

MIPv6를 이용한 WLAN망과 3G망간의 로밍 설계 및 검증

정선화, 조현정, 김형국, 박석천
경원대학교 소프트웨어학부
e-mail:scpark@kyungwon.ac.kr

Design and Verification of Roaming Using MIPv6 between WLAN and 3G Network

Sun-Hwa Jung, Hyun-Jung Cho, Hyung-Kuk Kim,
Seok-Cheon Park
Division of Software, Kyungwon University

요 약

최근 이동환경에서 고속 데이터 서비스를 제공하기 위해 WLAN망과 3G망의 각각의 장점을 취하기 위한 상호 보완관계로의 로밍에 관한 연구들이 많이 진행되고 있다. 따라서 본 논문에서는 IPv6의 장점을 그대로 수용하면서 단말의 이동성을 제공해 주는 MIPv6를 이용하여 전세계 70% 이상의 사용자를 보유한 3GPP(WCDMA)망과 WLAN망간의 로밍을 설계하고 검증하였다.

1. 서론

인터넷이 폭발적으로 성장함에 따라 사용자들의 데이터 사용 요구량도 증가하고 있으며, 이동환경에서의 무선 고속 데이터 서비스에 대한 요구 역시 증가하고 있다. 3G망은 1세대, 2세대를 거쳐 IMT-2000 서비스로 진화했지만, 아직은 고속의 데이터 서비스를 지원하는 데에는 한계가 있다. 현재 3G망에서는 고속의 데이터 서비스를 제공할 수 있는 망으로의 진화를 위해 활발한 표준화를 진행하고 있지만, 망의 진화에 따라 고가의 구축비용이 발생하고, 이에 따라 사용자에게 고가의 사용요금이 부과되는 문제점이 존재한다.

3G망에서는 이런 문제점을 최근 활성화되고 있는 WLAN망과의 로밍을 통해 극복하는 방안을 고려하고 있다. WLAN망은 기존 유선 LAN(Wired LAN)을 확장한 개념으로 무선 주파수를 이용하여 이동환경에서 데이터를 주고받을 수 있는 기능을 제공한다. WLAN망은 IEEE 802.11b의 경우 11Mbps급의 데이터 전송속도를 보장하며, 802.11a의 경우에는 최대 54Mbps의 고속 데이터 전송속도를 제공해 준다. 이와 같은 이유에서 3G망과 WLAN망의 상호 보완

관계로의 로밍에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

따라서 본 논문에서는 IPv6의 장점을 그대로 수용하면서 단말의 이동성을 제공해주는 MIPv6를 이용하여 전세계 70% 이상의 사용자를 보유한 3GPP(WCDMA)망과 WLAN망간의 로밍을 설계하고 검증하였다.

2. 관련 연구

2.1 MIPv6

IETF에서는 단말의 이동성을 제공하고자 Mobile IP를 제안하였지만, IP 주소 고갈이나 삼각 라우팅의 여러 가지 단점을 가지고 있다. 따라서 IETF는 차세대 인터넷 프로토콜로 주목받고 있는 IPv6를 이용하여 이동성을 제공하고자 MIPv6(Mobile IPv6)를 제안하였다. MIPv6는 Mobile IP를 크게 수정한 프로토콜이 아니라, IPv6의 장점(QoS 보장 및 IPsec을 이용한 보안 기능, Stateless Address Auto-Configuration, Routing Optimization, Foreign Agent 불필요)들을 그대로 이용하면서 이동성을 제공할 수 있도록 설계되었기 때문에 기존 Mobile IP보다 효과적으로 이동성을 지원할 수 있으며 뛰어난 확장성을 제공한다.

2.2 WLAN

WLAN(Wireless LAN)은 기존 유선 LAN(Wired LAN)을 대체 또는 확장한 데이터 통신 시스템으로 무선 주파수(Radio Frequency) 기술을 이용하여 유선망 없이도 데이터를 주고 받을 수 있는 기능을 제공한다. 현재 WLAN 분야의 표준은 2.4GHz 대역에서 최대 11Mbps의 속도를 제공하는 IEEE 802.11b로 상용화 제품이 대거 출시되고 있으며, 고속 무선랜 표준인 IEEE 802.11a와 HIPERLAN/2는 제품 상용화를 목표로 시장진입을 추진중에 있다.

2.3 3G

3G(3rd Generation) 기술은 크게 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 주도로 표준화가 진행되고 있는 WCDMA와 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)에서 진행중인 cdma2000으로 구분된다. 본 절에서는 3G 시스템 중 3GPP망을 중심으로 현재 표준화가 진행중인 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)/IMT2000으로 언급하고, 망 구조 및 구성 요소를 분석한다.

3GPP가 추구하는 차세대 이동통신망은 그림1과 같이 UMTS 네트워크 구조로서 크게 서킷 도메인과 패킷 도메인으로 구성되어 있다. 서킷 도메인은 음성호 기반 베어러 접속 및 신호를 처리하는 영역을 의미하며, MSC(Mobile Switching Center), VLR(Visitor Location Register), GMSC(Gateway Mobile Switching Center) 등이 포함된다. 패킷 도메인은 패킷호 처리 기반 베어러 접속 및 신호가 처리되는 영역으로서 SGSN(Serving GPRS Support Node), GGSN(Gateway GPRS Support Node) 등이 포함된다. UMTS의 RAN(Radio Access Network)은 UTRAN (UMTS Terrestrial RAN)과 같은 무선 관련 기능을 지니고 있으며, CN과 GPRS를 포함하는 핵심망은 외부망과의 스위칭, 라우팅, 데이터 연결 기능을 수행한다.

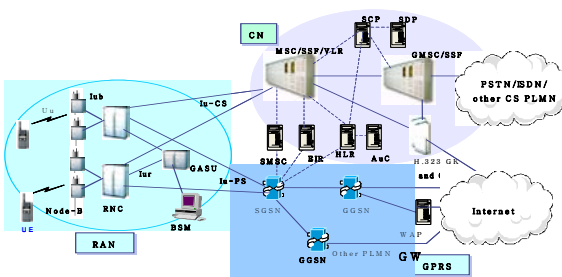


그림 1 UMTS 망 구조

3. WLAN망과 3G망간의 로밍 설계 및 검증

3.1 망 구조

로밍시 구성될 망은 WLAN 및 3GPP 각각의 망의 특성을 그대로 유지하며 구성한다. 3GPP의 패킷 스위칭의 경우에는 GPRS 코어 망에서 수행이 되며, GPRS 코어 망은 SGSN과 GGSN으로 구성된다. GGSN은 외부의 인터넷망과 연결하여 IP 주소를 해석하고 GPRS에 접속된 단말에게 라우팅 기능을 행하는 기능을 하며, SGSN은 해당 단말을 서비스하는 노드로서 단말에 대한 이동성 관리 및 보안 기능을 담당한다. WLAN망에서 이동단말은 스캐닝 절차를 통해 AP를 탐색한 후, association 절차를 거쳐 WLAN 고유의 서비스를 받는다. 3GPP 및 WLAN 망 상호간 이동시에는 MIPv6를 이용하여 로밍하게 되며, 망의 구조는 그림 2와 같다.

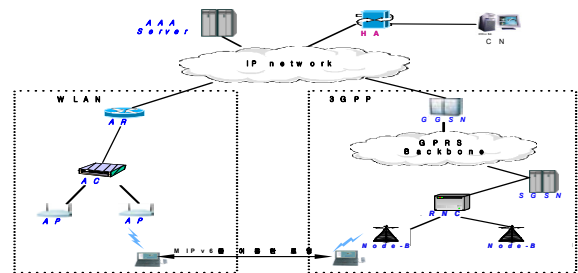


그림 2. 망 구조

3.2 로밍 시나리오

(1) 로밍 결정 과정

WLAN망과 3GPP망간의 로밍을 위해서는 로밍을 결정해 주는 hysteresis가 정의되어야 하며, 이 용어는 어떤 상태변화가 있을 때 상태변화와 이것을 일으키는 원인이 되는 물리량을 나타내는 것으로 본 논문에서는 WLAN망과 3GPP망간의 접속 변경 시점 즉, 로밍 시점으로 정의한다. 본 논문에서는 WLAN망과 3GPP망의 로밍시 hysteresis를 AP의 시그널 세기와 SNR(Signal to Noise Ratio)에 기반하여 정의한다.

WLAN망에서는 SNR이 특정한 값보다 낮아지면 새로운 AP를 탐색한 후, 기존 AP의 SNR과 새로 탐색한 AP의 SNR의 비교를 통해 가장 큰 시그널을 갖는 AP를 선택하게 된다. 따라서, SNR 값은 WLAN망간의 이동시 AP간의 로밍을 결정하는 요소로 사용되며, WLAN망과 3GPP망간의 이동시에는 AP의 신호세기에 의해 로밍을 결정하게 된다. 그림 3은 위에서 서술한 로밍 결정 과정을 순서도로 나타낸 것이다.

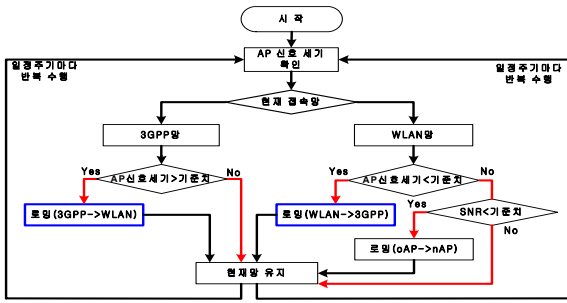


그림 3. 로밍 결정 과정 순서도

(2) WLAN망에서 3GPP망으로 로밍

WLAN망에 접속한 이동 단말이 3GPP망의 커버리지로 계속 이동할 때, 이동 단말이 주기적으로 감지하는 AP 신호세기는 점점 약해진다. 이동 단말은 AP의 신호 세기가 기준치 이하로 약해지면 WLAN 접속을 3GPP망 접속으로 변경하는 로밍을 수행하게 된다. 이동단말이 MIPv6를 이용하여 3GPP로 접속하는 메시지 흐름을 그림 4와 같이 설계하였다.

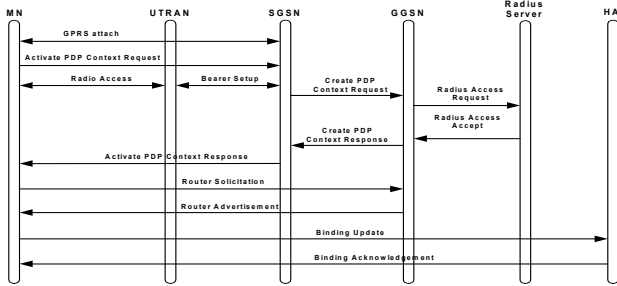


그림 4 MIPv6를 이용한 3GPP망 접속 절차

(3) 3GPP망에서 WLAN망으로 로밍

3GPP망에 접속한 이동 단말이 WLAN망의 커버리지로 이동할 때, 이동 단말이 주기적으로 감지하는 AP 신호세기는 점점 강해진다. 이동 단말은 AP의 신호 세기가 기준치 이상으로 증가하면 3GPP 접속을 WLAN망으로 변경하는 로밍을 수행하게 된다. 이동단말이 WLAN망으로의 접속하는 메시지 흐름을 그림 5와 같이 설계하였다.

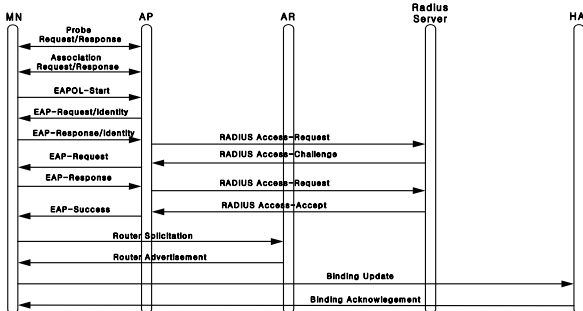


그림 5. MIPv6를 이용한 WLAN 접속 절차

3.3 로밍의 검증

(1) WLAN에서 3GPP 로밍 모델링 및 검증

WLAN에서 3GPP 로밍시 Incoming 개체와 Outgoing 개체의 연결을 그림 6과 같이 모델링하였다.

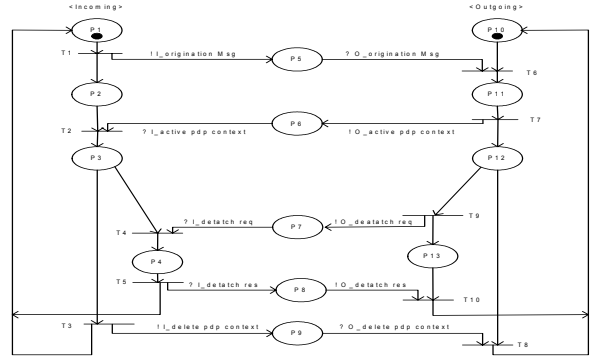


그림 6 WLAN에서 3GPP 로밍시 프로토콜 모델링

그림 6에서 보듯이 장소 1, 10은 아직 연결이 설정되지 않은 상태이고, 장소 3, 12는 연결이 설정된 상태이다. 장소 2, 11은 연결을 설정하기 위한 과정이고, 장소 8, 9는 연결이 해제되는 과정을 나타낸다. 장소 5, 6, 7, 8은 토큰이 링크상에 존재할 때를 의미한다. WLAN에서 3GPP 로밍시 응용 프로세스의 프로토콜 모델을 도달성 트리로 나타내면 그림 7과 같다.

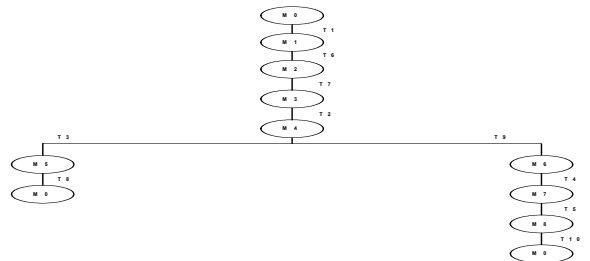


그림 7 WLAN에서 3GPP 로밍시 응용 프로세스의 도달성 트리

그림 7에서 도달성 트리의 한 노드는 각 모듈에서 토큰이 위치하고 있는 장소를 나타낸다. 그림 7에서 알 수 있듯이 도달성 트리는 교착상태 없이 어느 상태에서든지 초기 상태로 갈 수 있음을 보여준다. 또한 각 장소에 토큰이 둘 이상이 있는 경우가 발생하지 않으므로 제한성(boundness)을 지닌다고 할 수 있다.

(2) 3GPP에서 WLAN 로밍 모델링 및 검증

3GPP에서 WLAN 로밍시 Incoming 개체와 Outgoing 개체의 연결을 그림 8과 같이 모델링하였다.

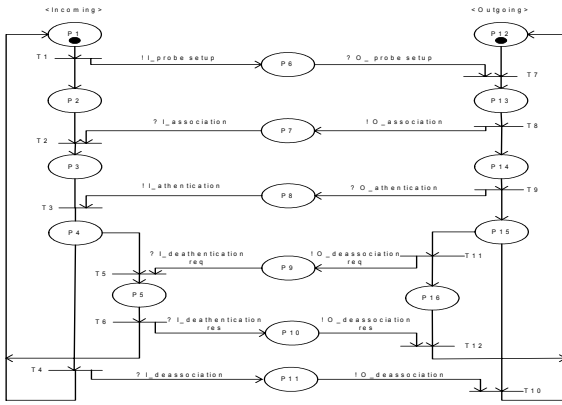


그림 8 3GPP에서 WLAN 로밍시 프로토콜 모델링

그림 8에서 보듯이 장소 1, 12는 아직 연결이 설정되지 않은 상태이고, 장소 3, 14는 연결이 설정된 상태이다. 장소 2, 13은 연결을 설정하기 위한 과정이고, 장소 10, 11은 연결이 해제되는 과정을 나타낸다. 장소 6, 7, 8, 9는 토큰이 링크상에 존재할 때를 의미한다.

3GPP에서 WLAN 로밍시 응용 프로세스의 프로토콜 모델을 도달성 트리로 나타내면 그림 9와 같다.

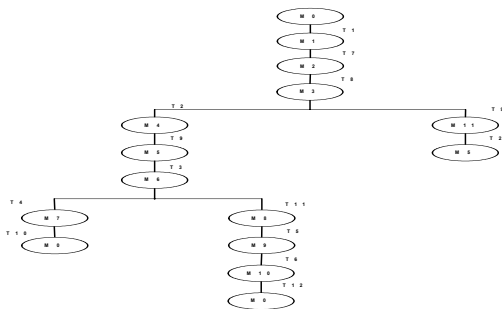


그림 9 3GPP에서 WLAN 로밍시 응용 프로세스의 도달성 트리

그림 9에서 알 수 있듯이 도달성 트리는 교착상태 없이 어느 상태에서든지 초기 상태로 갈 수 있음을 보여준다. 또한 각 장소에 토큰이 둘 이상이 있는 경우가 발생하지 않으므로 제한성(boundedness)을 지닌다고 할 수 있다.

(3) 도달성 트리 및 상태 집합에 대한 분석

페트리네트(Petri Net) 모델 그림 6과 7에 대하여 도출한 각 도달성 트리 및 표시 상태 집합을 분석해보면 여러 가지 특성을 파악할 수 있다. 각 페트리네트 모델의 특성을 분석하면 표 1과 같고, 본 논문에서 설계한 로밍의 상태 천이 절차는 설계한 절차에 따라 각 상태로 천이 가능하며, 모든 페트리네트 모델의 표시

상태 집합을 분석하면 토큰의 개수는 1을 넘지 않으므로 1-bounded 되었음(안정함)을 증명할 수 있다. 또한 각 페트리네트 모델이 항상 초기 상태로 되돌아올 수 있는 경로가 있으므로 생존성을 증명할 수 있으며, 이는 교착상태가 발생하지 않음을 의미한다. 따라서 이러한 페트리네트 모델의 특성은 본 논문에서 정의한 상태 천이가 오류없이 완전함을 증명해주며, 로밍시 설계한 동작절차가 정상적으로 동작함을 증명해준다.

표 2 각 페트리네트 모델의 특성

모델 특성	WLAN에서 3GPP 로밍시	3GPP에서 WLAN 로밍시
도달성	모든 M에 도달 가능	모든 M에 도달 가능
제한성	1-bounded Yes	1-bounded Yes
생존성	(항상 초기 상태로 천이 가능)	(항상 초기 상태로 천이 가능)
교착 상태	없음	없음

4. 결론

최근 활성화되고 있는 WLAN망은 높은 전송속도를 보장하는 반면에 커버리지가 좁고, 3G망은 넓은 커버리지를 보장하는 반면에 데이터 전송속도가 낮은 단점이 있다. 따라서 고속 데이터 전송속도를 보장을 가능하게 하는 WLAN망과 3G망의 상호 끊임 없는 로밍은 중요하다 판단된다. 이에 따라 본 논문에서는 IPv6의 장점을 그대로 수용하면서 단말의 이동성을 제공해 주는 MIPv6를 이용하여 전세계 70% 이상의 사용자를 보유한 3GPP(WCDMA)망과 WLAN망간의 로밍을 설계하였다. 또한 설계한 3GPP망과 WLAN망간의 로밍절차를 페트리네트로 모델링하고 검증하여 설계한 로밍 동작절차가 정상적으로 동작함을 증명하였다.

참고문헌

[1] 신용식 외, "MIPv4를 이용한 무선 LAN과 셀룰러 망간의 연동 방안", Telecommunication Review, 2002. 12.
 [2] 고석주 외, "3G-WLAN 연동기술 동향", 전자통신동향분석 제 18권 4호, 2003. 08.
 [3] 원정욱 외, "무선랜과 이동통신의 결합", IITA IT정보단, 2003. 08.
 [4] 3GPP, "General Packet Radio Service(GPRS); Service description; Stage 1(Release 6)," 3G TS 23.060 v6.0.0, 2003. 03.
 [5] 장재익 외, "MIPv6 구축방안 in WCDMA", 이스텔 시스템즈, 2001. 05.