

# CDMA 필드 엔지니어링 시스템 개발

이 찬 수<sup>†</sup> · 임 희 경<sup>††</sup> · 홍 성 철<sup>†††</sup> · 임 재 봉<sup>††††</sup> · 성 영 락<sup>††††</sup> · 오 하 령<sup>††††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 셀룰라 통신 기지국의 운영을 위해 CDMA(Code Division Multiple Access) 필드 엔지니어링 시스템을 설계하고 구현한다. 고품질의 CDMA 통화 서비스를 위해서는 최적화된 셀 설계가 요구된다. 이를 위해서는 CDMA 필드 데이터의 분석에 기반한 기지국의 운영이 필요하다. 제안된 시스템은 측정 시스템과 분석 시스템의 두 부분으로 나뉜다. 측정 시스템은 다양한 CDMA 필드 데이터를 수집하여 벡터지도상에 실시간으로 표출한다. 분석 시스템은 측정된 데이터를 기지국 정보 등의 관련 정보들과 결합시키고 통계 처리하는 기능을 가진다. 제안된 시스템을 사용하여 기지국 관리에 필요한 비용을 크게 줄일 수 있다.

## Development of a CDMA Field Engineering System

Chan-Su Lee<sup>†</sup> · Hee-Kyoung Lim<sup>††</sup> · Sung-Cheol Hong<sup>†††</sup> ·  
Jae-Bong Lim<sup>††††</sup> · Yeong-Rak Seong<sup>††††</sup> · Ha-Ryoung Oh<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

In this paper, a CDMA(Code Division Multiple Access) field engineering system is designed and implemented for managing cellular telecommunication base stations. For high quality of CDMA service, optimized cell planning is crucial. For such cell planning, base stations must be managed based on analysis of CDMA field data. The proposed system consists of two modules: a measurement module and an analysis module. The measurement module collects various CDMA field data and displays them on a vector map in a real-time manner. The analysis module associates measured data with various related information, e.g. base station information, and processes them statistically. The proposed system can drastically reduce base station management cost.

### 1. 서 론

최근 들어 경제 활동 인구가 증가하고 사회 활동 영역이 넓어짐에 따라 통신 서비스에 대한 즉시성, 이동성, 편리성 및 개인화 서비스를 제공할 수 있는 이동 통신 서비스에 대한 요구가 점차 증대되고 있다. 또한 PCS(Personal Communication Services), 셀룰라 폰(cellular phone) 등 다양한 이동 통신 사업자들의 난립과

수요자들의 고품질 서비스 요구로 인해 보다 좋은 품질의 통신 서비스를 제공해야 하는 필요성이 강조되고 있다. 이러한 이유로 현재 광범위하게 확산되고 있는 셀룰라 계열의 차량 전화와 이동 전화이 디지털 방식이 적용되어 가입자 수용 용량 개선과 통신 품질의 고도화를 위해 많은 자원을 투자하고 있다.

좋은 통화 품질의 서비스를 지속적으로 유지하기 위해서는 경제성을 고려한 무선 기지국의 합리적인 유지보수가 절실히 요구된다. 무선 이동 통신 서비스에 있어서 가장 중요한 문제 중의 하나인 최적화 된 셀 설계(cell planning)는 각 기지국의 서비스 영역을 최대한으로 하면서 타 기지국의 서비스 영역과 중첩이 되는 지역을 최소화하는 것을 목표로 한다[1]. 셀 설계는 서비스

※ 본 연구는 1998년도 SK Telecom 위탁과제의 연구결과임.

† 정 회 원 . 국민대학교 대학원 전자공학과

†† 정 회 원 . 해대전자통신기술 연구소 연구원

††† 정 회 원 . SK Telecom 무선데이터사업본부 본부장

†††† 정 회 원 . 국민대학교 전기공학부 교수

논문집수 . 1999년 8월 2일, 심사완료 . 2000년 4월 18일

지역의 각 지점에서 단말기를 이용하여 측정된 CDMA (Code Division Multiple Access) 무선망 필드 데이터를 분석하여 기지국의 여러 파라미터를 조정하는 과정으로 이루어진다. 효율적인 셀 설계를 위해서는 차량에 GPS(Global Positioning System)와 이동 전화 단말기 등을 탑재하여 실시간으로 측정지역의 위경도값과 단말기의 CDMA 필드 데이터를 수집하기 위한 시스템과, 측정된 데이터를 바탕으로 원하는 항목을 분석하기 위한 시스템의 개발이 요구된다.

이를 위해 기존에는 퀄컴(Qualcomm)사에서 제공하는 측정 시스템인 DM(Diagnostic Monitor) 소프트웨어와 사용자 단말기 그리고 GPS를 탑재한 차량으로 서비스 제공 지역을 수시로 돌아다니며 기지국 성능 개선을 위한 여러 가지 데이터들을 수집하였다[2]. 이 밖에도 기지국을 배치하기 전에 CDMA 전용 수신기로 데이터를 받아보고 데이터 지연들을 분석하는 기능을 갖는 Duet[3]과 같은 장비와 여러 개의 호를 동시에 시험하여 통계를 내는 목적으로 사용하는 MCS(Multi Call Simulator) 등이 사용되고 있다.

그러나 기존의 측정 시스템은 측정시에는 위경도 데이터와 수신 데이터만 단지 측정하여 저장만 할 수 있고 분석을 위해서는 저장된 데이터를 다른 여러 장비들을 이용해서 처리해야 하므로 많은 인력과 시간이 소요되는 단점이 있다. 또 여러 장비를 사용함에도 불구하고 적절한 장비가 없는 분석과경도 있어서 전문가의 수작업이 많이 필요하였다. 그러므로 파라미터의 사소한 설정 오류가 있을 경우에도 측정자는 한참 후에 많은 비용을 치른 후에야 문제점을 인식할 수 있었다.

본 논문에서는 백터지도를 시스템에 연결시켜 현재 위치와 그에 따른 측정 데이터 레벨을 다양한 방법으로 지도 위에 표시하여 측정중에도 데이터의 값과 그 분포를 확인할 수 있도록 한다. 또한 데이터 분석시 각각의 데이터 레벨값 확인, 데이터 분포 확인, 각종 통계처리 등 여러 가지 시스템의 기능을 통합하여 사용자가 손쉽게 데이터를 분석할 수 있도록 도와주는 등 기존의 비효율적인 과정들을 개선하여 측정 및 분석 효율을 향상시킬 수 있게 한다. 이를 위해 각각의 사용 목적에 따라 측정 시스템과 분석 시스템으로 나누어 독립적인 시스템으로 개발한다. 특히 측정 시스템은 여러 측정 작업과 화면 표시를 원활히 수행할 수 있도록 쓰래드를 이용하여 실시간 작업을 할 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기지국의

최적화를 위해 고려해야 할 항목들과 여러 파라미터들을 정리하고, 3장에서는 제안된 시스템의 요구사항을 기술한다. 이것을 바탕으로 4장에서는 제안된 시스템을 설계하고, 5장에서 시스템의 동작 예를 설명하며, 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 측정 파라미터

기지국의 초기 설정 단계에서는 기지국 배치의 적정성, 기지국 수의 적정성, 채널수의 적정성, 순방향/역방향 링크 커버리지(forward/reverse link coverage) 및 핸드오프(hand-off) 커버리지의 적정성, 호 완료율 및 통화 품질의 적정성, 시스템 파라미터의 적정성을 평가해야 한다. 또 서비스 중의 무선망 분석을 위해서는 가입자 용량 분석으로 기지국의 증설여부를 결정해야 하고, 유영지역, 핸드오프 지역, 중첩지역을 분석하여 커버리지를 최적화 하여야 하며, 호 완료율과 핸드오프율을 분석해야 한다. 이처럼 기지국의 설계부터 시작하여 서비스 중에도 항상 무선망의 최적화 및 안정적인 운영을 위해 기지국의 기능을 개선해야 한다.

기지국의 최적화를 위해 고려해야 할 구체적인 항목들로는 다음과 같은 것들이 있다. (1) 순방향/역방향 링크 커버리지 분석, (2) 핸드오프 경계 분석, (3) 기지국 수용 용량 최적화, (4) 시스템 파라미터 최적화, (5) 파워 제어 분석 및 최적 알고리즘 설계, (6) 인접셀 간섭 분석 등이 있다. 각각의 항목들을 개괄적으로 알아보면 다음과 같다. 순방향/역방향 링크 커버리지의 설계란 순방향/역방향 상의 기지국별 적정 커버리지를 결정하는 것을 말한다. 즉, 각 기지국을 지역별, 지형별, 통화량별로 분류하여 각각의 특성에 적합한 설계 기준을 적용하여 최적의 무선망 설계를 달성한다. 이렇게 최적의 무선망 설계를 통해 망 운용시 최적화 작업의 시행착오를 미연에 방지하고, 단지 파라미터 조정 등 미세 작업을 통하여 업무의 효율을 높일 수 있다. 핸드오프 경계 설계란 기지국간의 교대, 파소 중첩이 일어나지 않도록 적절한 경계지역을 설정하는 것을 말한다. 즉, 지역별, 지형별 셀 부하 등을 고려한 적절한 핸드오프 영역 설정 기준을 정하여 기지국별 적정 물량을 산출한다. 기지국 수용 용량 최적화된 기지국에서 제공하는 음질과 가능한 사용자 수의 트레이드 오프 관계에 있음을 고려하여 제공하고자 하는 서비스의 품질에 대한 적정 사용자수를 도출하는 것을 말한다.

다. 시스템 파라미터 최적화란 시스템의 성능 및 품질을 최상의 상태로 운용할 수 있도록 시스템의 각 파라미터에 대한 최적의 값을 도출하는 것을 말한다. 여기서 최적화 대상이 되는 파라미터들은 그 용도 및 성격에 따라 등록·로밍 파라미터, 탐색·핸드오프 파라미터, 전력제어 파라미터, 액세스 파라미터, CE(Channel Element) 파라미터, 기타 파라미터로 그룹화할 수 있다. 파워 제어 분석 및 최적 알고리즘 설계란 정해진 순방향 링크 프레임 에러율(Forward Link Frame Error Rate : Forward FER)을 유지하면서 용량을 최대화시키는 것을 말한다. 인접셀 간섭 분석이란 로딩 정도에 따른 인접셀 간섭 및 자기셀 내 간섭 데이터를 확보하여 링크 버짓, 커버리지, 핸드오프 영역 설정 등에 필요한 인접셀 간섭의 영향을 측정하고 간섭의 정도에 따른 문제점을 해결할 수 있는 방안을 마련한다[4].

<표 1> 주요 CDMA 무선망 필드 데이터

값	내용
Receive Power(Rx)	기지국에서 단말기로 보낸 신호의 크기를 측정할 값
Transmit Power(Tx)	단말기에서 기지국으로 보내는 신호의 크기
Adjust	단말기에서 기지국으로부터 신호를 측정하여 계산한 보정치
순방향 FER	기지국으로부터 신호가 올 때 신호 프레임의 데이터 에러율
각 파일럿의 $E_c/I_n$	각 기지국 또는 기지국의 각 색터의 신호대 잡음비
최적 PN	2개 이상의 기지국들의 증첩영역에서 수신되는 가장 큰 $E_c/I_n$ 값을 갖는 색터의 파일럿 PN(Pseudo Noise) 오프셋

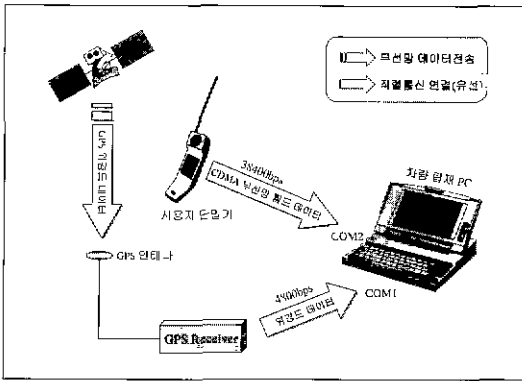
각 지역에서 이런 항목들을 분석하기 위해서는 <표 1>에서 정리한 값들을 필요로 한다[1]. 여기서 Rx값은 어느 정도 이상이 되어야지만 통화가 가능하다. 그러므로 기지국은 통화가 가능하도록 이 값을 유지하기 위해서 다른 단말기들에 영향이 없는 범위 내에서 전력 조절을 하게 된다 이와 같이 전력을 제어하는 것을 순방향 전력 제어라고 한다. 또한 단말기는 기지국과 거리가 멀거나 패스 로스(Path Loss)가 크면 파워 콘트롤하여 Tx값을 크게 조정하게 된다 이 경우 단말기는 Rx값을 참조하여 제어한다. 이와 같이 전력을 제어하는 것을 역방향 전력 제어라고 한다. 또 단말기에서 기지국으로부터 신호를 측정하여 이것의 보정치를 계산하여 송신하는데 이 보정치를 Adjust라고 한다

단말기는 기지국의 요청이 있을 때 순방향 FER(Forward FER)값을 기지국으로 보내고 기지국에서는 이 값을 기준으로 순방향 전력제어를 결정하게 된다. 그리고 각 파일럿(pilot)의  $E_c/I_n$ (Energy per chip per Interference density)을 이용하여 현재 어느 기지국과 연결하여 통화를 하는지 또는 어느 기지국의 어느 색터로 핸드오프 하는지를 알 수 있다. 또한 최적 PN을 이용해서 기지국 또는 기지국의 색터를 구분할 수 있다. 위의 값들은 이동 진화 단말기로부터 채집한 메시지들을 분석함으로써 얻을 수 있다[5,6] 이 메시지를 살펴보면, AGC(Automatic Gain Control)값과 근접 루프 전력 제어, 순방향 링크 프레임율과 역방향 링크 프레임율, 제어 채널 메시지, 역방향 링크 트래픽 채널 메시지, 싱크 채널 메시지, 페이징 채널 메시지, 순방향 링크 트래픽 채널 메시지, 순방향/역방향 링크 보코더 패킷, 일시적인 분석기 펌프 정보, 일시적인 분석기 탐색 정보, 위치 및 속도 정보, 마르코프 프레임 통계, 새로운 그리고 향상된 일시적인 분석기 탐색 정보, 보코더 비트 에러율 마스크, 아날로그 음성 채널 정보, 제어 프로브 정보, GPS 수신기로부터 받은 위치 및 속도 정보 등에 대한 메시지들이 있다.

### 3. 시스템의 요구사항

2장에서 살펴본 파라미터들을 손쉽게 채집하기 위해서는 CDMA 무선망 필드 데이터 채집을 효율적으로 수행할 수 있는 측정 시스템을 필요로 한다. 또한 측정 시스템에서 채집한 데이터를 변환하여 여러 가지 필요한 정보들을 분석에 용이하게 표시해 주는 등의 기능을 제공하는 분석 시스템을 필요로 한다.

CDMA 무선망 필드 데이터 측정 시스템은 차량에 탑재된 PC의 두 직렬포트에 각각 GPS와 이동 진화 단말기를 연결하여 (그림 1)과 같이 구성한다 기존의 측정 시스템들은 측정중에 측정값들을 지도 위에서 바로 볼 수 없었기 때문에 측정을 마친 후에 일괄적으로 측정값들을 지도 위에서 시뮬레이션 해봄으로써 측정 지역의 통화상태 등을 알 수 있었다 이 때 특정 지역의 측정치가 이상한 경우 혹은 기지국의 설정을 변경한 후에는 현장에 나가 다시 측정한 후 다시 분석 작업을 수행해야 하는 등 측정과 분석 과정을 반복해야만 했다. 그러나 제안하는 측정 시스템은 단말기로부터 분석에 필요한 데이터를 채집하면서 동시에 GPS로



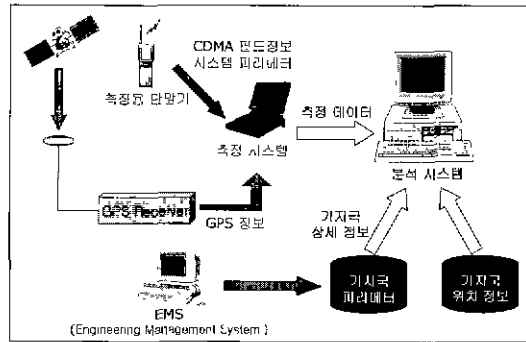
(그림 1) 측정 시스템의 구성도

부터 위경도 데이터를 일어서 실시간으로 지도상에 현재 위치와 그 지점의 상태를 표시해 주어 측정치가 이상한 지역을 다시 측정하거나 기지국의 설정을 변경해 가며 특정 지역을 수차례 반복 측정할 수 있도록 하여 측정 효율을 높일 수 있도록 한다 이를 위하여 다음과 같은 기능들이 요구된다.

- ① 단말기 제어 기능 : 단말기로부터 계속적으로 CDMA 무선망 필드 데이터를 얻는다. 이때 다른 작업으로 인해 수신하는 데이터를 잃어버리지 않도록 처리해야 한다.
- ② GPS 데이터 분석 기능 : 미리 지정된 시간간격마다 GPS 수신기로부터 현재 지점의 위경도값을 얻는다. 그리고 단말기로부터 수신된 데이터들과 매칭시킬 수 있어야 한다.
- ③ 측정 데이터 표출 기능 : 지도상의 각 측정 위치에 Rx, Tx, Adjust, 순방향 FER, 각 파일럿의 E<sub>c</sub>/I<sub>0</sub> 등 단말기로부터 얻은 여러 CDMA 무선망 필드 데이터 중에서 사용자가 선택한 한 종류의 데이터를 측정값에 따라 다양한 색상으로 표시한다. 이때 사용자가 원할 경우 필요한 범위의 데이터 값만 필터링하여 지도에 표시할 수 있도록 한다.
- ④ 환경 설정 기능 : 측정의 편의를 위하여 데이터 레벨 간격의 변경과 그에 따른 색상 변경, 필터링 될 값의 범위 변경은 사용자로 하여금 설정할 수 있도록 한다.
- ⑤ 그래프 표시 기능 : 단말기로부터 받은 데이터의 시간에 따른 분포를 쉽게 알아볼 수 있도록 하기 위해 Rx, Tx, Adjust, 순방향 FER, 각 파일럿의 E<sub>c</sub>/I<sub>0</sub>

값 등의 데이터를 그래프로 표시한다.

- ⑥ 저장 기능 : 측정된 데이터를 추후에 분석 시스템에서 사용하기 위해 GPS 정보와 함께 파일에 저장해야 한다 이 때 저장되는 데이터의 파일명은 측정을 시작한 날짜와 시간을 기준으로 하여 자동으로 생성해 준다.
- ⑦ 재생 기능 : 측정을 마친 후에는 채집한 데이터들을 보여주는 기능이 필요한데 이것은 지도 위에 일괄적으로 혹은 시간에 따라 순차적으로 보여주는 기능을 가져야 한다. 이 때 분석 효율을 높이기 위해서는 순차적으로 재생되는 데이터의 재생속도 조절과 재생된 데이터의 되돌리기 기능도 포함되어야 한다.
- ⑧ GPS 오류 보상 기능 : GPS가 군사목적적으로 사용되지 못하도록 GPS 데이터에 불규칙하게 포함되어 있는 오차로 인해 측정 데이터가 정확히 벡터지도 위의 도로와 맞지 않는 것을 측정후에 수동으로 보정하고 저장할 수 있게 하는 기능을 가져야 한다[7]



(그림 2) 분석 시스템에서 사용되는 데이터

분석 시스템은 (그림 2)에 나타난 바와 같이 측정 시스템의 데이터 혹은 기존의 DM 소프트웨어로부터 측정된 DM 데이터를 사용자가 분석하기 쉽도록 GPS 위경도 데이터와 지도를 매칭시켜 측정값들을 지도 위에서 나타냄으로써 측정 지역의 통화상태를 손쉽게 파악할 수 있게 하며 그밖의 여러 통계 처리값을 나타내어 주는 등 다음과 같은 기능을 필요로 한다.

- ① 측정 데이터 표출 기능 : 기본적으로 측정 시스템 항목 ③에서 언급된 레벨에 따라 다양한 색상으로 표시할 수 있는 기능과 표출 데이터 필터링 기능을

갖는다. 이밖에도 사용자가 지도 위에서 손쉽게 데이터들을 구분하기 위해 표출할 데이터의 크기와 모양 등을 다양하게 표시할 수 있어야 하며, Best PN을 표출 데이터 옆에 나타내 주는 기능을 필요로 한다

- ② 환경 설정 기능 : 측정 시스템 항목 ④과 동일하다.
- ③ 그래프 표시 기능 : 측정 시스템 항목 ⑤과 동일하다.
- ④ 일반 재생 기능 : 측정 시스템 항목 ⑦과 동일하다.
- ⑤ 핸드오프 표시기능 : 데이터의 순차적 진행에 따라 핸드오프를 표시할 수 있도록 기지국의 활성화 PN (Active PN)을 표시해 주도록 한다. 여기서 순방향 통화 채널에 할당된 채널들의 집합을 Active Set이라 하고 그 안에 속한 PN들을 활성화 PN이라 지칭한다.
- ⑥ 기지국 정보 표시 기능 : 기지국을 관리하는 시스템인 EMS(Engineering Management System)로부터 출력되는 기지국 형상 및 시스템 파라미터를 추가로 읽어들이어서 기지국 정보를 나타내기 위해 사용한다. 여기서 이 파라미터는 각 MSC(Mobile Switching Center)별로 저장하여 사용된다. 그러나 이 기지국 파라미터에는 기지국들의 위경도 좌표와 안테나의 각도 등 분석을 용이하게 하기 위한 몇몇 값들이 빠져있다. 이를 보충하기 위해 기지국에 대한 위치 정보를 따로 입력하여 사용하게 한다. 이렇게 기지국 파라미터에서 읽어들이는 내용은 지도에 표시된 기지국 심벌로부터 기지국의 상세 정보들을 조회하거나 수정할 수 있도록 한다.
- ⑦ 메시지 표시 기능 : DM 데이터를 읽어들었을 경우에는 이 데이터를 분석하면서 나오는 메시지들을 정리하여 나타내 주고, 메시지들에서 시스템 파라미터를 분석할 수 있도록 원하는 항목을 찾는 기능과 지도에 표출된 데이터를 선택하면 그것에 해당하는 메시지들을 찾아서 나타낼 수 있도록 한다.
- ⑧ GPS 오류 보상 기능 : 측정 시스템 항목 ⑧과 동일하다.
- ⑨ 통계 그래프 표시 기능 : 데이터들의 분석을 위해 데이터를 일부 혹은 전부를 선택하여 그 데이터들의 확률 밀도 분포, 누적 확률 분포, 거리에 따른 데이터의 레벨 분포를 여러 가지 그래프 형태로 표현할 수 있도록 한다.
- ⑩ 지하철 데이터 재생 기능 : GPS 데이터를 수신할 수 없는 지하철 구간에서 측정한 데이터 또한 앞서

언급한 여러 분석 기능을 수행할 수 있도록 처리해 주어야 한다. 즉, 지하철 노선도로부터 선택된 지하철 구간으로부터 위경도 값을 계산하여 측정 데이터를 지하철 구간을 따라 적절히 할당하여 벡터지도 위에 표출해 주는 제공하여야 한다

- ⑪ 보고서 출력 기능 : 자료 정리 및 업무 보고용으로 쓰이게 될 분석 내용의 각종 그래프와 데이터, 기지국 심벌 등을 포함한 벡터지도를 프린터 혹은 플로터로 일정한 양식으로 출력해 줄 수 있어야 한다.

#### 4. 시스템의 설계

본 절에서는 3절에서 제시된 CDMA 필드 엔지니어링 시스템의 요구사항에 따라 측정 시스템과 분석 시스템을 설계한다. 측정 시스템은 이동성이 강조되는 노트북에, 분석 시스템은 데이터를 좀 더 빠르게 처리할 수 있는 데스크탑 PC에 각각 독립적인 시스템으로 분리하여 설계한다. 이 두 시스템은 공통적으로 데이터를 벡터지도 위에 표출하는 기능을 가지므로 벡터지도에 대해 먼저 간단히 살펴본 후 측정 시스템과 분석 시스템을 설계한다.

##### 4.1 벡터지도

데이터를 효율적으로 분석하기 위해서는 데이터를 지도 위에 표시하는 작업이 필요하다. 지도의 종류에는 래스터(Raster) 지도와 벡터(Vector) 지도가 있다[8]. 종이 지도를 작은 셀로 구분하여 각각을 스캔하여 만든 래스터 지도는 자료 구조가 간단하여 화면 표출 속도는 빠르나 지도의 해상도가 고정된 픽셀로 확대 및 축소의 구현시 지도가 유연하게 표출되지 못한다. 그래서 본 시스템에서는 이러한 래스터 지도 대신 점, 선, 다각형, 문자들을 디지털화 하여 만들어 확대, 축소 및 이동의 구현이 용이하며, 지도의 레이아웃 표시가 가능한 벡터지도를 사용한다. 지도를 레이어별로 표시하면 도로, 하천, 건물 등을 선택적으로 표출할 수 있어서 모든 레이어를 표출할 경우에는 자세한 지도를 표출하므로 축척이 낮을 때 유리하고, 특정 레이어들만 표출할 경우에는 개괄적인 지리 정보를 표현하므로 높은 축척으로 지도를 빠르게 표현하고자 할 때 유리하다.

현재 통용되고 있는 벡터지도에는 다음과 같은 것들이 있다. USGS(U. S. Geological Survey)에서 많이 제공하는 DLG(Digital Line Graph)[9], 각 지리정보들을

데이터베이스화된 TIGER(Topological Integrated Geographic Encoding and Referencing)[10], 해안선과 국제간 경계와 세계 국가명 등의 정보를 가지는 WVS(World Vector Shoreline)[11], 1 : 1,000,000 크기의 지도와 동등한 지형 정보를 제공하는 DCW(Digital Chart of the World)[12], 벡터기반의 정보를 다른 타입의 데이터로 교환하기 위해 많이 사용되는 오토캐드(AutoCad)의 파일포맷의 DXF 포맷 지도[13], 그리고 벤틀리(Bentley)사의 캐드 프로그램인 마이크로스테이션(MicroStation)에서 사용되는 DGN 파일을 변형한 포맷의 지도 등이 있다.

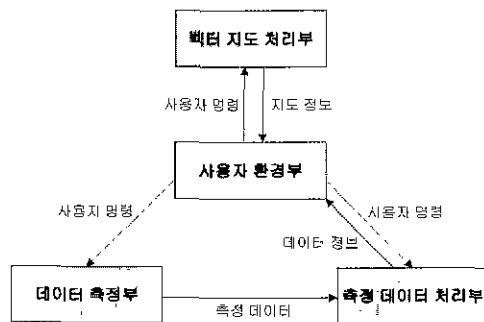
본 논문에서 사용하게 될 벡터지도의 근간을 이루는 DGN 파일은 ISFF(Intergraph Standard File Format)로 이루어져 있다. 이 포맷은 처음에 가변 크기의 디자인 파일 헤더가 있고 순차적으로 각각의 요소마다 가변 크기의 레코드들로 이루어진다. 본 논문에서 사용하는 벡터지도의 변형된 포맷은 화면에 표시하는 시간을 단축시키기 ISFF의 여러 요소들 중 선, 인속선, 다각형, 문자만을 추출하여 사용한다. 또한 데이터를 각 레이어별로 정리하여 저장함으로써 지도 파일의 크기를 줄여서 메모리로 읽어들이는 시간을 단축시킬 수 있도록 한다. 또한 레이어별로 관리되는 지도 데이터라도 전국 규모의 지도 데이터 전체를 하나의 파일로 사용하게 되면 매우 큰 메모리를 사용해야 하기 때문에 지도를 읽어들이고 사용하는 데에 상당한 시간이 걸리게 된다. 이러한 이유로 본 논문에서는 국립지리원에서 지정한 768개의 도엽을 기준으로 하여 벡터지도를 타일 형태로 나누어 각각의 파일로 나누어 저장하여, 지도를 표시할 때에는 데이터가 표시되는 지역의 지도 파일만을 메모리로 읽어들이어 사용한다[14].

4.2 측정 시스템

본 논문에서 제안하는 측정 시스템은 크게 벡터지도 처리부, 데이터 측정부, 측정 데이터 처리부와 사용자로부터 입력을 받고 화면에 표시 하여주는 사용자 환경부로 나뉜다. (그림 3)은 각 부분간의 데이터 흐름도를 나타낸다

벡터지도 처리부에서는 측정 데이터를 표시하게 되는 측정 지역의 벡터지도를 레이어별로 화면에 표시하고 그 벡터지도를 확대, 축소, 이동하는 기능을 가진다. 또한 측정 데이터의 GPS 위경도 정보를 바탕으로 측정지역의 벡터지도를 자동으로 화면에 표시해 준다.

데이터 측정부에서는 GPS 및 단말기로부터 측정된 데이터를 입력받는다 이 데이터들은 화면에 표시하기 위해 측정 데이터 처리부로 보내어지고, 측정후에 분석 시스템으로 측정 데이터를 분석하기 위해 GPS 정보와 함께 파일에 저장된다. 측정 데이터 처리부는 데이터 측정부로부터 전달받은 데이터를 적절하게 변환하여 사용자 입력에 따라 순차적 재생 혹은 일괄 재생 등 다양한 방법으로 화면에 표시하는 기능을 가진다. 또한 GPS 데이터에 불규칙하게 포함되어 있는 오차를 수동으로 조정하기 위해 선택된 데이터들의 위치를 이동하여 지도 위에 표시하고 저장할 수 있는 기능을 가진다. 사용자 환경부에서는 위의 벡터지도 처리부, 데이터 측정부, 측정 데이터 처리부의 정보들을 모아서 화면에 표시하고 사용자 입력을 받아서 각 부분으로 보내어 정보들을 처리할 수 있도록 한다.



(그림 3) 측정 시스템의 데이터 흐름도

위의 각 부분은 제한된 시간 내에 서로 독립적으로 처리될 수 있어야 한다. 즉, 사용자가 설정한 데이터 측정 시간 간격마다 GPS로부터 측정된 위경도 좌표를 바탕으로 벡터지도 위에 단말기에서 측정된 데이터 레벨을 표시해 주어야 하고 추후의 분석을 위해 디스크에 저장해야 한다. 여기서 측정 시간 간격이란 화면상에 현재 위치와 그에 따른 데이터 레벨을 표시해 주는 간격을 말하며, 최소 시간은 GPS로부터 신호를 받는 데 걸리는 최소시간 1초로 한다. 사용자가 설정한 측정시간 동안 단말기에서는 여러 번의 데이터 측정이 이루어지므로 그 시간동안 측정된 데이터를 평균하여 화면에 표시한다. 또한 측정이 시작되면 현재 차량의 GPS 정보를 바탕으로 현 지역의 지도를 자동으로 화면에 표시하네 차량이 이동할 때마다 필요시 지도를 자동 스크롤하고 각종 사용자 입력을 처리할 수 있어

야 한다.

만약 이런 기능들을 일반적인 프로그램처럼 순차적으로 처리한다면 어느 한 기능을 수행하기 위해 다른 기능들이 처리되지 못한 채로 대기해야 하는 경우가 발생한다. 이 때 다른 부분들은 조금 시간이 지체된 후 처리되어도 큰 문제가 없으나 데이터 측정부의 작업은 제한된 시간내에 처리되지 못하면 측정된 데이터를 잃어버리거나 GPS데이터와 측정 데이터를 서로 매칭시키지 못하는 등의 문제가 발생한다. 이런 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 윈도우즈95 운영체제의 쓰레드를 사용한다. 측정 시스템은 <표 2>와 같이 4개의 쓰레드로 나누어 구현한다.

<표 2> 부분별 쓰레드 설정과 우선순위

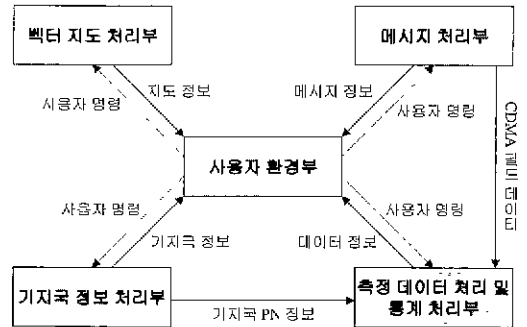
쓰레드명	해당 부분	윈도우 95에서의 우선순위
GPSThread	GPS 데이터 수신부	THREAD_PRIORITY_HIGHEST
PhoneThread	단말기 데이터 측정부	THREAD_PRIORITY_HIGHEST
GUIThread	사용자 환경부 측정 데이터 처리부	THREAD_PRIORITY_NORMAL
VmThread	백터지도 처리부	THREAD_PRIORITY_LOWEST

백터지도 처리부를 독립된 쓰레드 VmThread로, 데이터 측정부는 GPSThread와 PhoneThread와 두 개의 쓰레드로, 그리고 GUIThread는 사용자 환경부와 측정 데이터 처리부 등 나머지를 하나의 쓰레드로 구현한다. 여기서 실시간 처리를 엄밀히 보장하고 있지 못한 윈도우95 환경에서 다른 작업으로 인해 데이터 측정을 실패하는 것을 방지하기 위해 각 쓰레드의 우선순위(Priority)를 다르게 설정한다. 각각의 데이터를 측정하는 GPSThread와 PhoneThread의 쓰레드는 가장 높은 우선순위로, GUIThread는 보통 우선순위로, 화면에 지도를 표시하는 VmThread는 가장 낮은 우선순위로 한다. 즉, GPS와 단말기로부터 각각 독립적인 시간간격으로 데이터를 수신 받도록 하기 위해 데이터 측정부를 두 개의 쓰레드로 나누며, 이 두 쓰레드의 우선순위를 다른 쓰레드 보다 높게 설정하여 지도 표출 혹은 사용자 입력을 처리하는 도중에도 각각의 측정 데이터를 잃어버리지 않도록 한다. 예를들어 차량이 이동함에 따라 현재 화면에 표시되는 지도밖으로 이동할 때 자동으로 지도를 스크롤하는 경우나 혹은 앞 절에서 언급했듯이 타일 형태로 관리되는 백터지도에서 현재 메모리 로딩되어 있는 지도 밖의 위치로 이동하게 되어 새로운 지도 데이터를 메모리로 로딩할 경우 지도

처리부에서 땡상시 보다 많은 시간이 필요하게 된다. 이 경우 각 부분이 같은 우선순위를 가지고 있다면 파다한 지도 표출 작업으로 인해 데이터 수신에 실패하거나 GPS 데이터와 단말기로부터 수신된 데이터를 매칭시키지 못할 수도 있지만, 위와 같이 백터지도 처리부를 가장 낮은 우선순위로 설정하여 비록 화면에는 지도가 빠르게 표출되지는 못하더라도 항상 입력되는 데이터를 수신할 수 있도록 한다.

4.3 분석 시스템

본 논문에서 제안하는 분석 시스템은 크게 백터지도 처리부, 측정 데이터 처리 및 통계처리부, 메시지 처리부, 기지국 정보처리부 등의 데이터 처리 부분과 사용자로부터 입력을 받고 화면에 표시해 주는 사용자 환경부로 나눌 수 있다. 사용자 환경부에서 입력받은 사용자 명령은 데이터 처리 부분으로 보내지고 데이터 처리 부분은 사용자로부터 전달받은 명령에 따라 적절한 데이터 처리를 한 후 사용자 환경부로 보내어 화면에 그 결과를 표출한다. (그림 4)는 각 부분간의 데이터 흐름도를 나타낸다.



(그림 4) 분석 시스템의 데이터 흐름도

분석 시스템의 백터지도 처리부는 측정시스템의 백터지도 처리부와 같은 기능을 가지며 동일하게 구성되어 있다. 측정 데이터 처리 및 통계처리 부에서는 측정된 데이터의 변환, 데이터의 화면 표출, 데이터 위치 보정 그리고 데이터들의 분석을 위해 데이터를 일부 혹은 전부를 선택하여 그 데이터들의 확률 밀도 분포, 누적 확률 분포, 거리에 따른 데이터의 레벨 분포를 여러 가지 그래프 형태로 표현하는 등의 통계 처리의 기능을 가지고 있다. 또한 지하철에서 데이터를 측정

할 때에는 GPS를 사용할 수 없기 때문에 측정 시스템에서 GPS가 빠지고 단말기만을 이용하여 측정하게 된다. 그러므로 지하철에서 측정된 데이터는 GPS로부터 측정된 위경도 정보가 빠져 있다. 이러한 데이터를 화면에 표시하기 위해서는 측정된 데이터에 위경도 좌표를 넣어 주어야 한다. 본 시스템에서는 이것을 처리하기 위해서 지하철 노선도에서 측정을 시작한 역과 측정이 끝난 역을 선택하여 그 사이에 측정 데이터를 적절히 할당하여 표시하고 각 지점의 값을 실제 위경도 좌표로 변환할 수 있도록 한다. 지하철 노선도는 지도와 같은 파일 형식을 가지고 지도와 마찬가지로 확대, 축소, 이동 등의 기능을 가진다. 또한 지도에 표시되어 있는 데이터와 연계되어 데이터의 순차적 표시 및 메시지를 찾는 기능도 제공한다. 이 부분은 크게 데이터에 대한 정보를 가지고 그것을 관리하는 모듈과 데이터의 출력이 관계하는 모듈, 그리고 통계처리를 위한 모듈, 지하철 데이터 처리를 위한 모듈로 나뉜다.

메시지 처리부에서는 DM 데이터 파일을 분석해서 그 속에 포함된 메시지들을 사용자가 보기 쉽게 트리 형식으로 정렬하여 보여준다. 또 지도 위의 데이터가 선택되면 트리에서 해당되는 메시지를 찾아 상세 정보를 보여준다. 또한 상세 정보를 표시하는 부분에서 원하는 문자를 포함하는 메시지를 찾는 기능을 제공한다. DM 데이터 파일을 분석하고 정렬하는 데에는 상당한 시간이 필요하므로 분석되어 만들어진 메시지들은 따로 저장하여 다음에 그 DM 데이터 파일을 분석할 시에는 메시지 파일을 읽어 들여 DM 데이터 파일을 분석하는 시간을 줄이도록 한다.

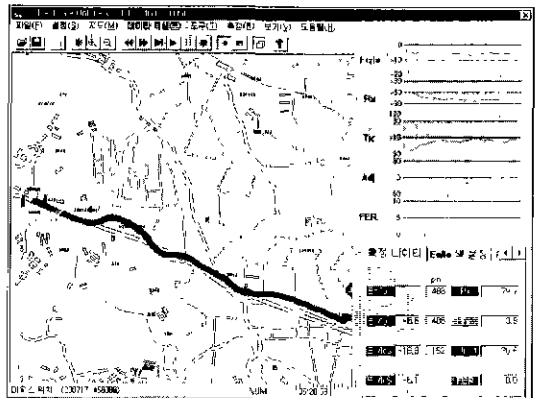
기지국정보 처리부에서는 기지국을 지도 위에 표시하고 기지국 정보를 조회 및 수정하는 기능을 제공한다. 기지국 정보는 삼성, 현대, LG 등 기지국 장비 생산 회사별로 다른 형식을 가진다. 기지국정보 처리부는 기지국에 대한 정보를 가지고 있는 모듈과 정보의 조회에 따라 정보를 보여주는 모듈, 기지국 심벌을 호출하고 관리하여주는 모듈로 구성되어 있다.

사용자 환경부에서는 위의 백터지도 처리부, 측정 데이터관리 및 통계처리부, 메시지 처리부, 기지국 정보처리부의 정보들을 모아서 화면에 호출해주고 사용자 입력을 받아서 각 부분으로 보내어 정보들을 처리할 수 있도록 한다 그리고 효율적인 분석 작업을 위해서는 각종 데이터의 관리와 환경설정에 대한 정보를 갖고 있기 위한 작업공간에 관한 모듈을 가지고 있다.

이 작업공간에는 사용자가 분석을 원하는 데이터 파일과 그 데이터와 관련된 기지국 파라미터 파일을 연결하여 저장된다 그리하여 차후에 같은 데이터 파일을 분석해 보고자 할 때에는 단지 저장되어 있는 작업공간 파일을 열어주면 관련된 사항들이 자동적으로 연결되어 나타난다.

### 5. 구 현

측정 시스템 및 분석 시스템은 윈도우즈 95를 기반으로 사용자 환경으로 구현하기 위해 마이크로소프트사의 MFC 라이브러리를 사용하여 Visual C++ 5.0 컴파일러 환경하에서 구현하였으며, 특히 각종 그래프를 처리하기 위해서 Software FX, Inc사의 Chart FX를 이용하였다

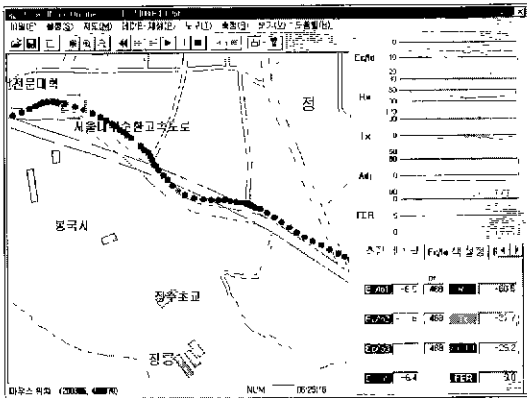


(그림 5) 측정 시스템(데이터 측정 상태)

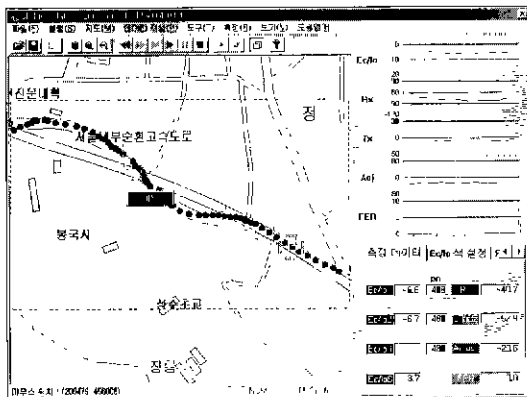
(그림 5)에는 측정 시스템에서 데이터 측정중 지도 위에 측정 데이터가 호출되고 있는 화면을 나타내었다. 각각의 데이터는 E/I<sub>0</sub>, Rx, Tx, Adjust, 순방향 FER 중 사용자가 선택한 데이터 항목에 대해 데이터 레벨에 따라 미리 지정된 색상으로 지도 위에 나타난다. (그림 5)의 지도 왼쪽의 표적 모양의 사각형으로 둘러싸인 데이터가 현재 측정하고 있는 위치의 데이터를 나타낸다. 또한 화면 오른쪽에는 측정된 CDMA 필드 데이터값들을 그래프와 수치로 표현하고 있다. 측정 시스템에서 측정을 마친 후에 측정되어진 데이터를 다시 읽어오면 (그림 6)와 같이 보여진다. 여기서 자세히 보면, 3장에서도 언급하였듯이 GPS 오차로 인해 데이터가 도로에서 약간 벗어나 있는 것을 볼 수 있



다. 이동하고자 하는 데이터를 블록으로 선택하여 데이터의 위치를 보정하는 기능을 사용하면 (그림 7)과 같이 데이터를 도로위로 더욱 근접하게 이동할 수 있고, 이 보정된 값은 위경도로 바뀌어 데이터와 함께 파일에 저장 할 수 있다



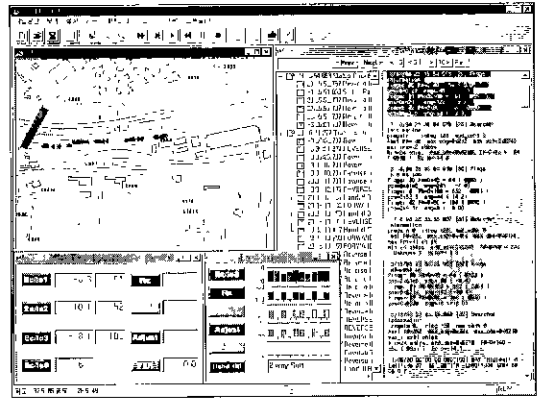
(그림 6) 측정 시스템(데이터 위치 보정전)



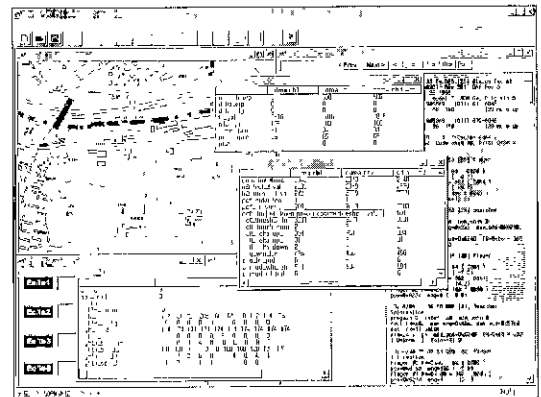
(그림 7) 측정 시스템(데이터 위치 보정후)

다음으로는 분석 시스템의 동작화면을 나타내었다. 분석 시스템은 (그림 8)에서 볼 수 있듯이 지도를 나타내는 지도창과 DM 데이터로부터 분석된 메시지를 나타내는 메시지창, 데이터의 수치를 표현하는 데이터창과 그래프의 표현이 나타나는 그래프창으로 구성되어 있다. 여기서 데이터창과 그래프창은 데이터를 시간에 따라 순차적으로 나타내었을 때 각각의 값들이 표시된다

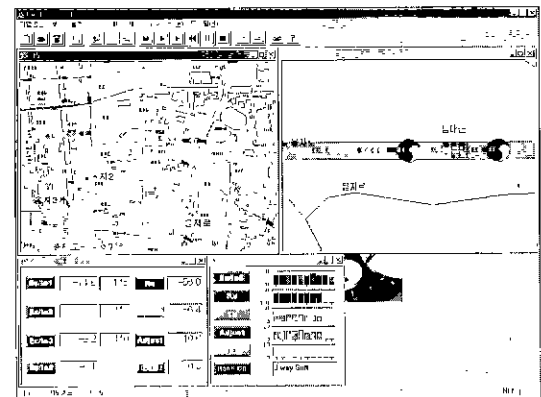
(그림 9)에는 기지국 심벌로부터 각 기지국의 여러 가지 정보들을 확인해 보는 화면이고, (그림 10)에는



(그림 8) 분석 시스템(전체화면)



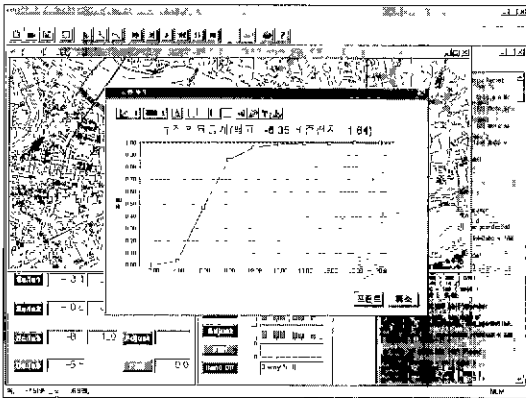
(그림 9) 분석 시스템(기지국 정보 표시)



(그림 10) 분석 시스템(지하철에서 측정된 데이터 처리)

지하철에서 측정된 데이터를 표출하는 화면이다. 작업 공간을 설정하여 지하철 구간에서 측정된 데이터를 로딩하면 (그림 10)의 화면 오른쪽에 나타나 있듯이 지

하천 노선도창이 나타나고 이곳에 데이터를 측정할 지하철 구간을 선택해 주면 노선도창의 지하철 구간과 지도창에 실제 지도상의 위치에 각각 측정 데이터를 등간격으로 표출해 준다 (그림 11)에는 통계처리의 한 예로 지도상에 선택한 영역에 대한 누적확률통계를 나타내었다. 이 그래프는 다양한 형식으로 바뀌 나타낼 수도 있고 인쇄할 수 있다.



(그림 11) 분석 시스템(통계처리-누적확률통계)

## 6. 결 론

CDMA 무선 이동 통신 서비스시 모든 서비스 지역 내에서는 정상적으로 통화가 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 전파가 기지국에서 각 단말기로 전달되고, 단말기는 기지국으로 신호를 전송하여야 하며 서비스 지역내에서는 이 신호치가 어느 일정한 범위 값을 유지해야 한다. 따라서 기지국을 세울 때 이것을 고려하여 도심지는 조밀하게, 교외지는 적은 수의 기지국을 세우게 된다. 이러한 이유는 물론 통화량으로 인한 것도 있지만 일반적으로 전파의 특성상 도심지에서는 건물 등의 영향으로 전파가 진행하면서 발생하는 신호 감쇄가 더욱 심하기 때문이다. 따라서 서비스 지역내 어느 장소에서는 신호 감쇄로 인해 통화가 발생하지 않는 경우가 발생하게 되므로 무선망 설계시에는 이를 고려하여 기지국을 설치해야 하며, 기지국 설치 후 적절한 파라미터를 설정한 후 필드에서 단말기로 시험을 하게 된다. 그 시험값들이 Rx, Tx, Adjust, FER, E<sub>s</sub>/I<sub>0</sub> 등이며 측정된 값들을 지도 위에서 시뮬레이션 해봄으로써 특정지역에서의 통화상태를 알 수 있고 측정치가 나쁠 경우 다시 기지국의 파라미터 등을 제조정하는 최적화

작업을 통해 최상의 통화 품질을 제공하게 된다.

이를 위해 본 논문에서는 측정된 CDMA 무선망 필드 데이터를 분석할 수 있는 CDMA 필드 엔지니어링 시스템을 구현하였다. 먼저 분석이 필요한 파라미터들을 알아본 후, 측정 시스템과 분석 시스템이 가지야 할 기능 등의 요구사항들을 정리하고, 이 요구사항들을 만족하는 측정 시스템과 분석 시스템을 구현하였다. 구현한 시스템들은 CDMA 무선망 필드 데이터를 측정중에도 지도 위에서 비교해 볼 수 있는 등 기존의 측정 시스템 보다 효율적인 측정이 가능하다. 또한, 측정 데이터를 다양하게 분석하기 위해서 기존에는 여러 분석 시스템들을 사용할 필요가 있었으나 구현된 분석 시스템은 단일 시스템으로도 여러 분석 기능들을 수행할 수 있게 되었다.

추후 연구과제는 현재의 기본적인 CDMA 무선망 필드 데이터의 측정에서 더 나아가 DM 소프트웨어와 같이 세부적인 메시지의 측정을 할 수 있는 측정 시스템의 개발이 요구된다. 또한 분석 시스템에서는 같은 지역을 여러번 측정한 DM 데이터 파일을 동시에 로딩하여 각 데이터의 값들을 비교해 볼 수 있는 기능과, 여러 개의 단말기를 동시에 시험하여 지도 위에서 비교해 보며 분석할 수 있는 기능의 추가가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] CDMA 이동전화 기술, 포항종합제철주식회사 이동통신 추진본부, 1994.
- [2] QUALCOMM Mobile Diagnostic Monitor User's Guide, Qualcomm Inc., 1997.
- [3] Gooil Kim, *DUET TRANSMITTER and RECEIVER MANUAL Verion 1.0* Berkeley Varitronics Systems
- [4] 홍성칠, 최강호, *GigaCell 무선망(기지국) 최적화™*, SK Telecom, 1996.
- [5] *AT&T CDMA RF Engineering Guidelines Revision 2*, AT&T-PROPRIETARY, Aug 1995.
- [6] *The CDMA Network Engineering Handbook*, Qualcomm Inc, 1998 3.
- [7] *Placer™ GPS 450/455 Installation and Operations Manual*, Trimble Navigation, 1996.
- [8] <http://www.graticule.com/data/datatypemfo.html>
- [9] [http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/guide/1\\_dgr](http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/guide/1_dgr)

\_dcm

- [10] <http://www.census.gov/ftp/pub/geo/www/tiger>
- [11] <http://164.214.254/guides/df/wvs.html>
- [12] <http://www.maproom.psu.edu/dcw/>
- [13] Murray and Vanryper, "Graphics File Formats," O'Reilly, 1996.
- [14] 전경수, 박영옥, 電子地圖시스템 硏究, 대한교통학회, 국토개발연구원, 한국건설기술연구원, 1996. 7.



### 이 찬 수

e-mail cusco@zeus.kookmin.ac.kr  
 1995년 국민대학교 전자공학과 (공학사)  
 1997년 국민대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1997년~현재 국민대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : 멀티미디어, 파일시스템, 시뮬레이션



### 임 희 경

e-mail : HKLim@hte.co.kr  
 1997년 국민대학교 전자공학과 (공학사)  
 1999년 국민대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1999년~현재 해태전자 통신기술연구소 연구원

관심분야 : 객체지향, 정보통신



### 홍 성 철

e-mail : schong@sktelecom.com  
 1984년 서울대학교 전자공학과 (공학사)  
 1986년 서울대학교 제어계측공학 (공학석사)  
 1994년 미국 Syracuse University 전기, 전자, 제어공학과 (공학박사)

1984년~1995년 한국통신 교환기 개발관리  
 1995년~현재 SK Telecom 무선데이터사업본부 본부장  
 관심분야 : 이동통신시스템, 무선 인터넷



### 임 재 봉

e-mail : ljb@kmu.kookmin.ac.kr  
 1974년 서울대학교 전자공학 (공학사)  
 1976년 서울대학교 전자공학 (공학석사)  
 1978년~1982년 충남대학교 전자공학과 조교수

1987년 서울대학교 전자공학(공학박사)  
 1989년~1990년 미국 텍사스 주립대학 전자공학과 Visiting Scholar  
 1991년~1992년 대한전자공학회 마이크로과 분과 전문위원장  
 1982년~현재 국민대학교 전자공학부 교수  
 1995년~현재 한국통신학회 이사  
 관심분야 : RF circuit design, 이동통신시스템



### 성 영 락

e-mail yeong@kmu.kookmin.ac.kr  
 1989년 한양대학교 전자공학과 (공학사)  
 1991년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)  
 1995년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)

1995년~1996년 한국과학기술원 위촉연구원  
 1996년~1998년 국민대학교 전임강사  
 1998년~현재 국민대학교 조교수  
 관심분야 : 멀티미디어 시스템, 시스템 모델링 및 시뮬레이션, 병렬처리



### 오 하 령

e-mail : hroh@kmu.kookmin.ac.kr  
 1983년 서울대학교 전기공학과 (공학사)  
 1983년~1986년 삼성전자 종합연구소  
 1988년 한국과학기술원 전기전자과 컴퓨터공학전공(공학석사)

1992년 한국과학기술원 전기전자과 컴퓨터공학전공(공학박사)  
 1992년~1996년 국민대학교 공과대학 전자공학부 조교수  
 1996년~현재 국민대학교 공과대학 전자공학부 부교수  
 관심분야 : 컴퓨터구조, 운영체제, 분산 및 병렬처리, 멀티미디어