

HMIPv6 기반의 UMTS/WLAN 연동 네트워크에서의 핸드오버 방안

(A Handover Mechanism in Internetworking with UMTS/WLAN based on HMIPv6)

정은주[†] 박상준^{**} 이혜원[†] 김재하^{***} 김병기^{****}
(Eunjoo Jeong) (Sangjun Park) (Hyewon K. Lee) (Jaeha Kim) (Byunggi Kim)

요약 글로벌 로밍환경 구축을 위해 UMTS(Universal Mobile Telecommunications Systems)와 WLAN(Wireless Local Area Network)의 각각의 장단점을 보완하여 통합한 인터넷워킹에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 UMTS와 WLAN의 인터넷워킹 방식은 크게 loosely-coupled 방식과 장기적 접근을 요구하는 tightly-coupled 방식으로 나눌 수 있다. Loosely-coupled 방식은 MIPv6(Mobile IP version 6)의 HA/AR(Home Agent/Access Router)를 사용하여 핸드오버(handover, HO)를 구현하는 방식이다. Loosely-coupled 방식은 IWU(Inter Working Unit)을 통해 직접적으로 두 망이 연결되어 있는 tightly-coupled 방식에 비해 독립적 확장이 가능하고 비교적 구현이 쉬우나 핸드오버의 지연으로 인한 패킷 손실과 서비스 끊김 등의 단점이 있다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위하여 HMIPv6(Hierarchical MIPv6)를 사용하여 UMTS와 WLAN의 인터넷워킹에 대한 핸드오버 프로시저를 제안한다. 총 핸드오버 시간을 구하고 시뮬레이션을 통해 제안된 HMIPv6를 사용한 방식이 기존의 MIPv6를 사용한 방식보다 성능이 우수함을 확인하였다.

키워드 : Beyond third Generation, Universal Mobile Telecommunications Systems, Wireless Local Area Network, Hierarchical Mobile IPv6, 핸드오버

Abstract The research in internetworking between UMTS and WLAN, which is completed with merits and demerits, is actively progressed to establish global roaming environments. This internetworking is classified into two groups: loosely-coupled and tightly-coupled. A tightly-coupled mechanism demands lots of investment and considerable amount of time to construct, which is directly connected between UMTS and WLAN via IWU. On the other hand, a loosely-coupled mechanism is more scalable and easier to implement than a tightly-coupled one while it has critical drawbacks of packet loss and blocking of services due to handover delay. To alleviate these drawbacks, this work proposes a handover scheme between UMTS and WLAN, which is based on HMIPv6. The performance of the proposed scheme is evaluated by the simulation. The proposed internetworking scheme based on HMIPv6 shows better performance than those based on MIPv6.

Key words : Beyond third Generation, Universal Mobile Telecommunications Systems, Wireless Local Area Network, Hierarchical Mobile IPv6, handover

· 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음
(KRF-2004-005-D00147)

† 학생회원 : 송실대학교 컴퓨터학과
desire79@archi.ssu.ac.kr
kerenlee@cherry.ssu.ac.kr

** 비회원 : 송실대학교 정보미디어연구소 연구원
lubimia@hanmail.net

*** 정회원 : 서울예술대학 디지털아트학부 교수
jhkims@seoularts.ac.kr

**** 종신회원 : 송실대학교 컴퓨터학과 교수
bgkims@computing.ssu.ac.kr

논문접수 : 2004년 11월 29일

심사완료 : 2005년 4월 27일

1. 서론

유비쿼터스 시대의 도래로 인해 언제 어디서든지 통신을 할 수 있는 환경이 필요하게 됨에 따라 이동통신에 대한 연구가 활발해지기 시작했다. 이러한 통신 패러다임의 변화로 3G에서는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications Systems)과 IMT-2000(International Mobile Telecommunications - 2000) 기술이 선 보였다. 그러나 기술의 발전에도 불구하고 좀 더 나은 서비스의 제공과 서로 다른 네트워크끼리의 연동이

중요한 문제로 대두되기 시작하여 B3G(Beyond 3 Generation)에서는 모든 네트워크끼리의 연동 서비스가 에 대해 관심이 기울여 지고 있다.

본 논문에서는 IEEE에서 제안된 802.11 WLAN(Wireless Local Area Network)과 ETSI(The European Telecommunication Standards Institute)에서 제안된 UMTS 서비스 연동에 초점을 두었다. WLAN은 서비스 영역이 좁은 대신에 전송속도(54Mbps)가 높고 저비용이 드는 반면에 UMTS 서비스는 서비스 영역은 넓으나 전송속도(384kbps~2Mbps)가 느리고 고비용이 든다. 그러므로 이 두 서비스를 통합하여 서로의 장단점을 보완하면 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다. WLAN과 UMTS의 인터넷워킹을 하는 방식에는 loosely-coupled 방식과 tightly-coupled 방식으로 구분된다[1][2]. 본 논문에서는 loosely-coupled 방식을 사용하여 통합된 구조를 구성한다. loosely-coupled 인터넷워킹에 대한 기존방식은 MIPv6(Mobile IP version 6)[3]를 적용한 방법이 있다[1,4]. 본 논문에서는 MIPv6를 적용한 방법과 비교하여 끊임없는 서비스를 위해 HMIPv6(Hierarchical MIPv6)[5]를 적용한 새로운 방식을 제안하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 WLAN과 UMTS의 인터넷워킹

UMTS 네트워크는 코어 네트워크(CN)와 UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network)으로 구성된다. UTRAN은 한 개 이상의 RNS(Radio Network System)들로 구성된다. RNS는 Node B(3G system for Base Transceiver Station: BTS)와 RNC(Radio Network Controller)로 구성되며 각 RNC 들은 서로 간에 연결될 수 있다. 본 논문에서 CN은 데이터 서비스를 위한 패킷스위칭(PS) 서비스 도메인 기반만을 고려한다. CN은 크게 SGSN(Serving GPRS Support Node)과 GGSN(Gateway GPRS Support Node)으로 구성된다. 각 SGSN들은 한 GGSN에게 연결되고 GGSN을 통해 인터넷과 연결된다[6,7]. IEEE 802.11 WLAN 규격에서는 1계층과 2계층에 관한 자세한 정의를 한다. 3계층부터는 기존의 이더넷과 동일한 구조로 동작한다. IEEE에서 제안한 802.11 네트워크중 하부기반구조만을 고려하며 이는 액세스 포인트(AP)가 존재하는 형태이다[8].

WLAN과 UMTS망을 인터넷워킹 하는 방법에는 크게 tightly-coupled와 loosely-coupled 두가지로 구분된다[1,2]. 본 논문은 현재 통합연구의 초점인 기존의 loosely-coupled 방식인 MIPv6를 적용하여 인터넷워킹 하는 방식을 HMIPv6를 적용하여 개선하고자 한다.

2.2 MIPv6 기반의 WLAN과 UMTS간의 인터넷워킹

WLAN과 UMTS간의 인터넷워킹을 위해 MIPv6를 기반으로 그림 1의 loosely-coupled과 같이 peer-to-peer 네트워크를 구성할 수 있다[1,4]. 이동노드(Mobile Node)는 UMTS나 WLAN 중 어느 곳에서나 동작할 수 있는 이중모드(dual mode)를 지원한다. 이동노드는 이중모드를 지원하기 때문에 WLAN에 속한 AP(Access Point)가 전송하는 신호뿐만 아니라 UMTS의 Node B가 전송하는 신호를 모두 들을 수 있다. 본 논문에서는 이동노드의 홈 네트워크를 WLAN이고 UTRAN과 UTRAN이 겹쳐지는 경계부분에 WLAN 셀이 존재하지 않음을 가정한다. WLAN에서 UMTS로 핸드오버시 지역적으로 WLAN cell이 UTRAN에 포함되므로 핸드오버 지연으로 인한 콜 상실이 거의 없기 때문에 본 논문에서는 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버를 위한 시그널링만을 고려한다.

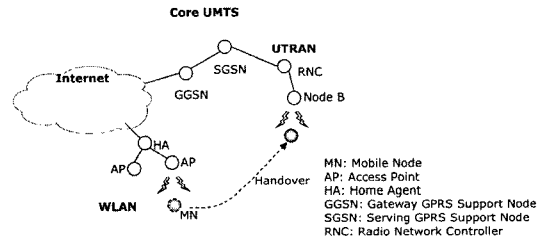


그림 1 MIPv6를 사용한 WLAN과 UMTS의 인터넷워킹

2.2.1 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버

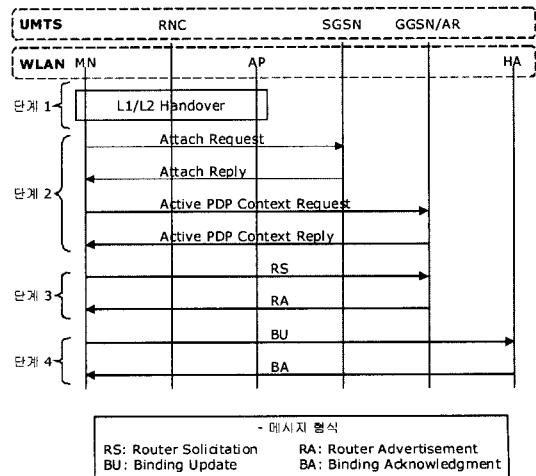


그림 2 MIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버 시그널링

WLAN에 속하는 이동 노드는 WLAN에서 전송되는 시그널과 넓은 지역에 서비스를 제공하는 UMTS에서 전송하는 시그널을 동시에 받는 지역(pollution area)에 진입할 수 있다. 만약 WLAN에서 전송하는 신호 세기가 임계치에 수렴하거나 이보다 낮아졌을 때, 이동노드는 UMTS로의 핸드오버를 선택할 것이다. [1,4]에서는 이러한 지역에 진입한 이동노드에게 지속적인 연결성을 제공하기 위해서 MIPv4 기반의 WLAN과 UMTS간의 인터넷워킹을 제안하고 있다. MIPv6를 사용하는 네트워크를 가정한 경우, [1,4]에서 제안하고 있는 방안은 그림 2에서 보이는 것과 같이 나타낼 수 있다.

MIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버를 위해 통신에 참가하는 노드간 교환되는 시그널 메시지 및 절차를 상세히 나타내면 다음과 같다.

• 단계1: L1 및 L2 핸드오버($T_{L1/L2-HO}$)

본 논문에서의 L1 및 L2 핸드오버 과정은 네트워크에게 핸드오버 알림 메시지를 보낸 직후에 이동노드의 모드변경과 외부 네트워크로의 무선 인터페이스 접근 메커니즘이 포함된다. 따라서, L1 및 L2 핸드오버 지연은 이동 노드에서의 제어 메시지 처리시간과 UMTS에서 Node B와 이동노드 사이의 접근 지연시간[4]의 합이 된다. 따라서 γ_{MN} 은 이동노드에서의 처리시간이며 T_{UMTS} 는 UMTS와 이동노드 사이의 무선 인터페이스 접근 지연시간이라 할 때 $T_{L1/L2-HO}$ 은 수식 (1)과 같다.

$$T_{L1/L2-HO} = \gamma_{MN} + T_{UMTS}$$

• 단계2: 접근 메시지 전송 및 PDP Context 요청 ($T_{UMTS-active}$)

이동노드가 UMTS에 접근한 적이 없거나 유효한 PDP 세션이 없다면 이동노드는 UMTS에게 자신의 IMSI/TMSI(International Mobile Equipment Identity/Temporary MSI) 를 포함한 Attach Request 메시지를 보내고 서비스를 이용하기 전에 세션이 활성화 준비 상태가 되어야 한다. 이동노드가 유효한 세션을 유지하고 있거나 UMTS와의 PDP/MM Context¹⁾를 유지하고 있다면 원래의 PDP 세션을 사용할 수 있다[7].

• 단계 3: 외부네트워크의 AR 찾기(T_{R-Disc})

이동노드는 핸드오버를 위해 UMTS에서 SGSN을 찾는다. SGSN은 네트워크에 주기적인 Router Advertisement 메시지를 전송하지만, 이동 노드는 Router Solicitation 메시지를 전송하여 Router Advertisement

메시지를 유도할 수 있다.

• 단계 4: 홈 에이전트 등록(T_{HA-Reg})

이동노드는 새로이 생성한 CoA를 HA에 등록한다. 이를 위해 Binding Update 메시지와 Binding Acknowledgement 메시지가 이동노드와 HA간에 교환된다. MIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버를 수행하는데 걸리는 시간(T_{MIPv6})은 그림 2에서 보이고 있는 각 단계를 수행하는데 걸리는 시간들의 합으로 수식 (2)와 같다. 본 논문에서는 시그널링 중 링크 오류에 의한 재전송은 고려하지 않는다.

$$T_{MIPv6} = T_{L1/L2-HO} + T_{UMTS-active} + T_{R-Disc} + T_{HA-Reg}$$

3. HMIPv6 기반의 WLAN과 UMTS간의 인터넷워킹

본 논문에서는 [1,4]에서 제안하는 인터넷워킹 방법을 수정 및 보완함으로써 이동노드의 핸드오버 지연을 최소화하는 HMIPv6 기반의 WLAN과 UMTS간의 loosely-coupled 인터넷워킹 방안을 제시한다. [1,4]에서는 이동노드가 빠른 속도로 이동할 때 HA와의 빈번한 등록절차를 가짐으로써 HA의 시그널 처리를 위한 오버헤드 문제 뿐만 아니라 핸드오버 지연 문제를 안고 있다. 이 외에도 이동노드가 WLAN에서 UMTS로 이동시 연결성 지원을 위해 loosely-coupled 방식을 사용하기 때문에 이동노드와 HA간의 등록절차가 반드시 인터넷을 통해 수행된다. 그러므로, 핸드오버 지연은 UMTS의 끝에 놓인 SGSN과 HA간의 거리에 의존적일 뿐만 아니라 데이터 패킷 손실 문제를 야기한다. 따라서, 본 논문에서는 이동노드의 UMTS로의 핸드오버 시의 지연을 줄이기 위해 HMIPv6의 MAP(Mobile Anchor Point)[5]을 도입하여 HA와 이동 노드간의 시그널 교환을 줄인다.

이동 노드가 네트워크를 변경할 때마다 필요한 홈 등

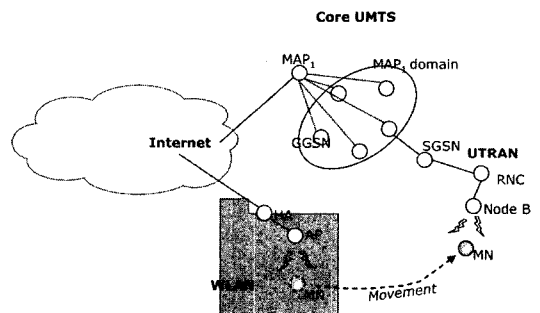


그림 3 HMIPv6를 사용한 WLAN과 UMTS의 인터넷워킹

1) PDP는 이동노드와 SGSN, GGSN의 관계를 유지하기 위한 것이다. 즉 네트워크와 이동 노드 사이에 패킷 전달 서비스를 제공하기 위한 할당된 IP나 연결타입, 관련된 네트워크 요소 주소등과 같은 모든 정보를 제공한다.

록 및 상대 노드 등록 절차로 인한 오버헤드를 해결하기 위해서 HMIPv6에서는 여러 SGSN들을 하나의 군집으로 관리하는 노드(MAP)를 두어서 이동 노드의 이동 알림을 최소화 시킨다. 즉, MAP에서 알리는 주소 정보를 사용하여 생성하는 RCoA(Regional CoA)와 AR가 알리는 주소정보를 사용하여 생성하는 LCoA(On-Link CoA) 등의 두 가지 주소를 사용함으로써, 이동 노드가 MAP의 도메인을 벗어난 경우에만 홈 등록 및 상대 노드 등록절차를 수행함으로써 핸드오버시 등록을 위한 시그널 교환 회수를 줄인다.

3.1 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버

본 논문에서는 핸드오버 지연을 최소화하는 UMTS와 WLAN간의 인터넷워킹을 지원하기 위해 UMTS에 속한 GGSN을 하나의 MAP이 관리하는 그림 3과 같은 계층화된 모델을 제안한다. WLAN을 홈으로 하는 이동 노드가 WLAN에서 UMTS로 이동을 결정을 했을 때, UMTS에 진입한 노드는 기존 MIPv6 방법과 마찬가지로 홈 등록절차(HA에 RCoA 등록 및 MAP에 LCoA 등록)를 수행해야 하지만, 동일한 MAP이 관리하는 도메인 내에서 이동 노드가 진·출입을 하는 경우에는 MAP에 새로운 LCoA만을 등록하면 된다. 따라서, 이미 이동노드가 등록된 MAP 도메인 내에서 벗어나지 않는다면 WLAN과 UMTS 사이의 핸드오버시에도 이동노드가 HA로의 빈번한 등록절차는 불필요하게 된다. 그러므로, 핸드오버로 인한 지연이 줄어들게 되면서 통신 중에도 끊김이 없는 서비스를 이용할 수 있다.

이동 노드가 WLAN과 UMTS에서 전송하는 메시지를 모두 감지하는 영역에 진입했을 때의 모드 스위칭 및 핸드오버 알고리즘을 그림 4에서 보이고 있다. 알고리즘에서 볼 수 있는 것처럼 이동 노드가 처음으로 UMTS에 진입했을 때와 이동 노드에 대한 유효한 정보를 UMTS가 유지하고 있는 두 가지 경우에 이동노드와 나머지 통신노드간의 메시지 교환절차는 상이하다. 특히, 두 번째의 경우는 이동 노드가 UMTS 망에서 MAP 도메인 내에서 이동할 경우 홈 등록절차(그림의 점선으로 표기한 부분)가 필요없다.

WLAN을 홈으로 하고 있는 통신 중의 이동 노드가 WLAN과 UMTS에서 전송하는 메시지를 모두 감지한 경우, 이동 노드는 현재의 연결을 유지하거나 다른 상태로 전이할 것이다. 특히, 현재 상태의 시그널이 세기가 임계값에 수렴하고 UMTS에서 전송하는 시그널의 세기가 임계치 이상이라면 이동 노드는 핸드오버를 결정할 것이다. UMTS로의 접근과 PDP 세션에 관한 시그널 교환이 필요하므로 HMIPv6를 도입한 이 방안은 HA와의 등록으로 인한 핸드오버 시그널링의 수는 줄어들게 된다. 따라서, MIPv6의 경우와 마찬가지로 새로 접근하

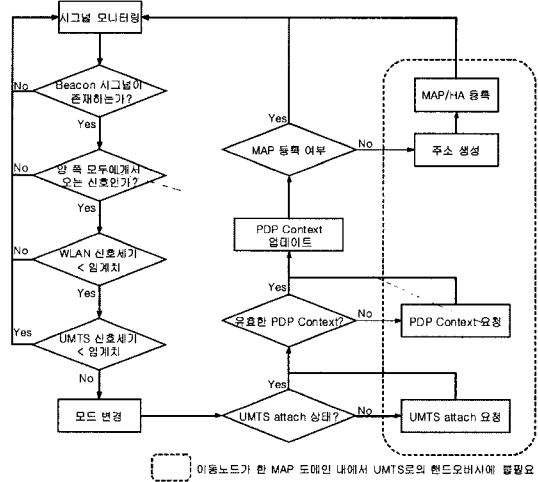


그림 4 WLAN에서 UMTS로의 모드 스위칭 및 핸드오버 알고리즘

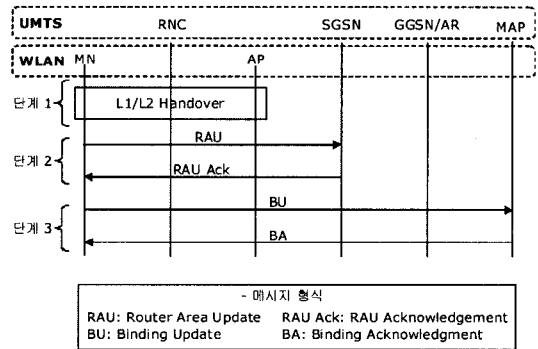


그림 5 HMIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버 시그널링(이동 노드가 동일한 MAP 도메인 내에서 핸드오버할 때)

는 UMTS일 때의 메시지 교환은 그림 2와 같으며 자신의 IMSI/TMSI가 등록되어 있는 UMTS이며 PDP Context가 유지되고 있다면 그림 5에서 보이는 것과 같이 HA로의 등록 절차 없이 간단한 MAP으로의 등록만으로 핸드오버는 끝난다.

HMIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버를 위해 통신에 참가하는 노드간 교환되는 시그널 메시지 및 절차를 상세히 나타내면 다음과 같다.

- 단계 1: L1 및 L2 핸드오버($T_{L1/L2-HO}$)
 - 단계 2: PDP/MM Context 활성화 ($T_{UMTS-RAU}$)
- 이동노드가 UMTS와의 PDP/MM Context를 유지하고 있는 경우이므로 원래의 PDP Context를 간단한 바인딩 업데이트만으로 사용가능하다[6,7].

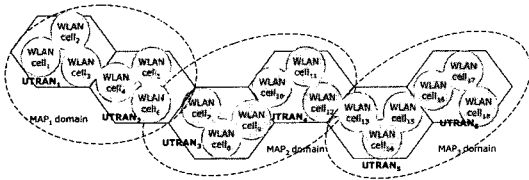


그림 6 네트워크환경 설정

• 단계 3: MAP으로의 바인딩 업데이트 (T_{MAP-BU})

속해 있는 MAP 도메인 내에서의 이동노드의 이동으로 발생하는 LCoA에 관한 바인딩 업데이트이다. HMIPv6 기반의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버 시간(T_{HMIPv6})은 수식 (3)과 같다.

$$T_{HMIPv6} = T_{L1/L2-HO} + T_{UMTS-RAU} + T_{MAP-BU}$$

4. 성능평가

4.1 시뮬레이션 환경과 시스템 파라미터

[1,4]에서 제안된 MIPv6를 적용한 WLAN과 UMTS 간의 핸드오버와 본 논문에서 제안한 HMIPv6를 적용한 방안과의 비교를 위해 수학적 모델링과 시뮬레이션을 통해 분석한다. 시뮬레이션을 위한 네트워크 환경은 그림 6과 같이 MAP도메인 3개가 존재하고 그 하부에

각각 UTRAN이 2개가 존재하며 UTRAN아래에 WLAN 셀이 3개씩 존재한다고 가정한다. 시뮬레이션과 수학적 분석을 위해 시스템 파라미터는 표 1과 같이 정의한다[10]. 표 1에서 α_{WLAN} 은 WLAN에서의 제어메시지 전달시간을 의미하며, α_{UMTS} 는 UMTS에서의 제어메시지 전달시간, β_{UMTS} 는 UMTS의 무선구간의 제어메시지 전송시간, β_{wire} 는 유선구간의 제어메시지 전송시간, γ_{MN} 은 이동 노드에서의 제어메시지 처리시간, γ_{NodeB} 는 Node B에서의 제어메시지 처리시간을 의미한다.

4.2 시뮬레이션을 통한 평가

표 1에서 제시한 시스템 파라미터를 기반으로 2, 3장에서 언급한 총 핸드오버 시간을 도출할 때 GGSN과 HA사이를 5홉이라 하고 GGSN과 MAP간을 1홉이라 가정한 경우 핸드오버 지연시간은 그림 7 (a)와 같다. 단계별로 나눠서 고려해 볼 때 단계 1~단계 3은 기존 방안[1,4]과 제안한 방안 모두 경우에 따른 같은 수행단계이므로 비슷한 지연시간을 같으나, 단계 4의 경우에는 기존의 방안이 본 논문에서 제안하고 있는 방안보다 1.7 배의 높은 지연시간을 갖는 것을 알 수 있다. 이는 기존에 제시되었던 방안이 이동노드가 외부망으로 이동하였을 경우 HA로의 빈번한 등록이 모두 인터넷을 거쳐 이뤄지기 때문에 홉간거리에 영향을 받게 되며, 좁은 WLAN 셀에서 UMTS 셀로의 이동시 충분히 WLAN

표 1 시스템 파라미터

Input Parameter	Values	Input Parameter	Values
Traffic type	UDP	Message size	100bytes
Link parameters			
WLAN link data rate	2Mbps	UMTS link data rate	384Kbps
Transmission time (α)			
WLAN (α_{WLAN})	0.4ms	UMTS (α_{UMTS})	2ms
Propagation time (β)			
Wireless link (β_{UMTS})	0.05ms	Wired link (β_{wire})	0.12ms
Processing time (γ)			
$\gamma_{MN}, \gamma_{NodeB}$	15ms	Others	5ms

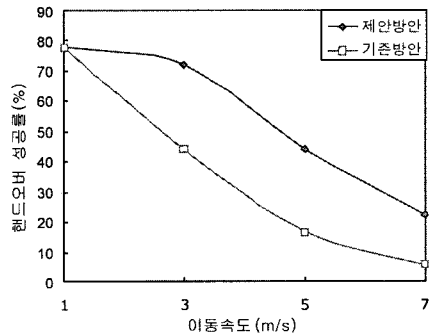
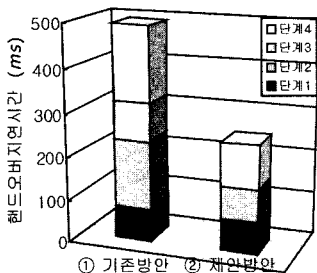


그림 7 핸드오버 지연 비교와 이동속도에 따른 핸드오버 성공률

셀내에 있을 때 거주시간을 확보하지 못한다면 끊김없는 핸드오버는 이뤄지지 못한다. 따라서, 이동시마다 매번 HA로의 등록을 줄이기 위해 제안된 방안을 사용하여 GGSN들 중 하나를 MAP으로 선택하여 지연을 줄였다.

그림 7 (b)는 이동노드의 이동속도에 대한 핸드오버 성공률을 나타낸다. 기존의 방식은 이동속도가 일정하게 증가함에 비해 핸드오버 성공률은 비교적 일정하게 떨어지나, 제안된 방식은 이동속도의 증가함에 비해 이동속도 1~3과 3~5, 5~7 구간에서 핸드오버 성공률의 차이가 일정하지 못함을 볼 수 있다. 이것은 핸드오버시 동일 MAP 도메인에서 다른 MAP 도메인으로의 이동 때문에 일어나는 현상이다. 즉, 이동속도가 늘어남에 따라 기존의 방안은 셀 거주시간이 줄어들음으로 인해 핸드오버 지연으로 인한 성공률의 저하가 나타난다. 이에 반해, 제안된 방식은 MAP 도메인간의 이동때에만 급격히 저하하지만 기존의 방안보다는 높은 성공률을 갖는다.

5. 결론

인터넷이 발달하고 유비쿼터스 시대에 이르게 되면서 현재 언제 어디서든지 이용 가능한 서비스가 필요하다. 따라서 이동통신에서의 다른 서비스들 간의 연동이 중요한 부분으로 인식되고 있다. 현재 활발히 진행되고 있는 UMTS와 WLAN의 통합된 인터넷워킹 연구 중 현재 대다수 연구의 초점이 되고 있는 loosely-coupled 방식의 MIPv6에 대한 설명을 하였다. MIPv6를 사용하여 다른 네트워크간의 핸드오버를 가능하게 하였으나 에이전트들에게 등록하는 데 걸리는 시간과 인터넷망을 거쳐 가는데 걸리는 시간 등으로 인한 지연으로 패킷 손실과 끊김 있는 서비스를 제공하게 된다. 이를 개선하고자 HMIPv6의 MAP을 사용하여 핸드오버로 인한 지연 시간을 줄이는 방식을 제안하였다.

제안된 방안의 성능을 평가하기 위하여 시스템 파라미터들을 정의 한 후 핸드오버로 인한 지연시간을 도출과 시뮬레이션을 통한 이동속도에 따른 핸드오버 성공률을 측정하였고, 블로킹 확률을 사용하여 핸드오버시 서비스의 끊길 수 있는 경우의 수를 나타내었다. 이를 통해 분석된 제안된 방식의 성과는 기존의 방식의 WLAN에서 UMTS로의 핸드오버 지연시간을 2배정도 줄임으로써 서비스의 중단 발생 경우의 수를 2배이상 줄일 수 있다.

참고 문헌

[1] Shiao-Li Tsao and Chia-Ching Lin, "Design and Evaluation of UMTS-WLAN Interworking Strategies," *Proceeding of IEEE Vehicular*

Technology Conference 2002 (VTC 2002) 56th, Vol. 2, pp. 777-781, 24-28 September 2002.

- [2] Li Ma, Fei Yu, V.C.M Leung, and T. Randhawa, "A new method to support UMTS/WLAN vertical handover using SCTP," *IEEE Wireless Communications*, Vol. 11, pp. 44-51, August 2004.
- [3] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC3775, June 2004.
- [4] Hyun-Ho Choi, Osok Son, and Dong-Ho Cho, "A seamless handoff scheme for UMTS-WLAN interworking," *IEEE Global Telecommunications Conference 2004 (GLOBECOM '04)*, 3, pp. 1559-1564, 29 November-3 December, 2004.
- [5] Hesham Soliman et al., "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)," draft-ietf-mipshop-hmipv6-04.txt, work in progress, December 2004.
- [6] Heikki Kaaranen, Siamak Noghian, Lauri Laitinen, Ari Ahtiainen, and Valterri Niemi, *UMTS Networks: Architecture, Mobility and Services*, John Wiley & Sons, 2001.
- [7] Yi-Bing Lin, Yieh-Ran Haung, Yuan-Kai Chen and Imrich Chlamtac, "Mobility management: from GPRS to UMTS," *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 1, pp. 339-359, 2001.
- [8] Matthew S. Gast, 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide, *O'Reilly & Associates*, April 2002.
- [9] Janise McNair, Ian F. Akyildiz and Michael D. Bender, "An Inter-System Handoff Technique for the IMT-2000 System," *INFOCOM 2000. Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, Vol. 1, pp. 208-216, 26-30 March 2000.
- [10] 3rd generation Partnership Project. "Delay Budget within the Access Stratum." TR 25.853, v.4.0.0, <http://www.3gpp.org>



정은주

2002년 성결대학교 컴퓨터학부(학사)
2004년 숭실대학교 컴퓨터학과(석사)
2004년~현재 숭실대학교 컴퓨터 학과
박사과정. 관심분야는 무선/이동통신, 유비쿼터스 디지털 방송망

박상준

정보과학회논문지 : 정보통신
제 32 권 제 2 호 참조

이혜원

정보과학회논문지 : 정보통신
제 32 권 제 1 호 참조



김 재 하

숭실대학교 대학원 졸업(석사). 현 숭실대학교 대학원 박사과정, 서울 예술 대학 디지털아트학부 교수. 컴팩코리아 책임 컨설턴트, 한국 디지털콘텐츠 심사위원, 사이버교육 품질검증위원, 안산소프트웨어 자문위원

김 병 기

정보과학회논문지 : 정보통신
제 32 권 제 2 호 참조