

2차원 전자파 산란에 따른 근방계에서의 소스 추정

김태용* · 이훈재*

*동서대학교 컴퓨터정보공학부

Source Estimation in Near-field by 2-Dimensional EM Scattering

Tae Yong Kim* · Hoon-Jae Lee*

*Div. of Computer & Information Engineering, Dongseo University

E-mail : tykimw2k@gdsu.dongseo.ac.kr

요 약

물체 내부구조 및 매질 정수의 분포를 측정하기 위한 비파괴 기술은 지하자원의 탐사 지하 케이블 및 매설관의 식별, 의료 분야의 영상진단 등에서 폭넓게 적용될 수 있다. 본 연구에서는 임의의 산란체에 대한 2차원 전자파 산란문제를 다루고, 근방계에 설치된 몇 개의 센서에서 측정된 정보를 이용하여 입사파를 근사적으로 추정하였다.

ABSTRACT

Non-destructive technique to measure internal structure and constant distribution of material can be widely used to exploration of mineral resources, identification of underground cables and buried pipelines, and diagnostic imaging in medical area. In this paper, we considered 2-dimensional EM scattering problem. Incident wave source is estimated by using some measured information obtained from near-field solutions.

키워드

비파괴 기술, 전자파 산란, 역문제, 입사파

I. 서 론

역문제(inverse problem)는 수학 및 과학 분야에서 모델 매개변수들의 값을 관측 자료를 통해서 획득하는 제반 문제를 말한다. 이러한 역문제의 응용으로서 물체의 내부 구조 및 매질 정수의 분포를 측정하기 위한 비파괴 기술을 들 수 있으며 주로 지하자원의 탐사, 지하 케이블 및 매설관의 식별, 의료 분야의 영상진단 등에서 폭넓게 활용되고 있다.

이와 같이 역문제[1-3]는 다양한 분야에서 연구되고 있지만, 역문제가 발생하는 근본적인 이유는 원하는 매개변수를 직접 관측하길 희망하지만 실제 관측을 통해 데이터를 얻기 힘든 경우가 종종 발생하기 때문이다.

본 연구에서는 등방성 매질로 구성된 2차원 전자파 전파문제를 다루고, 펄스가 주입된 위치에서

의 소스를 추정하기 위하여 임의 위치에서 전계 데이터를 획득하여 역문제 적용 가능성을 검토하였다. 일반화된 문제의 경우는 소스는 미정 상태이지만 특정 위치에서 펄드 정보를 픽업하는 것은 가능하므로 본 연구 결과를 통하여 지하에 매설된 물질을 특정하기 위한 기초 연구로서 응용 가능할 것으로 생각된다.

II. 실험 결과

맥스웰 방정식으로 표현되는 전자계는 적절한 조작을 통하여 시간영역에서의 차분법으로 표현 가능하다. 전자계 시뮬레이션을 위하여 FDTD법을 이용하였고, 펄스가 발생하는 위치에서의 소스 추정을 위하여 역문제 적용을 시도하였다.

그림 1에서 볼 수 있듯이 산란체는 입사하는

펄스에 의해 주변으로 전자계 에너지를 산란시킨다. 계산 영역은 60x60의 Yee 셀로 이산화시켰으며, 매질 내 물체는 없는 상태로서 가정하고 계산 영역의 중앙에서 펄스를 발생시켰다(그림 2 참조). 관측점은 (10,10) 위치에 전계를 픽업하기 위한 센서가 있는 것으로 가정하였다.

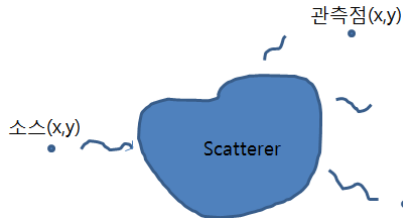


그림 1. 역문제를 통한 소스 추정 모델

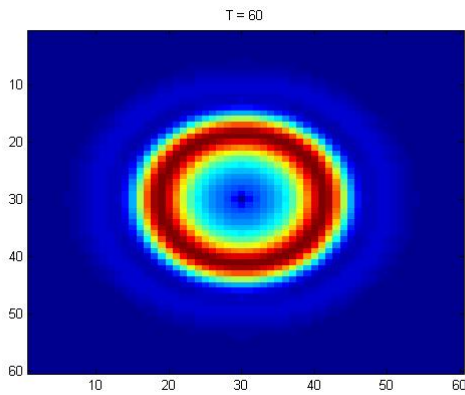


그림 2. 산란장에서 펄스를 주입한 경우

첫 번째 예제로서 중앙에 입력한 펄스의 파형을 식 (1)로 가정한 경우의 추정 결과를 그림 3에 나타내었다. 식 (1)에서 t_0 는 펄스의 지연으로서 $30\Delta t$, s 는 펄스의 확산 정도를 나타낸다($s=6.0$).

$$p(t) = e^{-0.5 \cdot ((t-t_0)/s)^2} \quad (1)$$

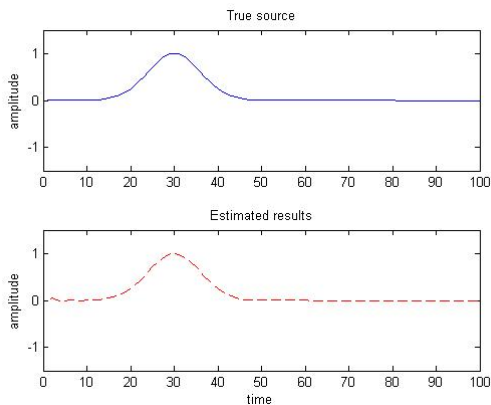


그림 3. 소스 추정 결과: 식 (1)의 경우

계산 결과로 볼 때, 펄스의 모양 및 진폭이 소스 프로파일과 매우 유사하게 추정된 것을 볼 수 있다.

다음으로 식 (2)와 같이 펄스의 변화가 매우 느린 펄스 파형을 소스 프로파일로 선택하여 계산한 결과를 그림 4에 나타내었다. 식 (1)의 경우는 가우시안 펄스에 해당되지만 식 (2)의 경우는 시간에 따라 위상이 매우 천천히 변화하는 펄스에 해당된다. 계산 결과로 볼 때, 펄스의 전반부는 어느 정도 추정하였다고는 하지만 후반부의 펄스가 깨어진 것을 볼 수 있다. 이러한 문제는 관측점의 수를 늘리게 되면 개선될 것으로 생각된다.

$$p(t) = \sin(\omega t)^2 \quad (2)$$

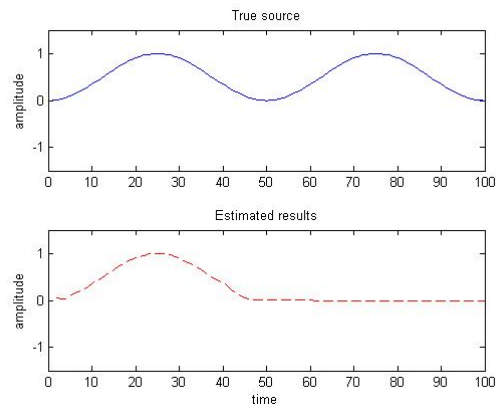


그림 4. 소스 추정 결과: 식 (2)의 경우

III. 결 론

2차원 전자파 산란장에서 픽업된 전계 데이터를 통하여 소스 위치의 펄스 파형을 추정하기 위하여 역문제를 활용하여 추정하였다. 소스 파형의 위상이 느리게 변하는 경우에는 관측점의 수를 늘리면 추정 결과가 개선될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] Musha Toshimitu and Okamoto Yosio, Inverse problem and its solving method (Japanese ed.), Ohm Press.
- [2] Hasegawa Satomi et al., Templates for the solution of linear systems: Building blocks for iterative methods(Japanese ed.), Asakura Press.
- [3] Fatih Yaman et al., "A survey on inverse problems for applied sciences", Mathematical problems in engineering, Vol. 2013, pp. 1-19, 2013.