

와이브로와 HSDPA 시스템에서의 패킷 기반 음성 서비스의 품질 측정 및 분석

김진철* · 김범준**

요약

본 논문은 현재 상용화되어 국내에서 서비스가 제공되고 있는 이동통신 시스템인 와이브로와 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 시스템을 통해서 패킷 기반 음성 서비스가 제공되는 경우의 서비스 품질에 관한 것이다. 미래의 체계적인 서비스 품질 관리 방안 수립 과정에서 이미 개발된 품질 측정 소프트웨어[2]를 이용하여 다양한 시나리오 하에서 실제 음성 서비스의 품질을 측정하였다. 측정 결과의 분석을 통해서 현 시점에서 와이브로와 HSDPA 시스템 기반으로 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 MOS(Mean Opinion Score)값의 급격한 저하 현상이 나타나는 무선 품질 지표의 값을 확인할 수 있었다.

키워드 : 서비스 품질, 품질 측정 소프트웨어, 패킷 기반 음성 서비스

Quality Measurement and Analysis of Packet-based Voice Service over WiBro and HSDPA Systems

Kim Chin-Chol^{*} · Kim Beomjoon^{**}

ABSTRACT

This paper covers the service quality of packet-based voice service that is provided over wireless broadband (WiBro) and high speed downlink packet access (HSDPA) systems. 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 wireless networks, a huge scale of experiment is conducted to measure the real quality of the voice service. Based on our analysis of the measurement results, the service quality of the voice service is supposed to be quite good over both wireless systems. 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 metrics in which mean opinion score (MOS) starts to decrease.

Keywords : Service Quality, Quality Measurement Software, Packet-Based Voice Service

1. 서론

최근 유선 네트워크상에서 널리 사용되고 있는 패킷기반의 VoIP (Voice over Internet Protocol) 기술을 이용한 전화 서비스가 향후 무선 네트워크에서도 성공적으로 보편화되기 위해서는 몇 가지 해결해야 하는 문제점이 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]. 이는 IP 서비스 고유의 BE (Best Effort) 특성으로 인한 것이기 때문에 IP 네트워크를 통해서 서비스가 제공되는 한 이 문제점을 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.

지금까지의 이와 같은 인식과 함께 한국정보화진흥원(NIA)은 인터넷에서 제공되고 있는 서비스들에 대한 지속적

* 본 연구는 2011년 산학협동재단 학술연구지원사업의 지원으로 수행되었음.
† 정 회 원 : 한국정보화진흥원 융합서비스부 품질보증팀 팀장
** 정 회 원 : 계명대학교 전자공학과 교수(교신저자)
논문접수 : 2011년 8월 25일
수정일 : 1차 2012년 1월 17일
심사완료 : 2012년 1월 17일

인 품질 향상과 서비스 사업자들의 자발적인 품질 개선 노력을 유도하기 위한 방안을 제시하기 위한 노력을 지속해왔다. 그런 노력의 일환으로 인터넷품질측정시스템(<http://speed.nia.or.kr>)을 구축하여 인터넷속도, 인터넷 전화, 무선 인터넷 서비스에 대한 서비스 이용자의 자발적인 품질 측정 및 기상도를 제공하고 있다. 최근에는 인터넷 기반의 이동 전화 서비스에 대한 서비스 품질의 효율적인 관리를 위하여 서비스 품질을 사용자 단말에서 직접 측정하는 것이 가능하도록 하는 품질 측정 소프트웨어를 개발하였다[2]. 향후 무선 네트워크를 통한 패킷기반의 이동 전화 서비스의 품질 관리 체계를 구축하기 위해서는 현재 이루어지고 있는 서비스의 품질 수준에 대한 면밀한 조사 및 분석이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 다양한 형태의 실제 측정을 통하여 국내에서 상용화되어 서비스가 이루어지고 있는 와이브로와 3세대 이동 통신인 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)의 두 무선 접속 시스템을 통한 패킷기반 음성 서비스의 서비스 품질을 분석한다.

2. 인터넷 전화 서비스 품질 측정 방법

2.1 인터넷 전화 서비스 품질 측정에 대한 연구 동향

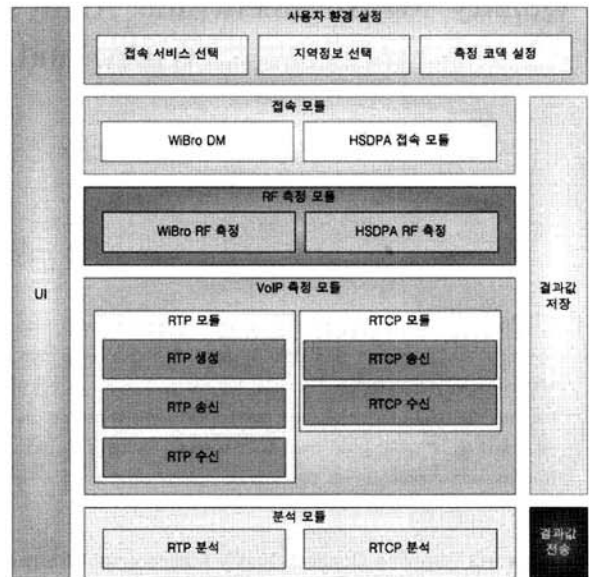
인터넷기반의 전화 서비스의 품질 측정과 관련된 연구와 표준화는 국내외에서 비교적 활발하게 진행되어 왔다[5-11]. 그러나 대부분의 결과물들은 유선 인터넷 전화 서비스의 품질 측정에 관한 것으로 무선을 통한 패킷기반 음성 서비스에 대한 연구는 아직 상대적으로 미미한 상황이다. 이는 이동 통신 시스템을 이용한 패킷기반의 음성 서비스가 아직 도입 초기 단계에 있어 서비스 제공 사업자들이 획기적인 서비스 형태의 개발에 집중하고 있어 서비스 품질은 주요 이슈에서 소외되고 있기 때문이다. 서비스 이용자들 역시 저렴한 가격이나 이동성으로 인한 편리를 감안하여 다소간의 서비스 품질 저하를 암묵적으로 용납하고 있다는 점도 이유로 들 수 있다. 그러나 무선을 통한 패킷기반 음성 서비스가 정착되어 본격적으로 활성화되기 위해서는 과거 유선 인터넷 접속 서비스의 사례와 같이 서비스 품질이 매우 큰 영향력을 미칠 것이다.

2.2 기존의 인터넷 전화 서비스 품질 측정 방법

기존 표준 문서에 나타난 패킷기반의 유선 전화 서비스의 품질을 측정하는 방법은 회선기반의 유선 전화 통화 품질을 측정하기 위한 방법과 크게 다르지 않다[5],[6],[7],[9],[10],[11]. 이는 전화 서비스의 통화 품질을 측정하기 위한 방법이 하부 전달 네트워크가 회선기반인지 패킷기반인지 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) [9],[10]와 E-Model[11]을 들 수 있다. 이 두 가지 방법은 국내 표준 문서로도 거의 그대로 수용되어 발간되어 실제 적

용되고 있다[5],[6],[7],[8].

PESQ는 원래의 신호(Reference Speech)와 그 신호가 전송 시스템을 통과하여 나온 감쇄된 신호(Degraded Speech)를 비교하여 평가하는 방식이다. PESQ에 의한 -0.5에서 4.5 사이의 결과 값은 1과 5사이의 값을 가지는 주관적 음성 품질 지표인 MOS (Mean Opinion Score)와 직접적인 비교가 불가능하므로 이를 가능하게 하기 위해서 변환하여야 한다. 반면 E-Model은 인터넷과 같은 패킷기반 네트워크에만 존재하는 패킷 손실, 전송 지연 등을 고려하기 때문에 회선기반의 전화 네트워크뿐만 아니라 패킷기반 네트워크를 통한 음성 품질 평가에도 적용될 수 있다. E-Model으로부터 종합 음성 전송 품질을 나타내는 R 값이 최종적으로 산출되는데 이 값은 신호 대 잡음비를 품질의 정도라고 간주한 후 그 정도에서 음성 신호, 지연, 코덱과 같은 주변 장치 등이 품질에 미치는 모든 손실 요소들을 차제로 빼나가는 형태로 계산된다. 산출된 R 값 역시 MOS 값과의 직접적인 비교를 위해서 변환되어야 하는데 이 변환된 값은 양방향 품질을 나타내게 된다.



(그림 1) 품질 측정 소프트웨어의 구성

3. 품질 측정 소프트웨어

3.1 품질 측정 소프트웨어의 구성

현재 국내에서 이용할 수 있는 무선 접속 시스템 기반 패킷 기반의 음성 서비스의 품질을 측정하기 위하여 사용자 단말에서 직접 서비스 품질을 측정할 수 있도록 최근 개발된 품질 측정 소프트웨어[2]를 사용하였다. 이 품질 측정 소프트웨어는 현재 국내에 상용화된 패킷 기반의 무선 접속 시스템인 와이브로와 HSDPA 시스템 모두를 지원하여 사용자 단말기에서 다양한 품질 지표를 측정하는 것이 가능하다. 개발된 품질 측정 소프트웨어는 (그림 1)에 나타난 바와 같이 사용자 시스템과 측정 서버 간의 MOS 및 R

값 측정을 위한 기능과 사용자 시스템의 무선 품질 지표를 측정하기 위한 두 개의 기능으로 구성된다. 개발된 품질 측정 소프트웨어의 측정 결과의 신뢰성은 다양한 시험과 기존의 상용 소프트웨어와의 비교를 통하여 신뢰성이 이미 검증되었다[2].

3.2 품질 지표 선정

무선 접속 시스템을 통한 패킷기반 음성 서비스의 품질에 영향을 미칠 수 있는 품질 지표들은 전송 계층을 기준으로 무선 품질 지표, 네트워크 품질 지표, 그리고 VoIP 서비스 품질 지표의 세 개의 계층으로 구분하는 것이 가능하다. <표 1>에는 모바일 인터넷 전화 서비스의 품질에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 품질 지표들 가운데 본 논문에서 사용된 품질 측정 소프트웨어에서 측정 가능한 품질 지표들을 계층별로 정리하였다.

<표 1> 측정 가능한 세 계층의 품질 지표

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

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 와이브로의 CINR (Carrier to Interface Noise Ratio)과 HSDPA의 Ec/Io (Energy per Chip over the Interface Noise)를 선정하였다.

네트워크 품질 지표로는 가장 대표적이면서도 가장 일반적으로 알려져 있는 대역폭, 지연, 지터, 패킷손실률을 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]과 국내 표준 문서[7]를 참조하였다.

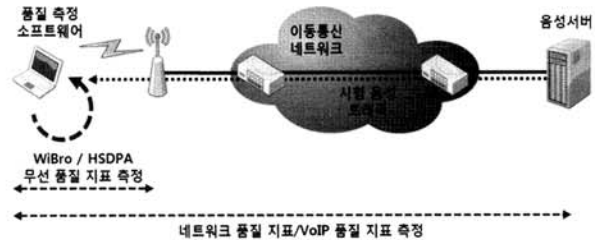
마지막으로 최상위 품질 지표인 VoIP 품질 지표로는 R 값과 MOS를 선정하였다. 사용된 품질 측정 소프트웨어는

측정된 네트워크 품질 지표들의 값을 이용하여 E-Model[11]에 근거한 R 값을 산출하고 이를 근거로 최종적으로 MOS 값을 산출하도록 구현되었다.

4. 품질 측정 및 분석

4.1 측정 환경

두 무선 접속 시스템을 통한 패킷 기반 음성 서비스의 품질 측정을 수행하기 위한 측정 환경을 (그림 2)와 같이 구축하였다. 측정을 위한 이동 단말은 노트북으로 구현하였다. 이는 윈도우즈 CE 혹은 윈도우즈 모바일 그리고 그 외의 다른 운영 체제를 사용하는 스마트폰의 경우 Active X 방식의 품질 측정 소프트웨어의 설치가 불가능한 어려움이 있기 때문이다. 이와 관련하여서는 향후 추가적인 보완이 이루어질 예정이다. 사용된 노트북의 세부 규격은 <표 2>와 같다.



(그림 2) 측정 환경

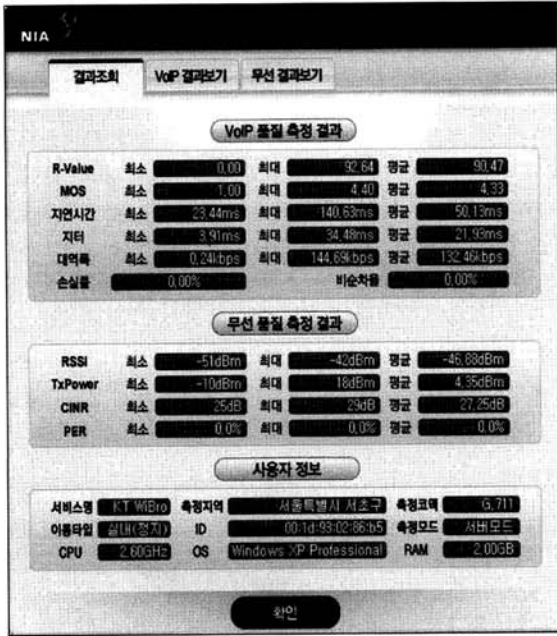
<표 2> 측정 단말의 세부 규격

구분	세부 규격
운영체제	Microsoft Windows XP Home Edition Version 2002 Service Pack 3
CPU	Intel Core 2 Duo T8300 2.4GHz*2
메모리	1 GB

(그림 2)에 나타난 바와 같이 음성 서버에서 발생한 음성 전화 트래픽은 상용 인터넷과 와이브로 혹은 HSDPA 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 보편적으로 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 1>에 나타난 각 품질 지표들의 값을 5초마다 측정하여 나온 60개의 값을 평균하여 최종적인 하나의 샘플 데이터가 만들어진다. (그림 3)은 품질 측정 소프트웨어에 의한 300초 동안의 측정이 한번 끝난 후 얻어진 각 품질 지표에 대한 샘플 데이터의 예를 보여준다. 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.



(그림 3) 300초 동안의 측정으로 얻어진 각 품질 지표의 샘플 데이터 예

4.2 측정 결과

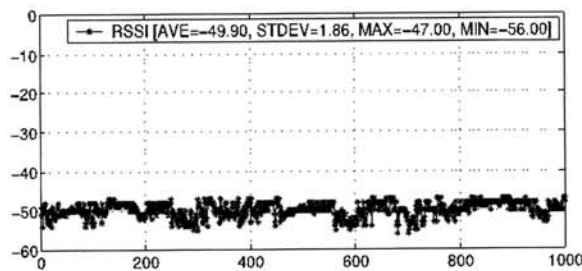
다음 그림에는 4.1절에서 설명한 측정 환경에서 실제 측정을 통해 얻어진 결과를 정리하였다. 다섯 가지 측정 시나리오 별로 200개씩의 샘플 데이터를 얻어 그래프로써 다음

(그림 4)와 (그림 5)에 대표적인 품질 지표에 대해서 나타내었다. 다섯 개의 시나리오에 대해서 얻어진 각 200개의 샘플 데이터들에는 얻어진 순서대로 번호를 할당하였으며 각 그림의 x축의 숫자가 이를 의미한다. 즉, 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 총 1,000개의 샘플 데이터의 값이 포함되어 있다.

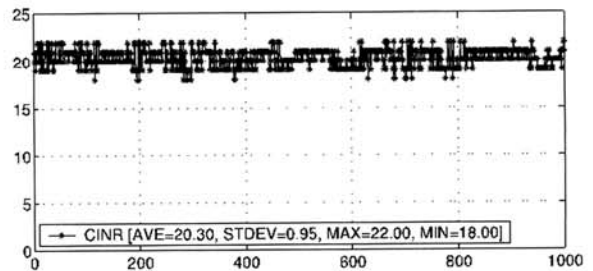
(그림 4)의 네 개의 그래프는 와이브로를 통해서 인터넷 이동 전화 서비스가 제공되는 경우의 품질 측정 결과를 보여준다. 측정된 품질 지표들 가운데 대표적인 무선 품질 지표인 RSSI와 CINR, 그리고 G.729와 G.711 두 개의 코덱에 대한 MOS 값을 선별하였다. 각 그래프에는 측정 결과의 평균값(AVE), 표준편차(STDEV), 최대값(MAX), 최소값(MIN)을 표시하였다.

(그림 4(a))에 나타난 바와 같이 전반적인 RSSI 값은 대략 -50 dBm을 기준으로 다소 변화를 보였는데 이 값은 일반적으로 상용 단말에서 분류하는 가장 좋은 무선 품질에 해당한다. 실제로 측정 과정에서 RSSI의 세기를 다섯 단계로 분류하여 5개의 안테나로 표시하도록 하였는데 -50 dBm의 RSSI 값은 다섯 개의 안테나가 모두 켜진 경우 즉, 가장 강한 세기에 해당하였다.

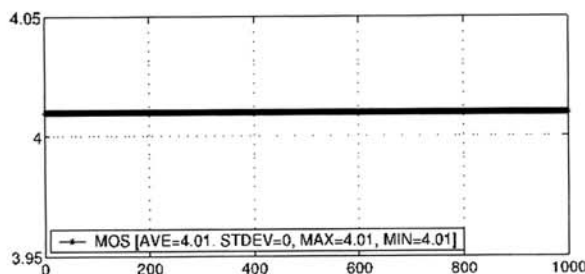
최근 마련된 모바일 인터넷 전화 통화 품질 기준[8]에 따르면 MOS가 4.0이상이면 Toll Quality라 하여 일반 아날로그 전화의 음성 품질과 거의 구분할 수 없는 수준으로 여겨지고 3.5에서 4.0이면 Communication Quality라 하여 상대방과 자연스러운 통화를 하기에 충분한 정도의 음성 품질을 의미한다. 또한 MOS 점수가 2.5에서 3.5 사이라면 Synthetic



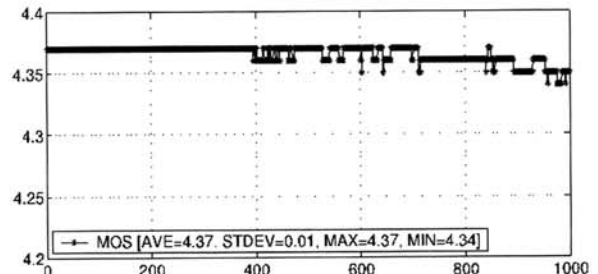
(a) RSSI



(b) CINR

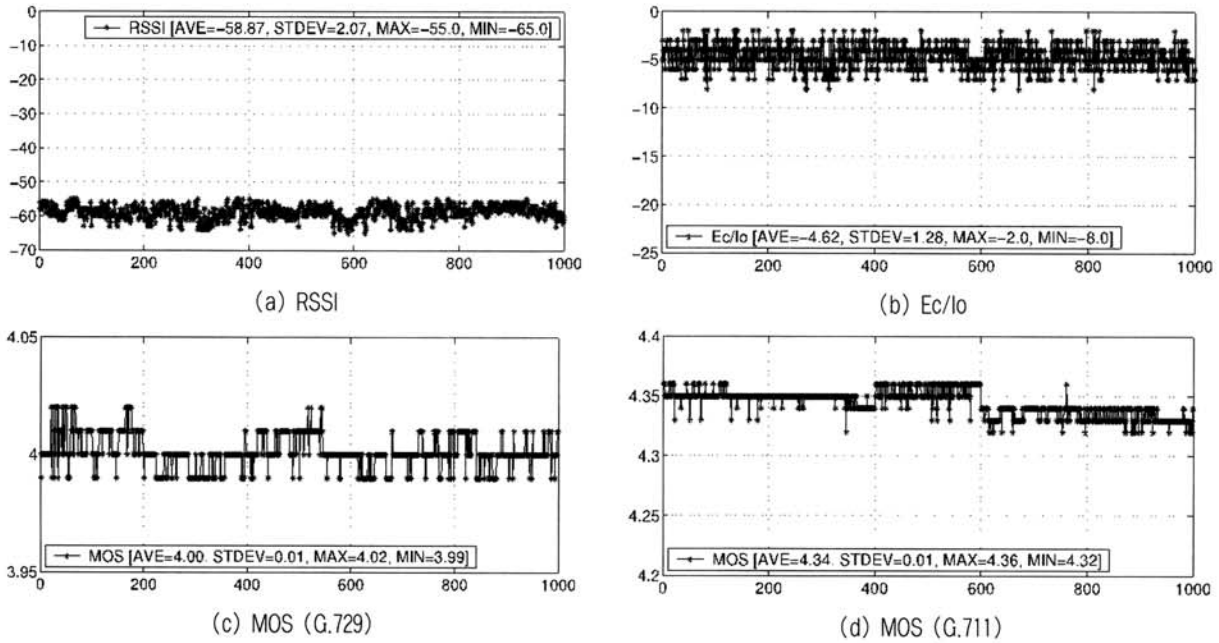


(c) MOS (G.729)



(d) MOS (G.711)

(그림 4) 와이브로를 통한 인터넷 이동 전화 서비스의 품질 측정 결과



(그림 5) HSDPA를 통한 인터넷 이동 전화 서비스의 품질 측정 결과

Quality라 하여 통화는 가능하지만 자연성이 부족하고 상대 화자를 식별할 수 없을 정도의 음성 품질을 의미한다.

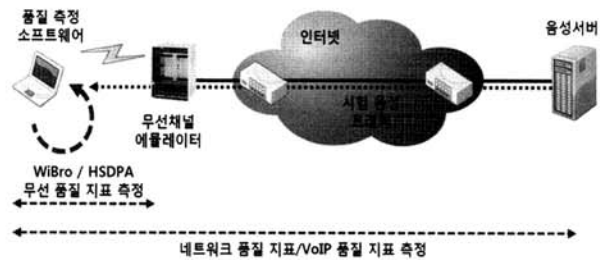
(그림 4(c))와 4(d)에서 확인할 수 있는 바와 같이 두 개의 코덱에 대한 두 가지 경우 모두 MOS가 4 이상의 값을 보이고 있으므로 통화 품질은 상당히 양호할 것으로 판단된다. 무선 전송 조건이 좋은 경우에는 G.711이 G.729보다 MOS 값이 큰 것을 볼 수 있는데 이는 G.711에 비해 G.729의 압축률이 높아 원래 신호 자체의 품질이 다소 떨어지기 때문이다. 반면 실외/이동 시나리오에서 측정된 샘플 데이터 801부터 1000까지에서 볼 수 있듯 무선 전송 조건이 다소 열악해지면 G.711에는 바로 영향을 미치는 반면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

(그림 5)에는 HSDPA에 대한 (그림 4)와 동일한 셋의 측정 결과를 나타내었다. 역시 5개 시나리오 모두에 대해서 전반적인 무선 품질의 상태는 좋은 편이었으며 그에 따른 MOS 역시 두 개의 코덱 모두에 대해서 4 이상의 평균값을 보였으므로 통화 품질은 상당히 양호할 것으로 판단된다.

4.3 무선 품질 지표에 의한 영향 분석

앞의 4.2절의 측정 결과에 의하면 실제 와이브로와 HSDPA를 통하여 음성 서비스를 제공하는 경우 서비스 품질은 비교적 양호할 것으로 판단할 수 있다. 그렇다면 실제 MOS 값이 4 혹은 그 이하의 값으로 떨어지도록 유발하는 무선 품질 지표의 값은 어느 정도 인지 분석하기 위하여 추가적인 실험을 실시하였다. (그림 6)은 이를 위한 실험 환경을 보여준다.

앞서 측정 환경과 거의 유사하지만 음성 서버에서 발생되어 음성 트래픽이 와이브로 혹은 HSDPA 네트워크가 아닌

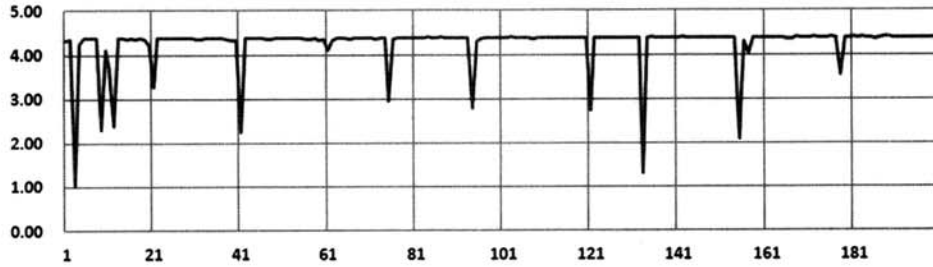


(그림 6) 무선 채널 에뮬레이터를 이용한 실험 환경

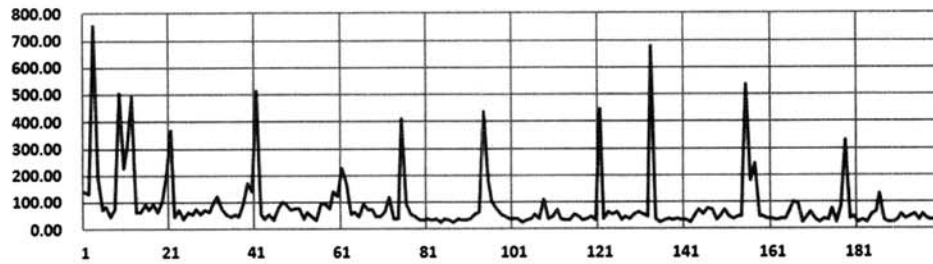
무선 채널 에뮬레이터 (Wireless Channel Emulator)를 거쳐 품질 측정 소프트웨어가 동작하고 있는 이동 단말로 전송된다는 점에서 다소 차이가 있다. 무선 채널 에뮬레이터는 와이브로 혹은 HSDPA의 무선 채널을 에뮬레이션하기 위한 장비로 인위적으로 무선 품질 지표를 변화시키기 위하여 사용되었다. 즉, 채널 에뮬레이터를 사용하면 무선 품질 지표의 변화에 따른 네트워크 품질 지표와 VoIP 품질 지표의 변화를 관찰하는 것이 가능하다. 다음 <표 3>에는 무선 채널을 에뮬레이션하는 과정에서 설정한 무선 품질 지표의 값을 정리하였다.

<표 3> 무선 채널 에뮬레이션 과정에서 설정된 무선 품질 지표 값

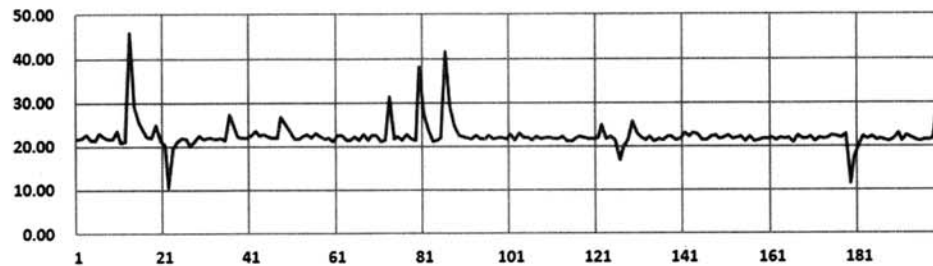
	와이브로	HSDPA
설정 1	RSSI -70 CINR 16	RSSI -65 Ec/Io -5
설정 2	RSSI -75 CINR 14	RSSI -70 Ec/Io -10
설정 3	RSSI -80 CINR 12	RSSI -75 Ec/Io -15



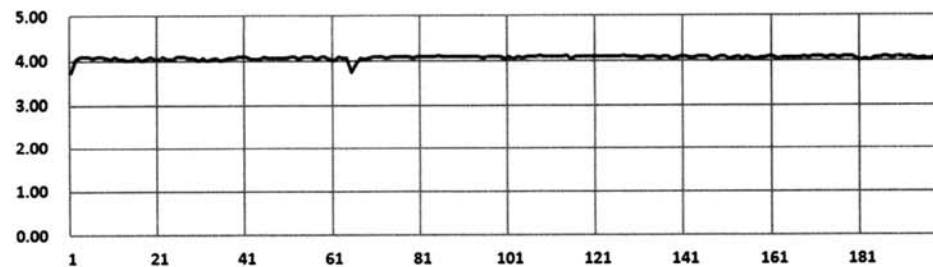
(그림 7) 와이브로를 통한 MOS 측정 결과 (설정 3, G.711)



(그림 8) 와이브로를 통한 지연 측정 결과 (설정 3, G.711)



(그림 9) 와이브로를 통한 지터 측정 결과 (설정 3, G.711)



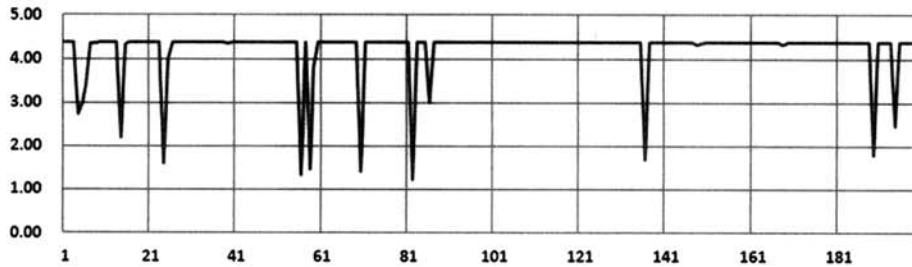
(그림 10) 와이브로를 통한 MOS 측정 결과 (설정 3, G.729)

(그림 7)부터 12까지는 설정 1, 설정 2, 설정 3에 대한 와이브로 및 HSDPA의 주요 품질 지표에 대한 측정 결과를 도시하였다. 각 품질 지표마다 200개의 샘플 데이터를 취하였고 이들을 측정된 시간 순서대로 번호를 할당하였다. 앞에서와 마찬가지로 각 그림의 x축은 이 매겨진 샘플 데이터의 번호를 의미한다.

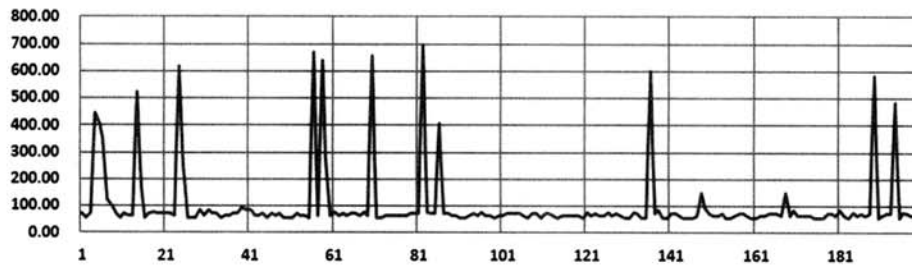
설정 1, 설정 2, 설정 3에 대해서 와이브로의 G.711 코덱에 대한 MOS 값을 측정하였고 (그림 7)은 설정 3에 대한 결과를 보여준다. 설정 1, 설정 2에서는 계속 4 이상의 값을 유지하던 MOS 값이 설정 3에서는 (그림 7)에서 볼 수 있는 바와 같이 4 이하로 떨어지는 현상이 간헐적으로 발생하는

것을 확인할 수 있다. 이에 대한 원인은 다음 (그림 8과 9)에 나타난 설정 3에서의 전송 지연과 지터의 측정 결과에서 찾을 수 있다. 특히 (그림 8)에 나타난 전송 지연은 일시적으로 급격하게 증가하는 현상을 보였으며 그런 현상을 보이는 샘플 데이터가 MOS 값이 하락하는 샘플 데이터와 일치하는 것을 확인할 수 있다. (그림 9)에 나타난 지터는 설정 1이나 설정 2에 비해서 다소 증가하기는 하지만 지연에 비해서 MOS에 미치는 영향은 그다지 크지 않은 것으로 판단된다.

앞에서 살펴본 G.711 코덱의 경우와는 달리 G.729 코덱을 사용하는 경우 가장 열악한 전송 환경인 설정 3에서도



(그림 11) HSDPA를 통한 MOS 측정 결과 (설정 3, G.711)



(그림 12) HSDPA를 통한 지연 측정 결과 (설정 3, G.711)

MOS 값이 비교적 4에 가까운 값을 유지하였다. 이에 대한 원인은 코덱의 전송율에서 찾을 수 있는데 64kbps를 요구하는 G.711에 비해서 G.729는 8kbps의 전송 속도를 요구하기 때문에 비교적 무선 품질의 악화에도 잘 견디는 것으로 분석할 수 있다. 포함시키지는 않았지만 설정 3으로 갈수록 지연과 지터 역시 다소 증가하였으나 그 증가 폭은 미미하여 MOS 값에는 직접적인 영향이 없는 것으로 판단된다.

동일한 실험을 HSDPA에 대해서도 반복하였고 그 결과를 (그림 11)과 (그림 12)에 나타내었다. (그림 11)은 설정 3에 대한 G.711 코덱을 사용하는 경우의 MOS 값의 측정 결과를 보여준다. 설정 1과 설정 2에서는 4 이상을 꾸준히 유지하던 MOS 값이 설정 3에서는 일시적으로 급격하게 감소하는 현상이 나타났다. 이런 현상의 원인은 앞서 와이브로의 경우와 마찬가지로 지연에서 찾을 수 있다. 설정 1과 설정 2에서는 100msec 이하를 유지하던 전송 지연이 설정 3에서는 일시적으로 급격하게 증가하는 현상이 나타났다. 역시 MOS 값이 감소하는 샘플 데이터와 지연이 증가하는 샘플 데이터가 완벽하게 일치하는 것을 확인할 수 있다. 반면 G.729 코덱을 사용하는 경우에는 설정 1, 설정 2, 설정 3 모두 MOS 값이 4 근처의 값을 유지하였으며 급격한 변화가 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 현재 상용화되어 있는 와이브로와 HSDPA를 통해서 패킷 기반의 이동 전화 서비스가 제공되는 경우를 대상으로 다양한 실험을 통해서 두 가지를 파악하고자 하였다. 첫째는 현 상황에서 서비스가 제공된다고 가정했을 때 서비스 품질 수준이 어느 정도인지이다. 다양

한 품질 지표의 측정 결과에 의하면 와이브로나 HSDPA 모두 전반적으로는 양호한 품질 수준을 보일 것으로 확인되었다. 둘째는 그렇다면 무선 전송 환경이 어느 정도 악화되어야 음성 품질이 나빠지기 시작할 것인지에 대한 것이었다. 일종의 스트레스 테스트 형식으로 진행된 이 실험을 통해서 음성 품질의 급격한 악화가 발생하는 시점의 무선 품질 지표의 값을 알아낼 수 있었다. 본 연구의 연구 결과는 향후 와이브로와 HSDPA를 이용한 패킷 기반의 이동 전화 서비스를 제공함에 있어 서비스 품질 관리 방안을 수립하고 적절한 품질 관리 기준을 수립하는데 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김동연, 김범준, "와이브로를 통한 모바일 VoIP 서비스의 측정 기반 품질 평가 방안," 한국전자통신학회논문지, 제 5권 제 5호, 2010년 10월.
- [2] 김진철, 김범준, "모바일 인터넷 전화 서비스의 예방적 서비스 품질 관리 체계 구축을 위한 품질 측정 소프트웨어 개발 및 신뢰성 검증," 정보처리학회논문지C, 18-C권, 2호, 103-110, 2011년 4월.
- [3] 한국정보화진흥원, available at: <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 인터넷전화 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): An Objective Method for End-to-End Speech Quality Assessment of Narrow-band Telephone Networks and Speech Codecs, ITU-T Recommendation pp.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.
- [17] IxChariot website, available at: <http://www.ixchariot.com>
- [18] Innowireless website, available at: <http://www.innowireless.co.kr>



김진철

e-mail : cckim@nia.or.kr

1997년 한밭대학교(이학사)

1999년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

2003년 건국대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2003년~현재 한국정보화진흥원

융합서비스부 품질보증팀 팀장

관심분야: IPTV 및 VoIP 서비스 품질 관리



김범준

e-mail : bkim@kmu.ac.kr

1996년 연세대학교 전자공학과(학사)

1998년 연세대학교 전자공학과(공학석사)

2003년 연세대학교 전자공학과(공학박사)

2004년~2006년 LG전자 이동통신기술

연구소 선임연구원

2006년~현재 계명대학교 전자공학과 교수

관심분야: TCP 혼잡제어, IEEE 802.16, IPTV 및 VoIP 서비스
품질 관리 등