산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제31권 B호, 2011.
Journal of Industrial Technology, Kangwon Natl. Univ., Korea, No. 31 B, 2011.

스마트폰에서의 WCDMA 통화품질 측정 및 관리시스템

Communication Quality Measurement and Management System in Smartphone

최 호 연* 이 상 민* 이 구 연**
Choi, Ho-Yeon Lee, Sang-Min Lee, Goo-Yeon

Abstract

Recently, smartphones have been widely used in wireless communications which caused severe data overload in cellular networks. Cellular companies consider increasing wireless data capacity in overloaded areas. Determining overloaded areas is mainly made from user reports which are currently collected by calling or simple apps by some active users experiencing overloads. Since the current reporting method is inconvenient and does not contain detail information about the overload conditions, and therefore is used by only some active users, the overloaded areas determined from the reports are not likely to be accurate. Therefore, we need a new reporting method which is convenient enough for even inactive users to willingly report the overload condition and which delivers detail information about the overloads. In this paper, we design and implement a measurement function of smartphone's WCDMA communication quality including overload condition and management system of mobile wireless communication networks about smartphones' communication quality.

키워드 : *WCDMA, Android, QoS, PHP, MySql, XML*
Keywords : *WCDMA, Android, QoS, PHP, MySql, XML*

1. 서론

최근 스마트폰의 보급률이 증가하면서 휴대전화에서 음성통화보다 데이터 사용률이 급증하고 있고, 통신사에서는 이러한 추세를 감안하여 통신 데이터 무제한 상품 등을 내놓으면서 서로 공격적인 마케팅을 펼치고 있다. 하지만 급증한 데이터 사용률을 감당하지 못하는 통신망으로 인해 많은 문제들이 발생되고 있다. 아이폰4(IPhone4)의 수신율 문제는 세계적으로 많은 파장을 불러 일으켰고, 국내에서도 데이터사용율의 급격한 증가로 통화품질에 대한 불만이 늘어나면서 통신사도 많은 설비투자를 늘리고 있는 현실이다.

기존에 이용자가 통화품질에 불만을 느꼈을 때는 통신사로 전화를 이용하여 신고하는 시스템을 이용해 왔다. 최근에는 스마트폰의 App을 이용하여 신고하는 방법도 생겨나고 있지만, 그 역시 기존의 전화신고방식과 큰 차이가 없는 것이 현실이다. 즉 통신사에서는 특별한 대책 없이 통화품질 불량신고를 기다릴 수밖에 없고, 신고자에 한정하여 해당 단말기, 해당 지역의 수신율, 기지국 정보들을 점검해 조치를 취해주고 있는 현실이다.

본 논문에서는 이러한 절차들을 감소시키고, 통신사에서 보다 효율적으로 기지국 관리를 할 수 있는 방법을 제안한다.

* 강원대학교 컴퓨터정보통신학과 학사과정
** 강원대학교 컴퓨터정보통신학과 교수, 교신저자

스마트폰으로 통화품질 불량 신고 시 현재 위치, 데이터 수신율, 기지국 정보 등을 수집하여 통신사로 전송함으로써 신고절차가 기존절차에 비해 단순화되고 정확도가 높아지게 되며 통신사에서는 DM(Diagnostic Monitor) 장치를 통해 통화품질을 관리하던 기존과 달리 스마트폰을 이용하면 부가적인 측정 장비 없이 스마트폰으로 주기적인 통화품질 데이터를 수집하여 취약한 기지국 및 시간대를 파악하여 효율적으로 설비투자를 할 수 있게 된다.

2. 관련연구

2.1 WCDMA (Wideband Code Division multiple Access)

IP Analog Cellular 시스템은 흔히 제1세대 시스템이라 한다. GSM, PDC, cdmaOne(IS-95), US-TDMA(IS-136) 등은 제2세대 시스템이다. 이 시스템들은 음성통신을 무선 환경에서 전달하는 것을 주목적으로 개발되었고 현 무선통신 시장을 발전시키는데 커다란 기여를 했다. 제3세대 시스템은 멀티미디어 전송을 목적으로 개발되었고, 고화질 화상 서비스, 빠른 데이터 전송률 등 많은 기존 시스템과의 차별성을 가짐으로서 높은 부가가치를 창출하고 있다.

WCDMA는 가장 많은 국가들이 채택하고 있는 제3세대 이동통신 시스템이다. 우리나라, 유럽, 일본, 미국 그리고 중국 등의 많은 관련단체들이 3GPP(3′rd Generation Project Group)을 구성하여 기술 스팩을 발전시켜 나가고 있다.

제3세대 통신시스템의 개발은 ITU(International Telecommunications Union)의 WARC(World Administrative Radio Conference)의 1992년 회의에서 시작되었으며, ITU에서는 이 제3세대 시스템을 IMT-2000(International Mobile Telephony 2000)이라 일컫고 CDMA와 TDMA를 기반으로 하는 몇 가지 무선 접속 규격을 정의하고 있다. 애초 IMT-2000 시스템의 목적은 세계적으로 단일 무선 접속 규격을 만드는 것이었으나 여러 가지 정책적, 기술적인 문제들로 인해 어려워졌다. 하지만 WCDMA는 유럽의 모든 나라와 우리나라, 일본을 포함하는 많은 나라들에서 제3세대 통신을 위한 무선 접속 기술로서 채택되어 있어 부분적으로나마 ITU의 목적에 가장 부합하는 규격이라고 볼 수 있다.

2.2 DM(Diagnostic Monitor)

전파불량 지역이 있는 경우 다양한 방식의 측정 및 분석을 통해 해당 지역들을 추출하고 이동 통신망의 파라미터를 조정함으로써 해당 지역의 전파 불량 및 음영 지역의 개선이 가능하며, 이를 최적화 작업이라 한다. 최적화 작업을 위해서는 전파 환경에 대한 데이타를 수집하고 수집된 데이터를 분석하는 장비가 필수적인데, 그림 1과 같은 이러한 장비를 DM라 한다. 또한 안테나를 통해 방사되는 이동통신 전파를 측정 분석하기 위해서는 별도의 전파 분석 계층기와 전파분석 S/W가 필요하다.

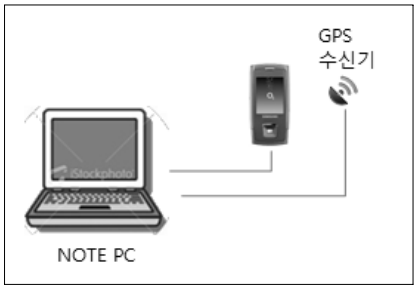

그림 1. DM 장치의 구성의 예

이와 같이 DM과 전파분석 S/W를 이용하여 기지국과 단말기 간에 전파를 통하여 송, 수신되는 데이터의 상태 및 전파의 세기와 품질, 핸드오버 등을 위하여 주고받는 제어신호들을 측정하고 다양한 방식으로 분석할 수 있다.

2.3 WCDMA 로그 데이터

휴대전화 단말기에서 WCDMA 로그 데이터를 수집하면 표 1 에서와 같이 출력된다.

표 1. WCDMA 로그

CH:10737 ULCH:9787
PLMN:450 5 SD:CS_PS NOM:1 LAC/RAC:8292/1
Cell:6-4-79-0-0-0
MM Cause:0 IDLE/NORMAL/AVAILABLE
GMM Cause:0 REGISTRED/NORMAL/AVAILABLE
SM Cause:0 DRX:64 ms
RRC:DISCONN RSSI/Tx:-68/---
ASET:136 RSCP:-77 EcIo:-9
NSET:8 RSCP:-99 EcIo:-31
CQI:-- BLER:0
TMSI:10617471132 PTMSI:218166794
MSISDN:01077388956

로그데이터 중 본 논문에서 관심을 갖고 이용할 데이터는 RSSI (Receive Signal Strength Indicator), EcIo, Cell, MSISDN 이다. RSSI는 잡음을 포함한 수신신호강도로 수신기에서 수신되는 전력이 얼마인지를 수치로 나타내는 것이다. 이것은 수신기에서 들어오는 신호전력을 의미하기 때문에 안테나의 이득이나 회로내부의 손실을 고려

하지 않는다. 대부분 건물이 있는 위치에서 중계기의 도움 없이 -105dBm 이상의 수신 세기를 유지하기 위해서는 길거리에서 전파의 세기가 -80 dBm 이상의 수신 세기가 되도록 무선망 설계를 하는 것이 일반적이다. 표 2는 상황별 Ec/Io 수치를 나타낸다.

표 2. 상황별 Ec/Io 수치

상 황	수 치
최대값(Best)	0dB
통화량이 적고 기지국 신호가 겹치는 지역	약 -1dB ~ -2dB
도심의 Busy hour	약 -4dB ~ -7dB
통화량이 많고 기지국신호가 겹치는 지역	약 -6dB ~ -10dB
기지국 신호가 많이 겹치는 고층 빌딩 상층부	약 -7dB ~ -12dB

EcIo는 신호대비 잡음비를 의미하며, 이용자가 많아질수록 낮아진다. 일반적으로 -12dB~-14dB에서 음단절 현상이 발생되며, -14dB~-16dB 이하에서는 통화 불능 상태가 된다. 같은 위치에서도 시간대별 통화량에 따라 많은 편차가 일어난다.

MSIDSN은 삽입된 USIM카드의 휴대전화 번호이다. Cell은 MSC-RNC-NodeB-PSC 등으로 구성되며 이중 앞의 4개의 값이 숫자로 나오며, 기지국을 식별할 수 있는 번호이다. 이와 같은 WCDMA 망의 구성은 그림 2에서 살펴볼 수 있다.

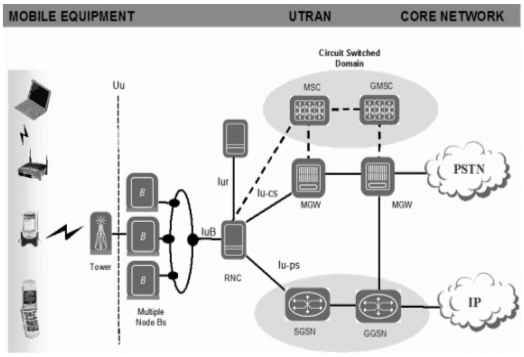

그림 2. WCDMA 망 구성

2.4 안드로이드

안드로이드는 이동통신 관련회사 연합체인 OHA에서 2007년 11월에 공개하였으며 세계적인 업체 구글(google)사가 안드로이드사를 인수하여 개발하였다. 안드로이드는 리눅스 커널을 기반으로 하여 안드로이드 플랫폼을 적용하여 많은 라이브러리와 편리한 UI를 제공하는 운영체제이다. 안드로이드를 탑재한 휴대전화 단말기를 안드로이드폰이라고 한다. 안드로이드는 오픈소스이므로 많은 휴대전화에 탑재되고 있는 추세이다. 안드로이드 플랫폼은 JAVA를 개발언어로 하고 있으며, 가상머신은 JVM이 아닌 Dalvik 가상머신이 탑재되어 있다.

2.5 XML(eXtensible Markup Language)

XML은 확장성 작성 언어의 특성을 가지며 웹 서비스의 기본 데이터 포맷으로서 서버와 클라이언트의 중요한 통신 수단으로 사용되고 있다. 서버는 클라이언트의 요청을 받아들여 처리하고 그 결과를 XML로 리턴하며 클라이언트는 XML을 분석하여 처리 결과를 얻는다. 따라서 서버로부터 리턴된 XML 문서를 빠르고 정확하게 읽을 수 있어야 웹 서비스의 혜택을 받을 수 있다. XML자체는 단순한 텍스트 포맷이지만 엄격한 규칙이 존재하여 정확한 정보를 빼내기란 쉽지 않다.

XML 문서들은 이러한 규칙에 따라 엔티티(entity)로 불리우는 저장된 단위들로 만들어 지는데, 이는 해석(parse)된 데이터와 해석되지 않은 데이터를 가진다. 해석된 데이터는 글자들로 구성되며 이들 일부는 글자 데이터를, 일부는 코드(마크업:Markup)를 형성한다. 코드는 문서의 저장 배치와 논리적 구조의 기술(기재사항)을 인코드(encode)하며, XML에서는 이러한 저장 배치와 논리적 구조에 제한요소를 주는 기능(mechanism)을 제공하고 있다.

저장배치와 논리적구조를 이용하여 정확한 정보를 찾기 위해서는 원하는 정보가 있는 위치를 알아내야 하고, 부분 문자열과 특수문자를 처리해야 한다. 이러한 작업은 파서를 통해 이루어지는데 XML의 파서는 크게 DOM, SAX로 구분된다.

DOM은 트리 형식으로 문서를 읽어서 전체 구조를 파악한 후 정보를 구하는 방식으로 문서의 모든 내용을 메모리에 트리형태로 펼친 후 읽기 때문에 속도가 빠르고 임의의 노드를 여러 번 읽을 수 있다는 장점을 가지지만 반면 전체문서를 이용하여 트리가 완성되어야만 읽기가 가능하므로 처음시작이 다소 느리고 메모리를 많이 소모한다는 단점을 가진다.

SAX는 이에 비해 순차적으로 문서를 읽으면서 정보를 차례대로 읽는 방식으로 한번만 읽는다면 DOM보다 훨씬 빠른 속도를 가지며, 원하는 정보를 얻게 되면 중간에 파싱을 그만 둘 수도 있다는 장점을 가지고 있다.

본 논문에서 구현된 시스템에서는 필요로 하는 데이터양이 많지 않아 XML문서의 크기가 작으므로 DOM파서 보다 SAX파서가 적합하다고 판단하여 PHP의 SAX파서를 이용한다.

2.6 PHP

PHP에서는 기본으로 확장모듈을 통해 SAX파서 기능 사용이 가능하다. 우선 XML문서 파서를 생성하고 파싱하는데 이때 XML 문서를 파싱할 때 사용되는 문서의 인코딩을 결정해야 한다. 인코딩에는 파싱대상이 되는 XML 문서를 읽어 들일 때의 입력을 위한 인코딩과 읽어 들인 XML 문서를 파싱한 후, 다시 XML 문서로 보낼 때 출력을 위한 인코딩이 있다. PHP 5.0 이상의 버전에서는 파싱할 XML 문서를 읽어올 때 그 문서의 인코딩을 자동으로 감지하므로 본 논문에서 구현된 시스템에서는 출력 인코딩만 지정하여 euc-kr로 사용하였다. 이후 XML 파싱이 완료된 데이터는 항목별로 다시 DB에 연결되어 테이블에 저장되도록 하였다.

2.7 Google Map

구글 맵은 Google Code에서 오픈소스 형태로 제공되는 API로서 본 논문에서 구현된 시스템에서는 시각적인 측면에서 관리자의 편의와 효과적인 수집 데이터 관리를 위해서 구글 맵 API V3(Google Map JavaScript API V3)를 사용하였다. 구글 맵은 많은 기능을 제공하는데 기본적으로 품질 측정지역을 지도상에 표시하기 위해 구글에서 제공하는 기본 맵에 App을 통해 측정된 GPS데이터를 매치시키는 방법을 사용했다. 또한 해당지역에 대해 보다 자세한 정보를 표시하기 위해 marker & Infowindow를 이용하여 해당 지역 클릭시 그에 따른 시간과 Rx, Eclo 값 등을 표시하도록 하였다. 지도는 새로운 데이터를 꾸준히 체크하여 화면에 표시해주며, 이를 통해 관리자에게 측정된 정보를 알려준다. 또한 불량구간으로 감지된 데이터만 따로 모아서 확인 할 수 있도록 하여 측정결과의 확인을 더욱 용이하게 하였다.

3. 설계 및 구현

본 논문에서는 스마트폰의 통화품질 측정 및 측정된 데이터에 대한 이동통신망의 관리시스템을 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 측정 및 보고하는 과정이 간단하고, 자세한 정보가 수집되므로 이동통신망의 오버로드지역등 통화품질이 열악한 지역에 대한 관리를 용이하게 할 수 있게 한다.

3.1 구현환경

본 논문에서 구현한 시스템은 통화품질을 측정하고 데이터를 서버로 전송하는 휴대전화 App부분과 전송받은 데이터를 처리하는 관리시스템 부분으로 나누어진다.

3.1.1 휴대전화 App

휴대전화 App은 삼성전자 갤럭시S의 안드로이드 2.1 프레임웍을 타켓으로 개발하였다. 안드로이드의 개발은 보통 이클립스(IDE)로 개발되며 본 시스템 역시 이를 이용하였다. 안드로이드는 JAVA 언어를 이용하여 개발하며, JAVA의 대부분의 클래스가 활용가능하다. 본 시스템에서 휴대전화와 DB의 연결 부분은 '아파치 자카르타' 라이브러리를 이용하였다.

3.1.2 관리시스템

관리시스템에서는 DB서버와, 웹서버를 필요로 한다. 스마트폰으로부터 데이터를 받아 DB서버에 저장한 후, DB서버의 데이터를 바탕으로 웹서버를 연동하게 된다. 데이터베이스는 공개 솔루션인 MySql을 이용하였다. DB의 테이블은 통화품질 불량신고, 통화품질 수집, 기지국 Cell정보 3가지로 구성되어 있다. 웹서버는 PHP를 사용하여 동적 웹페이지를 구성하였고, 구글 맵을 이용하여 지도에 해당지역을 표시해 관리자에게 편리한 인터페이스를 제공하려 하였다. 이와 같은 구현환경을 표 3에 정리하였다.

표 3. 구현환경

구 분	내 용
휴대전화 App	· 안드로이드 2.1
	· 삼성전자 갤럭시 S
관리시스템	· MySql 5.1.41
	· PHP 5.2.12
	· 구글맵 API V3

3.2 일반사용자용 App

메인화면에 상단에는 Cell, 기지국이름, RSSI, EcIo값이 수치로 나타나며 하단에는 RSSI, EcIo값이 그래프로 표시된다. 메뉴는 신고사항에 대한 피드백을 받아보는 피드백 확인 메뉴, 불량신고 시 서버로 데이터를 전송하지 못할 경우 재전송을 하기 위한 보관함 메뉴, 각종 환경설정을 할 수 있는 환경설정으로 구성된다.

일반사용자를 위한 App은 2가지 모드로 작동된다. 그림 3은 Shake모드로 백그라운드 서비스로 작동되며, 휴대전화 이용자가 통화품질 불량으로 불편을 느꼈을 경우 휴대전화를 흔드는 동작으로 통화품질 불량 신고를 하면, 서버로 데이터를 전송한다.

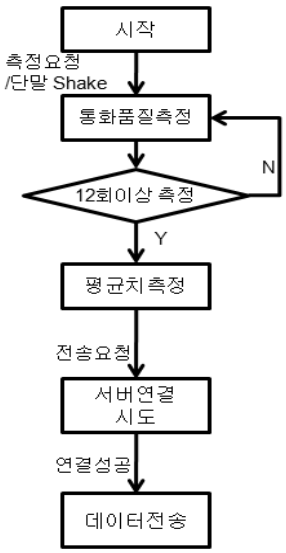

그림 3. Shake 모드 순서도

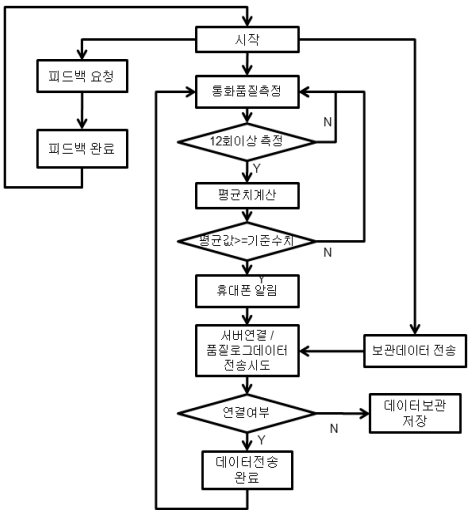

그림 4. 불량 알림 모드 순서도

통화품질 불량은 신호 및 잡음의 세기에 영향을 받는다. 신호의 세기가 세더라도 잡음의 세기가 더 크다면 수신 불량이 되며, 신호의 세기가 약하여도 잡음이 없다면 수신 상태가 양호하게 된다. 본 논문에서 구현한 시스템의 측정기준은 현재 통신사에서 기준으로 하는 것을 기준으로 하였다. 수치적으로는 RSSI는 -89dBm, EcIo는 -13dB 모두를 만족해야 한다. 500ms당 1회씩 12번을 측정해서 평균을 구해 기준 값과 비교하였다. 측정된 평균값이 RSSI -89dBm, EcIo -13dB보다 작으면 불량지역으로 판단하였다. 즉 통화품질 불량 신고 절차가 시작되면, 500ms당 1회, 총 12회를 측정한다. 12회를 측정 후 수치의 평균을 구한 후 서버와 데이터 통신을 위해 XML데이터를 만든다. 그 다음 서버와 연결을 시도하여 데이터를 전송한다.

그림 4는 두 번째 불량 알림 모드로 해당지역의 통화품질을 체크하여 불량발생시 이용자에게 가청알림과 동시에 서버로 전송하여 통화품질 불량신고를 한다. 프로그램의 순서를 보면, 앞의 첫 번째 모드와 마찬가지로 12회 측정을 하고 평균치를 계산한다. 하지만 두 번째 모드는 기준 값보다 높을 경우는 데이터를 서버로 전송하지 않는다. 만약 그렇지 않다면 이용자에게 가청알림(진동 모드일 경우 진동, 벨 모드일 경우 벨)을 하는 동시에 XML 데이터를 생성하여 서버와 연결을 시도한다. 서버에 연결이 완료되면 데이터를 전송하며, 이를 반복하게 된다.

일반사용자용 App은 통화품질 불량신고를 목적으로 하고 있기 때문에 극심한 불량지역에서 신고시 데이터를 전송하지 못하는 경우가 종종 발생한다. 만약 서버와 연결이 되지 않는다면 통화품질 데이터를 휴대전화 DB에 저장해 추후 사용자가 재전송할 수 있다. 이렇게 수집된 로그를 바탕으로 통신사에서는 이용자에게 피드백을 하면 이용자는 App의 피드백 메뉴를 통해 신고사항에 대한 피드백을 확인할 수 있다. 그림 5는 일반 사용자용 App의 동작화면을 나타낸다.

그림 5. 일반사용자 App 동작화면

3.3 이동통신사용 App

이동통신사용 App은 안드로이드에서 백그라운드 서비스 형태로 동작한다. 프로그램의 순서를 보면 앞의 것과 크게 다르지 않다. 다만 통화품질을 주기적(6초)으로 수집하여 서버로 전송하며, 이를 통해 기지국별 상태를 수치로 확인함으로서 취약

기지국 및 취약시간대를 파악 할 수 있다. 그림 6은 이동통신사용 App의 동작 순서를 나타낸다.

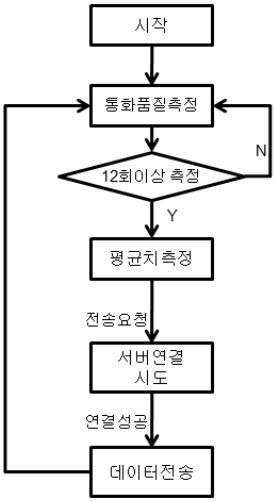

그림 6. 이동통신사용 App 순서도

3.4 XML데이터 업로드

그림 7과 같이 통화품질데이터의 분석과 효율적인 관리를 위해서는 안드로이드 스마트폰에서 XML로 만들어진 통화품질데이터를 DB서버에 저장해야 한다. 이를 위해 휴대전화에서 DB연결을 하여 직접 데이터를 저장할 수도 있지만, 향후 DB 시스템이 변경되었을 경우 관리하기 어려울 뿐만 아니라, 속도에도 영향을 받는다.

그림 7. 스마트폰과 DB서버의 통신

그러므로 본 논문에서는 휴대전화에서 만들어진 XML데이터를 PHP웹을 통해 업로드를 하게 된다. 안드로이드 '아파치 자카르타' 라이브러리를 이용하여 HTML연결을 확립한 후 POST방식으로 업로드를 하며 웹으로 데이터가 넘어오게 되면 PHP의 XML Parser를 통해 데이터를 파싱하며, 표 4와 같이 항목별로 파싱된 데이터는 DB연결 후 테이블에 저장되어진다.

표 4. XML데이터 구조

```
<?xml version='1.0' encoding='euc-kr' ?>
<qsal><mdn>01049496320</mdn>
<phone_model>SHW-M110S</phone_model>
<localversion>2</localversion>
<rf_config><rx>-89</rx><ecio>-3</ecio></rf_config>
<gpsinfo><state>ON</state></gpsinfo>
<detailaddr>null</detailaddr>
<baddatainfo>
        <rxavg1>-76.50</rxavg1>
        <ecioavg1>-5.50</ecioavg1>
        <rxavg2>-74.00</rxavg2>
        <ecioavg2>-5.67</ecioavg2>
</baddatainfo>
<realdatainfo>
<data><gettime>20100813060306</gettime>
<rf>
DLCH:10689    ULCH:9739
PLMN:450  5
SD:CS_PS    NOM:1    LAC/RAC:8292/1
Cell:6-4-79-0-0-0
MM Cause:0 IDLE/NORMAL/AVAILABLE
GMM Cause:0 REGISTRED/NORMAL/AVAILABLE
SM Cause:0    DRX:64 ms
RRC:DISCONN  RSSI/Tx:-77/---
ASET:136  RSCP:-84  EcIo:-7
NSET:8  RSCP:-83  EcIo:-4
CQI:--  BLER:0
TMSI:1214930153
PTMSI:217612525
MSISDN:01049496320
<rf>
- 생략 -
```

3.5 관리시스템

App에서 서버로 넘어온 데이터를 Web에서 쉽게 확인할 수 있다. 웹페이지는 불량신고에 대한 것과 기지국별 통화품질 수치를 나타내는 데이터로 구성되어 있다.

그림 8과 같이 웹페이지에서 기지국별 통화품질 데이터를 지도(Google map)와 함께 확인할 수 있다. 날짜별로 선택이 가능하며, RSSI, EcIo별로 정렬하여 기지국별 상태를 통계적으로 확인할 수 있다. 이를 이용하면 가장 수신율이 낮은 Cell을 확인할 수 있게 된다.

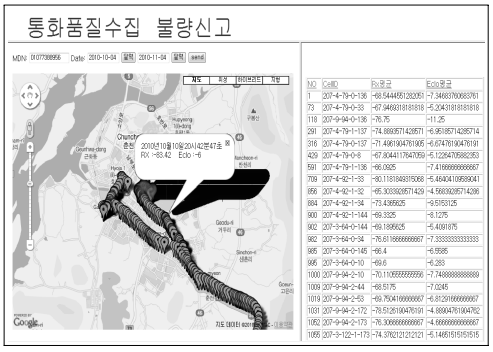

그림 8. 기지국별 데이터 확인

그림 9에서와 같이 웹페이지에서는 이용자가 신고한 사항들이 접수되며 지도를 통해 위치를 알 수 있으며 통신사에서는 접수된 로그데이터를 바탕으로 이용자에게 피드백을 할 수 있다.

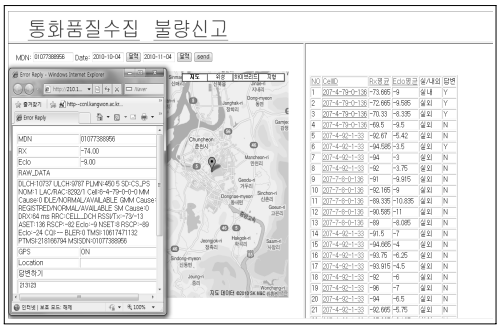

그림 9. 불량신고 웹페이지

4. 결론

음성데이터가 주축을 이루었던 WCDMA 이전의 이동통신시장과는 달리, 현재의 WCDMA기반의 3G망 이동통신 환경에서는 스마트폰의 보급화로 인해 데이터 사용이 증가하고 있으며 앞으로도 더욱 증가할 것이라고 내다보고 있다. 이러한 추세로 인해 현재 3G망 통화품질에 대한 불만은 나날이 높아지고 있으며, 통신사에서는 이에 대한 대응으로 많은 설비투자를 앞두고 있다. 이러한 설비투자의 기본 데이터로서 휴대전화 이용자의 통화 품질 불량 정보가 중요하며 이러한 정보는 많은 경우 휴대전화 이용자의 통화품질 불량 신고에 의존하게 된다. 그러나 휴대전화 이용자는 통화품질 불량 시 신고 절차가 불편하여 그냥 넘기는 경우가 많아, 정확한 데이터 수집에 어려움이 있다. 이에 본 논문에서는 이러한 통화품질 절차들 쉽게하고, 통신사에서 보다 효율적으로 기지국 관리를 할 수 있는 방법을 제안하고 구현하였다.

본 논문에서 구현된 시스템을 이용하면 이동통신 사용자들은 쉽게 이동통신사로 민원을 접수할 수 있으며 이동통신사 또한 특별한 장비 없이 통화품질을 수집할 수 있어 많은 비용이 절감될 것이며, 효율적인 설비투자를 위한 정확한 통화품질 데이터를 용이하게 수집하게 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 김상형, *안드로이드 프로그래밍 정복*, 한빛미디어, 2010.
[2] 김지원, *안드로이드 2 마스터 북*, 제이펍, 2010.
[3] 이상근, *CDMA WCDMA 전파분석*, 2009.
[4] Google 안드로이드, http://developer.android.com/
[5] 정보통신기술용어해설, http://www.ktword.co.kr/
[6] 조명진, *뇌를 자극하는 PHP프로그래밍*, 제이펍, 2010.
[7] Google Map API, http://code.google.com/