

전자파 반사특성 및 클러터 측정분석법

金 孝 泰 포항공과대학 교수

RCS 를 결정하는 고주파 산란의 1차적인 dominant term은 산란체 표면에 있는 N개의 산란 중심점으로부터의 전자파 반사 및 회절입니다.

전자파 산란 중심점은 산란체 표면구조 및 구조의 불연속 상태에 따라 정해지며 또한 산란 중심점은 레이더의 표적물에 대한 look angle에 따라 이동합니다.

따라서 산란 중심점의 위치 결정은 고주파 산란의 중요한 과제 의 하나입니다.

- 임의 단면을 갖는

시린다형 표적물에 대한 GTD 해

임의의 convex형 단면을 갖는 시린다형 표적물에 경사 입사하는 전자파의 산란에 대한 GTD 해를 구하였습니다.

임의의 convex형 단면을 갖는 구조물의 산란 해석의 중요 과제는 표면파의 전파상수 및 감쇄 상수를 결정하는 문제, 회절파의 geodesic path 결정, 반사파에 대한 특이점 및 확산계수 결정 등이 중요 과제입니다.

- 3-D 표적물에 의한

전자파 산란해석을 위한 모멘트법

이번 연구에서 모멘트법은 산란 계산의 정확성에 대한 검증 방법의 하나로 연구되었습니다. 3-D 산란체의 산란 해석을 위한 모멘트법은 wire-grid 모델과 연속 표면 모델 등이 있습니다.

기존의 모멘트법은 matrix size의 증가 문제 및 matrix element 계산에 포함된 singularity 처리 등이 중요한 단점의 하나입니다.

이 문제를 해결하기 위한 새로운 방법이 시도되었고 이 방법의 효용성 및 정확성을 비교 검토 하였습니다.

- 표적물의 모델링 연구

실제의 군사 표적물은 일반적으로 매우 복잡한 기하학적 구조로 이루어져 있고 이들에 대한 정확한 수학적 모델링은 매우 어려운 과제입니다.

이런 연구 목적의 하나는 레이더 신호에 대한 표적물의 RCS 예측에 있습니다.

따라서 이번 연구에서는 airplane-like 표적물을 고주파 산란의 관점에서 곡면 구조 및 구조의 불연속을 기본 구조로해 모델링 하였습니다.

- Inlet구조에의한 전자파 산란 연구

이번 연구에서는 대형 흡입구 형태의 구조물인 한쪽 끝이 열리고 내벽에 흡수물질을 입힌 완전도체로 이루어진 경사진 벽으로 막힌 평행도파관과 직사각형 도파관이 외부로부터 전자기 평면파가 입사할때, 도파관에 의한 전자파의 산란을 UTD를 이용해 해석하였습니다.

이들 도파관에 임의 방향으로 분극된 평면파가 입사할 때, 입사파의 일부는 도파관 입구 모서리에서 회절되어 외부로 복사되고, 나머지는 도파관의 내부로 결합해 전파되어 terminator에 반사된 후 다시 입구를 통해 외부로 복사됩니다.

도파관 입구에서 직접 회절해 산란되는 전자기파는, 평행도파관은 UTD의 2차원 회절계수를 이용하고, 직사각형 도파관은 3차원 회절계수와 Equivalent Current Method(ECM)을 사용하여 직접 구합니다.

- 한국형 클러터 예측기법 개발

* 논, 밭의 클러터

논, 밭, 야산의 웅덩이 등을 surface clutter로 모델화 하기 위해 완전도체 평판 위에 반 원통, 또는 직사각형 홈이 파여진 산란 구조물에 대한

RCS계산 기법을 개발합니다.

반 원통 또는 직사각형 홈에는 유전체가 채워져 있는 경우를 가정하여서, 논, 밭에 존재하는 수분층 및 식물에 의한 volume scattering 영향도 아울러 고려합니다.

개발된 clutter모델은 Radar 입사각, 주파수 Polarization, 홈의 크기, 홈에 채워진 유전체의 유전율 등의 함수로 표시되어 있고, near grazing 입사각을 포함한 모든 경우에 clutter RCS 예측이 가능합니다.

* 전봇대 클러터

야산 또는 도시내의 전봇대 및 전송선 철탑으로부터 산란되는 Radar Clutter RCS예측을 위해 완전도체 평면위에 직사각형 도체 cylinder가 서 있는 산란 구조물을 고려 합니다.

특히 도체 cylinder가 여러개 Radar beam 영향에 들어 있는 경우를 고려하기 위해, Radar 입사파를 gaussian beam으로 가정하였으며, 유한개의 도체 cylinder를 rectangular grating으로 가정하였습니다.

개발된 clutter모델은 전봇대의 크기, Radar 입사각, 주파수, polarization 등의 함수로 표시되어 있으며, High frequency(L band 이상) 경우에 사용가능한 근사적인 해석해가 제시됩니다.

* 전송선 철탑 클러터

VHF내역 전송선 철탑 클러터 산란에 대한 실험 측정 및 모델화를 연구합니다. 실험 측정치를 기초로 산란 특성을 주파수, 입사각, 철탑 크기 등의 함수로 표시해, 산란 및 신호 감쇄를 예측하는 실험식을 제시 합니다.

또한 UHF대역에서 전송선 철탑에 의한 신호 감쇄 및 산란특성을 예측 할수 있는 모델을 개발해, antenna directivity, Fresnel zone, 주파수 특성, polarization 영향들을 고려할수 있는 전송선 다발에 의한 Interference 모델을 제시합니다.

• Network Analyzer를 이용한

Scatterometer에 대한 연구

레이다 클러터 측정 및 분석에 관한 연구에서는 1, 2차년도의 클러터에 대한 기존의 데이터, 통계 자료 등의 수집 분석에 대한 연구 및

한국적 클러터를 실험적으로 측정할수 있는 장치에 대한 기본 연구를 바탕으로 합니다.

3차년도에서는 실제 클러터를 측정할수 있는 Michigan 대학의 MMP(Millimeter Polarimeter)를 모델로 한 Network Analyzer를 이용한 Scatterometer 개발에 대한 연구를 수행하였습니다.

detection, processing, data transfer 부분은 HP-8510 Network Analyzer의기능을 이용하였고, circulator를 이용해 하나의 안테나로 송·수신할수 있도록 설계하였습니다.

또한 근거리에서 안테나와 회로로부터의 반사를 제거하고, Network Analyzer의 dynamic range를 증가시키기 위해 펄스모드를 사용하였습니다.

현재 보유하고 있는 SL19700 파라볼릭 안테나의 경우 단일 linear polarization으로 고정되어 있어 이 안테나로서는 hh나 vv와 같은 co-polarization 측정만이 가능합니다.

하지만 현재 도입을 추진중인 WJ-48780dual-polarized 안테나를 이용할 경우 hh, vv 뿐만 아니라 hv와 vh와 같은 cross-polarization 측정이 가능하도록 시스템을 설계하였습니다.

시스템 오차를 줄이기 위한 calibration에 대한 연구에서는 Network Analyzer 자체내의 1 port error 모델을 이용한 calibration 기법을 개발하였으며, point target에 대한 RCS calibration을 수행하여 RCS 측정 실험을 수행하였습니다.

이러한 calibration의 수행 및 Network Analyzer를 제어하기 위해, 기존의 HP 9000시리즈 워크스테이션을 사용하는 대신, 야외실험에 용이하기 위해 노트북 PC를 사용하여 GPIB(General Purpose Interface Bus)를 통해 시스템을 제어할수 있도록 시스템을 구축하였습니다.

이와 같은 Network Analyzer를 이용한 scatterometer 시스템을 이용해 한국 특유의 클러터 측정 및 low grazing angle에서의 클러터 측정을 위한 시험 측정을 수행하였습니다.

앞으로의 연구를 통해 시스템의 개선 및 polarimetric 클러터 데이터를 얻기 위한 연구를 계속할 예정입니다. *