

시뮬레이션에 의한 모바일 와이맥스 네트워크에서 그룹단위 통신의 성능평가에 관한 연구

정회원 오 문 균*, 김 재 명*, 유 대 승*, 김 대 영**,
학생회원 부 만 틴***, 정회원 노 승 환***

A Study on Simulation and Performance Evaluation of Group Communication over Mobile Wimax

Moonkyoon Oh*, Jaemyong Kim*, Daeseung Yoo*, Daeyoung Kim** *Regular Members*,
Vu Manh Thinh*** *Student Member*, Soonghwan Ro*** *Regular Member*

요 약

그룹통신은 이동통신 환경에서 사용할 수 있는 중요한 응용분야의 하나이다. PoC(Push to Talk over Cellular)는 셀룰러 전화망에서 사용되는 그룹통신을 위한 서비스이며, 단방향(half duplex) 통신으로 통화 버튼을 한 번 누름으로써 한 사용자가 그룹에 속한 다수에게 통화를 할 수 있게 한다. 이러한 서비스를 바탕으로 본 논문에서는 모바일 와이맥스(802.16e) 네트워크에서 그룹통신 프로토콜을 설계하였다. 또한 설계된 프로토콜의 검증과 성능평가를 위해 시뮬레이션을 실행하였다. 성능평가 결과 개발된 그룹통신이 안정적으로 동작함을 확인할 수 있었으며, 성능이 허용 범위 내에서 정상적으로 동작함을 확인할 수 있었다.

Key Words : PoW(Push to Talk over Mobile Wimax), Group Communication, Simulation, Performance Evaluation, Mobile Wimax

ABSTRACT

Group communication that involves the setup of a list of users has been a topic of interest in mobile industry. Push to Talk over Cellular (PoC), a group communication service for cellular phone network, is a type of half duplex communications that allows a single person to reach an active talk group without making several calls, but a single button press. Based on this service, we build a new protocol called Push to Talk over MobileWimaxthat uses group communications service in 802.16 network. Also, we performed simulation to verify and evaluate performance of the designed service in Mobile Wimax network. From the results of performance evaluation, network administrators can evaluate the stability of network and make a better of network's shortcoming and have decision to build the robust network.

I. 개 요

최근 이동통신이 급속히 발전함에 따라 다양한 방

식의 서비스가 요구되고 있다. 특히 그룹 통신은 둘 이상의 사용자 간 즉, 그룹에 속한 사람들 간의 멀티 미디어 데이터를 전송하는데 매우 중요한 역할을 한

* 한국전자통신연구원 조신융합플랫폼연구팀 (mkoh, jaemkim, ooseyds@etri.re.kr)

** 충남대학교 전기정보통신공학부 (dykim@cnu.ac.kr)

*** 공주대학교 정보통신공학부 (vmthinh, rosh@kongju.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-05-219, 접수일자 : 2010년 5월 19일, 최종논문접수일자 : 2010년 5월 31일

다. 그룹통신의 장점은 그룹의 형성, 해제 및 재 구성을 용이하게 함으로써 사용자가 좀 더 유용하게 다수와 통화를 가능하게 하는 것이다. PoC(Push to Talk over Cellular)^[1]는 그룹 통신의 응용 서비스로써 셀룰러 전화망에서 그룹통신 서비스를 구현한 것이다. PoC 서비스는 OMA(Open Mobile Alliance)에서 IMS(Internet Multimedia Subsystem)의 한 부분으로 정의되며, 그룹내의 사용자가 쉽고 유용하게 셀룰러 망 내에서 그룹통신을 설정하고 사용할 수 있게 한다. 이 서비스는 2.5G 및 3G 패킷 스위치(packet switched) 셀룰러 망에서 실시간 통신이 가능하게 한다.

와이맥스(Wimax : Worldwide Interoperability for Microwave Access) 기술은 크게 고정형 와이맥스(Fixed Wimax)와 모바일 와이맥스(Mobile Wimax)로 분류된다. 고정형 와이맥스는 기존 무선인터넷 기술인 Wi-Fi의 커버리지(coverage)와 속도를 개선하기 위해 개발한 기술로 IEEE 802.16을 기반으로 하고 있으며, 모바일 와이맥스는 이동성을 추가한 IEEE 802.16e^[2,3]를 기반으로 개발된 기술이다. 특히, 모바일 와이맥스는 고정형의 이동성 문제를 개선하여 이동 중에도 최대 30Mbps의 속도로 데이터를 주고받을 수 있고, 기지국간 이동을 원활하게 하는 핸드오버 기능을 지원하며, 핸드오버 지연시간을 50ms 미만으로 낮추어 VoIP와 같은 실시간 서비스도 품질의 저하 없이 제공할 수 있는 규격을 지원하고 있다. 이와 같은 실시간 VoIP 기술은 음성 채팅, 멀티미디어 및 PTT(Push-to-Talk)과 같이 음성을 전달하는 새로운 기술에도 영향을 미칠 것으로 기대된다.

이와 같은 모바일 와이맥스는 점차적으로 사용이 확대되어질 것으로 예상되는 가운데, PTT 서비스를 제공할 수 있는 최적의 네트워크 환경을 제공할 것으로 기대가 된다.

기본적으로 모바일 와이맥스 환경에서 PTT 서비스를 사용하는 것은 PoC(PTT over Cellular) 서비스와 유사하다.

본 논문에서는 모바일 와이맥스 네트워크에서 PTT 방식의 서비스를 제공하는 그룹통신을 위한 프로토콜을 설계하였다. 또한 새로운 프로토콜을 검증, 성능평가할 뿐만 아니라 서비스 운용자가 시뮬레이션 결과를 이용하여 프로토콜의 적합성을 평가할 수 있도록 하기 위해 NS2를 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 제안된 프로토콜의 시뮬레이션 프로그램은 NS2 확장 SIP 패키지를 기본으로 개발되었다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 본 연구의 배경과 관련 연구에 대해서 설명하고, 3장에서는

네트워크 토폴로지를 포함한 PTT 통신의 구조, 신호 흐름에 대해서 설명하고, 4장에서는 프로토콜을 구성하는 프로그램과 그룹 통신의 기능의 구현에 대해서 설명하고, 그룹통신을 위한 PTT 서비스의 성능평가를 하였으며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 연구배경

2.1 OMA의 PoC(Push to Talk over Cellular)

PoC 서비스는 VoIP(Voice-over-IP)를 셀룰러 망을 이용해서 광역지역에 제공되는 최초의 기술로 볼 수 있다. PoC와 일반적인 음성 통신의 가장 중요한 차이는 PoC는 반이중 방식(half duplex)이며, 워키토키(walkie-talkie) 방식의 서비스를 제공하는 것이다. PoC가 워키토키에 비해 갖는 장점은 셀룰러 기반시설을 이용하므로 서비스 지역의 제한없이 사용할 수 있다는 점이다.

[1]에서는 OMA의 PoC를 그림 1과 같이 정의하였다.

PoC 서비스를 구성하는 중요한 구성요소는 PoC 프로토콜 스택(stack)을 포함하는 사용자 단말장치와 PoC 서비스 네트워크 구성요소인 PoC 서버이다. PoC 서버는 사용자 등록(user registration), 인증(authentication), 인준(authorization) 및 보안(security) 등의 일반적인 기능을 포함해야 한다.

PoC는 OMA에 의해 XDM 인에이블러(XML Document Management Enabler)로 정의된 그룹 관리 구성요소(Group Management Entity)로부터의 서비스를 필요로 하며, 네트워크에 저장된 XML 문서를 관리한다. 예로 XML 문서는 PoC 그룹을 정의하거나, 블랙리스트 주소록과 같이 사용자가 결정하는 정책을 정의할 수 있다. 또 다른 응용 기능은 모든 구성원의 통신 상태 정보를 관리 및 배포하는 프래즌스 서비스

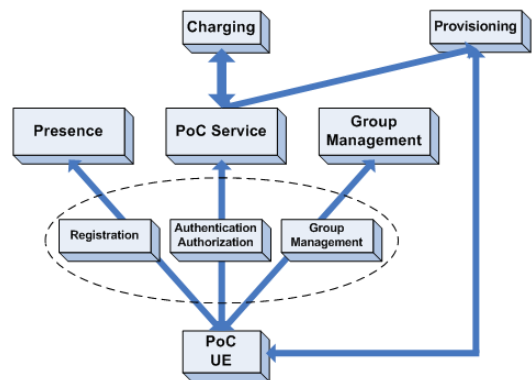


그림 1. OMA PoC의 논리적 아키텍처

(Presence Service)이다. 이 서비스는 PoC 세션을 설정하기 전에 접속을 하고자 하는 사용자가 현재의 상태 정보를 제공해 주는 서비스이다. 그러나 현재 OMA에서는 프래즌스 서비스는 선택적으로 수용할 수 있는 서비스로 분류되어 있다.

본 논문에서 제안하고 시뮬레이션한 그룹통신 서비스는 PoC를 기반으로 설계되었다. 두 개의 주된 구성 요소는 서버와 사용자 단말으로써 이 기능은 PoC에서 제공되는 기능과 같은 기능을 제공한다. 그러나 이 서비스는 소규모 단위의 작업장에서 활용될 수 있도록 설계되었기 때문에 XDM과 프래즌스 기능은 포함되지 않는다. 대신 데이터베이스 관리 기능이 서버에 포함되었다. 본 논문에서 제안된 그룹 통신 서비스의 구조는 3장에서 설명된다.

PoC 서비스를 제공하기 위해서는 4가지의 기본적인 프로토콜이 필요하며, 각각은 다음과 같다.

- 1) SIP(Session Initiation Protocol : PoC 클라이언트 및 SIP/IP 코어와 PoC 서버간의 시그널링을 위해 사용한다.
- 2) RTP(Real Time Protocol) : 인코딩된 패킷 음성 데이터를 IP 기반 네트워크를 통해 전송한다. 일반적으로 패킷의 통계, 지연 및 지터(jitter) 등과 같은 수신된 데이터 스트림(stream) 품질에 대한 정보를 제공하기 위해 RTCP(Real Time Control Protocol)와 함께 사용된다.
- 3) TBCP(Talk Burst Control Protocol) : TBCP는 OMA에서 정의한 프로토콜로서 PoC 통화 중에 발언권을 제어하는 방법으로 반 이중(half-duplex) 통신의 속성을 제공한다.
- 4) (1) XCAP(XML Capability Access Protocol) : XCAP는 사용자가 XDM 서버에 저장된 XML 문서를 생성, 수정 및 삭제할 수 있게 한다.

본 논문에서 제안한 그룹통신 서비스에서는 SIP와 RTP가 사용되었으며, 발언권을 획득하기 위한 “floor” 제어를 위해서는 PoC의 TBCP를 사용하지 않고 SIP의 INFO 메소드(method)에 “Talk Burst Request” 요청 정보를 전송함으로써 제어가 가능하게 하였다. 또한 그룹을 생성하고 삭제하는 기능을 제공하는 그룹 관리를 위해 서버에서 별도의 알고리즘을 구현하였다.

2.2 Session Initiation Protocol

[4]에서 정의된 SIP는 응용 계층 프로토콜으로써 인터넷 프로토콜을 통해 음성 또는 화상 전송과 같은 멀티미디어 통신의 세션을 제어하기 위한 프로토콜이다. SIP는 하나 또는 다수의 미디어 스트림으로 구성된

유니캐스트(unicast) 또는 멀티캐스트(multicast) 세션을 생성하고 변경하며 종료하는 기능을 제공한다. SIP는 PoC를 구성하는데 기본 프로토콜로 사용되며, 본 논문에서 제안된 모바일 와이맥스 기반의 새로운 그룹통신 프로토콜은 OMA-PoC를 기반으로 설계되었으므로 SIP가 그룹통신뿐만 아니라 개별 통신의 기본 시그널링을 구성한다. 와이맥스 기반의 그룹통신 서비스에서는 그룹통신 발언권 제어를 위하여 RTCP를 확장한 PoC의 TBCP를 사용하는 대신에 SIP의 INFO 메소드를 확장하여 사용하였다.

또한 사용자를 그룹으로 초청하고 가입(join)시키기 위해서는 SIP의 INVITE, BYE, ACK 및 CANCEL 메소드가 사용되었다. SIP를 기반의 시그널링을 사용하는 그룹통신은 UDP에서 실행된다.

2.3 IEEE 802.16e(모바일 와이맥스)와 시뮬레이션

IEEE802.16e 모바일 와이맥스 표준은 휴대단말에 높은 처리율을 제공하는 새로운 차원의 무선 서비스를 제공하기 위한 최고의 무선 광대역 표준으로 개발되었다. 또한 이 표준은 광대역 서비스를 제공할 뿐만 아니라 HSPA 또는 EV-DO와 같은 다른 종류의 3G+ 무선 이동 기술과 비교할 때 매우 효율적인 스펙트럼(spectral efficiency)를 나타낸다.

512Kbps에서 3Mbps에 이르는 데이터 전송율, 2.3GHz의 광대역 및 VoIP 기술을 지원할 수 있는 장점으로 모바일 와이맥스는 Push to Talk 서비스를 지원할 수 있는 최적의 환경을 제공한다. 따라서 모바일 와이맥스 환경에서의 Push to Talk 기능은 사용자에게 가장 좋은 서비스를 제공할 수 있다.

2.4 모바일 와이맥스와 SIP의 시뮬레이션 지원

본 연구에서는 NIST에서 제공하는 NS2로 개발된 모바일 와이맥스 시뮬레이션 패키지를 사용하였다^[5]. 또한 NS2로 개발된 다수의 SIP 시뮬레이션 패키지가 있으나, 이 패키지에는 미디어 시그널이 포함되지 않으며, 개별 통신만을 지원한다. 또 다른 패키지는 다수의 사용자간(multipoint conference)의 통신을 지원하기도 하지만, Push to Talk 서비스는 지원하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 수정된 SIP 패키지와 모바일 와이맥스 패키지를 결합함으로써 NS2를 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다.

III. 그룹통신의 시뮬레이션

3.1 그룹 통신 서비스의 구조

그룹통신 서버는 사용자 단말에 서비스를 제공하는

네트워크에서 가장 핵심적인 구성요소이다. 서버는 클라이언트의 요청에 의해 그룹통신 세션을 설정하거나 어떤 상황이 발생했을 때 세션을 종료하며, 주어진 시간에 사용자가 발언권을 갖는지 결정하기 위한 “floor”를 제어하고 미디어 패킷을 복제하여 세션의 참여자에게 전달한다.

본 논문의 그룹통신에서는 하나의 서버가 존재하고 이 서버가 시그널링을 처리하기 위한 프록시 서버(proxy server) 기능뿐만 아니라 그룹내의 사용자 사이의 미디어 데이터를 처리하는 PTT 서버의 기능도 제공한다.

그룹통신 단말을 통해 사용자는 서버에 접속할 수 있으며, 이 단말은 서버와 연동하기 위한 모든 시그널링, 미디어와 TBCP(Talk Burst Control Protocol) 제어를 지원함으로써 서버로부터 인증을 받고(authenticate) 등록을 할 수 있다. 사용자 단말은 세션을 개시하고 세션에 참여하는 멤버가 대화를 할 수 있도록 지원하고(talk and listen), 사용자의 요청 또는 서버로부터의 어떤 지시가 있을 때 세션에서 탈퇴하도록 한다. 또한 어떤 시점에 사용자의 발언권을 갖도록 하는 TBCP 제어 절차를 수행하여 발언권을 획득했을 때 사용자가 말을 할 수 있도록 한다.

다음은 PTT 서비스를 갖는 사용자 단말의 동작에 대한 설명이다.

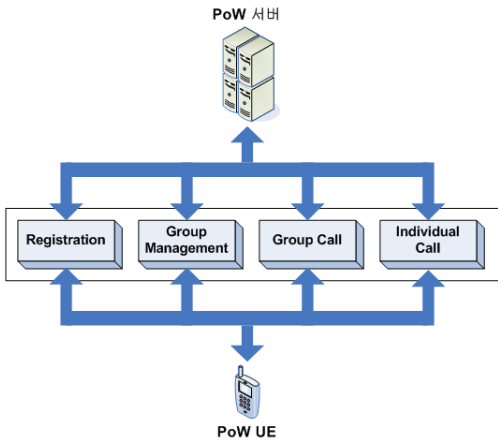


그림 2. 그룹통신 서비스의 구조

3.2 PTT 그룹 통신의 흐름

그림 3은 PTT 서비스를 제공하는 사용자 단말의 동작 상태 천이를 보여준다. 동작은 크게 그룹모드의 동작과 개별모드 동작으로 구분된다.

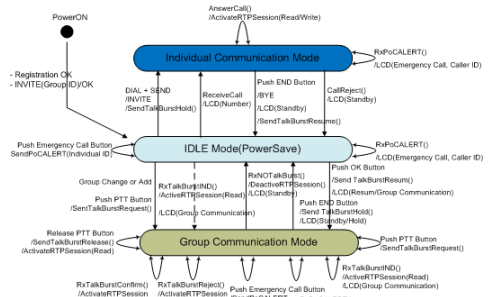


그림 3. PTT 사용자단말의 상태도

3.2.1 사용자 단말 상태도

사용자 단말에서는 그룹 호출을 위한 기능뿐만 아니라 개별 호출의 기능도 포함이 되었다. 동작모드는 그룹 모드, 개별 모드 및 대기모드(idle mode)로 구분되며, 개별모드의 동작은 일반적인 SIP 절차를 따른다.

사용자 단말이 부팅(booting) 되면 프록시 서버 (Proxy Server)에 등록을 하고 대기모드에 들어간다. 따라서 단말이 부팅이 되면 항상 서버에 등록된 상태를 유지한다.

단말이 그룹모드 세션을 설정하기 위해서는 INVITE 요청 메시지를 프록시 서버로 전송하며, RTP 세션은 개시되지 않는다. 그룹모드와 개별모드는 동시에 허용이 가능하며, 그룹모드 세션은 전원이 인가된 상태에서는 설정된 상태를 항상 유지한다. 그룹모드 통신에서 “Group Communication” 메시지가 사용자 단말에 표시되며, 개별모드에서는 표시가 되지 않지만 PTT에 관련된 메뉴가 표시될 수 있다. 그룹모드는 메뉴 선택에 의해 종료되고 사용자의 요청에 의해 다시 설정될 수 있다.

3.2.2 등록과 해지

단말은 부팅이 되면서 프록시 서버에 등록을 하고 대기모드로 들어간다. 서버에 등록을 하기 위해서는

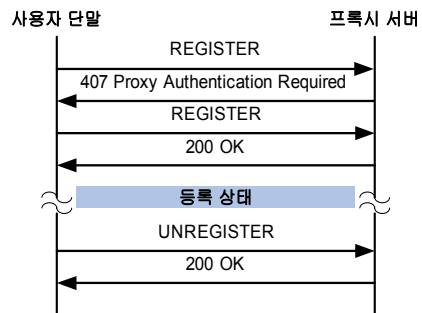


그림 4. 프록시 서버의 등록과 해지

먼저 사용자 인증을 받고 난 후에 등록 요청에 의해 등록을 완료한다. 또한 등록 해지를 하기 위해서 서버에 해지 “UNREGISTER” 메시지를 보내고 서버로부터 해지 승인이 되면 해지가 완료한다.

3.2.3 PTT 세션의 설정

사용자가 그룹에 참여하기를 원할 때 그룹 식별번호(group ID)를 포함하여 INVITE 요청 메시지를 서버로 전송한다.

그룹모드 세션을 설정하기 위해 사용자 단말은 프록시 서버로 INVITE 요청 메시지를 전송한다. 그러나 세션을 설정한 후에 곧 바로 RTP 세션이 설정되는 것이 아니며, RTP 세션은 사용자가 PTT 버튼을 누를 때 설정된다. 등록절차가 완료된 단말의 사용자 ID와 도메인 정보는 프록시 서버의 데이터베이스에 저장된다. 그리고 단말에서 PTT 세션 설정을 완료하면 그룹에 가입되고, 프록시 서버 데이터베이스의 해당 사용자에 그룹 ID가 갱신된다. 따라서 프록시 서버의 데이터베이스는 표 1과 같이 단말 ID, 도메인 ID 및 그룹 ID의 3개의 영역으로 표시될 수 있다.

이 필드들은 서버의 관리기능에 의해 갱신될 수 있다. 예로 사용자 단말이 다른 그룹으로 변경되면 단말의 그룹 ID가 변경되거나, 관리자가 데이터베이스를 삭제할 수 있다.

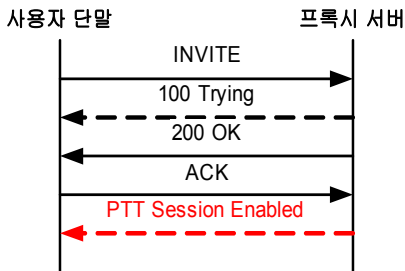


그림 5. PTT 세션 설정 절차

표 1. 데이터베이스 포맷

Name	User ID	Domain	GroupID
Alice	4001	9000	#123
Bob	5009	9000	#123
Dominic	5008	9000	#124

3.2.4 PTT 송수신 절차

사용자가 그룹에 속한 다른 사용자를 호출하고자 할 때에는 단말에 있는 PTT 버튼을 누른다. 이 때 버튼을 누른 사용자가 발언권을 획득하기 위해 INFO

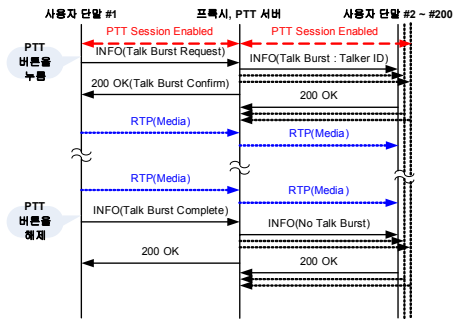


그림 6. RTP 세션의 설정과 종료

Talk Burst Request 요청 메시지가 서버로 전송되며, 이 사용자는 같은 그룹의 다른 사용자에게 말을 할 수 있는 권한을 얻게 되고 다른 사용자는 들을 수만 있다. PoC에서 발언권을 제어하기 위해 사용되는 TBCP 대신에 본 논문에서는 INFO 메소드와 메시지를 사용함으로써 “floor”를 제어하였다. 특히 INFO 메소드는 INFO(TBRequest) 또는 INFO(Talk Burst: Talker ID)와 같은 몇 가지 종류의 정보를 포함한다. RTP 패킷 데이터가 전송되기 위해서는 별도의 트랜잭션(transaction)이 필요 없으며, 시퀀스 번호(sequence number)와 타임 스탬프(timestamp)와 함께 네트워크를 통해 전송된다.

RTP 세션을 설정하기 위해서는 단말의 PTT 버튼을 누름으로써 INFO 메소드를 이용하여 “Talk Burst Request”가 서버로 전송되고, “Talk Burst Confirm”을 수신함으로써 RTP 세션이 초기화된다. “Talk Burst Request”를 받은 각 단말들은 개별적으로 응답 메시지를 보낸다. 그러나 발언권을 요청한 단말이 “Talk Burst Reject” 메시지를 수신하거나 응답시간이 초과(time out)되면 RTP 세션은 설정되지 않는다. 누르고 있던 단말의 PTT 버튼을 해제(release)하면 INFO 메소드에 의해 “Talk Burst Complete Request”가 프록시 서버로 전송되고, “No Talk Burst” Indication이 각 단말에서 수신된다. 이 메시지를 받은 각 단말은 200 OK로 응답하고 세션이 종료된다.

3.2.5 긴급 개별 호출 및 송수신 기능

긴급 호출은 다른 그룹에 속한 사용자를 그룹에 가입하도록 하는데 사용된다. 이를 위하여 단말의 Emergency 버튼을 누름으로써 MESSAGE 메소드에 의해 “ALERT Request”가 그룹 ID 및 사용자 ID와 함께 프록시 서버로 전송되고 호출된 사용자에게는 Indication 메시지가 전송된다. 다시 서버가 200OK를 수신하면 호출된 사용자의 그룹 ID를 갱신함으로써

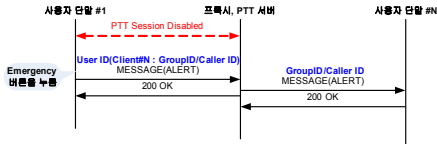


그림 7. 긴급 개별 호출 절차

새로운 그룹에 가입한다.

3.2.6 개별모드에 의한 전화 호출

개별모드는 일반적인 SIP 호출과 같은 동작을 한다. 한 사용자는 호출되는 사용자가 다른 그룹에 속한 어떤 사용자도 호출을 할 수 있다. 즉, 사용자 ID 4001을 갖는 Alice가 사용자 ID 5009의 Bob을 호출하고자 할 때 서버로 INVITE 메시지를 송신한다. INVITE를 받은 서버는 이 메시지를 Bob에게 전달함과 동시에 100Trying으로 Alice에게 응답한다. INVITE 메시지를 수신한 Bob은 180Ringing과 200OK 메시지를 서버를 경유하여 Alice에게 전달하여 호출되었음을 알리면 Alice는 ACK 메시지로 응답하여 통화가 개시된다. 개별통신은 그룹 통신과 달리 양방향 통신을 제공한다.

IV. 성능평가

본 장에서는 시뮬레이션 결과, 처리율(throughput), 지연(delay) 및 패킷 손실(packet loss)을 통해 모바일 와이맥스 네트워크에서의 PTT 서비스 품질을 평가하였다.

본 시뮬레이션에서는 NS2.31 버전을 사용하였으며, 모바일 와이맥스 파라미터를 설정하고 시뮬레이션 시나리오를 위한 스크립트(script)을 세우기 위해서 Tcl을 사용하였으며, 에이전트(agent)와 패킷을 처리하기 위해서는 C++ 프로그래밍이 사용되었다. 시뮬레이션 결과 생성된 trace 파일을 분석하여 PTT 서비스의 성능을 평가하였다.

모바일 와이맥스 네트워크의 시뮬레이션 위해서 NS2 패키지의 Mobile Wimax extension[5]를 사용하였으며, PTT 그룹통신의 참조 프로그램으로 SIP extension이 사용되었다.

4.1 시뮬레이션 환경과 네트워크 토폴로지(topology)

그림 8은 본 시뮬레이션에 사용된 네트워크 토폴로지를 보여준다.

시뮬레이션에서는 사용자 단말이 256Kb/s의 속도로 RTP 데이터를 전송하며, 링크 용량과 지연은 각각

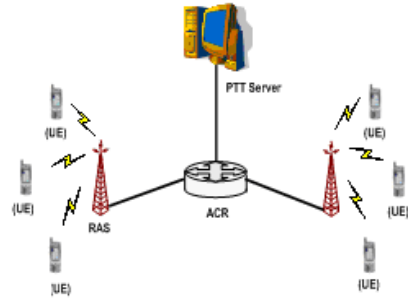


그림 8. 시뮬레이션을 위한 네트워크 토폴로지

100Mbps와 2ms로 설정하였다. RAS의 커버리지(coverage)는 500미터로 설정하였다.

시뮬레이션 시나리오는 단말을 가진 Alice가 10m/s의 속도로 이동하면서 RAS1에 접속하여 통신을 하고, Bob이 같은 속도로 RAS2에 접속하여 통신한다.

4.2 처리율(Throughput)

시뮬레이션에서 처리율 결과는 시뮬레이션 프로그램의 검증을 위해 사용되었다. 시뮬레이션에서는 그룹 호출과 개별 호출을 위한 시나리오가 작성되었으며, 시뮬레이션 시작 후 25초부터 사용자들이 서버에 등록하고 그룹에 가입한다. 33초가 경과한 후에 사용자 ID 4001, 그룹 ID 123의 Alice가 같은 그룹내의 사용자를 호출하고 40초에 그룹 호출을 종료한다. 85초에서는 Alice가 사용자 ID 5009의 Bob을 개별호출하고, 이 개별 호출은 98초에 종료된다.

그림 9의 처리율 결과에서는 Alice 노드의 처리율을 보여준다. 그림에서 33초와 40초 사이에 그룹 데이터가 처리되는 것을 볼 수 있으며, 85초와 98초 사이에는 개별 호출이 처리되는 것을 볼 수 있으므로 시나리오대로 시뮬레이션이 제대로 수행되는 것을 확인할 수 있었다.

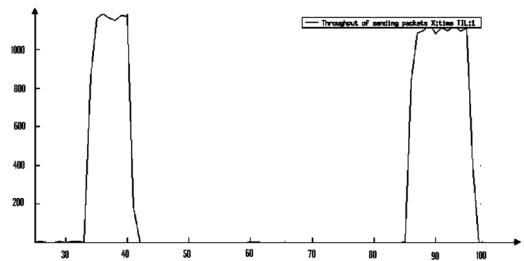


그림 9. 송신 패킷의 처리율

4.3 지연(delay)과 지터(jitter)

지연은 네트워크 종단 단말간에 패킷을 전송하는데 걸린 시간을 나타내며 패킷이 한 방향으로 가는 시간 또는 왕복하는데 걸리는 시간에 의해 측정된다.

시뮬레이션에서 Alice와 Bob 사이에 한 방향의 평균 지연시간은 132ms이다. VoIP응용에서 150ms까지 지연은 허용 가능한 수준으로 간주된다^[6]. Jitter는 종단 단말 사이에 지연시간의 변이(variation)을 나타낸다. 본 시뮬레이션에서 지터는 [7]를 기준으로 계산되었으며 (1)과 같이 정의된다.

$$D = (R_j - R_i) - (S_j - S_i) \quad (1)$$

위 식에서 S_i 는 패킷 i 의 RTP의 타임스탬프(timestamp)이며, R_i 는 RTP 타임스탬프 단위의 도착 시간이다.

지연의 변이(variation)은 각 RTP 패킷에 대해서 계산되어야 한다. RFC3550에서는 시간에 따른 변동(temporal fluctuation)을 방지하기 위해 필터 함수를 제안하며, 지연 지터(delay jitter)는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$J_i = (15/16)J_{i-1} + (1/16)D \quad (2)$$

그림 10에서 사용자 단말 수(UE)에 따른 평균 지연 지터의 값을 보여주고 있으며, 단말의 수가 10일 때 지터는 5.3ms로서 [6]에서 제시한 허용범위인 150ms를 만족한다.

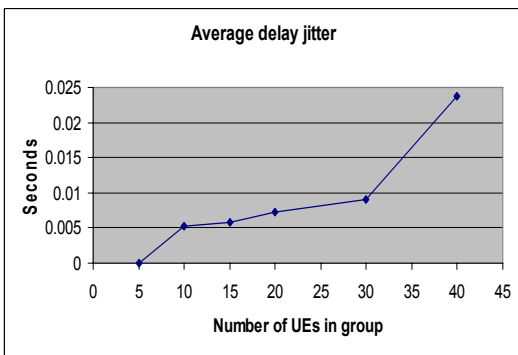


그림 10. 그룹 통신의 지터

4.4 패킷 손실(packet loss)

패킷 손실은 데이터 경로상에서 손실되는 것을 나타내며, 음성에서 치명적인 서비스 품질의 저하를 유

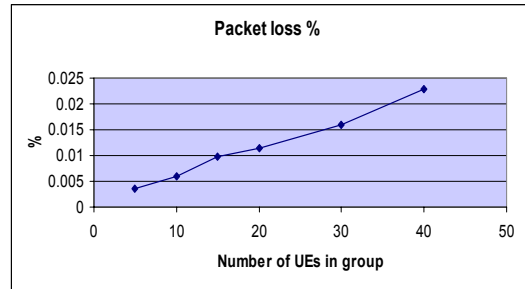


그림 11. 패킷 손실

발한다. PTT 세션에 가입한 모든 단말은 수신된 PTT 패킷의 시퀀스 번호를 이용하여 패킷 손실율을 측정할 수 있다. 본 논문에서는 손실율을 측정 기간동안에 수신된 패킷의 수에 대한 손실된 패킷의 비율로 측정하였다.

$$\text{손실율} = \text{손실 패킷 수} / \text{수신 패킷 수} \times 100 \quad (3)$$

V. 결 론

본 논문에서는 모바일 와이맥스 네트워크에서 동작하는 새로운 PTT 서비스의 모델을 제안하였다. 또한 NS2를 이용하여 시뮬레이션 프로그램을 구현하였으며, 실행결과를 분석하여 성능을 평가하였다. 시뮬레이션 결과 처리율, 지연 및 패킷 손실을 분석함으로써 서비스 품질을 평가하였다. 성능평가 결과 개발된 그룹통신이 안정적으로 동작함을 검증할 수 있었으며, 성능이 허용 범위 내에서 정상적으로 동작하는 것으로 분석되어, 본 논문에서 제안한 PTT 서비스 모델이 성공적임을 확인할 수 있었다

본 논문에서 개발된 모바일 와이맥스에서의 PTT 그룹통신 시뮬레이션 프로그램은 운영자가 새로운 그룹통신 네트워크를 구성할 때 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 새로운 프로토콜은 다양한 환경의 그룹통신이 적용될 때 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

추 후 연구과제로는 개발된 모델이 OMA의 PoC와 같은 XDM 또는 프레즌스와 같은 기능이 추가로 포함될 수 있도록 해야 하며, 사용자 단말에서도 좀 더 많은 기능을 제공될 수 있도록 개선되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Push-to-talk over Cellular (PoC); Architecture; PoC Release 1.0.
- [2] IEEE Standard 802.16, "Air Interface for

Fixed Broadband Wireless Access System”, 2004.

- [3] IEEE Standard 802.16e, “Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System, Amendment 2 and Corrigendum 1”, 2006.
- [4] J. Rosenberg and et al, “SIP: Session Initiation Protocol”, IETF, RFC3261, June 2002.
- [5] NIST (National Institute of Standard and Technology). [http://www.antd.nist.gov/seamlessandsecure/pubtool.shtml#tools](http://wwwantd.nist.gov/seamlessandsecure/pubtool.shtml#tools).
- [6] Wimax Forum, “WiMax™ system Evaluation Methodology version2.1”, July, 2008.
- [7] Andrew Rebeiro-Hargrave, David Viamonte Solé, “Multimedia Group Communication, Push to Talk over Cellular, Presence and List management concepts and applications”, John Wiley & Son, Ltd., 2008.
- [8] L-H. Chang and et al “Design and implementation of the push-to-talk service in ad hoc VoIP network”, IET Commun., 2009, Vol. 3, Iss. 5, pp. 740 - 751
- [9] Chai-Hien Gan, “ Push-to-Talk Service for Intelligent Transportation Systems”, IEEE Transaction on intelligent transportation systems, Vol.8, No.3, September 2007.
- [10] Zhou Xing and Lu Meilian, “ Performance evaluation of IMS-based push-to-talk service over multiple wireless access networks”, Proceedings of the 5th International Conference on Wireless communications, networking and mobile computing, Beijing, China, 2009.

오 문 균 (Moonkyun Oh)

정회원



1986년 2월 고려대학교 전자공학과 공학사
 1994년 8월 충남대학교 전자공학과 공학석사
 1986~현재 ETRI 책임연구원
 2008년 11월~현재 ETRI 조선융합팀장

2010년 1월~현재 한국통신학회 대전충남지부장
 <관심분야> IT조선, 이동통신, 그룹통신시스템

김 재 명 (Jaemyoung Kim)

정회원



1983년 2월 부산대학교 계산통계학과 학사
 1985년 2월 KAIST 전산학과 공학석사
 1985~2004년 한국전자통신연구원 네트워크연구단 근무
 2005~2007년 한국전자통신연구원

임베디드SW연구단 근무
 2008~현재 한국전자통신연구원 조선평형플랫폼연구팀 책임연구원
 <관심분야> 네트워크구조, 컴퓨터구조, 임베디드시스템, 분산시스템, 차세대 이동통신

유 대 승 (Daeseung Yoo)

정회원



1998년 2월 울산대학교 전자계산학과 공학사
 2001년 2월 울산대학교 전자계산학과 공학석사
 2002~2005 빅뱅정보기술(주) 이사
 2005~2008 울산대학교 컴퓨터

정보통신공학부 객원교수
 2009~현재 한국전자통신연구원
 <관심분야> 소프트웨어공학(WBSE, CBSE), 제어및모니터링(OPC), 임베디드 시스템

김 대 영 (Daeyoung Kim)

정회원



1975년 2월 서울대학교 전자공학과 공학사
 1977년 2월 한국과학기술원 전기공학과 공학석사
 1983년 2월 한국과학기술원 전기공학과 공학박사
 1983년~현재 충남대학교 정보

통신공학과 교수
 <관심분야> IPv6, Network QoS Control, Gigabit network

부 만 틈 (Vu Manh Thinh)

학생회원



07/2004 Hanoi University of Technology, Bachelor of Electronics and Telecommunications. Vietnam.

11/2004 ~ 02/2009 Faculty of Information Technology, Thainguyen University. Vietnam.

03/2009 ~ present MS student

in Information and Communication Engineering at KongjuNationalUniversity, Republic of Korea.

<관심분야> IP Based Mobility Management, SIP-based Applications, Embedded System.

노 승 환 (Soonghwan Ro)

정회원



1987년 8월 고려대학교 전자공학과 공학사

1989년 8월 고려대학교 전자공학과 공학석사

1993년 2월 고려대학교 전자공학과 공학박사

1997년 한국전자통신연구원 초빙연구원

2003년 영국버밍엄 대학교 초빙연구원

1994 ~ 현재 국립 공주대학교 정보통신공학부 교수

<관심분야> 이동통신, pervasive 컴퓨팅, 임베디드 시스템.