

지상파 방송망을 위한 전계강도 측정 및 분석 시스템

*김상훈 서영우 박근수 **정두호 김종섭 정영석

*한국방송 기술연구소 **애니퓨처텍 기술연구소

*shkbs@kbs.co.kr

Electric Field Strength Measurement and Analysis System for Terrestrial Broadcasting Network

*Kim, Sang-Hun Suh, Young-Woo Park, Geun-Soo **Jeong, Doo-Ho Kim, Jong-Sup Jeong, Young-Seok

*Technical Research Institute, KBS **Technical Research Institute, AnyFT

요약

디지털 제작, 압축 기술의 발전, 유무선 인터넷 보급 확산, 다양한 전송 및 서비스 플랫폼의 등장, 전송 기술의 광대역화, 단말 기술의 발전, 라이프스타일 변화와 킬러 서비스 등장으로 미디어 시장은 급속도로 발전하고 있다. 지상파 방송은 아날로그에서 디지털로 전환하고 있으며, 고화질, 다채널, 모바일, 3D 서비스를 제공하거나 제공할 예정이다. 현재 디지털 TV는 아날로그 TV와 동시 방송 형태로 제공되고 있지만 2012년말 디지털 TV로 완전한 전환을 앞두고 있으며, 모바일 TV인 DMB는 2005년말 본방송을 시작하여 전국 서비스를 제공하고 방송 커버리지를 확장하고 있다. FM과 AM의 디지털화를 위한 디지털 오디오 방송도 방식 선정을 위한 절차가 진행 중이다.

전파는 송신소에서 단말까지 전송되는 도중 신호레벨 감쇠, 페이딩, 왜곡, 잡음 유입 등을 겪게 된다. 양질의 지상파 방송을 제공하기 위해서는 전파가 수신 가능한 상태 이상의 양호한 상태로 시청자에게 전달되어야 한다. 이를 위해 방송사는 방송 수신 품질을 측정하고 수신이 불량한 지역에 대해서는 송신기 설치, 송신 출력 증강, 중계기 설치 등을 통해 양질의 서비스 제공이 가능한 방송 서비스 영역을 확대한다. 다양한 지상파 방송 매체에서 수신 품질 평가를 위해 가장 많이 측정하는 항목은 전계강도이다. 대부분의 경우 어떤 지역의 전계강도가 해당 매체가 요구하는 기준 레벨 이상이면 해당 지역을 양호 지역으로 평가한다.

본 논문에서는 다양한 지상파 방송 매체에 대한 전계강도를 측정하고 이를 분석할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다. 제안 시스템을 이용하면 자동화된 절차에 의해 최단 시간에 다양한 지역에 대한 방송 수신 품질을 측정하고, 그 결과를 분석하여 방송 서비스 영역에 대한 평가를 내릴 수 있으며, 측정결과를 DB로 관리하여 동일 채널에 대한 이전 측정결과와 비교 분석, 다른 채널과 전계강도 비교 분석을 통해 특정 송신기 출력이 감소되거나 특정 안테나 출력에 문제가 발생한 경우에도 이를 쉽게 감지하여 최적의 방송망 구축 및 관리가 가능하다.

1. 서론

현재 지상파 방송을 통해 제공되는 매체는 ATV, DTV, DMB, FM, AM이 있다.[1][2][3] ATV는 2012년말 디지털 전환을 계기로 종료될 예정이지만, 그 이전에는 ATV를 소지한 시청자를 위해 ATV와 DTV의 동시 방송은 불가피하다. FM과 AM은 디지털 오디오 방송의 도입으로 점차 디지털화될 예정이지만 디지털 전환까지는 상당 기간이 소요될 전망이다. DMB의 경우 모바일 방송이라는 매체 속성상 이동 및 휴대 동영상 수신을 위해 다른 매체들에 비해 보다 넓은 서비스 영역을 요구한다.

양질의 지상파 방송 서비스 제공을 위해서는 원본 콘텐츠의 고품질화를 위한 제작 기술의 발전과 고품질 콘텐츠를 오류없이 시청자에게 까지 전달하기 위한 전송 기술의 발전이 필요하다. 제작 기술은 촬영, 압축, 저장, 편집 기술이 기반이 되어 발전하며, 현재 방송 제작 환경은 상당 부분 디지털화가 완료되어 고품질 콘텐츠 제공이 가능하다. 전송 기술은 다중화, 채널코딩, 변조 등과 관련된 기술로 디지털 전송 기술 발전에 의해 다양한 고품질의 콘텐츠를 최적의 품질로 시청자에게

게 전달하는 것이 가능하다.

최적의 지상파 방송 제공을 위해서는 개별 방송 매체의 특성과 전파의 특성에 대한 이해가 필요하다. 전파는 송신소에서 시청자가 보유한 단말까지 전달되는 과정에서 신호레벨 감쇠, 페이딩, 왜곡, 잡음 유입, 인접 채널 간섭, 동일 채널 간섭 등을 겪게 되며, 이는 난시청의 원인이 된다.

양질의 콘텐츠를 제작했다고 해도 시청자들이 양호한 상태로 수신할 수 없다면 의미가 없기 때문에 최적의 방송 서비스 제공을 위해서는 방송망 관리가 중요하다. 방송망 관리를 위해서는 지역별 방송 수신 품질 측정을 통해 난시청 지역을 판별하고, 난시청 원인을 분석하여 해소하기 위한 조치를 취하게 된다. 난시청 지역의 크기와 난시청 원인에 따라 송신기 설치, 송신 출력 증강, 중계기 설치, 주파수 재배치, 안테나 지향성 및 틸트 조정 등을 수행한다.

기존의 방송 수신 품질 측정은 측정차를 측정 지점으로 이동하여 정지한 후 전계강도 측정기와 수신기 설치를 측정자가 직접 조정하여 측정을 하고 그 결과를 기록하는 형태로 진행되었다. 이러한 수동 작업

으로 인해 방송망 관리 업무에 많은 시간과 인력이 소요되고, 장비 설정 과정 및 측정 결과 평가 과정에 있어 측정값에 측정자의 실수에 따른 오류가 개입되는 경우가 많고, 측정자마다 측정값이 달라 신뢰성 확보에 문제가 있었다. 또한, 수동 측정에 의존하다보니 측정 결과를 DB화 하여 체계적 관리를 하기 어려운 문제가 있었다.

이러한 문제를 해결하기 위해 KBS에서는 DTV IMAS (Integrated Measurement and Analysis System)와 DMB IMAS를 개발하여 활용하고 있다.[4][5] DTV IMAS는 DTV 방송 수신 품질을 고정측정하기 위한 목적으로 개발되었으며, 스펙트럼 분석기, DTV 수신기, 채널 분석기, GPS 등의 다양한 계측기를 자동으로 제어하여 고정된 위치에서 여러 방송 채널에 대한 360° 전계패턴을 측정하고, 채널별 최대 전계패턴 지점을 대상으로 전계강도, 스펙트럼, 방송 영상, SNR (Signal to Noise Ratio) 등을 자동으로 측정한 후, 측정 결과를 DB에 저장하여 관리한다. 측정 결과는 현재 시간, 위치 등과 함께 저장되며, DB 검색 및 호출 과정을 통해 시트 보기 형태로 참조하거나 전자지도와 연계하여 지도상에 측정 위치와 수신 품질을 함께 표출하는 것이 가능하다.

DMB IMAS는 DMB 방송 수신 품질을 이동측정하기 위한 목적으로 개발되었다.[5][6][7] 다양한 계측기를 자동으로 제어하여 이동하면서 전계강도, 스펙트럼, 수신 화면, BER (Bit Error Rate), PER (Packet Error Rate), CIR (Channel Impulse Response), TII (Transmitter Identification Information) 등 다양한 측정값을 현재 시간, 위치와 함께 DB에 저장하여 DTV IMAS와 마찬가지로 시트 보기나 지도 보기 형태로 수신 품질 분석을 지원한다. DTV IMAS와 가장 큰 차이점은 DMB가 이동수신을 기본으로 하는 매체이기 때문에 이동하면서 측정을 수행한다는 점과 SFN (Single Frequency Network)을 기본으로 하기 때문에 SFN을 위한 송신기간의 시간 동기화에 대한 측정이 필수적이라는 점이다.

DTV IMAS와 DMB IMAS는 전문 측정 차량에 시스템 형태로 탑재되어 활용된다. 측정 차량을 구축하는 것은 많은 비용이 소요되며, 차량이 이동할 수 있는 지역에서만 측정 가능하다는 한계가 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 KBS에서는 휴대 측정이 가능한 포터블 IMAS를 구현하여 활용하고 있다. 포터블 IMAS는 휴대 측정을 위해 중요한 시스템 무게와 배터리 충전 등을 고려하여 개발되었다.

DTV 분산 중계망 구축이나 동일 채널 중계기 설치 등을 위해 필요한 멀티 패스 신호를 분석할 수 있는 채널분석기와 FM과 AM 라디오 전계강도와 수신 오디오 품질을 측정할 수 있는 측정 시스템도 KBS에서 개발하여 활용하고 있다.

현재 방송사에서 운영하고 있는 지상과 방송 매체는 DTV, ATV, DMB, FM, AM이 있다. 각 매체별로 아날로그와 디지털, 압축 방식, 주파수, 대역폭, 채널 코딩, 변조 방식 등이 다르기 때문에 수신 품질을 평가하기 위해 측정하는 항목이 다르고, 이를 위한 전문 시스템도 별도로 존재한다. 이로 인해 매체별로 전문 시스템과 이를 탑재한 측정차를 별도로 구축해야 하는 문제가 있다. 또한, DTV와 같은 고정측정이 기본인 매체의 경우는 매번 측정 위치로 이동하여 안테나를 9m 높이로 올려 회전하면서 채널별로 수신 전파 패턴을 측정하고, 전파 패턴을 참조하여 최대 채널파워 지점으로 지향성 안테나를 회전하여 측정값을 수집해야 하는 절차로 측정이 진행되기 때문에 측정에 많은 시간과 인력이 소요되어 신속한 방송망 구축에 걸림돌이 된다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 모든 방송 매체에 공통으로 활용 가능하고 DTV와 같은 고정 측정 매체에 대해서도 이동이 가능한 전계강도 측정 및 분석 시스템을 개발하였다.

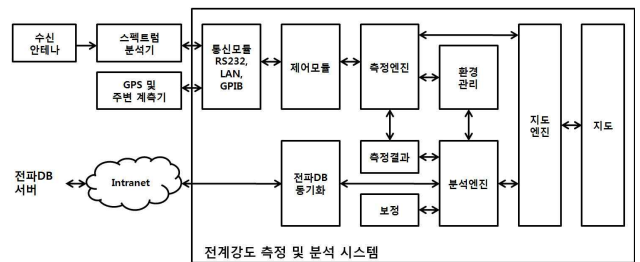
2. 전계강도 측정 및 분석 시스템

모든 지상과 방송 매체의 수신 품질 측정에서 공통으로 활용되고 가장 많이 참조되는 항목이 전계강도이다. 전계강도는 전파가 수신될 때 전파의 세기를 단위 면적당 에너지로 표시한 것이며, 매체에 관계없이 스펙트럼 분석기에서 측정된 채널파워를 전계강도로 환산하여 사용한다. 전계강도 측정을 위한 전문 시스템을 개발하여 여러 방송 매체의 수신 품질의 측정 및 분석에 활용하면 최소의 비용으로 최적의 방송망 관리가 가능하다.

전계강도 측정 및 분석 시스템을 위한 요구사항은 다음과 같다.

- o DTV, DMB, FM, AM 전계강도 측정을 지원함
- o DTV와 같은 고정측정 매체에 대한 이동측정을 지원함
- o 여러 채널에 대한 전계강도 측정을 동시에 수행함
- o 여러 계측 장비의 여러 인터페이스를 통합 지원함
- o 매체별, 채널별, 날짜별 측정결과를 DB로 통합 관리함
- o 이동측정, 고정측정, 휴대측정을 지원함

일반적으로 DTV와 같은 고정측정 매체는 정확한 전계강도를 측정하기 위해 9m 높이에서 송신소 방향을 향하는 지향성 수신안테나를 이용하여 측정한다.[8] 그러나 고정측정의 경우 측정에 많은 시간이 소요되기 때문에 방송망 구축 및 관리가 쉽지 않은 문제점이 있다. 전계강도 측정 및 분석 시스템에서는 이동측정을 기본으로 하고 차량에 설치한 무지향성 수신안테나를 이용하여 DTV 전계강도를 이동측정하고, 그 결과를 수신안테나 이득에 대한 보정과 높이에 대한 보정을 통해 측정 결과의 정확도를 향상시키는 방법을 이용한다.



<그림 1> 전계강도 측정 및 분석 시스템 구조

전계강도 측정 및 분석 시스템의 구조는 <그림 1>과 같다. <그림 1>의 구조에서와 같이 전체 시스템은 기능별로 모듈화 되어 있으며, 이는 향후 확장 및 업그레이드를 용이하게 하기 위함이다. 통신모듈은 전계강도 측정 및 분석 시스템과 측정 계측기와의 통신을 위한 데이터 링크 계층과 물리 계층 역할을 담당하며, RS232, 이더넷, GPIB 등의 인터페이스를 지원한다. 제어모듈은 측정 계측기 종류별로 계측기를 제어하기 위한 명령어를 구현한다. 방송 매체별로 주파수, 대역폭 등의 계측기 설정을 변경하거나 계측기에 현재 설정값에 대한 측정값을 요청한다. 고정측정, 이동측정, 휴대측정이 가능한 각종 계측기에 대한 제어가 가능하다.

측정엔진은 측정자의 명령에 따라 계측기와 통신, 제어, 측정값 수

집, 그래프 도시, 전자지도 도시, 측정결과 저장 등을 직접 수행하거나 수행 가능하도록 다른 모듈을 제어한다. DTV, DMB, FM, AM 측정을 지원하며, 측정자가 설정한 채널 수 만큼 동시측정이 가능하다. 또한, 환경관리 내용을 참조 및 변경한다. 환경관리모듈은 방송 매체별로 방송사, 지역, 채널, 주파수 관리, 송/중계소 무선국 관리, 계측기 설정값 관리, 전자지도 설정값 관리, 지도에 도시되는 측정결과와 구분을 위한 범례관리 등 측정과 분석에 활용되는 각종 환경값을 관리한다. 환경관리 내용은 측정엔진과 분석엔진에 의해 활용되며, 측정자가 로컬에서 직접 또는 전파DB에 원격 접속하여 다운받는 형태로 변경 가능하다.

지도엔진은 측정엔진이나 분석엔진의 명령에 따라 삼성지도, 구글 맵 등의 지도를 제어하여 측정결과를 도시하거나, 송/중계소 위치를 도시하거나, 송/중계소까지의 거리와 LOS 분석을 위한 지형고도를 계산하거나, 축적 변환이나 위치 이동 등의 기능을 수행한다. 측정결과모듈은 측정결과를 매체별, 채널별로 구분하여 저장하며, 측정값과 함께 위치별 스펙트럼 영상을 저장한다. 측정결과는 파일이나 로컬DB 형태로 관리되며, 인터넷과 연결되어 원격지에서 측정결과를 통합 관리하는 전파DB에 업로드하는 것도 가능하다. 보정모듈은 수신안테나 특성이나 측정 높이 등을 고려하여 측정값을 보정한다.

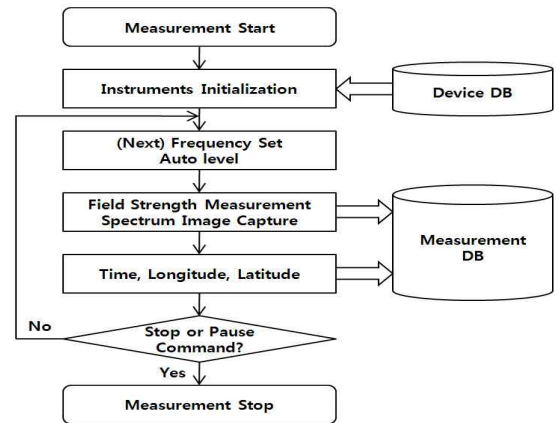
분석엔진은 사용자의 명령에 따라 측정결과를 매체별, 채널별, 날짜별로 구분하여 검색하고, 검색한 데이터를 시트보기 형태로 참조하거나 지도에 도시할 수 있도록 지도엔진에 넘겨주는 역할을 수행하며, 거리별 평균, 터널과 같이 GPS가 수신되지 않는 지역에 대한 위치값 보정, 이동측정 도중 차량의 일시 정지 등의 이유로 동일 지점에서 중복 측정된 측정 결과에 대한 통계 처리 등이 가능하다. 전파DB 동기화 모듈은 분석엔진에서 측정결과를 매체별, 채널별, 날짜별로 구분하여 전달받아 이를 원격지 전파DB에 업로드하거나 로컬DB의 환경관리모듈의 정보를 전파DB의 환경정보와 동기화를 수행한다.



<그림 2> 측정 안테나, 측정 채널, 계측기 설정 과정

측정을 시작하기 전에 계측기 인터페이스 설정, 측정할 대상 채널을 검색 및 선택, 수신 안테나 선택을 사전 작업으로 수행한다. 사전 작업이 완료되면 매체별, 계측기 종류별로 계측기의 상세 설정 정보 (Resolution Bandwidth, Pre-amplifier, Trace Mode, Detector, Channel Power Bandwidth, Span, Sweep time 등)를 계측기에 전달

하고, 설정이 완료되면 측정을 시작한다. <그림 2>는 측정 안테나 설정 및 선택, 측정 시설 및 채널 선택, 계측기 설정 과정을 보여준다.



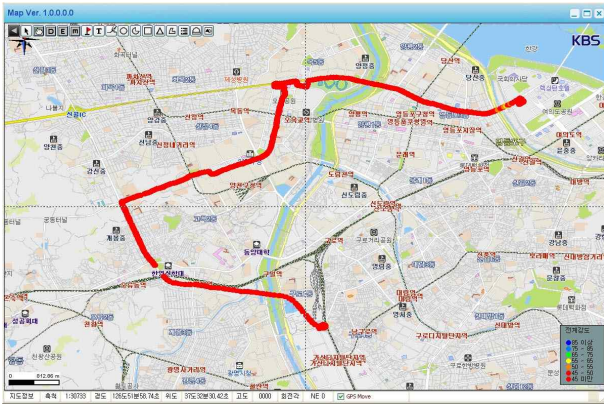
<그림 3> 다수 채널 동시 측정 프로세스

동일 매체에서 여러 채널을 동시 측정하는 경우 계측기 상세 설정 정보는 측정 초기 1회만 전송되며, 측정 도중에는 순차적인 주파수 변경만을 계측기에 명령한다. <그림 3>은 다수 채널 동시 측정 프로세스를 보여준다. 채널을 순차적으로 순환하면서 전계강도, 스펙트럼 이미지를 시간, 경도, 위도 정보와 함께 사용자의 측정 중지나 일시 정지 명령이 있을 때까지 반복하여 저장한다.



<그림 4> 측정 화면

<그림 4>는 개발된 시스템을 이용하여 3개의 DMB 채널에 대한 전계강도와 스펙트럼 영상을 동시에 측정하는 화면이다. 상단의 필드는 현재 권역, 측정 시설명, 매체명, 채널, 주파수, 채널파워, 전계강도, 스펙트럼 이미지, 특이사항 메모로 구성된다. 하단의 그래프는 동시 측정하는 3개 채널의 시간에 따른 전계강도 변화 추이를 비교 분석하기 위한 것이다. 제안한 시스템을 이용한 고정측정은 고정된 위치에서 측정 대상 채널에 대해 1회 순차 측정하는 방식으로 수행되며, 휴대측정은 크기가 소형이고 배터리를 지원하여 휴대가 가능한 스펙트럼 분석기에 대한 인터페이스와 제어명령을 구현하는 형태로 휴대이동측정 및 휴대고정측정을 지원한다.



<그림 5> 이동측정 경로와 측정값 도시

<그림 5>은 이동측정 과정에서 현재 위치와 지나온 측정경로에서의 전계강도 분포를 전자지도에 도시한 결과이다. 전자지도는 <그림 4>의 측정 화면과 동시에 실행되어 측정 도중에 측정자의 현재 위치와 위치별 전계강도 분포 추이를 쉽게 확인할 수 있도록 한다.

전계강도는 계측기로 측정한 채널파워에서 별도의 factor값을 더하여 구하게 된다. 계측기 입력으로 들어가는 신호는 공중에서 전파되어 날아오는 무선 신호에 대한 전계이지만, 그 전계를 어떤 안테나, 어떤 케이블로 수신하느냐에 따라 계측기에 입력되는 전계의 세기가 달라질 수 있기 때문에 수신환경에 대한 factor를 반드시 보상해 주어야 한다. 전계강도의 단위는 dBuV/m로 실효장 1m의 도선에 1uV가 유기되었을 때를 기준(0dB)으로 한 상대적인 dB값이다.

$$E(dB\mu V/m) = V(dB\mu V) - K$$

$$-K(dB) = Factor(dB)$$

E : Electric Field Strength

V : Measuring Voltage(dBuV)

K : Field Strength Conversion Coefficient(dB)

$$E = V + 20 \log \frac{\pi}{\lambda} - G + \alpha$$

반파 다이폴 안테나(1/2λ)

$$E = V + 20 \log \frac{7.6}{\lambda} - G + \alpha$$

모노폴 안테나(1/4 λ)

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 [m/s]}{f [Hz]}$$

$$V = P + 107$$

입력 임피던스 50옴

$$V = P + 108.75$$

입력 임피던스 75옴

채널파워

<그림 6> 채널파워에서 전계강도 환산식

수신안테나의 실효장이 달라지면 유기되는 전압도 달라진다. 측정 주파수에 따라 안테나의 길이가 달라지므로 기준 실효장 1m에 대한 보상이 필요하다. 또한, 케이블 등 안테나 시스템 구성품들은 삽입 손실이 있고, 이 손실은 주파수에 따라 다르며, 이러한 손실값을 보상해 주어야 한다. Factor는 안테나 실효장에 대한 보상값과 케이블 등 안테

나 시스템 구성에 따른 손실값을 더해 계산된다. 전계강도 환산 과정은 <그림 6>과 같다.

데이터 분석

블러오기 | 합 도시 | 100 m | 구간연산 | 고정점 제거 | 고정점 연산 | CSV로 변환 | 데이터 발합 | 초기화

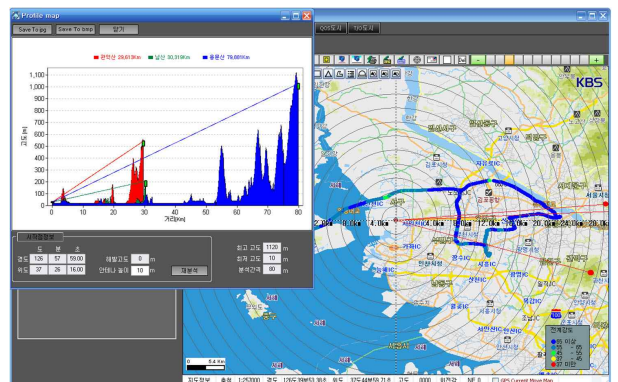
측정종류	지역	시상량	비치량	계보	주파수
DMM	수도권	관악산	U-KBS	128	207.000
NO	측정날짜	측정시간	측정거리	채널파워	전계강도
1	2010-08-19 09:23:44	00:35:57	26470.519	20100819082944-12-90.300.any	

NO	측정시간	경도	위도	구간거리	채널파워	전계강도	파일명
1	2010-08-19 09:23:44	126.87906666	37.486215	0	-64.79	42.21	20100819082944-12-90.300.any
2	2010-08-19 09:23:47	126.87900333	37.48638	18	-67.68	39.32	20100819082944-12-90.300.any
3	2010-08-19 09:23:50	126.87917833	37.48662	30	-70.80	36.20	20100819082944-12-90.300.any
4	2010-08-19 09:23:53	126.87943666	37.486745	29	-70.80	36.20	20100819082944-12-90.300.any
5	2010-08-19 09:23:56	126.879715	37.486885	31	-60.70	46.30	20100819082944-12-90.300.any
6	2010-08-19 09:23:59	126.88001	37.48686333	30	-60.70	46.30	20100819082944-12-90.300.any
7	2010-08-19 09:30:02	126.88015	37.486751666	18	-62.36	44.64	20100819082944-12-90.300.any
8	2010-08-19 09:30:05	126.880145	37.486456666	30	-58.25	48.75	20100819082944-12-90.300.any
9	2010-08-19 09:30:08	126.8799	37.486255	32	-65.25	48.75	20100819082944-12-90.300.any
10	2010-08-19 09:30:11	126.87956333	37.486243333	34	-64.22	42.78	20100819082944-12-90.300.any
11	2010-08-19 09:30:14	126.87917	37.486443333	44	-64.22	42.78	20100819082944-12-90.300.any
12	2010-08-19 09:30:17	126.87887833	37.486581666	32	-59.73	38.27	20100819082944-12-90.300.any
13	2010-08-19 09:30:20	126.878265	37.486948333	71	-59.42	47.58	20100819082944-12-90.300.any
14	2010-08-19 09:30:23	126.87782	37.487311666	57	-59.42	47.58	20100819082944-12-90.300.any
15	2010-08-19 09:30:26	126.87739833	37.48775	61	-61.01	45.99	20100819082944-12-90.300.any
16	2010-08-19 09:30:29	126.87698166	37.48824	64	-61.01	45.99	20100819082944-12-90.300.any
17	2010-08-19 09:30:32	126.87668333	37.48858	45	-64.57	42.43	20100819082944-12-90.300.any
18	2010-08-19 09:30:35	126.87611333	37.48927	90	-66.18	40.82	20100819082944-12-90.300.any
19	2010-08-19 09:30:38	126.87571666	37.489745	62	-66.18	40.82	20100819082944-12-90.300.any
20	2010-08-19 09:30:41	126.87536	37.490141666	53	-61.79	45.21	20100819082944-12-90.300.any
21	2010-08-19 09:30:44	126.87511333	37.490398333	36	-61.79	45.21	20100819082944-12-90.300.any
22	2010-08-19 09:30:47	126.87474633	37.490891666	54	-63.58	43.42	20100819082944-12-90.300.any
23	2010-08-19 09:30:50	126.87417333	37.491328333	78	-68.85	38.85	20100819082944-12-90.300.any
24	2010-08-19 09:30:53	126.873615	37.491661666	65	-68.85	38.85	20100819082944-12-90.300.any

<그림 7> 측정결과 블러오기

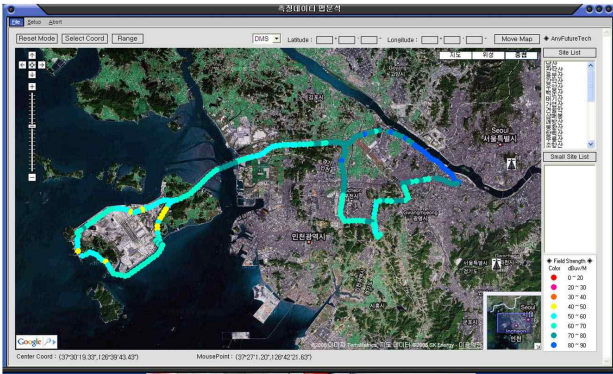
측정결과는 매체별, 채널별 날짜별로 구분되어 DB로 관리되며, <그림 7>과 같이 검색한 후 시트보기 형태로 참조 가능하다. <그림 7> 상단의 필드는 측정날짜, 시간, 측정거리 및 측정결과를 저장하고 있는 파일 이름에 대한 것으로 검색 조건에 맞는 측정결과들에 대한 기본 정보를 보여준다. 선택한 측정결과에 대해서는 측정매체, 권역, 측정시절, 채널, 주파수 정보를 함께 표출한다. <그림 7>의 하단의 필드는 상단의 측정결과 목록에 대한 상세 측정결과에 대한 것들로 측정 시간, 경도, 위도, 구간 이동거리, 채널파워, 전계강도, 스펙트럼 저장 파일 이름에 대한 정보로 구성된다.

<그림 7>의 측정결과에 대해 지도 도시, 지정 구간거리에 따른 평균 연산, 이동측정 도중 일시 정지한 위치에서의 측정값 제거 또는 해당 측정값들 평균, 엑셀 등에서 참조 가능한 CSV 파일로 변환, 동일 채널에 대해 여러 번 나누어 측정된 결과들을 하나의 단위로 병합 등의 가공을 지원한다.



<그림 8> 측정결과 지도 도시

<그림 8>은 DMB 전계강도 이동측정 결과를 지도에 도시한 것이다. 전계강도 값의 범위에 따라 다른 컬러를 지정하며, 보통 전계강도가 양호할수록 파란색이나 녹색 계열의 색을, 불량할수록 빨간 계통의 색을 이용한다. <그림 8>에 표시된 동심원은 송/중계소를 중심으로 거리별로 전계강도가 어떻게 분포하는지 분석하기 위해 사용된다. <그림 8> 좌측의 그림은 지정한 위치에서 선택한 송/중계소까지 직선 거리에 따른 고도 데이터를 도시한 것으로 송수신점 사이의 지형적인 장애물은 없는지 분석하기 위해 사용된다.



<그림 9> 구글맵을 이용한 분석

<그림 9>는 이동경로에 따른 전계강도 측정결과를 구글맵을 이용하여 분석한 것이다. 이는 구글맵의 Open API를 활용하여 구현한 것으로 지도를 이용하는 별도의 비용이 없어 전계강도 측정 및 분석 시스템 구축비용이 절감되고, 해외에서도 개발 시스템을 활용하거나 여러 기관에서 측정 결과를 공유할 수 있는 장점이 있다.

DTV	고정	DTV 전계강도 측정 및 분석 시스템	DTV IMAS
	이동		포터블IMAS
DMB	고정	DMB 전계강도 측정 및 분석 시스템	DMB IMAS
	이동		포터블IMAS
FM	고정	FM 전계강도 측정 및 분석 시스템	
	이동		
AM	고정	AM 전계강도 측정 및 분석 시스템	
	이동		
ATV	고정		ATV IMAS
	이동		
	휴대		

<그림 10> 지상파 방송 매체와 KBS의 측정 및 분석 시스템

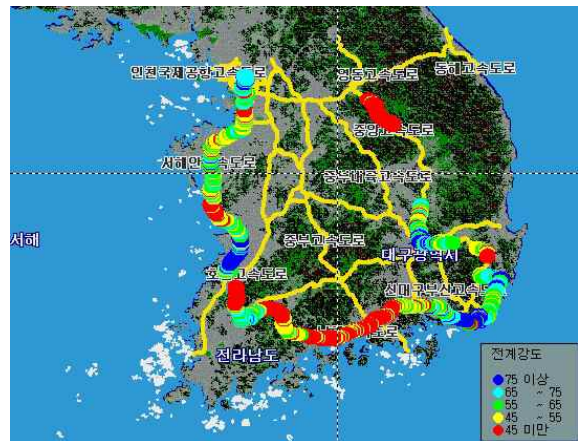
KBS에서 지상파 방송 매체와 해당 매체의 방송망 관리를 위해 개발하여 활용하고 있는 시스템은 <그림 10>과 같다. DTV 고정측정은 DTV IMAS, DMB 고정 및 이동측정은 DMB IMAS, DTV와 DMB 휴대측정은 포터블IMAS를 통해 수행해 왔다. 이번에 개발된 DTV, DMB, FM, AM 다채널 전계강도 측정 및 분석 시스템은 고정, 이동, 휴대측정을 단일 시스템에서 동시 지원하기 때문에 다양한 측정 수요를 충족시키면서 시스템 구축 및 망 관리 비용 절감을 비롯한 측정 및 분석 효율화에 많은 기여를 할 것으로 예상된다.

3. 필드테스트 적용

개발된 시스템을 이용하여 KBS DMB 채널에 대한 전계강도를 이동측정 하였다. 필드테스트에 사용된 측정 차량은 <그림 11>과 같다. <그림 12>는 전계강도 측정결과를 지도에 도시한 것으로 파란색 샘플로 갈수록 수신품질이 우수하다. <표 1>은 <그림 12>의 측정 결과를 얻기 위해 이동한 총 측정거리와 방송통신위원회고시에 따라 DMB 방송구역에 구분하는 기준 전계강도로 간주되는 45dBuV/m를 기준으로 이를 충족하지 못하는 거리에 대한 결과이다.[8] 45dBuV/m 이상 지역은 방송구역으로 간주된다.



<그림 11> 필드테스트에 사용된 측정차량



<그림 12> KBS DMB 채널에 대한 전계강도 이동측정 결과

<표 1> 총 측정거리와 수신불량 거리

측정거리	45dBuV/m 미만 거리
886km	223km (25.2%)

4. 결론

본 논문에서는 DTV, DMB, FM, AM 지상파 방송 매체의 방송 수신 품질을 평가하는데 가장 많이 사용되는 전계강도를 고정, 이동, 휴대 측정 가능한 시스템을 제안하였다. 제안 시스템을 이용하면 자동화된 절차에 의해 다양한 지역에 대한 방송 수신품질을 측정하고, 그 결과를 쉽게 분석할 수 있어 신속하게 최적의 방송망을 구축하는 것이 가능하다. 또한, 시스템 구성 요소에 대한 기능별 모듈화를 통해 향후 신규 장비 지원이나 신규 매체 지원에 대한 확장 가능성에 쉽게 대응 가능하도록 하였다.

개발된 시스템은 향후 KBS를 비롯한 지상파 방송사의 방송망 구축과 관리에 활용되어 시청자들에게 고품질의 방송 서비스를 제공하는데 기여할 예정이다.

참고문헌

[1] ATSC, "Standard A/53: ATSC Digital Television Standard," Advanced Television Systems Committee, Washington D.C., April 6, 2001.

[2] "Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting(DMB) System," TTA-KO-07.0024/R2, TTA Korea, June 2009.

[3] "Radio Broadcasting Systems: Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers," ETSI EN 300 401 v1.4.1, June 2006.

[4] Young-Min Kim et al, "Development of an Integrated Measurement and Analysis System for DTV Field Test," Journal of Broadcasting Engineering, vol.10, no.4, pp.599-609, Dec. 2005.

[5] Young-Woo Suh et al, "A Novel Integrated Measurement and Analysis System for Digital Broadcasting," IEEE Trans. Consumer Electronics, pp.56-62, Feb. 2009.

[6] Sang-Hun Kim et al, "The Integrated Measurement and Analysis System for T-DMB," Journal of Broadcasting Engineering, vol.12, no.1, pp.11-27, Mar. 2007.

[7] Young-Jin Lee et al, "Field Trials for Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting System," IEEE Trans. Broadcasting, pp.425-433, Mar. 2007.

[8] "방송구역전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법," 방송통신위원회고시 제2008-17호, May 2008.



박근수

.1982. 2 : 서울대 제어계측공학과 학사
 .1984. 2 : KAIST 전기전자공학과 석사
 .현 KBS 기술연구소 모바일/DTV 연구 팀장
 .주관심 분야 : DTV방송 제작/송신장비 개발



정두호

.현 (주)에니퓨처텍 선임연구원
 .주관심 분야 : 모바일서비스, 모바일방송



김종섭

.현 (주)에니퓨처텍 책임연구원
 .주관심 분야 : 스마트TV, 디지털라디오



정영석

.1987. 2 : 인하대 물리학과 학사
 .2007. 8 : 호서대 응용컴퓨터학과 석사
 .현 (주)에니퓨처텍 대표이사
 .주관심 분야 : 모바일방송, 측정/제어/자동화

저자소개



김상훈

.1998. 8 : 고려대 전자공학과 학사
 .2001. 8 : KAIST 전기전자공학과 석사
 .현 KBS 기술연구소 선임연구원
 .주관심 분야 : 모바일방송, 하이브리드방송



서영우

.1995. 2 : 서울대 제어계측공학과 학사
 .1997. 2 : 서울대 제어계측공학과 석사
 .현 KBS 기술연구소 수석연구원
 .주관심 분야 : 모바일방송, 계측시스템