

# DTV 필드테스트를 위한 통합 측정 및 분석 시스템 개발

김영민, 서영우, 권태훈, 목하균  
한국방송 방송기술연구팀  
rloview@kbs.co.kr

## Development of an Integrated Measurement and Analysis System for DTV Field Test

Young-Min Kim, Young-Woo Suh, Tae-Hoon Kwon, and Ha-kyun Mok  
Korean Broadcasting System(KBS), Broadcast Technical Research Team

### 요약

디지털 TV 방송이 본격적으로 보급됨에 따라 2004 년 후반부터 각 방송사들은 디지털 방송네트워크의 설계를 위해 본격적인 전계강도 실측을 실시하고 있다. DTV 신호 측정에는, 가장 기준이 되는 전계강도 측정기를 비롯하여 DTV 복조기(demodulator), 각종 셋톱박스, 위성항법장치(GPS)를 이용한 지형정보시스템(GIS) 등 많은 장비가 필요하고 측정항목도 다양하여, 한 지역을 측정하는데 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 측정자의 숙련도에 따라 측정결과와 정확도와 신뢰도가 떨어질 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위해 다양한 계측장비와 운용장비의 제어를 체계적으로 관리하고 측정절차를 일반화하며 측정결과 데이터를 데이터베이스화하여 측정결과를 용이하게 파악할 수 있는 통합 측정 시스템을 제안한다. 또한, 본 시스템은 측정 뿐 아니라 지형정보시스템과 전계강도 예측시스템을 도입하여 측정지점 주변의 수신환경 분석 및 최적 수신위치의 검색정보 등을 제공하며, 다량의 측정결과에 대한 다양한 분석이 가능하여 커버리지 분석 및 송신 네트워크의 설계 등에 활용될 수 있다.

### I. 서론

#### 1. 개요

필드 테스트를 시행함에 있어서 DTV 측정 초기에는 측정자가 일일이 수동으로 계측기 등의 장비를 조작하여 측정하고 그 값을 받아 적어서 기록하는 방식으로 필드 테스트가 이루어졌다.

그러나 디지털 방송 필드 테스트는 다양한 장비를 제어해야 하고 측정 절차가 복잡하기 때문에 사람이 수동으로 측정하면 시간이 많이 소요되는 문제점이 있었다. 또한 측정기 조작 오류 및 생략 등의 실수로 인한 오류가 있을 수 있으며, 측정 참여 인원의 변경으로 인해 측정 장비 설정이 달라질 수 있다는 문제가 제기 되었다. 이는 측정시의 어려움뿐만 아니라 측정값을 신뢰할 수 없다는 문제를 수반하기 때문에 일관성 있는 측정값의 수집을 요하는 필드 테스트에서 큰 문제였다. 또한 개별 장비에서 제공되는 여러 가지 제어 프로그램을 컴퓨터에 설치해서 사용하게 되면 시간이 많이 소요되고, 프로그램간 데이터의 호환이 이루어지지 않아 데이터 분석/처리 시 불편하다는 어려움이 있다.

이러한 문제점을 해결하려는 다양한 시도가 있었는데, ATSC(Advanced Television Systems Committee)[1]에서는 각기 용도가 다른 여러 소프트웨어를 시스템 컴퓨터에 설치하여 측정에 사용하였다[2][3]. 2000 년 KBS DTV 실험방송 전담반에서도 측정을 위한 주 계측장비와 운용장비별 제어 소프트웨어를 개발하여 측정에 활용하였다[4]. 로데 슈바르쯔(ROHDE&SCHWARZ) 사에서는 자사의 계측기를 이용하여 GIS 와 결합된 커버리지 자동 측정 시스템인 ROMES[5]를 개발하여 출시하기도 하였다.

하지만, 위와 같이 계측장비와 운용장비별로 각각의 소프트웨어를 사용하게 되면, 데이터 양식이 서로 다르고

자동으로 입력되지 않아서 데이터 저장 및 분석이 번거롭고 일괄처리가 곤란하여 수작업이 불가피하다는 단점이 있다.



그림 1. 제안한 통합 측정 및 분석 시스템 개요

본 논문에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 통합 측정 및 분석 시스템을 제안하고 개발하였다. 제안한 시스템은 지리정보를 분석하는 지리정보(GIS)모듈, 측정을 담당하는 자동측정모듈, 측정된 데이터를 분석하여 사용자가 원하는 양식의 보고서를 자동 생성하는 데이터 분석 및 보고서 작성 모듈, 계측장비(스펙트럼분석기 등) 및 운용장비(GPS, 로터 등)를 연결하고 제어하는 장비 인터페이스 및 관리모듈로 구성되며 하나의 프로그램으로 통합되어 운용된다.

또한, 본 시스템은 측정 뿐 아니라 지형정보시스템을 이용한 전계강도 예측시스템을 도입하여 측정지점 주변의 수신환경 분석 및 최적 수신위치의 검색정보 등을 제공하며, 다량의 측정결과에 대한 다양한 분석이 가능하여 커버리지 분석 및 송신 네트워크의 설계 등에 활용될 수 있도록 설계되었다.

제안한 시스템의 측정 소프트웨어는 Windows2000 및

WindowsXP 등의 Windows OS 환경에서 Visual Basic 6.0 을 이용하여 개발하였으며, 기지국과 측정값 등의 데이터베이스화를 위해 MDB 를 사용하였고, 계측 및 운용 장비와의 연결은 GPIB(IEEE 488.2), RS-232 등의 인터페이스를 사용하였다.

본 시스템은 KBS 에서 제작한 측정차[6]에 설치되어 수원시전역에서 실시한 DOCR(Digital On Channel Repeater) 필드테스트에 적용되었으며 기존 측정방법보다 측정시간 및 정확도 면에서 그 효율성을 입증하였다. 그림 1 은 본 논문에서 제안하는 시스템의 개요이다.

## II. 기존 자동 측정 시스템의 구성

### 1. 개별측정시스템

초기 ATSC 의 필드테스트에서는 에질런트(Agilent) 사의 계측기에 IBASIC 언어[7]로 구현되는 일괄 측정시스템을 적용하여 사용하였다. 이를 통해서 계측기의 복잡한 명령어 단계를 한 두 개의 과정을 통해 적용하여 측정의 단순화를 이루었다. 이 방법은 복잡한 디지털 신호의 측정과정을 간략화 했다는 데 의의가 있으며 직접 계측기를 조작하며 그 결과를 볼 수 있다는 이유로 최근까지도 이용되기도 한다.

그러나, GIS 기반 GPS 제어 소프트웨어, 지형고도프로파일 소프트웨어, 화면저장 소프트웨어, VSA(Vector Signal Analyzer) 제어 소프트웨어 등 각각 다른 용도의 소프트웨어를 사용하면서 측정결과를 디스켓을 통해서 취합하기 때문에 데이터의 전달이 쉽지 않고 다양한 형태의 분석이 어려우며 기능에 제한이 많다는 단점이 있다.

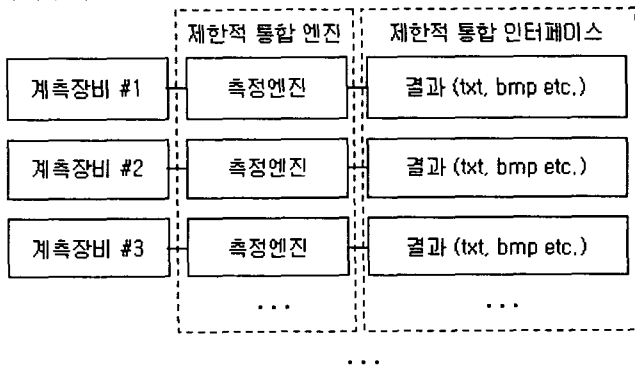


그림 2. 기존의 개별 및 통합 자동 측정 시스템 구조

### 2. 통합측정시스템

개별 자동 측정 시스템의 운용상의 문제점을 해결하기 위해 PC 에 설치된 지리 정보 시스템과 연계하여 측정 자동화를 이루려는 시도가 많이 이루어 졌다. 대표적인 경우로 해리스 사에서 2000 년도 초반에 발표한 측정소프트웨어[8], 한국의 DTV 실험방송전담반에서 활용한 측정소프트웨어와 최근 로데 슈바르쯔 사에서 발표한 DTV 커버리지 측정 시스템인 ROMES 등을 들 수 있다.

해리스 사의 측정소프트웨어와 한국의 DTV 실험방송전담반에서 사용한 측정 소프트웨어는 하나의 측정소프트웨어에서 개별 장비로 접속하여 해당 장비의 측정결과를 취합할 수 있는 것으로 전용 측정장비의 주요 측정기능을 PC 를 통해서 원격으로 제어하고 데이터를 PC 로 가져올 수 있어 측정절차의 효율을 높였다.

특히, 로데 슈바르쯔 사의 ROMES 의 경우 측정엔진개념을 도입하여 자사의 계측기와 연결을 플러그인 개념으로 처리함으로써 측정 소프트웨어의 확장성을 높였다. 또한, MAP-X 기반의 지형정보시스템과 연동하여 이동측정을 통한 커버리지 측정이 용이하도록 구성한 것이 특징

이다. 그림 2 는 기존의 개별 및 통합 자동 측정 시스템 구조이다.

위와 같은 다양한 시도에도 불구하고 측정 소프트웨어의 국내 활용 시 제기된 문제점은 다음과 같다.

- 전용 측정장비만을 지원하므로 새로운 측정장비의 추가 및 확장이 힘들거나 특정 회사의 제품만을 지원함.
- 미국이나 서유럽어 환경에서 제작된 프로그램의 경우 지도정보의 업데이트가 쉽지않음(특히 아시아 권의 한국어 지도 설치 시 언어오류 발생)
- 지형지도를 이용한 측정환경 및 결과 분석 기능이 제한적임.
- 사용자의 다양한 요구에 의한 보고서 생성 기능이 제한적이어서 측정 데이터분석 및 보고서 작성시 장시간 수작업이 불가피함.

### 3. 제안한 통합 측정 시스템

위에서 언급한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 다음과 같은 기능을 포함하는 통합 측정 시스템을 제안하였다.

- 측정 장비 연결을 위한 물리 계층과 실제 측정을 담당하는 응용 프로그램 계층의 분리를 통해 어느 장비를 연결하더라도 동일한 인터페이스를 통한 측정이 가능함.
- 건물 데이터를 포함하는 2D 및 3D 최신 지도의 적용을 통해서 한국어 환경에서 최적화된 지형지물 분석 기능 포함함.
- LOS(Line of Sight) 및 수신전계강도 예측 기능 탑재로 측정지역의 전계 분포 사전 예측 및 적절한 측정위치 선정 보조 자료 활용 가능함.
- 측정데이터의 데이터베이스화를 통하여 다양한 형태의 데이터 추출, 결과 분석 및 보고서 작성 지원 가능함.

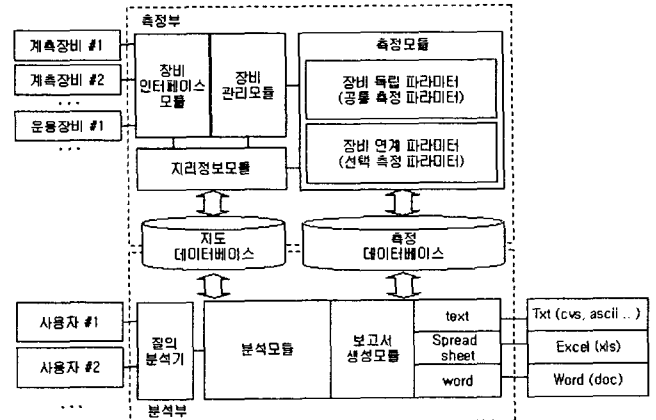


그림 3. 제안한 통합측정 및 분석 시스템 구조

## III. 제안한 통합측정 및 분석시스템의 구성

### 1. 구성

통합 측정 소프트웨어는 크게 지리정보(GIS)모듈, 자동 측정모듈, 데이터 분석 및 보고서 작성 모듈, 장비 인터페이스 및 관리모듈로 이루어져 있으며 그림 3 과 같이 구성되어 있다.

### 2. 지형정보(GIS) 모듈

측정지점의 지형정보를 제공하기 위해 2D 와 3D 지도 데이터를 활용하는 지형정보 시스템을 설치하였다. 이를 통해 송수신점 간의 지형 및 장애물 분포, 측정점 주변의 수신환경, LOS 가능 지역 탐색 및 전계강도 예측 등의 정

보를 GPS 에 기반한 위치 데이터를 이용하여 구할 수 있다. 또한, 수신상태의 예측과 수신 기준 위치 선정에 활용할 수 있으며 측정이 완료된 후에는 측정점들에 대한 도상 표시를 통해서 전체 커버리지의 전계강도 실제 분포상태를 분석할 수 있다. 그림 4 는 지형정보(GIS)의 2D 지도 화면을 나타낸다.

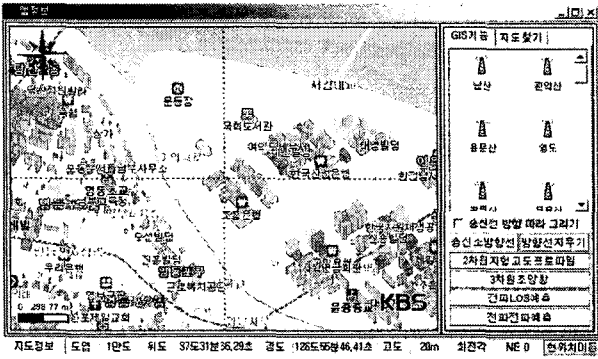


그림 4. 지형정보(GIS)의 2D 지도 화면

### 3. 자동 측정 모듈

#### 3.1 고정 측정

디지털방송 신호측정에 있어서 대부분의 측정항목은 전계 강도측정과 같은 공통 측정항목과 각 수신기 및 계측 장비에 지원하는 고유의 측정항목으로 구분할 수 있다. 이들 측정항목 중 공통 측정에 해당하는 항목들을 일반측정항목으로 분류하여 어느 계측기를 연결하더라도 표준 인터페이스 환경에서 측정 가능하도록 하였다. 개별 측정항목은 계측기별로 별도로 제공되는 인터페이스에서 측정이 가능하도록 하여 선택적으로 사용할 수 있도록 하였다.

- 일반측정항목 : 기본적인 RF 측정항목(수신전계강도, SNR 등)
- 개별측정항목 : 계측장비별로 지원하는 특수 기능에 따른 측정항목(디지털 복조, 등화기 정보, 그룹지연 분석 등)

이뿐만 아니라 설치된 장비에 따라 DTV 측정, DMB 측정, NTSC 측정 등 디지털과 아날로그 방송 측정 모드를 설정하고 측정절차에 따른 측정작업을 수행할 수 있다.

모든 측정항목은 자동 데이터 수집 뿐 아니라 장비에서 지원 가능한 경우 화면 저장도 동시에 수행하여 측정 당시의 상황이 그대로 기록되도록 하며 후후 검색 및 가공이 용이하도록 데이터베이스를 이용하여 저장한다.

#### 3.2 이동 측정

본 시스템을 사용하면, 기존 수동 측정에서는 불가능했던 이동 측정이 가능하다. 본 시스템에서는 측정 시간 간격을 설정하여 이동 측정을 하면서 신호 전계 강도의 측정이 가능토록 하였다. 속도계 등을 설치하여 속도와 시간을 고려한 이동측정이 된다면 더 정확하고 다양한 측정이 가능할 것으로 예상된다.

#### 4. 데이터 분석 및 보고서 작성 모듈

측정을 마치면 측정 결과에 대해서 분석을 수행한다. 분석은 특정 지역에 대한 연속 측정데이터 표시, 그래프 작성, 지도상 측정값 분포도 작성 등을 수행할 수 있으며 분석데이터의 외부로의 추출 및 저장을 지원하여 활용이 용이하도록 하였다.

측정 및 분석결과는 특정 데이터 형태로 다시 가공될 수 있는데 기본적으로 다음의 세 가지 출력을 지원한다.

- 텍스트 : 이 데이터는 텍스트에 특정 문자 혹은 일정 간격에 의해 구분되며 타 프로그램을 이용한 분석 및 정리에 사용됨.

- 스프레드 시트 : 엑셀과 같은 스프레드 시트로의 데이터 전달을 통해서 자료의 저장 및 해석이 용이하도록 함.

- 워드 : 각 측정단체에서 사용하는 보고서 양식에 맞게 자동으로 워드 파일로 이루어진 보고서를 작성함. 특히, 오랜 시간동안 연속으로 작업하는 측정 주체의 경우 매우 유용하게 활용할 수 있음.

### 5. 장비 인터페이스 및 관리모듈

계측 및 운용장비의 연결은 네트워크나 직/병렬 인터페이스를 통해서 이루어진다. 가장 많이 사용되는 계측장비 연결네트워크로는 GPIB(IEEE 488.2)가 있으며 약 1.2M bps 의 데이터 전송율을 지원한다. 최근에는 이더넷(Ethernet)을 지원하는 장비가 늘어나서 PC 와 LAN 을 통해서 별도의 인터페이스 매체 없이 연결이 가능하다. 운용장비나 기타 소량의 데이터를 전송하는 연결선로에서는 직렬 연결 규격인 RS-232 도 많이 사용한다.

장비 인터페이스 및 관리 모듈은 측정 장비 연결을 위한 물리 계층과 실제 측정을 담당하는 응용 프로그램 계층의 분리를 통해 어느 장비를 연결하더라도 동일한 인터페이스를 통한 측정이 가능하도록 설계하였다. 그림 5 는 제안한 시스템의 장비 인터페이스 및 관리 모듈의 구조를 나타낸다.

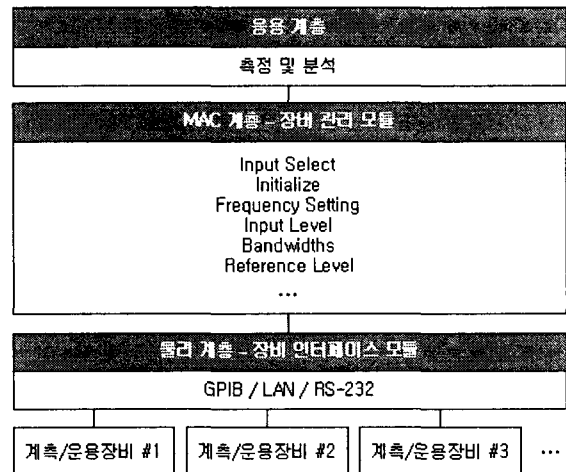


그림 5. 장비 인터페이스 및 관리모듈 구조

## IV. 필드테스트에서의 응용

### 1. 측정항목의 결정

KBS 방송기술연구팀에서는 본 논문에서 제안한 시스템을 사용하여 2004 년 4 월 수원지역에서 DOCR 필드테스트를 수행하였다. 필드테스트에서 사용한 장비와 측정 항목은 표 1 과 같다.

표 1. 필드테스트 사용장비와 측정항목

구분	내용	항목수
일반정보	측정일시, 사이트명 등	25 개
스펙트럼분석기	전계강도, C/N 등	8 개
테스트 수신기	MER, BER, S/N 등	7 개
4 대의 세대별 상용수신기	수신가능여부, 입력/노이즈 마진 등..	각 10 여개
		총 80 여개

표 1 에서 보는 바와 같이 2 대의 계측장비, 4 대의 세대별 상용 수신기 외 다양한 운용 장비(GPS, 전자나침반, 로터 등)들을 수동으로 조작/측정하여 80 여개 항목에 대해

일일이 기록하는 것은 시간이 많이 소요될 뿐 아니라, 측정 시 실수로 인한 오류가 있을 수 있으며, 측정 참여 인원의 변경으로 인해 측정 장비 운용하는 방식이 달라져 정확도 및 신뢰도가 떨어질 수 있다는 문제가 있다. 또한 서로 다른 여러 수신기나 측정장비로부터 얻어진 데이터를 하나로 통합하고 분석하는데 데이터의 호환성에도 문제가 있었다. 종류별로 다양한 수신기를 측정장비로 활용함에 따라 한 장소에서 적어도 4회 이상 측정을 반복해야 하므로 측정소요시간과 측정결과의 신뢰성 확보는 매우 중요한 문제이다.

통합 측정 및 분석 시스템에서는 하나의 측정항목에 대하여 하나의 버튼으로 측정 및 운용장비를 제어하며 측정된 데이터를 데이터베이스에 저장하거나 하나의 엑셀파일로 생성해내는 자동일괄측정 기능도 추가하여 측정에 소요되는 시간을 70% 이상 줄일 수 있었다.

## 2. 측정과정

### 2.1 수신 용이성 측정

안테나를 회전시키는 로터를 자동으로 제어함으로써 360도 수신전계패턴을 측정, 분석하고 그에 따른 수신가능 여부를 수신기 별로 분석한다. 그림 6은 로터 제어기를 통해 로터 및 안테나를 제어하여 360도 수신패턴을 구하는 모습이다.

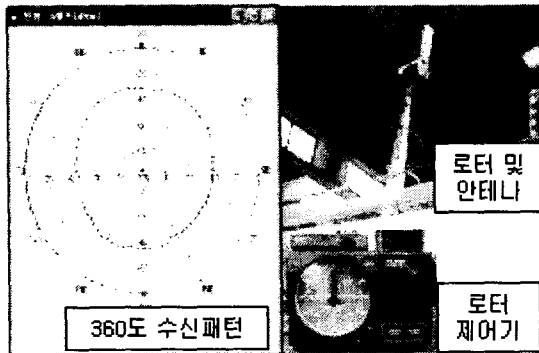


그림 6. 로터 제어 및 360도 수신패턴 자동측정

### 2.2 송신소 방향각 예측

전자 나침반을 통해 자동으로 얻어진 방향각 정보는 도상 방위각, 차량 방위각 등의 계산을 통해 안테나가 회전해야 할 방위각 값을 자동으로 계산해 내는 기능을 수행함으로써 송신소의 위치를 추정하기 힘든 지형에서 측정 기준 방향을 산출한다. 그림 7은 방향각을 자동 계산하는 원리를 나타낸다.

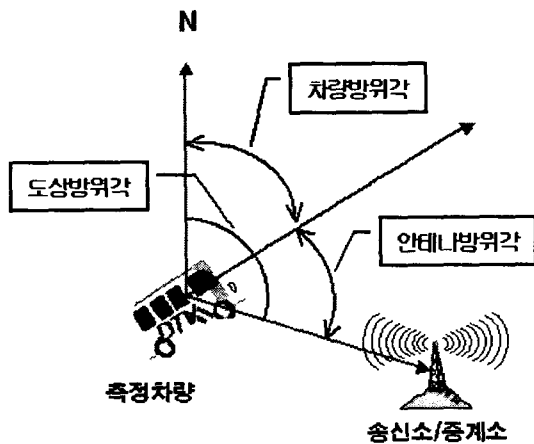


그림 7. 전자나침반을 이용한 방향각 자동 계산

### 2.3 일괄 자동 측정 및 데이터 분석

스펙트럼분석기(Agilent ESA)와 테스트 수신기(로테 슈바

르프 EFA)를 시스템과 GPIB 인터페이스로 연결하여 자동 일괄측정에 사용하였으며, 2세대, 3세대, 4세대 수신기를 사용한 SNR, 등화기 탭 정보 등의 측정을 통해 DOCR의 수신기 세대별 수신 특성을 분석하였다.

### 3. 측정효율성 분석

DOCR 필드테스트 시 하나의 측정점에서 측정하는 측정절차와 항목에 따라 기존의 수동 측정과 본 시스템을 사용한 측정을 기계적인 조작행위를 기준으로 비교해 보았다. 측정 결과를 비교하면 다음 표 2와 같다.

표 2. 측정 효율성 분석(1개채널, 1회측정 기준)

구분	비교항목	수동 측정	제안한 시스템
일반정보	수동버튼입력수	20 회	10 회
	소요시간	5 분	2 분
스펙트럼 분석기	수동버튼입력수	160 회	2 회
	소요시간	30 분	5 분
테스트 수신기	수동버튼입력수	10 회	1 회
	소요시간	5 분	1 분
상용수신기 (총 4대)	수동버튼입력수	80 회	12 회
	소요시간	30 분	12 분
기타 (수신패턴 등)	수동버튼입력수	100 회	5 회
	소요시간	20 분	5 분
계	수동버튼입력수	370 회	30 회
	소요시간	90 분	25 분

측정에 걸리는 시간은 측정매체가 많아질수록, 또한 측정 대상 수신기가 많아질수록 실험한 시간보다 더 차이가 나게 된다. 실제로 KBS에서 수행하는 DTV 필드테스트의 경우 측정매체는 4개, 측정수신기 및 장비는 최소 4종 이상이었으므로 통합측정시스템을 사용하여 측정 효율화에 크게 기여할 수 있었다.

## V. 결론

위 연구를 통해서 디지털 및 아날로그 방송 시스템에 대한 측정 및 분석을 용이하게 할 수 있는 통합 측정 및 분석 시스템을 제안하고 개발하였다.

본 시스템을 통하여 DTV, DMB와 같은 디지털 방송은 물론, NTSC, FM 등 아날로그 방송 모두 동일한 인터페이스에서 측정이 가능하며 측정된 결과는 데이터베이스에 저장되어 필요한 항목만을 추출하여 결과를 표시하거나 리포트로 작성하도록 할 수 있다. 특히, 수십 가지가 넘는 측정 항목들을 간단한 몇 번의 버튼조작으로 측정을 할 수 있도록 하여 측정시간을 대폭 단축하였으며 데이터베이스에 저장된 측정결과를 다양한 형태로 출력하며 보고서의 작성도 자동으로 할 수 있도록 하였다.

제안한 측정시스템을 이용하면 다수의 송신사이트에 대해 다량의 필드테스트를 수행하는 방송국에서 빠른 시일 내에 효율적인 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있어 새로운 송신 커버리지 분석의 효율성을 높일 수 있을 것이다.

개발된 시스템은 방송신호 측정을 위한 자동측정시스템을 구현하는데 필요한 기본 체계를 완성하였다는데 그 의미가 있으며, 방송사를 중심으로 본격적으로 현업에 적용될 예정이다.

## 참고 문헌

- [1] ATSC, "Guide to the Use of the Digital Television Standard", Advanced Television Systems Committee, Washington D.C..

- Doc A/54, Oct 4, 1995.
- [2] "ATSC Field Test Vehicle Design Information", G. Sgrignoli, DTV Station Project RF Working Group, Nov 20, 2000.
  - [3] ATTC, <http://www.attc.org/RFCapture.PDF>
  - [4] 실험방송전담반, "지상파 DTV 테스트베드 구축지원에 관한 연구 최종 결과보고서", 2000. 8.
  - [5] R&S, [http://www.rohdeschwarz.com/www/dev\\_center.nsf/html/romes3frame](http://www.rohdeschwarz.com/www/dev_center.nsf/html/romes3frame)
  - [6] "지상파 DTV 측정차 개요", 서영우, 방송과 기술, pp57-62, 2000년 5-6월.
  - [7] Agilent, "89441V Data Sheet", <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/59660437E.pdf>
  - [8] HARRIS DTVM-1, <http://www.broadcast.harris.com/>