

이기종 무선망 연동을 위한 효율적인 L2 핸드오프 방안*

조진성, 이건백, 김권택

chojs@khu.ac.kr, whitewind@mesl.khu.ac.kr, kh28421@mesl.khu.ac.kr

경희대학교 컴퓨터공학과

An Efficient L2 Handoff Scheme for Interworking Heterogeneous Wireless Networks

Jinsung Cho, Geon-Baik Lee, KwonTaek Kim

Dept. of Computer Engineering, KyungHee University

요약

최근 이동통신 기술의 발달과 다양한 네트워크의 중복, 사용자의 요구에 따라 기존의 CDMA2000 네트워크와 WLAN의 연동과 같은 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 이동환경에서 높은 전송률을 가진 WiBro 네트워크가 차세대 무선 접속망으로 부각되고 있으며, 이러한 WiBro-CDMA2000 네트워크와의 연동은 기존의 WLAN-CDMA2000 연동에 비해 높은 시너지 효과를 나타낼 것으로 예상된다. 이를 위해 본 논문에서는 WiBro-CDMA2000 연동이 이루어질 경우 단말의 이동성 제공을 위해 패킷손실을 최소화한 L2 핸드오프 방안을 제시한다. 본 논문에서 제안한 L2 핸드오프 방안은 기존의 이동성 제공 방안이 L3 기반의 등록절차를 통한 방안이었음에 착안하여, L3 시그널링이 이루어지기 전, L2 연결설정과정에서 L2 메시지에 핸드오프 정보를 사용하여 패킷손실을 최소화하는 방안을 제시한다. 제안한 방안의 성능을 검증하기 위해 C를 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였으며, 이를 통해 제안한 방안의 우수성이 검증되었다.

1. 서론

현재 무선 환경은 이동 통신망의 발달과 새로운 네트워크의 개발 및 배치로 여러 네트워크들이 중첩되어 있다. 국내에서는 사용자에게 다양한 접속망을 통한 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 다양한 네트워크 융합 및 통합화가 진행되고 있다.

한편 대용량의 멀티미디어 데이터 전송과 이동성 지원을 위해 한국 정보통신기술협회(TTA) 주관하에 60Km/h의 이동성과 50Mbps의 데이터 서비스를 위한 WiBro가 규격화되고 상용화를 앞두고 있다.

다양한 네트워크 간의 연동이 중요시 되면서, 사용자측면에서 끊임없는 서비스를 제공받기 위해서는 연동구조 뿐만 아니라 연동구조에서 단말의 이동을 위한 핸드오프 방안이 필수적이다. 현재 가장 일반적인 방법으로 동종망(Homogeneous Network)에서 이미 사용되고 있는 Mobile IP를 사용하는 방안이 존재하며, Mobile IP의 패킷손실 및 딜레이를 감소하기 위한 Fast Handoff와 같은 방안들이 주로 사용된다. 이와 같은 방안들은 L3기반의 메시지를 서로 주고 받아 핸드오프를 수행하는 것으로 L3 메시지의 전달하기까지의 간격동안의 패킷 손실과 딜레이가 존재할 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 L3방안들에 대한 문제점을 개선한 L2 메시지를 사용하는 L2 핸드오프 방안을 제안한다. 상기와 같은 점들을 고려하여 본 논문에서는 WiBro-CDMA2000 연동망에서의 패킷손실을 최소화할 수 있는 L2 핸드오프 방안을 제시하고,

C를 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 이에 대한 성능을 검증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 관련 연구에 대한 내용을 기술한다. 3절에서는 제안하는 L2 핸드오프 방안에 대해 상세히 기술한다. 4절에서는 제안한 L2 핸드오프 방안에 대한 성능평가를 기술하고, 마지막으로 5절에서는 본 논문의 결론을 기술한다.

2. 이기종 네트워크 핸드오프 방안

현재 WLAN-CDMA2000연동에 대한 연구는 주로 단말의 이동성 및 끊임 없는 서비스 제공을 네트워크의 구조적인 관점에서 바라보고 있다. 대표적으로 Lucent, Motorola, Ericsson, AT&T, Nokia, Alcatel의 연동방안에 대한 연구가 진행되고 있으며, 대표적인 연동 방안으로는 Tightly coupled 연동방안과 Loosely coupled 연동방안이 존재한다.

Tightly coupled 연동방안에서 WLAN은 단지 핵심망(Core Network)에 연결되어있는 하나의 3G RAN(Radio Access Network)으로 취급되어진다. 이 경우 WLAN의 Gateway는 자신의 WLAN 네트워크를 블랙박스화하여 3G의 핵심망이 하나의 3G RAN으로 인식할 수 있도록 모든 프로토콜을 내장하여야 하며, 3G 핵심망의 재구성이 복잡하고, 고비용을 필요로 한다는 단점이 존재한다. 또 다른 방안인 Loosely coupled 연동방안의 경우 각 네트워크가 독립적으로 존재하며, 이동성 제공을 위해 Mobile IP와 같은 L3 방안이 사용되지만, 구현이 용이하며, 상대적으로 저비용이라는 장점을 가지고 있다. 이러한 바

* 본 연구는 과학기술부 과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10267-0) 지원으로 수행되었음.

로 현재 Loosely coupled 연동방안이 대체를 이루고 있다

3. L2 핸드오프 방안

3.1 L2 핸드오프 방안의 개요 및 구조

일반적으로 단말은 어떠한 네트워크에서든지 초기 부팅이 되거나 새로운 네트워크 영역에 위치하게 되면, 단말이 새로운 네트워크를 찾아내기 위한 스캔 과정을 거쳐 해당 네트워크와의 연결을 하기 위한 L2 연결설정을 수행하게 되며, 이후 L3 프로토콜을 사용하여 통신을 시작하게 된다. 본 논문의 제안하고자 하는 바는 이러한 L2 연결설정을 수행하기 위하여 사용되는 L2 메시지를 사용하여 미리 단말의 핸드오프를 알리고 L2 연결설정 중 새로운 네트워크로의 패킷 경로를 확보함으로써 패킷의 손실을 감소시키고자 하는 것이다.

본 논문이 제안되는 네트워크의 구조는 국내에서 주로 사용하고 있는 3GPP2의 CDMA2000 이동 통신망과 WiBro 네트워크 간의 연동망 구조이다. 이와 같은 연동망 구조에서 각 CDMA2000 이동통신망과 WiBro 네트워크 각각 독립적으로 존재하며, 각 네트워크의 해당 서비스를 제공하며, 단지 ACR과 PDSN간의 연결만이 존재한다. 제안하는 방안은 L2 연결설정 시 사용되는 L2 메시지를 사용하여 핸드오프를 수행하는 방안으로 WLAN에서의 적용은 난해한 면이 있으므로 본 논문은 WLAN을 제외한 CDMA2000과 WiBro네트워크와의 연동을 기반 구조로 적용한다. 이때, 추가로 필요한 네트워크 개체는 없다.

3.2 L2 핸드오프 방안의 동작절차

본 절에서 2가지의 단말에 대한 시나리오를 다룬다. 첫 번째가 단말이 WiBro 네트워크에서 CDMA2000 이동통신망으로 이동하는 경우에 대한 동작 절차이며, 두 번째는 그 반대의 경우인 단말이 CDMA2000 이동통신망에서 WiBro 네트워크로 이동하는 경우에 대한 동작 절차이다. 단, 단말의 초기 WiBro 네트워크에서의 발신, 초기 CDMA2000 이동통신망에서의 발신, WiBro 영역에서 WiBro 영역으로의 핸드오프와 CDMA2000 영역에서 CDMA2000 영역으로의 핸드오프에 관련된 내용은 각 네트워크의 표준에서 제시되고 있는 일반적인 절차를 그대로 따르므로, 본 절에서 자세한 설명은 제외한다.

한편, 상기와 같은 본 방안 동작 절차는 네트워크의 변경이 최소화 되도록 고안되었으나, 다음과 같은 기능이 표준에 추가되어야 한다.

◎ PDSN에서 ACR과 터널을 생성하기 위한 WiBro의 Base Station ID와 IP Address와 매핑 및 Origination message상의 핸드오프 요청을 처리하는 방안

◎ ACR에서 PDSN과의 터널을 생성하기 위한 CDMA2000의 PRE_ANID (previous Access Network Identification)를 IP Address로 매핑 및 WiBro initial Access 중 핸드오프 요청을 처리하는 방안

◎ MS은 WiBro 네트워크와 CDMA2000 이동 통신망 모두에 접속 가능 요구

본 방안은 다음과 같이 동작한다. 단말이 이동하여 새로운 네트워크로 진입하게 되면, L2 연결설정 과정을 거치게 되는데, 이 경우, CDMA2000의 Origination 메시지나, WiBro의 L2 REG-REQ 메시지

내에 핸드오프 정보를 포함한다. 이러한 핸드오프 정보를 통하여 PDSN이나 ACR에서는 핸드오프가 발생했음을 알아채고, 포함된 ID를 통해 상대의 주소를 획득한다. 획득된 주소를 통해 터널생성을 요청하고 터널이 생성된 후, 패킷은 경로를 변경하고 새로운 네트워크의 PDSN이나 ACR은 이 패킷을 버퍼링하게 된다.

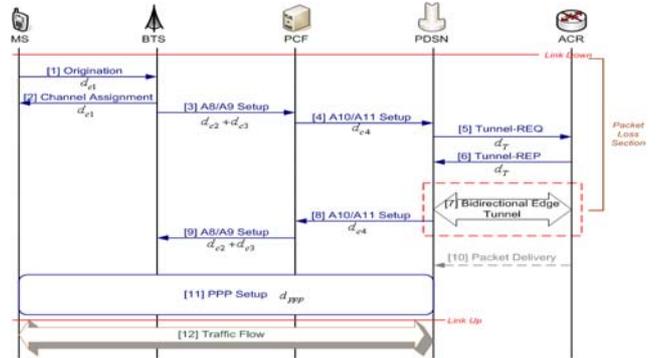


그림 1 WiBro-CDMA2000 Handoff (Proposed Scheme)

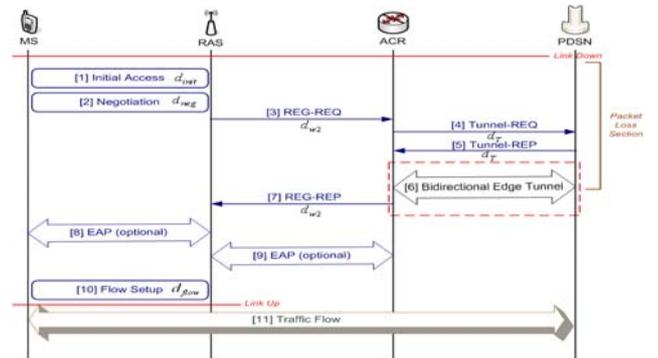


그림 2 CDMA2000-WiBro Handoff (Proposed Scheme)

본 방안에서 PDSN과 ACR이 상대와의 터널을 생성하기 위해서 주소 획득 과정이 필요하다. 이러한 주소획득은 네트워크 개체의 ID와 IP Address와의 매핑을 통해 이루어지는데, WiBro 네트워크에서는 MS가 초기에 Downlink에 대한 정보를 획득하기 위해 DCD(Downlink Channel Description) 메시지를 사용하며 DL-MAP (Downlink MAP) 내에 48비트의 Base Station ID가 정의되어 있다. 또한, CDMA2000 이동 통신망에서는 Origination 메시지 내에 15비트의 System Identification과 16비트의 Network Identification, 8비트의 Packet Zone Identification의 전송을 정의하고 있다. WiBro 네트워크의 48비트의 Base Station ID를 CDMA2000 이동 통신망의 PREV_SID, PREV_NID, PREV_PZID에 매핑하고 남은 비트를 RAS의 식별 ID로 매핑하고, PDSN과 ACR 내의 IP Mapping table을 이용하여 IP Address와의 매핑을 통하여 이전 네트워크에 대한 주소 정보를 취득할 수 있다. 이때, CDMA2000 이동통신망의 PREV_SID, PREV_NID, PREV_PZID와 같은 PREV_ANID(Previous Access Network Identification)로부터 얻어낼 수 있는 PDSN과 WiBro 네트워크의 Base Station ID로 얻어낼 수 있는 ACR에 대한 IP Mapping을 위한 Mapping table은 각 네트워크 개체, 즉, PDSN과 ACR에 미리 배치되어 있어야 한다.

4. 성능 평가

4.1 시뮬레이션 환경 및 모델

본 방안에 대한 성능 분석은 단말이 계속 이동하며 이동시 다른 망으로의 접속을 시도한다는 가정하에 이루어지며, 시간에 따른 패킷손실률과 핸드오프시 손실 패킷에 대해 나타낸다. 비교 대상은 L3 핸드오프 방안과 제안하는 L2 핸드오프 방안으로 하며, 제안하는 L2 핸드오프 방안의 성능 검증을 위한 시뮬레이션 환경의 부분적인 모습은 그림 3과 같다. 단말은 WiBro 네트워크와 CDMA2000 이동통신망을 위해 각각의 네트워크 인터페이스를 가지며, WiBro 네트워크의 RAN(Radio Access Network)과 CDMA2000 이동통신망의 RAN은 서로 인접한 셀이 연속해서 계속 존재하며, 단말은 각 네트워크를 지나 계속 이동한다.

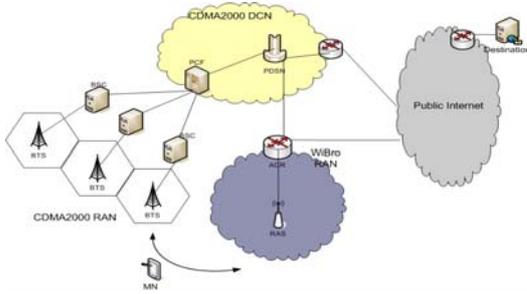


그림 3 시뮬레이션 환경

본 절에서는 제안하는 L2 방안과 L3 방안과의 성능 분석을 위해 다음과 같이 기호를 정의한다.

표1 시뮬레이션 기호정의

기 호	정 의
$D_{L2Handoff}$	제안하는 L2 핸드오프의 지연시간
$D_{L3Handoff}$	기존 L3 핸드오프의 지연시간
T_{scan}	MN 새로운 네트워크를 찾는 소요시간
T_{Signal}	새로운 네트워크에 시그널링 메시지가 전송/리피되는 시간
T_{L3Proc}	L3 터널을 위한 절차 소요시간

기호	정 의	기호	정 의
d_{c1}	MN-BTS : 소요시간	d_{w1}	MN-RAS : 소요시간
d_{c2}	BTS-BSC : 소요시간	d_{c3}	BSC-PCF : 소요시간
d_{c4}	PCF-PDSN : 소요시간	d_{w2}	RAS-ACR : 소요시간
d_{c5}	PDSN-HA : 소요시간	d_{w3}	ACR-HA : 소요시간
d_{init}	WiBro Ranging 소요시간	d_{neg}	WiBro 근말능력 협상 소요시간
d_{flow}	WiBro flow setup 소요시간	d_{ppp}	CDMA2000 PPP setup 시간
d_T	ACR-PDSN : 소요시간		

제안하는 L2 핸드오프 방안은 다음과 같은 지연시간을 가진다.

$$D_{L2Handoff} = T_{scan} + T_{Signal} \quad (L2 \text{ 핸드오프})$$

T_{scan} 은 단말이 해당 네트워크의 링크를 검색하는 소요시간이며, T_{Signal} 은 네트워크 상에서 시그널링에 소요되는 시간을 뜻한다. 또한, T_{Signal} 는 각 시그널링이 이루어지는 구간간의 시간을 통해 계산되며 WiBro`네트워크에서`CDMA2000`이동통신망으로 이동할 때

$T_{Signal} = 2(d_{c1} + d_{c2} + d_{c3} + d_{c4} + d_T) + d_{ppp}$ 이며, CDMA2000 이동통신망에서 WiBro 네트워크로 이동 할때

$$T_{Signal} = d_{init} + d_{neg} + 2(d_{w2} + d_T) + d_{flow}$$

실제적으로 $D_{L2Handoff}$ 에 따른 패킷 손실 구간은 핸드오프 구간과 일치하지 않는다. 패킷 손실 구간은 패킷이 PDSN이나 ACR에서 버퍼링된다는 것을 감안하면, T_{Signal} 에서 d_T 구간까지 존재하게 된다. MN이 새로운 네트워크에 시그널링 메시지를 전달함으로써 ACR과 PDSN간 양방향 터널이 생성되는 d_T 시간까지의 구간부터 버퍼링을 시작하게 되고 이때까지의 시간이 패킷 손실이 발생하는 구간으로 존재한다. 이에 반해, 기존의 L3 핸드오프 방안에서는 제안된 방안에서의 핸드오프 지연 시간을 포함하여, L3 터널 절차를 모두 마치는 T_{L3Proc} 구간까지 패킷 손실 구간으로 나타난다. 이는 L3 핸드오프 방안에서는 MN이 L3 터널 절차 이전에 단말의 핸드오프에 대해 알 수 없기 때문이다.

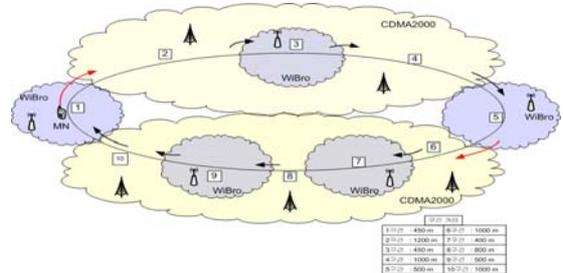


그림 4 시뮬레이션 시나리오

본 논문의 시뮬레이션은 다음과 같은 시나리오를 따른다. 각 WiBro, CDMA2000, WiBro에서 CDMA2000로의 이동, CDMA2000에서 WiBro로의 이동은 각각 구간의 거리와 속도에 관련되어 T_{WiBro} , $T_{CDMA2000}$, T_{WtoC} , T_{CtoW} 의 소요시간을 갖는다. 본 시뮬레이션은 실시간 스트리밍 서비스와 웹서핑 등의 서비스, 두 가지의 트래픽 모델을 가지고 수행된다. 제시하는 시나리오에 따르면, 초기 MN은 WiBro 영역에서 이동을 시작한다. 이때 CDMA2000 영역에 중첩되지 않고 독립적으로 존재하며, 이러한 구간은 시나리오상의 구간 1과 구간 5이다 초기 MN은 구간1에서 이동을 시작한다. MN이 이동하여 구간 1-2간 핸드오프가 수행되어지며, MN이 이동함에 따라 각 구간을 거치게 되며 구간간의 경계에서 핸드오프가 발생한다.

실시간 스트리밍 서비스는 일정 간격($T_{interval}$)을 가지고 동일한 크기의 패킷을 전송하는 트래픽 모델을 상정하며, 웹 서비스는 임의의 시간 간격(T_{ueb})으로 일정한 크기로 패킷을 전송받는 형태의 트래픽 모델로 상정한다.

4.2 시뮬레이션 결과 및 분석

본 논문에서는 일반적으로 사용자들이 많이 사용하고 있는 Realtime Streaming 서비스와 Web 서핑 서비스 환경을 상정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 제안하고 있는 L2 핸드오프방안과 이미 존재하고 있는 L3 핸드오프방안 중 가장 대표적이라고 할 수 있는 IPv4 네트워크 상에서의 Mobile IPv4의 패킷손실과 지연시간을 감소시키기 위해 제안된 Low Latency Handoff의 Post Registration

과 유사한 방안과의 비교로 수행되었다. Mobile IPv4를 선택한 이유는 IPv6 네트워크가 현재 널리 보급된 상황이 아니며, 현존하는 CDMA2000 이동통신망과 새로 배치될 WiBro 역시 기존망과의 연동을 위해서 IPv4의 네트워크로 구성되기 때문이다.

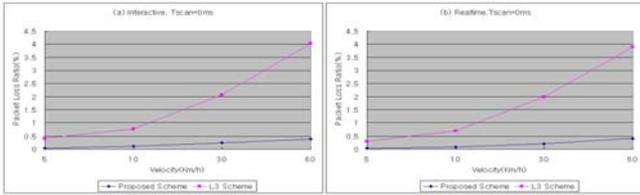


그림 5 Packet Loss Ratio(%), Tscan = 0ms

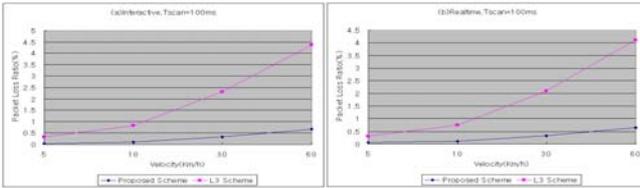


그림 6 Packet Loss Ratio(%), Tscan = 100ms

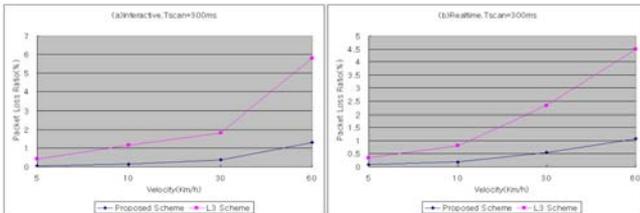


그림 7 Packet Loss Ratio(%), Tscan = 300ms

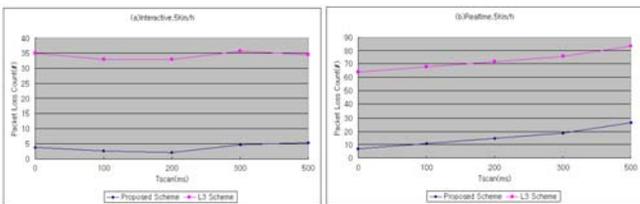


그림 8 Packet Loss Count(#), 5Km/h

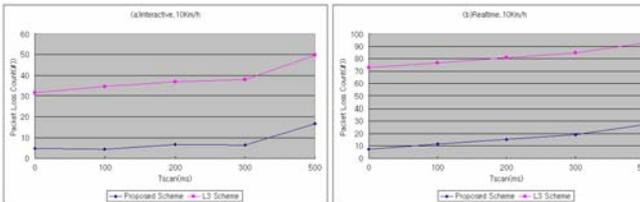


그림 9 Packet Loss Count(#), 10Km/h

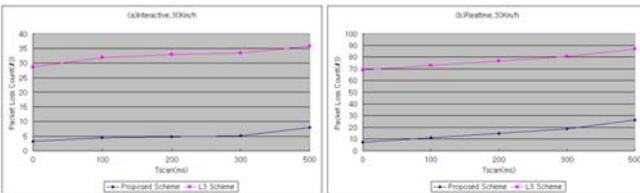


그림 10 Packet Loss Count(#), 30Km/h

그림 5부터 그림 10에서 보이는 결과에서 나타난 바와 같이 제안된 L2 핸드오프방안은 전체적으로 우수한 성능을 보이고 있다. 그림 5부터 그림 7까지는 각 결과는 각각 Web 서핑 서비스로 상정된 버스트한 패킷 특성을 갖는 Interactive service와 CBR(constant bit rate)의 패킷 특성을 갖는 Realtime service에 대하여 속도의 변화에 따른 패킷 손실률에 대한 값을 도시화 한 것이다. 고속에 있어서의 패킷 손실률은 제안된 L2 핸드오프 방안과 L3 핸드오프 방안과 큰 차이를 보인다.

그림 8부터 그림 10은 동일한 두 서비스에 대하여 각 핸드오프 과정중의 평균 손실 패킷수를 도시화하여 나타낸다. 핸드오프시에 발생하는 손실 패킷의 수를 평균화한 값으로, 버스트한 패킷 특성을 갖는 Interactive Service에서는 약간의 변동폭이 존재하지만, Realtime Service에서는 항상 일정한 폭이 유지되는 것을 알 수 있다. 이는 기존의 방안이 L2 연결설정중의 발생하는 패킷손실 외에도 추가적인 L3 방안의 동작절차 중 발생하는 패킷손실이 추가된다는 것을 나타내고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 차세대 이동 통신으로 곧 상용화를 앞둔 WiBro 네트워크와 CDMA2000 이동 통신망 간의 연동시 낮은 지연을 위한 L2 핸드오프 방안을 제시하였다. 제안하는 L2 핸드오프 방안을 위하여, WiBro 네트워크의 ACR과 CDMA2000 이동 통신망의 PDSN을 재정의하고, 전체적인 동작절차 및 고려사항에 대해서 기술하였다.

본 논문에서 제안한 L2 핸드오프 방안은 L2 메시지를 사용함으로써 추가되는 메시지가 존재하지 않으며, 기존의 L3 핸드오프 방안에 비하여 L3 메시지의 시그널링으로 인한 고속이동시의 패킷손실을 감소시킨다. 그러나 본 방안을 적용시키기 위한 단말과 네트워크 개체에 대한 기능적인 추가부분은 불가피하며, 향후 계획으로 추후 연구를 통해 L2 메시지를 사용하여 단지 패킷 손실만을 감소시키는 방안에서 L3 이상에서의 정보처리 및 연결성 유지에 대한 전체적인 방안이 추가되어진다면, 더욱 유용해 질 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 3GPP2, "Introduction to cdma2000 Spread Spectrum System Release D," 3GPP2 C.S0001-D Version 1.0, Feb., 2003,
- [2] 3GPP2, "3GPP2-WLAN Interworking - Stage 1 Requirements," 3GPP2 S.R0087-0 v1.0, Jul., 2004.
- [3] ETRI, "HPI-MAC (Medium Access Control) Sublayer Specification,"
- [4] F. M. Chiussi, D. A. Khotimsky, and S. Krishnan, "Mobility management in third-generation all-IP networks," IEEE Communications, Vol. 40, No. 9, pp. 124 ~ 135, Sep., 2002.