

모바일 그룹 P2P 응용 서비스를 위한 통신 플랫폼

(A Communication Platform for Mobile Group
Peer-to-Peer Services)

송지환[†] 강경란^{††} 조영종^{††}
(Ji hwan Song) (Kyungran Kang) (Young-Jong Cho)

요약 와이브로, HSDPA, 블루투스 등 새로운 무선 네트워크 기술의 등장과 더불어 모바일 단말기의 성능이 향상되면서, 모바일 단말간 Peer-to-peer 응용 프로그램에 대한 관심과 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 그룹 사용자들 간에 P2P 서비스 개발을 지원하며 무선 네트워크 기술에 대한 투명성을 제공하는 플랫폼으로 MPCP (Mobile P2P Communication Platform)을 제안한다. MPCP는 연결 설정 부담을 줄이기 위해 단말 간의 연결에 해당하는 가상 채널과 응용 프로그램 간의 연결이라는 세션으로 연결의 개념을 구분하고, 응용 프로그램의 특성에 따라 세션을 크게 네 가지로 종류를 구분하고 서로 다른 우선 순위와 데이터 처리 정책을 적용한다. 통신 대상과의 거리에 따라 적절한 무선 네트워크 기술을 선택하여 연결을 설정하며, Session Initiation Protocol을 활용하여 동적으로 변하는 연결 대상의 주소 정보를 획득한다. 임베디드 리눅스 시뮬레이터 환경에서 MPCP를 구현하였으며, 상위 서비스 개발 플랫폼과 연동하여 모바일 그룹 P2P 서비스 개발에 적용하였다. 정량적인 성능을 평가하기 위해 동시 세션 수를 증가시켜 가면서 단순한 FTP와의 성능을 비교한 결과, 세션 수의 증가에 영향을 받지 않고 성능이 유지되는 것을 관찰하였다.

키워드 : 모바일 peer-to-peer 서비스, 소프트웨어 플랫폼, 무선 네트워크

Abstract As the wireless network technologies and the capability of the mobile terminals are evolving, advanced peer to peer applications for mobile users are attracting interests. In this paper, we propose the mobile P2P communication platform (MPCP) which provides transparency to the wireless network technologies and solutions to the limited resources of the mobile terminals. MPCP classifies the connection into two levels: a virtual channel and a session. A virtual channel is the network layer connection between the terminals whereas a session is the application layer connection. MPCP classifies the sessions into four types and applies different scheduling priority and data processing policies such as segmentation and reassembly. It selects proper wireless network technologies depending on the distance between the communication endpoints. To acquire dynamically changed access address, we harness the Session Initiation Protocol. We implemented MPCP on embedded Linux simulator and utilized the implementation in mobile P2P service development. For the quantitative analysis, we compared the performance of MPCP with that of ftp. Regardless of the number of simultaneous sessions, MPCP maintains the relative performance.

Key words : mobile peer-to-peer service, software platform, wireless network

· 본 논문은 삼성전자의 모바일 커뮤니티 플랫폼 개발 과제와 2004학년도 1학기 아주대학교의 정착연구비 지원에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원 : (주)웹게이트
thsd12@ajou.ac.kr

†† 정 회 원 : 아주대학교 정보통신대학 교수
korykang@ajou.ac.kr
yjcho@ajou.ac.kr

논문접수 : 2008년 2월 11일

심사완료 : 2008년 5월 11일

Copyright© 2008 한국정보과학회 : 개인 목적이거나 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 제14권 제4호(2008.6)

1. 서론

2000년대 이전에는 서버에 사용자들이 접속하여 필요한 데이터를 다운로드 또는 업로드 하는 클라이언트-서버 모델 방식이 대부분이었다. 하지만 초고속 인터넷의 보급과 컴퓨터의 성능 향상으로 개인용 컴퓨터도 서버 역할을 할 수 있게 되었으며, 사용자들끼리 직접 데이터를 주고 받는 형태인 P2P(Peer-to-Peer) 서비스가 다양하고 광범위하게 발달하게 되었다.

최근에는 와이브로[1], HSDPA[2], 블루투스 등 새로운 무선 기술의 등장과 더불어 모바일 단말기의 성능 향상으로 모바일 단말 간 P2P 기반 응용 프로그램에 대한 관심과 연구가 활발하게 진행되고 있다. 여기서의 P2P 응용은 단순히 파일을 획득하기 위한 것이 아니라 단말들이 동등한 자격으로 상호작용하는 응용을 의미한다. 이러한 응용 프로그램 개발을 보다 용이하게 할 수 있도록 무선 네트워크가 가지는 기술적인 특징을 감추어 주는 미들웨어 형식의 플랫폼들도 다수 제안되고 있다. MUM[3], PNPAP[4], Mobile Chedar[5] 등을 대표적인 예로 들 수 있다. 이 플랫폼들은 다수의 무선 네트워크가 탑재된 모바일 단말기를 사용해서 끊임 없이 세션을 지속하도록 무선 네트워크 기술을 적용하는데 초점을 두고 있다. 그리고, 두 단말 간의 통신을 기반으로 한 서비스를 주 고려 대상으로 하고 있고, 그룹 사용자들을 대상으로 하는 서비스에 대한 고려가 부족하다.

본 논문에서는 그룹 사용자들 간에 자유롭게 상호 작용하는 P2P 서비스 개발을 지원하기 위해 무선 네트워크 기술에 대한 투명성을 제공하는 플랫폼 MPCP(Mobile P2P Communication Platform)을 제안하고 있으며 전체 구조와 구현 상황 등을 자세하게 기술하고 있다.

MPCP는 기술적으로 크게 다음의 사항을 고려하여 설계되었다. 첫째, 그룹 응용 서비스의 경우 상호 작용의 대상이 다수가 되므로 설정해야 하는 연결의 수가 많아진다. 그런데, 모바일 단말기는 배터리를 포함한 자원의 한계로 동시에 관리할 수 있는 네트워크 연결의 수에 제한을 갖는다. 단말 간의 연결에 해당하는 가상 채널과 응용 프로그램 간의 연결이라는 세션으로 연결의 개념을 구분하여 동시에 관리해야 할 네트워크 연결의 수를 줄이도록 한다. 둘째, 응용 프로그램마다 통신 품질에 대한 요구 사항이 다를 수 있고 어느 정도 비슷한 품질 요구를 갖는 응용 프로그램들을 그룹화할 필요가 있다. 그래서, 응용 프로그램의 특성에 따라 세션을 크게 네 가지로 종류를 구분하고 서로 다른 우선 순위와 데이터 처리 정책을 적용한다. 셋째, 3세대 이동통신 기술(3G), 블루투스, 무선랜 등 모바일 단말기에 탑재

되는 무선 네트워크 기술들이 다양해지고 있고 각 기술의 특징을 활용하여 연결을 설정하는 것이 필요하다. 예를 들어, 블루투스의 주변 탐색 기능을 활용하여 주변 단말에 대해서는 정보를 미리 수집하여 가능한 대상에 대해서는 블루투스를 사용하여 가상 채널을 설정하도록 한다. 넷째, 모바일 단말기 사용자의 이동이 잦고 단말기를 켜고 끄는 상황이 자주 발생하므로 연결 주소 정보가 자주 바뀔 수 있다. 이런 연결 대상의 주소 정보가 자주 바뀌는 상황에 대한 대처 방안이 필요하다. MPCP는 이동통신 사업자가 제공하는 SIP(Session Initiation Protocol)[6]을 활용하여 동적으로 변하는 연결 대상의 주소 정보를 획득한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 P2P 기술을 포함한 MPCP와 유사한 기존의 플랫폼 기술들을 소개하고, 3장에서는 기술적 고려 사항과 MPCP의 아키텍처를 기술한다. 4장에서는 구현 환경과 구현 현황, 응용 프로그램 개발 인터페이스 등 구현에 관해 기술하고 본 플랫폼이 적용되어 개발된 모바일 P2P 서비스의 화면 예를 보인다. 5장에서 기존의 연구 결과와 정성적인 관점에서 MPCP를 평가하고 정량적인 관점에서 FTP와 파일 공유 세션의 성능을 비교한 결과를 보인다. 6장에서 앞으로의 발전 방향을 제시하면서 논문을 마무리 한다.

2. 관련 연구

기존 P2P 모델의 진화는 파일 공유를 그 주된 목적으로 하고 있으며, Napster, Gnutella, Kazaa 등을 거치면서 기능적으로 발전을 계속해 왔다. 하지만 이 시스템들은 모두 유선 네트워크 환경을 고려한 것으로, 모바일 환경에 적용하기에는 부적합하다. [4] JXTA[7]는 유선 네트워크 환경에서의 P2P 지원 기술로 인정을 받았고, 참고문헌 [8]에서 모바일 P2P 서비스 개발 플랫폼으로도 일정한 성능을 유지할 수 있음을 보이고 있다. 하지만, 모바일 단말기의 제한점을 보다 잘 지원할 수 있는 가벼운 버전의 JXME[9]가 출시되었으며, XMPP(Extensible Messaging and Presence Protocol)[10]를 사용한 Jabber P2P 프레임워크[11]도 제안되었다.

JXME나 Jabber P2P 프레임워크는 통합적인 서비스 개발을 위한 플랫폼이고, 무선 네트워크 기술에 초점을 맞춘 플랫폼으로 MUM, PNPAP, Mobile Chedar 등을 대표적인 모바일 P2P 플랫폼으로 들 수 있다. MUM은 유비쿼터스 환경을 위한 에이전트 기반의 미들웨어이다. MUM은 사용자의 움직임에 따라 액세스 포인트나 사용될 수 있는 무선 기술이 달라질 경우 현재의 통신세션을 끊지 않고 유지시킴으로써 사용자에게는 끊임 없는 통신 채널을 제공한다. 또한 각 서비스는 자신의 QoS

수준을 설정할 수 있으며 자원의 이용 가능 상태를 점검한 뒤 요구 사항을 최대한 반영하여 통신세션을 제공한다. MUM은 여러 종류의 무선 네트워크 기술을 탑재한 모바일 단말에서 멀티미디어 서비스를 개발하기 위한 획기적인 시도였지만 유선 네트워크와 무선 네트워크의 경계 지점에 에이전트를 두고 이 에이전트와 MUM이 협력하는 구조로써 상용화 측면에서 유리하지 않은 단점이 있다.

PNPAP은 여러 무선 네트워크 기술 간에 끊김 없는 핸드오버를 제공하며 SIP, JXME, Jabber 등 이미 사용 중인 P2P 시스템간 연동 기능을 포함하고, 서비스 개발자에게는 추상적인 개발 인터페이스를 제공하는 등 종합적으로 모바일 환경에 대한 요구사항을 반영한 플랫폼이다.

Mobile Cheddar는 유선 네트워크의 P2P 시스템인 Cheddar[5]를 개선하여 무선 네트워크를 위한 P2P 시스템으로 제안되었다. Mobile Cheddar는 응용 프로그램까지 개발되었으나 Mobile Cheddar는 무선 네트워크 기술 중 블루투스 하나만을 사용한 시스템이므로 현재 상품화되고 있는 모바일 단말기의 역량을 충분히 활용하지 못하고 있다.

3. 제안하는 시스템 구조

3.1 기술적 고려사항

본 논문에서 제안하는 Mobile Peer-to-peer Communication Platform (MPCP)는 서비스 개발자가 무선 네트워크 기술을 자세하게 알지 않더라도 무선 네트워크 응용 그룹 사용자간 P2P 서비스를 쉽게 개발할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적 달성을 위해, 단말기가 갖는 자원의 한계와 단말기의 개발 동향 등을 고려하여 설계 시에, MPCP가 갖추어야 할 기능적인 요구 사항을 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 모바일 단말기의 성능이 CPU나 메모리의 관점에서 급격하게 향상되고 있으나 배터리의 한계 등으로 기존의 PC에 비해 네트워크 연결을 관리하는 기능 면에서는 부족하다. 특히, 동시에 관리할 수 있는 네트워크 연결의 수에 한계가 있으므로 다수의 응용 프로그램이 동작되더라도 제한된 수의 네트워크 연결을 활용할 수 있는 방법론이 제공되어야 한다.

둘째, MPCP는 핸드폰이나 PDA 등과 같은 모바일 단말기를 사용한 그룹 사용자 간 P2P 서비스를 대상으로 하므로 예상되는 서비스의 특징들을 지원할 수 있어야 한다. 주로 예상되는 서비스로는 메시지, 음악 공유, 파일 공유, UCC(User Created Content)의 공유 등이 있을 수 있다. 그런데, 이 서비스들은 각각 데이터 전달 방식이나 실시간성 요구, 단위 시간 당 데이터의 양 등

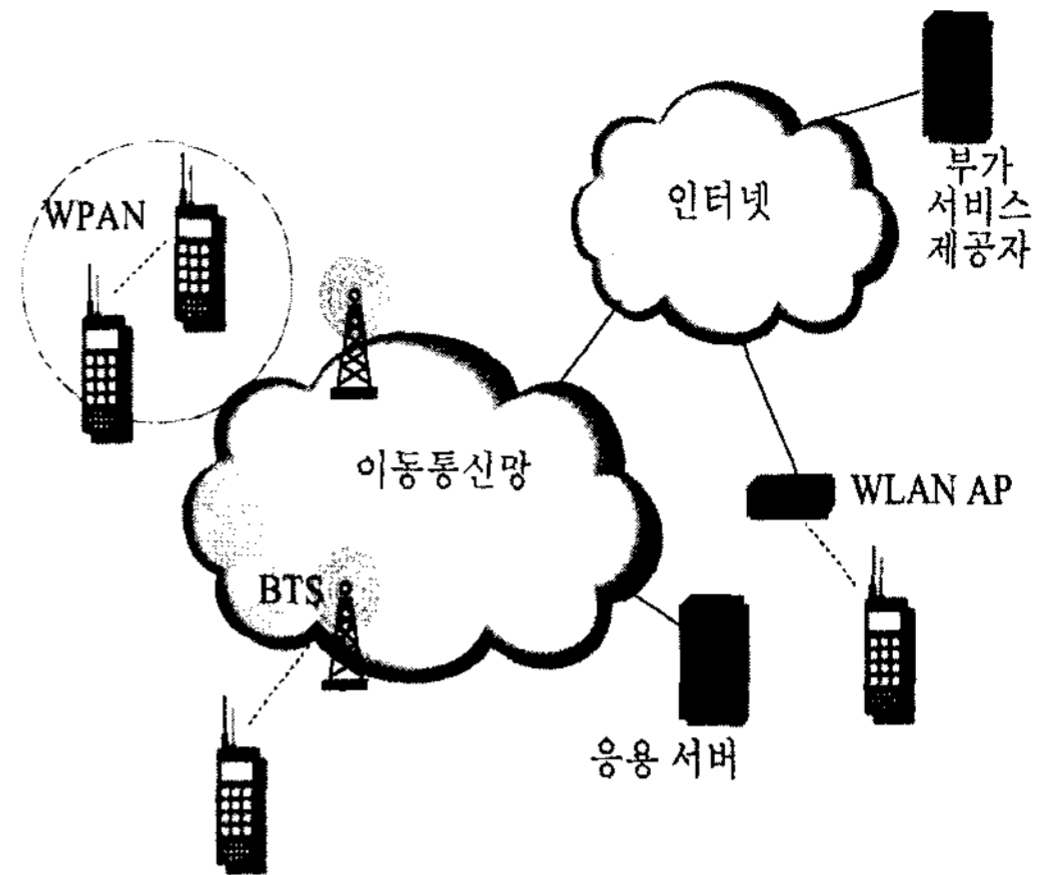


그림 1 모바일 단말기 간 P2P 서비스 개발에서 고려하는 네트워크 구성도

의 관점에서 차이를 보인다. 이렇게 서로 다른 서비스들을 모두 만족시키는 하나의 방법을 만드는 것은 비현실적이고, 각 서비스의 요구사항을 개별적으로 만족시킬 수 있는 방법이 제공되어야 한다.

셋째, 모바일 단말기의 경우 기존에는 Wireless Wide Area Network(WWAN)에 해당하는 이동통신 서비스 사업자의 네트워크를 사용하기 위한 무선 네트워크 인터페이스만 장착하였다. 그러나, 요즘 출시되는 모바일 단말기들은 주변 무선 장치 제어를 위한 블루투스와 보편화되고 있는 무선랜 서비스를 활용하기 위한 IEEE 802.11 인터페이스가 함께 장착되고 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이, 원거리에 있는 대상과는 WWAN 인터페이스를 사용해서 통신을 해야 하겠지만, 근거리에 있는 대상과는 블루투스나 IEEE 802.11 인터페이스를 활용하는 것이 비용이나 전송 시간 등을 절약하는데 더 효과적이다. 즉, 통신 대상과의 거리에 따라 사용 가능한 네트워크 인터페이스들을 대상으로 최선의 인터페이스를 택해서 연결을 설정할 수 있는 기능이 제공되어야 한다.

넷째, 모바일 단말기로 통신하고자 하는 대상의 위치가 한 곳에 고정되어 있지 않고, 무선 인터넷을 사용하는 경우, 단말기를 끄고 키는 상황이 반복되면 할당되는 네트워크 주소가 자꾸 변경된다. 이러한 동적인 상황을 지원하기 위한 방법론이 제공되어야 한다. 이미 이동통신 서비스 사업자들이 Mobile IP[12]를 제공하고 있지만, 동일 사업자를 사용하는 모바일 단말기들 간에만 지원이 될 뿐이고 타 서비스 사업자를 사용하는 모바일 단말기들 간에는 주소 할당 정책들이 다르므로 Mobile IP만을 활용하는 것으로는 부족하고 추가적인 방법이 필요하다.

3.2 아키텍처

3.2.1 특징

MPCP는 모바일 서비스 개발자가 무선 네트워크 기술을 사용해서 그룹 사용자간에 연결 설정을 자유롭게 동적으로 할 수 있도록 하는 통신 서비스 플랫폼으로 다음과 같은 기술적 특징을 갖는다.

첫째, MPCP는 통신 대상과의 연결을 크게 두 단계로 구분한다. 네트워크 계층까지의 연결을 '가상 채널(virtual channel)'이라 하고 응용 프로그램 간의 연결을 '세션(session)'이라 한다. 통신하고자 하는 두 단말 간에 네트워크 계층의 가상 채널이 설정되고, 응용 프로그램들은 각각 세션을 생성해서 이 가상 채널을 공유하여 데이터를 송수신하게 된다.

그림 2에서 보는 바와 같이, 두 단말기가 메시징과 파일 공유를 동시에 하고 있다면, 두 단말기 간에는 하나의 가상 채널과 이 가상 채널을 공유하는 메시지 세션과 파일 세션이 존재하게 된다. 이렇게 함으로써, 단말기가 처리해야 하는 네트워크 연결의 수를 줄이면서 여러 네트워크 응용 프로그램을 구동할 수 있게 된다.

MPCP가 지원하는 세션의 종류는 표 1에서 보는 바와 같이 크게 파일, 메시지, 음성, 스트리밍 세션으로 구별되며, 가상 채널은 자신을 공유하는 세션 별로 큐를 두어 각 세션의 특징에 따라 우선 순위 정책, 버퍼링 정책 등을 적용한다.

우선순위 정책에 있어서는 음성 세션, 실시간 방송 세

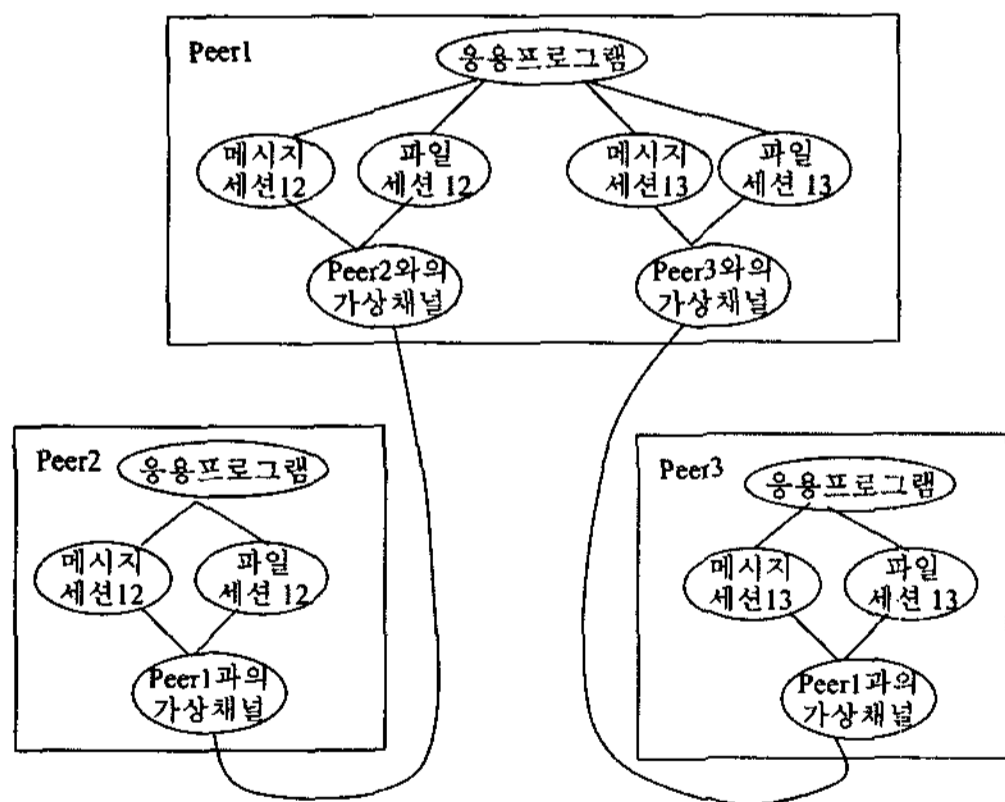


그림 2 가상채널과 세션과의 관계에 대한 개념도

션, 메시지 세션, 파일 세션 순으로 전송 우선 순위가 부여되고, 우선 순위에 따라 세션의 큐에 있는 데이터들의 송신하거나 수신할 때 스케줄링 한다. 또한, 세션의 데이터 특성에 따라 필요하면 대용량 데이터를 분할하고 재조합한다. 작은 데이터들은 멀티플렉싱과 디멀티플렉싱하여 실제 데이터 전송 횟수를 줄이고 패킷의 헤더 부담을 줄인다. 신뢰성있는 전송을 위해 버퍼링 기능도 제공한다.

셋째, 통신 대상의 현재 접속 가능한 주소를 확보하는 방법으로 SIP을 사용한다. SIP은 이미 Voice over IP에서 사용되어서 연결 설정을 위한 방법론으로 그 활용 가치가 입증되었다. 그리고, Internet Multimedia Subsystem(IMS)[13]가 이동통신망에 적용되기 시작하면서 연결 설정을 위한 방법론으로는 SIP을 사용하는 것이 적절하다.

넷째, 통신 대상의 지역적 근접도(spatial locality)에 따라 모바일 단말기에 장착된 3G 인터페이스와 블루투스 인터페이스 중에서 하나를 선택하여 채널 설정이 가능하다. 주기적으로 블루투스 인터페이스로 연결 가능한 대상을 검색하여 두거나 필요에 따라 검색을 수행하여 검색된 대상들에 대해서는 블루투스 인터페이스로 가상 채널을 설정한다.

3.2.2 구성 요소

MPCP는 그림 3에서 보는 바와 같이 크게 Virtual Channel Manager, Virtual Channel, Link Manager, Link Monitor, Link Selector, SIP Manager 이렇게 여섯 개의 기능 요소들로 구성된다.

Virtual Channel Manager는 가상 채널과 세션을 관리하고 SIP 이벤트 등을 응용 프로그램에 전달하는 기능을 담당한다. 또한 응용 프로그램에게 세션의 개폐에 필요한 프로그래밍 인터페이스를 제공한다. SIP Manager는 Session Initiation Protocol 클라이언트 역할을 하여 세션 생성과 종료에 관련된 SIP 메시지를 송신하고 수신하는 역할을 한다.

Link Manager는 운영체제에서 제공하는 블루투스, 3G, 무선랜 라이브러리를 사용하여 데이터를 송신하고 수신하는 기능을 담당한다. 또한 통신하고자 하는 대상의 MPCP의 Link Manager와 가상 채널의 생성과 파괴에 필요한 상호작용을 한다. Link Selector는 응용 프로그램에 적절한 무선 네트워크를 결정하는 기능을 담

표 1 세션의 종류와 특징

	파일 세션	메시지 세션	음성 세션	스트리밍 세션
데이터 전송률	가변	가변	64kbps	최대 1Mbps
신뢰성	보장함	보장하지 않음	보장하지 않음	보장하지 않음
데이터 크기	1byte~4Gbytes	1byte~1024 bytes	1byte~256bytes	1bytes~수메가바이트
응용 서비스 사례	바이너스/텍스트, 파일 전송	단문메시지 전송	실시간 음성 전송	스트리밍 서비스, 화상대화

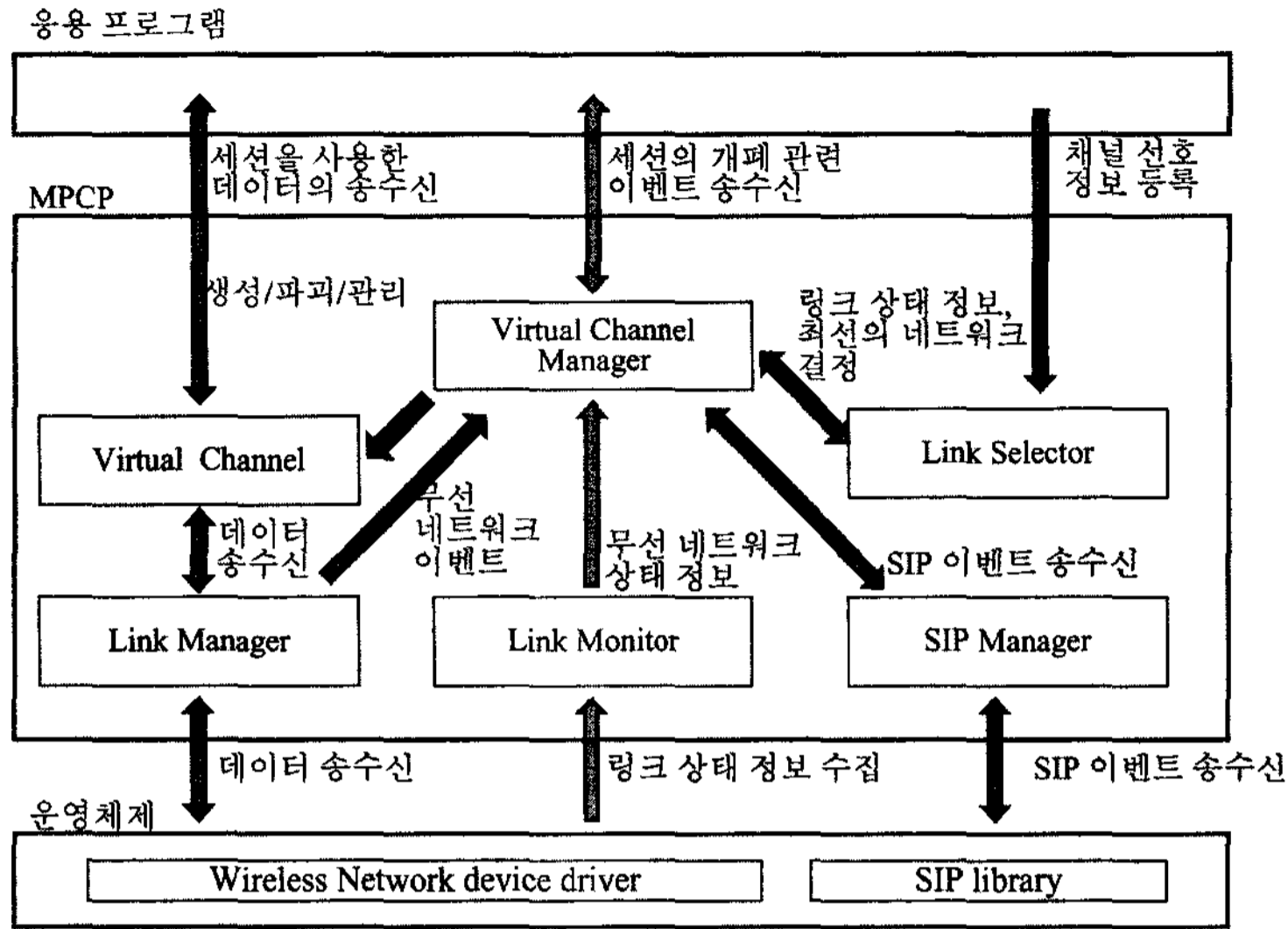


그림 3 MPCP의 구성요소

당한다. 응용 프로그램의 서비스 품질 정책과 네트워크 인터페이스의 전송 품질, 가상 채널 내의 세션의 개수 등을 고려하여 선택한다. Link Monitor는 블루투스의 주변 탐색 기능을 사용하여 자기 주변의 다른 단말기의 접근여부를 감시하고, 이에 대한 정보를 관리한다.

MPCP 내 구성 요소가 앞서 제시한 기술적 요구 사항을 어떻게 반영하면서 동작하는지는 가상채널과 세션을 생성하는 과정을 통해 볼 수 있다. 응용 프로그램에서는 Virtual Channel Manager에게 연결 대상의 SIP URL 을 제시하면서 세션 생성을 요청한다. Virtual Channel Manager는 세션을 생성하려는 SIP URL로 가상 채널이 설정되어 있는지를 검색해서, 상대방 단말과 이미 가상 채널이 만들어져 있다면 세션에 필요한 객체들만 생성되고 세션이 응용 프로그램에게 넘겨지게 된다.

통신 대상과의 가상 채널이 아직 설정되지 않았다면 그림 4에서 보는 바와 같은 처리 과정을 거친다. Virtual Channel Manager는 Link Selector에게서 연결 대상과의 최선의 네트워크를 결정하도록 요청한다(②). Link Selector는 응용 프로그램이 등록한 무선 네트워크에 대한 선호도와 Link Monitor가 수집한 근접 사용자의 SIP URL 목록을 조합하여 가상 채널을 설정하려는 단말로의 최적의 무선 네트워크를 선택한다(③,④). Virtual Channel Manager는 최선의 무선 네트워크로 3G가 선택된 경우, SIP Manager에게 SIP의 세션 요청 과정을 처리해 줄 것을 요청한다(⑤).

Virtual Channel Manager로부터 요청을 받은 SIP Manager는 운영체제에서 제공하는 SIP 라이브러리를 사용하여 연결 대상에게 세션 생성 요청 메시지(SIP

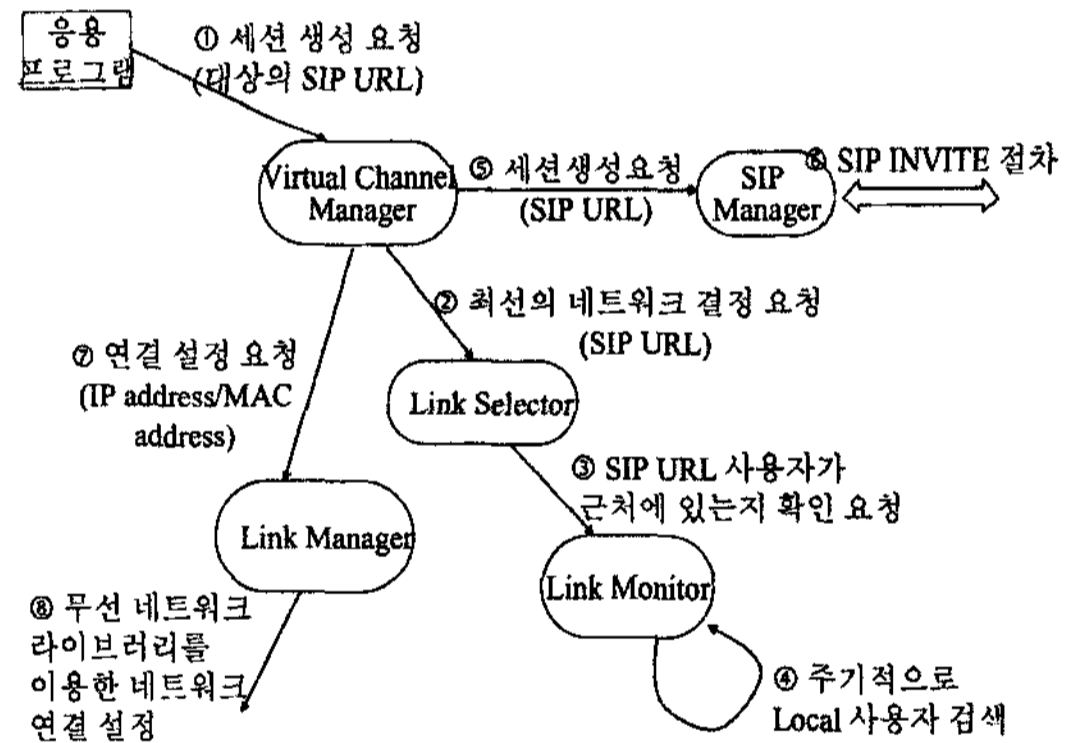


그림 4 세션 생성요청을 하는 사용자에서의 Virtual Channel 및 세션 생성 과정

INVITE 메시지)를 보낸다. 세션 생성 요구를 받는 단말에서는 SIP Manager를 통해 세션 생성 요청이 Virtual Channel Manager에게 전달되게 되고, 해당 응용 프로그램에게 요청을 수락할 것인지 묻고, 수락 혹은 거절의 응답을 SIP Manager를 통해 상대방 단말에게 전송하게 된다(⑥).

SIP INVITE 메시지에 대한 응답을 수신한 SIP Manager는 이를 Virtual Channel Manager에게 전달한다. Virtual Channel Manager는 상대방 단말로부터 세션 생성 요청에 대한 수락을 받은 경우, 수락 메시지에 포함된 접속 주소 등을 사용하여 가상 채널을 생성한다(⑦). 이 때, Link Manager를 통하여 네트워크 연결을 설정하게 되고, 생성된 가상 채널에는 응용 프로그램의 요청을 처리하기 위한 세션이 생성된다(⑧).

4. 구현

MPCP는 핸드폰을 위해 개발된 임베디드 리눅스 시뮬레이터 환경에서 구현되고 시험되었다. 임베디드 리눅스 시뮬레이터에서 제공하는 SIP 라이브러리, HSDPA 용 무선 네트워크 라이브러리, 블루투스를 위한 BlueZ [14]를 사용하여 구현하였다. 개발에 사용된 언어는 C++로써 개별 구성 요소의 기능 확장이나 추가 구성 요소 개발이 용이하도록 개발되었다. 응용 서비스 프로그램 개발자를 위해 프로그램 인터페이스를 제공하고 있으며, 모바일 그룹 통신 서비스를 대상으로 하는 서비스 개발 플랫폼[17]의 구성요소로 사용되었다.

4.1 연결 설정과 관리

HSDPA의 경우에는 이미 패킷망에서의 IP 주소 획득 기술 등이 안정화되어 있어 기존 UNIX에서 제공하는 소켓 라이브러리와 유사한 라이브러리가 제공되어 이를 활용하여 IP, TCP와 UDP 기술을 적용하였다. 연결 대상이 블루투스로 연결 가능한 경우에는 IP를 사용하지 않고 직접 블루투스 소켓을 사용하도록 구현하였다. 블루투스 상에서 IP를 사용할 수 있도록 하는 기술들이 BNEP[15], PPP를 사용한 IP over Bluetooth[16] 기술이 사용 가능하지만 동적인 환경에서는 환경 설정하는 부담이 지나치게 커서 블루투스 소켓을 직접 사용하도록 개발하였다. 그림 5에서 구현된 MPCP에서 무선 네트워크 기술들을 사용하여 연결을 설정하는 방식을 보이고 있다.

가상 채널을 생성하고 관리하는데 있어 Virtual Manager와 더불어 주된 역할을 담당하는 구성 요소가 Link Manager와 Link Monitor이다. Link Monitor는 근접한 거리 내에 있는 연결 대상을 수집하는 기능을 제공하고 Link Manager는 Link Monitor가 수집한 정보에 근거하여 선택된 무선 네트워크 기술을 적용해서 가상 채널을 설정한다. 또한, 설정된 연결을 통해 응용 프로그램의 데이터와 가상 채널 관리를 위한 이벤트를 송수신하

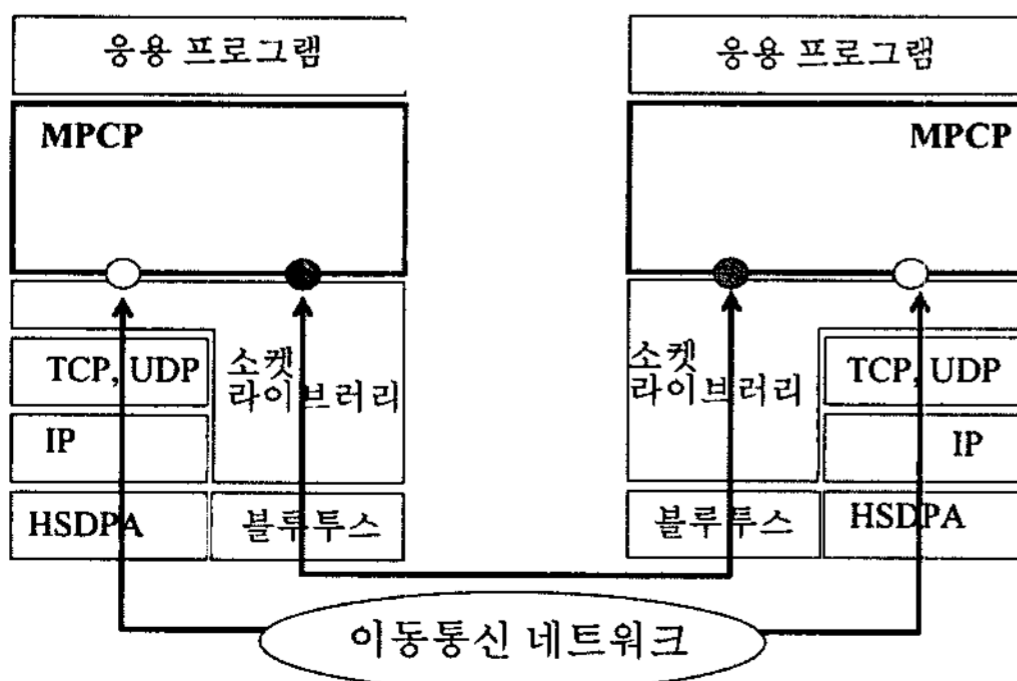


그림 5 MPCP 구현에서의 연결 설정 방식

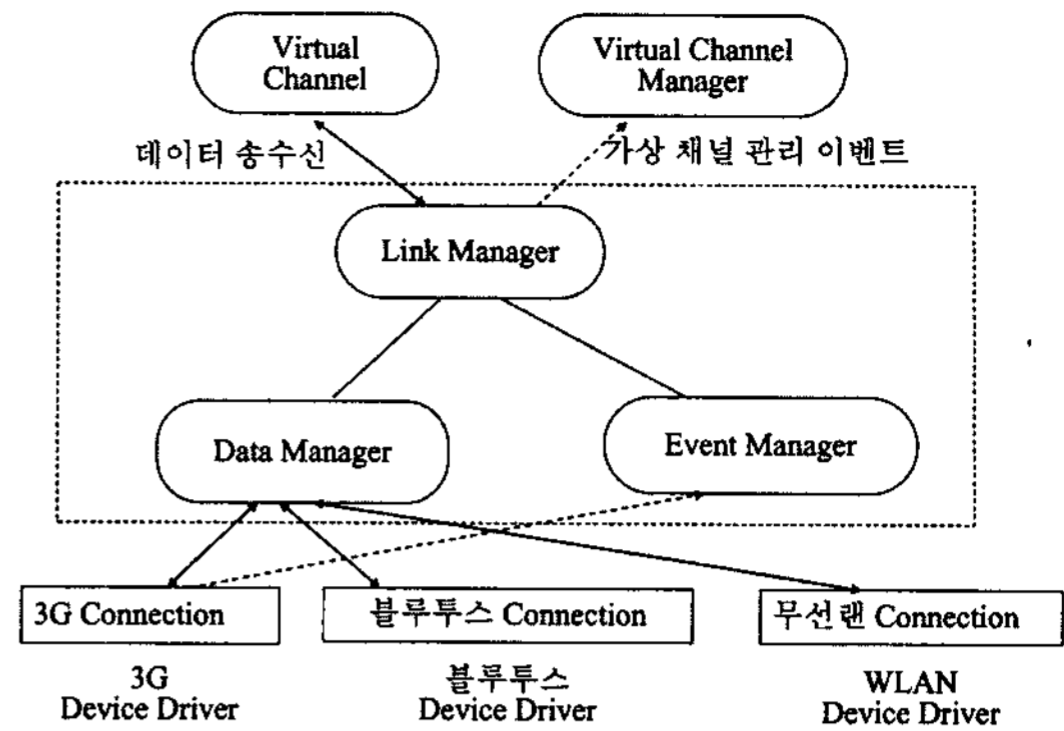


그림 6 Link Manager의 세부 구성 요소와 MPCP의 타 구성 요소와의 관계

는 역할을 담당한다.

그림 6은 Link Manager가 MPCP 내 어떠한 기능 구성 요소와 협력하는지를 보이고 있다. Link Manager의 세부 구성 요소로는 각 가상 채널마다 데이터 송수신을 위한 Data Manager와 Event Manager가 있다. Data Manager에는 세부적으로 세션의 데이터를 전달하기 위한 TCP/UDP, 블루투스 소켓들이 존재한다. 또한, 상대방 단말의 Data Manager와 가상 채널 생성/파괴, 링크 추가/삭제, 채널 스위칭 등의 이벤트를 주고받기 위한 제어용 소켓이 존재한다. 가상 채널의 스케줄링을 통해 내려온 응용 프로그램의 데이터들은 Data Manager의 소켓을 통해 송수신 된다.

Event Manager는 MPCP에 오직 하나의 인스턴스만 존재하며, 베스트 링크를 사용하여 상대방 단말의 Link Manager가 베스트 링크를 사용하여 연결해 오기를 기다리고, 연결해 오면 하나의 Data Manager 인스턴스를 만들어 해당 가상 채널에게 건네준다. 또한 Data Manager가 컨트롤 채널을 사용하여 다른 단말의 Data Manager로부터 받은 가상 채널 생성/파괴, 링크 추가/삭제, 채널 스위칭 등의 이벤트를 Virtual Channel Manager에게 알려준다.

그림 7은 Link Monitor의 내부를 나타낸다. Link Monitor의 기능은 무선랜과 BT를 사용하여 에드혹 네트워크를 구성할 수 있는 근처 단말의 목록을 수집하는데, 현재의 구현은 BT를 사용한 주변 탐색만이 구현되어 있다. Link Monitor는 주변의 단말을 주기적으로 탐색하며 수집한 다른 단말의 목록을 관리하고, Virtual Channel Manager이나 Link Selector로부터 주변 단말 목록 요청을 받은 경우 목록을 넘겨준다.

앞 장에서 설명한 바와 같이 MPCP에서는 통신 단말 간의 연결에 대응하는 가상 채널을 여러 세션이 공유하게 된다. 각 세션마다 응용 프로그램에서 전송을 요청하

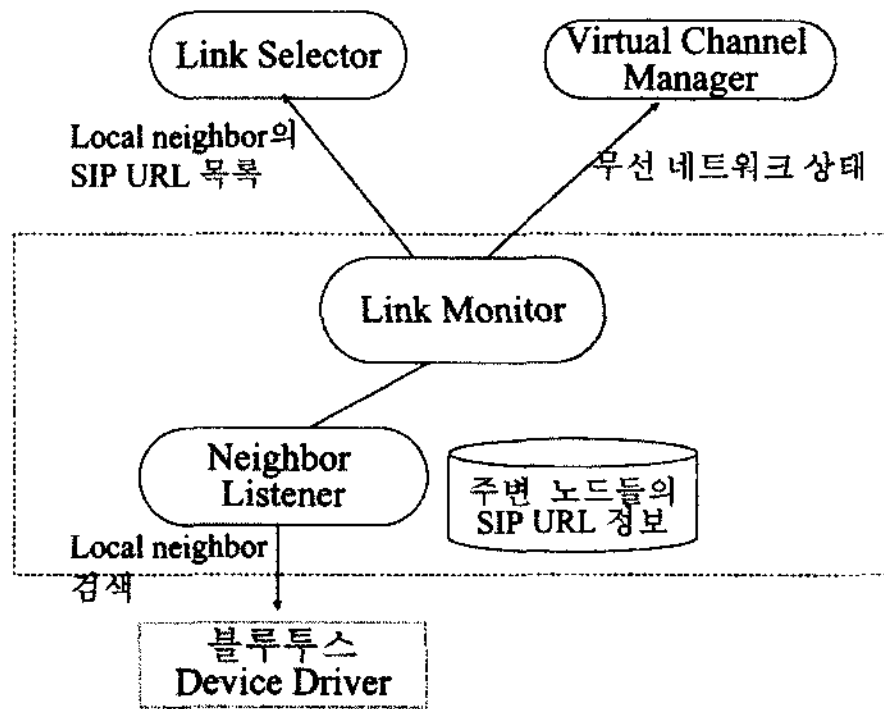


그림 7 Link Monitor의 세부 구성 요소와 MPCP의 타 구성 요소와의 관계

는 데이터를 저장하기 위한 큐가 존재하게 되고, 가상 채널은 세션의 특성에 따라 신뢰성 있는 전송이 필요한 경우에는 TCP 소켓을 그렇지 않은 경우에는 UDP 소켓을 생성하여 대응시킨다. 그림 8에서 보는 바와 같이 가상 채널 내에 개별 응용 프로그램에 대응되는 세션마다 Session Queue가 존재하고 동일 종류의 세션에 대해서는 데이터를 종합하는 Virtual Channel-Session Queue가 존재해서 세션의 특징에 따라 스케줄링, 멀티플렉싱/디멀티플렉싱 등이 적용된다.

그림 8에서는 데이터 세션의 종류에 따른 데이터 관리 과정을 보이고 있다. 세션마다 Virtual Channel-Session Queue의 단위 크기는 동일하지만, 응용 프로그램에서 세션으로 전송 요청하는 데이터의 크기는 다르

다. 파일 세션의 경우는 일반적으로 응용 프로그램에서 요청하는 데이터의 크기가 다르므로 Divider 즉 데이터를 Virtual Channel-Session Queue의 단위 크기에 맞게 자르는 기능이 적용된다. 음성 세션의 경우는 응용 프로그램에서 수집하는 단위 데이터의 크기가 작으므로 일정 개수의 데이터를 묶어서 Virtual Channel-Session Queue에 저장한다. 메시지 세션의 경우는 일반적으로 응용 프로그램의 데이터를 묶는 경우보다는 단위 크기에 맞게 자르는 경우가 더 자주 발생할 것이므로 Divider가 대응된다. 궁극적으로 데이터의 전달 방식은 신뢰성 있는 전송과 그렇지 않은 전송으로 구분되고, 각각 TCP 소켓과 UDP 소켓에 대응될 수 있다. 메시지 세션과 음성 세션의 데이터는 비신뢰성 전송 큐(non-reliable delivery queue)에 저장되고, 파일 세션의 데이터는 신뢰성 전송 큐(reliable delivery queue)에 저장된다. 결국 Link Manager에서 각 큐의 데이터를 읽어 가서 해당 소켓을 이용하여 수신자에게 전송한다.

수신하는 경우는 앞서 설명한 바의 역방향으로 처리 과정이 전개되므로 따로 그림을 사용해서 설명하지 않는다.

4.2 응용 프로그램 개발 인터페이스

4.2.1 세션 생성

그림 9는 MobileStation이라는 가상의 응용 프로그램의 동작 사례를 통해 응용 프로그램간의 세션을 설립할 때 사용되는 개발 인터페이스들을 보여 준다. me@example.com단말의 MobileStation 프로그램이 accl@example.com단말의 MobileStation에게 음성 세션 생성

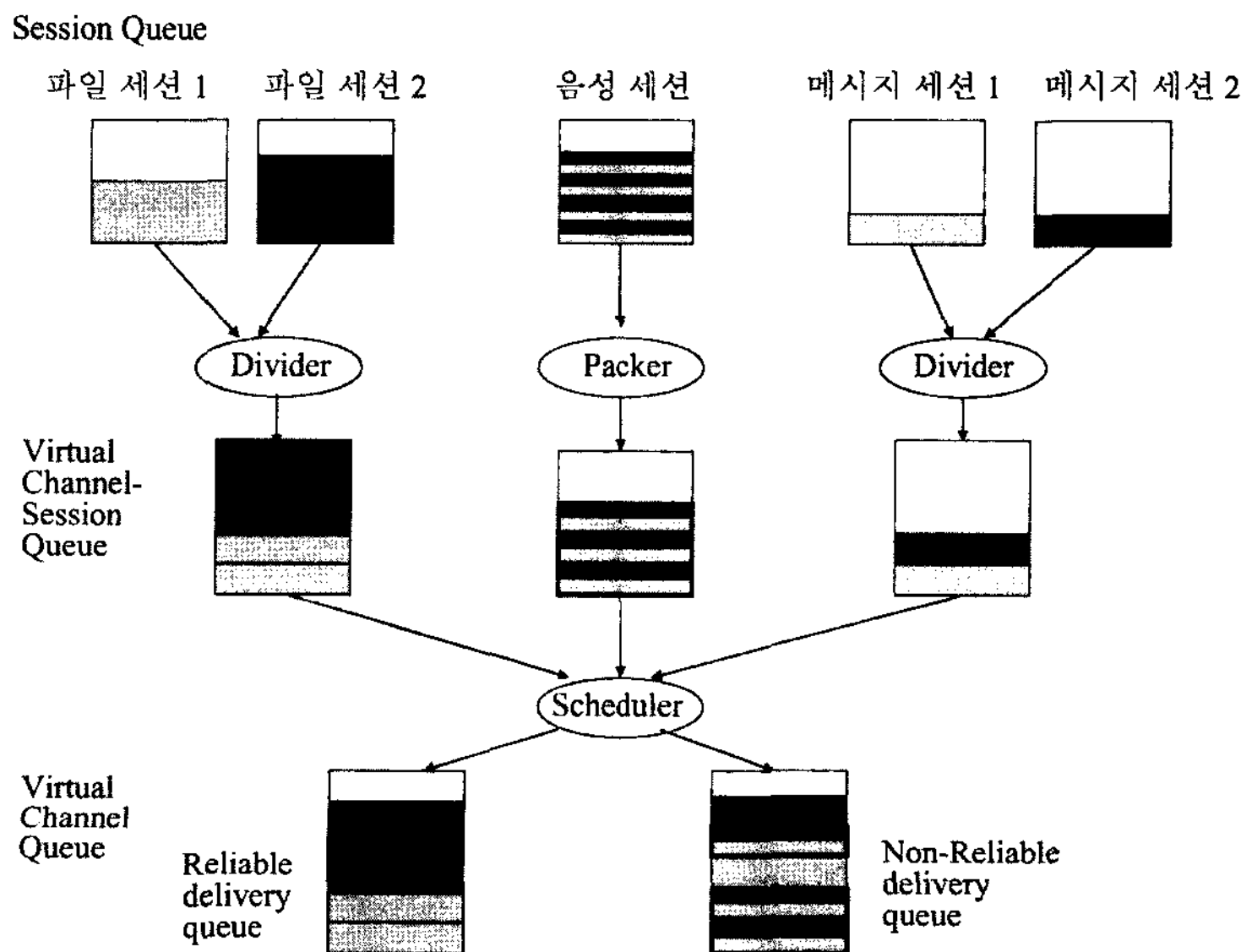


그림 8 세션과 가상 채널에서의 전송하고자 하는 데이터 관리 기법

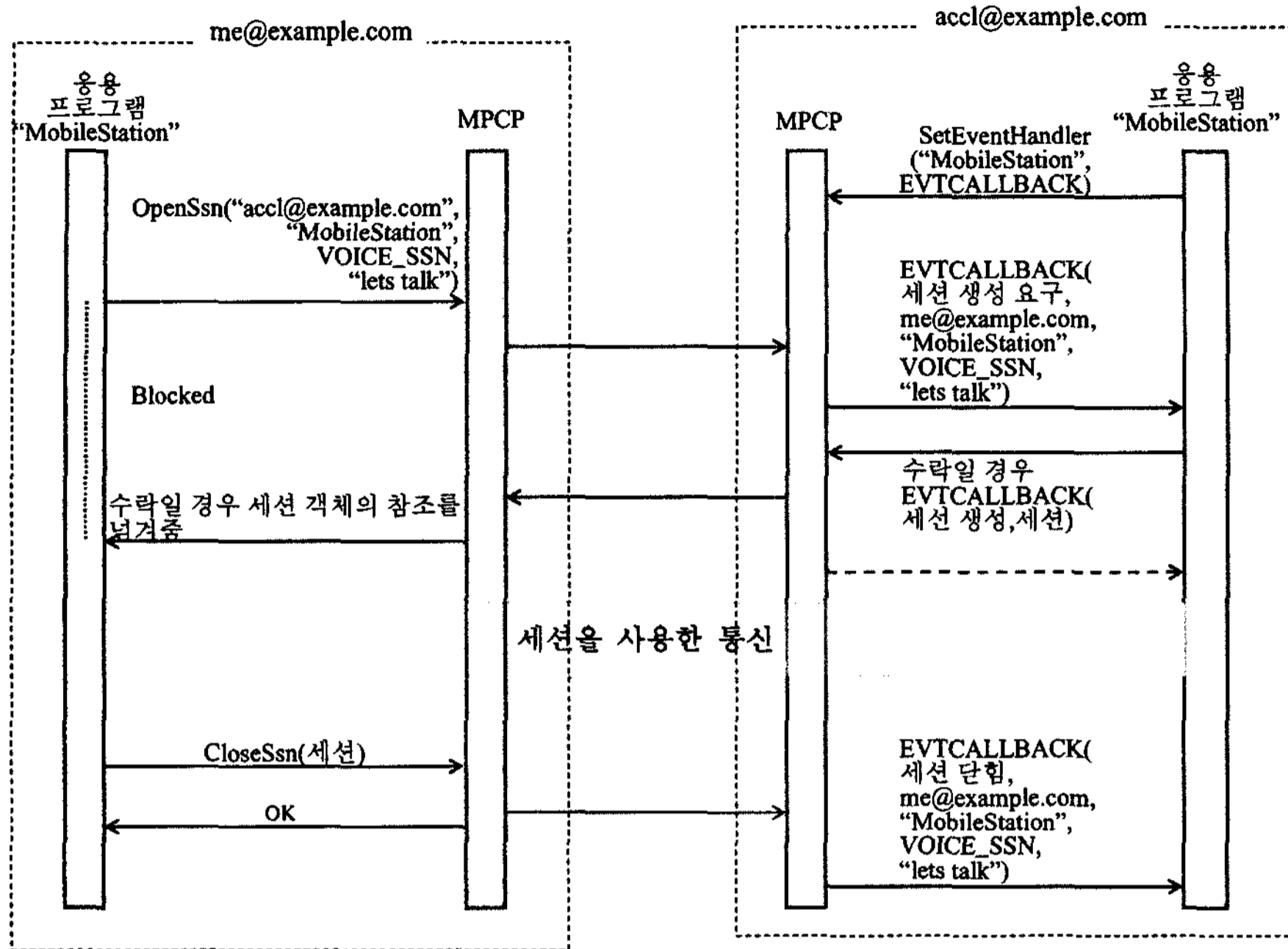


그림 9 세션을 생성하고 닫는 과정

요청을 하고 accl@example.com의 MobileStation이 이를 수락하는 모습이다.

me@example.com의 MobileStation은 먼저 Virtual Channel Manager에서 제공하는 OpenSsn() API를 사용하여 accl@example.com의 MobileStation에게 "Let's talk"라는 세션 이름으로 음성 세션 생성 요청 메시지를 보낸다. Virtual Channel Manager는 SIP Manager가 제공하는 API를 사용해서 초청에 해당하는 SIP 메시지가 accl@example.com에 전송되도록 한다.

accl@example.com 단말의 MobileStation은 Virtual Channel Manager에게 이벤트 콜백 함수를 등록해 놓고 세션 생성 요청 메시지를 받을 준비를 한다. accl@example.com의 SIP Manager와 Virtual Channel Manager를 통해 MobileStation에게 세션 생성 요청 메시지가 전달된다. MobileStation은 생성 요청에 대한 수락, 거절을 선택하게 되고 선택 상황이 등록된 이벤트 콜백 함수를 통해 Virtual Channel Manager에게 전달된다. Virtual Channel Manager는 수락일 경우, SIP Manager를 통해서 수락 메시지를 me@example.com에게 전송하고, 세션 객체를 생성하여 MobileStation에게 세션의 참조를 넘겨준다. me@example.com 단말은 세션 요청에 대한 응답을 받을 때까지 블록된 상태에 있고, Virtual Channel Manager가 SIP Manager를 통해 수락에 해당하는 메시지를 받은 경우 세션 객체가 생성된다. 생성된 세션 객체에 대한 참조는 OpenSsn() API의

출력 파라미터의 형식으로 MobileStation에게 전달한다.

세션 파괴도 유사한 과정을 거쳐서 진행된다. 통신하고 있는 두 MobileStation 중의 하나가 Virtual Channel Manager에서 제공하는 CloseSsn() API를 사용하여 세션 파괴 요청을 하면, SIP Manager를 통해 세션 파괴에 해당하는 SIP 메시지가 생성되어 통신 대상에게 전송된다. 다른 쪽의 MobileStation에서는 세션 파괴 처리를 위해 등록된 콜백 함수를 통하여 상대방으로부터 세션 파괴 요청이 전송되었다는 이벤트를 수신하게 된다.

4.2.2 데이터 송수신

그림 10은 4.2.1에서 설명된 과정으로 생성된 세션을 사용하여 두 개의 MobileStation이 서로 데이터를 주고 받는 과정을 보이고 있다. 기본적인 송신 인터페이스는 소켓 인터페이스와 거의 비슷하며, 수신 측에서 IsRecvable() API를 사용하여 해당 세션에 할당된 큐에 아직 읽지 않은 데이터가 있는지 확인한다. 세션 큐에 새로운 데이터가 있다면 IsRecvable()은 TRUE를 반환할 것이고, Recv() API를 사용하여 세션 큐에 저장된 데이터를 읽어 온다.

4.2.3 근접 사용자와의 가상 채널 설정

그림 11은 me@example.com의 MobileStation이 Virtual Channel Manager의 ActivateBTmtr() API를 사용하여 블루투스로 연결 가능한 주변 사용자와의 가상 채널을 설정하는 과정을 보이고 있다. Virtual Channel Manager의 ActivateBTmtr()은 Link Monitor의 주변

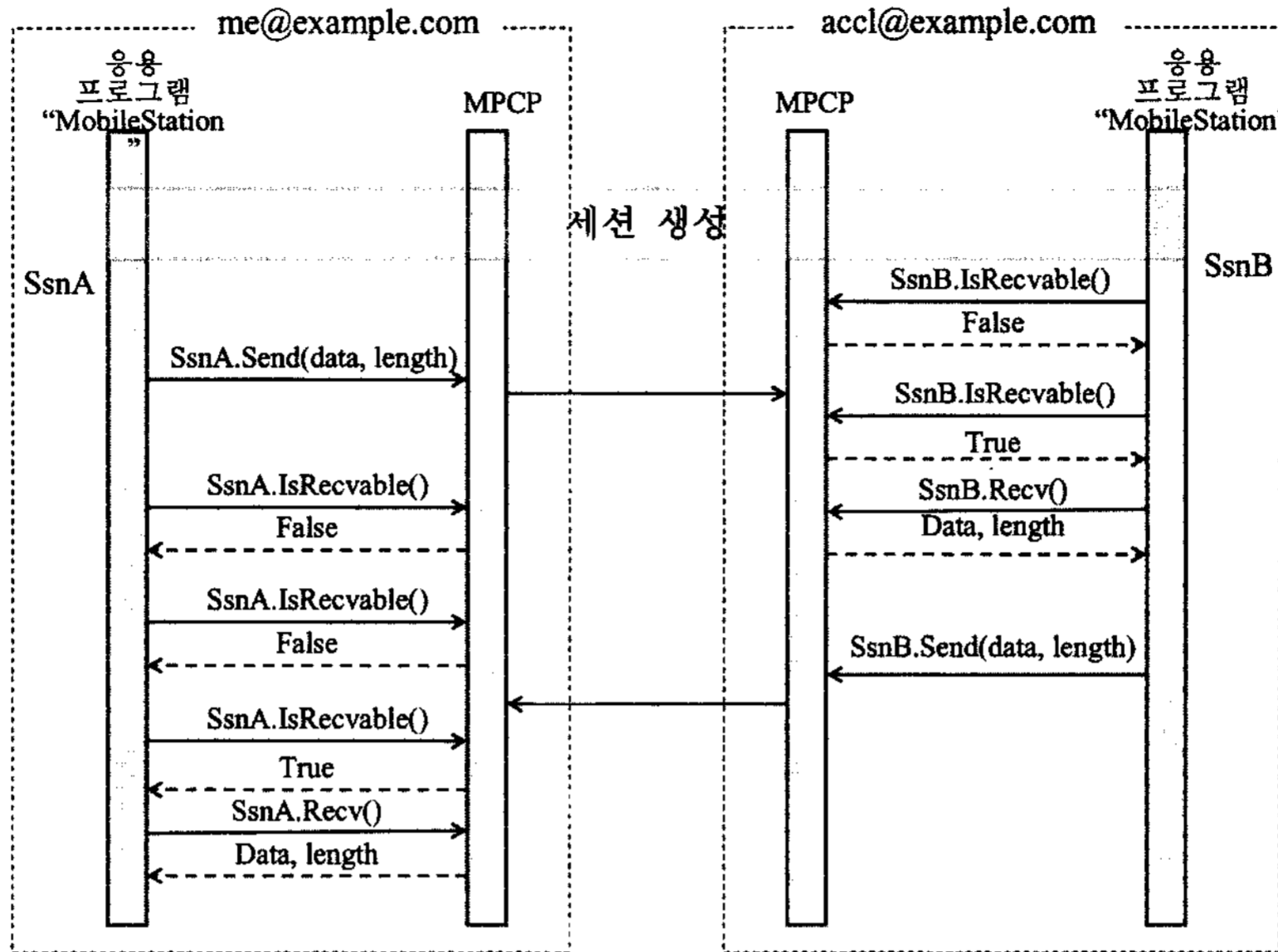


그림 10 세션을 사용하여 데이터를 주고 받는 과정

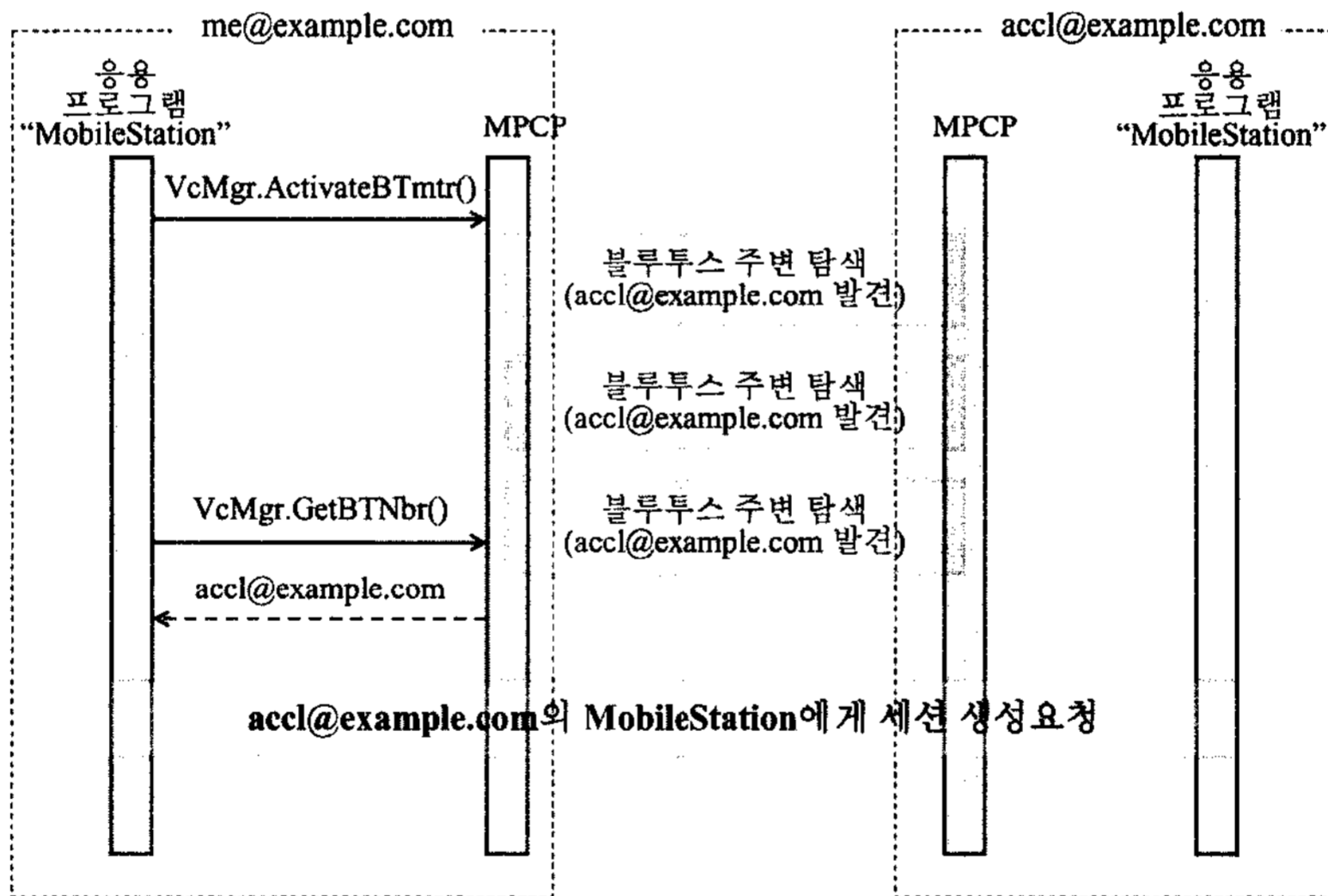


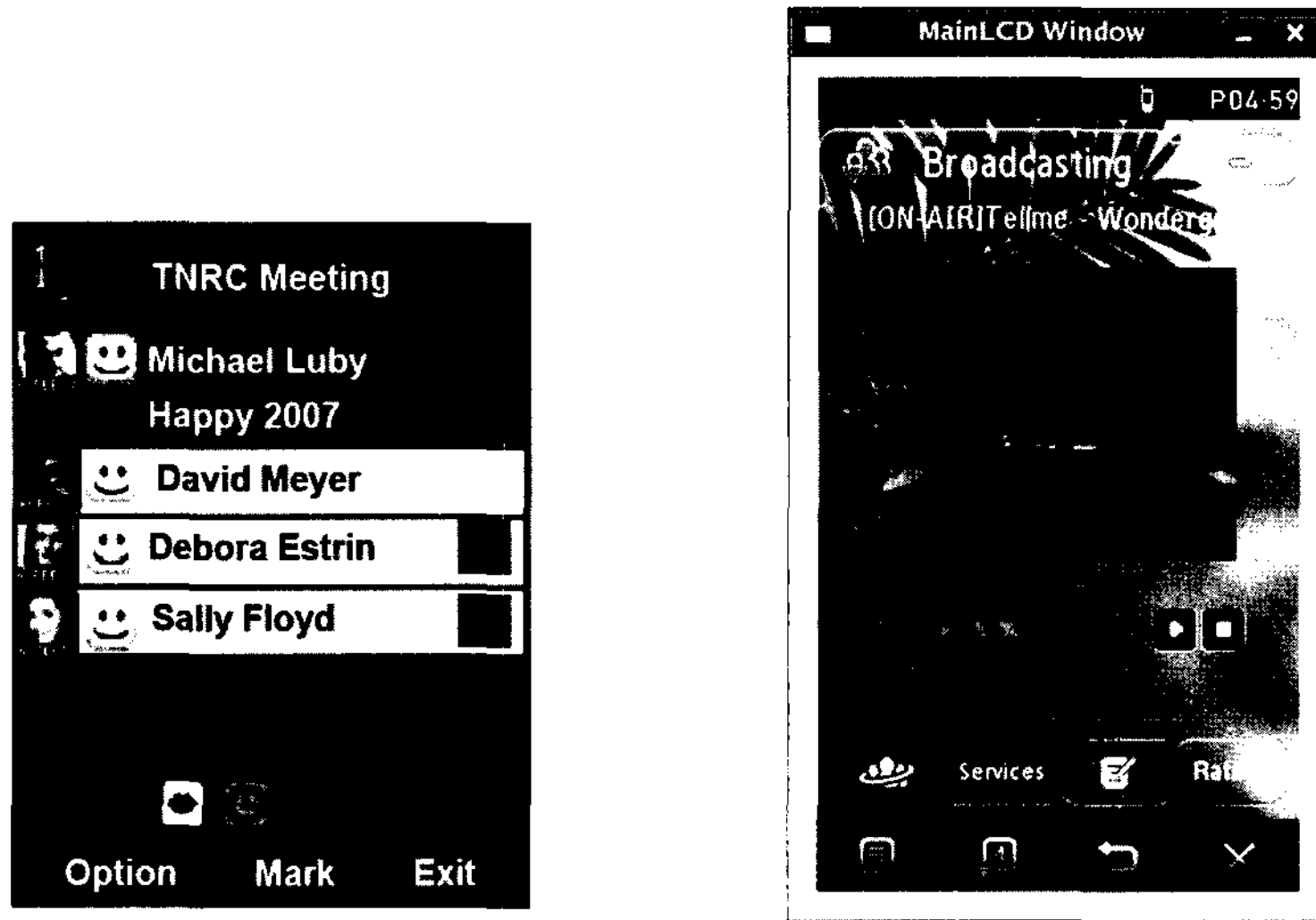
그림 11 블루투스 주변의 단말기와 세션을 생성하는 과정

탐색 기능을 활성화시키는 역할을 하게 되고, Link Monitor는 블루투스의 주변 탐색 기능을 사용하여 블루투스 통신 범위에 포함되는 단말들에 대한 정보를 수집하게 된다.

MobileStation이 블루투스로 연결 가능한 단말 정보를 획득하기 위해, Virtual Channel Manager의 BTNbr() API를 사용한다. 이 API는 Link Monitor에서 수집된 단말 정보를 획득하여 응용 프로그램에게 전달하는 기능을 담당한다.

4.3 MPCP를 적용한 모바일 P2P 서비스 개발 사례

본 연구에서 개발한 MPCP를 적용한 모바일 P2P 플랫폼[17]을 활용하여 모바일 P2P 서비스를 2단계에 걸쳐 진행하였다. 앞서 언급한 바와 같이 핸드폰을 위해 개발된 임베디드 리눅스 시뮬레이터 환경에서 본 연구에서 개발한 MPCP를 적용하고 MPCP를 기반으로 하여 P2P 서비스 개발 플랫폼이 만들어졌으며, 그림 12에서 보이는 사례들은 서비스 개발 플랫폼을 활용하여 제작된 모바일 P2P 서비스의 화면 예이다.



(a) 1단계 모바일 P2P 서비스 개발 화면 예 (b) 2단계 모바일 P2P 서비스 개발 화면 예

그림 12 MPCP를 적용한 모바일 P2P 서비스 개발 사례

1단계 개발에서는 기능의 타당성을 검증하는 것에 목표를 두고 개발하여 사용자 인터페이스가 단순한 반면에 2단계 개발에서는 사용자 인터페이스와 서비스 시나리오에 주안점을 두고 개발이 이루어졌다.

그림 12(a)에서 각 사용자 이름 오른쪽 옆에 보이는 아이콘이 블루투스 통신 가능 영역 내에 있음을 표시하는 것이다. 4.2.3에서 설명한 절차에 따라 주변에 있는 사용자를 검색해서 검색된 사용자들을 화면에 표시하는 기능이 적용된 사례를 보이고 있다. 그림 12(b)는 모바일 방송국 서비스를 보이고 있는 사례로서 실시간으로 핸드폰에 저장되어 있는 동영상 데이터를 타 사용자들에게 스트리밍하는 사례를 보이고 있다.

5. 평가

5.1 기존 모바일 P2P 플랫폼과의 정성적인 비교

앞서 관련 연구에서 설명된 모바일 P2P 플랫폼들과의 정성적인 면에서의 차별성을 요약하면 표 2에서 보

는 바와 같이 요약된다.

MUM은 유비쿼터스 환경에서의 끊임없는 서비스를 제공하는 것을 주된 목적으로 설계되어, 최근 휴대폰이 갖는 네트워크 인터페이스의 다양성이나 실제 상용망 적용 가능성 면에서는 고려가 부족하다. Mobile Chedar는 무선 단말기들과 유선 단말기들을 묶는 세션을 지원하는 것에 치중하여 역시 현재의 이동통신 서비스나 휴대폰이 갖는 특성들을 충분히 고려하고 있지 못하다. 다만, 블루투스 기술을 최대한 활용해서 P2P 통신 기반을 사용하기 위한 방법론들이 다양하게 제시하고 있다.

PNPAP이 본 논문에서 제시하는 MPCP와 많은 점에서 유사하다. 첫째, 휴대폰 환경에서의 P2P 서비스를 지원하기 위한 플랫폼으로서 개발되었다. 둘째, Bluetooth, WLAN, 3G 등의 네트워크 인터페이스를 고려했다. 셋째, SIP을 활용한 세션 관리를 추구했다는 점에서도 MPCP와 유사하다. 다만, PNPAP은 모든 세션을 동일하게 취급한 반면 MPCP는 차별성을 고려하고 있다는

표 2 기존 모바일 P2P 서비스 개발 플랫폼과의 정성적인 비교

	MUM	Mobile Chedar	PNPAP	MPCP
다양한 네트워크 인터페이스 활용 여부	활용하지 않음 (단일 네트워크 인터페이스를 사용한 로밍만을 고려함)	활용하지 않음 (블루투스만을 사용함)	활용함	활용함
IMS와의 연동 가능 여부 (SIP 활용 여부)	불가능함. 고려하지 않음	불가능함. 전혀 고려하지 않음	연동 가능함	연동 가능함
세션 간 차별성 지원 여부	QoS를 지원하는 구성 요소를 갖추고 있음	지원하지 않음	지원하지 않음	지원하는 구성 요소를 갖추고 있음
실제 상용망의 적용 가능성	개별 망마다 프락시의 설치가 요구되므로 상용망 적용시 설치 부담이 예상됨	핸드폰과 기존 이동통신 망 코어의 서버만으로 적용 가능함	핸드폰과 기존 이동통신 망 코어의 서버만으로 적용 가능함	핸드폰과 기존 이동통신 망 코어의 서버만으로 적용 가능함

점에서 큰 차이를 보이고 있다.

5.2 MPCP의 정량적인 성능 평가

P2P 서비스의 핵심 서비스라고 할 수 있는 메시지는 데이터가 단순해서 성능 평가 대상으로 활용하지 않았다. 다만, 파일 공유가 소요 시간 등을 측정하기에 적합하므로 이를 대상으로 하여 성능을 평가하였다. 기존의 플랫폼들이 시험 가능한 코드로 제공되지 않으므로 가장 기본적인 파일 공유 방법의 하나인 FTP를 사용하여 MPCP를 사용한 파일 전송에 소요되는 시간이 FTP를 사용한 경우와 비교하였다.

MPCP의 정량적인 성능 평가는 그림 13에서 보는 바와 같이 Ethernet에 연결된 두 대의 컴퓨터 상에 MPCP와 MPCP 시험 코드를 구동시킨 환경에서 진행되었다. MPCP에서 제시하는 가상 채널의 확장성을 평가하기 위해 하나의 가상 채널상에 존재하는 세션 수를 1에서 30까지 증가시키면서 파일 공유에 소요되는 시간을 측정하였다. 핸드폰에서 촬영되는 일반적인 사진에 해당하는 59KB 이미지 파일을 동시 세션 수를 증가시켜 가면서 전송 시간을 측정하였다.

실험 결과가 그림 14에 제시되어 있다. 그림 14에서 보는 바와 같이 FTP와 비교해서 평균적으로 0.1초 정도 지연 시간만이 발생한다는 것을 관찰할 수 있었다. FTP는 TCP를 기반으로 파일을 스트림의 형식으로 전송하지만, MPCP는 차별적인 전송을 위해 분할하고 재조합하는 과정에서 발생하는 지연 시간이 있기 때문이

다. 중요한 것은, 세션 수가 작을 때는 전송 시간의 차이가 크게 인식될 수 있지만 세션 수가 증가함에도 별 변화 없이 지연 시간 차가 유지되므로 MPCP가 확장성 있게 설계되었음을 확인할 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 모바일 단말기를 사용하는 그룹 사용자들을 위한 P2P 서비스 플랫폼을 제안한다. 무선 네트워크 기술에 대한 투명성과 개발 용이성을 제공하는 것을 주된 목적으로 하는 플랫폼이다. 모바일 단말기가 갖는 자원의 한계와 그룹 서비스의 요구사항 등을 기술적인 고려 사항으로 하여 플랫폼을 설계하였다. 실제 핸드폰 서비스 개발을 위한 임베디드 리눅스 시뮬레이터 환경에서 구현되었으며 본 플랫폼을 통신 기반으로 사용하는 모바일 P2P 서비스 개발 플랫폼에서 활용되었다. 기존 파일 공유를 위한 프로토콜로 주로 사용되는 FTP와의 성능 비교에서 본 플랫폼에서 제시하는 가상 채널이 많은 처리 부담을 부과하지 않으면서 확장성 있게 동작하는 것을 확인하였다.

본 논문에서 제안하는 플랫폼은 모바일 단말기가 갖는 자원의 제약, 단말기의 이동성, 응용 서비스마다의 통신 품질 요구 사항의 다양성, 무선 네트워크 기술의 다양성 등을 주된 기술적 고려사항으로 하여 구성 요소들을 정의하고 있다. 여기에 추가적으로 고려되어야 할 사항은 타 플랫폼에서 제시하고 있는 바와 같이 끊임 없이 세션이 진행할 수 있도록 하는 것이다. 특히, 블루투스 등과 같이 근거리 통신으로 연결 가능한 사용자가 이동하면서 통신 가능 범위를 벗어나게 되는 경우 3G 네트워크를 통해 끊임 없이 세션을 지속할 수 있도록 지원할 것이다. 그리고, 응용 프로그램의 특성에 따라서는 특정 무선 네트워크 기술이 적절하거나 적절치 않을 수 있다. 즉, 거리뿐만 아니라 응용 프로그램이 갖는 서비스 품질 요구에 따라 무선 네트워크 기술을 선택할

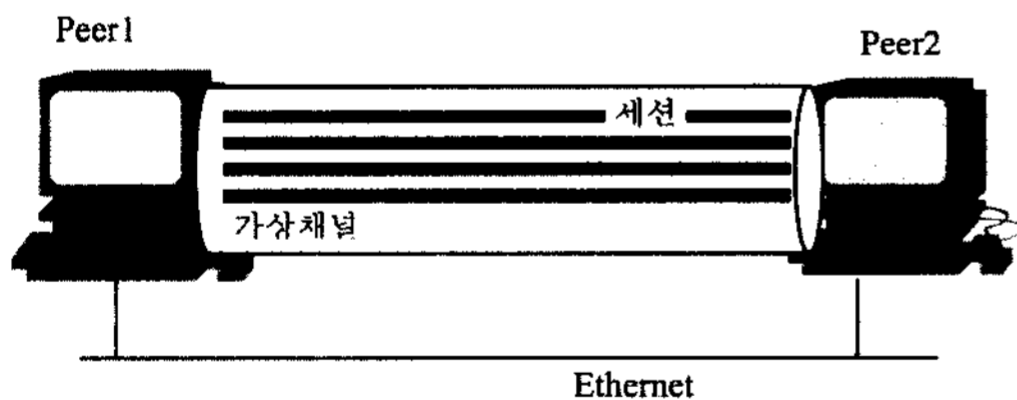


그림 13 MPCP의 확장성을 검증하기 위한 실험 환경

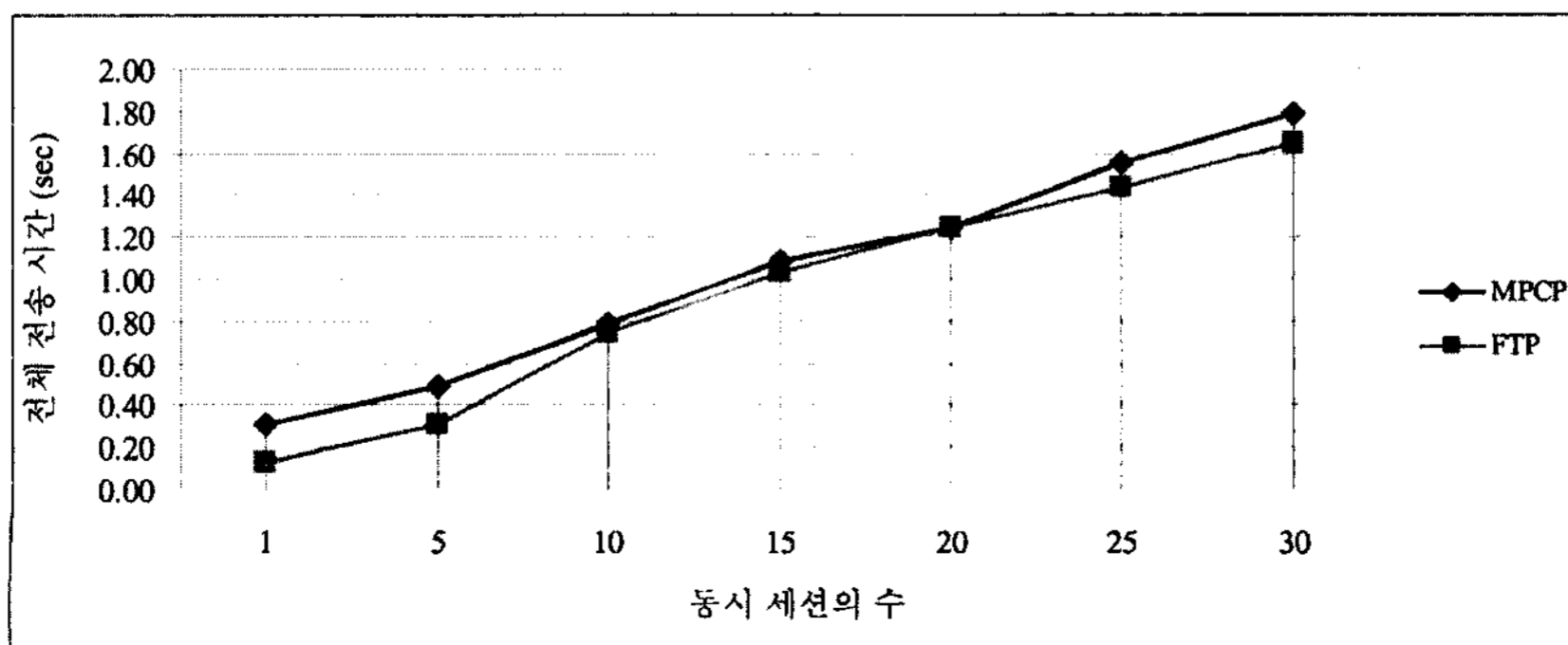


그림 14 동시 세션 수의 증가에 따른 FTP와 MPCP 간의 파일 전송 지연 시간 비교

수 있도록 하는 기술을 추가할 것이다.

모바일 단말기가 개인 생활의 필수품이 되고 있는데, 제시한 추가 요구 기술들을 개발하여 MPCP를 더욱 발전시키게 되면 모바일 단말기가 일상적인 사람들간의 상호 작용을 혁신적으로 편리하고 자유롭게 할 수 있도록 하는 중요한 바탕이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Wireless Broadband, <http://www.wibro.or.kr>
- [2] 3GPP, *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA); Overall description; Stage 2*, 3GPP TS 25.380, March 2007.
- [3] P. Bellavista, A. Corradi, L. Foschini, "MUM: a Middleware for the Provisioning of Continuous Services to Mobile Users," *Proc. of Ninth International Symposium on Computers and Communications (ISCC 2004)*, July 2004.
- [4] Erkki Harjula et al, "Plug-and-play application platform: towards mobile peer-to-peer," *Proc. of the 3rd International conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, October 2004.
- [5] N. Kotilainen, M. Weber, M. Vapa, and J. Vuori, "Mobile Cheddar-A Peer-to-Peer Middleware for Mobile Devices," *Proc. of PerCom 2005 Workshops*, March 2005.
- [6] Mark Handley et al, *SIP: Session Initiation Protocol*, Internet RFC 2543, March 1999.
- [7] Li Gong, "JXTA: a network programming environment," *IEEE Internet Computing*, Vol.5, No.3, May-June 2001, pp. 88-95.
- [8] Nico Maibaum, Thomas Mundt, "JXTA: A Technology Facilitating Mobile Peer-To-Peer Networks," *Proc. of International Mobility and Wireless Access Workshop (MobiWac 2002)*, October 2002, pp. 7-13.
- [9] Jonathan Knudsen, *Getting Started with JXTA for J2ME*, Sun Developer Network, July 2002.
- [10] P. Saint-Andre, Ed., *Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP): Core*, Internet RFC 3920, October 2004.
- [11] D. Adams, *Programming Jabber*, O'Reilly and Associates, 2002.
- [12] C. Perkins, Ed., *IP Mobility Support for IPv4*, Internet RFC 3220, January 2002.
- [13] 3GPP, *Service requirements for the Internet Protocol (IP) multimedia core network subsystem; Stage 1 (Release 8)*, 3GPP TS 22.228, December 2007.
- [14] Marcel Holtmann, "Bluetooth integration into Linux based embedded and desktop systems," *Bossa Conference: Recife*, December 2007.
- [15] IEEE, *Bluetooth Network Encapsulation Protocol (BNEP) Specification*, June 2001.
- [16] Simon Baatzl et al, "Handoff Support for Mobility

with IP over Bluetooth," *Proc. of the 25th Annual Conference on Local Computer Networks (LCN'00)*, November 2000.

- [17] -, "A Service Platform for Collaborative and Interaction-centric Mobile Communities," submitted to *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, March 2008.



송 지 환

2001년 3월~2006년 2월 아주대학교 정보및컴퓨터공학부 학사. 2006년 3월~2008년 2월 아주대학교 정보통신전문대학원 석사. 현재 (주)웹게이트 연구원. 관심분야는 IP 기반 멀티미디어 서비스, 무선



강 경 란

1988년 3월~1992년 2월 서울대학교 계산통계학과 학사. 1992년 3월~1994년 2월 KAIST 전산학과 석사. 1994년 3월~1999년 2월 KAIST 전산학과 박사. 현재 아주대학교 부교수. 관심분야는 커뮤니티 기반 컴퓨팅, 이동성 관리, 멀티

캐스트



조 영 중

1979년 3월~1983년 2월 서울대학교 전자공학과 학사. 1983년 3월~1985년 2월 KAIST 전자공학과 석사. 1986년 3월~1990년 2월 KAIST 전자공학과 박사. 현재 아주대학교 교수. 관심분야는 무선 네트워크, 트래픽 모델링