
소프트웨어 기반 모바일 VoIP 서비스 품질 측정

김범준*

Software-based Quality Measurement of Mobile VoIP Services

Beom-joon Kim*

요약

스마트폰을 이용한 모바일 인터넷 전화 서비스의 사용이 급속도로 확산되고 있다. 기존의 전화망이나 이동 전화망을 통한 전화 서비스와는 달리 인터넷 전화는 서비스 품질이 보장될 수 없다는 문제점이 있고 특히 무선 환경을 통한 모바일 인터넷 전화 서비스의 경우 이 문제점은 더 심각해 질 수 있다. 따라서 모바일 인터넷 전화의 성공적인 정착과 활성화를 위해서는 보다 체계화된 철저한 품질 관리가 요구된다. 기존의 계측기를 이용한 측정 기반의 사후 품질 관리를 개선하기 위해서 본 논문에서는 서비스 이용자 단말에 설치되어 각종 품질 지표를 측정할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다. 개발된 소프트웨어를 이용하면 모바일 음성 서비스의 품질을 상시적인 그리고 서비스 이용자의 능동적인 품질 측정이 가능하다는 장점이 있다.

ABSTRACT

The mobile internet telephony service rapidly grows according to the extending deployment of smartphones. Unlike telephony service over a conventional public switched telephone network (PSTN) or mobile network, internet telephony service cannot guarantee its service quality, which can be severer in a wireless environment. Therefore, a more strict and systematic quality management is required for successful settlement and popularization of mobile internet telephony service. Existing quality management scheme using a specific measurement equipment cannot measure all the time so that it performs late management. In order to overcome the problem, this paper develops a software that can be equipped on a user terminal and measures the service quality all the time. By using the developed software, all-time and user-activating service quality monitoring can be supported.

키워드

Mobile VoIP service, Service quality measurement, All-time and user-activating service quality monitoring

1. 서론

최근 국내에서는 와이브로 기반 방식과 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 기반 방식의 두 가지 형태로 모바일 VoIP (Voice over Internet Protocol) 서비스가 활발하게 이루어지고 있다. VoIP

기반의 음성 서비스는 서비스 품질 (Quality of Service; QoS)을 보장할 수 없는 패킷 네트워크의 본질적인 문제로 인하여 품질 저하가 발생될 가능성이 상당히 높다. 따라서 보다 철저하고 효율적인 서비스 품질 관리 방안이 요구되는 현실이다.

현재 기존의 서비스 사업자들은 주로 계측기를 이

* 교신저자 : 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)

접수일자 : 2010. 12. 15

심사(수정)일자 : 2011. 01. 17

게재확정일자 : 2011. 02. 09

용한 서비스 품질 관리 방안을 시행하고 있으나 이는 서비스 품질에 문제 발생 시 원인 파악 및 조치 등이 실시간이 아닌 사후에 이루어질 수밖에 없다는 문제점을 가지고 있다. 이를 개선하기 위한 방안으로서 서비스 이용자 단말기에서 통화가 이루어지는 동안 직접 서비스 품질을 측정하는 것을 전제로 하는 서비스 품질 관리 방안이 제안되었다[1]. 이 방안은 상시적인 그리고 서비스 이용자의 능동적인 측정이 가능하다는 장점이 있는 반면 서비스 이용자 단말기에 이를 위한 기능이 탑재되어야 한다는 요구 사항이 따른다. 따라서 본 논문에서는 서비스 이용자 단말기에 설치되어 모바일 VoIP 서비스의 각종 품질 지표를 측정할 수 있는 소프트웨어를 개발하고 실제 측정을 통하여 이의 성능을 검증한다.

II. 품질 측정 소프트웨어 개발

2-1 기존 인터넷 전화 서비스 품질 측정 방법

기존 표준 문서에 나타난 유선 인터넷 전화의 서비스 품질을 측정 방법은 회선 기반의 유선 전화 통화 품질을 측정하기 위한 방법과 크게 다르지 않다 [2],[3],[4],[5],[7],[8]. 이는 전화 서비스의 통화 품질을 측정하기 위한 방법이 허부 전달 네트워크가 회선기반인지 인터넷기반인지 혹은 유선인지 무선인지의 여부에 크게 상관하지 않기 때문이다. 국제적으로 표준화되어 현재 회선기반의 유선 전화 통화 품질을 측정하기 위해서 널리 사용되고 있는 방법은 크게 PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)[6],[7]와 E-Model[8]을 들 수 있다. 이 두 가지 방법은 국내 표준 문서로도 거의 그대로 발간되어 적용되고 있다 [2],[3],[4],[5].

PESQ는 원래의 신호(reference speech)와 그 신호가 전송 시스템을 통과하여 나온 감쇄된 신호(degraded speech)를 비교하여 평가하는 방식이다. PESQ에 의한 최종 결과 값은 -0.5에서 4.5사이의 값을 가지므로 1과 5사이의 값을 가지는 주관적 음성 품질 지표인 MOS (Mean Opinion Score) 값과 직접적인 비교가 불가능한데 이를 가능하게 하기 위해서 변환된 값을 MOS-LQE (MOS Listening Quality Estimated)라 한다.

반면 E-모델은 인터넷과 같은 패킷기반 네트워크

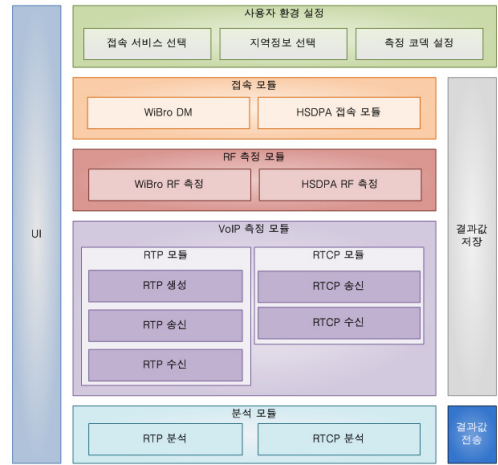


그림 1. 품질 측정 소프트웨어의 구조
Fig. 1 The technical analysis comparison of DRM system

에만 존재하는 패킷 손실, 전송 지연 등을 고려하기 때문에 회선기반의 전화 네트워크뿐만 아니라 패킷기반 네트워크를 통한 음성 품질 평가에도 적용될 수 있다. E-모델의 결과로 종합 음성 전송 품질을 나타내는 R 값이 산출되는데 이 값은 신호 대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후 그 정도에서 음성 신호, 지연, 주변 장치(예: 코덱)등이 품질에 미치는 모든 손실 요소들을 차례로 빼나가는 형태로 계산된다. 역시 산출된 R 값은 MOS 값과 직접적인 비교가 가능하도록 변환되는데 이 값을 MOS-LQE (MOS Conversational Quality Estimated)라 한다.

2-2 품질 측정 소프트웨어 구조

개발된 품질 측정 소프트웨어는 현재 모바일 인터넷 전화 서비스가 와이브로와 HSDPA 모두 가능한 점을 고려하여 양쪽 단말기에서 관련 품질 지표를 측정할 수 있도록 개발되었다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 사용자 시스템과 측정 서버 간의 MOS 및 R 값 측정을 위한 기능과 사용자 시스템의 무선 품질 지표를 측정하기 위한 두 개의 기능으로 구성된다. 그림 1은 품질 측정 소프트웨어의 구조를 보여준다.

2-3 품질 지표 선정

모바일 인터넷 전화 서비스 품질에 영향을 미칠 수

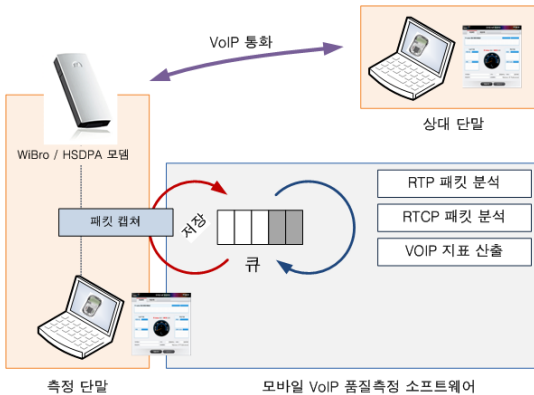


그림 2. 실시간 패킷 캡처를 통한 품질 측정
Fig. 2 Quality measurement by real-time packet capture

있는 지표들은 무선 품질 지표, 네트워크 품질 지표, VoIP 서비스 품질 지표의 크게 세 개의 계층으로 구분하는 것이 가능하다. 다음의 표 1에는 모바일 인터넷 전화 서비스의 품질에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 품질 지표들 가운데 이번에 개발된 품질 측정 소프트웨어에서 측정 가능한 품질 지표로 선정된 것들을 계층별로 정리하였다.

측정 가능한 무선 품질 지표로는 물리 계층에서 실제 전송되는 신호 단위의 품질을 나타내는 지표로서 수신 신호의 강도를 나타내는 RSSI(Received Signal Strength Indicator)와 Transmission Power를 들 수 있다. 그리고 잡음 대비 유효한 신호의 세기를 나타내는 품질 지표로 와이브로의 경우 CINR (Carrier to Interface Noise Ratio) 그리고 HSDPA의 경우 Ec/Io (Energy per Chip over the Interface Noise)도 측정 가능하다.

측정 가능한 네트워크 품질 지표로는 가장 일반적으로 알려져 있는 대역폭, 지연, 지터, 패킷손실률을 선정하였다. 이들 지표의 값을 측정하기 위해서 품질 측정 소프트웨어는 RTP (Real-time Transport Protocol)[9]와 RTCP (Real-time Transport Control Protocol)[9]가 제공하는 정보를 이용하는데 이에 대한 보다 구체적인 방법은 IETF(Internet Engineering Task Force)의 표준 문서[9],[10],[11]와 국내 표준[4]을 참조할 수 있다.

마지막으로 측정 가능한 최상위인 VoIP 품질 지표로는 R 값과 MOS를 선정하였다. 개발된 품질 측정

표 1. 세 계층의 측정 대상 품질 지표
Table 1. Three-layered service quality metrics for WiBro and HSDPA

구분	세부 품질지표	
	와이브로	HSDPA
무선 품질 지표	RSSI (Received Signal Strength Indicator)	
	Tx Power (Transmission Power)	
네트워크 품질 지표	CINR (Carrier to Interface Noise Ratio)	Ec/Io (Energy per Chip over the Interface Noise)
	대역폭, 지연, 지터, 패킷손실률	
VoIP 품질 지표	R 값, MOS	

소프트웨어는 E-Model[8]에 근거하여 산출되는 R 값을 이용하여 MOS를 측정하도록 구현되었다. 이를 위해서 품질 측정 소프트웨어는 앞서 얻어진 네트워크 품질 지표들의 값을 이용한다.

2-4 품질 측정 프로세스

그림 2에 나타난 품질 측정 소프트웨어의 실시간 VoIP 품질 지표 측정 프로세스는 다음과 같다.

- 1) 실시간 패킷 캡처는 측정 단말이 VoIP 통화 중일 때 패킷을 캡처하여 VoIP 품질을 측정한다.
- 2) 패킷을 캡처하여 큐에 저장하면 패킷 분석 프로그램이 큐에서 데이터를 꺼내어 분석한다. 공유하는 큐를 사용함으로써 패킷 캡처와 분석에 대한 간섭을 최대한 줄인다.
- 3) 모바일 VoIP 품질측정 소프트웨어는 모든 패킷을 캡처하여 그 중 VoIP 통화라고 판단되는 패킷(RTP 패킷)이 5초 이상 지속될 경우에 측정을 시작한다.

실시간 VoIP 품질 지표의 측정을 위해서는 다음과 같은 몇 가지 제한이 있다.

첫째 VoIP 어플리케이션이 표준화된 RTP 패킷을 사용해야 한다. 그렇지 않으면 지터 및 패킷 손실 등을 산출할 수 없어 측정을 진행하지 않고 대기 상태에 들어간다.

둘째 단방향 지연시간을 측정하기 위해서 RTCP

SR/RR 또는 XR 패킷을 사용해야 한다[12]. 그렇지 않으면 상대 단말에 모바일 VoIP 품질측정 프로그램을 실행해야 한다. 모바일 VoIP 품질측정 프로그램은 VoIP 품질측정을 수행하는 한편 RTCP XR 서버 역할도 하기 때문에 측정 단말에서 송신하는 RTCP XR BT4패킷을 받아 RTCP XR BT5 패킷을 송신하게 된다.

셋째 단방향 지연시간을 측정하는 방법으로는 Ping 과 같은 ICMP 메시지를 사용할 수도 있지만 와이파이로나 HSDPA 단말기 특성상 막혀 있는 경우가 많고 최근 방화벽 사용이 보편화되면서 ICMP 메시지가 전송되지 않는 경우가 대다수이다.

2-5 주요 지표의 품질 측정 방법

표 1의 품질 지표들 가운데 VoIP 패킷의 IP 및 RTP 프로토콜을 파싱하여 네트워크 품질 지표를 측정한다. 보다 구체적인 세부 측정 방법에 대해서는 표

2에 정리하였다.

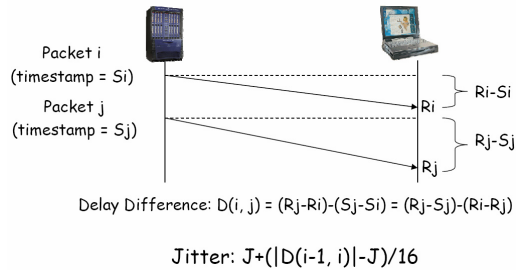


그림 3. RTP를 이용한 지터의 측정
Fig. 3 Measuring jitter using RTP

표 2. 네트워크 품질 지표의 측정 방법
Table 2. Methods for measuring network-level quality metrics

품질 지표	측정 방법
대역폭	1) 수신된 패킷의 수신시각과 패킷 바이트를 가져온다. 2) 수신 시각으로 저장할 대역폭 슬롯을 찾는다. 3) 해당 Slot에 패킷 바이트를 누적시킨다. 4) 대역폭 = (누적된 패킷 바이트 * 8) / 1000에 의해서 1초 단위로 해당 Slot의 대역폭을 계산한다.
단방향지연[10]	1) 셋톱박스에서 헤드엔드 또는 인접 L3 라우터로 ICMP Request 패킷을 송신하고 송신 시각을 저장한다. 2) 헤드엔드 또는 인접 L3 라우터로부터 ICMP Reply 패킷을 받아 수신 시각을 저장한다. 3) 앞의 두 단계의 RTT (Round Trip Time)를 이용하여 ((ICMP 수신 시각 - ICMP 송신시각) / 2)에 의해서 단방향지연을 계산한다. 4) 만약 인접 L3 라우터로부터 ICMP Reply를 차단하는 경우 단방향지연은 0으로 처리한다.
패킷손실률[11]	1) RTP 헤더를 파싱하여 RTP 시퀀스 번호를 가져온다. 2) RTP 시퀀스 번호를 사용하여 송신 패킷수를 계산하고 RTP 패킷을 수신할 때 마다 수신 패킷수를 누적한다. 3) (송신 패킷 수 - 수신 패킷 수) / 송신 패킷수 * 100에 의해서 최종적인 패킷손실률을 계산한다.
지터[9] (그림 3 참조)	1) RTP 헤더의 타임스탬프를 파싱하여 송신시각을 계산하고 RTP 패킷 수신시각을 계산한다. 2) 계산된 송신시각과 수신시각을 이용하여 그림 3에 나타난 방법과 $J(i-1) + (Inter_arrival_jitter - J(i-1)) / 16$ 에 의해서 최종적인 지터를 계산한다[14].

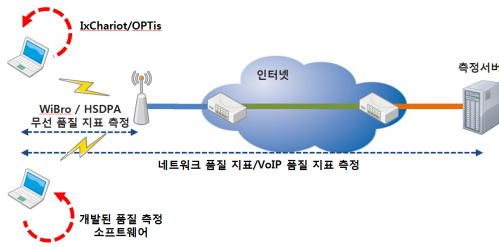


그림 4. 시험 환경
Fig. 4 Test environment

III. 품질 측정

3-1 시험 환경

개발된 품질 측정 소프트웨어의 신뢰성을 시험하고 검증하기 위한 환경을 그림 4와 같이 구축하였다. 그림에 나타난 바와 같이 측정 서버에서 발생한 음성 전화 트래픽은 상용 인터넷과 와이브로 혹은 HSDPA 네트워크를 통하여 이동 단말에 전송된다. 두 개의 이동 단말이 사용되었는데 하나의 이동 단말에는 개발된 품질 측정 소프트웨어가 동작하고 다른 하나의 이동 단말에는 상용 품질 측정 소프트웨어가 동작한다.

이 과정에서 두 개의 상용 소프트웨어를 이용하였는데 네트워크 품질 지표와 VoIP 품질 지표의 검증을 위해서는 IXIA의 IxChariot[13]를 무선 품질 지표의 검증을 위해서는 Innowireless의 OPTis[14]를 이용하였다. IxChariot은 실제 네트워크 상황을 에뮬레이션하고 TCP, UDP, RTP, IPX 등의 주요 프로토콜에 대한 트래픽을 생성하여 음성 서비스의 MOS와 R 값을 산출한다. OPTis는 와이브로와 HSDPA의 RSSI, TxPower, CINR, PER, Ec/Io, BLER 등의 무선 품질 지표를 측정한다.

측정을 위한 음성 트래픽은 측정 서버에서 발생하도록 하여 두 개의 이동 단말에 동시에 전송되도록 하였다. 따라서 동일한 음성 트래픽에 대한 측정이 동시에 이루어질 수 있었고 최종적으로 두 이동 단말에서의 측정 결과를 비교하는 방식으로 검증이 이루어졌다. 음성 트래픽이 발생하도록 함에 있어 현재 사용되고 있는 코덱들 가운데 가장 통화 품질이 좋은 G.711과 인터넷 전화에서 가장 보편적으로 사용되는 G.729의 두 가지 대표적인 코덱을 선정하여 일정한



그림 5. 300초 동안의 측정으로 얻어진 각 품질 지표의 샘플 데이터 예

Fig. 5 An example of a sample data for each quality metric measured during 300 sec.

양의 데이터가 일정한 주기로 발생하는 특징을 모델링하여 구현하였다.

한 번의 측정 시간인 300초 동안 표 1에 나타난 각 품질 지표들의 값을 5초마다 측정하여 나온 60개의 값을 평균하여 최종적인 하나의 샘플 데이터가 만들어진다. 그림 5는 개발된 품질 측정 소프트웨어가 한번의 측정이 끝난 후 각 품질 지표에 대한 샘플 데이터의 예를 보여준다. 실제 모바일 음성 서비스가 이루어지는 실제 환경에 가까운 측정을 위해서 실내-정지, 실내-이동, 실외-정지, 실외-이동(도보), 실외-이동(지하철)의 총 다섯 가지 시나리오를 설정하였으며 각 시나리오 별 반복적인 측정을 통하여 대량의 샘플 데이터를 얻었다.

IV. 결론 및 향후 계획

향후 와이브로를 통한 전화 서비스의 활성화를 위해서 모바일 인터넷 전화 서비스 품질 관리 방안이 수립되어야 한다. 이의 첫 단계로서 사용자 단말 중심의 서비스 품질 측정에 의한 품질 관리 방안을 제안

된 바 있고[1] 본 논문에서는 이의 구현을 위한 품질 측정 소프트웨어를 개발하였다.

개발된 소프트웨어는 사용자 단말에 설치되어 서비스 품질을 측정하고 분석하며 보고할 수 있는 기능을 가지고 있다. 특히 와이브로를 통한 전화 서비스의 품질을 약 10개의 품질 지표로 측정하고 평가할 수 있도록 하여 효율적인 품질 관리 방안 수립에 도움이 될 수 있도록 하였다.

향후에 진행되어야 하는 모바일 인터넷 전화 서비스 품질 관리 방안 수립의 세 번째 단계는 개발된 소프트웨어의 검증이다. 기존의 측정 장비 및 소프트웨어의 측정 결과와 개발된 소프트웨어의 측정 결과를 비교함으로써 개발된 소프트웨어의 측정 결과를 검증하고 세부적인 측정 절차를 마련하여 와이브로를 통한 전화 서비스의 품질 기준과 그에 따른 품질 관리 방안을 수립하는 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부·한국산업기술진흥원 지정 계명대학교 전자화자동차부품지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

[1] 김동연, 김범준, “와이브로를 통한 모바일 VoIP 서비스의 측정 기반 품질 평가 방안,” 한국전자통신학회논문지, 제5권, 제5호, pp. 528~533, 2010년.

[2] TTA, TTAS.KO-01.0077, 인터넷전화 통화품질 지표, 한국정보통신기술협회, 2005년 12월.

[3] TTA, TTA.KO-01.0136, 광대역망에서의 VoIP 서비스 통화 품질 기준, 2008년 12월.

[4] TTA, TTAS.KO-01.0138, RTP/RTCP 기반 인터넷전화 종단 간 품질 측정 방법, 2008년 12월.

[5] TTA, TTA.KO-01.0148, 모바일 인터넷 전화 통화 품질 기준, 2009년 12월.

[6] ITU-T, Objective Quality of Telephoneband (300-3400hz) Speech Codecs, ITU-T Recommendation P.861, Aug. 1996.

[7] ITU-T, Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ): An Objective Method for End-to-End Speech Quality Assessment of Narrow-band Telephone Networks and Speech Codecs, ITU-T Recommendation P.862, Feb.

2001.

[8] ITU-T, The E-Model, A Computational Model for Use in Transmission Planning, ITU-T Recommendation G.107, Dec. 1998.

[9] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederic, and V. Jacobson, “RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications,” IETF RFC 3550, Jul. 2003.

[10] G. Almes and S. Kalidindi, “A One-way Delay Metric for IPPM,” IETF RFC 2679, Sep. 1999.

[11] G. Almes, S. Kalidindi and M. Zekauskas, “A One-way Packet Loss Metric for IPPM,” IETF RFC 2680, Sep. 1999.

[12] T. Friedman, R. Caceres and A. Clark “RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR),” IETF RFC 3611, Nov. 2003.

[13] IxChariot website, available at: <http://www.ixchariot.com>

[14] Innowireless website, available at: <http://www.innowireless.co.kr>

저자 소개



김범준(Beom-joon Kim)

1996년 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1998년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

2003년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

현재 계명대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 모바일 IPTV/VoIP 서비스, TCP 성능분석