

《特別寄稿》

# 마이크로웨이브의 응용방향에 관한 연구

나 정 응  
(한국과학기술원 전기및 전자공학과)

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| I. 서 론                | IV. 이동통신 기술개발 |
| II. 디지털 마이크로웨이브 중계기   | V. 레이다기술      |
| III. 통신방송위성및 위성체 제작기술 | VI. 결 론       |

## I. 서 론

최근 무선 통신의 중요성을 언제, 어디서나, 누구와도, 어떠한 정보라도 전달 할 수 있는 통신수단으로 인식하게 되었다. 우리나라도 1992년 7월에 최초로 실험위성을 궤도에 진입시켜, 무선통신 형식으로 지상 수신자와 store-and-forward 통신 및 사진 전송을 계획하게 되었고, 1995년에는 방송과 통신을 위한 실용위성을 보유하는 계획이 확정되고 통신 방송위성 제작 계약이 체결되었다.

마이크로파 기술은 안테나를 포함하여 무선통신기의 전단을 구성하는 기술로서 통신분야의 신호처리 기술과 정보의 재생 기술과 더불어 무선 통신 시스템 기술을 구성하게 된다. 따라서 마이크로웨이브 중계기, 통신방송 위성 및 서어비스망, 이동통신의 교환 중계, 단말기, 그리고 군용 및 원격 탐사용 레이다를 선정하였다. 이는 국내 마이크로파 및 전파학회의 종합토론에서 거론된 중요한 중장기 발전 분야였으며, 외국의 전문가의견도 각 분야별로 반영하였다. 디지털 마이크로웨이브 중계기는 1970년대 말부터 4-6 GHz 대의 carrier를 16차 직교 진폭 변조 기술 개발과 장거리 중계기 간격을 위해 페이딩에 의한 파형 왜곡을 제거하여, 현재는 5GHz대의 한무선 채널당 200Mb/s (음성 등가 2800 채널)의 용량으로 중계기

간격 50Km를 보장하는 결과를 얻고 있다. 이러한 무선 중계기는 신호의 변복조를 제외하고는, 안테나, 철탑, 고주파 부분은 공용이 가능하며 고주파 출력이 1-10 watt로서 아직 우리나라에 사용되기를 기다리고 있다. 통신위성은 지표면에서 약 36000km 상공에서 지구자전속도와 같이 지구를 공전하기 때문에 지상에서는 고정되어 있는 중계기로 보인다. 이 위성내의 통신 중계기를 설치하면 통신 위성이 된다. 송수신 안테나를 포함한 중계기외에 위성을 운영하고 궤도 위치를 유지하는 Bus의 기능이 위성에 포함되어 있다.

1995년에 제 1 세대 통신 방송위성을 보유하면, 수명을 약 10년으로 보아 제 2 세대 위성은 우리나라에서 설계 제작 되도록 계획하고 있다. 따라서 위성 통신 및 방송을 위한 중계기와 지상의 송수신장치는 물론 위성체 Bus에 관계되는 설계, 제작, 환경시험이 필요하게 될 것이다. 이를 위한 실험위성의 개발 및 그 의의를 제 3 장에 포함시킨다. 통신 및 방송위성은 물론이며 저궤도로 남북을 회전하는 원격 탐사 위성에서는 전천후 지상 지형 영상 레이다로 SAR(Synthetic Aperture Radar)를 마이크로웨이브에서 사용하고 있다.

우리나라의 차량용 이동 통신의 수요가 증가함과 더불어 우리 생활에서 이동통신이 얼마나 큰 비중을 갖게 될것인가를 잘 보여준 예이다. 이러한 이동통신

기술의 내용과 발전 방향 그리고 관계된 마이크로웨이브 기술의 중요한 역할을 제 4 장에 포함시켰다.

마이크로파 기술은 2 차 대전중 레이더의 발명과 그 후 레이더 기술의 발전과 역사를 같이하고 있다. 위상 배열 안테나를 포함한 각종 마이크로파대 요소 기술과 미약한 신호를 검출하는 통신 기술을 간단히 요약하고, 레이더가 국방전자기술의 핵심임을 이해하고 무선 통신 기술과 어떻게 공동개발 될 수 있는가를 제 5 장에서 살펴 본다.

무선 통신 기술은 마이크로웨이브 기술과 통신 기술의 복합으로 가능해지며, 성공적인 시스템을 만들기 위해서는 마이크로파 반도체 기술을 포함한 부품 기술의 개발이 핵심적인 역할을 한 것이다.

## II. 디지털 마이크로 웨이브 중계기

### 1. 개 요

초기의 장거리 무선 전송 시스템들은 해양을 경유하는 서비스에 우선적으로 사용되었다. 그런데 이 마이크로파에 의한 PCN 전송실험이 최초로 행해진 것은 제 2 차 대전후 미국에서였다. 전화의 수요가 거의 정체되고 디지털 통신이 각광을 받게된 1970년대 후반에는 디지털 무선 전송방식의 도입이 필요하게 되어 4, 5, 6GHz 대의 디지털화가 긴급한 과제가 되었으므로 두가지 문제를 극복해야 한다. 즉, 첫번째로 종래의 변복조기술(4PSK)을 능가하는 다차 변복조 기술을 실현하여 아날로그 방식 (4.5GHz)대에서 3,600채널 / 시스템, 6GHz 대에서 2,700채널 / 시스템)과 비교해서 손실없는 전송용량을 확보할 것. 두번째로 페이딩에 의한 과형왜곡을 극복하여 중계간격을 아날로그 방식과 마찬가지로 50Km로 할 것 등이었다. 하지만 16차 직교 진폭변조(16AM)기술의 실현과, 두번째로 문제에 관하여서는 마이크로 프로세서

를 이용한 각종 페이딩 자동 보상기술의 개발에 따라 각각 해질이 되해져, 5GHz 대를 이용한 한 무선 채널당 200Mb/s(음성 2800채널)의 용량을 갖는 방식의 실현을 이루게 되었다. 이 방식은 기존의 FM방식의 국사, 천탑, 안테나등을 공유할 수 있으므로 경제적이고, 신속하게 디지털망을 구성할 수 있게하였다.

### 2. 국제 동향

#### 1) CCIR활동 상황

10GHz이하의 마이크로파 대역을 이용하는 중·대용량 디지털 방식-CCIR에 있어서 10Mb/s이하를 소용량 방식, 10Mb/s에서 약 100Mb/s를 중용량, 약 100Mb/s이상을 대용량 방식이라고 부르고 있다. 10GHz 이하의 디지털 무선 전송방식의 주파수 배치에 관해서는 각종의 요구조건이 대립되어 있어 하나의 주파수 배치로 통일되기에는 곤란한 상태에 있다. 따라서 아날로그 FM방식과의 공존을 고려하지 않아도 되는 주파수대에 관해서는 280Mb/s방식의 용량이 북미 및 유럽의 디지털 개위에 공통으로 적용되기도 하여 각국의 합의가 얻어져 CCIR의 제 15회 총회에서 대용량 디지털 방식용 주파수 배치에 대한 권고로서 정해졌다.

#### 2) CCITT 권고 사항

최근 외국에서는 여러가지 장점으로 인해 신설 무선 전송로의 디지털화, 혹은 기설 전송로의 아날로그 방식으로 부터 디지털 방식으로 이행이 추진되어 1970년대에는 각국의 디지털 무선 전송장치의 상용화가 행해졌다. 하지만 CCITT에서 의견의 일치를 보지는 못했지만 제 4회기, 제 5회기에서 권고한 표 2-1에서처럼 일본, 미국, 캐나다 등에서 1,544Mb/s의 24채널 방식을 1차군으로 하는 디지털 계위(Hierachy)가 권고되었다.

표 2-1 디지털 계위 표준방식 (괄호안의 채널수)

|                | 0차군        | 1차군               | 2차군                | 3차군                 | 4차군                   | 5차군                   | 6차군                |
|----------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 미 국<br>캐나다등    |            |                   |                    | 44.769Mb/s<br>(699) | 274.17Mb/s<br>(4284)  |                       |                    |
| 일 본            | 64 Kb/s(1) | 1.544Mb/s<br>(24) | 6.312Mb/s<br>(98)  | 32.064Mb/s<br>(501) | 97.728Mb/s<br>(1527)  | 397.2Mb/s<br>(6206)   | 1.6Gb/s<br>(25000) |
| 유럽각국<br>(CEPT) |            | 2.048Mb/s<br>(32) | 8.448Mb/s<br>(132) | 34.368Mb/s<br>(537) | 139.264Mb/s<br>(2176) | 564.992Mb/s<br>(8828) |                    |

**3) 영국에서 있어서의 디지털 무선전송방식**

영국에 있어서 아나로그 무선 전송방식에 의한 기간 전송망은 2,46GHz대로 구성되는데 이미 그 전송량이 포화상태로 되어 있고, 11GHz대를 이용한 디지털 무선 전송망이 기존에 설치되어 있는 국사와 철도를 이용하여 기존망에 병설되어 있다.

**4) 일본에 있어서의 디지털 무선 전송방식**

일본에 있어서 20GHz대의 고정통신용 할당대역은 17.7GHz대로 부터 21.2GHz까지로서 기존의 2, 4, 5, 6, 11, 15GHz대의 주파수 대역의 합계보다도 넓은 3.5GHz의 대역폭을 갖기에, 대용량 전송방식으로서 주목을 받게 되었다. 그리고 중계에 의한 품질 열화가 없는 PCN기술을 채용함으로써 1976년에 20GHz대를 이용하여 1 무선 채널당 400Mb/s(전화 환산 46,000 채널), 1 루우트당 3.2Gb/s의 용량을 갖는 방식이 완성되었다.

**3. 국내 현황**

국내의 경우 아나로그 FM방식의 소용량 M/W 전송 시스템이 외국으로 부터 도입되어 설치 가동되어 지고 있다. 이동통신 및 페이저 시스템 수요의 폭발적인 수요 증대에 따라 디지털 M/W 전송 시스템의 도입이 필요 불가결하게 되었다. 앞으로는 독자적인 국가 통신망을 구성하는데 있어서는 무선 기술의 확보가 무엇보다도 중요한 요소가 됨에 따라 디지털 M/W 전송 시스템의 개발에 각 기업을 중심으로 활발한 연구 개발이 진행되고 있다. 그러나 아직 다차 변복조 방식 M/W IC 설계기술, 무선 채널 기술 및 안테나 기술등은 기술의 독자성이 확보되어 있지 않기 때문에 많은 연구 개발의 노력이 필요하게 될 것이다.

**4. 요소기술**

**1) 변조 방식**

디지털 M/W 무선 전송에 쓰이는 기존 및 새로 개발중인 대부분의 변조방식은 MCM이나 TCM(Trellis Code Modulation)을 통틀어 QAM의 일종 또는 변종으로 볼 수 있다. 주어진 비트율과 송신출력에 잡음여유를 키워주기 위해서는 부호화 기법을 사용해야 한다. 부호화 방식은 FEC방식과 TDM방식이 있다.

**2) 선 왜곡(Pre-Distortion)기술**

송신단의 고전력 증폭기(HPA)의 비선형 왜곡에

대해 미리 선왜곡을 주는 선왜곡 방식으로 아나로그 선왜곡 방식과 데이터 선왜곡방식이 있다. 아나로그 선왜곡 방식은 적용적으로 구현하기 어려우므로 디지털 무선 전송시스템의 자동 송신출력 제어의 도입에 적합하지 않아 디지털 방식인 데이터 선왜곡 방식에 대한 개발이 활발히 진행중이다. 데이터 선왜곡 방식은 송신필터의 펄스 선형이 HPA다음의 RF단에서만 이루어질 경우 비선형 성분이나 기억이 없으므로 HPA 비선형 왜곡을 완전히 보상할 수 있다.

**3) XPIC(교차편파간섭상쇄기)**

이중편파를 채용한 무선전송시스템에서 다중경로 페이딩이나 안테나의 불완전성에 의한 XPD(교차편파변별기)의 성능 열화에 대해 디지털 FIR필터에 의한 적응 신호처리 기법이 가장 각광을 받고 있다. 현재 기저 대역에서 뿐만아니라 IF단에서의 XPIC가 널리 연구되고있다.

**4) 등화기술**

많은 경우 디지털 FIR필터구조의 선형 적응등화기로 충분하나 왜곡이 심한 경우 비선형 판정 귀환 등화기술이 사용된다. 최적화의 기준은 ISI만의 최소화를 고려하는 ZF(Zero Forcing)와 ISI와 가산성 잡음 전력을 동시에 최소화하는 MMSE(Minimum Mean Square Error)가 있는데 구현이 간단한 ZF가 대부분의 경우에 쓰이고 있다.

**5) 동기 기술**

동기에는 반송파 동기와 심벌 동기가 있는데 수신기의 국부 발진기를 가지고 수신된 신호로 동기 정보를 추출해야 하는데 페이딩에 의한 채널 왜곡에 강인하여 과도한 아우터지(Outage)가 발생하지 않아야 하며 동기를 잃을 경우에는 신속하게 동기를 회복할 수 있어야 한다. 가장 널리 사용되는 동기식 선형 등화기는 심벌동기에 매우 민감한데 샘플된 신호 에너지의 최대화, 출력오류전력의 최소화등의 기준을 사용하는 방식들이 이용된다.

**6) 다이버시티**

다이버시티는 서로 상관이 적은 즉, 품질 열화를 동시에 일으키지 않는 2대이상의 수신기를 갖추어 그 출력을 선택 또는 합성함으로써 페이딩의 영향을 경감시키는 기법을 말한다. M/W 무선 전송에 주로 사용되는 다이버시티 기법에는 공간 다이버시티와 주

과수 다이버시티가 있다.

### Ⅲ. 통신방송위성 및 위성체 제작기술

#### 1. 위성방송의 국제동향

위성방송은 지상방송이 전리층의 반사를 이용하는 것에 반하여 위성의 중계를 이용한다. 따라서 지상방송보다 높은 주파수를 사용하고, 보다 넓은 지역에 대하여 선택적으로 방송이 가능하므로 많은 잇점이 있다. 현재 세계 여러나라에서 위성방송이 실시되고 있으며, 더욱 확대될 계획에 있다. 미래에 실시될 방송형태는 디지털 방식에 의한 HDTV가 주류를 이루게 될 것이다.

#### 1) 일 본

일본의 위성방송은 현재 HNK의 2채널과 일본위성방송 주식회사 (JSB: Japan Satellite Broadcasting)의 1채널, 민간방송 CS의 9채널 포함 12채널을 운용하고 있다. 위성은 BS-3a 및 BS-3b로 이 중에는 HDTV를 위한 전용 채널이 있어 조만간 HDTV 실용방송을 실시할 태세에 있다. 현재 일본은 NHK의 1채널을 이용하여 매일 1-2시간씩 HDTV 즉, 일본의 HDTV 방식인 Hivision 실험방송을 계속하고 있다.

일본의 위성방송수신기의 보급대수는 1989년 5월 150만대를 넘어선 아래 꾸준히 증가하여, 12월에는 200만대를 돌파하였고 1990년 9월에는 300만대를 기록하였으며 여전히 증가하는 추세에 있다. 일본은 현재 위성방송 2기와 국내 통신위성 5기를 운용하고 있다. 즉 BS-3a, 3b의 위성방송과 CS-3a, 3b, Jesat-1, 2, Suberbird-A의 통신위성이 있으며 위성방송과 통신위성에서 scrambling기술을 채택하고 있다.

방식선정의 고려조건은 비화성, 품질보원성, 안전성, 확장성, 경제성등을 고려하였으며 이 방식은 이를 위해 설립된 COATEC(Conditional Access Technology Company)이라는 회사에서 개발하였다. 방식은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 첫째가 JSB에서 사용하고 있는 주사선 선회방식이고 두번째가 주사선 전이 및 조합방식이다. 이 밖에도 통신위성에서 사용하는 위성표준 scramble방식 준거 제1방식 (일명 M방식), 준거 제 2방식 (일명 sky port방식), NTSC / PCM 시분할 방식용 scramble기술, MAC / ADM방식등을 열거할 수 있다.

#### 2) 미 국

1980년대에 들어서서 미국의 TV 시청자들은 다양한 프로그램의 선택을 요구하고 있으며 이에따라 CATV 및 비디오 TAPE 대여업이 활성화 되고 있다. 그러나 시청자가 원하는 시간에, 원하는 프로그램을 적정한 가격으로 시청할 수 있는 서비스의 제공, 프로그램 소유주들의 사업여건 개선, 불법 시청방지등을 위한 새로운 차원의 방송서비스가 요구되고 있다.

이에따라 1980년대 초기의 미국내에서 DBS 서비스 도입이 기분되었으나 막대한 초기투자자와 비 성숙된 기술등으로 인하여 결실을 맺지 못하였으며 DBS의 중간단계로 1983년 C-BAND(4GHz)의 TVRO서비스가 시작되었다. 그러나 최근 영상 압축기술의 비약적 발전에 따라 위성 전송료의 획기적 절감이 가능케되었으며 과거에는 100W 이상의 고출력 위성으로만 가능했던 위성방송이 최근 GaAs 반도체를 이용한 직접 수신기 (LNB)와 고성능 채널(CODEC)의 사용화에 따라 중간 출력 위성으로 가능해짐에 따라 DBS의 실용화가 가능케되었다.

미국은 1983년 6월 RARC(Regional Administrative Radio conference)에서 DBS 위성을 위한 8개의 궤도를 배정 받았으며, 각 궤도상의 각기 32개 채널을 수용할 수 있다. 따라서 미국내 DBS의 총가용 채널수는 256개이며 중계기의 주파수 대역을 최대한 활용하기 위하여 128개 채널은 RHCP(Right Hand Circular Polarization), 나머지 128개 채널은 LHCP(Left-Hand Circular Polarization) 방식을 사용한다. 위성당 각 채널의 대역폭은 24MHz로서 총 32개 채널이 12.2~12.7GHz의 500MHz 대역내에 수용된다. 인접 DBS 방송위성에 의한 상호 간섭현상을 방지하기 위하여 RARC회의는 DBS 위성간의 최소간격을 9°로 지정하였다. 즉 이것은 위성 중계기와 고출력 송신의 영향뿐만아니라 초소형 DBS 수신 안테나가 인접한 DBS 위성의 전파를 충분히 식별하기 위함이다.

1990년 10개 채널의 고출력 DBS방송을 개시한 KPP는 1996년에는 고출력 DBS시스템으로 전환할 예정이다. 현재 서비스 내용으로는 슈퍼스테이션 7개 채널, PPV(Pay Per-View)기 3개 채널이다. 대규모의 DBS회사가 운용하고 있기 때문에 CATV가 없는 지역의 시청자를 대상으로 서비스를 실시하고 있다.

#### 3) 유 럽

유럽통합을 앞두고 프랑스는 유럽통합의 주체로서 정치적 통합뿐만 아니라 위성을 통한 방송의 통합도 강력하게 추진하고 있다. 왜냐하면, 기존 지상방송인

SECAM에서의 열세를 만회하기 위해 자국의 TDF 위성을 통해 새로운 L TV 방식인 D2-MAC을 계속 홍보하고 있으며, 그동안 통일문제로 다소 주춤하던 독일은 다시 D2-MAC에 전력을 하도록 하기 위해, 지난 1990년 9월 독일 MUNCHEN에서 양국 통신장관들이 TV-SAT와 TDF 위성을 이용한 D2-MAC 방송을 하기로 합의도 이끌어 내었다. 그러나 기존 5채널의 D-MAC 방송은 192년 말까지 그대로 유지하되, SKY의 5개 프로그램을 그대로 방송하도록 했다. 이로써 영국에서는 최초의 상업 방송 목적의 D-MAC이 주춤하는 바람에 전체적인 MAC 분위기가 타격을 받고 있으며, 상대적으로 ASTRA 위성은 성공적인 1a 위성에 이어 1b 위성도 방송을 개시함으로써 영국 뿐만 아니라 유럽 전체에서 위성방송에 관련한 강한 영향력을 행사하고 있다.

그러나 최근 EC내에서는 위성 방송과 관련, 강력한 제한조치를 가할 것으로 예상되는 바, 그것은 향후 HD(High-Definition)TV로서 HD-MAC을 의식하여, 1992년 이후 올라가는 위성은 D2-MAC을 방송해야 하며, 1993년 1월 이후 시장에 출시되는 모든 위성방송 수신기 및 22"이상 TV에는 반드시 D2-MAC 수신기를 내장해야 된다는 규정이 그것이다. 이들은 PAL-PLUS 방송을 1995년 초반부터 할 것으로 계획하고 있다. 1991년 8월말 현재 유럽에서 수신 가능한 위성방송에 사용되고 있는 주요 위성은 표 2-2와 같다. 그러나 방송되고 있는 TV 채널은 방송국, 위성등의 사정에 따라 변할 수 있다.

2. 위성방송의 국내현황

1) 제공 서비스 및 프로그램

제 1세대의 무궁화 위성이 될 무궁화 1호와 2호 위성에는 각각 3개통의 위성 중계기가 실장될 전망이다. 따라서 예비위성에 의한 완전 예비가 요구되는 경우에는 3개 채널의 TV 방송을 실시할 수 있고, 예비위성은 무궁화 2호까지 활용한 다면 모두 6개 채널의 TV 방송을 실시 할 수 있게 될 것이다. 그러나 방송사업의 중요성을 고려해 볼때 계획단계부터 6개의 채널을 운용할 것으로 확정하여 사업을 추진할 수는 없으므로 주위성 1기의 위성능력에 해당하는 3개 채널에 대해서는 계획만을 수립한후 2기의 위성이 모두 발사되어 안전하게 운용되는 것을 확인한 후 활용을 위한 집행에 착수하는 것이 바람직 할 것이다. 따라서 예비위성 3개 채널에 대해서는 추가수요에 대한 공급 또는 뉴 미디어 연구개발등에 활용될 수 있도록 계획

하여 주위성 사고시 대체할 수 있도록함이 바람직할 것이다. 예비 위성을 활용하는 경우 무궁화 1호 및 2호에 대한 제공서비스를 다음 표 3-1과 같이 구상하여 볼 수 있다.

표 2-1 디지털 계위 표준방식 (괄호안의 채널수)

| 채널 | 무궁화 1호    | 무궁화 2호              |
|----|-----------|---------------------|
| 1  | NTSC TV 1 | NTSC TV 4 또는 정지화 방송 |
| 2  | NTSC TV 2 | PCM 음성 방송           |
| 3  | NTSC TV 3 | HDTV 실험 및 시험방송      |

정지화 방송을 실시하는 경우에는 기존 TV의 30채널에 해당하는 정지화 채널을 음성과 함께 서비스를 할 수 있을 것이며 PCM음성방송의 경우도 FM방송보다도 품질이 우수한 음성채널을 30채널 정도 서비스할 수 있게 된다. 각 서비스별 및 채널별로 제공될 프로그램에 있어, 특히 지상방식으로 서비스되고 있는 컬러TV와 음성방송의 경우에는 기존의 지상방송 프로그램을 통해 방송할 수도 있겠으나 기존 지상 매체수, 위성방송의 장점, 위성으로 제공가능한 채널수등을 고려하고 국가적인 시설 투자의 효과를 극대화하기 위하여는 어느정도의 규모이건 신규 프로그램의 방송의 불가피할 것이다. 그 규모는 경제, 사회, 문화적인 측면등 범 국가적인 제반사항을 신중히 검토하여 국가정책적으로 결정되어야 할 것이다. 그리고 신규 프로그램을 제작, 제공하기 위해서는 사전에 많은 준비를 요하므로 이를 위한 정책적 배려가 일찍부터 필요 할 것으로 전망된다.

3. 위성방식의 비교

DBS(DIRECT BROADCASTING SERVICES)는 고출력 위성을 이용하여 TV 프로그램을 가정에서 직경 60cm이하의 접시형 안테나로 직접 수신하는 서비스로서 아나로그 DBS와 디지털 DBS로 크게 분류된다.

• 아나로그 DBS

- 지상TV 방송방식인 NTSC, PAL등의 COMPOSITE VIDEO 신호와 AUDIO 신호를 FM 변조하여 위성 중계기당 1개의 방송 채널만 송신 가능하다.
- DATA 전송등 다양한 서비스가 불가능하며 기존 지상 방송방식 이상의 영상품질 향상이 불가능함.
- 일본, 유럽등지에서 사용중임

-유럽 일부 국가에서는 COMPONENT 신호 방식인 MAC 방식 사용.

#### • 디지털 DBS

-영상압축 기술의 발달로 위성 중계기 1기당 VIDEO 4CH 또는 FILM 8CH송신 가능

-HDTV와 같은 영상압축 기술을 사용하므로 HDTV 방식으로의 전환이 용이하다.

-EDTV (16:9 ASPECT WIDE TV) 서비스 가능

-미국등에서 현재 시험 운용중이며 '93년 부터 본격적인 서비스를 개시

디지털 방식(QPSK)변조와 오류정정부호(FEC) 사용으로 전송상의 품질열화 적음

-고화질(SUPER VHS급), 고음질(COMPACT DISK)의 서비스 제공

-수신 안테나의 크기가 작아짐(45cm)

-ENCRYPTION이 용이하므로 높은 비화성이 유진된다(Pay-Per-View 가능)

## IV. 이동통신 기술 개발

### 1. 개요

통신이란 궁극적으로 사람과 사람과의 교신이며 움직이는 사람 상호간에 교신하는 것을 바라는 것은 당연하다. 따라서 이동통신의 궁극적인 목표는 "언제, 어디서나, 누구와도, 항상" 통신할 수 있도록 하는 것이다.

현재까지 이동통신으로 사용되고 있는 주파수는 중, 단파에서 극초단파대까지 실용화되고 있다. 그 용도를 보면 자동차 전화, 무선 호출, 코드리스 전화 등이 사회, 경제활동에 크나 큰 공헌을 하고 있는데 선박, 항공기 등의 인명의 안전확보, 경찰, 소방, 도로 전력, 지방행정 등 사회적으로 중요한 업무를 수행하기 위한 것에서 부터 개인의 간이업무나 레저까지 사회의 전 분야에 걸쳐 신속한 정보 전달의 수단으로써 광범위하게 이용되고 있다.

이와 같은 현실에서 본 보고서에서는 사회 전 분야에 그 이용이 확산되고 또 많은 기대를 가지고 있는 이동통신 기술에 대하여 살펴 본다. 먼저 이동통신 시스템인 셀룰러망, 이동데이터망, Trunked 시스템, 무선 LAN, 무선 PABX, PCN의 국제 동향을 살펴보고 이동통신 기술의 국내 현황을 파악한 후에 이동통신 관련 핵심 H/W 및 S/W 요소기술등에 관해 기술하고, 앞으로의 전망 및 정책 방향에 대해 고찰한다.

## 2. 국제 동향

### 1) 셀룰러

저출력으로 주파수를 재사용할 수 있는 셀룰러 방식은 1974년 미국 Bell 연구소에서 제안되어 1978년 시카고에서 시범운용을 시작한 후 AMPS 시스템이 1983년 상용 서비스를 최초로 시작 하였다.

### 가. 아나로그 셀룰러 시스템

아나로그 셀룰러 시스템은 우리나라를 비롯 미국, 캐나다, 싱가포르 등에서 800MHz 대역에서 실용화되고 있으며, AMPS와 영국의 TACS, 북유럽의 NMT (Nordic Mobile Telephone), 그리고 일본의 NTT 방식이 운용되고 있다. 또한 이탈리아, 스페인 등의 나라에서는 E-TACS(Enhanced TACS)를 채용하여 GSM 도입단계 전의 시스템으로 운용중이다.

### 나. 디지털 셀룰러 시스템

유럽은 기존의 아나로그 방식의 한계(유럽 각국의 상호 접속 불가능, 가입자 증가로 인한 용량부족등)에 대처하여, 1982년 CEPT(Committee of European Post and Telecommunication) 산하에 GSM(Group Special Mobile) 작업망을 구축하여, 범유럽 공통규격의 디지털 자동차 전화 시스템을 개발하기 시작을 표준으로 선택하였다. 그 후 1989년에는 다원접속방식 중에서 광대역 TDMA 방식을 표준으로 선택하였다. 그 후 1989년에 설립된 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)의 주관하에 표준화 작업이 이루어지고 있다.

### 3. TRS

세계 각국은 이동통신 시스템에 대한 수요증가로 인해 주파수 용량이 문제가 되므로 이러한 문제를 해결하는 trunked 시스템에 많은 관심을 보이고 있다. trunked 시스템은 주파수 용량을 해결하기 위해 여러 채널을 단일 전송링크에 수용하므로 효율이 높아진다.

이동데이터 통신의 수요가 증가함에 따라 주파수 사용 효율을 높이기 위해 여러 채널이 단일 전송링크를 공유하여 주파수 폭주를 줄여주는 SMR(Specialized Mobile Radio) 시스템이 사용되고 있다. SMR은 주로 네아타 전송을 위해 운영되는데 자동차 위치탐지, 기상과 교통 상황, 창고 목록 등에 관한 짧은 데이터 정보가 SMR을 통해 제공된다.

### 4. 무선 LAN

최근 들어 사무실과 공장의 자동화의 일환으로

LAN에 대한 관심이 날로 증가되고 있는 가운데 기존 유선 LAN의 여러 문제를 보완하고, 대체하기 위한 건물내 무선 LAN에 대한 관심이 일고 있다. 현재까지 무선 LAN의 어떠한 표준도 제정되어 있지 않으나 IEEE가 1990년 10월 802.11 위원회를 설립하여 표준화 문제를 다루고 있다. 이 위원회의 주요 업무는 MAC(Media Access Control)과 PHY(Physical Layer) 규격을 제정하는 것이다.

1) 미 국

십여년전 Xerox사 연구원들은 유망한 데이터 통신 개발제품인 Ethernet를 내놓았다. Xerox, Digital Equipment, Intel등의 회사가 밀어준 Ethernet는 새로이 등장하는 LAN 시장의 발전속도를 좌우 하였다. 91년도 미국의 총 LAN 접속 중에서 무선의 경우는 2.9%에 불과 하지만, 95년도에는 45%에 이를 것으로 추정된다. 무선 LAN의 접속률이 점점 높아지고 관련 사업자들이 사용자의 요구에 따라 얼마나 만족스러운 서비스를 제공하느냐에 따라 무선 LAN의 시장은 더 확장 될 수도 있을 것으로 보인다.

2) 일 본

일본 우정성은 국제 표준화에 앞서 국내용 무선 LAN규격을 정비할 방침을 세웠으며 접속방식 등 무선 LAN의 구체적인 규격 제정에 관해서는 전파시스템 개발 센터 (RCR)내에 개발위원회를 설치하여 주파수 변조방식이나 프로토콜에 관해 연구중이다. 검토중인 주파수대는 준마이크로파대 (1-3GHz)와 준밀리파대(17-80GHz)로, 각각 레이다와 통신 위성용 주파수대로써 이용되고 있는데, 준마이크로파대는 중속 LAN용에 할당되고, 준밀리파대는 고속 LAN용으로 할당될 계획이다.

3) 유 럽

유럽은 무선 전화 부분에서 앞서가는 관계로 무선 LAN의 연구개발이 미국이나 일본등 선진외국에 비해 활발하지 못하다. 영국정부는 2.45GHz에서의 시험을 허용하였으며 다른 유럽 정부들도 같은 조치를 허용하였다.

5. 무선 PABX

휴대통신의 발전 단계중 이동반경이 큰 영역에서는 셀룰러 전화 시스템의 응용이 불가피하나, 이동반경이 크지 않은 영역에서는 Cordless Telephone(CT)

의 역할이 매우 중요시 된다. 셀룰러 통신망에 비해 CT가 가지는 여러가지 장점, 예를 들면 단말기의 경량화 및 저렴화는 휴대통신의 확대 보급에 결정적인 기여를 하게 될 것이다.

CT가 응용되는 서비스 영역으로는 공중용, 업무용, 가정용 세가지로 나뉘어지며, 이중 업무용의 통신 서비스는 자동위치 등록, 자동회선 절체, 페이지기능등의 서비스를 효과적으로 제공할 수 있어야 한다.

1) 유 럽

유럽은 많은 통신 시스템 회사들이 무선 PABX 개발 및 보급에 노력을 하고 있지만 Ericsson, GPT, Autophone정도의 회사들만이 제품을 발표하고 있는 실정이다.

발표된 제품도 단일 zone에서 6회선이나 12회선 정도의 서비스를 제공하는 키 텔리폰의 시스템만 제공하고 있는 상태이다.

2) 미 국

미국은 휴대통신 시장에서의 경쟁력 확보를 위해 자체적으로 개발중에 있는 것으로 판단되나 표면적으로는 제시된 규격이 없이 AT&T, Nynex, Qualcomm등의 회사들만이 개인휴대통신 사업화에 나설 계획을 발표했을 뿐이다.

3) 일 본

1990년 일본에서는 NEC, Hitachi, Fugitsu, Iwatsu, Shinwa등의 유수의 통신기기 업체들이 무선 PABX의 기능을 부분적으로 수행하는 아나로그 방식의 시스템들을 발표 했다. 일본에서는 사용되는 미약형과 저전력형의 두가지 무선전화기중 옥내 50m, 옥외 100-200m에 정도의 통화거리를 갖고 통화 품질도 안정된 저전력형 무선전화기를 무선 PABX에 접속시켜 사용중이다.

6. PCN

정보화 사회가 도래함에 따라 개인의 이동성을 보장하여 언제, 어디서나, 누구와도 통신을 할 수 있는 개인 휴대통신 시스템의 실현을 위해 세계각국에서는 많은 투자와 연구를 수행하고 있는 중이다. 특히 유럽의 경우는 21세기를 향한 범이동 통신 시스템을 개발하기 위해 RACE 프로젝트의 일환으로 1.8GHz-1.9GHz 대역의 범유럽형 코드리스 시스템인 DECT 표준안을 제정하였다.

1) 유 럽

EC는 GSM 계획과 더불어 개인 휴대 통신 분야에 있어서도 많은 연구를 수행하고 있다. 영국은 1988년 여러 업체들이 BS6833과 MPI1334 표준안에 의거하여 CT2 제품을 개발하였는데 제품 개발시 각 업체마다 다른 무선 인터페이스 규격을 개발하였기 때문에 호환성 있는 무선 인터페이스의 필요성을 인식하고 영국 회사들과 유럽 회사들의 의견을 종합하여 향후

미국의 경우 아직까지 공식적인 개인 휴대 통신망에 대한 계획을 추진하고 있지 않으나, 미래의 개인 휴대 통신망 (PCN)은 현재의 고정망, 셀룰러망을 기반으로 발전할 것으로 예상된다.

3) 일 본

일본의 개인휴대 통신은 첫째, 번호를 전화기로 부터 개방하고 둘째, 사용자가 주체인 전화가 되게 하고, 셋째, 각 개인에 따라 다른 서비스를 제공하고 넷째, 전화의 종류 및 서비스의 다양화를 목표로 하고 있다.

4. 요소기술

1) 교환기 요소기술

가. 하드웨어 요소기술

(1) 이동통신용 다중전송장치

기존의 유선 망에서는 PCN 전송을 위주하여 다중전송장치를 개발하였으나 이동 통신망에서는 주파수의 효율성을 증대시키기 위해 ADPCN, CELP, RPE-LTP 등의 새로운 부호화 방식을 채택하고 있어 Transcoder 의 설치위치에 따라 다중 전송장치의 구조가 달라지게 된다.

(2) 전원 공급 기술

모든 시스템은 전원을 공급받아 동작하게 되므로, 정전 시에도 시스템이 작동되도록 전원 백업장치를 설치해야 하며, 원활한 운영을 위해서 리플이 적은 AC/DC 변환기의 사용이 필수적이다.

(3) 신호교환 중계기

공통선신호 교환에 기본이 되는 신호 교환중계기의 개발이 필요하다. 이것은 모듈화된 시스템 내부의 각 모듈들은 고속 직렬 칩으로 연결하고, 이들간의 메시지를 고속교환해 주는 중앙 접속식 고속 메시지 스위칭 시스템이다.

나. 소프트웨어 요소기술

(1)이동통신 관리 소프트웨어 기술

복합 시스템의 여러 서브 시스템의 통신상태를 지속적으로 감시하여 어느 한 시스템에 통신 트래픽부하가 과중하게 걸리면 다른 시스템으로 dynamic하게 트래픽을 분산 처리 할 수 있도록 하는 방안에 대해서도 기술 개발이 필요하다.

(2) 통신망 접속기술

이동 통신망 접속 기술은 CCITT SS No. 7 공통선 신호 방식을 이용하여 다른 통신망과 접속하는 PSTN/ISDN 접속 기술과 공중 육상 이동 통신망 내의 접속 기술이 있다.

(3) 통신 제어 소프트웨어 기술

2. 기지국 요소 기술

1) 하드웨어 요소기술

가. 이동통신용 안테나

기지국 안테나는 안테나의 효율이 좋아야할 뿐만 아니라, 경우에 따라서는 지향성이 매우 요구되기도 한다.

나. RF 컨넥터

RF 컨넥터는 크기면에서 초소형으로 발전하고 있는데, 전자파의 누설을 최대한 방지할 수 있어야 하며, 접속수분에서 신호의 반사 성분을 최소화 하기 위해서는 각종 RF 모듈을 최대한 임피던스 정합 시킬 수 있어야 한다.

다. 주파수 합성기

이동통신 시스템에 사용되는 주파수 합성기는 고정도의 주파수 행상도와 발생 주파수의 광역성, 그리고 70dB 정도까지의 수프리이스 억압능력 미  $\mu s$ 이내의 고속 세줄리 타임이 요구되는 고도의 기술이 필요한 부분이다.

라. MMIC, 광대역 선형 Amp

선진국에서는 GaAs 소자를 이용한 MMIC와 MMIC 기법을 이용한 선형 Amp를 사용하여 IF단 이후의 무선부를 보다 소형화한 고성능 이동통신 시스템의 개발에 활발한 연구를 진행중이다.

마. 고출력 증폭 하이브리드 IC

고출력 증폭 하이브리드 IC는 이동통신 시스템이 추구하는 소형 경량화 및 각 기능 블록의 모듈화를



가능하게 하는데 선진국에서는 이미 시스템 설계 단계에서 부터 이 분야에 대한 기술을 십분 활용하여 제품을 개발하고 있으며 완성된 각 기능 모듈까지도 단일 품목으로 상품화하고 있으나 국내에서는 아직 시스템 개발 전반에 걸쳐 discrete소자를 이용한 개발 방식을 채택하고 있는 정도이다.

**바. Duplex Filter**

송신부는 이 duplex filter를 통하여 안테나와 정합 되는데, duplex filter는 삽입손실이 매우 낮아야 하고 온도변화에도 특성변화가 5ppm 이내로 유지되어야 하고 50dB 이상의 감쇄도를 가져야 하는 등의 까다로운 조건으로 인하여 고도의 무선기술이 요구되는 분야이다.

**사. 이동통신 선형필터 개발**

현재 디지털 이동통신을 위하여 제기되고 있는 필터는 군지역 특성이 수  $\mu\text{sec}$  이내로 제한되고 있으며, 최근 군지역 특성에 따른 시스템 성능의 변화를 해석하고 있다.

**아. EMI/ EMC를 고려한 이동통신 합체 디자인**

이동통신 발달기는 소형 경량화 되어야 하며, 또한 무선 환경하에서 운용하기 때문에 EMI/EMC를 고려하여 합체를 설계하여야 한다.

**자. 이동통신의 외부 잡음 제거 및 신호보상 기술**

이동통신 무선장비는 잡음 환경하에서 사용되고 저속의 비트율로 압축부호화 되기 때문에 잡음의 환경에서 원하는 음성 품질을 얻기 위해서는 이에 대한 대책이 필요하다. 음성의 묵음구간에서는 음성 데이터를 압축전송하지 않고 수신측에서는 배경잡음으로 이를 대체하는 방식등이 사용된다.

**2) 소프트웨어 요소기술**

**가. 전파전파기술**

이동전파 특성은 각 지역에 따라 서로 다른 고유특성을 가지고 불규칙하게 나타나고 있어 아직까지도 추정에 의한 연구가 대부분이며, 추정에 의한 부정확성을 최소화하기 위해서 시뮬레이션은 물론 방대한 현장 측정을 통한 보정이 필요하다.

**나. 셀 구성 기술**

**(1) 셀 구성 및 주파수 할당.**

**① 셀구성 계획**

이동통신에서의 수신 신호는 기지국과 이동국간의 거리의 변화, 이동국 주변의 지형 및 지물에 의한 차폐 현상, 다중과 간섭에 의한 페이딩 현상에 의해 큰 폭으로 변동하므로 실측에 의한 전송손실 측정과 이론적 해석에 의해서 주어진 품질 규정을 만족하도록 셀을 설계하여야 한다.

**② 주파수 할당계획**

셀룰러 시스템에서는 많은 셀들로 구성된 광범위한 지역에 대한 주파수 관리 계획이 수립되어야 한다.

**(2) 셀룰러 통신망의 설계 및 운용전략**

셀룰러 시스템의 설계 및 운영방안 수립과정에 최적화 기법이 적용된 예로는 주파수 간섭을 최소화하기 위하여 기지국에서의 송신 출력을 결정하는 비선형 계획법에 의한 모형 개발을 들 수 있다. 또한이 모형을 확장하여 셀에 대한 주파수 할당과 송신 출력을 결정하는 비선형 최적화 모형이 제안되었으며 이를 이용하여 주파수 간섭 현상을 감소 시킬 수 있음이 밝혀졌다. 또한 셀에 대한 주파수 할당문제를 그래프 이론을 이용하여 해결하려는 연구도 활발하게 이루어져 오고 있다. 그러나 이러한 문제에 대한 국내에서의 체계적인 연구는 아직 활발하지 않다.

**(3) 통신제어 기술**

BSC/BTS와 BSC/MSC간 신호방식과 제어기능 기술 개발 및 구현을 위한 연구가 필요하다. 신호방식은 범유럽의 디지털 이동통신 시스템 규격과 CCITT 권고안에서 규격화된 게층1, 데이터 링크계층 프로토콜인 LAPD 및 No. 7 신호방식 메시지 전달부, 신호 접속제어부를 기술분석하여 디지털 PLMN의 무선 인터페이스상에서 데이터 링크계층 프로토콜 규격과 BTS/BSC간 데이터 링크 계층 프로토콜 규격을 작성하는 것이 필요하다.

**(4) 음성부호화 기술**

차세대 이동통신용 음성 부호화기는 스펙트럼의 효율을 높이기 위한 관점에서 가능한한 저전송속도로 고음질이 가능하며, 이동통신 채널 환경에 강인하고 구현시 복잡도가 낮은 부호화기를 개발하는 것이 중요한 과제이다.

**(5) 번복조 기술**

EIA / TIA IS-54 에서는 변조 방식으로 differential QPSK를 권고하고 있다. 이 방식은 페이딩 간섭에 대한 매우 강한 특성을 가지고 있으며, 대역폭 효율이 sbps / Hz 이므로 좋은 스펙트럼 효율을 나타낸다. 또한 반송파에 의한 이산 주파수 성분이 없으므로 전력 효율의 관점에서 좋은 특성을 나타낸다.

5. 정책 방향

1) 국산화 방향

이동통신 분야의 국내 기술 수준은 아직 초보적인 단계에 있으나 통신의 궁극적인 수단인 곧 이동통신이 될 것이라는 점과 전자교환기 TDX가 순수 국내 기술에 의하여 개발되어 성공리에 운용되고 있고, 국내 전자산업계의 기술이 세계적 수준이라는 점에서 국내 통신 환경에 적합한 시스템을 국내 기술로 자체 개발하고 상용화 함으로써 가능한 빠른 시일내에 현재 운용중인 아날로그 방식의 수용능력 한계를 극복 하도록 하여야 할 것이다.

가. 디지털 이동통신 시스템의 개발 계획

1984년 부터 이동통신 서비스를 시작한 우리나라는 그동안 폭발적인 수요증가로 인해 15만 이상의 가입자를 넘어서고 있다. 특히 10MHz대역을 한당하고 있는 서울지역은 수용용량의 초과에 다다르고 있는 실정이다. 이에 정부가 이동통신 관련 기술의 국내확보를 위해 연구소와 관련 산업체를 중점적으로 지원하여 이동통신 시스템 개발 계획을 수립하고 본격적인 연구개발에 착수하였다. 연구개발의 목표는 스펙트럼을 효율적으로 이용하여 가입자의 수용용량의 증가에 대처하며, 고품질의 음성통신 서비스를 제공할 수 있고, ISDN 등의 부가 서비스와 비화기능 등의 추가가 용이한 디지털 이동통신 시스템을 개발하는 것이다.

나. Qualcomm사외의 CDMA 방식의 공동개발 추진

Qualcomm사는 군용에서 주로 응용되던 대역확산 (spread spectrum) 통신방식인 CDMA 방식이 가입자의 수용용량이나 전송데이터에 대한 여러가지 부가 처리면에서 기존의 방식에 비해 여러가지 장점을 갖고 있기 때문에 CDMA방식의 이동통신에서의 이용을 제안하고 있다.

2) 통신망 개발에 따른 대처 방안

산업사회를 특징짓는 산물이 기계, 장비등을 사용

하여 생산된 공업제품이라고 한다면 정보산업사회는 정보, 지식이 중요한 자원이며 그것의 생산, 가공, 저장, 활용, 배분과정이 후기산업사회의 근간이 된다. 또한 정보산업 사회에서는 개인의 창의력과 능력이 중요시되고 이것이 소득분배나 부의 축적의 기준이 된다. 그러나 정보산업사회의 핵심이라고 할 수 있는 정보통신 분야의 국내기술 기반은 매우 취약한 상태이다. 그리고 종래의 고정 통신망에서의 정보전달 방식과는 달리 이동중에도 정보전달을 가능하게 하는 기술의 개발이 정보화 사회의 성패의 관건으로 등장하고 있다.

정부는 정보통신관련 기술의 선진화를 위해서 연구개발관련 자원을 강화하고 정보통신의 부선화 시대에 대응하기 위하여 선과이용의 활성화 정책을 강구하고 있으며, 국제 개방 추세에 따라 국내 시장을 조기에 경쟁체제로 전환하기 위하여 국내 사업자의 경쟁력을 제고시키고 국내시장 잠식을 최소화하며 조기에 경쟁체제로 전환하기 위하여 국내 사업자의 경쟁력을 제고시키고 국내시장 잠식을 최소화하며, 기술 축적으로 해외시장에 진출하는 정책방향을 제시하고 있다. 결국 핵심 기술분야의 연구개발에 주력할 수 있도록 정책적인 뒷받침이 필요하며, 선진기술의 신속한 기술이전을 위해서 합작회사의 설립을 권장하는 제도적인 배려가 있어야 한다. 또한 첨단 기술개발을 위하여 내실있는 중장기 계획수립과 함께 과감한 C&D 투자를 유도하여 국내 기술개발 기간을 단축시킴과 아울러 국내 사업자간의 과도한 경쟁을 제한하는 정책이 마련되어야 한다. 산업제도 우수인력 양성과 첨단기술의 습득을 위해 대학의 연구소나 기업내의 연구소에 대한 과감한 투자를 해야 하며, 외국기업과의 기술합작을 적극적으로 추진함과 아울러 우수 인력의 국내 유치를 위한 투자를 수행해야 한다. 학계에서는 기초과학분야의 내실화를 도모하고 우수교수진의 확보 및 교육시설의 보강을 위한 노력을 해야 하며, 또한 대학별로 운영하고 있는 연구소가 내실화를 기할 수 있도록 대학자원의 지원이 있어야 한다.

V. 레이더 기술

1. 개 요

레이다(RADAR)는 무선전파를 이용하여 목표물을 탐지하고 목표물의 위치를 측정하는 장치이다. 레이더의 등장은 1930년대로 기술러 올라간다. 1930년대에 항공기술의 발달로 장거리 폭격기로부터 작공을 보호하려는 노력에서 세계 각국은 독자적으로 레

이다 개발을 서두르고 있었다.

이때의 레이다는 수십 MHz의 주파수를 사용하였으나 2차세계대전의 발발로 군함이나 항공기에 장착할 수 있는 레이다의 개발이 요구됨에 따라 주파수를 마이크로파 대역으로 옮겨야 될 필요성이 생겼다. 1939년 영국에서 고출력 마이크로파 마그네트론이 개발되고, 1940년 미국의 MIT에 복사연구소가 설립되어 마이크로파대의 레이다연구가 본격적으로 시작되었다.

2차대전후 발달한 레이다기술은 그 용도가 공항관제, 우주관측, 기상관측, 과학탐사등에 유용하게 사용되기 시작하였다. 위성 통신에 있어서도 안테나의 고이득을 위해서 필수적으로 마이크로파 대역을 사용하여야 하므로 레이다 제작기술은 위성통신에 그대로 이전되었다. 70년대에 급격히 발전한 반도체 산업은 80년대에 반도체를 이용한 마이크로파(solid-state RF)소자를 개발하였다. 이로써 MMIC라는 분야를 만들게 되었고 미래의 군사 산업 및 우주통신 시스템에 있어 가장 유용하게 사용될 가능성을 지니고 있다. 왜냐하면 기존의 장비들을 소형의 단일 칩으로 양산함으로써 소형경량일 뿐만 아니라 제품의 신뢰도를 높일 수 있기 때문이다.

이와 같이 군사적으로 발전한 레이다는 현대에 와서 우주, 항공, 반도체 산업에 큰 영향을 미쳤다. 50여년의 역사 속에서 신진국의 레이다 기술은 계속 발전하고 있으나 국내의 레이다 기술은 기초단계에 머물러 있다. 레이다 기술의 여타 산업에 미치는 파급효과를 고려할 때, 위상배열 안테나기술, 영상레이다 기술, 추적 포착기술등 새로운 자동시스템은 물론 반도체 소자를 이용한 마이크로파 소자의 개발과 시스템 구현 능력의 확보를 서둘러야 할 것이다.

## 2. 레이다 기술의 발달

### 1) 초기의 레이다

1903년 라이트 형제에 의해 최초의 동력 비행기가 개발된 이후로 항공기술이 급속히 발전하여 제 1 차 세계대전동안 군수용의 비행기가 개발된후 1930년대에 이르러서는 장거리 폭격기가 나타나게 되었다. 또한 전 세계적으로 전원이 감돌고 있었으므로, 장거리 폭격기의 위협으로부터 자국을 보호하려는 움직임이 일어났다. 이 때부터 전자파의 반사에 의한 비행기의 탐사는 호응을 얻기 시작했다.

1930년 미 해군 연구소의 하이랜드(L. A. Hyland)에 의한 비행기의 전파반사 보고에 기인하여 1930년

대 초에 벨 전파연구소 및 해군연구소에서 주파수 32 MHz, 60 MHz의 연속전자파를 이용한 비행기탐지연구가 행하여졌다. 이 때의 비행기 탐지는 비행기의 존재유무는 알 수 있었지만 비행기의 위치는 찾지 못하였다. 이 때 비행기로부터의 거리에 대한 정보를 얻기 위해서는 송신 전자파로 펄스를 사용해야한 다는 것이 알려졌다.

펄스의 반사신호관측이 초기에는 불가능하였으나 1936년 미 해군연구소에서 주파수 28.3MHz, 펄스폭 5usec의 송신신호를 사용하여 거리 2.5마일의 반사신호를 관측하였다. 1938년 최초의 대공화기 제어용 레이다 시스템 SCR-268이 생산되었고 1944년 SCR-270 장거리 레이다 시스템을 개발하여 적기 조기 경보에 사용하였고, 약간 개조하여 1946년 달에 대한 전자파를 처음으로 측정하였다. 한편, 산업용으로 처음 개발된 레이다 장치는 비행기의 고도를 측정하는 주파수 변조 연속파(FM-CW) 레이다 시스템이다.

영국에서의 레이다 개발은 미국에 비해 늦게 시작되었다. 그러나, 1935년 비행기 표적을 감시할 수 있는 펄스 레이다 방법의 실험이 수행되었는데 이는 미국에 비해 대략 1년 정도 빠른 것이었다. 1939년 주파수 200 MHz의 비행 탐재 레이다를 개발하였다. 이것은 AI(Aircraft Interception)레이다로 불리는데 이것은 개발을 위해 1941년 미국의 MIT에 복사 연구소가 설립되었고 여기서 SCR-584, SCR-720을 개발하였다.

### 2) 2차대전후 레이다 기술의 발전

주로 군사목적용을 위해 개발되었던 레이다는 구 용도가 공항관제, 우주관측, 항행 안전용으로 발전하여 광범위한 기술 집약산업이 되었다.

2차 대전후 군사 부분의 레이다 기술은 이동물체 탐지(MTI: moving target indicator)기술과, 목표물 자동 추적기술, 그리고 3차원적 시캔이 가능하며 여러 개의 목표물을 동시에 추적이 가능한 위상 배열 안테나 레이다로 발전하게 된다. 부품기술은 반도체를 이용한 마이크로파(Solid state RF)소자의 개발이 이루어졌으며 사용주파수도 마이크로파 대역을 넘어 밀리 미터파 대역까지 확장되었다.

MTI 기술은 고정된 물체의 클러터를 제거하기위해서 도플러 신호처리를 해야하는데 이를 위해서는 위상정보를 간직한 신호원이 필요했다. 1950년대에 위상정보를 간직한 신호원인 Klystron, TWT 등이 개발됨에 따라 신호의 크기와 위상을 동시에 관측하여 여러가지 신호처리 기법으로 레이다의 성능을 향상

시킬 수 있게 되었다. 신호처리 기술의 그 대표적인 예가 펄스 압축기술(Pulse Compression)이다.

펄스 압축기술이란 송신신호에 위상변조 또는 주파수변조를 하여 송신 펄스를 길게 하여 에너지를 많이 보낸 뒤, 거리 방향 분해능을 높이기 위하여 수신단에서 다시 펄스를 압축시키는 기술이다. 대표적인 예는 1977년 알라스카에 설치된 대륙간 탄도 미사일 방어용의 코브라 데인 위상 배열 안테나 레이더와 1979년 인공위성에 탑재하여 지상의 레이더 영상을 얻은 합성 구경 레이더(SAR: Synthetic Aperture Radar)이다.

MTI 기술과 더불어 또하나의 발전은 추적 레이더 개발이다. 추적레이더는 모노 펄스 안테나 추적장치의 개발에 의하여 대공화기나 미사일의 유도장치에 사용되어 60년대 중반부터 위상배열 안테나로 이어졌다. 1965년 이후로 미국의 레이더 기술은 위상배열 안테나에 집중되기 시작했다. 모노펄스 안테나 레이더가 1개의 목표물만 추적이 가능함에 반해 위상배열 안테나 레이더는 3차원공간을 스캔하기 위하여 전자적으로 안테나 빔의 방향을 바꾸어서 신속한 탐색을 할 수 있게 했다. 그 대표적인 예는 페이트리이트 미사일이다.

레이더 기술의 발전은 사용주파수에 있어서도 발전이 이루어 진다. 대부분의 레이더가 마이크로파대에서 동작하지만 전다이오드, 임팩트 다이오드의 개발로 밀리미터파 레이더에 관심이 쏟아졌다. 70년대 말부터 밀리미터파는 파장이 짧기 때문에 소형화가 가능하고 안테나 빔이 좁아 분해능이 뛰어나서 소형

### 3. 국내 현황

국방과 관련된 레이더 기술은 국방과학 연구소를 중심으로 search radar 및 tracking radar 개발에 관심을 두어 왔으며 시스템 개발로는 국내 산업체가 뒷받침이 되어 왔다. 구성정밀, 국방과학연구소에서 위상배열 안테나 및 ferrite 부품, FM-CW 레이더를 개발중에 있다. 그러나, 기초적인 radar system의 설계에 필요한 각종 측정 data 및 이론의 연구는 아직 미흡하다. 부품은 부분적으로 국내 개발이 가능하지만, 핵심 부품인 마그네트론, TWT, 클라이스트론 및 각종 마이크로파 부품은 수입에 의존한다. 또한 접시형 안테나 waveguide slot array 안테나등은 부분적으로 국내 제작되고 있으나 각종 신호처리용 반도체 칩도 수입에 의존한다. 물론 대전력 부품도 수입에 의존한다.

레이더의 반사 또는 산란특성을 정확히 측정하는 기술은 레이더의 목표물 식별은 물론 지표면등 목표물의 배경인 clutter특성에 관한 기초자료를 측정하여 얻는 핵심기술이나 이를 위한 기초연구가 국내에서는 전혀 수행되지 않고 있다.

전통적인 군용 레이더 외에도 현대적인 새로운 레이더 개발이 국내에서 가능함을 보여준 예가 있다. 한국 과학기술원의 지하지중 탐사용 CW 레이더와 X-band side looking radar이다. 지하 탐사 레이더는 inverse scattering 이론의 새로운 전개, 실험실 및 현장측정, 실시시스템에 필요한 지하 안테나를 비롯한 부품 및 시스템의 설계와 국내 제작등이 가능함을 보여 주었다. side looking radar도 국내 제작된 선박용 radar에 신호처리 부분을 서로이 만들어 부착하고, 복사빔각이 좁은 안테나를 국내 제작하여 지상의 영상을 성공적으로 재현하였다.

### 4. 요소 기술

레이더 분야의 요소기술로는 크게 나누어 세가지 분야 기술로 대별할 수 있을 것이다. 첫째는 전자파 산란 및 회절 이론과 목표물 및 clutter로부터의 전자파 산란 및 회절 특성의 측정 기술이다. 둘째는 레이더의 수신 신호는 미약하므로 이를 검출하는데 주위의 잡음 환경을 알고, 주어진 잡음 환경에서 신호의 검출을 극대화 할 수 있도록 하는, 즉 신호 대 잡음비를 높이는 방법의 장구이다. 셋째로는 안테나 구동회로를 비롯한 각종의 움직이는 부분 또는 대전력 공급회로의 진력제어 방법의 장구이다. 크게 분야별로 나누지 않고 요소적인 세분을 한다면 이들 기술이 위성통신 분야나 이동통신 분야 등과 대동소이함을 알 수 있다.

#### 1) 안테나 기술

전자파 복사 빔각이 좁고 부엽이 40~50dB 떨어지는 안테나로서 양각(elevation angle)이 0°~90° 까지 방위각이 0°~360° 까지 변화되는 안테나를 요구한다. 현재 기계적회전을 하는 파라볼릭 반사체 안테나가 많이 사용된다. 빨리 움직이는 목표물 추적을 위해서는 위상배열 안테나를 사용하여야하며 대표적인 위상배열 안테나로는 ICBM 조기경보용, COBRA DANE(AN/EPS-108), SLBM 조기경보용 PAVE PAWS(AN/EPS-115), 위성에 탑재하여 지상의 지형 탐사 및 해양탐사를 하는 Seasat SAR(1978), SIR-C(1990)등이 있다.

2) 송신기 기술

초기의 radar에는 incoherent 전원인 Magnetron을 사용하였다. 그 후 각종 신호처리의 장점을 살리기 위하여 저전력 신호 발생기와 고효율 송신관인 Klystron이나 TWT(진행파관)을 증폭기로 사용한 coherent radar를 선호하게되었다. 또한 반도체 소자의 발전으로 출력단에 반도체소자를 사용하는 시도가 늘고 있다.

3) 수신기 기술

송신 신호 제거를 위한 회로, 저잡음 증폭기, 혼합기, 국부발진기, 각종 여파기 등 고주파대의 저잡음 부품 기술과 시스템 구성 기술이 중요하다.

4) 신호처리 및 영상화 기술

각종 processor를 사용한 신호처리 기술과 추적 및 탐지한 목표물의 그 존재여부, 위치증을 가시화해주는 기술이다. 이를 위한 computer 응용 및 각종 software가 필요하다.

5) 제어기술

안테나 구동회로 및 제어 신호와 이들을 발생해 주고 명령을 주는 comptuer 또는 processor등으로 구성된다.

5. 전망 및 정책 방향

레이다는 국방분야가 가장 큰 분야이나 최근 우주산업의 발전과 더불어 원격 탐사, 기상관측, 전천후 지형 및 해상탐사등 과학적인 측정 센서로서 중요한 역할을 하게되었다. 또한 레이다의 송수신 장치 hardware기술은 위성 방송의 송신기, 방송 및 통신의 수신기 기술과 대동소이하므로 국내 레이다의 개발과 위성체 개발, 위성 방송 및 통신, 그리고 이동통신 분야의 기초 기술 확보라는 측면에서 많은 공통인수를 가지게 된다. 레이다의 직접 개발은 국방예산으로 지원 하는 것이 마땅하나 그 기술의 고용성 때문에 우선 통신기술의 개발과 공유할 수 있는 정책적인 배려가 필요할 것이다.

VI. 결 론

마이크로웨이브 응용 방향에 관한 연구로 중장기 산업분야의 수요와 그에 필요한 요소 기술을 살펴보았다. 산업분야의 수요로는 국내 및 국제적인 여건에

서, 디지털 마이크로웨이브 중계기, 통신 방송 위성, 이동 통신 방식 및 시스템, 그리고 레이다를 중점적으로 고찰하였다. 마이크로웨이브 기술은 이상의 시스템에서 주로 안테나를 포함한 전단부의 기술로서 이상의 산업분야 수용과 함께 성장할 것이다. 또한 이 4개 분야는 마이크로웨이브 분야로 분배 공통점을 가지므로 그 시스템 기술 및 부품에서 공통성을 갖게 된다. 위성 및 이동 통신은 4개 분야의 기술은 세계적인 성장이 기대되는 기술로서, 이분야의 핵심적 역할을 할 마이크로웨이브 기술의 발전을 장려하여야 할 것이다. 미래의 무선통신을 위한 잔자과 산란 및 회절 이론 및 측정 기술, 고주파 소자의 극소화 및 여파기등 부품의 최소화를 위한 기술 개발은 물론 산업체 여건의 개선에 정책적인 배려가 있어야 할 것이다.

본 연구는 체신부, 한국전기통신공사의 후원으로 이루어 졌습니다.

참 고 문 헌

1. G. Hart and J. A. Steinkamp, "Future trends in microwave digital radio: A view from Europe," IEEE Comm. Mag. Vol.25, No.2, Feb. 1987.
2. M. H. Meyers and V. K. Prabgu, "Future trends in microwave digital radio: A view from North America," IEEE Comm. Mag. Vol.25, No.2, Feb. 1987.
3. S. Serfaty, J. L. LoCicero, and G. E. Atkin, "Cancellation of nonlinearities in bandpass QAM systems," IEEE Trans. Comm. Vol.38, No.10, Oct. 1990
4. G Karam and H. Sari, "Transmission of synchronous digital hherachy signals by radio," ICC, 1990.
5. G. D. Richman and P. C. Smith, "Transmission of synchronous digital hierachy signals by radio," ICC, 1990.
6. Eli Brookner, "Aspect of Modern Radar," Artech House, Boston 1988.
7. Merril I. Skolnik, "Fifty Years of radar," Proc. IEEE, Vol.73, No.2,pp.182-197. Feb. 1985.
8. David K. Barton, "A Half Century of Radar," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. MTT-32, No. 9, pp.1161-1170, Sep. 1984.

9. R. J. Mailloux, J. F. Mcllvanna, N. P. Kernwiers, "Microstrip Array Technology," IEEE, Vol-AP-29, No.1, pp.25-37, Jan. 1981.
10. C. Elachi, "spaceborne Radar Remote Sensing: Application and Techniques," IEEE Press, New York, U.S.A., 1988.
11. H. P. Stern, "Design Issues Relevant to Developing Integrated Voice/Data Mobile Radio System," IEEE, Trans on Vehicular Technology, Nov. 1990.
12. David J. Goodman and et.al., "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access," IEEE Trans. Veh. Teh., Feb. 1991.
13. Ker Zhang and et. al., "An Integrated Voice/data System for Mobile Indoor Radio Networks," IEEE Trans. Veh. Tech., Feb. 1990.
14. David J. Goodman, "Trends in cellular and cordless communication," IEEE Commu. Mag., May 1991.
15. John H.Lodge, "Mobile Satellite Communications Systems: Toward Global Personal Communication," IEEE Communications Magazine, Nov. 1991.
16. Andy D. Kucar, "Broadband CDMA: An Overview," IEEE Communications Magazine, Nov. 1991.
17. G. Falk, et.al., "Integration of Voice and Data in the Wideband Packet Satellite Network," IEEE J. on SAC, December 1983.
18. 조동호, "차세대 교환기의 인터페이스에 관한 연구," ETRI 최종 연구보고서, 1991. 5.
19. 조유제, "패킷 교환망에서의 음성과 데이터의 집적 전송에 관한 연구," 한국 과학기술원 전자과 석사학위 논문, 1985. 8.

## 나 정 응

- 1941년 7월 10일생
- 주 전공분야: 전기물리
- 연구관심분야: 마이크로파 공학, 파동의 전파 및 회절
- 1963년: 서울대학교 전자공학과 공학사
- 1968년: Polytech. Inst. of Brooklyn 전기 물리 석사
- 1971년: Polytech. Inst. of Brooklyn 전기 물리 박사
- 논문(박사): Diffraction of Bounded Beams.
- 1963-1965: 육군 통신학교 Radar 교관
- 1965-1971: Polytech. Inst. of Brooklyn 연구원
- 1971-1975: KAIST 조교수
- 1975-1979: KAIST 부교수
- 1979-현재: KAIST 교수
- 1983-1986: KAIST 전자 및 전산학부 학부장
- 1990-1991: KAIST 교무처장
- 미국 IEEE, Optical Society of America, Sigma Xi원, 한국 전자공학회, 전기학회 및 물리학회 평의원