

---

# 와이브로 네트워크를 통한 음성 서비스의 측정 기반 품질 기준 수립

김범준\*

Service Quality Criteria for Voice Services over a WiBro Network

Beom-Joon Kim\*

요 약

본 논문은 현재 상용화되어 국내에서 서비스가 제공되고 있는 무선 접속 시스템인 와이브로 네트워크를 통해서 패킷기반 음성 서비스가 제공되는 경우 예상되는 서비스 품질에 관한 것이다. 무선 환경에서 패킷기반 음성 서비스를 위한 체계적인 서비스 품질 관리 방안 수립을 위한 노력의 일환으로 이미 개발된 품질 측정 소프트웨어[2][3]를 이용하여 다양한 시나리오 하에서 음성 서비스의 품질을 측정하였다. 측정 결과의 분석을 통해서 현 시점에서 와이브로 네트워크를 통해서 음성 서비스가 제공될 경우 서비스 품질이 상당히 양호할 것임을 확인할 수 있었다. 추가적으로 무선 전송 환경의 변화가 음성 서비스의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위한 또 다른 실험을 통해서 음성 서비스 품질의 급격한 저하 현상이 나타나는 무선 품질 지표의 값을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

This paper covers the service quality of packet-based voice service that is provided over a wireless broadband (WiBro) network. Using a measurement software that has been developed in the course of preparing a advanced service quality management scheme for the packet-based voice service over a wireless network[2][3], a huge scale of experiment is conducted to measure the real quality of the voice service. Based on our analysis of the measurement result, the service quality of the voice service is supposed to be quite good over WiBro networks. In addition, another experiment to investigate the effect of degradation of wireless transmission conditions on the service quality of the voice service shows the values of wireless service metris in which mean opinion score (MOS) starts to decrease.

키워드

Service quality criteria, Quality mesurement, VoIP service, WiBro network  
서비스품질기준, 품질측정, VoIP 서비스, 와이브로네트워크

## 1. 서 론

최근 유선 네트워크상에서 널리 도입되고 있는 패

킷기반의 VoIP (Voice over Internet Protocol)를 통한  
전화 서비스가 향후 무선 네트워크상에서도 성공적으  
로 보편화되기 위해서는 몇 가지 해결해야 하는 문제

---

\* 계명대학교 전자공학과(bkim@kmu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 10. 12

심사(수정)일자 : 2011. 11. 29

게재 확정일자 : 2011. 12. 12

점이 존재한다. 그 중 가장 큰 문제점은 서비스 품질과 관련된 것이다. IP 패킷을 이용한 음성 신호의 전송은 전송 효율을 높일 수 있는 반면 일정한 수준의 서비스 품질을 항상 보장할 수 없다는 문제점이 있다 [1],[2],[3]. 이 문제점은 IP 서비스의 BE (Best Effort) 특성으로 인한 것이기 때문에 IP 네트워크를 통해서 서비스가 이루어지는 한 이를 근본적으로 해결하는 것은 쉽지 않다. 지금도 인터넷에서는 이로 인한 서비스 품질 저하 현상이 심심찮게 발생하고 있지만 다행히도 웹이나 파일 전송과 같은 데이터 서비스는 실시간성을 띄고 있지 않은 데이터 위주의 서비스이기 때문에 그다지 큰 문제로 여겨지고 있지는 않다. 그러나 전화 서비스는 실시간 서비스이기 때문에 적절한 비용의 지불이 이루어지기 위해서는 일정 수준 이상의 서비스 품질의 유지가 매우 중요한 이슈가 될 것이다.

이러한 인식과 함께 한국정보화진흥원(NIA)[4]은 최근 인터넷 기반의 음성 서비스에 대한 서비스 품질의 효율적인 관리를 위하여 서비스 품질을 사용자 단말에서 직접 측정하는 것이 가능하도록 하는 품질 측정 소프트웨어를 개발하였다[2],[3]. 향후 무선 네트워크를 통한 패킷기반의 음성 서비스의 품질 관리 체계를 구축하기 위해서는 현재 이루어지고 있는 서비스의 품질 수준에 대한 조사 및 분석이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 다양한 형태의 실제 측정을 통하여 국내에서 상용화되어 서비스가 이루어지고 있는 와이브로 네트워크를 통한 패킷기반 음성 서비스의 서비스 품질을 분석한다.

## II. 품질 측정 소프트웨어

### 2.1 품질 측정 소프트웨어

패킷기반 음성 서비스의 품질을 측정하기 위하여 서비스 품질을 사용자 단말에서 직접 측정할 수 있도록 개발된 품질 측정 소프트웨어[2][3]를 사용하였다. 이 품질 측정 소프트웨어는 현재 국내에 상용화된 패킷기반의 무선 접속 시스템인 와이브로를 지원하여 사용자 단말기에서 다양한 품질 지표를 측정하는 것이 가능하다.

개발된 품질 측정 소프트웨어는 각 품질 지표를 측정하기 위한 기능을 구현하는 모듈과 측정 결과를 분

석하고 저장하는 한편 화면에 출력하기 위한 기능으로 구성되어 있다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 다양한 시험과 기존의 상용 소프트웨어와의 비교를 통하여 측정 기능에 대한 신뢰성 검증이 이루어진 바 있다[2][3].

### 2.2 품질 지표의 선정

모바일 인터넷 전화 서비스 품질에 영향을 미칠 수 있는 품질 지표들을 전송 계층을 기준으로 무선 품질 지표, 네트워크 품질 지표, 그리고 VoIP 서비스 품질 지표의 세 개의 계층으로 구분하였다. 표 1에는 와이브로 네트워크를 통한 음성 서비스의 품질에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 품질 지표들 가운데 사용된 품질 측정 소프트웨어에서 측정 가능한 품질 지표로 선정된 것들을 계층별로 정리한 것이다.

무선 품질 지표로는 물리 계층에서 실제 전송되는 신호 단위의 품질을 나타내는 지표로서 수신 신호의 강도를 나타내는 RSSI (Received Signal Strength Indicator)와 Tx Power (Transmission Power)를 선정하였다. 그리고 잡음 대비 유효한 신호의 세기를 나타내는 품질 지표로서 CINR (Carrier to Interface Noise Ratio)을 선정하였다.

네트워크 품질 지표로는 가장 대표적이면서도 가장 일반적으로 알려져 있는 대역폭, 지연, 지터, 패킷손실을 선정하였다. 이들 지표의 값을 측정하기 위해서 품질 측정 소프트웨어는 RTP (Real-time Transport Protocol)와 RTCP (Real-time Transport Control Protocol)가 제공하는 정보를 이용하도록 하였는데 세부적으로는 IETF (Internet Engineering Task Force)에 의해 발간된 표준 문서[12][13][14][15][16]와 국내 표준 문서[7]을 참조하였다.

마지막으로 최상위 품질 지표인 VoIP 품질 지표로는 R 값과 MOS (Mean Opinion Score)를 선정하였다. 사용된 품질 측정 소프트웨어는 측정된 네트워크 품질 지표들의 값을 이용하여 E-Model[11]에 근거한 R 값을 산출하고 이를 근거로 최종적으로 MOS 값을 산출하도록 구현되었다.

표 1. 측정 대상 품질 지표  
Table 1. Quality metrics for measurement

구분	세부 품질 지표
무선 품질지표	RSSI (Received Signal Strength Indicator)
	Tx Power (Transmission Power)
	CINR (Carrier to Interface Noise Ratio)
네트워크 품질지표	대역폭, 지연, 지터, 패킷손실률
VoIP 품질지표	R 값, MOS (Mean Opinion Score)

영 체제를 사용하는 스마트폰의 경우 아직 Active X 방식의 품질 측정 소프트웨어의 설치가 불가능한 어려움이 있기 때문이다. 이와 관련하여서는 향후 추가적인 보완이 이루어 질 예정이다.

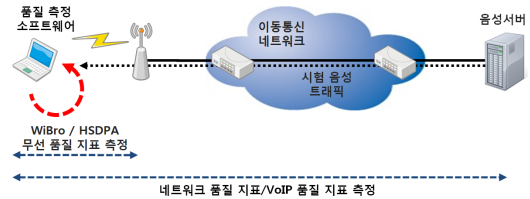


그림 1. 품질 측정 환경  
Fig. 1 Quality measurement environments

### III. 품질 측정 및 분석

#### 3.1 측정 환경

와이브로 네트워크를 통한 패킷기반 음성 서비스의 품질 측정을 수행하기 위한 측정 환경을 그림 1과 같이 구축하였다. 측정을 위한 이동 단말은 노트북으로 구현하였다. 이는 윈도우즈 모바일과 그 외의 다른 운

그림 1에 나타난 바와 같이 음성 서버에서 발생한 음성 전화 트래픽은 상용 인터넷과 와이브로 네트워크를 통하여 이동 단말에 수신된다. 음성 트래픽이 발생하도록 함에 있어 현재 사용되고 있는 코덱들 가운데 가장 통화 품질이 좋은 64kbps의 G.711과 압축률이 높아 스마트폰이나 인터넷 전화에서 가장 보편적

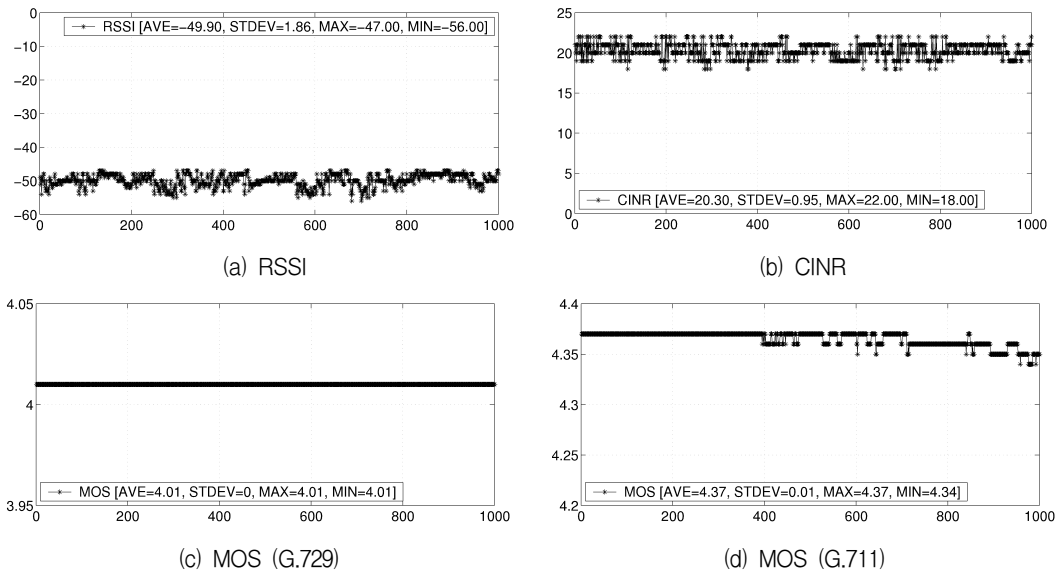


그림 2. 와이브로를 통한 전화 서비스의 품질 측정 결과  
Fig. 2 Quality measurement results of telephony service over a WiBro network

으로 사용되는 8kbps의 G.729의 두 가지 대표적인 코덱을 선정하였고 일정한 양의 데이터가 일정한 주기로 발생하는 음성 트래픽의 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. 실제 인터넷 이동 전화 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 얻을 수 있었다.

### 3.2 측정 결과

다음 그림에는 3.1절에서 설명한 측정 환경에서 실제 측정을 통해 얻어진 결과를 정리하였다. 다섯 가지 측정 시나리오에 대해서 품질 지표 별로 200개씩의 샘플 데이터를 얻은 후 대표적인 네 개의 품질 지표에 대한 측정 결과를 다음 그림 2에 그래프로서 나타내었다. 다섯 개의 시나리오에 대해서 얻어진 각 200개의 샘플 데이터들에는 얻어진 순서대로 번호를 할당하였으며 각 그림의 x축의 숫자가 이를 의미한다. 예를 들어 샘플 데이터 1부터 200까지의 200개의 샘플 데이터는 첫 번째 측정 시나리오인 실내/정지 상태에서 측정된 것이고 201부터 400까지의 200개의 샘플 데이터는 두 번째 측정 시나리오인 실내/이동 상태에서 측정된 것이다. 이런 식으로 각 그림에는 다섯 개의 시나리오에 대한 총 1,000개의 샘플 데이터의 값이 포함되어 있다.

그림 2의 네 개의 그래프는 와이브로를 통해서 전화 서비스가 제공되는 경우의 품질 측정 결과를 보여준다. 측정된 품질 지표들 가운데 대표적인 무선 품질 지표인 RSSI와 CINR, 그리고 G.729와 G.711 두 가지 코덱에 대한 MOS 값을 나타내었다. 편의상 각 그래프에는 측정 결과의 평균값(AVE), 표준편차(STDEV), 최대값(MAX), 최소값(MIN)을 표시하였다.

그림 2-(a)에 나타난 바와 같이 전반적인 RSSI 값은 대략 -50dBm을 기준으로 약간의 등락을 보였는데 이 값은 일반적으로 상용 단말에서 분류하는 가장 좋은 무선 품질에 해당한다. RSSI의 세기를 다섯 등급

으로 분류하여 안테나의 개수로 표시하는 일반 단말기에서 -50dBm의 RSSI 값은 다섯 개의 안테나가 모두 켜진 경우에 해당하였다.

최근 마련된 모바일 인터넷 전화 통화 품질 기준[9]에 따르면 MOS가 4.0이상이면 Toll Quality라 하여 일반 회선기반 아날로그 전화의 음성 품질과 거의 구분할 수 없는 수준으로 여겨지고 3.5에서 4.0이면 Communication Quality라 하여 상대방과 자연스러운 통화를 하기에 충분한 정도의 음성 품질을 의미한다. 또한 MOS 점수가 2.5에서 3.5 사이라면 Synthetic Quality라 하여 통화는 가능하지만 자연성이 부족하고 상대 화자를 식별할 수 없을 정도의 음성 품질을 의미한다.

그림 2-(c)와 2-(d)에서 확인할 수 있는 바와 같이 두 개의 코덱에 대한 두 가지 경우 모두 MOS가 4 이상의 값을 보이고 있으므로 통화 품질은 상당히 양호할 것으로 판단된다. 무선 전송 조건이 좋은 경우에는 G.711이 G.729보다 MOS 값이 큰 것을 볼 수 있는데 이는 G.711에 비해 G.729의 압축률이 높아 전송 과정에서의 품질 저하와는 관계없이 원래 신호 자체의 품질이 다소 떨어지기 때문이다. 반면 실외/이동 시나리오에서 측정된 샘플 데이터 801부터 1000까지에서 볼 수 있듯 무선 전송 조건이 다소 열악해지면 G.711에는 즉각적으로 영향을 미치는 반면 적은 전송량을 요구하는 G.729에는 그다지 큰 영향이 없었다. 그렇다고 하더라도 G.711 코덱에 대한 MOS 값의 하락 정도는 매우 미미한 수준이다.

### 3.3 무선 품질 지표에 의한 영향 분석

앞의 3.2절의 측정 결과에 의하면 실제 와이브로 네트워크를 통하여 음성 서비스를 제공하는 경우 서비스 품질은 비교적 양호할 것으로 판단할 수 있다. 그렇다면 실제 MOS 값의 하락을 유발하는 무선 품질 지표의 값은 어느 정도 인지 파악하기 위하여 추가적인 실험을 실시하였다. 그림 3은 이를 위한 실험 환경을 보여준다.

앞의 그림 2의 측정 환경과 거의 유사하지만 음성 서버에서 발생되어 상용 인터넷을 거친 음성 트래픽이 와이브로 네트워크가 아닌 무선 채널 에뮬레이터를 거쳐 품질 측정 소프트웨어가 동작하고 있는 이동 단말로 전송된다는 점에서 다소 차이가 있다. 무선 채

널 에뮬레이터는 와이브로의 무선 채널을 에뮬레이션하기 위한 장비로 인위적으로 무선 품질 지표의 값을 변화시키기 위하여 사용되었다. 따라서 무선 품질 지표의 변화에 따른 네트워크 품질 지표와 VoIP 품질 지표의 변화를 관찰하는 것이 가능하였다. 다음 표 2에는 무선 채널을 에뮬레이션하는 과정에서 이루어진 세 가지 설정에 따른 무선 품질 지표의 값을 정리하였다. 이 값들은 최악의 상황을 가정하기 위해서 실제 측정되는 값보다는 다소 작게 설정되었다.

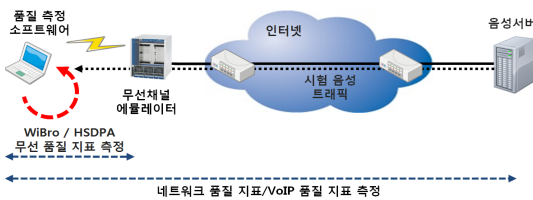


그림 3. 무선 채널 에뮬레이터를 이용한 실험 환경  
Fig. 3 Quality measurement environments with a channel emulator

표 2. 무선 채널 에뮬레이션 과정에서 설정된 무선 품질 지표 값

Table 2. Three configurations for wireless channel emulation

	와이브로
설정 1	RSSI -70 CINR 16
설정 2	RSSI -75 CINR 14
설정 3	RSSI -80 CINR 12

그림 4부터 8가지에는 세 가지 설정에 대한 와이브로 네트워크의 주요 품질 지표에 대한 측정 결과를 도시하였다. 각 품질 지표마다 200개의 샘플 데이터를 얻어 측정된 시간 순서대로 번호를 할당하였고 앞의 그림에서와 마찬가지로 각 그림의 x축은 할당된 샘플 데이터의 번호를 의미한다.

먼저 설정 1, 설정 2, 설정 3에 대해서 와이브로의 G.711 코덱에 대한 MOS 값을 측정하였다. 그 가운데 그림 4는 설정 3에 대한 결과를 보여준다. 설정 1, 설정 2에서는 계속 4 이상의 값을 유지하던 MOS 값이 설정 3에서는 그림 4에서 볼 수 있는 바와 같이 4 이하로 떨어지는 현상이 간헐적으로 발생하는 것을 확

인할 수 있다. 이에 대한 원인은 다음 그림 5와 6에 나타난 설정 3에 대한 전송 지연과 지터의 측정 결과에서 찾을 수 있는데 특히 그림 5에 나타난 전송 지연은 일시적으로 급격하게 증가하는 현상을 보였으며 그러한 현상을 보이는 샘플 데이터의 번호가 MOS 값이 하락하는 샘플 데이터의 번호와 정확하게 일치하는 것으로 보아 MOS 값의 하락에 직접적인 원인으로 작용하는 것으로 분석할 수 있다. 그림 6에 나타난 지터는 설정 1이나 설정 2에 비해서 다소 증가하기는 하였으나 증가하는 폭이 그다지 크지 않다는 점에서 전송 지연에 비해서 MOS에 미치는 영향은 미미한 것으로 분석된다.

앞에서 살펴본 G.711 코덱의 경우와는 달리 G.729 코덱을 사용하는 경우 가장 열악한 전송 환경인 설정 3에서도 MOS 값이 비교적 4에 가까운 값을 유지하였다. 이에 대한 주요 원인 역시 전송 지연에서 찾을 수 있었는데 그림 8에서 확인할 수 있는 바와 같이 전송 지연이 일시적으로 증가하긴 하였으나 그 증가 폭은 G.711 코덱의 경우에 비해 훨씬 더 적었다. 이는 64kbps를 요구하는 G.711에 비해서 G.729는 8kbps의 전송 속도를 요구하기 때문에 무선 전송 환경의 악화와 그에 따른 대역폭의 감소에도 비교적 잘 견디는 것으로 분석할 수 있다. 포함시키지는 않았지만 설정 3에서의 지터 역시 설정 1과 설정 2에서에 비해서 역시 다소 증가하였으나 그 증가 폭은 미미하여 MOS 값에는 직접적인 영향이 없는 것으로 판단된다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 현재 상용화되어 있는 무선 접속 시스템인 와이브로 네트워크를 통해서 패킷기반의 음성 서비스가 제공되는 경우에 대한 다양한 실험을 수행하였다. 실험 결과를 통해서 얻은 두 가지 결론은 다음과 같다. 첫째는 본 논문에서 이루어진 다양한 품질 지표의 측정 결과에 의하면 와이브로 네트워크를 통한 음성 서비스의 품질은 전반적으로 양호할 것이라는 점이다. 둘째는 실제 음성 품질에 영향을 주기 시작하는 무선 전송 환경의 악화 정도였다. 일종의 스트레스 테스트 형식으로 진행된 실험을 통해서 음성 품질의 급격한 저하가 발생하는 시점의 무선 품질 지표

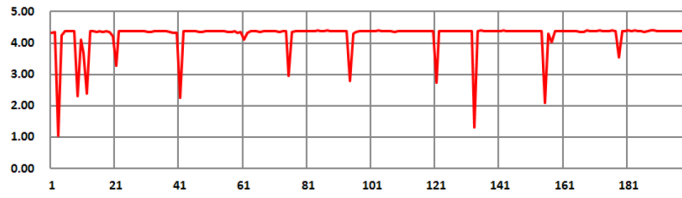


그림 4. 설정 3에서 G.711 코덱에 대한 와이브로의 MOS  
Fig. 4 Measured MOS for G.711 under configuration 3

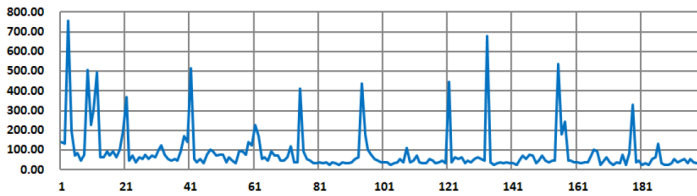


그림 5. 설정 3에서 G.711 코덱에 대한 와이브로의 전송 지연 (단위 : msec)  
Fig. 5 Measured transmission delay for G.711 under configuration 3 (msec)

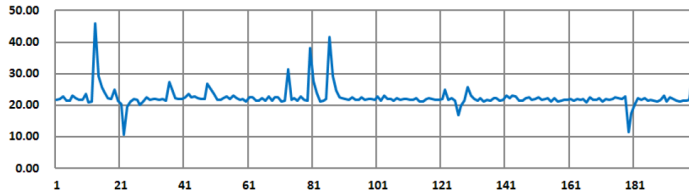


그림 6. 설정 3에서 G.711 코덱에 대한 와이브로의 지터 (단위 : msec)  
Fig. 6 Measured jitter for G.711 under configuration 3 (msec)

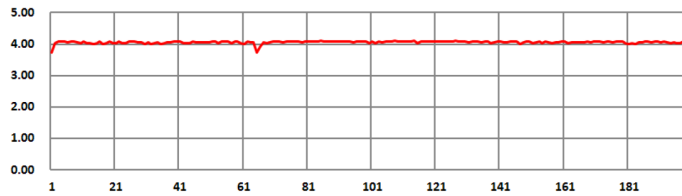


그림 7. 설정 3에서 G.729 코덱에 대한 와이브로의 MOS  
Fig. 7 Measured MOS for G.729 under configuration 3

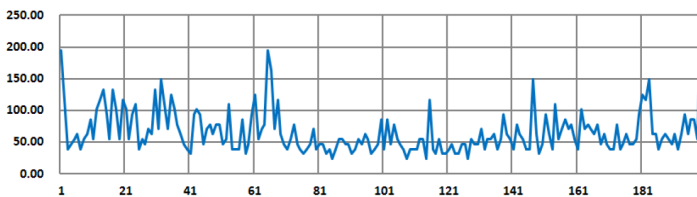


그림 8. 설정 3에서 G.729 코덱에 대한 와이브로의 전송 지연 (단위 : msec)  
Fig. 8 Measured transmission delay for G.729 under configuration 3 (msec)

의 값을 확인할 수 있었다. 본 연구의 연구 결과는 향후 와이브로 네트워크를 이용한 패킷기반의 이동 전화 서비스를 제공함에 있어 서비스 품질 관리 방안을 수립하고 적절한 품질 관리 기준을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 김동연, 김범준, “와이브로를 통한 모바일 VoIP 서비스의 측정 기반 품질 평가 방안,” 한국전자통신학회논문지, 제5권, 제5호, pp. 528-534, 2010.
- [2] 김범준, “소프트웨어 기반 모바일 VoIP 서비스 품질 측정,” 한국전자통신학회논문지, 제6권, 제1호, pp. 55-60, 2011.
- [3] 김진철, 김범준, “모바일 인터넷 전화 서비스의 예방적 서비스 품질 관리 체계 구축을 위한 품질 측정 소프트웨어 개발 및 신뢰성 검증,” 정보처리학회논문지C, 18-C권, 2호, pp. 103-110, 2011.
- [4] 한국정보화진흥원, <http://www.nia.or.kr>
- [5] TTA, TTAS.KO-01.0077, 인터넷전화 통화품질 지표, 한국정보통신기술협회, 2005년 12월.
- [6] TTA, TTA.KO-01.0136, 광대역망에서의 VoIP 서비스 통화 품질 기준, 2008년 12월.
- [7] TTA, TTAS.KO-01.0138, RTP/RTCP기반 인터넷 전화 종단 간 품질 측정 방법, 2008년 12월.
- [8] TTA, TTA.KO-01.0148, 모바일 인터넷 전화 통화 품질 기준, 2009년 12월
- [9] ITU-T, Objective Quality of Telephoneband (300-3400hz) Speech Codecs, ITU-T Recommendation P. 861, Aug., 1996.
- [10] ITU-T, Perceptual Evaluation of Speech Quality (PESQ), ITU-T Recommendation P. 862, Feb., 2001.
- [11] ITU-T, The E-Model, A Computational Model for Use in Transmission Planning, ITU-T Recommendation G.107, Dec., 1998.
- [12] H. Schulzrinne et al., “RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications,” IETF RFC 3550, Jul., 2003.
- [13] G. Almes et al., “A One-way Delay Metric for IPPM,” IETF RFC 2679, Sep., 1999.
- [14] G. Almes et al., “A One-way Packet Loss Metric for IPPM,” IETF RFC 2680, Sep. 1999.
- [15] T. Friedman et al., “RTP Control Protocol

Extended Reports (RTCP XR),” IETF RFC 3611, Nov., 2003.

- [16] H. Schulzrinne et al., “RTP : A Transport Protocol for Real-Time Applications,” IETF RFC 3550, Jul., 2003.

## 저자 소개



### 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

※ 관심분야 : 모바일 IPTV/VoIP 서비스