

전자파특화연구센터



金 汎 晚

전자파특화연구센터 소장
포항공대 전자전기공학과 교수
공학 박사

전자파특화연구센터는 우리 나라 국방분야의 기초연구를 강화하기 위한 Plan에 의해서 1994년 12월 국방부 위촉으로 포항공대에 설립되어 현재 1994년 12월부터 1997년 12월까지 1단계 연구를 완료하고, 1998년 1월부터 2000년 12월까지 2단계의 연구가 완료된 시점에 와 있다.

2001년부터는 3단계 연구가 계획되어 있어서 우리 나라 전자파분야 국방연구의 중추적인 역할을 담당하고 있다.

이 글에서는 본 센터의 설립취지, 역할, 연구 내용 등에 관한 간략한 소개를 드리고자 한다.

- 필자 주 -

특화연구센터의 설립 취지와 역할

현

대 전자전의 승패는 정확하고 신속한 정보 획득에 의해서 좌우되며 전자파특화연구 센터에서는 이런 정보획득용 전자파 응용 기반 기술을 확립하여 국방력 증강에 기여하며, 나아가 방산기술의 민용화에도 선도적 역할을 수행하고자 설립되었다.

정보획득용 센서 기술을 확립하기 위하여 구체적으로 초고주파 회로, 안테나, 신호처리, 표적특성 및 원격탐사 등에 관한 원천 기술과 기반 기술을 확보하고 있다.

이들 연구결과는 레이더, 초고주파 능동형 탐색



지난해 2월 종합발표회에서 전시된 전자파특화연구센터의 연구결과물을 살펴보는 참가자들

기, 영상 레이더 등 다방면에 응용 가능한 복합적인 기반기술연구에 중점을 두고 연구를 진행하고 있다.

기술적 수행에서는 최신 기술을 흡수 정착시킴을 일차 목적으로 하고, 한걸음 더 나아가 선진형 새 idea 창출에 역점을 두어, 기술력을 증강하여 국가의 전자파 기술의 핵심적 두뇌집단으로 본 센터를 육성하고자 한다.

이러한 목적을 달성하기 위해서 선진 기술습득을 위한 국제교류를 활발히 유도하고 있으며 여기에는 workshop 개최, 연구인력 상호교류, 공동연구가 중요한 부분이다.

종합적인 연구방향은 국과연과의 긴밀한 토의를 거쳐 계속 보완하고 있으며 전속 연구원 제도를 활

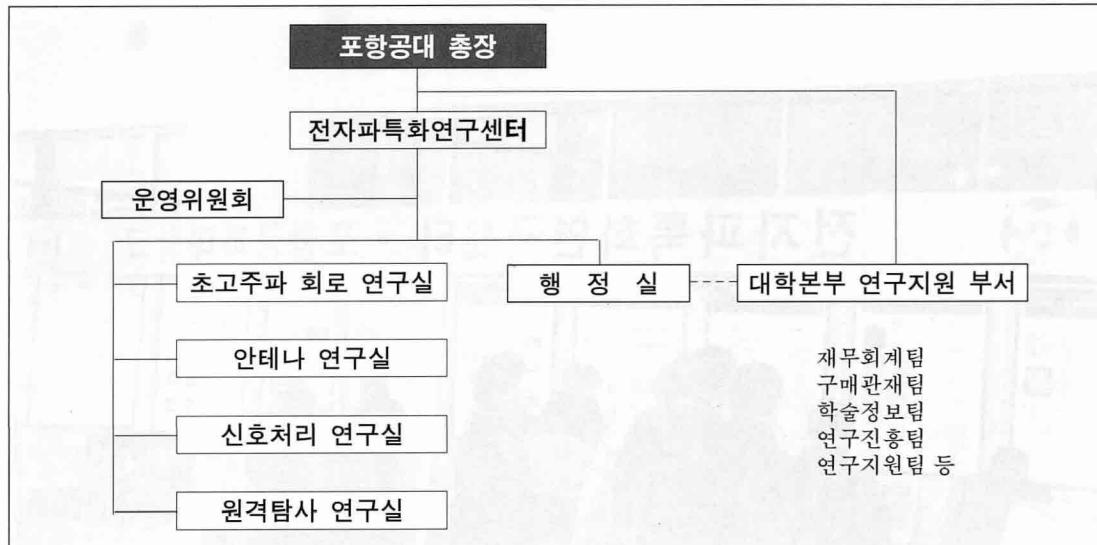
성화시켜서 대학교 연구의 제한점을 탈피하고 연구의 심도와 지속성이 확보되도록 운영하고자 하며, 궁극적으로는 미국 Georgia Tech에서 운영하는 GTRI나 MIT의 Lincoln Labs. 형태의 전문화된 국방연구소로 성장시키고자 한다.

또한 방산연구의 민용화에도 선도적인 역할을 담당한다. 방산제품과 민수제품의 차이는 많으나 기술 자체가 처음부터 구분되는 것은 아니며 기반기술의 상당부분을 공유할 수 있기 때문이다. 이런 민·군겸용기술을 정착시키기 위해서 산업체와의 연계 연구도 활발히 진행시키고 있다.

끝으로 본 연구수행에 젊은 연구원을 많이 참여시켜서 우수한 국방 연구 인력을 양성하며 아울러 국과연 및 기타 전자파 관련 기관과의 교육 업무 및

특별기획 4

전자파특화센터 체계도



기술 보급의 임무도 성실히 수행하고자 한다.

특화연구센터의 현황

전자파를 응용한 정보획득기술의 기반기술을 확보하기 위하여 본 센터는 4개의 연구실을 중심으로 연구를 수행하고 있다. 그 운영체계가 위의 그림에 나타나 있다.

연구 및 행정 지원체제는 참여 교수 1인(간사)의 지도하에 2인의 행정요원을 주축으로 하는 센터 행정실과 대학본부의 여러 연구지원부서로 구축되어 있다.

연구과제의 계약, 연구비 관리 등은 대학본부 연

구진흥팀, 연구지원팀의 협조를 받으며, 독립채산 제에 의한 연구비의 집행은 재무회계팀의 연구비 중앙관리 시스템에 의존하고 있으며, 장비의 구매, 관리는 구매관제팀, 여러 학술정보의 탐색 및 도서 구입 등은 학술정보팀에서 해당 연구실의 의뢰를 받아 수행한다.

핵심이 되는 각 연구실에는 아래 표에 나타나 있는 것과 같이 현재 5개 대학에서 17명의 교수가 참여하고 있으며 석·박사급 대학원생 122명을 활발히 지도하고 있다.

지난 6년간 배출된 인력은 석사 76명, 박사 17명으로 졸업 후 ADD를 포함한 국내외 우수연구소와 기업체에서 중추적인 연구 업무를 수행하고 있다.

전자파 특화연구센터 총괄 연구실적

구 分	특허출원		학술지 발표		학술회의 발표			S/W	H/W	인력양성	
	국내	국제	국내	국제	국내	국제	ADD			석사	박사
초고주파 회로 연구실	10	8	12	38	95	35	0	4	5	30	6
안테나 연구실	2	0	7	14	25	8	0	13	15	12	5
신호처리 연구실	1	0	5	4	12	6	2	46	3	14	1
원격탐사 연구실	0	0	7	11	20	16	2	41	11	20	5
합 계	13	8	31	67	152	65	4	104	34	76	17

또한 21편의 특허와 98편의 학술지논문도 발표한 바가 있다. 지표화 할 수 있는 연구 업적을 요약하여 P.44 아래 표에 요약하였다.

국제 협력 연구를 강화시키기 위해서 본 센터에서는, 우리 나라에서는 처음으로 미국의 공군연구소와 공동 연구과제 2건을 체결 운영하고 있다. 첫번째 연구는 “3D Multilayer Circuit Study”라는 과제이며, 美 공군의 Wright-Patterson Labs, Univ. of Cincinnati 그리고 회사인 AMCOM팀과 포항공대의 전자파특화연구센터가 공동으로 multilayer 회로에 관한 연구를 추진하기로 program agreement를 '99년 3월에 체결하였다.

그간 많은 연구가 진행되고 있으며 분기별 보고서가 작성되고 있다. 美 공군 Lab에서 Valueable Collaboration Partner라는 인증서를 받은 바도 있다.

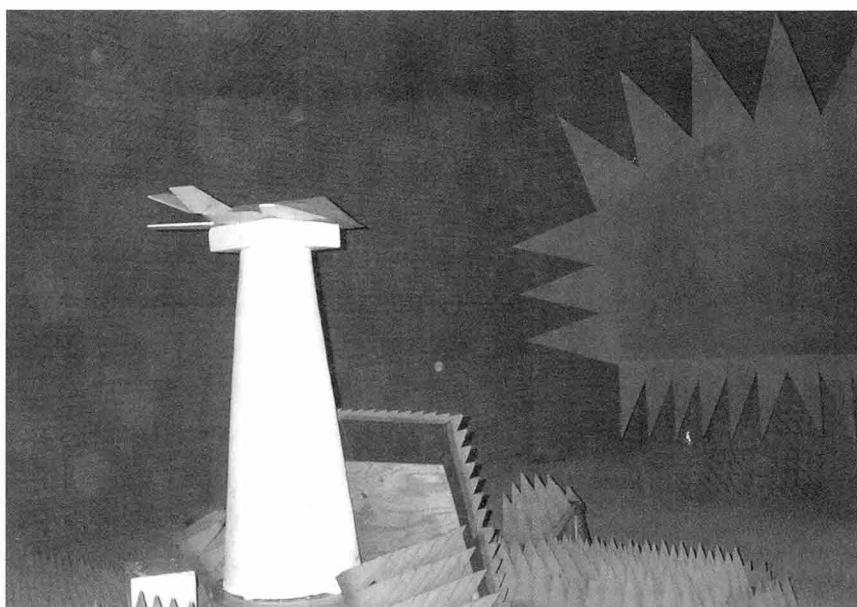
두번째는 Data Exchange Program으로서 “Modeling and Simulation of Multichip Modules for Avionics and C³I Systems”이라는 과제이다.

美 공군의 Rome Lab과 전자파특화연구센터가 multichip modelling 기술에 협조하기 위한 master data exchange amassment을 '98년 10월 체결하였다.

또한 Clutter data bank 구성을 위한 공동연구를 수행하자는 미국 공군 Lab의 제안을 검토중이다. 또한 호주의 Univ. of Queesland와 patch 안테나 개발에 관한 공동 연구를 성공적으로 수행한 바 있다. 상기한 과제 이외에도 좀 더 많은 국제연구를 추진해 나갈 예정이다.

국내 기업체와의 협력 관계로는, 민수용이 가장 많은 초고주파 회로 연구실에서는 제1단계에 이미 삼성전자, 현대전자 등 11개 업체와 컨소시엄을 구성하여 기술자문, 공동애로기술에 관한 기술교류 등을 활발히 진행하여 왔다.

추후 Radar 연구 컨소시엄을 구성 운영할 계획을 가지고 있다. 또한 연구 활성화를 위하여 국제 radar workshop, 안테나 workshop, 및 MMIC기술 workshop 등 다양한 workshop을 주관 개최하고 있으며 지속적인 노력을 확대할 예정이다.



포항공대
Compact Range

특별기획 4

특수한 연구시설로는 국방부와 포항공대의 지원금 10여억원의 예산으로 완벽한 Compact range를 건설 운영하고 있다. Quiet zone이 $6'' \times 6'' \times 4''$ 로 우수한 성능을 발휘하고 있어 RCS, 전자파 산란, 안테나 연구 등에 많은 기여를 할 수 있게 되었다.

P.45 아래에 실물의 사진을 보여 주고 있다. 이 시설은 국내에서는 ADD 이외에는 유일한 것이며 연구의 활성화를 위해서 외부에도 사용 가능하게 운영할 예정이다. 1998년 10월 성황리에 개소식을 가진 바 있다.

또한 radar을 이용한 각종 data를 손쉽게 현지에서 측정하기 위해서 자동차 탑재형 radar(아래 사진)를 자체 제작하여 clutter, interferometry, 레이

포항공대의 자동차 탑재 Radar 모습



더 시스템 연구 등 각종 연구에 응용하고 있다.

연구분야의 소개 및 연구성과

본 센터의 4개 연구실은 전자파를 응용한 군수장비의 핵심 기술을 분류하여 구성하였다. 초주파의 발생 및 수신을 담당하는 회로에서 발생되는 전자파는 안테나를 통해서 방출되고 또한 안테나를 이용하여 수신된다.

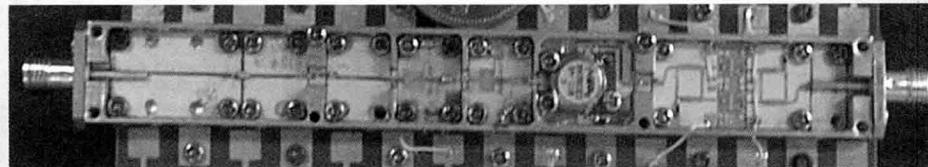
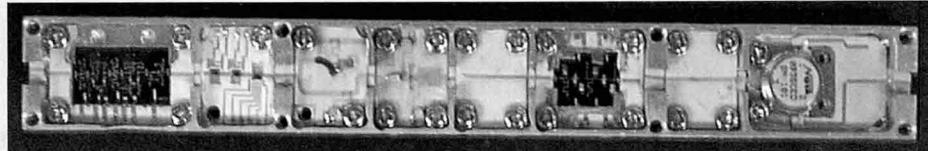
이 전자파가 목표물과 혹은 배후 물질과의 간섭 현상 등 연구 목표를 탐지하는 기술, 이런 신호 등은 궁극적으로 필요한 정보로 정보화 되어지는 것이다. 이 연구 테마가 실로 구성되어 있다.

이 방대한 연구를 모두 수행할 수 있는 대규모의 연구를 수행하는 신호처리실이 연구를 수행하지는 못하고 있으며 각 분야별 핵심 연구를 수행하고 있는 상황이다. 좀 더 구체적으로 각 실의 연구내용을 요약하면 다음과 같다.

초고주파 회로 연구실에서는 전자파 정보회복 센서의 기본 기술인 전자파의 발생, 송신, 수신, 증폭, 변조 등의 과정에서 필요한 초고주파 대역 능수동 장치의 설계 및 제조에 관련된 연구를 수행하여 초고주파용 supercomponent에 관한 정보의 데이터 뱅크를 구축한다.

이를 위하여 MIC 회로기술 연구에서는 1단계로 X-band T/R 모듈용 부품인 power amp, LNA, 5 bit 위상변위기 등을 개발하였고, 2단계에서는 X-band T/R 전체모듈을 구현하였고 다중구조를 이용하여 MIC 기술을 지속적으로 개선하고 있고 BST 변위기도 개발하고 있다.

MMIC 회로기술 연구에서는 1단계에서 1W급 3단 HBT 전력증폭기와 3단 HEMT LNA를 개발하였고, 2단계에서도 향상된 X-band 전력증폭기 및 P-HEMT LNA를 개발하고 있다. 또한 미래형 초고주파 부품인 고온 초전도소자 관련연구를 수행하고



X-band T/R module 초고주파 발생/수신 장치

있다. 위의 사진에 개발된 X-band T/R module을 보여 주고 있다.

안테나 연구실에서는 위상배열 안테나 배열 이론, 저손실 전력분배기, 안테나 정합충 설계 등의 연구를 수행하여 위상배열 안테나 기술을 확립시킨다.

1단계에서는 선편파 마이크로스트립 안테나로 1×4 안테나를 구현하고 BST 변위기 관련 연구를 수행하였으나, 2단계에서는 원편파 복사체를 설계 제작하고 2의 지수 승이 아닌 배열인 12×12 원형 편파 배열 안테나를 설계, 제작하였다.

또한 PIN 다이오드를 이용한 위상 변위기를 설계, 제작하여 위상 배열 안테나에 이용하였다. 이를 이용하여 원형 편파 8×2 위상 배열 안테나를 설계, 제작, 측정하였고 8×4 평면형 위상 배열 안테나를 제작 중이다.

향후 3단계에서는 conformal 형태의 안테나에 대한 연구와 더불어 송, 수신 단 회로에 관한 연구를 수행할 예정이다. P.48 위의 사진에 개발된 안테나 array를 보여 주고 있다.

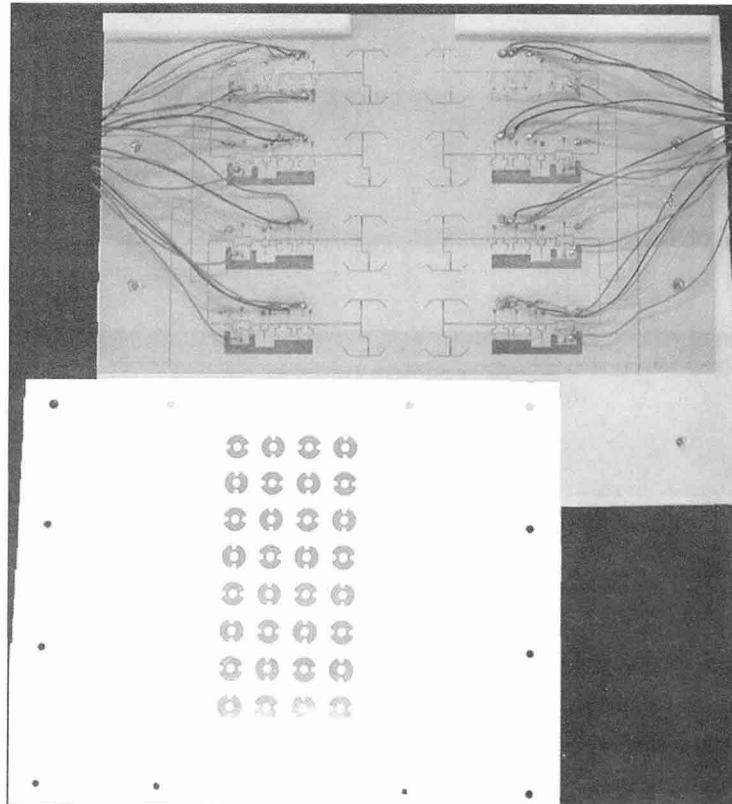
신호처리 연구실에서는 영상 레이더 신호처리를 위한 연구를 중점 수행하였다.

영상신호처리 연구에서는 1단계로 영상 왜곡 보정기술 및 SAR 신호처리에 대한 기본 연구로 영상 레이더 시뮬레이터를 제작하였으나 2단계에서는 레이더 영상 모자이크에 대한 이론 및 목표물 인식과 레이더 영상의 화질개선을 위한 움직임 보상, Autofocusing 및 clutterlocking 등에 관한 연구를 수행하고 있다.

실시간 신호처리 연구에서는 1단계로 CAD 환경을 구축하고 correlator에 대한 기초연구를 수행하였으나 2단계에서는 실시간 correlator 시스템을 개발하고, 실시간 데이타 획득 시스템에 대한 algorithm, architecture 및 simulation을 수행하고 있다. P.50 아래 사진은 본 실에서 처리된 SAR 영상을 보여 주고 있다.

원격탐사 연구실에서는 원격탐사에 필요한 레이더 시스템 제작, 운용 기술과 RCS 측정 및 예측, 표적 인식기법에 대한 연구를 수행하며 원격탐사 및 clutter 모델 관련 연구를 수행하였다.

특별기획 4



8×4 원형 편파
위상배열 안테나
(위) 급전기
(아래) 복사소자

였으며, 1단계에서 클러터 지도 제작용 시스템을 설계하였고, 2단계에서는 이를 차량 탑재형으로 제작하여 클러터 환경의 SAR 영상을 제작하였다.

클러터 모델 기술 연구에서 는 1단계에서 주로 육지 클러터 및 바다 클러터에 대한 표면 산란에 관한 연구를 수행하였으며, 2단계에서는 풀밭, 숲, 쌍인 눈, 구름/비 등의 체적산란모델과 POPOS 측정 결과로부터 논, 밭의 클러터 모델을 개발하고 있다.

표적 인식 기법 및 표적 산란 코드 개발 연구에서 는 1단계에서 compact range 운용기술 및 scale model의 RCS 측정기술을 습득하였고, 2D ISAR imaging 기술을 확립하였으며, NCTR 알고리즘을 개발하였고 완전도체 단일 convex 표적물에 대한 RCS 예측 방법을 연구하였다.

2단계에서는 compact range에서의 X-band scale 모델 실험을 통해 여러 가지 표적 인식 기법 을 개발하였으며, 완전도체 다중 convex 표적물과 완전 도체 concave 표적물의 RCS 예측 코드를 개발하였다.

원격탐사용 계측시스템 연구에서는 1단계에서 polarimetric scatterometer(POPOS)를 설계, 제작 하였고 2단계에서는 제작된 시스템을 이용하여 한 국형 클러터인 벼의 역산란 계수의 변화를 측정하

특화연구센터의 향후 추진방향

본 센터의 핵심 연구가 5개의 연구과제로 분리되어 진행이 될 것이며 구체적인 내용은 다음과 같다.

*초고주파 회로기술 연구(EM-11)

미래형의 초고주파회로인 3차원 회로의 기반연구를 수행한다. 이 기술의 근간이 되는 공정기술과 회로 설계 기술확보가 주목적이며 구체적으로 본 과제에서는 35GHz 발진기를 3차원으로 구현하고자 한다.

이런 기술은 향후 비행기나 missile의 외벽에 microwave 시스템이 부착되는 smart skin 개념으 로 진전될 수 있다.

*MMIC 회로기술 연구(EM-12)

0.2μm PHEMT를 근간으로 한 X-band LNA와

HBT를 이용한 X-band 10watts 전력 증폭기 개발이 핵심이며 이 기술을 이용 MMIC 기술을 다변화 시킬 예정이다.

또한 개발된 설계 기술로 국내 기업체의 파운드리 서비스를 이용하여 실제 제작하고 이를 기술을 기업체에 이전하고자 한다.

*초전도체의 초고주파 특성 및 응용연구 (EM-13)

고온초전도체/유전체 구조를 지닌 공진기의 electronic tuning에 사용될 piezo-electric material의 저온특성을 평가하고 이것을 이용하여 tuneable 공진기 설계, 제작 및 저온 특성평가를 수행한다.

다음으로 개발된 고온초전도 tuneable 공진기를 공진단으로 하는 오실레이터 회로의 설계 및 고온 초전도 공진기와의 coupling을 연구하여 고온초전도 tuneable을 공진기가 연결된 오실레이터를 제작하고 tuneability 측정하고 특성의 최적화 연구를 수행한다.

또한 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ 단결정에 원하는 접합 저항과 접합 전기 용량을 가지는 단상 구조를 제작하여 plasma frequency를 조정함으로써 THz 영역의 발진을 얻는 연구를 수행하여 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_{28+x}$ 단결정 또는 HgI_2 -intercalated $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ 단결정을 이용하여 THz 영역에서의 Shapiro step을 이용함으로써 탐지기로 사용하는 연구를 수행한다

*컨포밀 마이크로스트립 안테나 연구(EM-21)

본 3단계 과제에서는 일반적인 평판형 마이크로스트립 안테나 뿐 아니라 실린더와 같은 곡면형 구조에 안테나를 컨포밀하게 부착시킨 경우에 대해서 해석 및 설계 할 수 있는 방법을 제시하며, 또한 안테나의 전기적 특성만을 사용하는 기존의 안테나와 달리 기계적, 열적 특성을 만족시키는 형태의 안테나에 대해 연구한다.

*BST 변위기 연구(EM-22)

2단계에서 구현한 양질의 결정성을 가지는

$\text{Ba}_{x}\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ (BST) 박막의 조성을 변화시켜 변위기의 변위특성을 극대화하여 실제 소자로 쓰일 수 있을 만큼 접근 시킨 다음, 실제 4×4 array antenna를 설계·제작하여 마이크로파 대역에서의 복사페던 및 반사손실 등의 안테나 특성으로부터 실용 가능성을 확인한다.

*도파관 불연속면에 대한 일반화산란행렬 추출 코드 개발 연구(EM-23)

수동형 위상배열 안테나의 핵심 초고주파 수동소자인 복사소자-변위기 정합부, 그리고 공간급전기를 설계할 때 기본적으로 요구되는 성능 분석 및 설계변수의 최적화를 위한 기반기로 사용되어지는 전자파 해석 및 계산 코드의 개발이 수행되어질 것이다.

이를 위해, 원통형/직사각형/동축원통형/Ridge 도파관 형태의 가능한 모든 조합의 불연속면에 대한 일반화산란계수 추출 코드를 개발하는 것을 목표로 한다.

*레이더 영상 해석기법 연구(EM-31)

2단계에 추진한 SAR 영상에서의 특징점 검출에 대한 연구의 범위나 내용을 확장할 것이다. 이를 위하여 2장 이상의 영상을 이용하는 스테레오(stereo) SAR 기법을 개발하여 고도 정보를 추출(Digital Elevation Map(DEM) generation)하고 이를 바탕으로 3차원 지형을 복원(3D terrain reconstruction)할 수 있는 방법을 연구할 것이다.

SAR 영상과 광학 영상의 퓨전(fusion) 기술 연구를 통해 영상 해석의 정확도와 성능 향상도 도모할 것이다. 최종적으로 지금까지 연구한 영상 해석 기술들을 바탕으로 궁극적으로는 SAR 영상내에서의 변화를 검출(change detection)해 낼 수 있는 알고리즘을 개발할 것이다.

*영상 레이더 신호처리 연구(EM-32)

향상된 영상 레이더 신호처리를 위한 Doppler Refining 기법 연구, 움직이는 물체가 존재하는 환

특별기획 4

경에서의 Doppler history 추정과 MTI(moving target indicator)와의 관계 연구, SAR 영상을 이용하여 움직이는 물체를 발견, 분석하는 MTI(moving target indicator) 기법 연구, Spotlight SAR 방식을 이용한 영상 레이더 신호처리기술 연구를 수행하고 실제로 구현할 것이다.

* 고속 데이터 획득기술 연구(EM-33)

고속 A/D 변환 모듈의 주변 디지털 회로와 A/D 변환기를 하나의 ASIC으로 설계하고 제작하여 소형, 저전력의 200MHz급 8비트 해상도의 A/D 변환 모듈을 개발하여 상용 A/D 변환기를 이용해서는 600MHz급 8비트 해상도의 A/D 변환 모듈을 개발

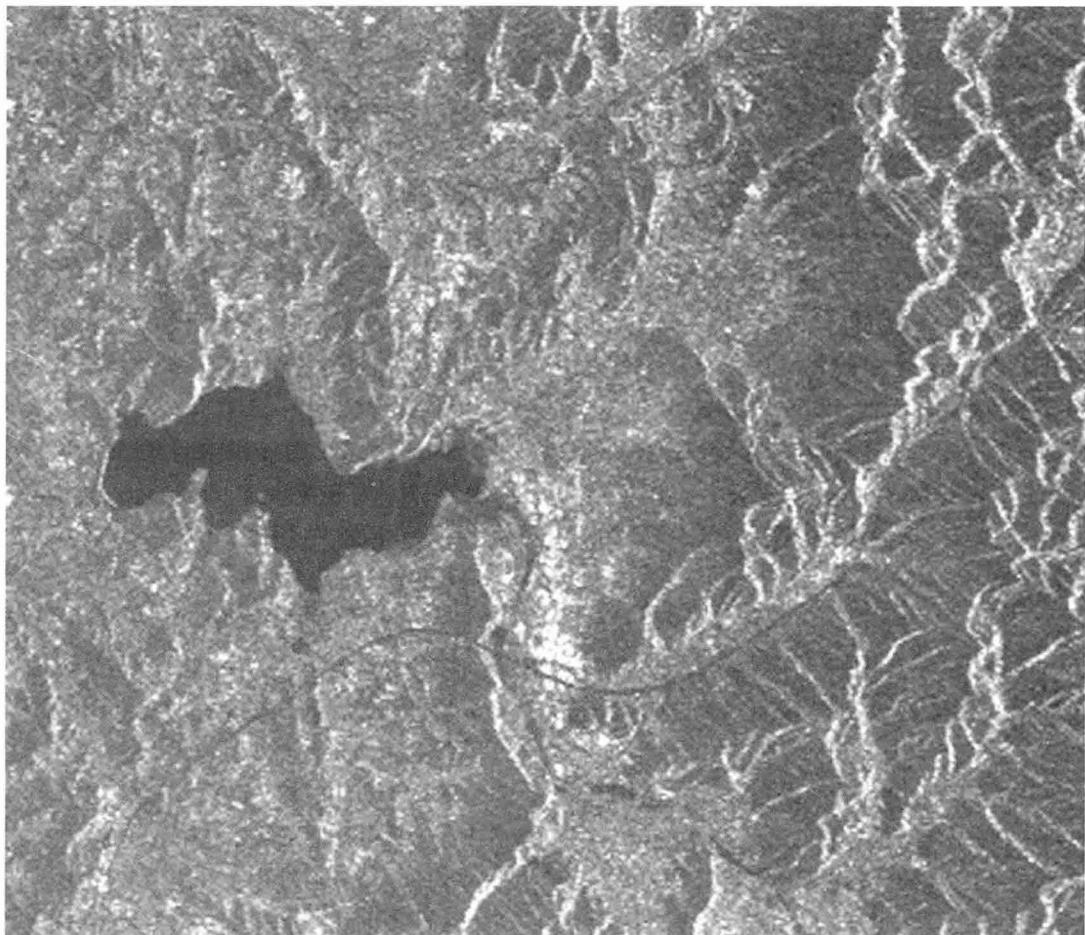
한다.

이 기술을 바탕으로 CMOS 공정으로 가능한 600MHz급 6비트 해상도의 A/D 변환기 칩을 자체 설계 기술로 제작하여 이를 이용한 600MHz급의 고속 A/D변환 모듈을 개발 완료할 것이다.

* 적응 어레이 레이더 신호처리 연구(EM-34)

본 연구에서는 시공간적인 적응 신호처리 기법을 이용한 빔형성을 통하여 표적신호만을 수신하고 간섭신호는 제거시키는 적응 어레이 레이더 신호 처리에 관하여 연구한다. 적응 어레이 레이더는 고도화된 현대의 전자전에서 중요한 역할을 수행할 수 있다.

신호처리 연구실에서 처리된 SAR 영상



기존의 선형 어레이에서의 연구를 평면 어레이, 원형 어레이 등 2차원 영역으로 확장한다. 또한 기존의 공간평활의 문제점을 해결하기 위하여 공간보간 방법을 이용한 공간평활 방법에 대한 연구를 수행한다.

또한 표적신호의 검출을 위한 최적의 검파 기법에 대한 연구를 수행할 예정이다. 마지막으로 개발한 알고리즘을 실제 구현할 경우 최적의 성능을 얻을 수 있는 각종 파라미터에 대한 성능 분석을 통하여 최적의 적응 어레이 레이더 신호처리 알고리즘을 연구한다.

* 고급 SAR 상관기 기능 구현(EM-35)

레이더 신호를 신속하게 처리할 수 있는 상관기 구조를 고안하여 구현하는 것을 목표로 한다. 그리고 영상 레이더 신호의 range migration을 보상할 수 있는 시스템 구조를 고안하여 구현한다.

더불어 2차원 영상을 신속하게 처리하기 위하여 corner turn 기능을 구현하는 것을 포함할 것이다. 따라서 신속하고 정확한 레이더 영상 처리를 할 수 있는 시스템을 구현하는 것을 최종 목표로 할 것이다.

더불어 DSP를 이용하여 영상 레이더 신호를 신속하고 정밀하게 처리할 수 있는가에 대한 조사를 병행할 것이다.

* 표적인식기법 연구(EM-44)

1, 2단계에서 개발한 표적인식기법을 토대로 레이더 적용 가능한 표적인식(NCTR : Non-Cooperative Target Recognition) 기법에 대하여 완성도 높은 연구를 수행하며 코드개발과 병행하여 NCTR 분석 S/W(Software)를 완성한다.

* 표적산란 code 개발(EM-45)

1, 2단계에서 기능별로 제작된 PO(Physical Optics), PTD(Physical Theory of Diffraction)를 이용한 RCS(Radar Cross Section) 예측 코드를 결합하고 무기체계에 적용 가능한 형태로 실용화한다.

* 원격탐사용 계측시스템 연구(EM-46)

클러터 지도 제작용 시스템의 성능 향상 및 클러터 영상에 대한 응용 연구를 수행한다. 시스템 광대역화를 통한 고분해능 구현과 Motion Compensation을 통한 위상 오차 제거 및 클러터 영상에서의 표적 인식과 Interferometry를 이용한 3차원 영상 제작에 관한 연구를 한다.

* 클러터 모델 완성 및 SAR 영상과 무기체계에 응용연구(EM-47)

나무와 숲의 클러터 모델을 개발하고 개발된 클러터 모델을 SAR 영상 해석에 응용한다. 또한 군사용 목표를 선별에도 이 클러터 모델을 응용한다.

맺 는 말

국방과 방위산업에 꼭 필요한 기반 기초기술을 확보하는 차원에서 국방부/ADD에서 설립한 본 센터는 그간 6년간의 연속적인 지원으로 많은 발전을 이루하여 왔다.

전자파센터에서 수행하는 연구의 상당부분은 국방차원에서 매우 중요하나 연구지원체계의 미비로 국내에서는 체계적인 연구가 수행되어오지 못한 내용들이 많았다. 따라서 처음 시작단계에는 여러 가지 어려움을 겪었으나 그간 괄목할만한 성장을 거듭하여 현재는 수준 높은 연구가 수행되고 있다고 자부한다.

초고주파 송수신 모듈, MS 안테나, 영상추출기술, RCS 기술 등 여러 가지 진행되고 있는 연구가 단순한 연구의 단계를 넘어서 실용화를 지원하기 위한 구체적인 응용을 위한 기초 연구를 수행하는 단계 까지 발전하여 왔다.

발전하는 센터의 그간 수행한 연구내용과 센터의 현재 활동 상황을 요약하였다. 끝으로 국방부/ADD의 전폭적인 지원에 감사드리며 앞으로의 계속적인 성원을 부탁드린다. ⑫