와이브로를 통한 모바일 VoIP 서비스의 측정 기반 품질 평가 방안

김동연* · 김범준**

A Measurement-based Quality Evaluation Scheme for Mobile VoIP Service over Wireless Broadband (WiBro) Networks

Dong-yon Kim* · Beom-joon Kim**

요 약

인터넷 전화의 사용이 증가하고 있고 최근에는 스마트폰이 보급됨에 따라서 스마트폰을 통한 인터넷 전화 서비스 이용이 급격하게 증가할 것으로 예상되고 있다. 특히 국내의 경우 이미 전국 상당 지역에 설치된 와이브로를 통한 인터넷 전화 서비스의 제공은 와이브로의 활성화로 이어질 수 있는 좋은 기회라 할 수 있다. 그런데 기존의 전화망이나 이동전화망을 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 보다 더 엄격하고 체계화된 모바일 인터넷 전화 서비스 품질 관리 방안이 마련될 필요성이 있다. 이를 향한 첫 단계로서 본 논문은 와이브로를 통한 모바일 인터넷 전화 서비스의 품질을 관리하기 위한 방안을 제안하고 이를 구현하기 위하여 개발된 소프트웨어의 개발 과정을 설명한다. 개발된 소프트웨어는 사용자 단말에 장착되어 전체적인 모바일 인터넷 전화 서비스의 품질을 VoIP 품질지표, 네트워크 품질지표, 무선 품질지표로 분류하여 측정함으로써 보다 효율적인 품질 관리가 가능하다는 장점이 있다.

ABSTRACT

Currently the telephone service using Internet grows and the recent introduction of a smart phone is expected to accelerate the trend. In particular, considering the domestic situation that the wireless broadband (WiBro) system deployed over the nation, the telephone service over WiBro can be a solution toward its fast expansion. Unlike telephone service over a conventional telephone network or mobile network, however, internet telephone cannot guarantee it service quality, which can be severer in a wireless environment such as a WiBro network. Therefore, a more strict and systematic management for controlling the quality of internet telephone service over WiBro in a more efficient way. As the first step to establish the management system, this paper proposes a scheme to manage the quality of internet telephone service over WiBro and introduces a software developed for the purpose. The developed software is installed on a user terminal and facilitates efficient service qualtiy management by measuring the quality of internet telephone service over WiBro in terms of VoIP metric, network metric, and wireless metric.

키워드

VoIP (Voice over Internet Protocol), WiBro (Wireless Broadband), Service quality management, Service metric measurement

* 한경대학교 전자공학과(dykim@hknu.ac.kr) ** 교신저자 : 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)
접수일자 : 2010. 09. 05 심사(수정)일자 : 2010. 10. 01 게재확정일자 : 2010. 10. 15

Ⅰ. 서 론

최근 인터넷을 통한 전화 서비스의 보급이 국내외에서 매우 급진적으로 이루어지고 있다. 기존 회선 기반의 유선 전화가 빠른 속도로 VoIP (Voice over IP) 기술을 사용하는 인터넷 전화로 대체되고 있으며 그 속도는 점점 더 증가될 것이 확실해 보인다.

이러한 추세와 더불어 최근에는 인터넷 전화 서비스를 무선 네트워크로 확장하고자 하는 움직임이 활발하게 감지되고 있다[1],[2],[3]. 널리 알려진 국외의 Skype[4], Truphone[5], Fring[6] 등의 서비스 업체는 이동통신 네트워크, 무선랜 등을 통해서 전화를 할 수 있도록 하는 다양한 형태의 서비스를 제공하고 있다. 이와 같이 현재까지 나타난 소위 모바일 VoIP 서비스는 크게 세 가지 유형으로 구분될 수 있는데 첫째는 와이파이 전용 혹은 와이파이와 이동통신 통합형 듀얼모드 단말기를 이용하여 와이파이 Hotspot 지역에서 인터넷 전화를 이용하는 경우를 들 수 있다. 둘째는 인터넷 전화를 위한 전용 소프트웨어를 이동전화에 다운받아 이동통신 네트워크의 데이터 서비스를 통하여 전화를 하는 경우이고 마지막 셋째는 이동통신 사업자와 인터넷 전화 서비스 사업자와의 제휴를 통하여 출시되는 인터넷 전화 전용 단말기를 이용하는 경우를 들 수 있다[1].

국내의 경우 앞의 세 가지 유형의 서비스 가운데 첫 번째 유형에 해당하는 와이파이 전용 인터넷 전화 서비스는 상당히 널리 보급되어 있는 상태이고 최근에는 와이파이와 이동통신 네트워크에 동시에 접속할 수 있는 듀얼모드 단말기를 이용하는 복합적인 인터넷 전화 서비스의 제공이 이루어질 것이라는 대대적인 언론의 보도가 있은 바 있다. 반면 두 번째, 세 번째 서비스 유형은 유럽에서는 활발하게 나타나지만 국내에서는 이동통신 사업자와 인터넷 전화 서비스 사업자 간의 합의가 필요한 사항이기 때문에 다소 찾아보기 힘든 실정이다.

국내에서는 앞의 세 가지 서비스 유형에는 속하지 않지만 상당히 긴 시간동안 꾸준히 논의되어 온 바 있는 모바일 VoIP 서비스로 와이브로를 통한 전화 서비스가 있다. IEEE 802.16 표준[7]을 기반으로 구현된 와이브로는 전화 서비스를 고려한 무선 자원 할당 방법인 UGS (Unsolicited Grant Service), 다양한 QoS (Quality of Service) 관리 기법 등 다양한 기술적인 측면에서의 장점에도 불구하고 와이브로를 통한 전화 서비스는 아직 제공되지 못하고 있다. 그러나 와이브로를 통한 전화 서비스가 향후 와이브로가 널리 보급되기 위한 중요한 요인이라는 점은 틀림없는 사실이다.

저렴한 비용 등의 장점에도 불구하고 IP 기반 인터넷 전화는 서비스 품질이 기존의 회선 기반의 유선 전화 서비스에 비해서 다소 떨어질 수 있는 단점을 가지고 있다. 이는 서비스 품질에 대한 보장을 할 수 없는 인터넷 프로토콜의 본질적인 문제로서 IETF를 중심으로 이를 보완하기 위한 많은 노력들이 있어 왔음에도 불구하고 단시간 내에 해결되는 것은 다소 어려울 것으로 보인다. 특히 이 서비스 품질 문제는 무선 전송 구간을 거쳐 전송되는 모바일 VoIP 서비스의 경우 더욱 심해질 수 있는 것도 사실이다. 따라서 본 논문에서는 향후 와이브로를 통해서 VoIP 서비스의 서비스 품질을 관리하기 위한 방안을 제안하고자 한다.

Ⅱ. VoIP 서비스 품질 측정

2-1 인터넷 전화 서비스 품질 측정 연구 동향

인터넷을 통한 VoIP 서비스의 품질 측정에 대한 연구는 활발하게 진행되어 왔다. 대부분의 연구들은 인터넷을 통한 유선 인터넷 전화 서비스의 품질 측정에 관한 것으로 모바일 VoIP 서비스에 대한 연구는 상대적으로 미미한 상황이다. 이는 모바일 VoIP 서비스가 태동기에 있어 획기적인 서비스 제공 형태를 개발하는데 집중하고 있기 때문에 서비스 품질은 주요 이슈에서 다소 제외되고 있는 점을 첫 번째 이유로 들 수 있고 사용자들 역시 저렴한 가격이나 편리성을 감안하여 다소간의 서비스 품질 저하를 묵인하고 있다는 점을 두 번째 이유로 들 수 있다. 그러나 모바일 VoIP 서비스가 본격적으로 자리를 잡을 시점에서는 서비스 품질이 매우 큰 영향력을 가진 중요한 이슈가 될 것이다.

유선 인터넷 전화의 서비스 품질을 측정하는 것과 관련된 대부분의 연구는 기존의 회선 기반의 유선 전화의 통화 품질을 측정하기 위한 방법들을 그대로 도

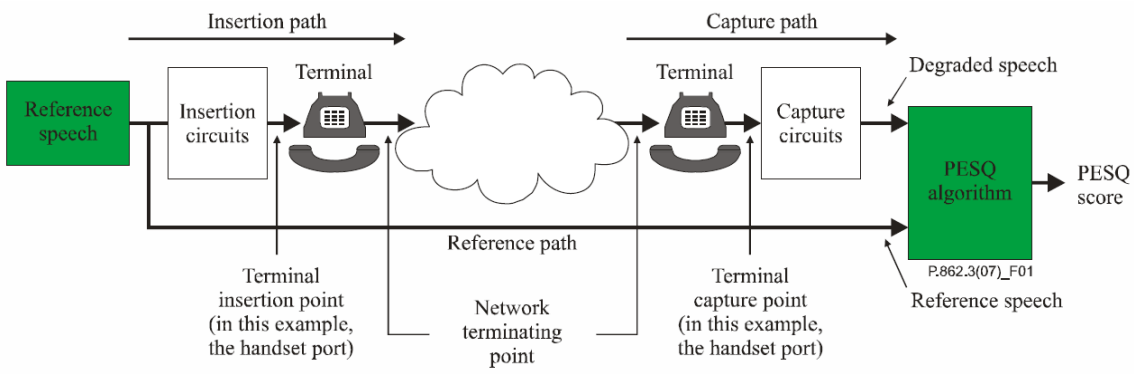

그림 1. PESQ 방식을 통한 전화의 통화 품질 측정
Fig. 1 Measurement of telephone service quality using PESQ method

입하고 있다. 국제적으로 표준화된 유선 전화의 통화 품질을 측정하기 위한 대표적인 방법으로는 PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality)와 E-모델을 들 수 있다.

2-2 PESQ(Perceptual Evaluation of Speech Quality)

PESQ는 그림 1에 나타난 바와 같이 원 신호(reference speech)와 그 신호가 전송 시스템을 통과하여 나온 감쇄된 신호(degraded speech)를 비교하여 평가하는 방식이다. 그러나 최종 PESQ 값은 -0.5에서 4.5사이의 값을 가지게 되어 1부터 5사이의 값을 가지는 MOS (Mean Opinion Score) 값과 직접적인 비교가 불가능하다. 따라서 PESQ 값을 MOS와 직접 비교 가능한 수치로 변환하기 위해서 다음의 식 (1)이 표준화되었다.

$$y = 0.999 + \frac{4.999 - 0.999}{1 + e^{-1.4945 * x + 4.6607}} \quad \cdots\cdots (1)$$

식 (1)의 x는 PESQ 값을 의미하고 y는 변환된 MOS 값을 의미하는데 이를 특히 MOS-LQO (Listening Quality Objective)라고 한다. 결과적으로 식 (1)에 의한 MOS-LQO는 1.02부터 4.56사이의 값을 가지게 된다.

2-3 E-모델

E-모델은 네트워크를 설계하고자 하는 사람이 실제 네트워크를 설치하기 전에 미리 네트워크의 품질을 계산식을 통해 추정하기 위한 설계 도구로써 개발되었다. E-모델은 인터넷과 같은 데이터 네트워크 특유의 손실, 지연 등도 고려하고 있기 때문에 회선 방식의 전화 네트워크뿐만 아니라 데이터 네트워크를 통한 음성 품질 평가에도 적용될 수 있다. E-모델은 그림 2에 나타난 바와 같이 전체 전송과 관련한 다양한 독립적인 요소들을 각각의 파라미터로 분류하여 이들 파라미터간의 관계를 이용하여 서비스 품질을 평가하게 된다.

E-모델의 결과로 종합음성 전송 품질을 나타내는 R 값이라고 불리는 단일 값이 산출되는데, R 값은 신호 대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후 그 정도에서 음성신호, 지연, 주변장치(e.g. 코덱) 등이 품질에 미치는 모든 손실 요소들을 차례로 빼나가는 형태로 계산된다. E-모델의 R 값을 산출하기 위한 식은 다음 식 (2)로 주어진다.

$$R = Ro - Is - Id - Ie\text{-}eff + A \quad \cdots\cdots (2)$$

식 (2)의 각 변수에 대한 정의는 다음과 같다.

- R_0: 회선 잡음, 송신/수신실 내 경음, 가입자 선 잡음에 의한 주관적인 품질저하
- Is: OLR (Overall Loudness Rating), sidetone, 양자화 변형에 의한 주관적인 품질 저하
- Id: 송신한 사람의 에코, 수신한 사람의 에코, 절대지연에 의한 주관적 품질 저하
- Ie-eff: 저비트율 부호화, 패킷/ 셀 손실 등에 의

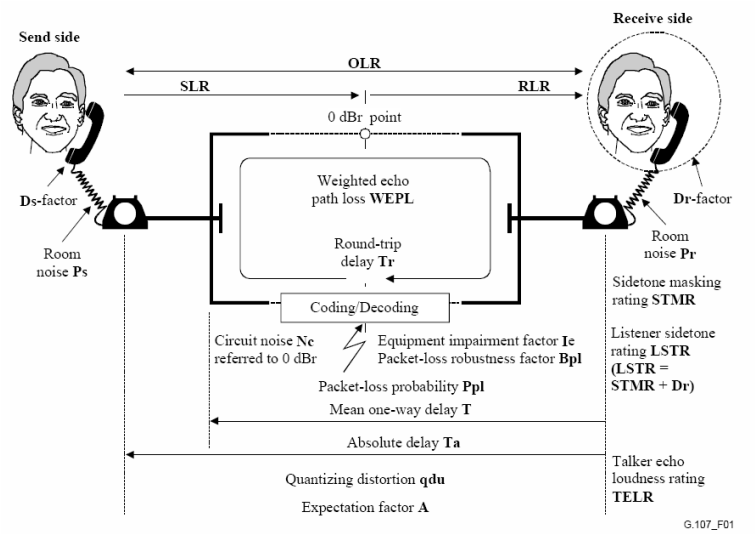

그림 2. E-모델을 통한 전화의 통화 품질 측정
Fig. 2 Measurement of telephone service quality using E-Model

한 주관적 품질 저하

- A : 모바일 통신 등의 편리성이 주관적 품질(만족도)에 끼치는 영향을 고려한 값

각 변수를 산출하기 위한 상세한 산출 방법에 대해서는 이미 표준 문서에 상세히 설명되어 있으므로 이를 참조할 수 있다. 결과적으로 E-모델은 종합음성 전송 품질을 나타내는 R 값이라고 불리는 단일 값을 산출하는데 산출된 R 값은 다음의 관계식인 식 (3)에 의하여 MOS-CQE (Convesational Quality Estimated) 값으로 변환된다.

$$MOS = \begin{cases} 1, & \text{for } R \le 0 \\ 1 + 0.035R + R(R-60) \\ \quad \times(100-R)7\times 10^{-6}, & \text{for } 0 < R < 100 \\ 4.5, & \text{for } R \ge 100. \end{cases} \quad \cdots\cdots (3)$$

2-4 PESQ와 E-모델의 비교

앞에서 살펴본 전화 서비스의 두 가지 품질 측정 방법인 PESQ와 E-모델은 상호간의 차이에 의한 뚜렷한 장단점을 가지고 있다. 우선 PESQ는 실제 음성의 음질을 측정하는 반면 E-모델은 네트워크 전송 품질을 측정한다는 점에서 PESQ가 실제 음성 품질을 정확하게 반영할 수 있고 최종 단말기를 통한 전달되는 음성을 기준으로 측정하므로 하부 전송 네트워크가 IP 기반인지 회선 기반인지의 여부에 관계없는 측정이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 PESQ는 측정을 위해서 반드시 시험 음성 입력 (reference speech)이 필요한 주입식 방식(intrusive method)이기 때문에 일반 단말기를 통한 측정이 다소 어려울 수 있고 특히 실제 통화에 대한 측정이 아니라 시험 음성 입력에 대한 단방향 측정만 가능하다는 단점이 있다.

반면 E-모델은 비주입식 방식(Non-intrusive Method)이므로 별도의 시험 입력을 가하지 않고서도 측정 가능하기 때문에 일반 단말기에서 실제 이루어진 통화의 품질을 측정할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 E-모델은 네트워크에서 발생하는 손실이나 지연을 기반으로 추정하는 방식이기 때문에 유무선에 관계없이 인터넷 전화 서비스의 종단단 품질 측정이 가능한 반면에 인터넷 전화와 기존의 회선 기반의 유선 전화 혹은 이동 전화 간 품질 측정은 일부 구간에 대해서만 가능하다는 단점이 있다.

III. 제안하는 측정 방안

와이브로와 같은 무선 네트워크를 통해서 서비스되는 VoIP 서비스의 품질을 관리하기 위해서는 패킷의

전송 지연, 지터, 패킷손실률과 같은 네트워크 품질 지표뿐만 아니라 RSSI(Received Signal Strength Indicator)나 CINR(Carrier to Interface Noise Ratio)과 같은 무선 전송과 관련된 품질 지표가 VoIP 서비스 품질에 미치는 영향을 측정하고 분석하는 것이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 표 1에서와 같이 VoIP 품질지표, 네트워크 품질지표, 무선 품질지표의 세 계층의 품질지표 측정에 기반하는 VoIP 품질 관리 방안을 제안하고 이의 구현을 위한 측정 소프트웨어를 개발하였다.

표 1. 제안하는 품질 관리 방안의 세 개의 품질지표 계층
Table 1. Three-layered service quality metrics of the proposed management scheme

구분	세부 품질지표
무선 품질 지표	RSSI (Received Signal Strength Indicator)
	Tx Power
	CINR (Carrier to Interface Noise Ratio)
	PER(Packet Error Rate)
네트워크 품질 지표	대역폭(Bandwidth)
	지연(Delay)
	손실률(Loss)
	지터(Jitter)
	비순차율(Out of order)
VoIP 품질 지표	MOS(Mean Opinion Score)
	R 값 (음성 종합 품질 값)

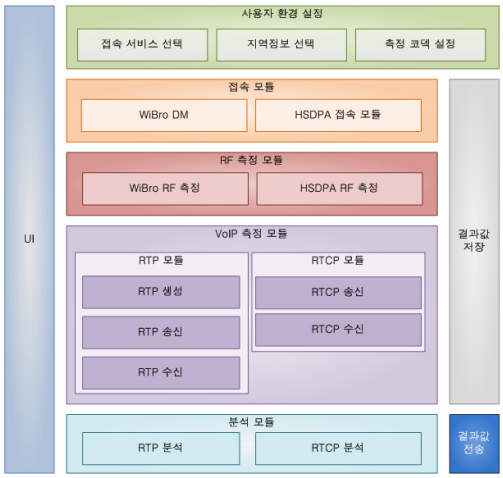

그림 3. 품질 측정 소프트웨어의 구성
Fig. 3 The architecture of developed software

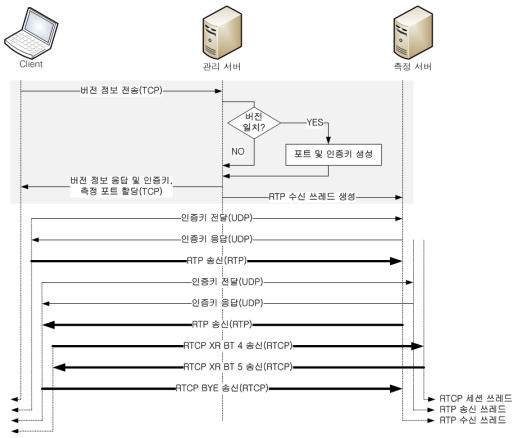

그림 4. VoIP 품질 측정 동작 시나리오
Fig. 4 The operation scenario for the quality of VoIP service over WiBro

개발된 품질 측정 소프트웨어는 사용자 시스템과 측정 서버 간의 MOS 및 R 값의 측정을 위한 기능과 사용자 시스템의 무선 품질 지표를 측정하기 위한 두 개의 기능으로 크게 구성된다. 그림 3은 품질 측정 소프트웨어의 전체 구성을 나타낸다.

각 품질 지표를 측정하기 위한 세부 알고리즘은 관련 표준기관의 표준화 문서에 정의된 방법을 따라 구현되었다. MOS와 R 값을 계산하는 방법은 ITU-T의 표준문서인 G.107[8]을 준수하였고 패킷 전송 지연과 지터, 패킷손실률등의 네트워크 품질 지표 측정을 위해서는 RTP와 RTCP가 제공하는 정보를 이용하였다[9][10][11]. 그림 4는 개발된 품질 측정 소프트웨어와 서버 간 동작 시나리오를 나타내고 있다.

Ⅳ. 결론 및 향후 계획

향후 와이브로를 통한 전화 서비스의 활성화를 위해서 모바일 인터넷 전화 서비스 품질 관리 방안이 수립되어야 한다. 이의 첫 단계로서 본 논문에서는 사용자 단말 중심의 서비스 품질 측정에 의한 품질 관리 방안을 제안하였고 이의 구현을 위하여 개발된 품질 측정 소프트웨어를 소개하였다.

개발된 소프트웨어는 사용자 단말에 설치되어 서비스 품질을 측정하고 분석하며 보고할 수 있는 기능을 가지고 있다. 특히 와이브로를 통한 전화 서비스의 품

질을 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 두 번째 단계는 개발된 소프트웨어의 검증이다. 기존의 계측 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 논문은 2008년도 한경대학교 교비 해외파견 연구비의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

[1] 이주영, “해외의 모바일 VoIP서비스 제공 현황,” 방송통신정책, 제21권, 9호, 2009년 5월.
[2] 김민정, “모바일 VoIP 진화와 시사점,” 정보통신정책, 제18권, 4호, 2006년 3월.
[3] 인터넷 블로그, A new approach to VoIP - VoIP on Web2.0, available at http://mushman.co.kr/
[4] 인터넷 사이트, Skype, available at http://www.skype.com/
[5] 인터넷 사이트, Truphone, available at http://www.truphone.com/
[6] 인터넷 사이트, Fing, available at http://www.fring.com/
[7] IEEE Std 802.16-2009, IEEE Standard for Local and metropolitan area network, Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems, May 2009.
[8] ITU-T, The E-Model, A Computational Model for Use in Transmission Planning, ITU-T Recommendation G.107, Dec. 1998.
[9] H. Schulzrinne et al., “RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications,” IETF RFC 3550, Jul. 2003.
[10] G. Almes el al., “A One-way Delay Metric for IPPM,” IETF RFC 2679, Sep. 1999.
[11] G. Almes el al., “A One-way Packet Loss Metric for IPPM,” IETF RFC 2680, Sep. 1999.

저자 소개

김동연(Dong-yon Kim)

1986년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1988년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1995년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
한경대학교 전자공학과 교수
※ 주관심분야 : 모바일 IPTV/VoIP 서비스

김범준(Beom-joon Kim)

1996년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1998년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
2003년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
계명대학교 전자공학과 교수
※ 주관심분야 : 모바일 IPTV/VoIP 서비스, TCP 성능분석