

휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 밀결합 연동 방안

이건백[○], 조진성
경희대학교 컴퓨터공학과
whitewind@uclab.khu.ac.kr[○], chojs@khu.ac.kr

A Tightly-coupled Integration between Portable Internet and cdma2000 Mobile Communication Network

Geonbaik Lee[○] and Jinsung Cho
Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

현재 cdma2000 1x 및 1xEV-DO 이동통신망을 통해 패킷 데이터 서비스가 이뤄지고 있으며, 보다 높은 대역폭의 서비스를 위하여 휴대 인터넷 서비스 표준화가 추진되고 있다. 고속 데이터 서비스가 가능하나 서비스 커버리지가 작은 휴대 인터넷 서비스를 cdma2000 이동통신망과 효율적으로 연동하여 사용하면 많은 성과를 얻을 수 있다. 이에 본 논문은 기존 cdma2000 이동통신망과 휴대 인터넷의 효율적인 연동망 구조와 그 세부적인 연동방안을 제시한다. 본 논문에서 제안된 밀결합 연동 구조는 기존 cdma2000 이동통신망의 수정 및 추가 구현 없이 통합된 사용자 인증 및 과금을 수행하기 용이하며 연속적인 서비스를 제공할 수 있으며, cdma2000 및 휴대 인터넷 서비스를 동시에 제공하는 이중 모드 단말의 구현 시에도 복잡도가 최소화된다.

1. 서 론

현재 cdma2000 1x 및 1xEV-DO 이동 통신망에서 9.6kbps ~ 2.4Mbps의 패킷 데이터 서비스를 지원하고 있으나, 무선 및 이동 환경에서의 보다 높은 대역폭의 서비스를 위해 4세대 이동통신 시스템을 비롯하여 IEEE 802.16 및 IEEE 802.20 등에서 수십~수백Mbps의 데이터 서비스 규격을 제정 중에 있다. 이에 따라, 이동성을 제공하는 초고속 고품질의 멀티미디어 서비스의 휴대 인터넷(Pi: Portable Internet) 서비스를 기대할 수 있으며, 휴대 인터넷 기술 중 하나인 전자통신연구소(ETRI)에서 정의한 HPI(High-speed Portable Internet) 시스템을 살펴보면, 60Km/h의 이동성과 50Mbps의 데이터 서비스를 목표하며, OFDM을 바탕으로 한 IEEE 802.16을 기초로, 다중접속과 듀플렉스 방식은 OFDMA/TDD로 검토하고 있으며, 그림 1과 같은 망구조를 가진다[7]. 휴대 인터넷의 망구조의 표준화가 아직 이루어지지 않았으나, 그림 1과 크게 다르지 않을 것으로 예상되므로, 본 논문에서는 HPI 휴대 인터넷의 구성을 예로 설명하고자 한다.¹⁾

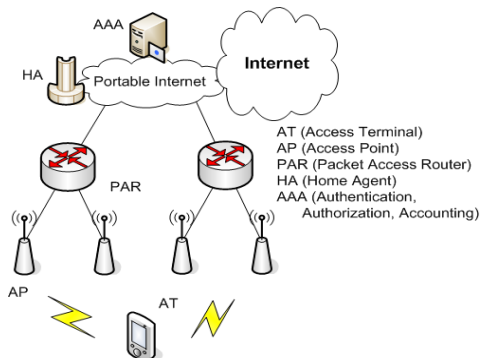


그림 1 : 휴대 인터넷의 망 구성

표 1에서 나타나듯, cdma2000 이동 통신 시스템과 휴대 인터넷은 상이한 특성을 보이는데, 휴대 인터넷의 작은 서비스 커버리지를 이미 전국적으로 운영되고 있는 cdma2000 이동통신망과 효율적으로 연동하여 해결한다면 여러 측면에서 큰 효과를 기대해 볼 수 있다. 이러한 두 망간의 연동 서비스를 고

려할 때, 휴대 인터넷은 무선 랜과는 달리 단말의 이동성을 제공하는 서비스이므로 두 서비스간의 핸드오프가 빈번히 발생할 수 있기 때문에 연속적이고 끊임없는 서비스를 위한 방안을 신중히 고려해야 한다. 따라서 본 논문에서는 연속적인 서비스를 위한 휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동 방안을 제안한다. 효율적인 전체 연동망 구조뿐만 아니라, 구체적인 구현 방안을 정의함으로써, 기존 cdma2000 이동통신망과 휴대 인터넷 간의 핸드오프 성능 모델을 제시한다.

표 1 : cdma2000과 휴대 인터넷의 비교

	Cost	Data Rate	Coverage
cdma2000	High	Low	High
휴대 인터넷	Low	High	Low

본 논문에서 제안된 연동 방안은 밀결합 연동 구조로 인해 통합된 사용자 인증 및 과금을 수행하기 용이하며, 끊임없는 연속적인 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 기존 cdma2000 이동통신망의 수정 또는 추가 구현 없이 개발 가능하며, 이중 모드 단말의 구현 시에도 복잡도가 최소화된다. 본 논문의 구조는 다음과 같다. 2절에서는 관련 연구로서 3G-무선랜간의 연동 방안을 소개하고, 3절에서는 휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동시 고려사항을 살펴보고, 연동망 구조를 정의하며 구체적인 연동 방안을 기술하고 4절에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

cdma2000 이동통신망과 타 망의 연동에 관한 연구를 살펴보기 전에, cdma2000 1x 및 1xEV-DO 이동통신망을 간단히 소개하면 그림 2와 같다[1]. 그림 2에서 BTS, BSC, PCF는 cdma2000 무선 접근망(RAN:Radio Access Network)을 구성한다. BTS는 cdma2000 물리 계층 처리를 담당하며 일반적으로 BSC와 E1/T1 링크를 통해 연결된다. BSC는 ATM 스위치를 포함하여 무선 접근망내에서의 노드간 연결을 담당하며, 호 처리, 핸드오프 처리 자원관리 등의 역할을 수행한다. 또한, RLP(Radio Link Protocol)를 처리하여 무선채널에서의 높은 손실을 보완한다. PCF는 무선 접근망과 데이터 핵심망(DCN)을 연결하는 역할을 담당하며, 소위 R-P 인터페이스 처리를 수행한다. 한편, 현재의 cdma2000 무선 접근망은 ATM망으로 구성되나, IP기반으로 진화 중에 있다. cdma2000 데이터 핵심망은 그림 2와 같이 PDSN, HA, AAA로 구성되며 IP로 연결된다. PDSN은 PPP(Point-to-Point Protocol)를 처리하여 패킷 서비스를 제공하는 핵심적인 역할을 수행하며, PPP 설정 과정에서

1) 또한, 본 논문에서 제안하는 방안은 HPI 휴대 인터넷으로 국한되지 않음을 밝혀둔다.

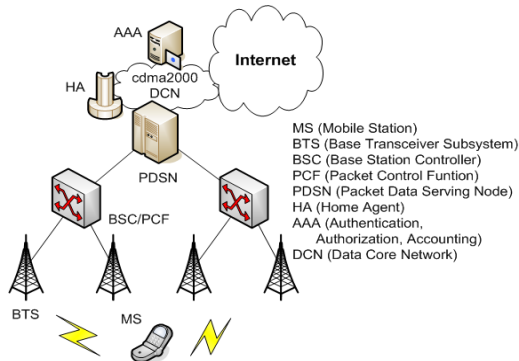


그림 2 : cdma2000 이동통신망의 구성

단말에 IP 주소를 할당한다. 또한 사용자 인증을 위해 PAP (Password Authentication Protocol) 또는 CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol)을 수행한 후, RADIUS 프로토콜을 이용하여 AAA와 연동한다. PDSN은 무선 접근망과 계층적으로 구성됨으로써 단말이 PDSN의 처리 지역을 벗어나게 되는 경우에는 mobile IP 서비스를 사용하여 이동성 관리를 수행하며, mobile IP FA 기능을 담당한다.

한편, 최근 무선랜(WLAN: Wireless Local Area Network)의 활성화에 힘입어 3G 이동통신망과 무선랜간의 서비스 연동에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 3GPP에서는 3G-무선랜 연동에 대한 요구사항 및 시나리오를 6단계로 정의하고 있으며, 단순한 사용자 인증 및 과금에 대한 로밍 서비스에서부터, 망간 핸드오프시 연속적이고 끊김없는 서비스 시나리오를 포함하고 있다[3]. 이와 함께, 3GPP UMTS 또는 3GPP2 cdma2000 이동통신망과 무선랜의 연동망 구성방안에 대해 많은 연구가 이루어졌으며[4,5,6], 이를 요약하면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다. 2) 3G-무선랜 연동망 구성은 그림 3과 같이 소결합 연동(loosely-coupled integration) 및 밀결합 연동(tightly-coupled integration) 방안이 존재한다.

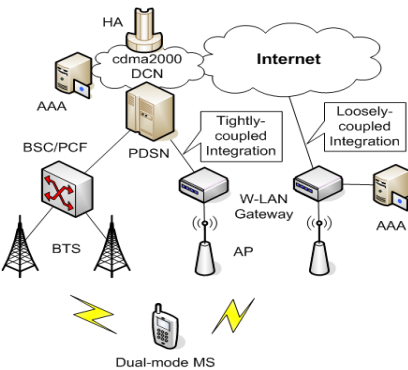


그림 3 : 3G-WLAN 연동 구조

소결합 연동 방안은 3G망과 무선랜이 별도로 존재하면서 독립적인 서비스를 수행하고, 로밍 서비스를 위해 인증 및 과금 연동을 수행하는 게이트웨이가 추가된다. 그리고, 3G-무선랜 간 이동성 제공은 mobile IP 기반으로 한다. 한편, 그림 3의 밀결합 연동은 무선랜 AP가 3G 데이터 핵심망에 연결되어 통합된 사용자 인증 및 과금, 통합된 망관리가 가능하며 mobile IP에 기반한 소결합 연동방안에 비해 연속적인 서비스 제공이 수월하다. 소결합 연동 방안은 새로운 규격 개발이 최소화되어 즉시 적용할 수 있는 장점을 가지고 있어 초기 단계의 연동 방안에는 적합하나 연속적인 서비스 제공에 문제가 존재할 수 있고, 밀결합 연동 방안은 관련규격에 대한 표준화 작업이 많이 요구되므로 장기적인 관점에서 접근할 수 있는 구조로 분석하고 있다[8]. 따라서, 3G-무선랜 연동에 대한 많은 연구에서는 밀결합 연동 방안보다는 소결합 연동 방안에 초점을 맞추고 있는데, 이는 WLAN의 서비스 특성상 단말의 이동성이 크지 않다는 점에 기인한 것으로 판단된다.

루슨트 벨 연구소에서는 그림 3과 같이 소결합 연동 및 밀결

합 연동 구조를 소개하고, 소결합 연동 구조에 초점을 맞추어 IOTA(Integration Of Two Access technologies) 프로토타입 시스템을 구현하였다[6]. IOTA는 연동 게이트웨이와 단말의 연동 S/W로 구성된다. 또 다른 구현 연구로 AT&T 연구소에서 이와 유사한 프로토타입 시스템을 구현하여 성능을 제시하고 있다[5]. 에릭슨 및 노키아에서도 3GPP UMTS-무선랜 연동을 위하여 소결합 연동 구조를 기반으로 mobile IP를 통한 이동성제공 및 사용자 인증, 과금을 위한 망 구조를 제시하고 있다. 한편, 모토롤라 연구소에서는 GPRS-무선랜 연동을 위해 소결합 연동 구조와 밀결합 연동 구조를 함께 제안하고, 두 방안에 대한 비교를 제시하고 있으며[4], 표 2에서 이를 정리한다. 그런데, [4]에서 제안한 그 밀결합 연동 방안은 GPRS L1, L2 계층을 무선랜으로 대체한 것으로 GPRS L3계층은 그대로 사용되어, 단말 및 그림 3의 게이트웨이에서 GPRS L3 기능을 모두 지원해야 하는 부담이 존재한다.

3. 휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동

표 2 : 소결합 연동과 밀결합 연동의 비교

	밀결합 연동	소결합 연동
인증 및 과금	GPRS인증 및 과금 사용	게이트웨이를 통한 연동
이동성 제공	SGSN 내에서의 핸드오프로 이동성 제공	mobile IP를 이용한 이동성 제공
서비스파라미터	Qos, 보안 등 서비스 파라미터 전달 유리	불리
망 관리	통합 관리	개별 관리
추가 개발	크다	작다

3.1 연동망 구조

본 절에서는 표2의 분석을 참고하여 휴대인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동망 구조를 정의한다. 고정된 지역에서 서비스를 수행하는 무선랜과 달리, 휴대 인터넷은 이동하는 단말에 대해 연속적인 서비스를 제공하여야 한다. 그러나 휴대용 인터넷의 셀반경이 작기 때문에 모든 지역에서의 서비스는 고비용이 소요된다. 따라서, 표 2의 이동성 제공 항목을 최우선으로 고려해야 한다. 소결합 연동구조는 mobile IP서비스에 의해 단말의 이동성이 제공되나, 밀결합 연동 구조에서는 simple IP서비스로도 연속적인 서비스의 이동성이 제공된다. 본 논문에서는 현재 cdma2000 이동통신망의 수정 및 추가구현을 최소화하고, 휴대 인터넷과 cdma2000 이동통신망의 연동을 위해 밀결합 연동 구조를 대상으로 하는 세부적인 동작 절차 및 프로토콜 구조를 제안한다.

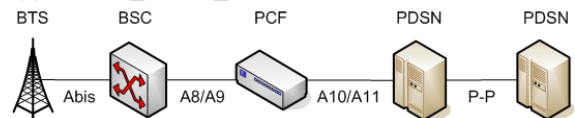


그림 4 : cdma2000 이동통신망의 연동 지점

그림 4는 cdma2000 이동통신 노드간의 인터페이스를 나타낸다. BTS - BSC 사이의 접속규격인 Abis 인터페이스와 BSC - PCF의 접속규격인 A8/A9인터페이스는, 비록 IP로의 진화가 진행중이나, 현재 구현은 ATM이다. 또한, PDSN간 P-P 인터페이스는 PDSN간 빠른 핸드오프를 위한 것이다. 따라서 휴대 인터넷 AP는 A10/A11 접속규격을 위해 PDSN에 접속해야 한다. cdma2000 데이터 서비스는 단말과 PDSN 사이에 PPP를 통해 이루어지므로, PDSN은 휴대 인터넷과 cdma2000서비스를 구별하여 처리할 수 있는 자연스러운 연동 지점이다. 따라서, 휴대 인터넷의 AP는 그림 5에서 나타난 바와 같이 AP로부터의 메시지 또는 데이터를 A10/A11 규격에 따라 변환시키는 TIG(Tightly-coupled Integration Gateway)를 통하여 A10/A11 인터페이스에 의해 PDSN로 접속된다.

3.2 연동 방안

본 절에서는 그림 5의 망구조 하에서의 프로토콜 구조 및 세부적인 연동 방안에 대해 기술한다. 기존 cdma2000 이동통신망의 노드에 대한 수정 및 추가구현은 최소화 되어야 함을 전제 조건으로 한다. cdma2000 데이터 서비스의 프로토콜 구조는 그림 6과 같다. 단말과 PDSN은 PPP를 통해 IP 패킷을 전달하며, PPP 설정 과정에서 사용자 인증 및 IP주소를 할당받는데 반해, 휴대 인터넷의 표준은 정해지지 않았으나, PPP는 수

2) 그림 3에서는 3GPP2 cdma2000 이동통신망을 기준으로 나타내었으나, 3GPP UMTS 이동 통신망에서도 유사하게 적용될 수 있다.

행하지 않고, 사용자 인증을 위해 EAP/TLS를 사용하며, IP주소할당을 위해 DHCP가 고려되고 있다.

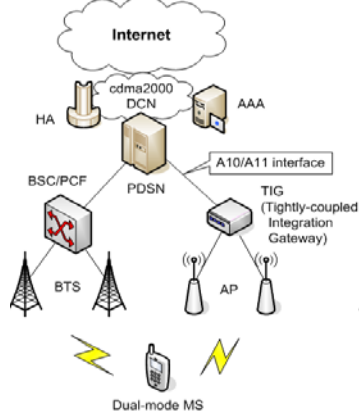


그림 5 : 제안하는 연동망 구조

그러나 휴대 인터넷을 cdma2000 이동통신망에 밀결합 구조로 연동하여 연속적인 서비스를 제공하기 위해서는 단말에서 PPP를 사용하고 이를 통해 사용자 인증 및 IP주소할당을 수행하는 cdma2000 시스템의 방안을 수용하는 것이 효율적이다. 이는 이중 모드 단말의 구현 복잡도 측면에서도 매우 유리하며, 휴대 인터넷 AP는 PPP처리와 무관하므로 휴대 인터넷 표준 규격에 의해 독립적으로 구현될 수 있다. 본 논문에서 제안하는 프로토콜 구조는 cdma2000시스템의 프로토콜 구조를 고려하여 그림 7과 같다.

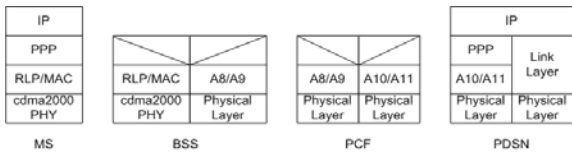


그림 6 : cdma2000 시스템의 프로토콜 구조

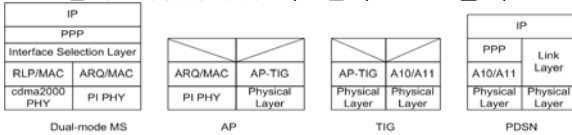


그림 7 : 제안하는 연동 프로토콜의 구조

그림 7의 이중모드 단말에서는 IP,PPP 계층은 cdma2000 및 휴대 인터넷 서비스에서 공유되며, ISL(Interface Selection Layer)에서 최적의 무선 접속을 선택한다. 동작 절차는 그림 8을 통해서 자세히 기술한다. 먼저 휴대 인터넷 영역에서 단말은 무선 접속을 시도한다. 이와 동시에 휴대 인터넷 AP는 TIG에 등록하여 PDSN과의 연결을 설정한다. AP-TIG 간 접속 규격은 본 논문의 범위를 벗어나지만, 본 논문에서는 A10/A11과 유사한 메시지 및 프로토콜 구조를 가정한다.

한편, PDSN에 접속하기 위한 A11 메시지에는 단말의 IMSI (International Mobile Subscriber Identity)정보가 포함되어야 하고, 이를 통해 PDSN에서는 연속적인 서비스를 제공할 수 있다. cdma2000 시스템의 경우에는 무선 접속 규격을 통해 기지국이 해당 정보를 파악하지만 휴대 인터넷 AP는 이를 알 수 없다. 이와 유사한 기능을 위해 [4]에서는 시그널링 메시지를 추가로 정의하고 있으나, 이러한 추가의 절차는 상당한 오버헤드를 유발한다. 휴대 인터넷 단말은 6바이트의 MAC주소를 사용한다. IMSI는 15숫자(10진수)로 구성되므로 이를 표현하기 위해서는 최소 8바이트가 필요하다. 그러나, IMSI의 상위 5자는 국가코드를 표현하므로, 국가간 로밍을 고려하지 않는다면 IMSI정보가 MAC주소를 통해 전달될 수 있다. 그리고, 만일 국가간 로밍을 고려해야 하는 경우 [4]와 같이 추가의 시그널링 메시지로 IMSI정보를 전달할 수 있다.

본 논문에서는 휴대 인터넷의 MAC주소를 IMSI중 10숫자인 MIN(Mobile Identification Number)으로 표현하는 방안을 제안한다. 무선 접속 및 AP-TIG-PDSN간의 연결이 이루어진 후, 단말과 PDSN은 PPP설정을 수행한다. 이 과정에서 사용자 인증 및 IP 주소 할당이 이루어진다. 그리고 데이터 트래픽 설정

절차가 이루어진 후, 데이터 서비스가 이루어진다. 이동안, cdma2000 시스템과 마찬가지로 PDSN에 의해 과금정보가 생성되어 AAA에 전달된다. 그런데, PDSN은 해당 단말이

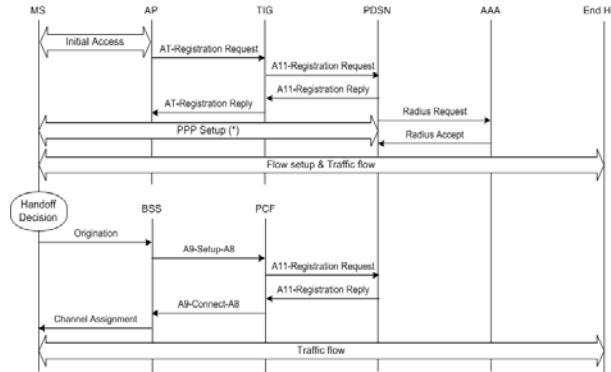


그림 8 : 제안하는 연동 방안의 동작 절차

cdma2000 서비스를 수행하고 있는지, 휴대 인터넷 서비스를 수행하고 있는지 판단할 수가 없다. 이에 따른 서비스 차별화 또는 상이한 과금 정책을 위해서는 PDSN에 단말이 접속하고 있는 무선 접속규격을 전달해야 한다.

cdma2000 1x 및 1x EV-DO 서비스는 A11 메시지에 서비스 옵션 값을 정의하여 사용하면, A10/A11 접속 규격의 변경 없이 PDSN은 해당 단말의 무선 접속 규격을 판단하여 과금 및 서비스 차별화를 취할 수 있다. 한편, 휴대 인터넷 서비스 영역을 벗어나게 되어 cdma2000 서비스로의 핸드오프가 결정되면, 단말은 cdma2000 데이터 서비스의 동작 절차를 수행하게 되어 연속적인 서비스를 수행할 수 있다. 이때, 핸드오프를 위한 cdma2000 무선 접속 및 시그널링 절차 동안에 도착하는 패킷들은 PDSN에서 버퍼링 된다. 즉, 휴대 인터넷 서비스 영역에서 cdma2000 서비스로의 핸드오프를 시도하기 전에 단말에서는 휴대 인터넷 데이터 채널의 해제를 알리면 PDSN에서는 버퍼링을 시도하고, 새로운 연결이 생성되면 버퍼링 되었던 패킷을 전송한다. 이후, 다시 휴대 인터넷 서비스 영역으로 돌아가게 되면 그림 8의 앞부분이 다시 수행되나 이미 PPP 세션을 가지고 있으므로 PPP 재설정은 필요가 없다.

4. 결론

cdma2000 이동통신망과 휴대 인터넷의 연동은 높은 이동성과 보다 높은 대역폭의 서비스와 끊임없고 연속적인 서비스를 사용자에게 제공할 수 있다는 점과 사업자가 사용자 인증 및 과금을 용이하게 할 수 있다는 점에서 매우 뛰어나다. 또한, cdma2000 이동통신망이 이미 구축되어 있는 점과 휴대 인터넷이 아직 표준화가 진행중인 점을 고려할 때 cdma2000 이동통신망의 추가 구현이나 수정을 최소화한 본 논문의 연동방안은 매우 효율적이라 할 수 있다.

참고 문헌

- [1]3GPP2, "Interoperability specification (IOS) for cdma2000 access network interfaces-part1 overview", 3GPP2 A.S0011-A, Oct., 2002.
- [2]3GPP2, "Wireless IP network standard", 3GPP2 P.S0001-A, Jul., 2000.
- [3]3GPP, "3GPP system to WLAN interworking: Functional and architectural definition", 3GPP TR 23.934, Aug., 2002.
- [4]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.
- [5]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.
- [6]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.
- [7]송석일, 김영일, 김영진, "초고속 휴대용 인터넷 기술", 전자통신동향분석, 제18권, 제6호, pp.1~7, 2003.
- [8]고석주, 정희영, 김성한, 민재홍, "3G-WLAN 연동기술 동향", 전자통신동향분석, 제18권, 제4호, pp.1~10, 2003.