

논문-05-10-4-12

DTV 필드테스트를 위한 통합 측정 및 분석 시스템 개발

김 영 민^{a)*}, 서 영 우^{a)}, 목 하 균^{a)}, 권 태 훈^{a)}, 이 상 길^{a)}

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

Young-Min Kim^{a)*}, Young-Woo Suh^{a)}, Ha-Kyun Mok^{a)}, Tae-Hoon Kwon^{a)}, and Sang-Gil Lee^{a)}

요 약

DTV 필드테스트를 위해서는 다양한 계측장비와 운용장비를 통한 매우 많은 측정항목의 측정이 필요하다. 따라서 한 지역을 측정하는데 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 측정자의 숙련도에 따라 측정결과의 정확도와 신뢰도가 떨어질 수 있다. 또한, 매체에 따라서는 수 천 지점 이상의 측정을 하게 되는데 이들 측정결과에 대한 체계적인 관리가 절실하다. 본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위해 다양한 계측장비와 운용장비를 체계적으로 관리하고, 측정절차를 일반화하며 측정결과 데이터를 데이터베이스화하여 측정결과를 용이하게 파악할 수 있는 통합 측정 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 DTV 뿐만 아니라 DMB, DAB 등의 다른 디지털 신호 측정에도 활용할 수 있으며, 실제로 KBS에서 실시한 DTV 필드테스트에 적용하여 기존의 수동 측정 시스템보다 정확성과 시간의 효율성 면에서 우수함을 증명하였다.

Abstract

There are many test parameters in the DTV measurement, which uses several test measuring instruments and miscellaneous devices. To operate all of those devices and analyse test results is a tedious and time-consuming process with a high error rate committed by inexperienced test crews. In this paper, we propose an integrated DTV measurement and analysis system(IMAS) that remotely controls and manages any instruments with standard network interface. This system can take, organize, store the field data into an integrated database and easily produce systematic output according to user-defined form. It can also measure several types of digital broadcasting signals such as DTV, DMB, DAB with generalized measurement procedures. Proposed measurement system was applied in the DTV field test by KBS and proved that it could enhance the accuracy and efficiency of entire test sequences and also dramatically reduce measurement time compared to conventional measurement systems.

Keywords : Field test, Integrated measurement, Automatic measurement, Measurement and analysis

I. 서 론

DTV 본 방송이 시작되고 전국적인 DTV 서비스를 준비

함에 따라, 방송국 등에서는 전국을 대상으로 한 DTV 신호 품질에 대한 평가와 DTV 신호 커버리지 분석을 통한 새로운 DTV 신호 네트워크 수립 계획을 세우고 있다. 이러한 계획을 세우기 위해서는 전파전파예측 시스템을 활용할 수도 있지만 기존의 전파전파예측 시스템의 정확도가 매우

a) 한국방송 방송기술연구팀
Broadcast Technical Research Team, KBS

낮으므로 실제 수신지점으로 나가서 측정하는 필드테스트가 필수적으로 필요하며 여러 기관에서 다양한 방법으로 필드테스트가 수행되어 왔다.

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 측정 시의 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 설

치하여 측정에 사용하였다^{[2][3]}. 2000년 KBS DTV 실험방송 전담반에서도 측정을 위한 주 계측장비와 운용장비별 제어 소프트웨어를 개발하여 측정에 활용하였다^[4]. 로데슈바르쯔(ROHDE&SCHWARZ) 사에서는 자사의 계측기를 이용하여 GIS와 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.

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 예측 시스템을 도입하여 측정지점 주변의 수신환경 분석 및 최적 수신위치의 검색정보 등을 제공하며, 다량의 측정결과에 대한 다양한 분석이 가능하여 커버



그림 1. 제안한 통합 측정 및 분석 시스템 개요
 Fig. 1. IMAS(integrated measurement and analysis system)

리지 분석 및 송신 네트워크의 설계 등에 활용될 수 있도록 설계되었다.

제안한 시스템의 측정 소프트웨어는 Windows2000 및 WindowsXP 등의 Windows OS 환경에서 Delphi 6.0을 이용하여 개발하였으며, 기지국과 측정값 등의 데이터베이스화를 위해 MySQL을 사용하였고, 계측 및 운용장비와의 연결은 GPIB(IEEE 488.2), RS-232 등의 인터페이스를 사용하였다.

본 연구팀은 제안한 시스템을 KBS에서 제작한 측정차량^[6]에 설치하여 2004년과 2005년에 수원시와 광명시 전역에서 여러 차례 DOCR(Digital On Channel Repeater) 필드 테스트에 적용되었다. 기존 측정방법보다 측정시간 및 정확도 면에서 그 효율성을 입증하였다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템의 개요이다.

II. 기존 자동 측정 시스템

1. 개별측정시스템

초기 ATSC의 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 간략화했다는 데 의의가 있으며 직접 계측기를 조작하며 그 결과를 볼 수 있다는 이유로 최근까지도 이용되기도 한다.

그러나, GIS기반 GPS제어 소프트웨어, 지형고도프로파

일 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 2는 기존의 개별 측정 시스템 구조이다.

2. 통합측정시스템

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

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

특히, 로데슈바르쯔사의 ROMES의 경우 측정엔진개념을 도입하여 자사의 계측기와의 연결을 플러그인 개념으로 처리함으로써 측정 소프트웨어의 확장성을 높였다. 또한, MAP-X 기반의 지형정보시스템과 연동하여 이동측정을 통한 커버리지 측정이 용이하도록 구성한 것이 특징이다. 그림 3은 기존의 통합 자동 측정 시스템 구조이다.

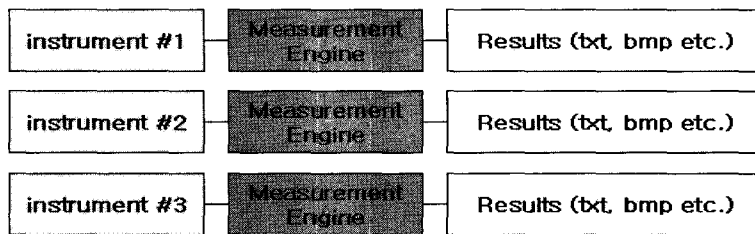


그림 2. 기존의 개별 측정 시스템 구조
Fig. 2. Structure of existing individual measurement system

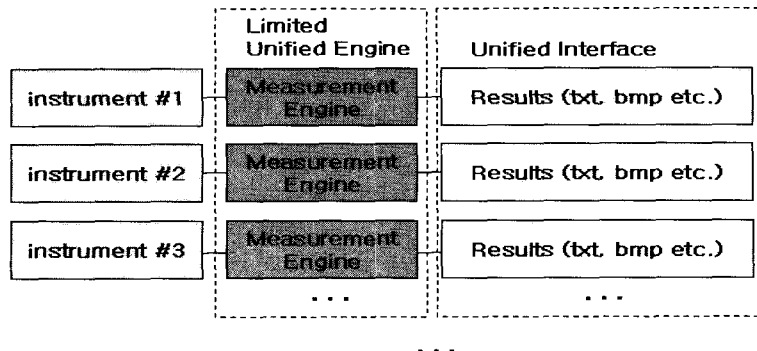


그림 3. 기존의 통합 자동 측정 시스템 구조
 Fig. 3. Structure of existing integrated measurement system

위와 같은 다양한 시도에도 불구하고 측정 소프트웨어들의 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 쉽지 않음(특히 아시아권의 한국어 지도 설치 시 언어오류 발생)
- 지형지도를 이용한 측정환경 및 결과 분석 기능이 제한적임.
- 사용자의 다양한 요구에 의한 보고서 생성 기능이 제한

적이어서 측정 데이터분석 및 보고서 작성 시 장시간 수작업이 불가피함.

Ⅲ. 제안한 통합측정 및 분석시스템

1. 특징

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

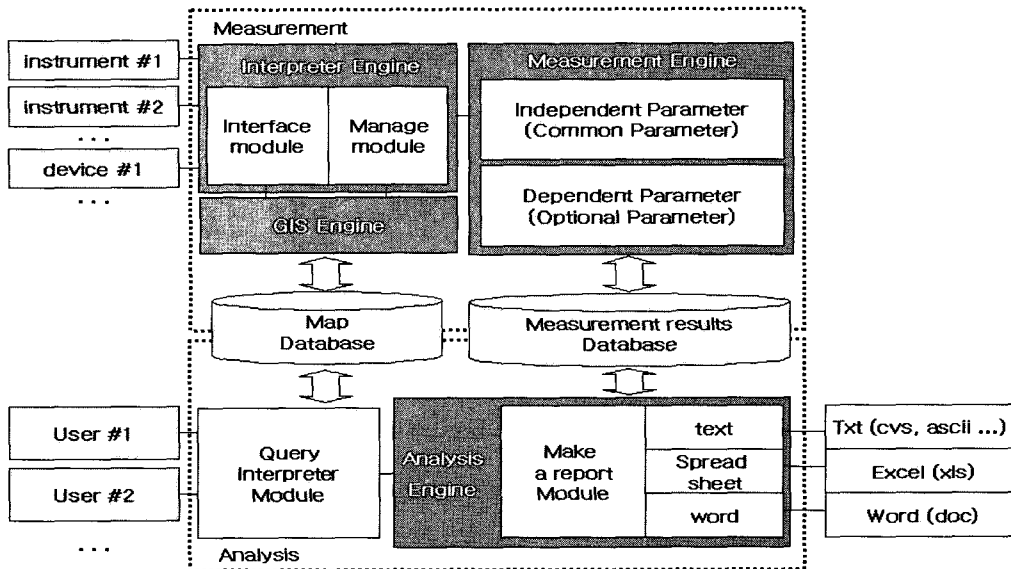


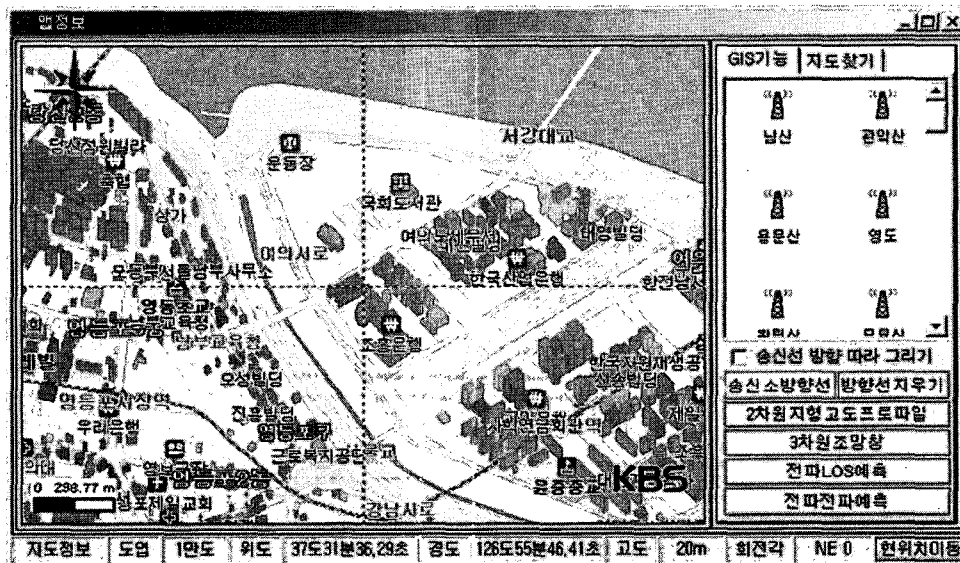
그림 4. 제안한 통합측정 및 분석 시스템 구조
 Fig. 4. Block diagram of the IMAS

- 측정 장비 연결을 위한 물리 계층과 실제 측정을 담당하는 응용 프로그램 계층의 분리를 통해 어느 장비를 연결 하더라도 동일한 인터페이스를 통한 측정이 가능함.
- 건물 데이터를 포함하는 2D 및 3D 최신 지도의 적용을 통해서 한국어 환경에서 최적화된 지형지물 분석기능 포함함.
- LOS(Line of Sight) 및 수신전계강도 예측 기능 탑재로 측정지역의 전계 분포 사전 예측 및 적절한 측정위치 선정

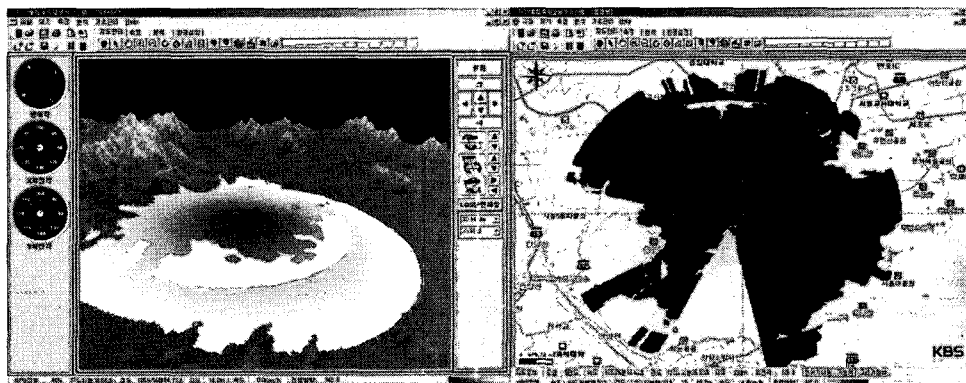
정 시 보조 자료로 활용 가능함.

- 측정데이터의 데이터베이스화를 통하여 다양한 형태의 데이터 추출, 결과 분석 및 보고서 작성 지원 가능함.

제안한 통합 측정 소프트웨어는 크게 지리정보(GIS)모듈, 자동측정모듈, 데이터 분석 및 보고서 작성 모듈, 장비 인터페이스 및 관리모듈로 이루어져 있으며 그림 4와 같이



(a)



(b)

그림 5. 지형정보(GIS)의 2D 지도 지형정보 기능 및 2D, 3D 및 전파예측 지도 화면 (a) 2D 지도 및 지형정보 기능(거리측정, 행정구역 찾기 등) (b) 2D 및 3D 지도에 표현된 전파 전계 강도 예측

Fig. 5. GIS modules (2D, 3D map, the field strength propagation prediction) (a) 2D map and GIS functions (Distance, 'Find', etc.) (b) The field strength propagation prediction (3D and 2D)

구성되어 있다.

2. 지형정보(GIS) 모듈

측정지점의 지형정보를 제공하기 위해 2D와 3D지도 데이터를 활용하는 지형정보 시스템을 설치하였다. 이를 통해 송수신점 간의 지형 및 장애물 분포, 측정점 주변의 수신환경, LOS가능 지역 탐색 및 전계강도 예측 등의 정보를 GPS에 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 분포 상태를 분석할 수 있다. 그림 5는 지형정보(GIS)의 2차원, 3차원 지도 및 전파예측을 수행한 후 지도 화면을 나타내고, 그림 6은 지

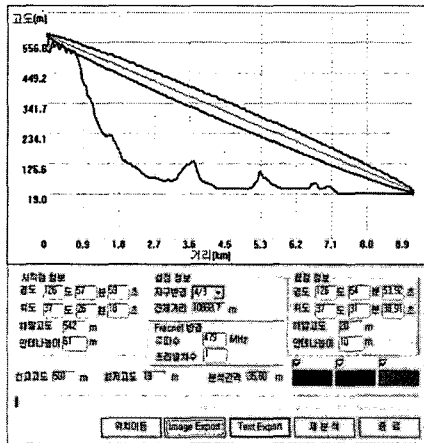


그림 6. 지형고도프로파일의 2D, 3D 지도 화면
Fig. 6. 2D and 3D Terrain profile

형고도프로파일을 2차원 및 3차원지도에 표현한 화면을 나타낸다.

3. 자동 측정 모듈

3.1 고정 측정

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

- 일반 측정항목 : 기본적인 RF측정항목(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 추후 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.

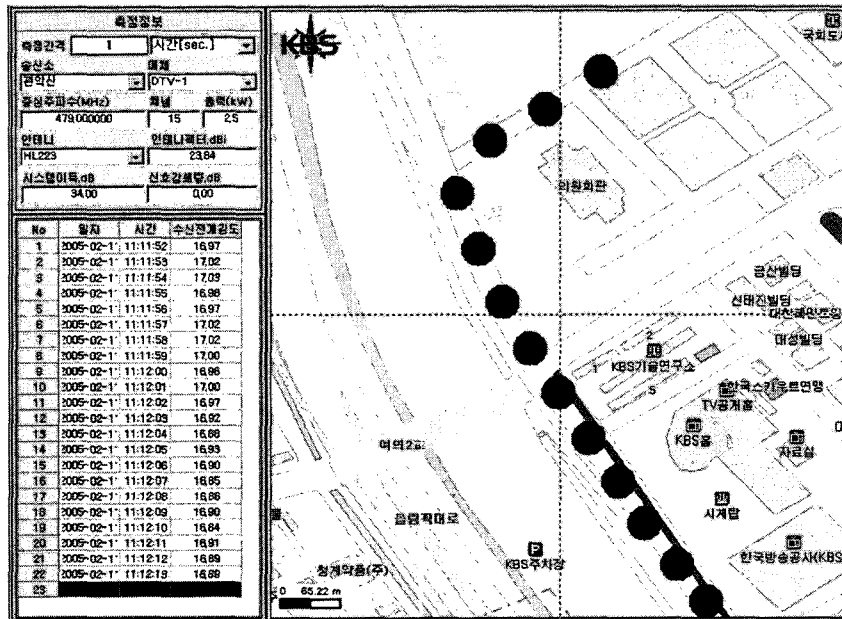


그림 7. 이동측정 화면의 예
Fig. 7. Example of mobile reception

그림 7은 이동측정하면서 측정값을 지도 위에 표시하는 예를 나타낸다.

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 측정단계에서 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 계측 장비 연결네트워크로는 GPIB(IEEE 488.2)가 있으며 약 1.2M bps의 데이터 전송률을 지원한다. 최근에는 이더넷(Ethernet)을 지원하는 장비가 늘어나서 PC와 LAN을 통해서 별도의 인터페이스 매체 없이 연결이 가능하다. 운용장비나 기타 소량의 데이터를 전송하는 연결선로에서는 직렬 연결 규격인 RS-232도 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 8은 제안한 시스템의 장비 인터페이스 및 관리 모듈의

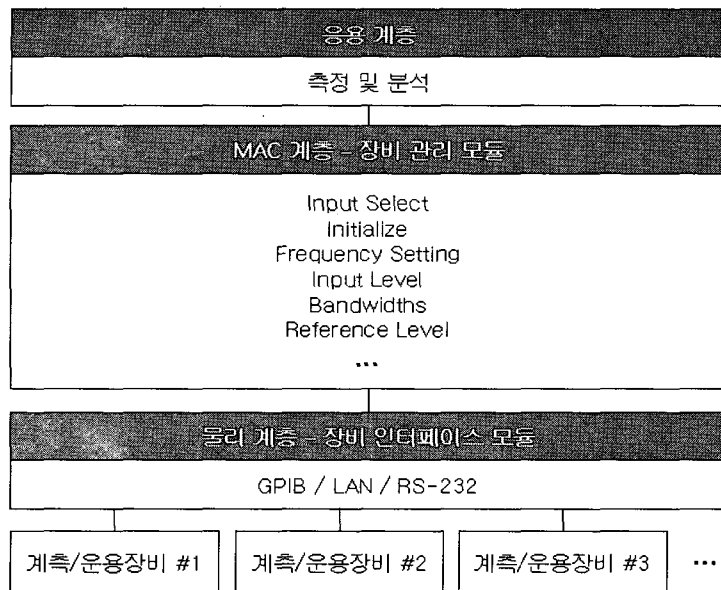


그림 8. 장비 인터페이스 및 관리모듈 구조
 Fig. 8. Structure of the device interface and management module

구조를 나타낸다.

IV. 필드테스트에서의 응용

1. 측정항목의 결정

KBS 방송기술연구팀에서는 본 논문에서 제안한 시스템을 사용하여 2004년과 2005년에 수원시와 광명시 전역에서 여러 차례 DOCR 필드테스트를 수행하였다. 필드테스트에서 사용한 장비와 측정 항목은 표 1과 같다.

표 1에서 보는 바와 같이 2대의 계측장비, 3대의 세대별 상용 수신기 외 다양한 운용 장비(GPS, 전자나침반, 로터 등)들을 수동으로 조작/측정하여 80여 개 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 계측장비로부터 얻어진 데이터를 하나로 통합하고 분석하는데 데이터의 호환성에도 문제가 있었다.

표 1. 필드테스트 사용장비와 측정항목
 Table 1. Measuring instruments and items for the field test

구분	내용	항목수
일반정보	측정일시, 사이트명 등	25개
스펙트럼분석기	전계강도, C/N 등	8개
테스트 수신기	MER, BER, S/N 등	7개
3대의 세대별 상용수신기	수신기능여부, 입력/노이즈 마진 등..	각 10여개
		총 80여개

종류별로 다양한 수신기를 측정장비로 활용함에 따라 한 장소에서 적어도 4회 이상 측정을 반복해야 하므로 측정 소요시간과 측정결과의 신뢰성 확보는 매우 중요한 문제이다.

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

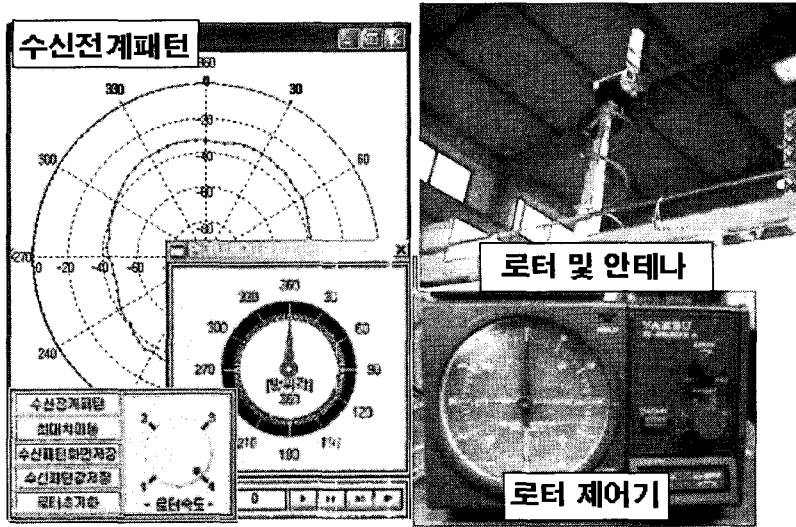


그림 9. 로터 제어 및 360도 수신패턴 자동측정
 Fig. 9. Control of the rotor, finding the azimuth and reception pattern

2. 측정과정

2.1 수신 용이성 측정

안테나를 회전시키는 로터를 자동으로 제어함으로써 360도 수신 전계 패턴을 측정, 분석하고 그에 따른 수신 가능 여부를 수신기 별로 분석한다. 그림 9는 로터 제어기를 통해 로터 및 안테나를 제어하여 360도 수신패턴을

구하는 모습이다.

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

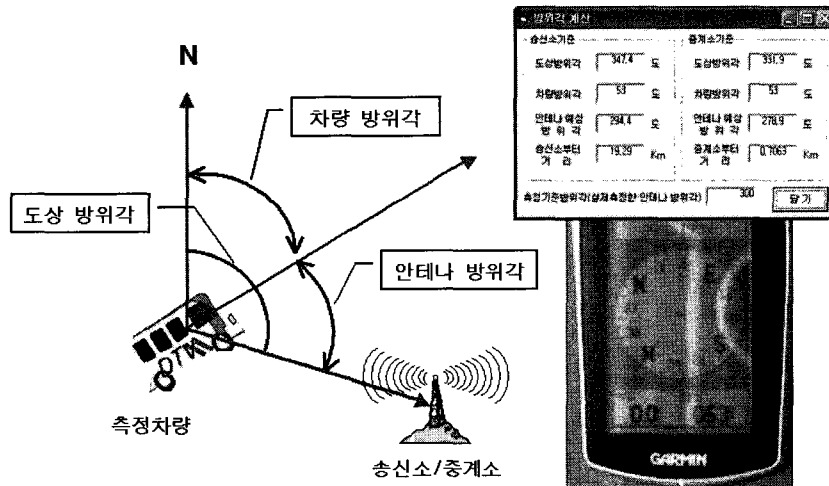


그림 10. 전자나침반을 이용한 방향각 자동 계산
 Fig. 10. Azimuth calculation using electronic compass

방향을 산출한다. 그림 10은 방향각을 자동 계산하는 원리를 나타낸다.

2.3 일괄 자동 측정 및 데이터 분석

스펙트럼분석기(Agilent ESA)와 테스트 수신기(로데슈 바르쯔 EFA)를 시스템과 GPIB 인터페이스로 연결하여 자동 일괄측정에 사용하였으며, 2세대, 3세대, 5세대 수신기를 사용한 SNR, 등화기 탭 정보 등의 측정을 통해 DOCR의 수신기 세대별 수신 특성을 분석하였다.

3. 측정효율성 분석

DOCR 필드테스트 시 하나의 측정점에서 측정하는 측정 절차와 항목에 따라 기존의 수동 측정과 본 시스템을 사용한 측정을 기계적인 조작행위를 기준으로 비교해 보았다. 측정 결과를 비교하면 다음 표2와 같다.

표 2. 측정 효율성 분석(1개 채널, 1회 측정 기준)
Table 2. Measurement efficiency analysis (1 channel, 1 measurement)

구분	비교항목	수동측정	제안한 시스템
일반정보	수동버튼입력수	20회	10회
	소요시간	5분	2분
스펙트럼분석기	수동버튼입력수	160회	2회
	소요시간	30분	5분
테스트수신기	수동버튼입력수	10회	1회
	소요시간	5분	1분
상용수신기 (총 3대)	수동버튼입력수	80회	12회
	소요시간	30분	12분
기타 (수신패턴 등)	수동버튼입력수	100회	5회
	소요시간	20분	5분
계	수동버튼입력수	370회	30회
	소요시간	90분	25분

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 5종 이상

이었으므로 통합측정시스템을 사용하여 측정 효율화에 크게 기여할 수 있었다.

V. 결 론

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.

참 고 문 헌

- [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
- [6] 서영우, "지상파 DTV 측정차 개요", 방송과 기술, pp57-62, 2000년

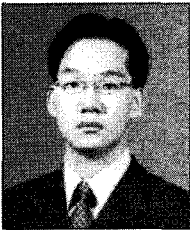
5-6월.

[7] Agilent, "89441V Data Sheet", <http://cp.literature.agilent.com/>

litweb--/pdf/59660437E.pdf

[8] HARRIS DTVM-1, <http://www.broadcast.harris.com/>

저 자 소 개



김 영 민

- 1994년 3월~1998년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 학사
- 1998년 3월~2000년 2월 : 고려대학교 컴퓨터학과 석사
- 2000년 1월~2002년11월 : 한국국방연구원 연구원
- 2002년12월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 연구원
- 주관심분야 : 디지털 방송 시스템, 멀티미디어 서비스



서 영 우

- 1991년 3월~1995년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 학사
- 1995년 3월~1997년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 석사
- 1997년 3월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송 시스템, 멀티미디어 서비스



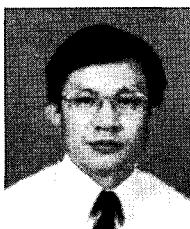
목 하 균

- 1976년 3월~1980년 2월 : 서울대학교 전기공학과(B.S.)
- 1980년 3월~1982년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(M.S.)
- 1992년 9월~1995년 6월 : 무궁화 위성(Koreasat) 탑재체(payload) 현장 훈련 파견연수(영국,미국)
- 1991년 3월~2000년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(Ph.D.)
- 1982년 8월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 지상파 디지털TV 방송 시스템, RF 및 위성 시스템, 위성 방송



권 태 훈

- 1992년 3월~1996년 2월 : 고려대학교 전파공학과 학사
- 1996년 3월~1998년 2월 : 고려대학교 전파공학과 석사
- 1998년 3월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송 시스템, MPEG, 멀티미디어 서비스



이 상 길

- 1977년 3월~1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
- 1981년 3월~1983년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
- 1987년 3월~1994년 2월 : 서울대학교 전자공학과 공학박사
- 1994년11월~1995년10월 : 일본 NHK 방송기술연구소 객원연구원
- 2000년 9월~2001년 8월 : 미국 ATTC 객원연구원
- 1983년 3월~현재 : 한국방송 방송기술연구팀 수석연구원
- 주관심분야 : DTV, 멀티미디어 방송, 영상신호처리