

센서네트워크 응용을 위한 AMR 자기센서의 공간적 출력 신호 모델링 연구

*김기태, 김건욱

동국대학교 전자공학과

e-mail : *kkta4@dongguk.edu, kwkim@dongguk.edu*

A Study of Spatial Model for AMR Magnetometer In Wireless Sensor Network

*KiTae Kim, KeonWook Kim

Department of Electronics Engineering
Dongguk University

Abstract

Wireless Sensor Network (WSN) surveillance applications usually employed magnetometer for recognizing the ferrous objects. Novel magnetic sensing model which includes azimuth parameter is suggested to understand the anisotropic characteristic of magnetic field through numerous outdoor experiments.

I. 서론

군용 감시 정찰 센서네트워크 시스템은 여러 이중센서로부터 다양한 표적 특징을 추출, 합성하여 목표물 탐지 및 식별을 수행한다. 음향, 진동, 자기센서 등이 상기의 목적을 위해 주로 사용되고 있다.^[1~2] 이중 음향, 진동 센서의 경우 등방성을 가지며 이웃한 센서노드간의 협업을 이용한 공간적 정보 획득이 용이한 반면, 자기센서의 경우 비등방적 특성으로 인하여 센서와 표적간의 방향에 따라 매우 상이한 출력 신호를 제공하고 이는 관심지역에서 표적 출현에 따른 공간정보의 분석을 어렵게 한다. 저가이며 우수한 재현성과 신뢰성을 가진 자기센서의 장점에도 불구하고 실제 적용시에 큰 부담을 갖게 하는 이유이다.^[3] 본 논문에서는

센서 출력의 크기 변화량을 기반으로 하여 자기센서의 방향 특성을 포함한 출력 신호를 모델링함으로써 저비용, 저성능 센서네트워크 노드에 적합한 자기센서 신호처리 방법을 제안한다.

II. 본론

2.1 실험 및 분석

자기 데이터 수집을 위한 자기센서의 표적물은 군인과 차량이다. 차량의 경우, 일반적인 중형 승용차를 이용하였으며, 군인은 자기장의 변화를 유도하는 철제 물체를 지닌 것으로 유사 묘사하고 동일 장소에서 거리별 자기장 변화량을 반복 측정하였다. 자기 센서는 Honeywell사의 HMR2300을 사용하였다.^[4]

자기센서로부터 지구 자기장은 x, y, z , 3축의 데이터로 표현된다. 각 축의 데이터들은 다양한 정보를 포함하고 있으며 패턴인식 알고리즘을 통해 분석하는 것이 일반적이다. 하지만 이러한 알고리즘들은 전체적으로 많은 연산량과 메모리 소모를 야기하여 센서 노드 상에서 처리하기에는 부적합하다. 본 논문에서는 각 축의 데이터 변화량의 시간적 상관관계를 이용하여 특정 시간의 3축 데이터 전체의 크기변화만을 관찰함으로써 표적물의 탐지가 가능하도록 한다. 시간 t 에서의 자기장 크기의 순시치 $M(t)$ 는 (1)의 식을 통해 얻어진다.

$$M(t) = \sqrt{s_x(t)^2 + s_y(t)^2 + s_z(t)^2} \quad (1)$$

여기서 $s_x(t)$, $s_y(t)$, $s_z(t)$ 는 시간 t 에서의 각축의 순시 데이터이다. 일반적으로 신호의 탐지는 표적물에 따른 센서 신호 변화의 관찰을 통해 수행된다. $M(t)$ 의 변화량을 통해 신호 탐지를 시도하게 되지만 표적의 출현에 따른 $M(t)$ 의 변화량은 방향성을 가진다. $M(t)$ 는 표적물과 센서간의 방향(θ_t), 센서 자체의 방향(θ_s)의 두 가지 요소에 영향을 받지만 실험을 통하여 $M(t)$ 의 변화량에 θ_s 는 θ_t 에 따른 변화량보다 10% 내외의 작은 영향력을 가지는 것으로 파악되어 센서 출력 모델에서는 θ_t 에 대해서만 다룬다.

센서와 표적물간의 거리 및 방향(θ_t)에 따른 $M(t)$ 의 변화량은 그림 1의 그래프와 같이 거리에 따른 전방향 데이터의 평균값과 각 방향에 따른 표준편차로 표현된다. 각 방향에 따른 편차 값의 분포는 정규 분포의 형태를 가진다.

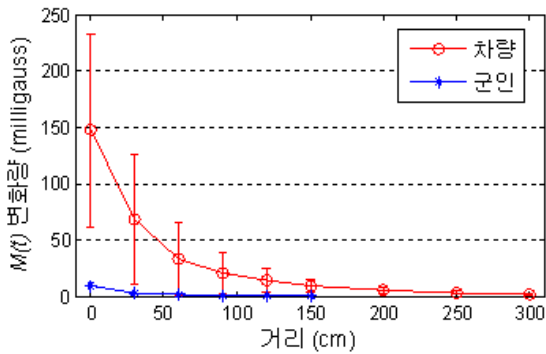


그림 1. 거리에 따른 크기값 변화량의 감쇄 및 방향에 따른 편차 분포

2.2 자기센서 변화량 출력 모델링

그림 1의 결과를 이용하여 다음과 같은 최종 센서 출력 모델을 구성할 수 있다.

$$\hat{S}(d, \theta_t) = \overline{M(d)} + \sigma_d \Theta(\theta_t) \quad (2)$$

여기서, $\hat{S}(d, \theta_t)$ 는 표적과 센서간의 거리 d , 방향 θ_t 에 대한 $M(t)$ 의 변화량 추정치이며, $\overline{M(d)}$ 는 거리 d 에 대한 평균 변화량, σ_d 는 거리 d 에서의 변화량 표준편차, $\Theta(\theta_t)$ 는 방향 θ_t 에 따른 편차 결정 파라미터이며 ± 1 의 범위를 가진다. 각각의 $\overline{M(d)}$, σ_d , $\Theta(\theta_t)$ 는 각각 지수, 다항식, 표준 분포 형태로 다음과 (3), (4), (5)와 같이 모델링되며 각각의 계수는 표 1과 같다.

$$\overline{M(d)} = a \cdot e^{b \cdot d} \quad (3)$$

$$\sigma_d = (a_1 d^{n-1} + a_2 d^{n-2} + \dots + a_n)^{1/2} \quad (4)$$

$$\Theta(\theta_t) = a \cdot e^{-[(\theta-b)/c]^2} \quad (5)$$

표 1. 모델 계수

	차량		군인	
	평균 $\overline{M(d)}$		표준편차 (σ_d)	
a	145.1	9.698	a7	3.253e ⁻¹²
			a6	-3.398e ⁻⁹
b	-0.02306	-0.03394	a5	1.383e ⁻⁶
			a4	-2.683e ⁻⁴
a	55.48	2.996	a3	2.207e ⁻²
			a2	0.2562
b	183.4	181.3	a1	-157.9
			a0	7431
c	135.9	325.1	a0	6.126

상기된 $M(t)$ 변화량 모델에 따른 여러 센서노드의 변화량 정보를 종합하여 관심지역의 차량, 군인의 존재 여부를 감지할 수 있다.

III. 결론

제안된 자기 센서 크기값 출력 모델은 기존 센서네트워크에서의 이진 출력위주의 제한된 사용방법에 비하여 거리와 방향을 고려한 고품질의 정보를 제공해준다. 이 모델은 군용 감시정찰 시스템 및 여러 민간 목적의 시스템의 자기센서 도입에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] A. Arora et al "A line in the sand: a wireless sensor network for taret detection, classification, and tracking", The International Journal of Computer and Telecommunications Networking, 605-634, 2004.
- [2] T. He et al, "VigilNet: An integrated sensor network system for energy-efficient surveillance", ACM Transaction on Sensor Networks, 1-38, 2006.
- [3] P.Pipka, "Magnetic Sensors and Magnetometers", Artech, 2001.
- [4] M.J.Caruso and L.S.Withanawasam, "Vehicle Detection and Compass Applications using AMR Magnetic Sensors", Honeywell Report.