

Femtocell을 활용하는 기업무선망 환경을 위한 개방형 모바일 네트워크 API 기반 P2P 서비스 프로토콜

(A P2P Service Protocol using The Open Mobile Network API for The Femtocell based Wireless Enterprise Network)

이 성 원 *
(Sungwon Lee)

요약 본 논문에서는 2G/3G/4G의 이동통신 기술을 기업에 적용하는 Femtocell을 이용해서 기업 무선망을 구축하는 환경을 목표로 한다. 이때 인터넷서비스사업자 혹은 기업이 이동통신망 기반의 응용 서비스를 쉽게 만들 수 있는 '개방형 무선망 Application Programming Interface(API)'를 기업향 Peer-to-Peer 서비스에 적용하는 방안에 대하여 제안한다. 이를 통해서 언제 어디서든 어떠한 기기를 통해서도 일관된 기업 서비스를 보다 단순화된 네트워크 환경에서 향상된 서비스 품질과 함께 제공할 수 있다. 제안한 방안은 성능 개선을 평가하기 위하여, 대표적인 분산형 P2P 서비스인 Skype와 정성적인 성능 비교를 수행하였으며, 이를 통해서 보다 적은 개수의 서버와 절차를 지원하면서도 보다 향상된 서비스 품질을 제공하는 것을 확인 하였다.

키워드 : Femtocell, 개방형 무선망 API, WiMAX, USI, Peer-to-Peer(P2P)

Abstract In this paper, we consider the Femtocell based enterprise wireless network using 2G/3G/4G cellular network technologies. And, we apply the open network service API which enable an easy development of ISP or enterprise services to P2P enterprise services. Based on the proposed scheme, enterprise services can be always connected at anywhere and anytime via heterogeneous devices. By using a qualitative analysis, we evaluate the performance of the proposed scheme and compare with that of the famous P2P service - Skype. Results show that the proposed scheme requests smaller servers and flows with enhanced service quality.

Key words : Femtocell, Open Wireless Network API, WiMAX, USI, P2P

1. 서론

유선 전화, 인터넷 통신기술 및 데스크톱 컴퓨터로 대표되던 기업의 업무와 통신 환경은 점차 이동성이 기본으로 제공되는 노트북, Mobile Internet Device(MID), 휴대전화 등의 기기가 중심으로 변화하고 있고, IP 통신

기술의 발달에 힘입어, IP 기반의 음성, 데이터, 멀티미디어 통합 서비스 망으로 발전하였다. 더불어 Wireless Local Area Network(WLAN)의 보급으로 인하여 무선 통신으로 진화하였고, 3G/4G 기술이 활발해짐에 따라 기업내부와 외부에서 동일한 무선통신 기기를 사용하고, 기업 밖의 공중망에서도 기업의 서비스를 Seamless하게 사용하고자 하는 욕구로 발전해 나가고 있다.

이러한 무선통신 기술의 기업 망으로의 적용을 보다 활성화할 것으로 기대되는 기술이 Femtocell로서, WLAN으로 시작된 무선기술의 업무로의 적용을 보다 적극적으로 확대할 것으로 예상되고 있다. Femtocell은 그림 1처럼 가정용 초고속 인터넷 라인에 정합하는 가정용 이동통신 기지국이다. 기본적인 특징으로서 낮은 송신 출력을 통해 기존 이동통신 단말기를 그대로 붙여서 활용할 수 있다. 이동통신 사업자가 설치/관리를 위

* 종신회원 : 경희대학교 전자정보대학 교수
drsungwon@khu.ac.kr
논문접수 : 2008년 7월 30일
심사완료 : 2008년 10월 21일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제1호(2009.1)

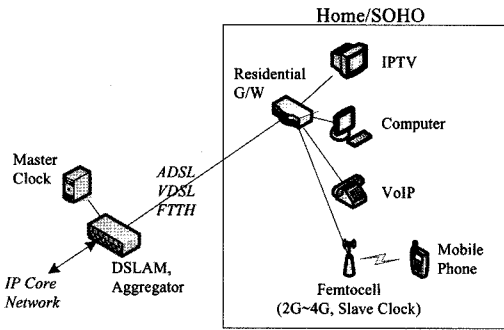


그림 1 Femtocell 기본 개념도

한 지원을 제공하는 것을 기본으로 하며, 이동통신이 유선 통신을 대체한다는 의미에서 Fixed Mobile Substitution이라고 불리기도 한다[1,2].

이는 WLAN이 기업내부의 실내공간에서 고정된 위치에 적합하게 활용되었던 점에 비교하여, 보다 넓은 영역으로서 기업 실내 뿐 아니라 실외에서도 활용 가능하고, WLAN 대비 많은 사용자가 안정된 Quality of Service(QoS)를 제공받을 수 있는 점, 그리고 공중망 이동통신 기술에 기반을 두었기 때문에 보다 다양한 단말이 존재하며, 처음부터 표준화된 End-to-End 보안이 제공되는 등의 장점을 갖고 있기 때문이다. 더불어 인터넷서비스사업자와 기업과 같은 비-통신 사업자가 이동통신망을 기반으로 하는 응용 서비스를 쉽게 만들 수 있는 '개방형 무선망 API'에 대한 연구와 표준화도 현재 시작단계로서, Femtocell과 개방형 무선망 API가 결합된다면 기업의 생산성은 크게 변화할 것으로 예상된다. 언제 어디서든 어떠한 기기를 통해서도 일관된 기업 서비스를 안정적인 품질과 신뢰성 있는 보안으로 제공할 수 있기 때문이다.

이를 위하여 본 논문에서는 2장에서 기업무선망 기술 현황을 설명하여 현재의 Femtocell의 기업 내 도입 현황에 대하여 살펴본다. 아울러 인터넷사업자와 기업이 무선통신망을 통하여 독자적인 응용 서비스의 개발이 가능한 개방형 무선망 API에 대해서 살펴본다. 이를 기반으로 3장에서는 본 논문의 목표가 되는 P2P 기반 기업 서비스의 현황과 문제점을 고찰하고, 현재의 P2P 서비스의 문제점에 대한 해결책을 4장에서 제안한다. 제안한 방안의 정성적인 성능분석을 5장에서 수행한 후, 6장에서 결론을 내린다.

2. 기업무선망 기술현황

2.1 Femtocell 기반 기업무선망

Femtocell은 저가의 초소형 이동통신 기지국으로서 가정 혹은 기업의 실내외 공간에 설치된다. 공중망 기지

국의 실내 공간에서의 음영지역 문제를 해결하기 위한 방안으로 제시되었지만, 현재는 이동통신 사업자가 실내 트래픽에 대한 시장을 방어하기 위한 목적과 차세대 유무선 통합 서비스를 제공하기 위한 목적으로 발전되어 가고 있다[3].

전 세계적으로 표준화를 위한 노력이 이루어지고 있으며, 가장 왕성하게 움직이는 단체는 Femto Forum이다. '07년 7월에 만들어진 단체로서 GSM Association (GSMA), 3rd Generation Partnership Project(3GPP), 3GPP2, Digital Subscriber Line(DSL) Forum 및 Next Generation Mobile Network(NGMN) 등의 단체와 파트너십을 맺으면서 기술 및 제품에 대한 조기 활성화에 대해서 적극적인 작업을 진행하고 있다. 3GPP에서도 'Home NodeB/eNodeB'라는 이름으로 Release.8의 범주 안에서 Femtocell 관련 표준화 작업을 진행 중이다[4-6].

아직 확정된 표준 규격은 없지만, 최근까지의 의견을 정리, 분석하면 그림 2와 같은 형태로 Femtocell 표준 규격이 정의되어가고 있는 것을 알 수 있다.

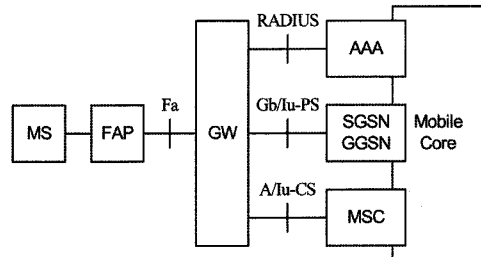


그림 2 Femtocell 네트워크 표준규격 동향

Mobile Station(MS)은 사용자 단말기를 의미하며, Femto Access Point(FAP)는 이동통신의 BTS와 BSC 혹은 NodeB와 RNC가 통합된 장비이다. FAP와 기존 코어 망 장비와의 연결은 Gateway(GW)를 통해서 이루어지는데, GW는 코어 망과 기존의 표준 규격을 통해서 정합하며, GW와 FAP 사이의 인터페이스도 기존 BSC/RNC와 코어망간의 인터페이스를 재활용하는 것으로 고려되고 있는 것이 큰 흐름이다.

Femtocell 기술에 기반을 둔 기업무선망의 구축을 그림 3과 같이 도식화 할 수 있다. 기본적으로 WLAN을 통한 기업무선망 형상과 유사하다. Enterprise Core GW는 기업을 위하여 작게 만들어진 셀룰러 코어 망 장비로서, WLAN 기업망의 WLAN 스위치와 매핑 된다. Application Server(AS)는 기업이 사용하는 인터넷 응용서버들이며, Subscriber Manager(SM)는 이동무선망을 사용하는 합법적인 기업의 임직원에게 대한

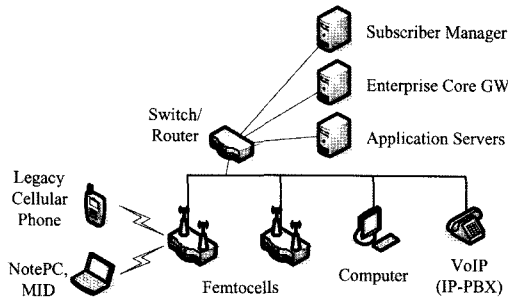


그림 3 Femtocell 기반 기업무선망

가입자 정보 등을 관리하는 장비이다. Femtocell은 이동통신 주파수를 사용하므로, 이동통신 사업자와 기업 간에 협약이 필요하고, 합법적인 기업 가입자의 관리를 위하여 Subscriber Manager는 이동통신 사업자와 연동이 필요하다.

이동통신 기술은 무선 랜 대비 음성 서비스 지원, 광역의 서비스 커버리지, 표준화된 QoS 보장, 이동성 보장, 공중망과 연동, 다양한 단말기 형태 지원 등의 장점을 가진다. 이로 인하여, 향후 기업무선망에서 Femtocell이 무선 랜을 대체하거나, 상호 보완적인 관계로 발전될 것이다. 그러나 Licensed Spectrum을 사용하는 이동통신 속성상 이동통신 사업자가 개입하게 되므로, 이에 따른 법규 및 운용/관리 등의 문제점 등은 이슈이다[1-3].

2.2 개방형 무선망 API 표준

생소한 명칭인 개방형 무선망 API는 Web 2.0와 개념상 유사하다. 즉, Web 2.0이 인터넷을 서비스 개발 플랫폼처럼 만들고 API를 정의/공개함으로써, 인터넷 서비스의 개발을 촉진하고, 기존의 정보와 기능을 재활용할 수 있게 한 것처럼, 개방형 무선망 API는 이동통신 네트워크의 정보와 기능을 API처럼 공개함으로써 누구나 쉽고 용이하게 새로운 이동통신 서비스를 만들도록 하는 접근이다.

지금까지는 이동통신 사업자 중심의 서비스 및 콘텐츠가 주류였지만, 점차 인터넷 사업자 및 3rd Party 콘텐츠 사업자가 많아짐에 따라 이러한 개방형 무선망 API에 대한 요구와 기술발전은 활성화 될 것이다.

개방형 무선망 API는 서비스에 대한 주도권이 인터넷서비스사업자에게 있다는 점에서 기존 통신 사업자 중심의 Parlay, Open Mobile Alliance(OMA) 규격과 비교된다[7,8]. 이에 가장 부합하는 현재의 표준으로서는 WiMAX Forum에서 만들어 지고 있는 Universal Service Interface(USI)가 있다[9]. 즉, 그림 4에 나타난 것과 같이 서비스 자체는 인터넷사업자 혹은 콘텐츠사업자가 정의하는 것이며, 이동통신 망은 단지 인터넷/콘

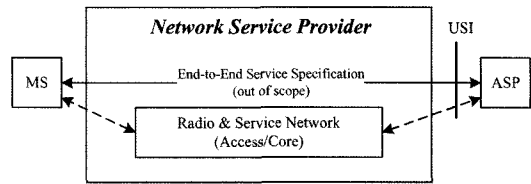


그림 4 WiMAX Forum USI 개념도

텐츠 사업자의 요청에 따라서 이동통신 망의 정보와 기능을 제공하는 것이다. 이동통신망이 제공하는 정보와 기능은 가입자 프로파일, 단말 특성, 단말 상태, 단말 위치, 응용 서비스 레벨의 QoS 등으로 표준 규격에서 정해지고 있다.

개방형 무선망 API는 당초 인터넷 사업자, 콘텐츠 사업자 및 Mobile Virtual Network Operator(MVNO) 사업자를 위하여 만들어 졌지만, 기업 망 환경에서도 사용할 수 있다. 따라서 기업 망 환경에서 IP-PBX 음성 서비스에 대한 QoS 보장, 임직원 위치 관리, 노트북/휴대폰 등 다양한 단말의 기능/능력이 최적화된 기업 서비스 제공 등이 가능하다.

3. 기존 P2P 서비스

기업에서의 음성과 데이터 서비스는 IP 기반의 환경으로 변화하고 있다. IP 환경으로 변화가 이루어지면서, 중앙 집중형 장치를 두는 방식과 함께 단말 간에 직접 통신을 수행하는 P2P 방식도 많은 관심을 받고 있다. 즉, IP 기반의 음성은 크게 IP-PBX/Centrex와 같은 IP 기반 음성 교환기를 사용하는 형상과 단말 간에 직접 P2P 방식으로 음성을 지원하는 방식이 모두 관심을 받고 있다. 특히 Internet Engineering Task Force (IETF) 등의 표준화 단체를 통한 P2P SIP 서비스 표준화도 고려하고 있다[10]. 본 논문에서는 음성, 데이터 및 멀티미디어 등 모든 종류의 P2P 서비스에 대해서 주목적을 삼고 있으나, 설명의 용이성을 위하여 특별히 P2P 음성 서비스를 중심으로 기술한다. 일반적으로 P2P 서비스는 서버가 없을 것이라는 생각과 다르게, 실제 운용되는 P2P 서비스들은 다양한 서버(혹은 서버 기능을 수행하는 Client)들을 요구한다. 본 논문에서는 대표적 P2P 서비스인 Skype를 통해서 P2P 서비스의 동작을 설명하며, Skype의 네트워크 구조도가 그림 5에 나타나 있다[11,12].

Skype는 비표준이면서, 비공개의 P2P 서비스 프로토콜이다. 많은 연구들을 통해서 Skype의 동작원리가 밝혀져 왔다. 이를 통해서 알려진 서버 기능을 수행하는 노드들은 그림 5에 나타난 것과 같이 HTTP Server (HS), Super Node(SN), Registration Super Node

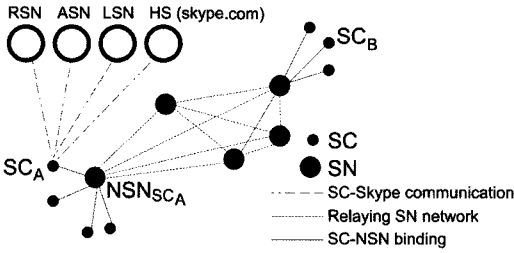


그림 5 Skype 네트워크 구조도

(RSN), Authentication Super Node(ASN), Location Super Node(LSN) 및 Neighbour Super Node(NSN)이다. 서버들의 기능은 Skype Client(SC)에 대한 등록, 인증, 위치관리 등을 수행한다.

Skype와 같은 기존 P2P 서비스의 첫 번째 문제점은 상대방의 IP 주소 및 상태를 알아내는 동작이 중요한 이슈로서, 이를 위한 각종 서버(혹은 서버 기능)와 메시지 송수신 절차가 너무 많고 복잡하며, 이로 인한 네트워크 트래픽 부하가 심각하다는 점이다. 특히 IP 주소 및 상태 정보를 Client간에 주기적으로 갱신하기 위하여 발생하는 트래픽은 이동단말의 배터리를 낭비하고 망 부하를 가중시키는 요인이 된다[12,13].

두 번째 문제점은 한정된 자원인 이동통신 환경에서 QoS를 보장할 수 없다는 점이다. 고속의 유선망에서는 품질 저하가 크지 않았지만, 점차 무선 환경이 확대되는 기업무선망에서는 P2P 서비스의 품질을 무선에서 보장할 수 있는 방안이 없다. 각각의 Client가 직접 이동통신 장비(RAN/CN)와 결합하여 QoS 보장을 요청하는 방안을 고려할 수 있으나, 이는 기업의 근무자가 많아지면 이에 비례하여 관리 측면에서의 부하를 증가시키고, 불법적인 의도의 사용자가 발생할 수 있는 등의 측면에서 바람직하지 않다.

4. 제안하는 Femtocell 기반 기업무선망에서의 P2P 서비스 지원방안

본 논문에서 제안하고자 하는 Femtocell 기반 기업무선망에서의 P2P 서비스는, 본 장에서 제안하는 추가 기능을 무선망을 통하여 지원 받음으로서 P2P 구조로 인한 장비들의 수와 복잡 도를 낮추고, 성능을 개선하는 것에 초점을 둔다. 이를 통하여 앞서 3장에서 기술한 기존 P2P 서비스의 문제점을 해결한다.

4.1 P2P서비스 IP주소관리방안 개선

기존 P2P 서비스의 IP주소 관리 방안을 개선하기 위하여 본 논문에서 제안하는 방안은 크게 다음의 3가지 기능을 기업무선망에서 지원하도록 하는 것이다.

- ① 기업무선망의 Subscriber Manager (SM)가 P2P

Client들의 주소를 관리하는 기능

- ② SM을 통해서 Peer Client의 IP 주소를 검색하고 획득하는 기능
 - ③ P2P Client의 이동 등으로 IP 주소 변경 시, SM을 통해서 Peer Client를 갱신하는 기능
- 각각에 대해서 설명하면 다음과 같다.

첫 번째로 기업무선망의 SM을 통하여 P2P Client들의 주소를 관리하는 방안은 일반적으로 무선통신망에서 단말들의 IP주소를 Authentication / Authorization / Account(AAA) 서버에서 보관/관리하는 것을 활용하는 아이디어이다. 2장에서 설명한 WiMAX 포럼의 USI의 경우도 단말의 IP주소를 AAA서버에 보관하였다가, 인터넷사업자의 요청에 의거하여 해당 단말의 IP주소를 알려주는 기능을 정의하고 있다[9]. 이를 확장하여 P2P Client들이 통신서비스를 위하여 AAA서버 기능을 포함하는 SM을 통해 상대방의 IP주소를 활용할 수 있는 구조를 고려한다.

두 번째는 앞서 고려한 SM을 통하여 실제 P2P Client들이 통신을 하고자 하는 상대방 P2P Client의 IP주소를 획득하는 과정으로서 그림 6에 나타나 있다. P2P Client A가 무선통신망에 등록함으로써 AAA서버기능을 포함하고 있는 SM은 해당 P2P Client A의 IP주소를 확보하게 된다. 따라서 P2P Client A와 통신을 수행하고자 하는 P2P Client B는 SM에 P2P Client A의 IP주소를 요청하는 P2P_IP_Request 메시지를 송신하게 된다. 이 메시지의 중요 파라메타는 해당 P2P Client A를 식별하고자 하는 ID로서, WiMAX의 USI에서는, WiMAX와 같은 응용 서비스를 정의하지 않는 프로토콜에서도 사용자를 식별하기 위한 USI Identifier를 정의하고 있다. 기업에서는 자체적으로 사용자를 식별하는 Network Access ID(NAI)와 같은 ID가 존재할 수 있으므로 이를 이용하여 각각의 Client를 식별하는 것도 가능하다. SM은 P2P Client B의 요청에 따라 P2P Client A의 IP주소를 P2P_IP_Response 메시지를 통하여 P2P Client B로 전달하게 된다.

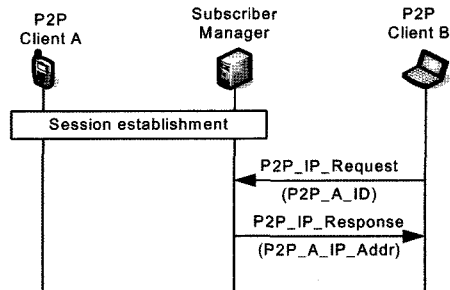


그림 6 Peer Client의 IP주소 획득 과정

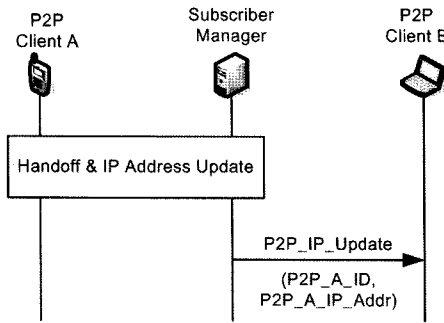


그림 7 Peer Client의 IP주소 자동 갱신 과정

세 번째로 무선통신망의 속성상 P2P Client인 단말은 항상 이동이 가능하다. 이 경우, 단말의 이동은 IP주소의 변경이라는 결과를 야기할 수 있다. 이 경우에도 기존 완전 분산형 P2P 방식과 달리 기업무선망을 활용하는 방식으로 기업무선망에서 P2P 서비스를 제공한다면, 별도의 복잡한 시나리오 없이 그림 7과 같은 단순화된 절차를 통하여 IP주소가 바뀐 P2P Client A의 신규 IP주소를 P2P Client B와 같은 다른 단말이 자동으로 알 수 있도록 할 수 있다. 절차상으로는 P2P Client A가 이동하여 IP주소가 변경되면 SM이 변경된 IP주소를 P2P Client B를 포함한 단말들에 송신하는 절차를 수행한다.

본 절에서는 P2P Client가 직접 SM(혹은 AAA서버)과 통신하여 P2P Client들의 IP주소를 획득하고 갱신하는 방법으로 제안하였다. 이는 WiMAX 혹은 향후 4G와 같은 무선통신망으로만 구축한 경우에 가장 투자비와 운용비 측면에서 바람직한 모습으로 사료되기에 기본 형상으로 고려한 것이다.

다른 접근 방법으로서 P2P Client들이 직접 SM을 접속하지 않고, P2P 서비스를 위한 P2P 중앙제어서버를 두는 방안도 고려할 수 있다. 이를 통해서, P2P Client들은 중앙제어서버를 통해서 SM에 접속하도록 하는 것이다. 절차상에서는 유사하지만 SM서버와 중앙 제어 서버 간에 보안을 지원하는 세션으로 연결함으로써, 너무 많은 수의 P2P Client가 중요한 정보를 가진 SM서버에 직접 접속함으로써 발생할 수 있는 보안상의 이슈를 줄일 수 있다. 더불어, 이미 기업에서 이메일 혹은 인스턴트 메시징 서버를 운용하고 있다면, 해당 응용서비스서버가 SM을 접속하게 하고, P2P Client들은 해당 응용서비스서버를 접속하게 함으로써 유사한 보안상의 효과를 기대할 수 있다.

4.2 P2P서비스 QoS지원방안 개선

본 절에서 제안하는 P2P서비스의 QoS 제공방안은 WiMAX 포럼의 USI규격에서 인터넷서비스사업자의 서비스에 대한 서비스레벨 QoS를 지공하기 위한 기능을

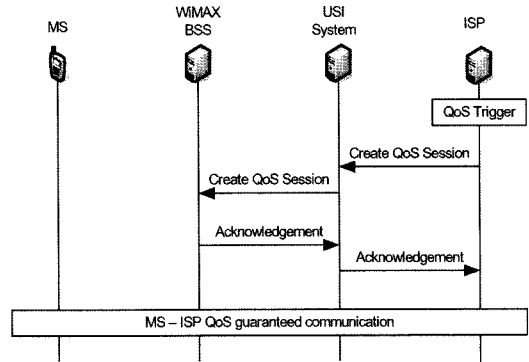


그림 8 WiMAX Forum USI QoS 제공 절차

정의한 부분을 확장하는 것이다.

일반적인 무선통신망에서 통신사업자의 서비스 이외의 인터넷서비스는 무선통신망에서 서비스를 식별할 수가 없다. 즉, 일반적인 TCP/IP트래픽으로서만 인식되면 구체적으로 QoS를 요구하는 VoIP, IPTV 등인지에 대해서는 트래픽을 식별할 방안이 없다. 따라서 앞서 3장에서 언급한 것처럼, P2P 서비스도 서비스 타입을 무선통신망에서 알 수가 없으므로 QoS의 보장은 제공하기 어렵다.

서비스레벨 QoS 보장이 중요한 이유는 기업 내의 음성 서비스 고려시 이해가 용이하다. 즉, 지금처럼 IP-PBX가 일반화되고 P2P 기반의 기업음성 서비스가 통신비용 효율화로 위하여 확산되고 있지만, 무선통신망은 유선 통신망 대비 낮은 통신 속도와 핸드오버 등의 이동성에 따른 품질저하가 발생한다. 따라서 가장 중요한 기업서비스인 음성 서비스에 QoS 품질을 제공할 수 있도록 하는 것은 매우 중요한 이슈이다.

WiMAX포럼의 USI는 그림 8과 같은 인터넷서비스에 대한 QoS 제공절차를 정의하고 있다[9].

인터넷을 통하여 서비스를 제공하는 ISP에서 사용자에 대한 QoS 제공 필요성이 결정되면, ISP는 WiMAX 망으로 서비스에 대한 정보 및 QoS에 대한 요구정보를 담아서 USI규격을 거쳐 전달한다. 이를 수신한 WiMAX 망은 해당 인터넷 서비스에 대한 QoS 보장을 할 수 있도록 무선통신망을 설정하고, 이의 성공/실패 결과를 ISP에게 회신한다. 성공 시에 인터넷 서비스는 WiMAX 무선/유선망에서 QoS 품질을 보장 받을 수 있게 된다.

P2P 서비스의 품질 보장을 받을 수 있도록 기존의 방식을 수정한 방안이 그림 9에 제안되어 있다. P2P 서비스의 경우는 그림 8에서와 같은 중앙형 서비스 서버가 없는 구조를 기본 구조로 하였다. 따라서, P2P Client가 직접 망에 대한 authorization을 수행하는 SM에 P2P 서비스 레벨의 QoS 요청을 하는 것으로 하였으며, SM은 가입자에 대한 정보를 갖고 있는 AAA서

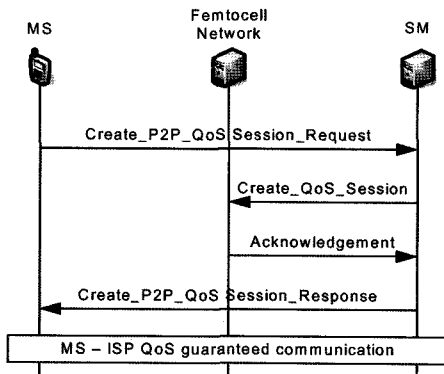


그림 9 P2P 서비스의 QoS 보장 요청 절차

버 기능을 포함하므로, 해당 P2P Client의 QoS 보장 요청의 합법성 및 적절성을 확인한다. 적법한 요청인 경우에 SM은 해당 P2P 서비스 레벨 QoS 보장 요청을 기업무선망으로 전달하게 된다. 기업무선망은 요청받은 QoS를 보장할 수 있는지 없는지를 무선 상황을 감안하여 판단하게 되며, 이의 성공/실패 여부를 SM으로 회신한다. SM은 이를 다시 P2P Client에 최종 전달하여 서비스의 QoS 품질 요구가 받아들여졌는지 아닌지를 확인하여 준다.

4.3 적용사례: QoS보장형 P2P 음성서비스

4.1과 4.2에서 제안한 개방형 무선망API를 적용한

P2P 음성서비스의 시나리오를 통하여 제안한 방안들이 실제 P2P 서비스들에서 어떻게 활용가능한지에 대해서 설명한다. 두 개의 P2P Client간에 P2P Voice 호를 설정하는 절차가 그림 10에 나타나 있다.

그림 10은 P2P 기반으로 VoIP 음성서비스를 하고자 하는 P2P Client A와 B가 있는 경우를 가정한 것으로서, 각각 서로 다른 이동통신망(예를 들면, Femtocell 기지국이 다르거나, 본사/지점처럼 물리적으로 떨어진 경우)에 접속된 경우를 가정하였다. 동일한 이동통신망에 정착하는 경우는 하나의 이동통신망만 고려하면 된다. 각각의 P2P Client는 기업무선망과 통신설정 절차를 수행함으로써, IP주소를 획득하며, 획득한 IP주소를 SM에 저장한다. 이 경우 P2P Client A가 P2P Client B와 VoIP 음성서비스를 하고자 하면, SM에 P2P Client B의 IP주소를 요청하게 된다. 만약 P2P Client들이 주소록을 사용하게 되고, 무선통신망 정착 시에 해당 주소록이 자동으로 리스트 상의 Peer Client들의 IP주소를 획득하게 한다면, VoIP 서비스 설정 단계 이전에 해당 절차를 수행할 수는 있다. SM에 의하여 P2P Client B의 IP 주소를 획득한 P2P Client A는 P2P Client B로 직접 VoIP 호 설정 요구 메시지를 전송하며, 동시에 SM에게 P2P VoIP 서비스에 대한 QoS 보장 요청 메시지를 전송한다. P2P 음성 서비스에 대한 QoS 요청을 받은 SM은 P2P Client A와 P2P Client B가 속한 이동통

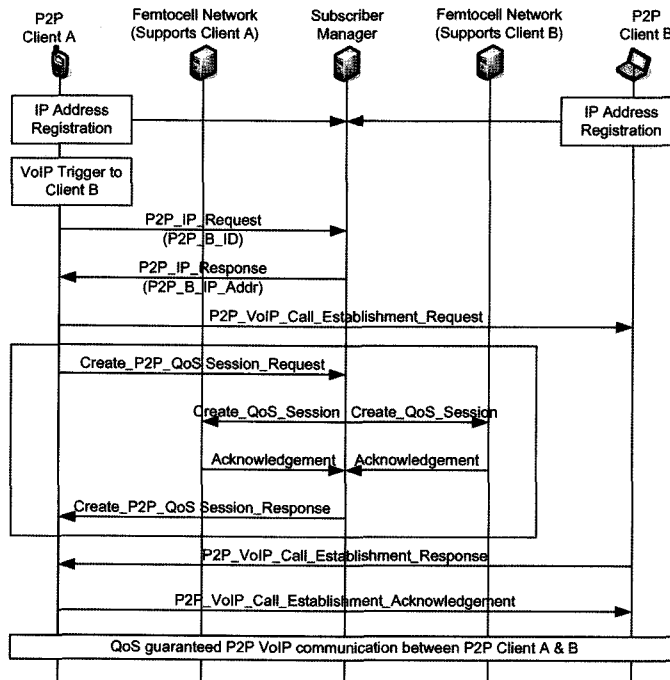


그림 10 개방형 무선망API 기반 P2P음성서비스 절차

신망으로 QoS 보장 요청을 수행한다. 성공적으로 QoS 보장 요청이 이루어지면, SM은 P2P Client A에게 성공 사실을 알려주게 된다. QoS 요청과 독립적으로 이루어진 P2P Client A와 P2P Client B간의 VoIP 호 설정 요청은 P2P Client B가 이에 대한 수락을 하게 됨으로서, P2P Client A와 P2P Client B간의 VoIP 서비스가 이루어지게 된다. 상기 절차 시에 QoS 보장 불가 및 VoIP 수락 거부 등에 대한 예외상황이 발생할 수 있으나, 이는 지면상 본 논문에서는 기술하지 않는다.

결론적으로 본 절에서는 4.1과 4.2에서 제안한 개방형 무선망 API를 통하여 P2P Client간에 VoIP 서비스를 설정하기 위한 절차가 여타의 장비의 연계 없이 Client들만의 절차로 이루어진 것을 알 수 있다. 즉, P2P 서비스 자체는 Client 간의 독립적인 절차에 의하여 이루어졌으며, 그 외의 어떠한 서버도 추가로 필요하지 않았다. 이를 위하여, 개방형 무선망 API가 Peer Client의 IP주소를 알려주는 기능을 제공하였으며, 추가적으로 QoS를 보장함으로써 기업무선망에서 쉽고 향상된 P2P VoIP 서비스가 가능함을 기능적으로 보였다.

5. 성능 분석

본 논문에서 제안하는 주제가 “개방형 무선망 API를 통한 P2P 서비스의 효율적 제공”이므로, 이를 확인하기 위한 정성적인 분석을 시도하였다. 본 논문에서 제안하는 개방형 무선망API 기반 P2P 서비스와 기존의 P2P 서비스와의 성능 비교를 위하여 P2P VoIP 서비스를 가정한다. 이를 통해서, P2P VoIP 서비스의 대표적인 경우인 Skype와 제안하는 개방형 무선망API 기반 P2P 서비스에서 필요한 서버의 개수와 동작의 절차의 단순화를 비교한다.

이를 위하여 먼저, Skype에 대한 연구 결과를 토대로 P2P VoIP를 위한 필요 절차를 정의한다. 그리고 각 절차에 참여가 필요한 network element를 분석하며, 이를 통하여 Skype와 제안하는 방안이 필요로 하는 서버 등 network element 개수와 절차의 복잡도를 상호 비교하도록 한다. 먼저 참조문헌을 토대로 Skype의 P2P VoIP 서비스 주요 절차는 다음과 같이 이루어진다[12].

- **Startup.** Client 소프트웨어를 구동함
- **Registration.** Client가 P2P 망에 등록함
- **Authentication.** Client가 P2P 서버에 로그인함
- **Super Node (SN) Handshaking.** Client 정보를 P2P 망에 지속적으로 갱신함
- **Neighbour Super Node (NSN) Locating and Binding.** Client가 NSN을 망에서 검출/등록함
- **Client Peers Locating and Status Update.** Client의 주소록에 있는 상대 IP주소를 갱신함
- **Callee Searching.** 발신자 Client가 신규로 주소록

에 등록할 착신자 Callee를 검색함

- **Add Callee.** Caller가 신규로 등록할 착신자 Client를 주소록에 삽입함
- **Call Setup.** 발신자 Client가 착신자 Client에 VoIP 서비스를 요청함
- **Conversation.** 착신자/발신자 Client간의 VoIP 음성 서비스 진행 과정임
- **Call Teardown.** Client간의 VoIP 호를 해제함
- **Logout.** Client가 P2P 서비스를 종료함
- **Quit Program.** P2P 프로그램을 종료함

Skype와 제안하는 방안의 P2P VoIP 절차별 필요성 및 절차에 참여하는 NE들을 분석하면 표 1과 같이 정리할 수 있다. 첫 번째로 Skype와 제안방안에서 요구하는 NE의 개수를 비교하면 Skype는 Client외에도 6종류의 서버가 필요하며, 특정 종류의 서버는 9이상의 복수개의 서버가 동시에 동작하기도 하므로, 사실상 P2P라는 명칭은 VoIP와 같이 특정 응용 서비스 시나리오로 국한된다. 즉 응용 서비스가 P2P이지만, IP주소 획득 및 호 설정 등을 위하여 수많은 서버들이 동작하는 셈이다. 이에 반하여 제안하는 방안은 IP주소의 관리를 기업무선망의 AAA서버 기능을 포함하는 SM에서 하는 것으로 Client와 SM만의 단순한 구조를 갖는다. Skype의 경우 Client 사용자의 상태(예를 들면, 온라인, 부재중 등)를 확인하는 작업이 추가로 존재하지만, 이는 개방형 무선망API 기반의 제안구조에서도 별도로 하나의 응용 서버로 구현할 수 있는 정도의 복잡도 이므로, 이를 감안해도 Skype와 같은 방식보다 제안하는 방안이 우세함을 알 수 있다.

두 번째로 절차의 비교에서도 Skype는 분산형 서버들의 정보 교환을 위한 SN Handshaking, Neighbour SN Locating and Binding 등의 절차가 필요하고, 실제 동작 시에도 3~9개 이상의 서버가 연계되어 단말 작업 증가와 네트워크의 부하 증가를 요구하지만, 제안하는 방안은 이러한 동작이 필요 없다.

세 번째로 Skype와 같은 방식은 기업무선망에서는 단순한 IP트래픽으로 처리되기에 별도의 서비스 품질을 보장 받을수 없지만, 제안하는 방안에서는 앞서 4.2절의 QoS 제공 방안을 통하여 안정적인 VoIP 통화품질을 달성할 수 있다.

즉 제안 방안이 기존의 Skype와 같은 분산형 방안 대비 단순한 절차, 소수의 서버 그리고 향상된 서비스 품질을 단순화된 방식으로 제공한다. 현재 Skype와 같은 대부분의 P2P 서비스는 비표준이고, 암호화된 메시지를 사용하여 분석이 어려우므로 정량적 분석이 어렵지만, 향후 IETF 등을 통하여 P2P 서비스의 표준이 만들어진다면, 정량적 성능 분석도 수행할 계획이다.

표 1 Skype와 제안방안의 절차별 비교

	Skype	개방형 무선망 API 기반 방안
Startup & Registration	Client, Registration SN	Client, SM (Optional)
Authentication	Client, HTTP Server, Authentication SN	Client, SM (Optional)
SN Handshaking	Client, Multiple (>3) SNs	×
Neighbour SN Locating and Binding	Client, Multiple (>9) SNs,	×
Client Peer Locating and Status Update	Client, Location SNs (주소록 Peer수만큼)	Client, SM
Callee Searching & Addition	Client, Multiple (>3) NSN, RSN, Multiple SNs	Client, SM
Call Setup	Clients, Multiple NSNs (optional)	Clients
Conversation	Clients, Multiple NSNs (optional)	Clients
Call Teardown	Clients, Multiple NSNs (optional)	Clients
Logout & Quit Program	Client, HTTP Server, RSN	Client
Service Level QoS Support	×	SM

6. 결론

본 논문에서는 3G, 4G 등의 이동통신 기술로 기업내 네트워크를 구축하는 Femtocell 기반 기업무선망을 대상으로, 무선통신망의 정보와 기능을 개방형 API로 제공할 때, P2P 서비스를 보다 단순화 하면서도 향상되게 제공하는 방안을 제안하였다. Femtocell 기술의 기업 내 도입은 이제 시작 단계인 분야이며, 개방형 무선망 API도 인터넷사업자의 무선영역으로의 진입과 MVNO 관심고조 등으로 시작단계에 있는 기술이다. 이러한 가운데 서버가 없는 단순 구조의 P2P 서비스는 투자비/운영비 측면의 장점으로 인하여 점점 더 많은 기업들에 의하여 적용될 것이다. 이러한 트렌드를 반영하여 개방형 무선망 API에 기반을 둔 Femtocell 기업 P2P 서비스 부문은 매우 큰 활성화가 이루어 질 것으로 보이며, 기업망과 공중망의 Seamless한 서비스 요구 증가에 힘입어 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 이러한 환경에서 효과적으로 P2P 서비스를 제공할 수 있는 IP주소관리방안과 QoS서비스제공방안을 제안하였으며, 기존 Skype와 같은 분산형 방안 대비 적은 서버 개수와 절차를 필요로 하면서도, 보다 향상된 품질의 서비스를 제공하는 방안을 제안하였다. 향후로는 예시한 VoIP 음성 서비스 외에 보다 다양한 멀티미디어 서비스에 대한 연구가 이루어 질 것으로 예상된다.

참고 문헌

[1] 퀴름, "Femtocells and WLAN Complement 3G and Beyond," White Paper, 12월, 2007.
 [2] Femtro Forum, "The Role of Cooperation in Establishing an Efficient Femto Economy," White Paper, December 2007.
 [3] 이성원, 신충용, 조진성, "FMC 서비스 사례 연구: UMA와 Femtocell," Telecommunications Review, 제18권, 4호, 2008.

[4] TTA 표준화 동향, "홈 노드 B 표준화 동향", 4월, 2008.
 [5] Femto Forum, <http://www.femtoforum.org/>
 [6] Kineto Wireless社, "White Paper : LTE on the Horizon," UMA Today, Spring, 2008.
 [7] ETSI, "Open Service Access (OSA); Application Programming Interface (API); Parlay (Series of ES 204 915)" - Cross released with 3GPP as series of 3GPP TS 29.198.
 [8] ETSI, "Open Service Access (OSA); Parlay X Web Services; Parlay X (Series of ES 202 504)" - Cross release with 3GPP as series of TS 29.199.
 [9] WiMAX Forum, "Universal Service Interface (USI) - An Architecture for Internet+ Service Model (NWG Release 1.5)," 6월, 2007.
 [10] IETF, "Concepts and Terminology for Peer to Peer SIP - Draft (IETF P2PSIP)".
 [11] S. A. Baset, etc, "An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol," in Proc. of IEEE INFOCOM, April 2006.
 [12] Chun-Ming Leung, etc, "Network Forensic on Encrypted Peer-to-Peer VoIP Traffics and the Detection, Blocking, and Prioritization of Skype Traffics," in Proc. of IEEE International Workshops on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE), pp. 401-408, June 2007.
 [13] Bonfiglio, D. Mellia, etc., "Tracking Down Skype Traffic," in Proc. of IEEE INFOCOM, pp.261-265, April 2008.



이성원

1994년 경희대학교 전자계산공학과 학사.
 1996년 경희대학교 전자계산공학과 석사.
 1998년 경희대학교 전자계산공학과 정보통신전공 박사. 1999년~2008년 삼성전자 정보통신총괄 책임연구원. 2008년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 조교수. 관심분야는 이동통신 시스템, MAC계층설계/개발, 통신 서비스