

중국으로부터의 전파간섭 측정 및 분석에 관한 연구

A Study on the Measurement and Analysis of Radio Interferences from China

강영흥* · 백정기** · 이성수*** · 이형수***

Young-Heung Kang* · Jung-Ki Pack** · Sung-Soo Lee*** · Hyung-Soo Lee***

요 약

1994년부터 국내 남해안지역에서 상용서비스되고 있는 TRS(Trunked Radio System) 서비스에 빈번히 간섭이 발생되고 있는데, 그 원인은 일본해안에서 발사되는 이동전화 신호의 덕팅(ducting)전파에 의한 것으로 한·일 간 합동조사에 의해 분석되었다.

이와 같은 인접국가 간의 간섭문제는 일본뿐만 아니라 중국 등 이동통신이 활성화되면 여러 주파수 대역에서 발생할 가능성이 커지면서 한·중 이동 서비스간의 간섭문제가 계속 대두될 것이다. 따라서 본 논문에서는 중국으로부터 들어오는 전파간섭 문제를 해결하기 위한 기초 연구로서 수행한 중국으로부터의 간섭전파 측정 및 분석 방법을 제시하고, 분석결과를 요약하였다.

Abstract

Radio interferences have been a frequent problem on the TRS service, which has been in operation in the southern coastal area of Korea since 1994. By Korea-Japan joint analysis, the main reasons of the radio interferences are due to the radio ducting signal from the seaside of Japan.

As the mobile services become spreading in China as well as Japan, interference problems between Korea and China will occur more frequently in various frequency bands. Therefore, in this paper we propose a method for measurement and analysis of the radio interference signal, and summarize the measurement results of interference from China, which was performed to solve the interference problem between Korea and China.

I. 서 론

1994년 4월 남해안 지역에서 상용 서비스되고 있는 한국 TRS(국)의 주파수 공용통신망에 통화중 간섭이 발생하거나 통화가 중단되는 등의 문제가 발생하였다^[1]. 이에 1996년 5월과 8월 2차에 걸쳐 현지에서 한·일 합동조사를 하게 되었으며, 측정결과 그 원인은 일본의 후쿠오카, 야마구치 등의 해안

에서 발사하는 이동전화 신호의 덕팅(ducting) 전파에 의해 부산, 울산, 마산, 대구, 여수 등 남해안 지역에 있는 한국 TRS(국)의 TRS 중계소에 간섭을 발생시킨다는 점이 간섭원인으로 분석되었다^[2].

통상의 대기에서 굴절률은 높이에 따라 선형적으로 감소하다가 높은 고도에서는 지수적으로 감소한다. 해수면 위에서 온도와 습도 변화에 의해 굴절률이 급격히 변하는 트래핑층(trapping layer)이 생길

*군산대학교 전자정보공학부(School of Electronic & Information Eng., Kunsan National Univ.)
**충남대 전파공학과(Radio Science and Eng., Chungnam National Univ.)
***한국전자통신연구원 전파기술연구부(Radio Science Section, ETRI)
· 논문번호 : 20010305-027
· 수정완료일자 : 2001년 5월 7일

수 있으며, 이때 덕팅 현상이 발생한다. 덕트는 표면 덕트(surface-based duct), 상층덕트(elevated duct) 및 기화덕트(evaporation duct)의 세가지로 분류되며, 대부분이 비가시 장거리경로(over-the-horizon path)에서의 덕트는 표면덕트이다.

이러한 덕팅현상이 생기면 원거리에서 전계강도가 비정상적인 큰 값으로 상승하게 되며, 이상기후 조건에 따라 시시각각으로 변하므로 심한 페이딩을 일으키게 된다. 그 원인으로서의 고온 저습한 대기가 하층에 존재할 때 발생한다. 즉, 해안지역에서 주간 습기가 많은 바다바람과 야간의 육지로부터 바람이 서로 중첩될 때나 고기압권의 하강기류에 의해 건조한 냉각공기가 증발이 심한 습한 공기에 근접할 때 발생하는 현상으로 주로 해안지역과 계절적으로 4월~9월 사이의 통신에서 많이 발생된다^{[3],[4]}

한편, 전주의 전파감시소에서는 중국의 무선호출 서비스 전파가 국내 서해안의 경찰행정서비스와의 간섭이 139.055~164.875 MHz의 29파, 279.035~280.937 MHz의 13파에 이른다는 측정결과를 내놓고 있다^[5]. 이는 단지 음성이나 데이터 수신장치에 의해 간섭이 발생하는 주파수 확인에 그치고 있으며, 그 간섭전파의 통계적 성질이나 덕팅현상들에 대한 분석은 전혀 이루어지지 않고 있다.

한편 인접 국가간의 간섭문제는 일본뿐만 아니라 중국 등 이동통신이 활성화되면 여러 주파수 대역에서 간섭이 발생할 가능성이 커지면서 한·중 이동서비스간의 간섭문제가 계속 대두될 것으로 전망된다.

따라서 인접국가로부터의 간섭현상의 규명 및 이의 해결을 위해서는 무엇보다도 인접국가로부터 유입되는 주파수 및 전파의 세기 등에 대한 측정분석이 필요한 바, 본 논문에서는 중국으로부터 유입되는 전파간섭 분석을 위해 8월 5일부터 10월말까지 부안에 위치한 군산대 임해수련관에서 측정된 간섭전파 데이터를 분석 정리하였으며, 그 간섭전파의 통계적 성질이나 덕팅현상들에 대한 분석을 통해 인접 국가로부터의 전파간섭 측정 및 그 분석 방법을 제시하고자 한다.

II. 측정시스템

2-1 하드웨어

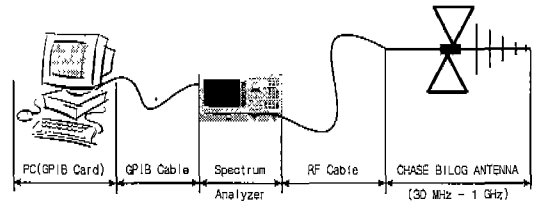


그림 1. 전파간섭 측정시스템

표 1. 측정시스템의 명세서

시스템	스펙	제조사
컴퓨터 (PC)	- CPU : 펜티엄II 333 - OS : MS Windows 98	
GPIB Card	- 모델명 : HP 82341C - High-Performance ISA GPIB Interface	Hewlett Packard
GPIB Cable	- 모델명 : 82341C - 길이 : 2 m	Hewlett Packard
Spectrum Analyzer	- 모델명 : HP8590B - 측정범위 : 9 kHz~1.8 GHz	Hewlett Packard
안테나	- 모델명 : Chase Bilog Antenna (CBL6111A) - 수신범위 : 30 MHz ~ 1 GHz	Chase Limited

측정시스템은 그림 1과 같이 안테나로부터 유입된 전파를 스펙트럼 분석기로 주파수 및 전파의 세기를 측정하여 이 데이터를 자동으로 컴퓨터 하드웨어에 기록되도록 구성하였다.

측정시스템의 명세서(specification)는 표 1과 같다.

2-2 소프트웨어

안테나로 들어오는 주파수에 대해 스펙트럼 분석기로 측정된 데이터의 저장을 위해 인터페이스를 다음과 같이 Hewlett Packard사의 HP VEE 4.0 프로그램^[6]을 이용하였다.

이 프로그램에서 제공하는 Direct I/O, Plug & Play Driver, Panel Driver 및 Component Driver의 네 가지 Instrument Manager 가운데 우리가 원하는 데이터를 얻기 위해서는 스펙트럼 분석기에 직접적인 명령과 제어를 가해야 하기 때문에 Direct I/O를 이용하여 프로그램을 작성하였다.

따라서 스펙트럼 분석기에서 제공하는 명령어들로

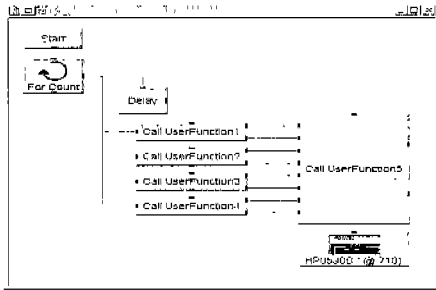


그림 2. Main 프로그램 구성

스펙트럼 분석기의 동작 순서에 맞게 개체들을 배열하여 User Function들을 두고 Main 프로그램에서 모든 루틴을 제어하도록 프로그래밍하였다. 각각의 User Function은 측정하고자 하는 주파수 범위, PC와 스펙트럼 분석기간 통신, 측정시간, 측정의 반복회수 및 측정된 데이터의 처리에 대한 부분 등으로 나누어 각 개체에 해당하는 명령어들을 이용하여 원하는 측정시간 및 주파수 범위 등을 설정하도록 했다.

그 한 예로서 main 프로그램의 구성은 그림 2와 같다. Main 프로그램에서는 프로그램을 시작에서부터 동작 및 종료와 관련된 전체를 제어하도록 하였으며 모두 5개의 User Function과 한 개의 Direct I/O 개체를 갖는다. 프로그램이 시작되면 For Count 개체에 지정한 회수만큼 모든 동작이 수행되는데 각 사이클의 처음에 Delay 개체에서 정한 시간만큼 프로그램을 멈춘 후 첫 번째 User Function부터 실행하게 된다.

Ⅲ. 측정장소 및 주파수

3-1 측정장소

중국으로부터 유입되는 전파를 측정하기 위해 전파환경이 양호한 장소로 그림 3에 보이는 전북 부안군 변산면에 위치한 군산대학교 임해수련관에서 측정을 행하였다. 이 장소는 중국의 베이징 및 상하이와의 방위각이 각각 225°와 300°를 이루고 있다.

안테나 후방으로부터 들어오는 전파를 차단하기 위해 임해수련관 3층 실내에서 측정함으로써 국내 전파의 유입을 최대한 억제시켰다. 물론 국내 전파 차단을 위한 흡수체 부착등의 조치는 이루어지지

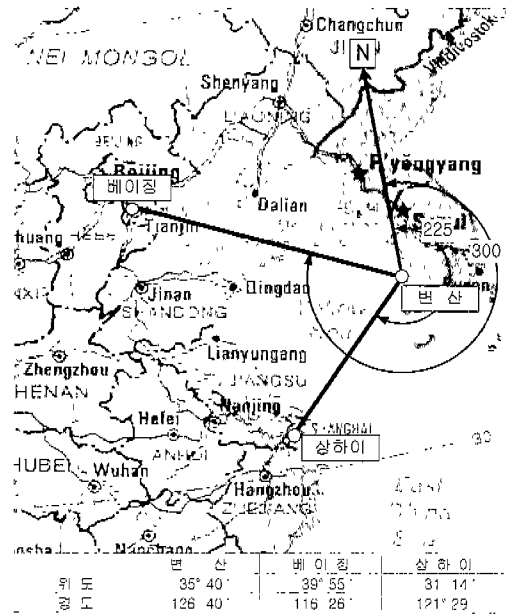


그림 3. 측정장소의 위치

않았다.

3-2 측정주파수 분석

그림 1의 chase bilog 안테나는 30 MHz~1 GHz의 주파수대를 측정할 수 있으나, 스펙트럼 분석기에서 PC로 데이터를 저장할 때의 샘플링 데이터수가 400샘플로 한정되어 있어 30 MHz~1 GHz대의 광대역 측정은 주파수 간격이 너무 커서 의미가 없다. 따라서 본 연구에서는 서해 일원에서 간섭이 발생하고 있는 주파수대를 선정하여 이 주파수대에 집중적으로 측정을 행하였다.

전파감시소 전주분국에 따르면 국내 서해안 일대의 정보통신서비스에 간섭을 주는 중국의 무선호출 서비스 주파수는 139.055~164.875 MHz대의 29파, 279.035~280.937 MHz대의 13파로 분석되고 있다^[5]. 한편, 이 주파수대인 100~300 MHz대의 국내 서해안에서 사용되는 무선주파수로 중국으로부터 전파 간섭의 영향을 받을 수 있는 국내 업무용 주파수들은 경찰청의 139.0375~140.7875 MHz대의 30파, 내무행정용으로 147.21~162.26 MHz대의 10파, 해양경찰청의 152.72~162.025 MHz대의 100파, SK텔레콤의 161.2~168.975 MHz대의 53파, 그리고 해상통신용으로 선박국의 156.025~157.425 MHz대의

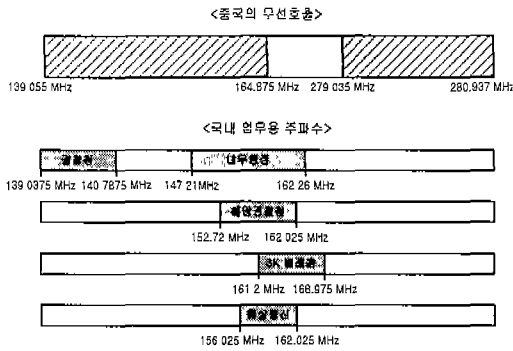


그림 4. 중국과 한국의 간섭가능성의 주파수대

55파, 해안국의 160.625~162.025 MHz대의 55파로 분석되고 있다¹⁷⁾.

중국으로부터의 간섭주파수대와 간섭발생의 가능성이 있는 국내업무용 주파수대를 대비하여 나타내면 그림 4와 같다.

IV. 측정데이터의 시간별 분석

"한국-일본간의 800 MHz 대역의 전파간섭 분석"[2]에 의하면 여름철 맑은 날 아침(일출 직후)과 저녁(일몰 직전) 시간대에 덕팅이 가장 강하게 나타나므로 본 측정결과 분석에서는 우선 강우와 맑은 날의 대비분석 및 시간대별 비교분석이 이루어져야 한다. 또한, 그림 4의 주파수 대비표와 같이 간섭의 가능성이 아주 큰 100~300 MHz대의 주파수에 집중적으로 측정을 수행하였으며, 그 통계적 분석은 기존 한국과 일본의 간섭분석방법¹⁸⁾과 동일한 방법으로 행하였다.

덕팅현상에 의한 중국의 간섭주파수를 도출하기 위해 우선 11일의 맑은날과 20일의 강우일을 비교 분석하여 동일한 세기의 전파가 측정되는 주파수는 제외를 한 후, 아침(06:00~08:00), 점심(12:00~14:00), 저녁(18:00~20:00)으로 구분하여 아침/저녁에 전파의 세기가 크게 나타나는 주파수를 도출하였다. 즉, 덕팅현상이 현저한 주파수로서 121.750 MHz, 136.900 MHz 및 155.650 MHz가 도출되었으며, 한예로서 121.750 MHz주파수에 대한 시간별 분포형태를 분석하면 다음과 같다.

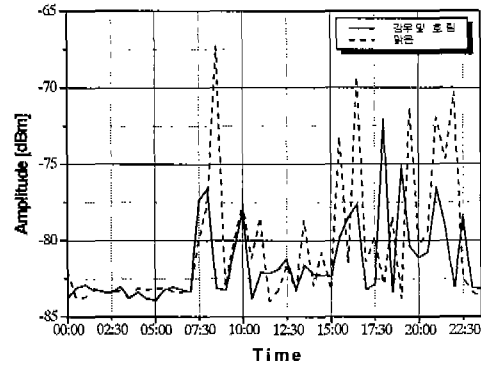


그림 5. 121.750 MHz의 맑은 날과 흐린 날 비교 특성

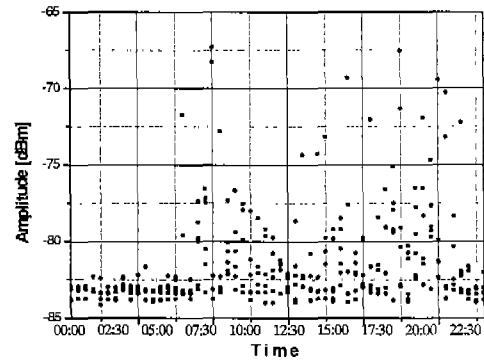


그림 6. 121.750 MHz 시간별 분포 특성

그림 5는 주파수 121.750 MHz의 맑은 날과 비온 뒤 흐린 날을 택하여 시간별 비교분석을 행한 것이다. 이는 맑은 날과 흐린 날의 동일시간대의 전파세기를 측정·수집하여 그래프용 Origin 소프트웨어에 의해 얻은 결과이다. 이 특성으로부터 알 수 있듯이 맑은 날의 전파의 세기는 아침 8시 근방에서 약 -67 dBm으로 강한 반면 비온 뒤 흐린 날은 -77 dBm으로 낮아지고 있다. 또한 오후 4시부터 저녁 10시까지 비교적 강한 전파가 유입되고 있다. 이를 9월 6일~9월 10일의 5일에 걸쳐 시간별 분포를 구해보면 그림 6과 같다. 이 그림으로부터 오전 6시~8시 사이에, 오후 3시~10시 사이에 비교적 강한 전파가 분포함을 알 수 있다.

V. 간섭신호 특성 분석

5-1 시변특성

본 측정에서는 맑은 날과 강우일의 비교분석, 아침, 점심, 저녁 시간대별 비교분석, 시간별 분포분석에 의해 도출된 중국으로부터 덕팅현상에 의해 유발되는 것으로 예상되는 간섭신호 136.900 MHz, 155.65 MHz, 165.125 MHz에 대해 10월 8일부터 10월 28일까지(21일간)의 시변 특성을 분석하였다.

그림 7~그림 9는 각각 주파수 136.900 MHz, 155.650 MHz, 165.125 MHz에 대한 21일간의 시변 특성을 나타낸다.

그림 7은 주파수 135.900 MHz에서의 일일 시변 특성을 보인다. 전체 측정된 시간에 대한 측정 dBm 이상의 시간비율, 즉 시간율 20%까지는 최고 -102.5 dBm에서 최저 -103.8 dBm으로 거의 변화가 없는 것을 알 수 있으며 50% 시간율에서는 거의 변화가 없

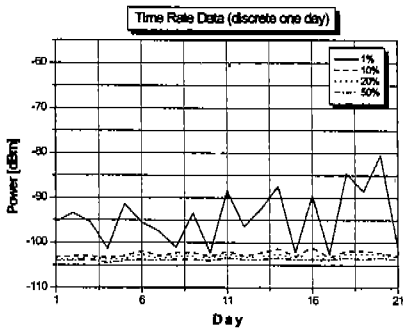


그림 7. 136.900 MHz의 시변 특성

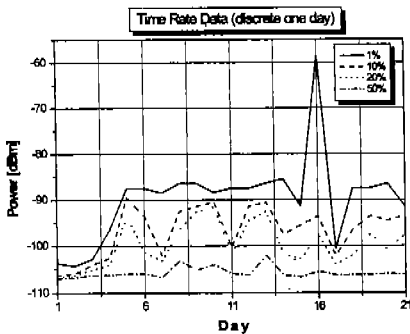


그림 8. 155.650 MHz의 시변 특성

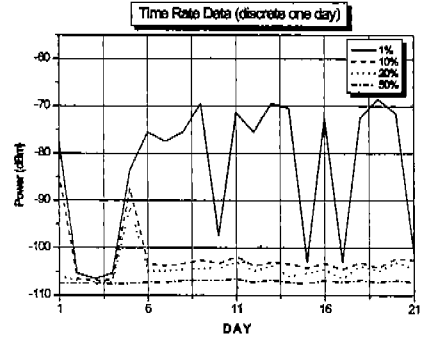


그림 9. 165.125 MHz의 시변 특성

다.

마찬가지로 그림 8의 주파수 155.650 MHz일 때는 1% 시간대의 어느 특정일에 -60 dBm에 이르는 강한 신호가 유발되고 있지만 20% 시간율까지 일일 변화량이 최고 -91.5 dBm에서 최저 -106.7 dBm의 분포를 보인다. 한편 50%의 시간율에서는 거의 일일 변화가 없다.

그림 9로부터 주파수 165.125 MHz일 때 20%까지의 시간율에 대한 일일 변화량은 최고 -91.4 dBm에서 최저 -107.2 dBm의 변화를 보임으로서 약 20% 시간 내에 덕팅의 현상을 보이지만 50% 정도의 시간율에서는 거의 변화가 없는 형태를 보이고 있다.

5-2 이산분포

그림 10은 주파수 136.900 MHz, 155.650 MHz, 165.125 MHz에 대한 시간율 이산분포특성을 나타낸다. 이 결과로부터 주파수 136.900 MHz에 있어서

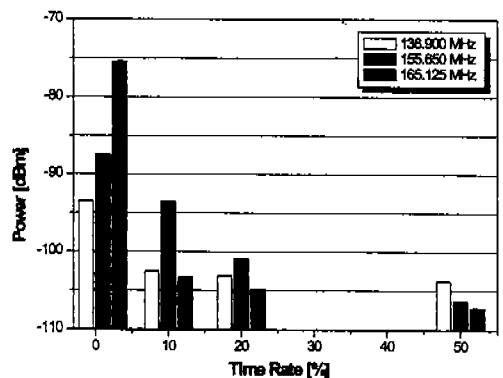


그림 10. 전파 세기의 이산분포

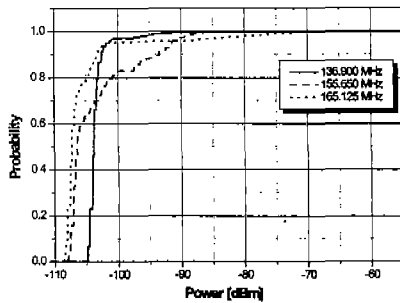


그림 11. 전파 세기 누적특성

는 1%일 때는 -93.4 dBm, 10%일 때에는 -102.5 dBm, 20%일 때는 -103.1 dBm, 50%일 때는 -103.8 dBm을 보인다. 한편 주파수 155.650 MHz에 있어서는 위 시간을 분포에 각각 -87.5 dBm, -93.5 dBm, -100.9 dBm, -106.4 dBm 정도의 분포를 보인다. 이에 반해 주파수 165.125 MHz에서는 각각 -75.5 dBm, -103.3 dBm, -104.5 dBm, -107.3 dBm을 얻었다.

5-3 시간을 누적특성

주파수 136.900 MHz, 155.650 MHz, 165.125 MHz에 대한 시간을 누적특성은 그림 11과 같이 얻어진다. 주파수 136.900 MHz에서는 -100 dBm 이하의 확률이 97%, 155.650 MHz에서는 83%, 165.125 MHz에서는 95%를 얻을 수 있다. 이는 측정된 주파수에서의 서비스 수신한계레벨을 -100 dBm으로 가정하면 이 레벨보다 큰 레벨에 의한 간섭시간을 136.900 MHz에서 3%, 155.650 MHz에서는 17%, 165.12 MHz에서는 5%가 얻어졌으며, 서비스 수신한계레벨이 이보다 더 낮아지면 간섭시간은 기하급수적으로 증가하여 대부분의 시간대에 간섭이 나타나게 된다.

VI. 결 론

본 연구에서는 중국으로부터 덕팅에 의해 도래하는 전파간섭에 대한 대책연구의 일환으로 8월 초부터 10월 말까지 군산대 임해수련관에서 측정을 수행해 그 결과를 분석 정리하였다. 최초로 중국의 전

파를 장기간에 걸쳐 측정을 수행하고 그 데이터를 분석했다는 점에서 향후 인접국가 간의 간섭문제 해결에 중요 데이터로서 인용될 수 있을 것이다. 그러나 8월부터 9월까지는 덕팅현상에 의한 중국의 주파수를 도출하는데 주안점을 두었기 때문에 실제로 10월 한 달 정도의 데이터로 통계처리 했다는 점에서 아쉬운 감이 매우 크다 할 수 있다. 하지만 중국의 주파수 136.900 MHz, 155.65 MHz, 165.125 MHz에서 측정 데이터의 통계분석에 의해 국내 정보통신서비스에 크게 간섭의 영향을 줄 것으로 예상할 수 있으며, 이 밖의 다른 주파수에서도 본 측정 방식 및 분석 방법이 적용될 수 있을 것이다.

또한 스펙트럼 측정 데이터 기록에 있어 샘플링수가 400개에 지나지 않아 좀 더 광대역의 측정 데이터 도출이 불가능했으며, 이에 따라 100 MHz~300 MHz에 집중되어 측정·분석이 이루어졌다. 향후 중국의 간섭 측정·분석에 있어서는 계절별 측정에 따른 데이터 분석과 IMT-2000 서비스 예정인 2 GHz대의 주파수로 확장해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 한국 TRS(주), 남해안지역 일본 전파 간섭 대책, 1997년 6월.
- [2] 이형수, 박윤현, 김창곤, 박한규, "한국과 일본간의 800 MHz대역의 전파간섭 분석", 한국통신학회 논문지, 제23권 제8호, pp. 1952~1962, 1998년 8월.
- [3] 池上文夫, 應用電波工學, Corona Publishing Co., 1994년.
- [4] 이기학외 3인, 전자파 및 안테나공학, 광문각, 1993년.
- [5] 전주전파감시소, "중국의 간섭주파수 측정자료", 1999년.
- [6] Hewlett Packard, HP 8560 E-Series and EC-Series Spectrum Analyser Document Description, User's Guide, 1999년.
- [7] 한국무선국관리사업단, 주파수분배표, 체성회, 1996년.
- [8] 한국전자통신연구원, "인접국가간 간섭사례 분석 및 대책연구", 최종연구보고서, 1999년.

강 영 흥



1984년 2월: 한국항공대 통신공학과 (공학사)
1986년 2월: 한국항공대 대학원 전자공학과 (공학석사)
1993년 2월: 한국항공대 대학원 전자공학과 (공학박사)
1988년 2월~1990년 2월: 한국항공대 통신정보공학과 조교

1995년 8월~1996년 8월: 일본 오사카대학 객원교수
1990년 4월~현재: 군산대 전자정보공학과 부교수
[주 관심분야] 위성통신, 이동통신, 표준화

이 성 수



1983년: 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학사)
1990년: 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과(공학석사)
1984년~현재: 한국전자통신연구원 전파자원연구팀장(책임연구원)
[주 관심분야] 무선망설계엔지니어링, 스펙트럼관리기술, 전파전파 특성

백 정 기



1978년: 서울대학교 전자공학과(공학사)
1984년: Virginia Tech. (공학석사)
1988년: Virginia Tech. (공학박사)
1978년 3월~1983년 2월: 국방과학연구소
1988년 10월~1989년 2월 : 한국전자통신연구원

1989년 3월~1995년 2월: 동아대학교 전자공학과
1995년 2월~현재: 충남대학교 전파공학과 부교수
[주 관심분야] 전자파 전파 및 산란, 초고주파 회로

이 형 수

1980년: 경북대학교 전자공학과(공학사)
1985년: 연세대학교 전자계산학과(공학석사)
1995년: 성균관대학교 정보공학과(공학박사)
1983년~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원
[주 관심분야] 전파전파 특성, 스펙트럼 관리기술, 무선망 설계