

차량용 오디오/AV 수신기의 방송 수신 전파환경 측정, 분석과 재현 프로그램 개발

Development of a Program for Measurement, Analysis, and Simulation of Electromagnetic Environment for Automobile AV Receivers

이 기 섭 · 이 중 근*

Ki-Seob Lee · Joong-Geun Rhee*

요 약

차량에 장착된 AV 수신기의 성능에 영향을 주는 전파환경의 측정, 분석과 재현 기능을 통합한 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 GPS(Global Positioning System)를 이용한 “위치별 전계 측정프로그램”, “선택 대역 전계 측정프로그램”과 DB화된 데이터를 이용한 “전파환경 재현 프로그램”의 독립적인 부분들로 구성하였다. 또한, 측정 및 분석, 재현 시스템의 설정방법을 제시하였다. 이러한 연구결과는 AV 시스템의 수신 이상 현상의 원인을 정확히 밝혀내는데 도움이 될 것이며, 동일한 현상을 현장이 아닌 전자파 무반사실내의 시뮬레이션 시스템 상에서 확인하고, 이상 현상에 대한 대응방안을 찾을 수 있게 될 것이다.

Abstract

This paper introduces a program by which one can perform measurement, analysis, and simulation of electromagnetic environment which affects on vehicular AV receivers. An integrated system of EM environment collected, GPS(Global Positioning System) informations, and developed simulation program can be an important evaluating tool for the analysis of automobile A/V receivers.

Key words : GPS, Electromagnetic Environment, EM Measurement, AV Receiver

I. 서 론

정보 통신 사회 대부분의 활동이 전파라는 매개체를 통하여 그 기능을 수행하므로 시간이 지날수록 전파는 우리 생활과 아주 밀접한 관련을 가지고 있으며, 정보의 역할이 더욱 중시되고 있는 현대 사회에서 공중파 방송의 환경은 매우 중요하다. 이동통신, 전파통신, 방송, 아마추어무선 등에서 전파의 활용이 증가하고 있으며 사용 주파수 대역도 다양화되어가고 있어 우리는 실로 거대한 전파환경 속에 살고 있다 하겠다. 그러나 전파환경의 다양성으로

인하여 시스템 분석이 용이하지 못하고 비효율성 또한 증대해짐에 따라 보다 효율적인 시스템 분석이 필요하게 되었다. 따라서 이를 측정하고 관리, 평가하기 위해 감시국소 등이 운용되고 있으며 전파환경 분석 연구가 여러 각도로 진행되고 있다^{[1]~[3]}. 그러나 이동 중인 차량의 AV 시스템과 같이 수신체가 지속적으로 이동하는 경우, 전파환경은 매우 다양하고, 많은 종류의 수신 방해 현상 등이 존재하게 된다.

본 연구에서는 GPS(Global Positioning System)에 의한 이동 중인 차량의 위치 정보를 이용, 더욱 정확

(주) 삼성전자(Samsung Electronics Co., Ltd.)

*한양대학교 전자컴퓨터공학부(School of Electrical Engineering and Computer Science, Hanyang University)

· 논문 번호 : 20041206-158

· 수정완료일자 : 2005년 2월 15일

한 전파환경을 분석할 수 있도록 하는 자동 측정 프로그램이 개발되었으며, 측정, 분석 및 재현 시스템의 설정방법이 제시되었다. 프로그램은 크게 세 가지의 하위 프로그램으로 구성되어 있다. 첫째는 GPS를 이용해 측정 차량의 이동 중 위치에 따른 전파 잡신호 레벨을 측정하여 DB화 하는 프로그램이고, 둘째는 특정의 고정된 위치(경도, 위도, 고도)에서 선택 대역 전파 레벨을 데이터화하는 프로그램이며, 셋째로는 저장된 데이터를 이용하여 실험실(전자파 무반사실)에서 현장과 유사한 현상을 재현할 수 있도록 하는 전파환경 재현 프로그램이다^[4].

이동 중인 수신기에 수신되는 전파환경을 분석하기 위한 가장 중요한 위치 정보는 RS-232C 인터페이스를 통해 GPS로부터 수신하며, GPIB 인터페이스를 통해 스펙트럼 분석기로부터 위치별로 전계를 측정하게 된다. 전파환경의 분석을 위해서는 기존 전파환경 분포 조사에 이용되고 있는 PDF(Probability Density Function)^[5], APD(Amplitude Probability Distribution), NAD(Noise Amplitude Distribution), ACR(Amplitude Corssing Rate) 및 Averaging 기법^[6]들을 바탕으로 하였다.

II. 위치별 전계 측정 프로그램

RS-232C 인터페이스를 통한 GPS 수신기의 정보는 NMEA(National Marine Electronics Association) 0183 프로토콜에 따라 표준화 되며, 다음의 예와 같은 일련의 정보 문자열을 4800 bps로 전송한다.

SGPGGA,200136,3703.2808,N,12517.4976,W,
1,03,1.27,4.5,M,-34.4,M,*41

문자열에는 시간, 위도, 경도, 추적 위성, 수평위치, 고도, 평균해면, 검사 값 등의 정보를 포함하고 있다. 수신된 GPS 정보로부터 차량의 움직임을 파악하여 이동 위치에 따른 전파환경을 측정하게 된다.

그림 1은 위치별 전계 측정 프로그램의 전체 처리 과정을 나타내는 것으로 각 처리 단계에서 그 결과를 컴퓨터 모니터에 표시하게 된다. 전파환경 측정은 실제 스펙트럼 분석기에서 이루어지며, 프로그램은 GPIB 인터페이스를 통해 제어하고, RS-232C 인터페이스를 통해 GPS로부터 위치 정보를 받아 각각

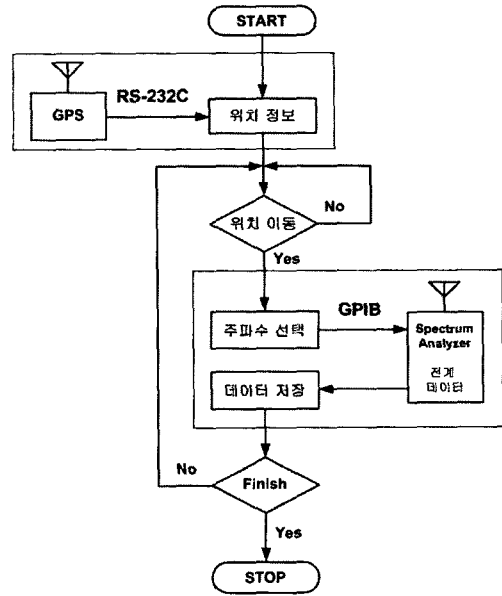


그림 1. GPS를 이용한 전파환경 측정, DB 구축 프로그램의 처리 과정
Fig. 1. The flowchart of EM environment measurement and DB construction.

의 위치에 따른 전파환경을 측정주파수 대역, 시간, 지역에 따라 구별되도록 메모리에 저장하게 된다^{[7],[8]}. 코스별로 동시 측정을 할 수 있는 주파수는 시스템의 수신기 또는 Spectrum Analyzer의 수에 의하여 제한된다.

그림 2는 위치별 전계 측정을 위한 차량의 수신 시스템을 나타내며 표 1은 측정 시 사용된 장비들을 표시하고 있다^{[9],[10]}. ITU-R에 따르면 30~1,000 MHz 범위에서의 전파환경 측정 안테나는 지표 반사파와 지형·지물의 영향을 최소화하기 위하여 지면으로

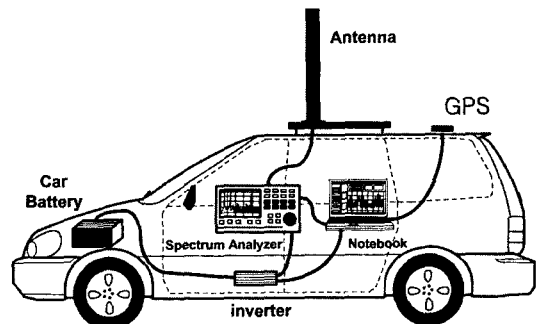


그림 2. 전파환경 측정 시스템
Fig. 2. The measurement system of EM environment.

표 1. 사용된 측정 시스템의 장비 목록
Table 1. Required equipment list for measurement.

필요장비	사용 장비명	용도	수량
Control PC	Sens640	장비제어 및 DB 구축	1
S/A	E4402B	스펙트럼 Display	1
FM 안테나	R&S HE3	FM 전계수신	1
AM 안테나	Dipole	AM 전계수신	1
GPS	Axiom	위치정보 수신	1
Inverter	Prosine1000	AC 전원공급	1

부터 10미터 높이에 위치하도록 권고하여, 본 측정 시스템에서는, 차량의 수신 환경과 가장 근접한 결과를 얻기 위해 그림 2와 같이 차량의 상부에 위치시켰다^{[11]~[13]}.

그림 3은 인천공항 내에서 90.3 MHz와 91.1 MHz의 전파환경을 측정하고 있는 화면으로 위치에 따라서 측정 차량의 속도와 방향을 표시하며 위치별로 변화되는 전계 레벨을 측정, 모니터링 하면서 평균값을 적용하여 DB화 하였다. GPS 정보 문자열과 위치 정보, 데이터 정보 등이 함께 저장되어 위치에 따른 전계 크기의 변화를 전자 지도상에서 분석할 수 있게 된다.

저장된 데이터는, 전파환경 재현 시스템으로 실내 실험실에서 외부 전파환경의 시뮬레이션에 사용되어 차량용 전파 수신 시스템의 성능 측정 시간과 AV 시스템과 같은 수신기의 개발시간을 단축시킬 수 있게 될 것이다.

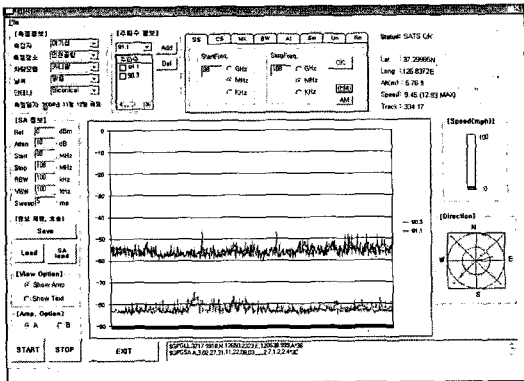


그림 3. GPS를 이용한 전파환경의 측정 화면
Fig. 3. The monitor screen of measurement program of EM environment using GPS.

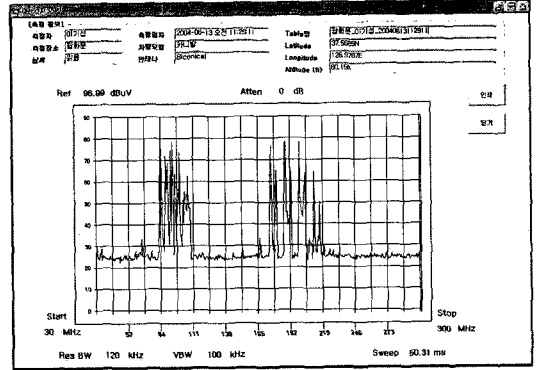


그림 4. 선택 대역(30~300 MHz) 전계측정 화면
Fig. 4. The monitor screen of span(30~300 MHz).

III. 선택 대역 전계측정 프로그램

선택 대역 전계 측정은 위치별 전계 측정과 함께 전파환경 분석에 있어서 중요한 과정이다. 따라서 본 논문에서는, 선택 대역 전계 측정을 통하여 수신되는 전계의 크기를 주파수 별로 비교, 분석할 수 있는 전계 측정 프로그램을 개발하였다.

그림 4는 광화문에서의 선택 대역(30~300 MHz) 전계 측정 프로그램으로 측정된 그래프 화면을 보이고 있다. 측정 정보와 위치 정보, 측정 변수들을 한 눈에 볼 수 있으며 DB에 자동 저장된다. 중요 변수들이 함께 저장되어 변수에 따른 정확한 분석을 가능하게 할 것이다. 측정된 대역(30~300 MHz)은 임의로 선택한 대역이며 수신 안테나는 Biconical 안테나를 사용하였고 측정 주파수의 범위에 따라서 안테나를 교체하여 사용하였다. 그 외의 측정 장비는 표 1과 같다.

다양한 종류의 케이블, 송·수신 안테나를 사용할 때, 각각의 특성에 따라 측정 데이터의 오차가 발생하게 되는 문제를 해결하기 위해서 케이블, 안테나의 특성으로 인해 생길 수 있는 오차를 보정해 줄 수 있도록 하는 보정 기능을 사용하여 더욱 객관적인 전파환경의 비교, 분석이 가능하도록 하였다.

IV. 전파환경 재현 프로그램

현장의 전파환경 특성을 실내 실험실에서 재현할 수 있는 최적의 재현 시스템을 구성하였으며, GPS를 이용한 위치별 전계 측정 프로그램으로 측정, 저장

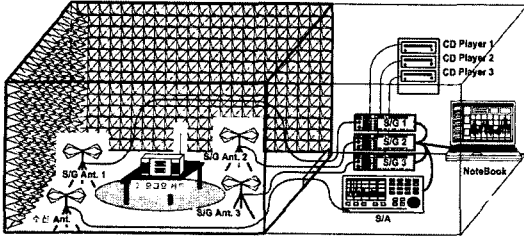


그림 5. 시뮬레이션 시스템 구성도
Fig. 5. The simulation system of EM environment.

된 DB를 이용하여 현장과 동일한 전파환경을 재현하는 프로그램을 개발하였다.

그림 5와 표 2는 시뮬레이션 시스템의 구성도와 필요 장비를 나타내고 있으며, 그림 6은 전파환경 재현을 위한 측정 정보와 보정, 측정 데이터를 표시해 주고 있는 시뮬레이션 프로그램의 화면을 나타내고 있다. 위치별 측정 정보와 변수에 따른 데이터 정보가 나타나며 원하는 전파환경을 재현할 수 있도록 하였다.

전파환경 재현 프로그램은 Signal Generator(VP-8133A) 3대와 Spectrum Analyzer(E4402B) 1대를 동시에 제어하게 된다. 전파환경 재현을 위해서는 캘리브레이션 과정이 필요하게 되는데, 캘리브레이션은 전파환경 재현이 이루어지는 전파 무반사실에서, 현장에서 수신된 크기의 전계 레벨과 동일한 전계를 수신할 수 있도록 하는 작업이다. 반복적인 송수신 과정을 거쳐 실험실에서 수신된 전계의 크기가 현장에서의 크기와 같아지게 되면 캘리브레이션 과정이

표 2. 전파환경 재현시 사용된 장비
Table 2. Required equipment list for simulation.

필요장비	사용 장비명	용도	수량
Control PC	Sens640	장비제어 및 DB 구축	1
S/A	E4402B	스펙트럼 Display	1
S/G	VP-8133A	방송신호 발생	3
CD player		음향 재생	3
송신 안테나	Biconical	S/G 전계 송출	3
수신 안테나	Biconical	S/A 전계 수신	1
Receiver	제품별 다수	EUT	
GPIB cable		인터페이스	4
GPIB card	NI PCMCIA -GPIB+	인터페이스	1

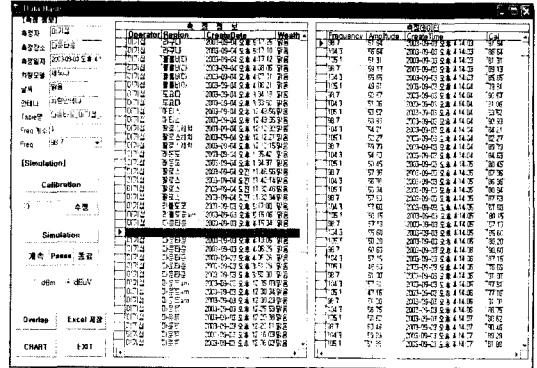


그림 6. 전파환경 시뮬레이션 프로그램 화면
Fig. 6. The monitor screen of simulation of EM environment.

끝나게 된다. 이러한 과정을 통해 전파환경의 정확한 재현을 할 수 있게 된다.

CD 플레이어를 통한 Audio 신호를 S/G에서 캘리브레이션 된 데이터들로 발생시키며 송신 안테나를 통해 전파를 송출하게 되는데 전파 무반사실 내에서 송출되는 주파수별 신호를 EUT에서 수신하여 현장에서와 같은 전파환경을 만들게 된다. 측정 주파수의 수에 따라 Signal Generator의 수를 변화하면서 전파환경 측정 코스의 현상을 재현할 수 있다.

이러한 재현 프로그램을 이용한다면 운용 시험 평가의 일부를 현장이 아닌 시험장에서 손쉽게 할 수 있기 때문에 경비와 시간의 절감을 기대할 수 있을 뿐만 아니라, 기존의 방법인 운용 시험 평가와 상호 보완적 역할을 하여 보다 객관적인 성능 평가를 수행할 수 있게 될 것이다. 또한, 전파환경 시험 코스로써 개발하기 어려운 현상도 임의로 재현이 가능하며, 같은 조건 하에서 국내의 오디오/AV 수신기의 성능 차이를 분석하고 이에 대한 보완점을 도출하는데 이용될 수 있을 것이다.

V. 프로그램 개발 환경 및 사양

GPS를 이용한 전파환경 측정 프로그램은 Microsoft사의 Visual Basic 6.0으로 개발되었다. 프로그램에서 사용한 라이브러리는 스펙트럼 분석기와 노트북 컴퓨터간의 통신을 위하여 National Instrument사의 GPIB 라이브러리를 사용하였고, 그래픽 사용자 환경을 위해서는 Microsoft사의 MFC(Microsoft Found-

ation Class) 라이브러리를 사용하였다.

개발된 전파환경 측정 프로그램은 Window XP를 제외한 Window 계열의 OS(Window 95, 98, 2000)에서 동작한다. 프로그램의 동작을 위한 요구사항은 RAM 128 Mbytes 이상, 하드디스크는 20 Mbytes 이상이다. 그러나 측정 시 DB화 하는 공간을 위해 하드디스크는 1 Gbytes 이상을 탑재한 PC의 사용을 권장한다.

VI. 전파환경 측정 및 분석, 재현 결과

개발된 위치별 전계 측정 프로그램을 사용하여 강전계 현상이 나타나는 남산 주변에서의 전파환경 측정, 분석을 실시하였다. 그림 7은 측정 장비와 차량의 실제 모습을 보이고 있으며 그림 8과 그림 9는 GPS를 이용한 위치별 전계 측정 결과와 89 MHz~92 MHz 영역의 선택 대역 전계 레벨을 데이터화하여 차트로 본 프로그램 화면을 나타내고 있다.

경기도 양평의 용문산에서 1 kW의 세기로 송출되는 90.3 MHz 방송에 대해 남산 주변에서 관측한 결과, 남산 송신소에서 송출되는 방송인 89.1 MHz와 91.9 MHz가 90.3 MHz의 전파보다 더 강하게 수신되어 혼신되고 있는 것을 알 수 있었다. 코스의 처음과 끝 지역에서는 91.9 MHz의 방송이, 중간 지점에서는 89.1 MHz의 방송이 강하게 끼어 드는 현상을 그림 8의 측정 프로그램을 통해 확인할 수 있었으며, GPS로부터의 위치 정보를 활용하여 수신 전파환경의 위치별 분석이 가능하게 되었다.

위치별 전계 측정 프로그램을 통해 측정, 저장된 데이터를 이용하여 전파 무반사실 내에서 시뮬레이션 하였다.

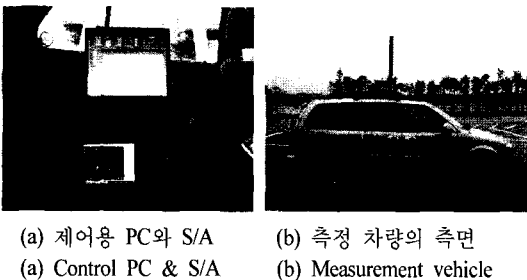


그림 7. 전파환경 측정 시스템 모습
Fig. 7. The photograph of measurement system for EM environment.

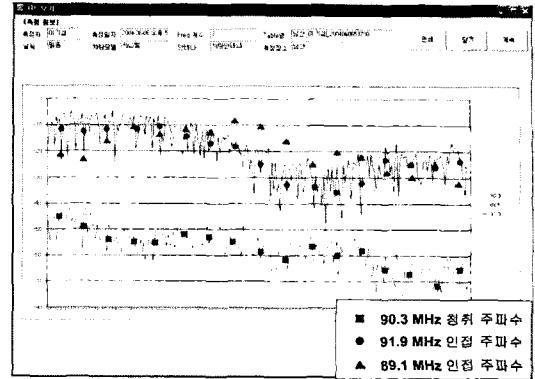


그림 8. 남산에서의 위치별 전계 파형
Fig. 8. The waveform of measured signal for EM environment at Namsan.

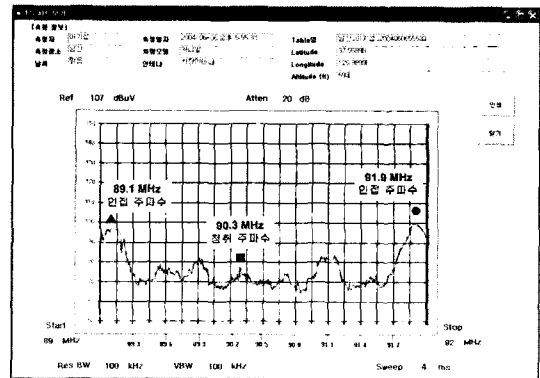
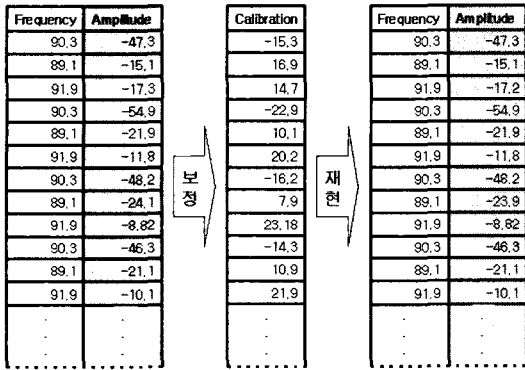


그림 9. 남산에서의 89 MHz~92 MHz 전계
Fig. 9. The EM spectrum of EM environment from 89 MHz to 92 MHz at Namsan.

현 하였다. 캘리브레이션 과정을 거쳐 3대의 S/G를 통해 각각의 주파수별 신호를 송출하면서 확인한 결과, 남산의 전파환경 측정 코스를 측정 차량으로 이동하면서 수신되는 강전계 혼신현상이 전파 무반사실 내에서 동일하게 나타남을 확인하였다.

그림 10은 캘리브레이션 과정을 통하여, 실제 현장에서 수신된 전계와 실험실(전파 무반사실)에서 수신, 측정된 전계가 거의 동일하다는 것을 보여주고 있다. 따라서 현장에서와 같은 전파환경의 특성을 실험실에서 동일한 현상으로 재현하게 된다.

이러한 여러 가지 현상에 대해서, 차량용 AV 시스템 성능 저하의 원인을 확인할 수 있었으며, 올바른 동작을 위한 대응 방안을 실험실 내에서 찾을 수 있었다.



(a) 현장에서 수신된 전계(dBm) (b) 보정된 전계 (SG로 송출) (c) 챔버에서 수신된 전계(dBm)
 (a) Received(Site) E Field(dBm) (b) Calibrated E Field(S/G) (c) Received(Chamber) E Field(dBm)

그림 10. 측정데이터와 보정과정 후의 재현 데이터
 Fig. 10. The measured data and calibrated simulation data in anechoic chamber.

Ⅶ. 결 론

전파환경의 측정과 재현 방법을 제시하였으며, 그를 위한 최적의 사용 프로그램을 개발하였다. 전파환경을 측정, 분석하는 과정에서 가장 중요한 위치 정보를 활용하기 위해 GPS를 사용하였으며, 위치별 측정 프로그램과 선택 대역 측정 프로그램으로 구축된 전파환경 DB를 사용하여 현장의 전파환경을 전파 무반사실 내에서 시뮬레이션 할 수 있도록 하는 전파환경 측정, 분석, 재현을 위한 통합 프로그램을 개발하였다.

개발된 프로그램을 이용하여 남산 등의 전파환경 측정 코스를 측정, 분석하였으며 저장된 데이터를 사용하여 남산의 전파환경을 재현해 본 결과 현장과 유사한 전파환경 특성을 실험실에서 확인할 수 있었다. 이러한 각각의 전파환경 하에서 올바르게 동작할 수 있는 AV 시스템의 설계 및 성능 향상에 대한 신속하고 정확한 방법을 찾을 수 있었다.

지금까지는 차량의 AV 시스템 성능 평가를 위해 평가자의 주관적인 판단에 의한 현장 운용 시험 평가를 실시하고 있는 것이 일반적인 경우이나, 본 연구 결과를 통한 전파환경 재현 프로그램을 이용한다면 현장의 다양한 전파환경을 실험실 내에서 객관적인 데이터에 의해 분석하고 평가할 수 있게 될 것이다.

또한, 전파환경 분석에 대한 경비와 시간의 절약, 정확한 분석이 가능하게 되었으며, 측정 프로그램을 통하여 저장된 데이터들은 DB화 되어 향후 데이터 가공 및 정보 이용, 지역, 위치에 따른 전파환경 분석에 객관적인 지표로써 활용되어 차량 장착용 AV 시스템 분야만이 아닌 여러 가지 통신, 음향, 영상기기 등에 응용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이중근, 연구보고서(안전기준 전파 방송. 안테나 기술), 전파연구소, 1999년.
- [2] Henry W. Ott, *Noise Reduction Techniques in Electronic Systems*, Wiley, 2nd, pp. 1-3, 1988.
- [3] 육재림, 허문만, 윤현보, "전파 잡음 데이터베이스 구축을 위한 프로그램 개발", 한국전자과학회 논문지, 15(9), pp. 856-862, 2004년.
- [4] 이중근, 연구보고서(국내 AV 수신 성능 시험 코스 개발에 관한 연구), (사)대한전기학회, (주)기아자동차, 2002년.
- [5] 이중근, 연구보고서(전파환경보호), 전파연구소, 1999년.
- [6] 이중근, 연구보고서(도시권 전파환경 분포 조사 및 분석연구), 전파연구소, 1996년.
- [7] Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks*, Prentice Hall, N.3, pp. 109-118, 1996.
- [8] John Uffenbeck, *Microcomputers and Microprocessors*, Prentice Hall, N.3, pp. 91-488, 2000.
- [9] *Radio Interference Measurements and Statistical Method*, CISPR 16-1, 2001-01-12.
- [10] *Methods of Disturbance and Immunity Measurements*, CISPR 16-2, 2000-11-17.
- [11] ITU-R SM.1138, *Determination of Necessary Bandwidths Including Examples for Their Calculation and Associated Examples for the Designation of Emissions*, 1995.
- [12] ITU-R SM.328-9, *Spectrum and Bandwidth of Emissions*, 1997.
- [13] *The ARRL Handbook for Radio Amateurs 2001*, ARRL, 78th.

이 기 섭



2003년 2월: 한양대학교 전자컴퓨터공학부 (공학사)

2005년 2월: 한양대학교 전자전기 제어계측공학과 (공학석사)

현재: (주)삼성전자 연구원

[주 관심분야] EMI/EMC, 초고주파 공학, 전자파, Antenna

이 중 근



1967년: 서울대학교 전기공학과 (공학사)

1973년: Univ. of South Florida 전자공학과 (공학석사)

1979년: Univ. of South Florida 전자공학과 (공학박사)

1990년: 한국전자파학회 초대 회장

1993년~1997년: 한국 아마추어 무선연맹 이사장

1998년~현재: 한양대학교 전자공학과 교수

[주 관심분야] EMI/EMC, 전자파, 안테나 설계