

## WiBro와 이기종 무선망 연동 및 고속 핸드오프 방안<sup>1)</sup>

이건백, 이현우\*, 류원\*, 조진성

경희대학교 컴퓨터공학과, \*한국전자통신연구원 BcN연동기술팀  
whitewind@melab.khu.ac.kr, hwlee@etri.re.kr, wlyu@etri.re.kr, chojs@khu.ac.kr

### An integration and fast handoff scheme for WiBro and heterogeneous wireless networks

Geonbaik Lee, Hyunwoo Lee\*, Won Ryu\* and Jinsung Cho

Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University, \*BcN Interworking Technology Team ETRI

#### 요 약

현재 높은 대역폭과 고속의 이동성을 가진 WiBro의 출현으로 기존에 존재하던 CDMA 및 WLAN과 같은 이기종망간의 연동 및 통합이 부각되었다. 서비스 커버리지가 넓은 CDMA나 초고속의 데이터 서비스를 제공하는 WLAN등과의 효율적인 연동을 통해 WiBro의 효율은 더욱 커질 수 있으며, 망 재사용역이나 사용자의 편의면에서 매우 큰 성과를 얻을 수 있다. 이에 본 논문은 이기종망간의 효율적인 연동을 위한 방안을 제시하고 그에 따라 단말의 이기종망간 이동시 발생할 수 있는 핸드오프 문제를 해결하기 위해 이기종망간 고속 핸드오프 방안을 제시한다.

#### 1. 서 론

무선 및 이동 환경에서 보다 높은 대역폭의 서비스를 제공하기 위해 IEEE 802.16을 비롯하여 많은 규격들이 제정되고 있으며, 국내에서는 한국정보통신기술협회(TTA) 주관하에 60Km/h의 이동성과 50Mbps의 데이터 서비스를 위한 WiBro가 규격화되고 있다. WiBro는 802.16을 기반으로 다중접속과 듀플렉스 방식을 OFDMA/TDD으로 하는 그림1과 같은 망구조를 가지고 있다.[1]

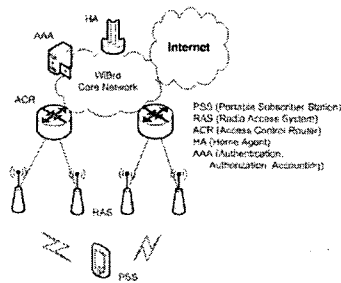


그림 1. WiBro의 망 구조

서로 상이한 특성을 가진 CDMA, WLAN이 이미 배치되어 있는 상황아래, WiBro의 출현은 이기종망간의 연동의 중요성을 부각시켰다. 본 논문은 WiBro도입에 따른 이기종망간 연동에서의 부작용을 최소화하기 위한 단계적인 연동 방안에 대해 제안하고, 연동시 발생하는 핸드오프 문제에 대해 끊임없고 연속적인 서비스를 제공하기 위한 이기종망간 고속 핸드오프 방안을 제시한다. 본 논문의 구조는 다음과 같다. 2절에서는 관련연구로 이미 제안된 연동 방안 및 핸드오프 방안에 대해 간략히 살펴보고, 3절에서는 연동에 따른 부작용을 최소화하기 위한 단계별 연동 방안을 제시하며, 4절은 이기종망간 고속 핸드오프 방안을 제시하고 5절에서 결론을 맺는다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 이기종망간 연동 방안

최근 WLAN(Wireless Local Area Network)의 활성화에 힘입

어 3G 이동통신망과 WLAN간의 서비스 연동에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 3GPP에서는 3G-WLAN 연동에 대한 요구사항 및 시나리오를 6단계로 정의하고 있으며, 단순한 사용자 인증 및 과금에 대한 로밍 서비스에서부터, 망간 핸드오프시 연속적이고 끊김없는 서비스 시나리오를 포함하고 있다 [2]. 이와 함께, 3GPP UMTS 또는 3GPP2 cdma2000 이동통신망과 WLAN의 연동망 구성방안에 대해 많은 연구가 이루어졌으며[3,4,5], 이를 요약하면 소결합 연동(loosely-coupled integration) 및 밀결합 연동(tightly-coupled integration) 방안이 존재한다. 현재, 루슨트 벨 연구소에서는 소결합 연동 및 밀결합 연동 구조를 소개하고, 소결합 연동 구조에 초점을 맞추어 I-OTA(Integration Of Two Access technologies) 프로토타입 시스템을 구현하였다[5]. 또 다른 구현 연구로 AT&T 연구소에서도 이와 유사한 프로토타입 시스템을 구현하여 성능을 제시하고 있다[4]. 에릭슨 및 노키아에서도 3GPP UMTS-WLAN 연동을 위하여 소결합 및 연동 구조를 기반으로 mobile IP를 통한 이동성 제공 및 사용자 인증, 과금을 위한 망 구조를 제시하고 있다. 한편, 모토롤라 연구소에서는 GPRS-WLAN 연동을 위해 소결합 연동 구조와 밀결합 연동 구조를 함께 제안하고, 두 방안에 대한 비교를 제시하고 있다[3].

##### 2.2 고속 핸드오프 방안

사용자 이동에 따라 정보에 대한 접근 가능성이 중요해지고 중첩된 망 간의 핸드오프시의 연속적인 서비스가 중요한 이슈가 되었다. 이에 따라 고속 핸드오프를 위한 방안들이 제안되었는데, IPv4망을 기준으로 하는 Low Latency Handoffs in Mobile IPv4와 IPv6망을 기준으로 하는 Fast Handovers for Mobile IPv6와 서로 다른 중첩망에서의 고속 핸드오프[6]와 같은 방안들이 제안되었다. Low Latency Handoff와 Fast Handover는 L2 Trigger를 이용하여 핸드오프를 수행하는 방법을 취하며, 다양한 특성을 가진 중첩망간에서 발생하는 Vertical Handoff의 Latency 발생을 최소화하기 위하여 [6]에서는 Fast Beaconing, Packet Doubling, Header Doubling 등의 방법을 사용한다. Low Latency Handoff는 Pre-registration과 Post-registration의 방법이 있는데, Pre-registration은 이전 FA나 현재 FA에서 발생하는 L2-Source Trigger나 L2-Target Trigger를 이용하여 L2-handoff 동안 미리 registration을 수행하는 방법이며, Post-registration은 L2-Source Trigger나 L2-Target Trigger를 이용하여 이전 FA와 현재 FA사이의 양방향 터널링을 통해 패킷의 손실을 최소화 하는 방안이다. Fast Handover의 경우 Low Latency Handoff와 같은 L2-Trigger를 사용하는 network-initiated handoff가 아닌 L2-Mobile Trigger를 사용하는 mobile-initiated handoff이며, Predictive Fast Hand

1) 본 논문은 2004년도 한국전자통신연구원의 "2.3GHz 휴대 인터넷과 무선랜 및 CDMA망과의 연동방안 연구" 위탁과제 지원에 의한 연구결과임을 밝혀둔다.

over와 Reactive Fast Handover 방식이 있다. Fast Binding을 통해 핸드오버시 패킷 손실을 최소화 한다. [6]의 경우 핸드오버를 upward와 downward handoff로 구분하고, 핸드오버시 패킷 손실을 방지하기 위해 버퍼링을 사용한다. [6]에서 제안된 3가지 방안 중 Fast Beaconing은 Beacon 신호를 빠르게 보냄으로써 단말이 일정 이상의 Beacon 패킷을 수신할 때까지 기다리면 핸드오버를 수행하는 방법이고, Packet Doublecasting의 경우, 멀티캐스트 그룹내의 두 개이상의 BS에서 동일한 패킷의 사본을 단말에게 전송하는 방법으로 현재 BS와 상위 BS가 동일한 패킷의 사본을 단말에게 전송하고, 중복패킷들은 단말의 네트워크계층에서 수신된 패킷들과 캐시에 존재하는 패킷들의 IP id를 비교하여 새로운 네트워크 인터페이스에 수신되는 패킷이 일정수준을 넘어서고 이전 네트워크 인터페이스로부터 수신된 패킷이 존재하지 않는다면, 핸드오버를 결정하는 방식이다. Header Doublecasting은 Packet Doublecasting에서 중복된 패킷은 단지 핸드오버의 지시자로써만 사용된다. 점에 착안하여 실제 핸드오버가 발생하기 전까지는 실제 패킷은 버퍼에 저장하고 버퍼 내의 패킷의 Header를 전송하여 핸드오버의 지시자로 사용하고 핸드오버가 종료된 후에 버퍼 내의 패킷을 전송하는 방식이다.

3. WiBro 도입 시나리오 및 연동망 구조

본 절에서는 WiBro의 도입에 따른 이기종망과의 연동의 부작용을 최소화하기 위한 도입시나리오 및 연동망 구조를 제안한다. 이를 위해 본 논문에서는 이기종망을 서로 서비스 커버리지와 데이터서비스 속도면에서 서로 상이한 차이를 보이고 있는 CDMA망과 WLAN망으로 가정한다. WiBro는 이동성과 더불어 높은 대역폭의 특성을 가지기 때문에 기존 두 망과의 연동을 통해 시너지효과를 가져다 줄 것으로 기대된다. 완전한 이기종망과의 통합은 현실적으로 장기간에 걸친 노력이 필요하며, 이에 기존 망과의 연동시 발생할 수 있는 여러 가지 부작용을 최소화하는 방향으로 단계적인 연동이 필요하다. 본 논문은 3단계로 연동 및 통합을 제안한다. WiBro의 도입 초기 단계에서는 각 망은 각기 존재, 운용되며 WiBro사용자의 CDMA 망 영역이나 WLAN망으로의 로밍, 또는 CDMA 무선 인터넷 사용자나 WLAN 사용자의 WiBro망으로의 로밍을 지원한다. 이 경우 모든 세션이 종료되고, 로밍 후 서비스가 재시작되기 때문에 이동성은 지원되지 않는다. 접속망의 변경은 사용자의 선택에 의해 이루어지며 접속망의 변경시 현재망의 접속을 종료하고 타 망으로 접속하는 것을 원칙으로 하므로 접속망 변경시, 해당 접속망에서 요구하는 인증 절차를 따라 인증을 수행하여야 한다. 이때 NAI를 도입하여 하나의 ID로 접속 ID를 통합할 수 있다. 이 경우 비연결형, 비실시간의 메일이나 인터넷 검색등의 서비스 공유가 가능하다. 이후 이기종망간의 이동성 지원이 요구되는데, 이를 위해 본 논문에서는 Mobile IP를 이용하여 이동성을 지원하는 방안을 제시한다. 그림 2에서는 WiBro 도입에 따른 이기종망간 연동 구조에 대해 보여준다.

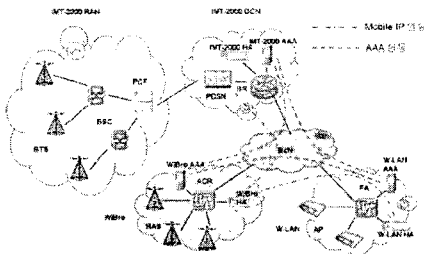


그림 2. WiBro 도입에 따른 이기종망간 연동 구조

이러한 연동 구조에서는 Mobile IP를 사용하여 각 HA와 AA A들 간의 연동을 통해 이동성을 지원한다. 이 구조는 Loosely-coupled 구조를 따르고 있으며, 접속망의 선택은 단말에 의해 자동적으로 지원된다. 즉, WiBro망에 연결이 불가능하게 되면 CDMA망 자동 접속이 단말에 의해 자동적으로 이루어진다. 이러한 접속망간의 이동성 기존 인증 및 상태의 공유나 재인증을 통해 동일한 ID를 가지고 WiBro 및 CDMA망 무선 인터넷, WL

AN망에 접속이 이루어진다. 이동성을 지원하는 연동 구조의 특성으로 메신저나 온라인 게임등과 같은 비실시간, 연결형(이동형) 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 Mobile IP기반의 연동 구조에서는 Location Detection이나 Mobile IP registration을 위한 메시지 교환등의 이유로 단말이 이기종망을 이동할 경우 핸드오프 지연의 문제가 발생하며, 이에 대한 대처방안으로 4절에서 Mobile IP기반 이기종망간 고속 핸드오프에 대해 제안한다. 이후의 WiBro와 이기종망간의 연동은 Tightly-coupled 구조로써 Global ACR을 통한 BcN에 두어 WiBro 및 타 망들을 모두 통합하는 이동성과 QoS를 보장하는 연속성을 제공하는 방안이다. 이동성과 더불어 QoS를 보장하는 특성으로 인해 실시간, 연결형(이동형) 서비스인 방송 및 스트리밍, VoIP, Video telephony등을 제공할 수 있다.

4. Mobile IP 기반의 이기종망간 고속 핸드오프 방안

본 절에서는 3절에서 제안되었던 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP기반의 연동 구조에서 단말이 이동함에 따라 발생할 수 있는 핸드오프 지연문제를 해결하기 위한 이기종망간 고속 핸드오프 방안에 대해 제안한다. 제안하는 이기종망간 고속 핸드오프 방안은 IPv4망에서 적용이 되며, L2-Source Trigger 또는, L2-Target Trigger를 사용하는 network-initiated handoff가 주를 이루는 Low Latency Handoff의 PRE-REGISTRATION 방안을 수정하여 mobile-initiated handoff로써 L2-Mobile Trigger를 사용하며, POST REGISTRATION의 양방향 터널을 적용한다. 제안하는 방법의 절차는 그림 3과 같다.

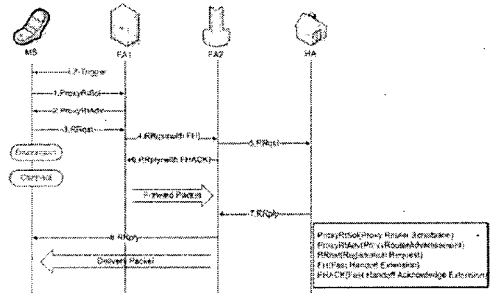


그림 3. 제안하는 고속 핸드오프 방안 절차

이동단말이 핸드오프를 수행하는 경우, L2-Trigger를 핸드오프 발생을 알리는 신호로 사용하고 L2-Handoff중에 Mobile IPv4 과정의 등록 처리과정을 수행할 수 있어서, MIP등록처리 지연을 거의 없앨 수 있다. 또한 동시에 새로 연결된 FA와 기존에 연결된 FA간의 터널을 생성하여 등록 처리절차가 완료되지 않더라도 단말에 전달할 패킷을 버퍼링하여 전달하여 손실을 방지하고, 단말의 새로운 우선망에 링크접속이 이루어지면 바로 패킷을 전달함으로써 서비스의 연속성을 유지할 수 있다.

이를 위해서는 메시지를 새로 정의할 필요가 있는데, 그림 4는 새로 제안하는 Proxy Router Solicitation 메시지 형식을 보여준다.

Ver(4)	HLEN	TOS	Total Length
Identification	Flag	Fragment Offset	
TTL	Protocol	Source Address	CRC
Destination Address			
Type(41)	Code	Checksum	
# of IDs	Reserved		
IDType	IDLEN	.....	
IDType	IDLEN	ID(1)	
IDType	IDLEN	.....	
IDType	IDLEN	ID(2)	
IDType	IDLEN	.....	
IDType	IDLEN	ID(...)	
IDType	IDLEN	.....	
IDType	IDLEN	ID(n)	

그림 4. 제안하는 Proxy Router Solicitation

Type은 "41"로 IANA에서 예약된 필드 중 Proxy Router Solicitation 메시지임을 지정하고, 한 바이트의 Code 값은 "0". CRC checksum은 패킷 전체의 검사를 함을 넣는다. Number of IDs에

는 포함하고 있는 링크ID의 개수를 표시한다. Reserved는 추후 다른 용도로 사용이 가능하고, 이후 링크ID 갯수만큼 8바이트 단위의 ID영역이 붙는다. 일반적인 무선 접속망의 링크ID의 경우, CDMA기반의 이동통신 접속의 경우 각 2바이트의 SID(System ID)와 NID(Network ID), 1바이트의 PZID(Packet Zone ID)를 포함하는 5바이트의 ANID(Access Network ID)를 사용하고, WiBro에서는 6바이트의 Base station ID, 무선랜의 경우는 6바이트의 MAC 주소를 사용할 수 있으므로 최대 6바이트의 ID영역을 정의하고, ID의 형태를 지정하는 IDType과 ID길이를 지정하는 IDLEN을 한 바이트씩 사용한다.

그림 5는 제안하는 Proxy Router Advertisement메시지 형식을 보여준다.

Ver(4)	HLEN	TOS	Total Length	
Identification		Flag	Fragment	Offset
TTL	Protocol	CRC		
Source Address				
Destination Address				
Type(42)	Code	Checksum		
# of Addr.	AddrEntSize	Reserved		
Care of Address (1)				
Care of Address (2)				
Care of Address (...)				
Care of Address (n)				

그림 5. 제안하는 Proxy Router Advertisement

Type은 "42"로 IANA에서 예약된 필드 중 Proxy Router Advertisement 메시지임을 지정한다. 한 바이트의 Code값은 이동단말에서 요청하는 링크ID와 부합하는 CoA가 존재하면 "0"을 그렇지 않은 경우에 대해서는 실제 통신사업자가 적용을 하면서 상황에 따라 별도의 값을 지정하여 이동단말에 현재 상태를 알려줄 수도 있다. Checksum은 패킷 전체의 검사합을 넣는다. Number of Addresses에는 포함된 CoA의 개수를 지정하고, AddrEntSize에 따라서 CoA주소 이외에 참고수준(Preference Level)을 지정해 줄 수도 있는데, 일반적으로는 1로 4바이트의 IP주소를 나타낸다. Care of Address영역에는 이동단말의 Proxy Router Solicitation으로부터 요청된 링크 ID들에 대한 CoA를 순서대로 표시하고, 미확인 링크ID일 경우는 Null값을 채워서 표시한다.

그림 6은 MIPv4에 사용되는 Registration Request 메시지에 제안하는 Fast Handoff Extension영역이 추가된 형식을 보여

Ver(4)	HLEN	TOS	Total Length	
Identification		Flag	Fragment	Offset
TTL	Protocol	CRC		
Source Address				
Destination Address				
Source Port	Destination Port = 434		CRC	
Type (1)	SBDMGVT	Lifetime		
Mobile Node's Home Address				
Home Agent Address				
Care-of-Address				
Identification				
Type (43)	Length	F	A	Reserved
Care-of-Address				
Type(32)	Length	Security Parameter ...		
... Index				
Authenticator				

그림 6. 제안하는 Fast Handoff Extension

주는데, 이는 F bit를 설정함으로써 새로 접속된 FA2에게 터널 생성을 요구한다. Fast Handoff Extension영역에서 각각의 정의와 값들은 다음과 같이 사용된다. Type은 IANA에서 예약된 필드 중 Fast Handoff Extension을 지정하도록 "43"을 사용한다. Length는 Fast Handoff Extension 전체의 길이를 나타내고, F 비트는 터널 생성을 요구하도록 "1"로 설정된다. 또한 A 비트는 터널 생성 요구에 응답에 사용되므로 "0"으로 설정된다. Reserved 영역은 미사용 영역인데 추후 다른 용도로 사용이 가능하고, Care-of Address 터널의 Edge에 대한 IP주소를 알려준다. 즉 이전 FA의 IP주소가 된다.

그림 7은 MIPv4에 사용되는 Registration Reply 메시지에 본 발명에서 제안하는 Fast Handoff Acknowledge Extension영역이 추가된 형식을 보여준다.

Ver(4)	HLEN	TOS	Total Length	
Identification		Flag	Fragment	Offset
TTL	Protocol	CRC		
Source Address				
Destination Address				
Source Port	Destination Port = 434		CRC	
Type (3)	Code	Lifetime		
Mobile Node's Home Address				
Home Agent Address				
Identification				
Type(44)	Length	F	A	Code
Reserved				

그림 7. 제안하는 Fast Handoff ACK Extension

Fast Handoff Extension에 F bit가 설정되어 터널 생성을 요구하는 것에 반해, A bit를 설정함으로써 ACK임을 나타낸다. Fast Handoff ACK. Extension영역에서 각각의 정의와 값들은 다음과 같이 사용된다. Type은 IANA에서 예약된 필드 중 Fast Handoff ACK. Extension 지정하도록 "44"를 사용한다. Length는 Fast Handoff Acknowledge Extension 전체의 길이를 나타내고, F 비트는 터널 생성을 요구에 사용되므로 "0"으로 설정한다. 또한 "A"비트는 터널 생성 요구에 응답하도록 "1"로 설정된다. Code는 터널링 설정 요구에 대한 응답결과를 알려주는 데 사용되며, "0"으로 설정되면 성공을, "1"이면 실패를 나타낸다. Reserved 영역은 미사용 영역인데, 추후 통신사업자가 터널생성의 실패 이유나 망 설정 정보 등 필요에 따라 활용이 가능하다.

5. 결론

본 논문은 높은 대역폭과 이동성의 특징을 함께 가지고 있는 WiBro의 도입에 따라 CDMA, WLAN과 같은 이기종망간의 효율적인 연동을 통하여 망 연동 및 통합에 따른 부작용을 최소화하는 단계별 연동 방안에 대해 제시하고, Mobile IP기반의 연동구조에서 발생할 수 있는 핸드오프 지연에 대한 문제에 대하여 이기종망간 고속 핸드오프 방안에 대해 제안하였다. WiBro 도입에서 기존 망과의 완전한 통합까지는 장시간의 노력이 필요하며, 통합 전의 연동 과정에서의 끊임없는 서비스를 위한 이동성 지원 문제는 중요하다. 본 논문은 WiBro 도입에서부터 기존 망과의 연동 및 통합까지의 시나리오를 단계적으로 제시하였고, 그에 따라 발생할 수 있는 핸드오프 지연 문제의 최소화를 위한 방안을 제시하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 송석일, 김영일, 김영진, "초고속 휴대용 인터넷 기술", 전자통신동향분석, 제18권, 제6호, pp.1~7, 2003.
- [2] 3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition", 3GPP TR 23.934, Aug., 2002.
- [3] A. K. Salkintzis, C. Fors, and R. Pazhyannur, "WLAN-GPRS integration for next-generation mobile data networks", IEEE Wireless Communications, Vol. 9, No. 5, pp.112~124, Oct., 2002.
- [4] H. Luo, Z. Jiang, B.-J. Kim, and P. Henry, "Integrating wireless LAN and cellular data for the enterprise", IEEE Internet Computing, Vol. 7, No. 2, pp.25~33, Apr., 2003.
- [5] M. M. Buddhikot, G. Chandranmenon, S. Han, Y.-W. Lee, S. Miller, and L. Salgarelli, "Design and implementation of a WLAN/CDMA2000 interworking architecture", IEEE Communications, Vol. 41, No. 11, pp.90~100, Nov., 2003.
- [6] Mark Stemm, Randy H. Katz, "Vertical handoffs in wireless overlay networks", Mobile Networks and Applications archive, Vol. 3, Issue. 4, pp. 335~350, 1999
- [7] 3GPP2, "Interoperability specification (IOS) for cdma2000 access network interfaces-part1 overview", 3GPP2 A.S0011-A, Oct., 2002.
- [8] 3GPP2, "Wireless IP network standard", 3GPP2 P.S0001-A, Jul., 2000.
- [9] 고석주, 정희영, 김성환, 민재홍, "3G-WLAN 연동기술 동향", 전자통신동향분석, 제18권, 제4호, pp.1~10, 2003.