

# 대역확산신호의 초분해능 방향탐지 시스템

김 영 수  
(경희대학교 전자공학과)

□ 차 례 □

I. 서 론	IV. 문제점 및 향후연구
II. 초분해능 방향탐지시스템	V. 결 론
III. 무선방향탐지 시스템의 서브시스템	

## I. 서 론

최근 들어 전파의 이용량이 급증하면서 전파 이용 질서 확립의 필요성이 절실해졌으며 이를 위해 불법 및 간섭신호의 발사위치를 정확히 탐지하여 혼신원인을 완전히 제거해줌으로써 이동통신 가입자 및 무선통신 이용자들에게 양질의 이동통신 서비스를 제공해 주기 위한 연구가 계속 진행 되어 왔다. 이러한 이동통신 분야는 유한한 전파자원을 이용하므로 일정지역에서의 주파수 재사용 효율을 극대화 하기 위한 시스템개발기술과 효율적인 전파관리기술은 전파이용 서비스차원에서 매우 중요하다.

더구나 다양한 통신방식과 복잡한 통신시스템의 출현으로 인하여 기존 방향탐지 시스템을 이용한 효율적인 전파감시에는 한계가 있다. 근래에 무선통신의 이용분야가 확대됨에 따라 여러가지의 통신기술개발이 진행되어 왔다. 그결과 대역확산 통신방식등 광대역신호가 무선데이터통신, 디지털 셀룰러 이동통신, 화상회의 및 개인휴대통신등 여러분야에서 이용되기 시작하고 있다. 이러한 신호중에는 매우 미약한 전력을 발사함으로써 허가가 필요없는 무선국에서 발사되는 신호도 포함되어 있다. 특히, 1996년도에 실용화된 CDMA 방식의 디지털 셀룰러 이동통신은 대역확산 신호이므로 현재 사용중인 방향추정 시스템으로는 도래각 오차가 매우 심하다. 근본적인 이유는 신호대

잡음비가 상대적으로 낮고 대역폭이 넓은 광대역 신호이므로 협대역 시스템으로는 신호의 정보를 효율적으로 알아내기가 어렵기 때문이다.

따라서 기존 협대역 전파의 감시기술 및 판정기준으로는 이러한 신호를 효율적으로 감시하기가 어려우므로 이에 대한 대응책 및 감시기술 개발이 필요하며, 특히 방향탐지 기술에서 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 새로운 광대역 신호의 도래방향 추정기법을 연구하여 국내 전파 환경에 적합한 기술을 개발할 필요가 있다. 더나아가 현재 세계 여러나라에서 이분야의 연구가 진행중이므로 선진국의 기술장벽과 종속성을 탈피하기 위해서는 자체기술의 확보가 시급하며 무선 신호처리 분야의 기반기술로서도 매우 중요하리라 생각된다.

본 고에서는 복잡한 전파환경에서도 효율적으로 협대역은 물론 대역확산신호의 도래각을 추정할 수 있는 V/UHF대 초분해능 방향탐지 시스템을 서브시스템별로 구분하여 각 서브시스템 구성시 고려되어야 할 사항과 기능을 기술하고 효율적인 초분해능 방향탐지 알고리즘을 소개하고자 한다.

## II. 초분해능 방향탐지시스템

### 1. 배경

초분해능(Superresolution) 혹은 고분해능이란 센서

본 논문은 전파연구소의 출연과제 연구비에 의하여 연구되었음.

어레이의 비임폭보다 작은 간격으로 입사한 두 개의 신호를 분리추정할 수 있는 방향탐지 알고리즘의 능력을 말한다.

즉, 광학에서 사용되는 기존 레일리 해상 기준(Rayleigh Resolution Criterion)보다 작은 간격으로 입사하는 신호를 분리하였을 경우를 말한다 [1]. 주파수 스펙트럼에서도 두 신호의 주파수를 분리 추정할 수 있을 경우에 분해능이 높다는 용어를 사용한다. 초분해능 기술은 수신신호의 모델링을 근간으로 하기 때문에 레일리 해상도 한계를 극복할 수 있다. 가정된 모델은 수신신호의 갯수, 센서 어레이의 어레이 manifold(안테나 패턴), 잡음특성, 신호의 변조 등을 포함시킬 수 있다. 모델이 보다 상세하게 수신신호를 표현시킬 수 있으면 보다 우수한 결과를 얻을 수 있다. 그러나 가정된 신호모델이 부정확하다면 심각한 오차를 발생시킨다. 정확한 방향탐지 알고리즘과 신호모델이 사용되었는가를 유념해야 한다. 초분해능 방향탐지 기술의 이론적인 근간은 1970년대 Gething의 WFA(Wavefront Analysis) 방법으로부터 찾을 수 있다 [2]. WFA 방법은 수신신호는 한 개의 신호가 아니라 여러개의 간섭신호 혹은 다중경로 신호로 구성되어 있다고 가정하였으며 충분한 측정결과를 이용하여 방정식으로부터 신호관련 변수에 대한 해를 구하는 것이다. 실제적으로 수신신호에는 다중신호가 존재한다는 가정은 초분해능 기술이 기존 방향탐지 기술과 다르다고 말할 수 있는 중요한 요인으로 작용한다.

1970년대 후반에 Capon [3]과 Schmidt [4]가 Gething의 생각을 확대하여 각각 Maximum Likelihood Method (MLM)와 MUSIC (Multiple Signal Classification)을 발표하였다. 1980년대 들어서면서 보다 우수한 성능을 보여주는 알고리즘들이 계속해서 개발되었으며 유한한 표본갯수로 인한 영향, 성능 예측, 계산상의 복잡성 개선, 부정확한 측정시스템 등을 포함한 실제적으로 구현상의 문제점들이 강조되어 왔다. 시간영역에서의 표본과 공간영역에서의 표본이 상호 유사성이 인식되면서 즉 쌍대성(duality) 성질을 이용하여 주파수 스펙트럼 추정기술을 방향탐지 기술에 적용하면서 1980년대에 보다 어려운 환경 하에서도 우수한 성능을 나타내는 알고리즘들이 개발되었다. 다중신호인 코히어런트 신호의 분리추정, 광대역 신호의 분리추정, 측정 시스템의 부정확성 개선과 같은 어려운 문제들이 해결되었다. 이외에 신호 특성(변조유형, cyclic 성질 등)을 보다 상세하게 표

시한 복잡한 모델들이 대두되기 시작하였다.

## 2. 특징

초분해능 방향탐지 기술은 기존 방향탐지 기술에서 해결하지 못하는 여러가지 신호환경을 강조하는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징은 복잡한 디지털 신호처리 기술을 이용함으로써 시스템의 신뢰도가 높기 때문에 나타나는 현상이다. 즉,

- 감도(Sensitivity)의 증가 : 약한신호탐지 가능
- 다중신호의 입사각을 동시 분리 추정
- 신호 부각 능력 : 간섭신호 영향 완화 혹은 신호 대 잡음비 증가
- 안테나 어레이 구조의 유연성(flexibility) : 초분해능 기술은 어떠한 안테나 어레이의 기하학적 배열에 구애받지 않는다.
- 우수한 방향탐지 정확성
- 입사신호 갯수 추정
- 짧은 송신신호 추정(short duration signal)
- 완전한 코히어런트 동일채널 신호탐지

## 3. 알고리즘

현재까지의 초분해능 알고리즘들은 크게 두개의 그룹으로 분류되며 Bayesian과 파라미터 모델기법이다.

Bayesian 알고리즘들은 신호모델을 가정하지 않으며 연산과정중에 신호의 정보를 추정한다. 파라미터 방법들은 신호모델이 알려져 있거나 혹은 주어져 있는 경우에 적용될 수 있는 알고리즘으로서 주로 신호모델을 먼저 가정한다. 즉 데이터가 가정된 모델에 어떤 의미에서 최적으로 적합하도록 시도하는 방법이다. 대부분의 파라미터를 기초로 한 알고리즘들은 어레이 공분산행렬의 고유치 해석을 이용한다. 그러나 MEM 방법은 출력의 엔트로피를 최소화하는 방법으로 출력의 잡음화 시키고 많은 신호들을 가능한 한 영으로 하여 제거하는 방법이다. 현재까지 연구된 대표적인 초분해능 방향탐지 알고리즘을 <표 1>에 표시하였다.

## 4. 하드웨어 플랫폼

초분해능 알고리즘을 응용하기 위하여 설계되어야 할 시스템은 다음과 같다.

- 다중채널 안테나 어레이
- 다중채널 RF 처리 하드웨어 (다중채널 수신기)
- 디지털 신호처리부
- 디스플레이 장치

<표 1> 대표적인 초분해능 알고리즘

약어	정의
MLM	Maximum Likelihood Method
MAP	Maximum a Posteriori
ASPECT	Adaptive Signal Parameter Estimation & Classification Technique
MVDR	Minimum Variance Distortionless Response
MEM	Maximum Entropy Method
SEM	Signal Eigenvector Method
MUSIC	MUltiple Signal Classification
NSP MUSIC	Noise Space Projection MUSIC
Root MUSIC	Polynomial Rooting MUSIC
Cyclic MUSIC	Cyclostationary MUSIC
WSF	Weighted Subspace Fitting
MNM	Minimum Norm Method
ESPRIT	Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance
TLS-ESPRIT	Total Least Squares ESPRIT
PRO-ESPRIT	Procrustes ESPRIT
SDVTA	Signal Decorrelation via Virtual Translation of Array
CSM	Coherent Signal Subspace Method

<그림 1>은 본 고에서 설명하고자 하는 초분해능 방향탐지 시스템의 기능별 블록도를 나타낸다. 일반

적으로 초분해능 알고리즘들은 기존 알고리즘보다 10에서 100 배정도의 보다 많은 계산을 요구한다. 오늘

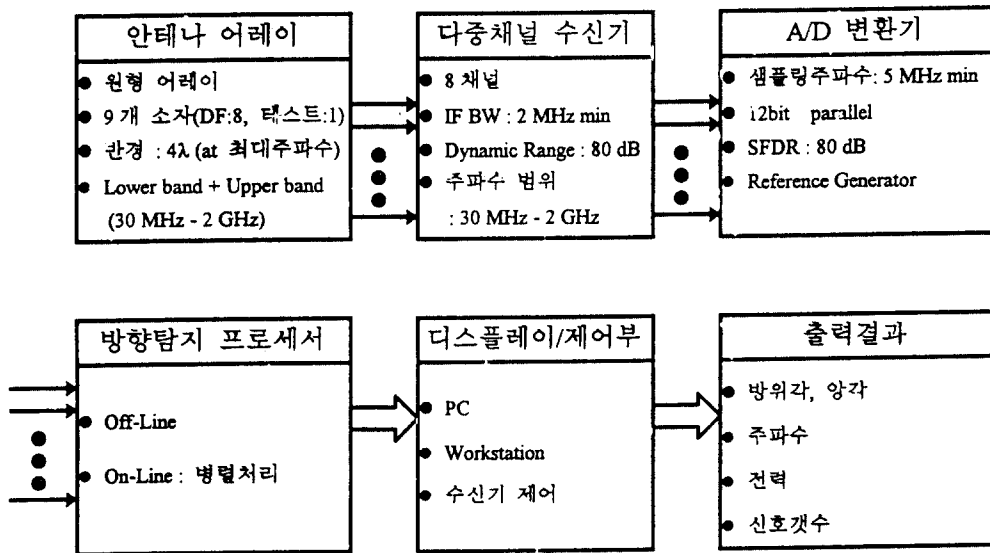
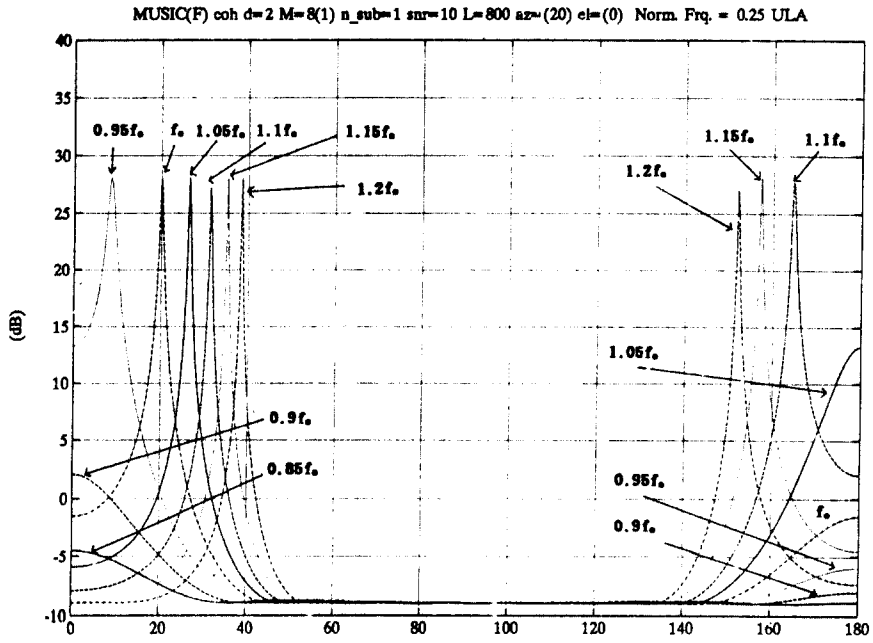
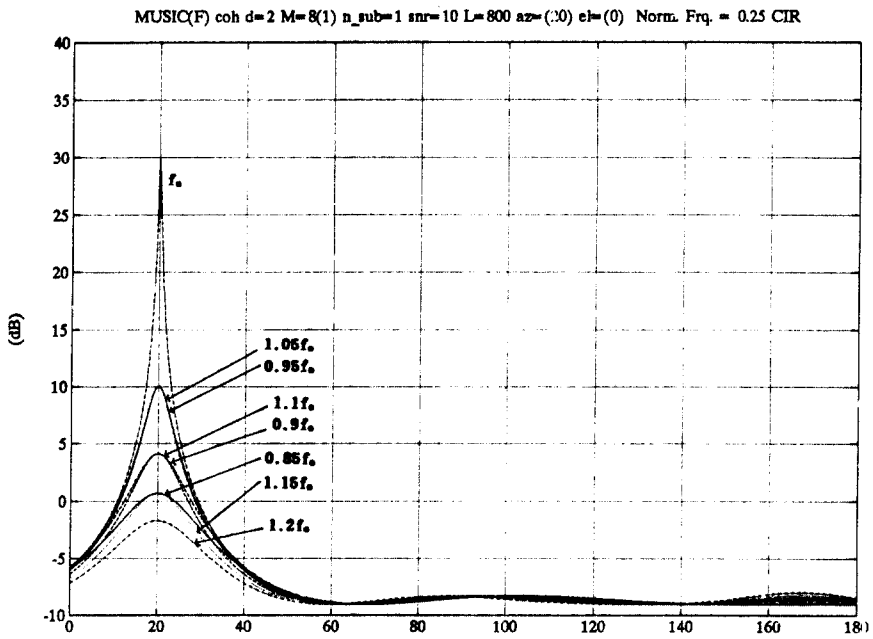


그림 1. 초분해능 방향탐지 시스템의 기능별 블록도



(a) 선형어레이 경우



(b) 원형어레이 경우

그림 2. 주파수오추정에 따른 도래각 오차의 변화

날 대부분의 시스템들은 수신기의 대역폭에 걸쳐서 진폭과 위상 부정합을 쉽게 보상할 수 있도록 하기 위하여 디지털 신호처리 기술을 이용한 보정 하드웨어 시스템을 채택하고 있다. 이러한 시스템은 주의 깊은 하드웨어 설계와 배열로써 경제적이고 보다 정확한 채널 정합 시스템이 될 수 있다.

### III. 무선방향탐지 시스템의 서브시스템

#### 1. 안테나 소자 및 어레이

방향탐지 시스템에서 안테나 소자는 기본적으로 도 전체의 단일 포트 (2개의 단자)이다. 방향탐지용 안테나 소자의 유형은 매우 다양하며 모노폴, 다이폴, 루우프, 대수주기 안테나, 바이코니칼 안테나 등을 들 수 있다. 안테나 소자의 유형선택은 방향탐지 응용과 주파수 대역에 따라 달라질 수 있다.

선형어레이는 360°의 방위각 전체를 탐지하지 못하며 180° 모호성을 가지고 있다. 실제적으로 전파감시 및 셀룰러 전화 등 다양한 분야에서 원형어레이가 사용되고 있다. 이는 선형어레이인 경우 주파수에 대한 민감도가 비선형 어레이 경우보다 크고 도래각에 대해서도 매우 민감하기 때문이다. 결과적으로 선형어레이는 레이더/소나에서는 비실용적이고 셀룰러 통신에서도 가입자들의 이동방향을 예측하기 어려우므로 선형어레이 사용은 어렵다. 선형어레이보다 여러 가지 면에서 실용적이고 주파수-도래각 특성이 좋은 원

형어레이의 장점은 다음과 같다.

- (1) 선형어레이에 비하여 입력 주파수 변동에 대한 방위각 오차의 민감도가 매우 작다 [5]. <그림 2>는 방위각오차의 민감도를 나타낸다.
- (2) 선형어레이에서 발생하는 180° 모호성이 존재하지 않는다.
- (3) 선형어레이가 방위각만을 탐지할 수 있는 반면에 원형어레이는 방위각과 양각을 동시에 추정할 수 있다.
- (4) 공간-시간적 비균일 샘플링으로 공간 스펙트럼에 일리어징 현상이 발생하지 않으므로 어레이 반경을 늘림으로써 적은 갯수의 안테나로도 높은 분해능을 달성할 수 있다.
- (5) 원형어레이는 입사각도에 관계없이 유효 애퍼처 크기가 변하지 않으므로 분해능이 일정하다.
- (6) 원형어레이는 시간적 샘플링을 수행하기 때문에 광대역 어레이 신호처리인 경우에 별도의 탭을 사용함이 없이 시-공간 스펙트럼을 동시에 추정할 수 있다. 이는 MUSIC과 같은 공분산 행렬의 고유특성을 이용하는 초분해능 방향탐지 시스템에서는 획기적으로 계산량을 줄일 수 있는 효과를 제공한다.

#### 2. 수신기

소개구면 DF 수신기 유형은 사용하는 방향탐지 기술(방식)과 응용에 따라 선택될 수 있다. 단순한 DF

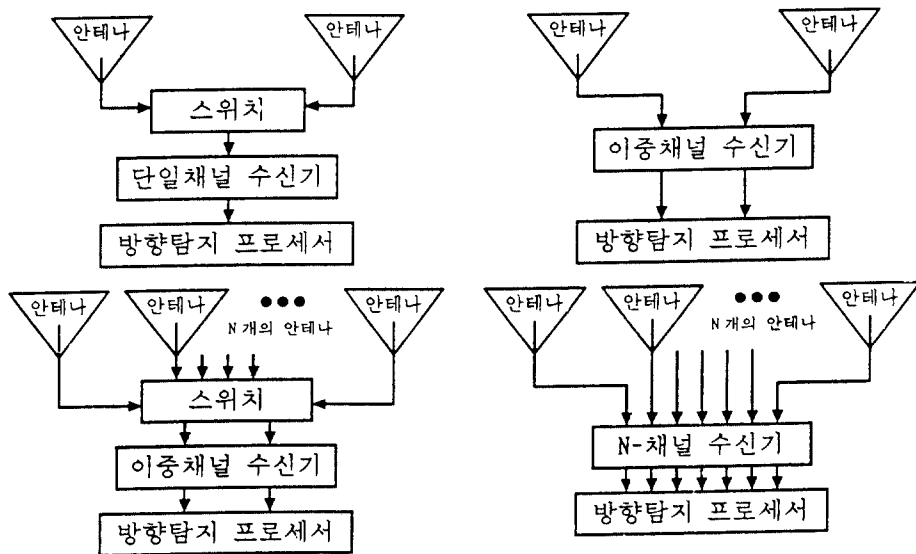


그림 3. 안테나와 수신기의 배열

수신기에서 복잡한 DF 수신기까지 수신기 유형은 크게 다음과 같이 세 가지 유형으로 분류된다.

- (1) 단일 채널 수신기
  - RF 단자에 스위치가 있는 경우
  - RF 단자에 스위치가 없는 경우
- (2) 이중 채널 수신기
  - RF 단자에 스위치가 있는 경우
  - RF 단자에 스위치가 없는 경우
- (3) 다중 채널 수신기

특정의 DF 수신기 구조가 다르더라도 세 가지 유형의 DF 수신기는 어떤 공통적인 설계특성을 갖고 있다. 수신기 구조에 관계없이 공통적으로 고려되어야 할 조건을 알아본다 [6].

슈퍼헤테로다인 수신기 운용은 소개구면 안테나를 사용할 경우 낮은 감도를 개선하기 위하여 필수적이다. 크리스탈 비데오 (crystal video) 수신기와 같은 비 슈퍼헤테로다인 방식은 신호 강도가 비교적 항상 강한 경우를 제외하고는 소개구면 DF 시스템에서 거의 사용하지 않는다. 잡음지수가 내부잡음에 의하여 제한을 받는 주파수에서는 낮은 수신기 잡음지수로 운용하는 것이 바람직하다. 슈퍼헤테로다인 수신기에서는 다중-주파수 변환을 사용하는데 신호가 많이 밀집되어 있는 환경에서 스퓨리어스 응답과 간섭신호를 줄이기 위하여 높은 IF 주파수를 생성한다. 일반적으로 80 dB의 영상 제거 수준을 설계목표로 정한다.

디지털로 제어되는 주파수 합성기를 이용하여 주파

수를 동조하는 기술이 현재 소개구면 DF 수신기에서 널리 사용되고 있다. 왜냐하면 신속하고, 정확하면서 안정된 주파수를 setting할 수 있기 때문이다.

직접적인 주파수 합성을 이용하면 보다 많은 스퓨리어스 신호를 발생시키고 보다 섬세한 주파수 분해능을 얻기 위해서는 비교적 비싼 가격으로 구현되어야 하므로 간접적인 주파수 합성 방법이 선호되고 있다. 간접적인 주파수 합성은 Voltage-Controlled Oscillator (VCO), Phase-Locked Loop (PLL) 및 위상 검출기와 필터를 이용한다. 간접적인 주파수 합성은 내부 기준 발진기로부터 안정성과 정확도를 알아낸다. 전형적인 정확도는 표준 온도-보상 발진기의 경우에는  $1 \times 10^{-4}/\text{day}$ 이고 oven-controlled 발진기의 경우  $1 \times 10^{-10}/\text{day}$ 의 값을 갖는다.

많은 방향탐지 기술과 알고리즘들이 도래각을 계산하기 위해서는 입사신호의 파장을 요구하기 때문에 운용 주파수는 정확하게 측정되어야 한다.

- 수신기 입력 임피던스는 명목상 50Ω의 저항값을 가져야 한다.
- 대표적인 VSWR 수준은 3 : 1 이다.
- 안정된 저항 입력 임피던스는 일정한 종단저항을 제공하고 수신기 전단의 RF 회로에서 균형을 유지하기 위하여 필수적이다.
- 방향탐지 시스템 운용시 RF 스위치는 관심있는 주파수 대역에서 스위칭 과정상 나타나는 간섭을 최소화하면서 빠른 스위칭, 최소의 잡음 개입, 최

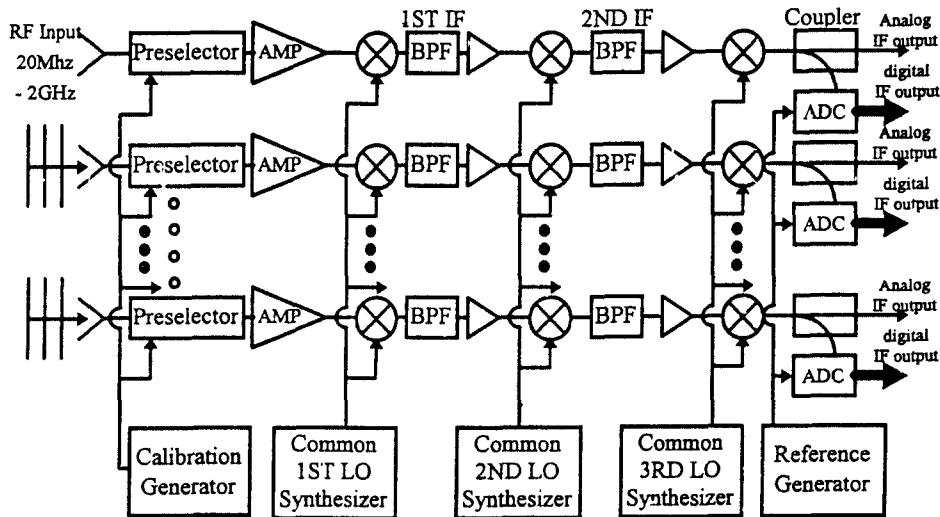


그림 4. 다중채널 수신기의 단순한 기능별 블록도

대한의 격리, 동적 범위를 제공해야 한다.

〈그림 4〉는 다중채널 수신기의 가능별 블록 다이어그램을 나타낸다.

〈그림 4〉에서 수신기 입력단(혹은 안테나 소자 출력단)에 보정신호를 발생시키는 보정신호 발생기를 연결하였는데 이는 다중채널 수신기의 각 채널간 진폭 및 위상 부정합 오차를 보정하기 위한 설계 방법이다. 또한 모든 채널은 공동의 국부 발진기를 사용하여 하며 수신기출력 데이터의 디지털화를 원하는 경우에는 A/D 변환기를 연결한다. 여기서도 반드시 공동의 기준 클럭 발생기를 사용해야 한다.

### 3. 방향탐지(DF) 프로세서

Direction Finding (DF) 프로세서의 기본 기능은 (1) 수신기 출력으로부터 신호 진폭 (전력) 혹은 주파수와 같은 정보 및 신호의 입사각/도래각을 추정하고 (2) 디스플레이, 저장, 원격제어 및 원격 소스로의 전송을 위한 데이터를 조정하는 것이다. DF 프로세서는 수신기, 디스플레이, 데이터 링크, 주위 소자 및 제어기 등과의 여러 인터페이스를 가질 수 있다. 몇몇 DF 시스템에서 DF 프로세서와 디스플레이를 한 단위에 묶기도 한다. DF 프로세서의 복잡성은 DF 기술과 응용에 따라 결정된다. 일반적으로 협조 신호를 이용한 DF 시스템은 적은 양의 DF 처리를 요한다. 반대로 전파감시, 적군탐지, 밀집지역에서의 신호탐지 등 비협조 신호를 탐지하기 위해서는 상당히 많은 DF 처리를 필요로 한다. 비교적 복잡한 DF 프로세서는 다음에 주어진 기능을 수행한다.

1. 수신기 출력 신호의 A/D 변환
2. 디지털 데이터의 조정
3. 데이터 변환 및 저장
4. 파라미터 측정 (진폭, 위상, 시간 등)
5. 도래각 계산
6. 데이터 측정 및 계산을 위한 지원
7. 주변장치에 대한 데이터 입출력
8. 원격전송을 위한 데이터 조정
9. 제어기와의 인터페이스

DF 프로세서의 설계 요구사항은 다음과 같다.

(i) 계산의 정확성 (ii) 계산속도 (iii) 강건성(robustness) (iv) 효율성

정확성은 DF 프로세서에서는 필수적인 조건이며 이는 소개구면 DF 오차는 기본적인 오차에 의해서 발생되고 DF 프로세서에 의한 추가적인 오차를 허용할 수 없기 때문이다. 진폭, 위상 및 시간에 대한 파

라미터 측정은 특히 낮은 신호대 잡음비에서는 복잡하다. 계산속도는 도래각을 갱신하는데 걸리는 시간과 인터페이스 버스의 데이터 대역폭 사이의 타협점을 말한다. 계산시간을 줄이기 위하여 연산을 절단시킬 수 있다. 본 고에서는 IF 신호의 대역폭이 2 MHz이고 IF 신호의 최대주파수가 약 2.3 MHz인 경우에 대한 A/D 변환기의 제원을 〈표 2〉에 제시한다. CDMA 방식의 디지털 셀룰러 이동통신에서 사용하는 신호의 대역폭이 1.25 MHz임을 고려해 볼 때 〈표 2〉의 제원은 대역확산 신호의 방향탐지 시스템에 적용될 수 있다.

A/D 변환기의 비트수는 DF 결과의 정확도와 밀접한 관계가 있으므로 최소한 12 bit는 되어야 한다. 일반적으로 무선 수신기의 동적 범위가 80 dB인 것을 고려하여 A/D 변환기의 출력단에서의 Spurious Free Dynamic Range (SFDR)을 80 dB로 정하였으며 많은 무선 수신기들이 이 값을 채택하고 있다.

〈표 2〉 A/D 변환기의 사양

Sampling Frequency	5 MHz minimum
Number of Bits	12 bit minimum
SFDR	80 dB
Noise Figure (for Digital Receiver)	15 dB maximum

소프트웨어 무선은 불가피하게 요구하는 처리 능력을 달성하기 위하여 연산을 병렬 및 연속적인 분할을 통하여 수행한다.

Digital Signal Processors (DSPs)의 속도는 점점 빨라지고 있으나 모든 것을 수행할 수 있는 한 개의 칩을 사용하기에는 아직 이른 상태이다. 반면에 연산능력을 나누어서 수행할 수 있는 다중처리를 사용하는 개념은 매우 매력적일 수 있다. 전통적으로 DSPs를 가지고 실시간 다중처리를 시도하는 것은 다루기 힘들 정도로 숨세를 필요로 한다 [7,8].

### 4. 디스플레이/제어 시스템

방향탐지 결과를 운용자에게 효율적으로 보여주기 위해서는 어떠한 내용을 어떻게 디스플레이 해주느냐가 매우 중요하다. 즉 사용자가 보다 편리하게 조작할 수 있고, 관련 시스템을 효과적으로 제어하며 결과를 보다 쉽게 파악할 수 있도록 해야한다. 본 고에서는 이와같은 사항을 고려하여 CRT상에 표시해주는 방법에 대하여 기술하고 대표적인 CRT화면의 예

를 <그림 5>에 나타내었다.

디스플레이 기술에서의 발전은 소개구면 방향탐지 시스템의 성능이 크게 개선될 수 있도록 하는데 큰 기여를 해 왔다. 초기 DF 시스템에서 사용한 CRT는 크고 육중하였으나 고체소자 및 얇은 필름 전압발광을 이용하여 소전력이고 가벼운 작은 디스플레이로 대체되었다. 신호세기, 통계 파라미터 및 데이터 신뢰도 및 품질 등을 표시하기 위하여 다양한 디스플레이 기술이 개발되어 왔다 [9]. 운용주파수를 디지털 데이터로 표시하는 방법이 가장 많이 사용하는 방법이다.

제어 및 디스플레이 기술에서 개선된 점은 운용효율과 성능을 획기적으로 높이기 위하여 휴대용 단말기와 현장에서 사용하기 편한 미니컴퓨터를 사용하는 점이다. 아날로그 디스플레이 기술은 어떤 DF 기술과 응용에서는 표준으로 사용되고 있다.

진폭응답을 기본으로 하는 추적용 DF 시스템은 좌우 계측 혹은 신호강도 계측을 디스플레이 하는

aural-null 기술을 사용한다. 항공전자 시스템인 자동 방향탐지 시스템은 기계적인 제어 방향 지시기 혹은 통합 방향 지시기 및 자장 지시기 (전파의 자기장을 표시)의 두 방법중 한 방법을 택하고 있다.

기본적인 방향탐지 결과 디스플레이 내용은 다음과 같다.

- Tip Queue
- 장비 상태
- 방위각과 양각 히스토그램
- 전력밀도 스펙트럼
- 입력 및 출력 메시지를 표시하기 위한 채터 (chatter) 표시
- 보고서 작성기

Tip Queue는 DF 요구가 여러 개 입력되었을 경우에 우선순위를 정하고 DF 시스템이 적당한 주파수에 동조가 되어 DF 결과를 표시하도록 하는 것이다.

#### IV. 문제점 및 향후연구

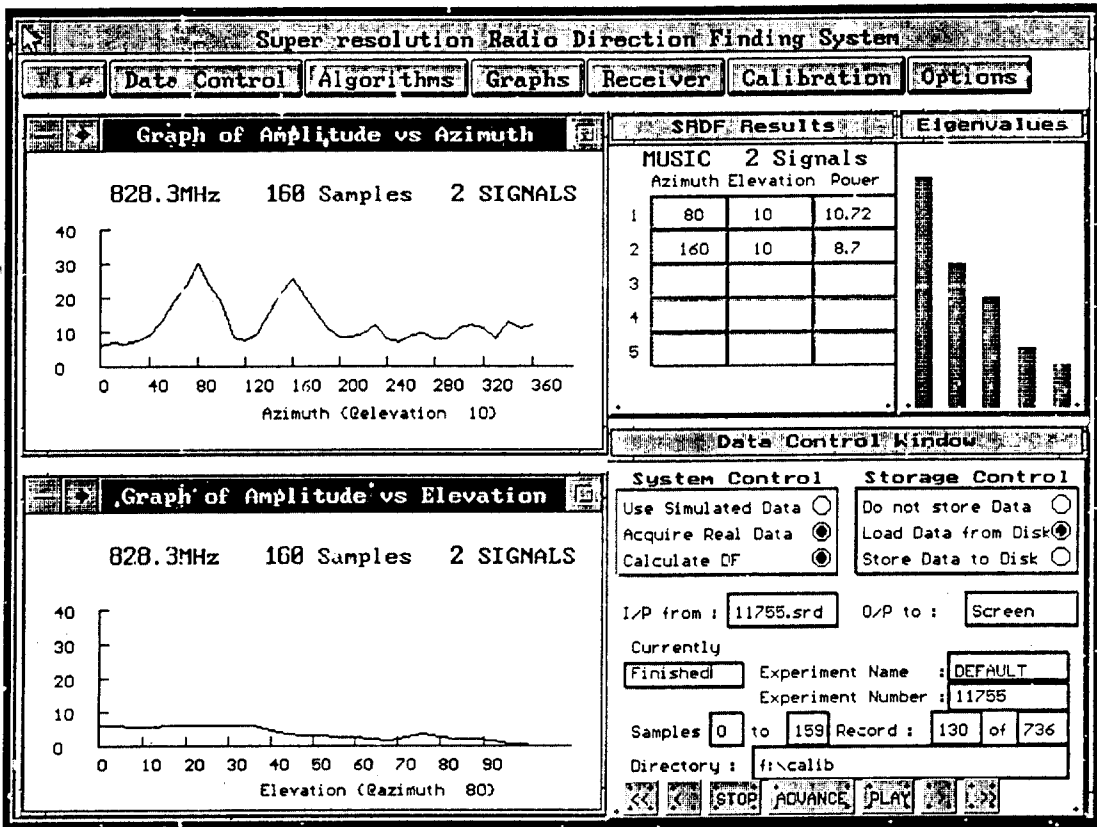


그림 5. 초분해능 무선 방향탐지 시스템의 디스플레이 화면



초분해능 기술이 대단한 잠재성을 가지고 있지만 이를 해결하여 극복해야 될 몇가지 문제점이 있다. 중요한 문제점으로는 다음과 같다.

- 잡음 상관성
- 시스템 오차
- 계산 시간

이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 연구가 진행 중이다. 대부분 알고리즘들은 각 안테나 소자의 수신 잡음은 상호 독립이고 가우시안 특성을 갖는다는 가정하에 동작한다. 잡음 상관성은 결국 수신신호 모델의 불일치 때문에 성능저하를 초래하고 파라미터 방법의 성능도 모델의 불일치 때문에 저하된다.

MLM 알고리즘과 적응오차 수정기술을 구현하는 연구가 특히 관심을 끌고 있다. 안테나 패턴에서 오차에 대한 적응 오차 수정은 실제 환경하에서 잘 적용될 수 있을 것이고, 특별한 상황에 대한 적응은 여러가지 신호 환경에서 동작하는 강건하고 유연성 있는 알고리즘을 사용한다.

간섭제거와 신호부각을 방향탐지 알고리즘으로 확장 운용함으로써 신호부각을 개선할 것이다. 그러므로 다른 신호레벨 아래에 숨겨진 신호가 탐지되지 않도록 몰래 송신하기란 매우 어렵게 될 것이다. 초분해능 알고리즘을 향후 무선 PCS망에 응용할 경우에 성능개선면에서 크게 기여할 것이다. 이러한 망은 다중경로와 간섭이 있는 환경 즉 빌딩내, 도시지역과 같은 심각한 정도의 신호환경속에서도 신뢰성있게 동작되어야 한다.

신호부각기술은 간혹 "Smart Antenna"라고 불리며, 상업, 통신 및 미래 시스템에서 중요한 역할을 할 것이다.

### V. 결 론

기하급수적으로 증가추세에 있는 무선국수, 새로운 신호의 출현, 다양한 무선통신 방식 및 무선 서비스로 인하여 전파환경은 점점 복잡해지고 있다. 이러한 환경에서도 양질의 무선 서비스를 제공하고 전파이용 질서를 체계적으로 확립하기 위해서는 전파감시 서비스 기술을 향상시켜야 한다. V/UHF 초분해능 방향탐지 시스템을 제작하고자 할 경우 다중채널 수신기 이외의 다른 서비스시스템은 국내 제작이 가능하리라 생각되며 다만 방향탐지 시스템의 핵심인 다중채널 수신기는 상용화된 수신기를 이용하면 된다. 다중채

널 수신기를 제작하기 위해서는 각 채널간의 진폭 및 위상 부정합 오차를 줄일 수 있는 하이테크 무선기술이 필요하며 현재의 우리나라 기술로 제작하기에는 매우 어렵다. 따라서 이미 상용화되어 있는 다중채널 수신기의 사양, 무선통신 서비스 환경 및 컴퓨터 시뮬레이션 등을 종합적으로 검토하여 수신기 제원을 결정하는 것이 바람직하다.

방향탐지 프로세서를 제작할 경우에 처리속도가 문제점으로 제기될 수 있겠지만 이는 DSP 기술의 급속한 발전으로 극복이 가능하다.

기술 선진국으로부터 H/W 및 S/W 기술 예측화를 탈피함과 동시에 기술의 세계화를 위해서는 전파감시 시스템의 국산화를 위한 연구개발에 더욱 박차를 가해야 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] S. Haykin, Array Signal Processing, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1985.
- [2] P. J. D. Gething, "Analysis of multicomponent wavefields," Proc. IEE, vol. 118, no. 10, 1971.
- [3] J. Capon, "High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis," Proc. IEEE, vol. 57, pp. 1408-1418, 1969.
- [4] R. O. Schmidt, "Multiple emitter location and signal parameter estimation," IEEE Trans. Antennas Propagat. vol. 34, pp. 276-280, 1984.
- [5] A. Ng and G. P. Quek, "Unknown signal wavelength and array processing," ICASSP-94, pp. 205-208, 1994.
- [6] H. H. Jenkins, Small-Aperture Radio Direction-Finding, Boston, Artech House, 1991.
- [7] J. A. Wepman, "Analog-to-digital converters and their applications in radio receivers," IEEE Communications Magazine, vol. 33, no. 5, pp. 39-45, 1995.
- [8] R. Baines, "The DSP bottleneck," IEEE Communication Magazine, vol. 33, no. 5, pp. 46-54, 1995.
- [9] Watkins-Johnson, "Advanced direction finding testbed results from a pusher array," W-J catalog, 1995.



김 영 수

- 1981년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사학위 취득
- 1983년 2월 : 연세대학교대학원 전자공학과 석사학위 취득
- 1988년 12월 : 미국 Arizona State University 전기공학과 공학박사학위 취득
- 1983년 8월 ~ 12월 : 시간강사(연세대학교, 서울시립대학교, 유한공전)
- 1985년 5월 ~ 1986년 5월 : Consultant, Signal-System Technology Inc., U. S. A.
- 1989년 3월 ~ 1992년 8월 : ETRI 전파기술부, 전파응용연구실, 실장
- 1992년 9월 ~ 1996년 8월 : 경희대학교 전파공학과 조교수
- 1996년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 전파공학과 부교수
- 주관심분야 : Radar/sonar array signal processing, Spectral estimation, Adaptive filtering, Communications and Numerical linear algebra 등임.