 할당하여 핸드오버 시 AAA 서버가 MA ID 를 확인함으로써 접속을 승인하도록 한다. 따라서 인증 과정 중 키 생성 및 교환 절차가 제거된다. 그리고 AAA 서버는 MN 대신 DHCP 서버로 MN 의 IP 주소 할당을 요청한다. 따라서 핸드오버 시 요구되는 재인증 및 IP 재구성을 위한 시그널링이 상당히 감소될 수 있다.

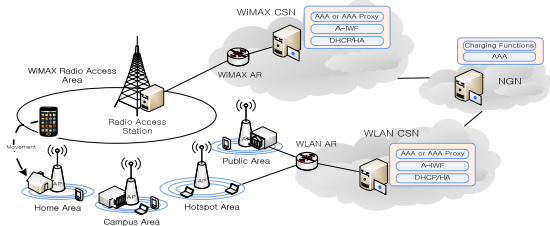
제안방안에 의한 성능 향상을 보이기 위해 핸드오버 지연을 측정하여 기존방안 [4]과 비교한다. 분석 결과 제안방안의 핸드오버 지연이 기존방안 보다 낮음을 확인할 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 관련연구로써 ITU-T 의 Y.MM-WAW 를 소개한다. 그리고 3 장은 제안방안을 기술하고 4 장은 성능 분석과 그 결과를 나타낸다. 마지막으로 5 장에서 결론을 기술한다.

### 2. WiMAX 와 WLAN 간 연동 기술

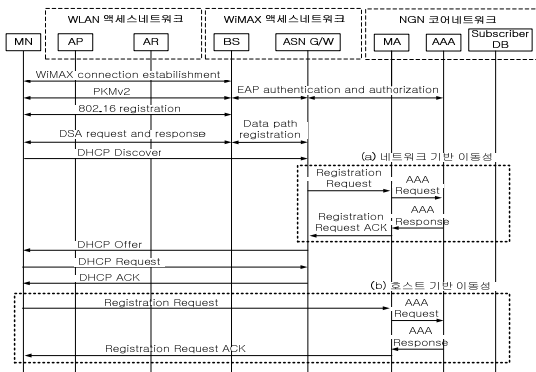
ITU-T SG13 Q22 의 Y.MM-WAW 를 소개한다. 그림 1 은 WiMAX 와 WLAN 간 연동 네트워크 환경이다. WiMAX 와 WLAN 네트워크는 NGN(Next Generation

Network) 코어네트워크와 연결된다. NGN 은 네트워크 접속 기술에 관계없이 MN 의 이동성을 제공할 수 있어야 하며, 이를 위해 WiMAX 와 WLAN 간 연동을 위한 AAA 와 과금 등의 기능을 필요로 한다. WiMAX/WLAN 네트워크는 다수의 WiMAX /WLAN AR(Access Router)과 BS(Base Station)/AP(Access Point)로 구성된다. WiMAX/WLAN 네트워크는 다른 네트워크와의 연동을 위해 DHCP, AAA 또는 AAA 프록시 기능을 지원한다. WiMAX/WLAN AR 은 BS/AP 들을 제어하고 MN 의 IP 이동성을 지원한다. BS/AP 는 무선 자원을 제어하고 서로 다른 BS/AP 간 2 계층 이동성을 지원한다 [4].



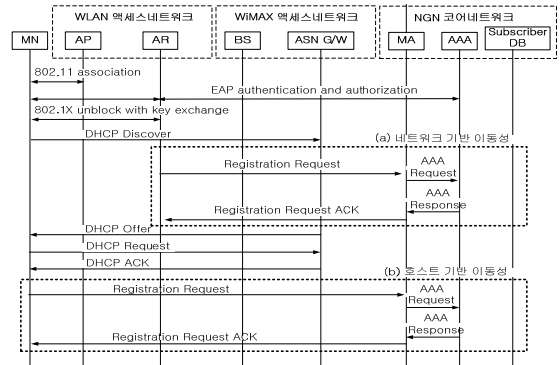
(그림 1) WiMAX 와 WLAN 간 연동 네트워크 환경

그림 2 는 WiMAX 연결설정절차이다. WiMAX 연결이 설정되면, MN 은 PKMv2, EAP-TLS/TTLS/CHAPv2/AKA 등을 이용하여 NGN 과의 인증을 수행하고, 802.16 Registration 동작을 한다. 그리고 MN 은 DSA Request/Response 동작을 통해 서비스 플로우(service flow)를 설정한 후 ASN G/W 와의 Data Path Registration 을 완료한다. 이때 3 계층 연결 절차는 네트워크 기반 이동성과 호스트 기반 이동성의 경우로 나뉜다. MN 이 IP 구성을 위해 ASN G/W 로 DHCP Discover 메시지를 전송한다. 네트워크 기반 이동성의 경우, ASN G/W 는 MA 로 Registration Request 메시지를 전송한다. MA 와 AAA 서버는 AAA Request/Response 메시지를 교환하고, MA 는 ASN G/W 로 Registration Request ACK 메시지로 응답한다. MN 이 네트워크에 처음 접속하는 경우라면, MA 는 MN 에 대한 바인딩 캐쉬를 생성하고 정보를 저장한다. 그 후 MN 과 ASN G/W 사이에 DHCP Offer, DHCP Request, DHCP ACK 메시지가 차례로 교환된다. 호스트 기반 이동성의 경우, DHCP 를 통한 IP 구성 절차 후에 MN 은 MA 와의 Registration Request/Response 절차를 수행한다 [4].



(그림 2) WiMAX 로의 연결 설정 절차

그림 3 은 WLAN 연결 설정 절차이다. WLAN 연결이 설정되면, MN 은 802.1X/EAPOL 과 EAP-TLS, EAP-AKA 등의 EAP(Extensible Authentication Protocol) 방법들을 이용하여 NGN 과의 인증을 수행한다. 그리고 MN 과 AR 간에 802.1X unblock 동작을 한다. L3 연결 절차는 마찬가지로 네트워크 기반 이동성과 호스트 기반 이동성의 경우로 나뉘고, 동작절차는 WiMAX 의 경우와 같다 [4].

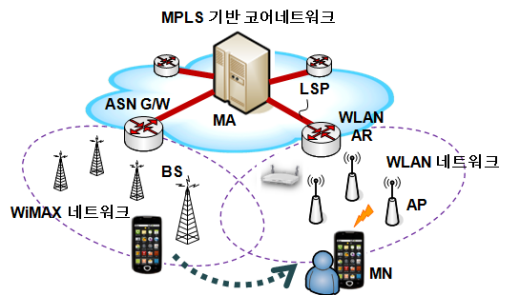


(그림 3) WLAN 으로의 연결 설정 절차

### 3. WiMAX 와 WLAN 네트워크 간 빠른 핸드오버를 위한 이동성 관리 방안

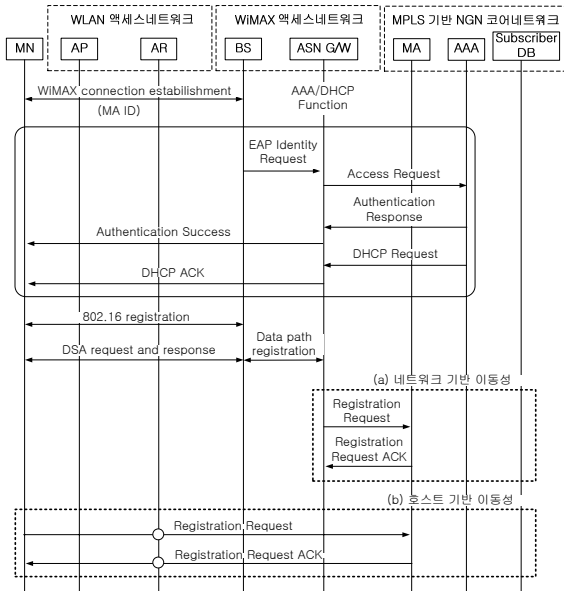
제안방안은 WiMAX 와 WLAN 간 빠른 핸드오버를 위해 MA ID 를 공용 인증키로 이용하여 재인증 및 IP 재구성 동작을 간소화시킨다. 핸드오버 시 반복적으로 요구되는 접속 네트워크의 인증 과정과 새로운 IP 구성은 큰 지연을 야기하기 때문이다.

MA ID 는 코어네트워크에 위치하는 MA 의 식별 정보로써 이를 할당 받은 MN 은 코어네트워크와 연결된 모든 AN(Access Network)으로의 접속 권한을 부여 받는 것이다. MA ID 는 MN 이 WiMAX 나 WLAN 으로 처음 접속할 때 초기연결설정 동작을 통해 할당된다. 핸드오버 시 MN 은 MA ID 와 함께 네트워크로 접속을 요청하고, 각 AN 은 미리 MA ID 의 기능을 인지하고 있으므로 AAA 서버는 해당 MN 의 접속을 승인한다. 그리고 AAA 서버는 MN 대신 DHCP 서버로 MN 을 위한 IP 주소 할당을 요청한다. MA ID 를 이용함으로써 인증 과정 중 인증 키 생성 및 교환 절차를 제거할 수 있고, AAA 서버에 의한 DHCP 서버로의 IP 할당 요청은 MN 에 의한 요청 보다 빨리 진행되어 핸드오버 지연 감소의 효과를 가져온다.



(그림 4) 제안방안의 네트워크 구조

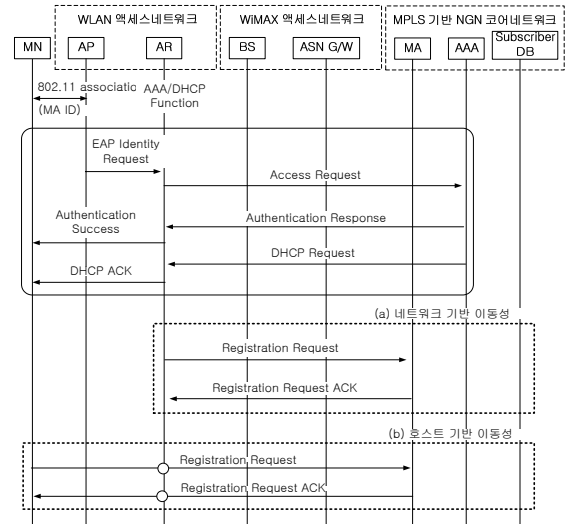
그림 4 는 제안방안의 네트워크 구조를 나타낸다. 코어네트워크는 MPLS 전송 기술이 적용되며, 보다 빠른 시그널링 전달을 위해 MA 와 AN(Access Network) 게이트웨이 사이에 미리 LSP 를 설정하여 L2.5 스위칭을 통해 시그널링을 전송한다. 그림 5 와 6 는 제안방안에 의한 WiMAX 와 WLAN 간 빠른 핸드오버를 위한 절차를 나타낸다. 그림 5 는 WLAN 에서 WiMAX 로의 핸드오버 절차이다.



(그림 5) WLAN 에서 WiMAX 로의 핸드오버 절차

- ① MN 은 WiMAX 로의 접속을 위해 BS 로 MA ID 를 전송한다. 이때, MN 은 이전 WLAN 과의 연결을 통해 MA ID 를 할당 받은 상태이다.
- ② BS 는 MA ID 와 함께 WiMAX AN 으로 인증을 요청한다. AAA 서버는 MA ID 확인 후 MN 의 접속을 승인한다. 그리고 AAA 서버는 DHCP 서버로 MN 에 대한 IP 주소 할당을 요청한다. DHCP 서버는 MN 에 대한 IP 주소를 할당하고, 새로운 IP 주소와 함께 MN 으로 DHCPACK 메시지를 전송한다.
- ③ MN 은 BS 와 802.16 Registration 동작을 한다.
- ④ MN 은 DSA Request/Response 동작을 통해 서비스 플로우를 설정한다.
- ⑤ BS 는 ASN G/W 와의 Data Path Registration 을 완료한다.
- ⑥ 네트워크 기반 이동성의 경우, ASN G/W 는 MA 로 Registration Request 메시지를 전송하고, MA 는 MN 의 바인딩 캐쉬를 업데이트한다. 그리고 ASN G/W 로 Registration Request ACK 메시지로 응답한다.
- ⑦ 호스트 기반 이동성의 경우, MN 은 MA 로 Registration Request 메시지를 전송한다. MA 는 MN 의 바인딩 캐쉬를 업데이트하고 MN 으로 Registration Request ACK 메시지로 응답한다.

그림 6 은 WiMAX 에서 WLAN 로의 핸드오버 절차이다.



(그림 6) WiMAX 에서 WLAN 으로 핸드오버 절차

- ① MN 은 WLAN 으로 접속을 위해 AP 로 MA ID 를 전송한다. 이때, MN 은 이전 WiMAX 와의 연결을 통해 MA ID 를 할당 받은 상태이다.
- ② AP 는 MA ID 와 함께 WLAN AN 으로 인증을 요청한다. AAA 서버는 MA ID 확인 후 MN 의 접속을 승인한다. 그리고 AAA 서버는 DHCP 서버로 MN 에 대한 IP 주소 할당을 요청한다. DHCP 서버는 MN 에 대한 IP 주소를 할당하고, 새로운 IP 주소와 함께 MN 으로 DHCPACK 메시지를 전송한다.

이하 3 계층 연결 절차는 그림 5 의 ⑥, ⑦과 동일하다.

#### 4. 성능분석

본 절에서는 제안방안과 기존방안의 성능을 분석하고, 비교한다. [7]을 기반으로 한 수학적 분석 모델을 이용하여 각 방안의 핸드오버 지연을 측정한다. [7]에서 정의된 수식을 이용하여 표 1 과 같이 시나리오 별 총 서비스 시간을 얻는다.

<표 1> 시나리오 별 총 서비스 시간

방안	서비스 시간	
네트워크 기반 이동성	기존-WiMAX HO	$3(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 12s_{L2_{req}} + 14s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L3_{req}} + (n-1)s_{L3_{res}}$
	기존-WLAN HO	$3(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 10s_{L2_{req}} + 12s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L3_{req}} + (n-1)s_{L3_{res}}$
	제안-WiMAX HO	$2(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 6s_{L2_{req}} + 7s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L2_{req}} + (n-1)s_{L2_{res}}$
	제안-WLAN HO	$2(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 4s_{L2_{req}} + 5s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L2_{req}} + (n-1)s_{L2_{res}}$
호스트 기반 이동성	기존-WiMAX HO	$4(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 13s_{L2_{req}} + 15s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L3_{req}} + (n-1)s_{L3_{res}}$
	기존-WLAN HO	$4(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 11s_{L2_{req}} + 13s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L3_{req}} + (n-1)s_{L3_{res}}$
	제안-WiMAX HO	$3(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 7s_{L2_{req}} + 8s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L2_{req}} + (n-1)s_{L2_{res}}$
	제안-WLAN HO	$3(s_{L3_{req}} + s_{L3_{res}}) + 5s_{L2_{req}} + 6s_{L2_{res}} + (n-1)s_{L2_{req}} + (n-1)s_{L2_{res}}$

표 2 는 네트워크 구성요소에서 메시지 처리를 위해 소요되는 서비스 시간을 계층 별, 메시지 별로 나타낸다 [7].

<표 2> 네트워크 구성요소에서 서비스 시간 파라미터 값

서비스 시간	값
$S_{L2Req}$	2.59 ms
$S_{L2Res}$	0.65ms
$S_{L3Req}$	10 ms
$S_{L3Res}$	2.5ms

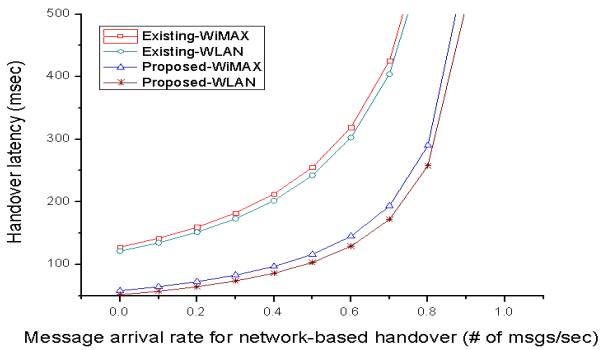
특정 시나리오에 대해 하나의 네트워크 구성요소에서 메시지에 대한 Reference Arrival Rate,  $\lambda_x^{eff}$  은 식 (1) 과 같이 정의된다.

$$\lambda_x^{eff} = \lambda / s_x \quad (1)$$

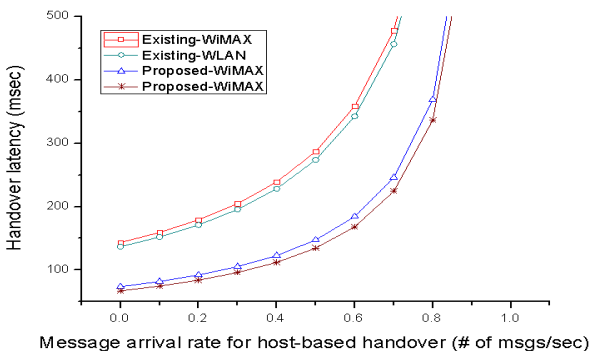
표 1 과 식(1)에 따라 표 3 과 같이 시나리오 별 총 핸드오버 지연을 얻는다.  $n$  은 액세스네트워크와 코어 네트워크 간 홉 수를 나타낸다.

<표 3> 시나리오 별 핸드오버 지연

방 안		핸드오버 지연
네트워크 기반 이동성	기존-WiMAX HO	$\{2(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 12s_{L2Req} + 14s_{L2Res} + (n-1)s_{L3Req} + (n-1)s_{L3Res}\} / (1-\lambda)$
	기존-WLAN HO	$\{2(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 10s_{L2Req} + 12s_{L2Res} + (n-1)s_{L3Req} + (n-1)s_{L3Res}\} / (1-\lambda)$
	제안-WiMAX HO	$\{2(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 6s_{L2Req} + 7s_{L2Res} + (n-1)s_{L2Req} + (n-1)s_{L2Res}\} / (1-\lambda)$
	제안-WLAN HO	$\{2(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 4s_{L2Req} + 5s_{L2Res} + (n-1)s_{L2Req} + (n-1)s_{L2Res}\} / (1-\lambda)$
호스트 기반 이동성	기존-WiMAX HO	$\{4(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 13s_{L2Req} + 15s_{L2Res} + (n-1)s_{L3Req} + (n-1)s_{L3Res}\} / (1-\lambda)$
	기존-WLAN HO	$\{4(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 11s_{L2Req} + 13s_{L2Res} + (n-1)s_{L3Req} + (n-1)s_{L3Res}\} / (1-\lambda)$
	제안-WiMAX HO	$\{3(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 7s_{L2Req} + 8s_{L2Res} + (n-1)s_{L2Req} + (n-1)s_{L2Res}\} / (1-\lambda)$
	제안-WLAN HO	$\{3(s_{L3Req} + s_{L3Res}) + 5s_{L2Req} + 6s_{L2Res} + (n-1)s_{L2Req} + (n-1)s_{L2Res}\} / (1-\lambda)$



(그림 7) 네트워크 기반 핸드오버 지연



(그림 8) 호스트 기반 핸드오버 지연

그림 7 과 8 은 WiMAX 와 WLAN 간 핸드오버 시 네트워크 기반 이동성과 호스트 기반 이동성에 대한 핸드오버 지연을 나타낸다. 성능 측정을 위해  $n=5$  로 고정시킨다. 그림 7 과 8 은 제안방안이 기존방안 보다 더 낮은 핸드오버 지연을 나타냄을 보인다. 이는 제안방안이 MPLS LSP 를 이용하여 L2.5 스위칭을 통해 시그널링을 전송할 뿐만 아니라 공용 인증키를 이용하여 핸드오버 동안 재인증 및 IP 재구성을 위한 시그널링 메시지를 감소시키기 때문이다.

5. 결론

본 논문은 WiMAX 와 WLAN 간 빠른 핸드오버를 위해 핸드오버 시 반복되는 재인증 및 IP 재구성 절차를 간소화시켜 핸드오버 지연을 줄이는 향상된 이동성 관리 방안을 제안한다. 제안방안은 MPLS 기반 네트워크에서 MA 와 AN 사이에 미리 설정한 LSP 를 이용한 L2.5 스위칭을 통해 시그널링 전송 지연을 감소시킨다. 그리고 핸드오버 시 AAA 서버가 MN 으로부터 전송되는 MA ID 를 이용하여 접속을 승인함으로써 인증 키 생성 및 교환 절차가 제거되고, MN 대신 AAA 서버가 DHCP 서버로 IP 주소 할당을 요청하여 관련 시그널링이 상당히 줄어든다. 제안방안의 효과를 확인하기 위해 핸드오버 지연을 측정하여 제안방안이 기존방안 보다 나은 성능을 보임을 확인하였다.

향후 연구를 통해 제안방안에 의한 성능 향상을 보다 다양한 측면에서 보이기 위한 파라미터 분석 그리고 시뮬레이션을 통한 결과 도출을 계획하고 있다.

감사의 글: 이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0023980)

교신저자: 최성곤 (e-mail: sgchoi@cbnu.ac.kr)

참고문헌

- [1] 3GPP, "3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) Interworking," 3GPP TS29.234 ver. 8.0.0, Dec. 2008.
- [2] 3GPP, "Mobility between 3GPP WLAN Interworking and 3GPP systems," 3GPP TS24.327 ver. 8.0.0, Dec. 2008.
- [3] A. K. Salkintzis, G. Dimitriadis, D. Skyrianoglou, N. Passas, N. Pavlidou, "Seamless Continuity of Real-Time Video across UMTS and WLAN Networks: Challenges and Performance Evaluation," IEEE Wireless Communications, Vol. 12, pp. 8-18, June 2005.
- [4] J. M. Lee, S. G. Choi, "Mobility Management for Interworking between WiMAX and WLAN," ITU-T NGN-GSI, ver. 0.6, Sep. 2010.
- [5] WiMAX Forum, "WiFi-WiMAX Interworking," WiMAX Forum, Dec. 2009.
- [6] V. K. Gondi, N. Agoulmine, "Secured Roaming over WLAN and WiMAX Networks," BcN'07, pp. 1-12, May 2007.
- [7] M. J. Yu, J. M. Lee, T. M. Um, W. Ryu, B. S. Lee and S. G. Choi, "A New Mechanism for Seamless Mobility based on MPLS LSP in BcN," IEICE TRANS. COMMUN., Vol. E91-B, pp.593-596, Feb. 2008.