



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월17일
(11) 등록번호 10-2051222
(24) 등록일자 2019년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/00 (2006.01) H04B 13/02 (2006.01)
H04B 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 33/0082 (2013.01)
H04B 13/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0099276
(22) 출원일자 2018년08월24일
심사청구일자 2018년08월24일
(65) 공개번호 10-2019-0098673
(43) 공개일자 2019년08월22일
(30) 우선권주장
1020180018466 2018년02월14일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR101720327 B1*
KR1020150062920 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자
승실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
신요안
서울특별시 동작구 상도로 369, 형남공학관 1206호
김광열
서울특별시 동작구 상도로 369, 형남공학관 1203호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 오용균

(54) 발명의 명칭 이동형 자기장 유도 통신을 위한 자기장 신호 탐지 장치 및 그 방법

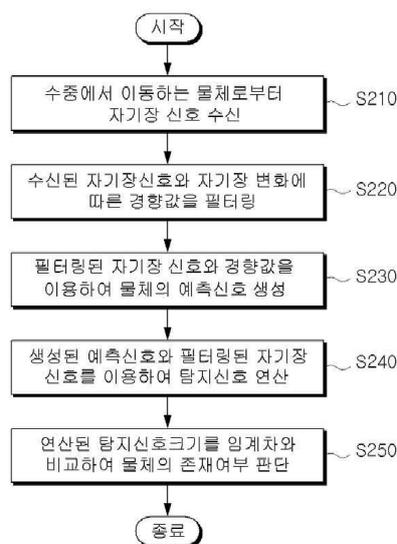
(57) 요약

본 발명은 이동형 자기장 유도 통신을 이용한 자기장 신호 탐지 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 자기장 신호 탐지 장치를 이용한 자기장 신호 탐지 방법에 있어서, 복수의 자기장 센서를 이용하여 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신하는 단계, 상기 수신된 자기장 신호와 자기장 변화에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



대한 경향값을 필터링하는 단계, 상기 필터링된 자기장 신호와 경향값을 이용하여 물체의 예측 신호를 생성하는 단계, 상기 물체의 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호를 연산하는 단계, 그리고 상기 연산된 탐지 신호의 크기를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 측정된 자기장 신호의 경향을 이용하여 예측신호를 생성하고 생성된 예측신호와 실제 측정되는 신호의 차이를 이용하여 물체의 위치를 추적함에 따라, 기존의 물체 탐지 기법보다 물체를 빠르게 탐지할 수 있다.

또한, 자기장 신호는 매질의 투과율에 영향을 받으며, 공기중과 수중에서의 투과율은 비슷하기 때문에, 본 발명의 경우 기존 음향통신 기술보다 효율적으로 물체의 위치를 측정할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 5/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711071198
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업 / 중견연구자지원사업 / 중견연구
연구과제명	이동형 수중 센서 네트워크를 위한 자기장 통신 시스템 개발
기여율	1/1
주관기관	승실대학교 산학협력단
연구기간	2016.06.01 ~ 2020.05.31
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

자기장 신호 탐지 장치를 이용한 자기장 신호 탐지 방법에 있어서,
 복수의 자기장 센서를 이용하여 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신하는 단계,
 상기 수신된 자기장 신호를 필터링하고 필터링 된 값을 바탕으로 자기장 변화에 대한 경향값을 획득하는 단계,
 상기 필터링된 자기장 신호와 획득된 경향값을 이용하여 예측 신호를 생성하는 단계,
 상기 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호의 차이를 연산하는 단계, 그리고
 상기 연산된 탐지 신호의 차이를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 단계를 포함하고,
 상기 물체의 예측 신호를 생성하는 단계는,
 다음의 수학적식과 같이 상기 필터링된 자기장 신호값과 경향값을 이용하여 m개의 예측 신호를 생성하는 자기장
 신호 탐지 방법:

$$F_k(t+m) = \tilde{B}_k(t) + mT_k(t)$$

여기서, $F_k(t+m)$ 은 예측 신호이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값, $T_k(t)$ 는
 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향 값, m은 예측신호의 개수이다.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 경향값을 획득하는 단계는,
 DES(Double Exponential Smoothing) 알고리즘을 이용하여 다음의 수학적식과 같이 자기장 신호를 필터링 하고, 필
 터링 된 자기장 신호로부터 경향값을 획득하는 자기장 신호 탐지 방법:

$$\begin{aligned} \tilde{B}_k(t) &= \alpha \cdot B_k(t) + (1-\alpha) \cdot \{\tilde{B}_k(t-1) + T_k(t-1)\} \\ T_k(t) &= \beta \cdot \{\tilde{B}_k(t) - \tilde{B}_k(t-1)\} + (1-\beta) \cdot T_k(t-1) \end{aligned}$$

$$k \in \{x, y, z\}$$

여기서, 는 자기장 센서의 축이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값,
 $T_k(t)$ 는 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향값, α 는 이중 지수 평활 계수이고, β 는 이
 중 지수 경향 계수이다.

청구항 3

삭제

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 탐지 신호를 연산하는 단계는,
 1행은 필터링된 신호를 나타내고, 2행은 시간에 따른 예측 신호를 나타내는 윈도우 필터를 생성하는 단계,
 상기 1행에 따른 필터링된 신호와 2행에 따른 예측 신호의 차이 값을 구하는 단계, 그리고

상기 윈도우 필터는,

다음의 행렬식과 같이, 2 x M의 행렬 형태로 이루어지는 자기장 신호 탐지 방법:

$$W_k(t) = \begin{bmatrix} \tilde{B}_k(t), \dots, \tilde{B}_k(t+N-1), \tilde{B}_k(t+M-m), \dots, \tilde{B}_k(t+M-1) \\ \tilde{B}_k(t), \dots, \tilde{B}_k(t+N-1), F_k(t+M-m), \dots, F_k(t+M-1) \end{bmatrix}$$

여기서, N 는 m 개의 예측 신호를 생성하기 위해 사용되는 필터링된 자기장 신호의 개수이고, M은 필터링된 전체 자기장 신호의 개수이다.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 차이 값을 이용하여 탐지 신호를 연산하는 단계는,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 탐지 신호를 연산하는 자기장 신호 탐지 방법:

$$S_D(t) = \min_{j \in \{1, \dots, m\}} \sqrt{\tilde{F}_x(j)^2 + \tilde{F}_y(j)^2 + \tilde{F}_z(j)^2}$$

여기서, $\tilde{F}_x(j)$, $\tilde{F}_y(j)$, $\tilde{F}_z(j)$ 는 각각의 x, y, z 축에서의 예측 신호와 필터링된 자기장 신호의 차이 값을 나타낸다.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 물체의 존재 여부를 판단하는 단계는,

상기 탐지 신호의 차이가 임계치 보다 작으면 물체가 탐지되지 않은 것으로 판단하고, 상기 탐지 신호의 차이가 임계치 보다 크거나 같으면 물체가 탐지된 것으로 판단하는 자기장 신호 탐지 방법.

청구항 7

복수의 자기장 센서를 이용하여 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신하는 신호 수신부,

상기 수신된 자기장 신호를 필터링하고 필터링 된 값을 바탕으로 자기장 변화에 대한 경향값을 획득하는 필터링부,

상기 필터링된 자기장 신호와 경향값을 이용하여 물체의 예측 신호를 생성하는 예측신호 생성부,

상기 물체의 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호의 차이를 연산하는 탐지 신호 연산부, 그리고

상기 연산된 탐지 신호의 차이를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 판단부를 포함하고,

상기 예측 신호 생성부는,

다음의 수학적식과 같이 상기 필터링된 자기장 신호값과 경향값을 이용하여 m개의 예측 신호를 생성하는 자기장 신호 탐지 장치:

$$F_k(t+m) = \tilde{B}_k(t) + mT_k(t)$$

여기서, $F_k(t+m)$ 은 예측 신호이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값, $T_k(t)$ 는 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향 값, m은 예측신호의 개수이다.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 필터링부는,

DES(Double Exponential Smoothing) 알고리즘을 이용하여 다음의 수학적식과 같이 자기장 신호와 경향값을 필터링 하고, 필터링 된 자기장 신호로부터 경향값을 획득하는 자기장 신호 탐지 장치:

$$\begin{aligned} \tilde{B}_k(t) &= \alpha \cdot B_k(t) + (1-\alpha) \cdot \{\tilde{B}_k(t-1) + T_k(t-1)\} \\ T_k(t) &= \beta \cdot \{\tilde{B}_k(t) - \tilde{B}_k(t-1)\} + (1-\beta) \cdot T_k(t-1) \end{aligned}$$

$$k \in \{x, y, z\}$$

여기서, $B_k(t)$ 는 자기장 센서의 측이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값, $T_k(t)$ 는 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향값, α 는 이중 지수 평활 계수이고, β 는 이중 지수 경향 계수이다.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 탐지신호 연산부는,

1행은 필터링된 신호를 나타내고, 2행은 시간에 따른 예측 신호를 나타내는 윈도우 필터를 생성하는 윈도우 필터 생성하고, 상기 1행에 따른 필터링된 신호와 2행에 따른 예측 신호의 차이 값을 구하며,

상기 윈도우 필터는,

다음의 행렬식과 같이, 2 x M의 행렬 형태로 이루어지는 자기장 신호 탐지 장치:

$$W_k(t) = \begin{bmatrix} \tilde{B}_k(t), \dots, \tilde{B}_k(t+N-1), \tilde{B}_k(t+M-m), \dots, \tilde{B}_k(t+M-1) \\ \hat{B}_k(t), \dots, \hat{B}_k(t+N-1), F_k(t+M-m), \dots, F_k(t+M-1) \end{bmatrix}$$

여기서, N 는 m 개의 예측 신호를 생성하기 위해 사용되는 필터링된 자기장 신호의 개수이고, M은 필터링된 전체 자기장 신호의 개수이다.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 탐지신호 연산부는,

다음의 수학적식을 이용하여 상기 탐지 신호를 연산하는 자기장 신호 탐지 장치:

$$S_D(t) = \min_{j \in \{1, \dots, m\}} \sqrt{\tilde{F}_x(j)^2 + \tilde{F}_y(j)^2 + \tilde{F}_z(j)^2}$$

여기서, $\tilde{F}_x(j)$, $\tilde{F}_y(j)$, $\tilde{F}_z(j)$ 는 각각의 x, y, z 축에서의 예측 신호와 필터링된 자기장 신호의 차이 값을 나타낸다.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 판단부는,

상기 탐지 신호의 차이가 임계치 보다 작으면 물체가 탐지되지 않은 것으로 판단하고, 상기 탐지 신호의 차이가 임계치 보다 크거나 같으면 물체가 탐지된 것으로 판단하는 자기장 신호 탐지 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동형 자기장 유도 통신을 위한 자기장 신호 탐지 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 측정된 자기장 신호로부터 지구 자기장의 경향(Trend)을 분석하여 예측 자기장 신호를 생성하고 생성된 예측 자기장 신호와 실제 측정된 자기장 신호의 차이를 토대로 물체를 탐지하는 자기장 신호 탐지 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수중에서 발생하는 정보를 지상에서 확인할 수 있도록 해저 인프라 간 연결을 가능하게 하는 수중 사물 인터넷 (Internet of Underwater Things; 이하에서는 "IoUT"라고 명명함)이 최근에 활발히 연구되고 있다.

[0003] IoUT를 위한 기술에는 이동형 수중 단말의 위치추정, 통신 기술 등이 있는데 수중에서 물체의 위치를 추정하기 위한 일반적인 방법으로 소나(SONAR)가 사용되고 있다. 소나는 물체에서 발생하는 음파를 측정하여 위치를 추정하는 방법으로 군에서 주로 사용되고 있지만 특정 주파수에 해당하는 음파를 이용해야 하는 단점이 있다.

[0004] 한편, 자기장세기의 감쇠는 매질의 투과성 (Permeability)에 영향을 받게 되는데 자기장은 수중에서도 공기 중에서는 거의 비슷한 정도의 투자율을 가질 수 있어 수중 통신 기술로 고려되고 있다. 그러나 자기장 유도 통신은 기존의 수중 음향 통신과 달리 전파 특성이 없기 때문에 자기장 범위 내에서만 통신이 이루어지며, 자기장 유도 통신을 위해서는 제일 먼저 수중 기지국이 수중 이동형 단말의 자기장 신호를 탐지하는 과정이 필요하다.

[0005] 단말에서 생성된 자기장 신호를 탐지하기 위해서는 먼저 지구 자기장을 제거하거나 보상해야 한다. 일반적으로 지구 자기장의 경우 대부분 지구 내부의 전류의 흐름에 의해 발생되며, 태양풍을 비롯하여 자기센서 주변에서 발생하는 전자 장비에 의해 지구 자기장 신호가 실시간으로 변화되기 때문에 지구 자기장을 실시간으로 정확하게 모델링하는 방식은 없다. 다만, 지구 자기장의 과거 데이터를 이용하여 현재 또는 미래의 지구 자기장 신호를 예측하거나 실시간으로 변화하는 지구 자기장의 경향성을 고려하는 연구가 진행된 바 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 국내 등록특허 10-1772302 (2017.08.29 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 측정된 자기장 신호로부터 지구 자기장의 경향(Trend)을 분석하여 예측 자기장 신호를 생성하고 생성된 예측 자기장 신호와 실제 측정된 자기장 신호의 차이를 토대로 물체를 탐지하는 자기장 신호 탐지 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시 예에 따르면, 자기장 신호 탐지 장치를 이용한 자기장 신호 탐지 방법에 있어서, 복수의 자기장 센서를 이용하여 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신하는 단계, 상기 수신된 자기장 신호를 필터링하고 필터링 된 값을 바탕으로 자기장 변화에 대한 경향값을 획득하는 단계, 상기 필터링된 자기장 신호와 획득된 경향값을 이용하여 예측 신호를 생성하는 단계, 상기 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호의 차이를 연산하는 단계, 그리고 상기 연산된 탐지 신호의 차이를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 단계는, DES(Double Exponential Smoothing) 알고리즘을 이용하여 다음의 수학적식과 같이 자기장 신호를 필터링 하고, 필터링된 자기장 신호로부터 경향값을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \tilde{B}_k(t) &= \alpha \cdot B_k(t) + (1-\alpha) \{ \tilde{B}_k(t-1) + T_k(t-1) \} \\ T_k(t) &= \beta \{ \tilde{B}_k(t) - \tilde{B}_k(t-1) \} + (1-\beta) \cdot T_k(t-1) \end{aligned}$$

$$k \in \{x, y, z\}$$

[0011] 여기서, $B_k(t)$ 는 자기장 센서의 측이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값,

$T_k(t)$ 는 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향값, α 는 이중 지수 평활 계수이고, β 는 이중 지수 경향 계수이다.

[0012] 상기 물체의 예측 신호를 생성하는 단계는, 다음의 수학적식과 같이 상기 필터링된 자기장 신호값과 경향값을 이용하여 m개의 예측 신호를 생성할 수 있다.

[0013]
$$F_k(t+m) = \tilde{B}_k(t) + mT_k(t)$$

[0014] 여기서, $F_k(t+m)$ 은 예측 신호이다.

[0015] 상기 탐지 신호를 연산하는 단계는, 1행은 필터링된 신호를 나타내고, 2행은 시간에 따른 예측 신호를 나타내는 윈도우 필터를 생성하는 단계, 상기 1행에 따른 필터링된 신호와 2행에 따른 예측 신호의 차이 값을 구하는 단계, 그리고 상기 윈도우 필터는, 다음의 행렬식과 같이, 2 x M의 행렬 형태로 이루어질 수 있다.

[0016]
$$W_z(t) = \begin{bmatrix} \tilde{B}_z(t), \dots, \tilde{B}_z(t+N-1), \tilde{B}_z(t+M-m), \dots, \tilde{B}_z(t+M-1) \\ \tilde{B}_z(t), \dots, \tilde{B}_z(t+N-1), F_z(t+M-m), \dots, F_z(t+M-1) \end{bmatrix}$$

[0017] 여기서, N 는 m 개의 예측 신호를 생성하기 위해 사용되는 필터링된 자기장 신호의 개수이고, M은 필터링된 전체 자기장 신호의 개수이다.

[0018] 상기 차이 값을 이용하여 탐지 신호를 연산하는 단계는, 다음의 수학적식을 이용하여 상기 탐지 신호를 연산할 수 있다.

[0019]
$$S_D(t) = \min_{j \in \{1, \dots, m\}} \sqrt{\tilde{F}_x(j)^2 + \tilde{F}_y(j)^2 + \tilde{F}_z(j)^2}$$

[0020] 여기서, $\tilde{F}_x(j)$, $\tilde{F}_y(j)$, $\tilde{F}_z(j)$ 는 각각의 x, y, z 축에서의 예측 신호와 필터링된 자기장 신호의 차이 값을 나타낸다.

[0021] 상기 물체의 존재 여부를 판단하는 단계는, 상기 탐지 신호의 크기가 임계치 보다 작으면 물체가 탐지되지 않은 것으로 판단하고, 상기 탐지 신호의 크기가 임계치 보다 크거나 같으면 물체가 탐지된 것으로 판단할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 장치는, 복수의 자기장 센서를 이용하여 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신하는 신호 수신부, 상기 수신된 자기장 신호를 필터링하고 필터링된 값을 바탕으로 자기장 변화에 대한 경향값을 획득하는 필터링부, 상기 필터링된 자기장 신호와 경향값을 이용하여 물체의 예측 신호를 생성하는 예측신호 생성부, 상기 물체의 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호들의 차이를 연산하는 탐지 신호 연산부, 그리고 상기 연산된 탐지 신호의 크기를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 판단부를 포함한다.

발명의 효과

[0023] 이와 같이 본 발명에 따르면, 측정된 자기장 신호의 경향을 이용하여 예측신호를 생성하고 생성된 예측신호와 실제 측정되는 신호의 차이를 이용하여 물체의 위치를 추적함에 따라, 기존의 물체 탐지 기법보다 물체를 빠르게 탐지할 수 있다.

[0024] 또한, 자기장 신호는 매질의 투과율에 영향을 받으며, 공기중과 수중에서의 투과율은 비슷하기 때문에, 본 발명의 경우 기존 음향통신 기술보다 효율적으로 물체의 위치를 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 장치의 구성을 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 도 2에 도시한 S240단계를 설명한 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 임계치를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 초기 탐지시간을 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 총 탐지 시간을 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 필터링된 자기장 신호의 세기를 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 실제 탐지결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0027] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0028] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 장치의 구성을 나타낸 구성도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 탐지 신호 연산부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- [0030] 먼저, 도 1에서 나타낸 것처럼, 자기장 신호 탐지 장치(100)는 신호 수신부(110), 필터링부(120), 예측 신호 생성부(130), 탐지신호 연산부(140) 및 판단부(150)를 포함한다.
- [0031] 먼저, 신호 수신부(110)는 수중에 설치된 복수의 자기장 센서를 이용하여 물체의 자기장 신호 및 지구 자기장 신호를 수신한다.
- [0032] 여기서, 자기장 센서는 3축 자기장 센서로 이루어지고 x, y, z축에 각각 적용되는 자기장의 세기를 측정한다.
- [0033] 또한, 자기장 세기는 물체와 자기장 센서의 거리가 멀어지면 감소한다.
- [0034] 다음으로, 필터링부(120)는 자기장 센서에서 수신된 자기장 신호를 DES (Double Exponential Smoothing) 알고리즘을 이용하여 자기장 신호를 필터링한 후 필터링 된 신호로부터 자기장 변화에 대한 경향값을 추출한다.
- [0035] 여기서, DES 알고리즘은 시계열 자료에 있어서 경향값이 존재하는 경우 사용하는 알고리즘으로서, SES 알고리즘에 경향값을 적용하여 결과 값을 도출한다.
- [0036] 또한, SES 알고리즘은 가중치를 이용하여 최근 관측지점에는 큰 가중치를 부여하고, 이전 관측지점으로 이동함에 따라 가중치를 줄여가는 방법으로 경향값이나 계절성이 없을 때 이용하는 알고리즘으로, 계절성은 규칙적으로 발생하는 변동현상을 말하며 본 발명에서는 자기장의 변화값을 의미한다.
- [0037] 다음으로, 예측 신호 생성부(130)는 필터링된 자기장 신호와 경향값을 이용하여 예측 자기장 신호를 생성한다.
- [0038] 다음으로, 탐지신호 연산부(140)는 예측 자기장 신호와 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호를 연산한다.
- [0039] 여기서, 탐지신호 연산부(140)는 1행은 M개의 필터링된 신호를 나타내고, 2행은 m개의 예측 자기장 신호가 포함된 M개의 신호를 나타내고, 2 x M의 행렬 형태로 윈도우 필터를 생성한다.
- [0040] 또한, 탐지신호 연산부(140)는 시간이 경과할 때마다 새로운 윈도우 필터를 생성한다.
- [0041] 다음으로, 탐지신호 연산부(140)는 생성된 윈도우 필터의 1행 중 m개의 필터링된 자기장 신호와 2행의 m개의 예측된 자기장의 차이값을 구한다. 즉, 탐지신호 연산부(140)는 필터링된 자기장 신호와 예측 신호의 값의 차이값을 연산한다.
- [0042] 다음으로, 판단부(150)는 탐지신호 연산부(140)로부터 연산된 탐지신호의 크기가 기 설정된 임계치 보다 작으면 물체가 탐지되지 않은 것으로 판단한다.
- [0043] 또한, 판단부(150)는 연산된 탐지신호의 크기가 기 설정된 임계치보다 크거나 같으면 물체가 탐지된 것으로 판단한다.
- [0044] 여기서, 임계치는 각 시간 및 환경의 변화에 따른 지구 자기장의 크기변화를 측정한 값이다.

- [0045] 이하에서는 도 2 및 도 3을 이용하여 자기장 신호 탐지 방법을 설명한다.
- [0046] 도 2은 본 발명의 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 방법을 나타낸 순서도이고, 도 3는 도 2에 도시한 S240단계를 설명한 순서도이다.
- [0047] 먼저, 도 3에서 나타낸 것처럼, 신호 수신부(110)는 수중에서 이동하는 물체로부터 자기장 신호를 수신한다(S210).
- [0048] 여기서 수중에서 이동하는 물체는 강자성을 가지고 있으며, 물체의 크기 또는 구성요소에 따라 강자성 정도가 변경된다.
- [0049] 여기서, 강자성은 물질 외부에서 자기장이 가해지지 않은 상태에서도 스스로 자기화 되어 자석이 되는 성질을 의미하며, 대부분의 물체는 강자성을 가지고 있다.
- [0050] 신호 수신부(110)가 수신하는 자기장 신호는 물체 고유의 자기장 신호 및 지구 자기장 신호를 포함한다.
- [0051] 다음으로, 필터링부(120)는 신호 수신부(110)로부터 수신한 자기장 신호를 이용하여 자기장 신호를 필터링하며, 변화에 따른 경향값을 획득한다(S220).
- [0052] 이때, 필터링부(120)는 DES 알고리즘을 이용하여 아래의 수학적 식 1과 같이 수신된 자기장 신호를 필터링하고 필터링된 자기장 신호를 이용하여 경향값을 획득한다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} \tilde{B}_k(t) &= \alpha \cdot B_k(t) + (1-\alpha) \cdot \{\tilde{B}_k(t-1) + T_k(t-1)\} \\ T_k(t) &= \beta \cdot \{\tilde{B}_k(t) - \tilde{B}_k(t-1)\} + (1-\beta) \cdot T_k(t-1) \end{aligned}$$

[0053]

$$k \in \{x, y, z\}$$

- [0054] 여기서, $\tilde{B}_k(t)$ 는 자기장 센서의 측이고, $\tilde{B}_k(t)$ 는 시간 t 에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 신호값, $T_k(t)$ 는 시간 t에서 DES 알고리즘으로 필터링된 자기장 변화의 경향값, α 는 이중 지수 평활 계수이고, β 는 이중 지수 경향 계수이다.
- [0055] 또한, α 및 β 의 값은 0 과 1사이의 값을 가지며, β 값의 경우 사용자에 의해 설정되는 값이 아니라 수많은 실험을 하여 도출된 값이다.
- [0056] 그러면, 예측 신호 생성부(130)는 필터링된 자기장 신호와 경향값을 이용하여 물체의 예측신호를 생성한다(S230).
- [0057] 이때, 예측 신호 생성부(130)는 아래의 수학적 식 2와 같이 필터링된 자기장 신호값과 경향값을 이용하여 m개의 예측 신호를 생성한다.

수학적 식 2

$$F_k(t+m) = \tilde{B}_k(t) + mT_k(t)$$

[0058]

- [0059] 여기서, $F_k(t+m)$ 은 예측 신호이다.
- [0061] 다음으로, 탐지신호 연산부(140)는 생성된 예측신호와 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지신호를 연산한다(S240).
- [0062] 이하에서는, 도 3을 이용하여 S240단계를 더욱 상세히 설명한다.
- [0063] 먼저, 도 3과 같이, 탐지신호 연산부(140)는 필터링된 자기장 신호와 예측시간의 차를 연산하기 위한 윈도우 필터를 생성한다(S241).
- [0064] 이때, 윈도우 필터는 아래의 수학적 식 3와 같이 2 x M의 행렬 형태로 이루어진다.

수학식 3

$$W_k(t) = \begin{bmatrix} \tilde{B}_k(t), \dots, \tilde{B}_k(t+N-1), \tilde{B}_k(t+M-m), \dots, \tilde{B}_k(t+M-1) \\ \tilde{B}_k(t), \dots, \tilde{B}_k(t+N-1), F_k(t+M-m), \dots, F_k(t+M-1) \end{bmatrix}$$

[0065]

[0066] 여기서, N은 m 개의 예측 신호를 생성하기 위해 사용되는 필터링된 자기장 신호의 개수이고, M은 필터링된 전체 자기장 신호의 개수이다.

[0067] 또한, 윈도우 필터는 수학식 3에서 나타난 것처럼 1행이 필터링된 자기장 신호를 나타내고 2행이 시간에 따른 예측신호를 나타낸다.

[0068] 그리고, 필터링된 신호의 개수에 따라 윈도우 필터의 크기는 변경이 가능하다.

[0069] 다음으로, 탐지신호 연산부(140)는 필터링된 자기장 신호와 예측신호의 차이값을 연산한다(S242).

[0070] 즉, 탐지신호 연산부(140)는 수학식 3에 따른 윈도우 필터의 1행과 2행의 차이를 연산한다.

[0071] 그러면, 탐지신호 연산부(140)는 연산된 윈도우 필터의 1행과 2행의 차이값과 아래의 수학식 4를 이용하여 탐지신호를 연산한다.

[0072] 즉, 탐지신호 연산부(140)는 x, y, z 축 각각에 대하여 윈도우 필터의 1행과 2행의 차이값을 구하며, 이때의 윈도우 필터의 1행과 2행의 차이 값은 각각의 x,y,z 축에서의 예측 신호와 필터링된 자기장 신호의 차이 값에 대응한다.

수학식 4

$$S_D(t) = \min_{j \in \{1, \dots, m\}} \sqrt{\tilde{F}_x(j)^2 + \tilde{F}_y(j)^2 + \tilde{F}_z(j)^2}$$

[0073]

[0074] 여기서, $\tilde{F}_x(j)$, $\tilde{F}_y(j)$, $\tilde{F}_z(j)$ 는 각각의 x,y,z 축에서의 예측 신호와 필터링된 자기장 신호의 차이 값을 나타낸다.

[0075] 즉, 수학식 4에서 나타난 것처럼 자기장 센서의 각각의 x,y,z 축에서 필터링된 자기장 신호의 값과 예측신호의 값을 이용하여 탐지신호를 연산한다.

[0076] 그러면, 탐지부(150)는 연산된 탐지신호의 크기를 임계치와 비교하여 물체의 존재여부를 판단한다(S250).

[0077] 여기서, 탐지부(150)는 연산된 탐지신호의 크기가 기 측정된 임계치보다 크면 물체를 탐지한 것으로 판단하고, 연산된 탐지신호의 크기가 기 측정된 임계치보다 작거나 같으면 물체를 탐지하지 않은 것으로 판단한다.

[0078] 이하에서는, 도 4 내지 도 8을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 자기장 신호 탐지 방법에 대한 실험 결과를 설명한다.

[0079] 설명의 편의상 도 4 내지 도 6에서는 α 는 0.1, 0.27, 0.8로 설정하고, $\beta = 0.94$, $M = 52[\text{sec}]$, 예측시간은 1 ~ 50[sec]으로 설정한다.

[0080] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 임계치를 나타낸 그래프이다.

[0081] 도 4에 나타난 그래프의 가로축은 예측 시간을 나타내고, 세로축은 α 값에 따라 측정된 임계치를 나타낸다. 도 4에서 보는 바와 같이, 예측 시간이 증가할수록 측정되는 임계치의 값도 증가한다는 것을 알 수 있다.

[0082] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 초기 탐지시간을 나타낸 그래프이다.

[0083] 도 5에서 가로축은 예측시간이고, 세로축은 초기 탐지 시간을 나타낸다.

[0084] 도 5에서 나타난 것처럼, DES 알고리즘을 이용한 본 발명의 실시예에 따르면, SES 알고리즘을 이용한 기존의 자

기장 신호탐지 방법보다 5 ~ 15[sec] 정도 초기 탐지 시간이 감소한다는 것을 알 수 있다.

- [0085] 즉, 기존의 SES 알고리즘을 이용한 신호 탐지 방법의 경우, 초기 탐지 시간을 0초 라고 가정했을 때, 본 발명의 실시예에 따른 DES 알고리즘을 이용한 신호 탐지 방법의 경우에는 대부분의 예측시간에서 초기 탐지 시간이 -15초 내지 -5초 사이에서 형성되므로, 기존의 방법에 비하여 이른 시점에 물체를 탐지할 수 있다는 것을 알 수 있다.
- [0086] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, α 가 0.1 일 경우에 가장 초기 탐지 시간이 짧게 나타난다는 것을 알 수 있다.
- [0087] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 예측 시간별 총 탐지 시간을 나타낸 그래프이다.
- [0088] 도 6에서 가로축은 예측시간이고, 세로축은 자기장 신호가 탐지된 총 탐지 시간을 나타낸다.
- [0089] 또한, 도 6에서 나타낸 것처럼, DES 알고리즘을 이용한 본 발명의 실시예에 따르면, 예측시간이 증가하면 SES 알고리즘을 이용한 기존의 신호탐지 방법보다 총 탐지시간이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0090] 즉, 기존의 SES 알고리즘을 이용한 신호 탐지 방법의 경우, 총 탐지 시간을 0초 라고 가정했을 때, 본 발명의 실시예에 따른 DES 알고리즘을 이용한 신호 탐지 방법의 경우에는 예측시간이 증가함에 따라 총 탐지시간도 +20초까지 점점 증가하여, 기존의 신호탐지 방법보다 많은 시간 동안 자기장을 측정할 수 있다는 것을 알 수 있다.
- [0091] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, α 가 0.1 일 경우에 총 탐지 시간이 가장 길게 탐지하는 것을 알 수 있다.
- [0092] 도 5 및 도 6에서 나타낸 것과 같이 예측시간이 45[sec] 이고, $\alpha = 0.1$ 일 경우에 초기 탐지 시간이 가장 짧고 총 탐지 시간이 가장 길기 때문에 최적으로 자기장을 탐지할 수 있다.
- [0093] 이하에서는 예측시간이 45[sec] 이고, $\alpha = 0.1$ 일 경우에, 탐지 시간에 따른 자기장 신호의 세기 변화와 탐지 결과에 대하여 도 7 및 도 8를 통하여 설명한다.
- [0094] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 필터링된 자기장 신호의 세기를 나타낸 그래프이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 실제 탐지결과를 나타낸 그래프이다.
- [0095] 도 7 및 도 8에서, 예측시간이 45[sec] 이고, $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.94$ 로 설정하고, 붉은색 그래프는 DES 알고리즘을 이용한 본 발명의 자기장 탐지방법을 나타내고, 파랑색 그래프는 SES 알고리즘을 이용한 기존 자기장 탐지 방법을 나타낸다.
- [0096] 즉, 도 7 및 도 8는 물체가 자기장 탐지 장치에 정면 방향으로부터 접근한 후 자기장 탐지 장치의 후면 방향으로 통과하는 경우의 자기장 신호의 변호와 탐지 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0097] 도 7에서 나타낸 것처럼, 시간에 따른 자기장 신호의 증가폭을 통하여 본 발명의 실시예에 따른 자기장 탐지 방법이 기존의 자기장 탐지 방법보다 먼저 물체를 탐지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0098] 다음으로, 도 8에서 나타낸 것처럼, 본 발명의 실시예에 따른 자기장 탐지 방법은 430[sec]에서 처음으로 물체를 탐지하였고 790[sec]에서 물체탐지를 종료하여 총 360[sec]동안 물체를 탐지한 것을 알 수 있다.
- [0099] 또한, 기존의 자기장 탐지 방법은 450[sec]에서 처음으로 물체를 탐지하였고, 760[sec]에서 물체탐지를 종료하여 총 310[sec]동안 물체를 탐지한 것을 알 수 있다.
- [0100] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 기존의 자기장 탐지 방법에 비하여 신속하게 물체를 탐지하고, 물체를 탐지할 수 있는 총 시간도 기존의 자기장 탐지 방법보다 더욱 길다는 것을 알 수 있다.
- [0101] 또한, DES를 이용한 자기장 신호 탐지 방법이 기존의 SES 알고리즘을 이용한 자기장 신호 탐지 방법보다 자기장 신호에 대하여 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다.
- [0102] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 측정된 자기장 신호의 경향을 이용하여 예측신호를 생성하고 생성된 예측신호와 실제 측정되는 신호의 차이를 이용하여 물체의 위치를 추적함에 따라, 기존의 물체 탐지 기법보다 물체를 빠르게 탐지할 수 있다.
- [0103] 또한, 자기장 신호는 매질의 투과율에 영향을 받으며, 공기중과 수중에서의 투과율은 비슷하기 때문에, 본 발명의 경우 기존 음향통신 기술보다 효율적으로 물체의 위치를 측정할 수 있다.
- [0104] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명 되었으나 이는 예시적인 것이 불과하며, 본 기술 분야의 통상

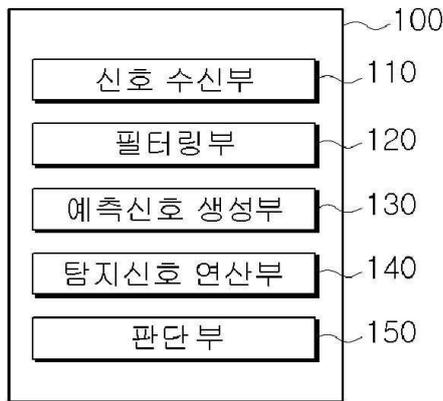
의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

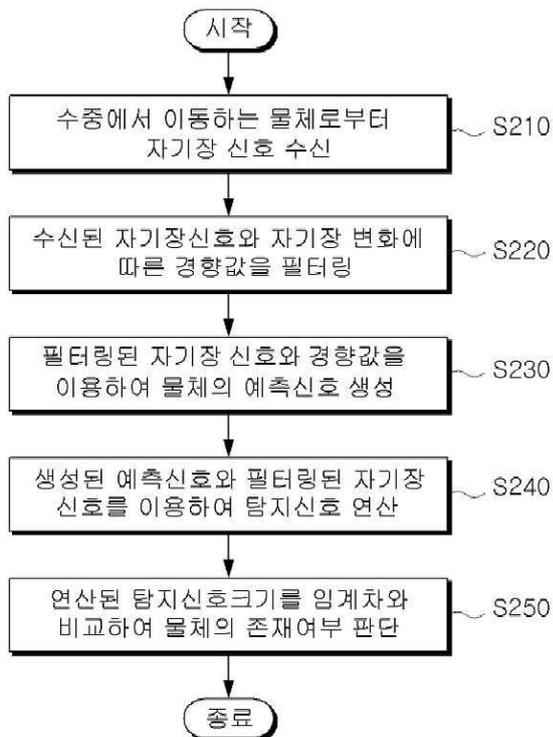
- [0105] 100: 자기장 신호 탐지 장치, 110: 신호 수신부,
 120: 필터링부, 130: 예측 신호 생성부,
 140: 탐지신호 연산부, 150: 판단부

도면

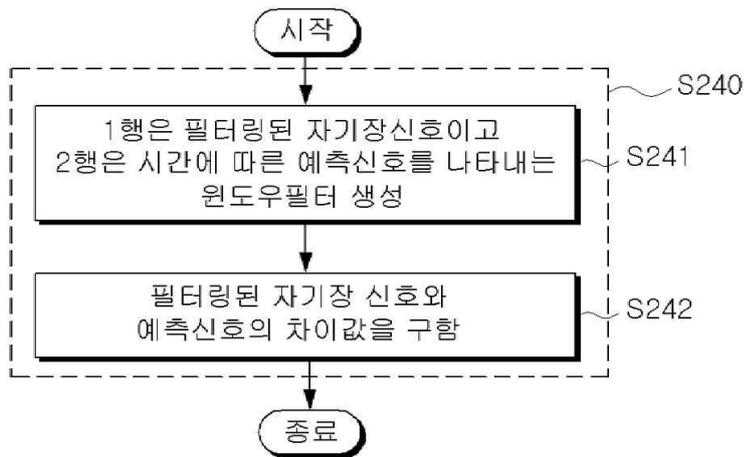
도면1



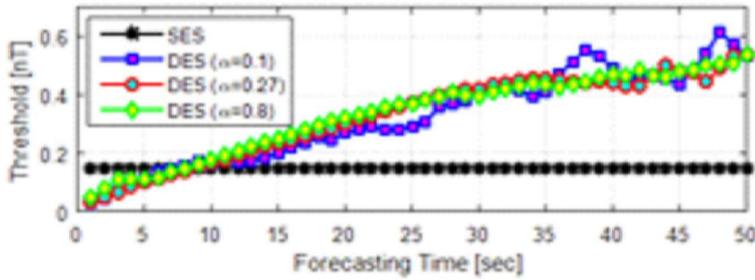
도면2



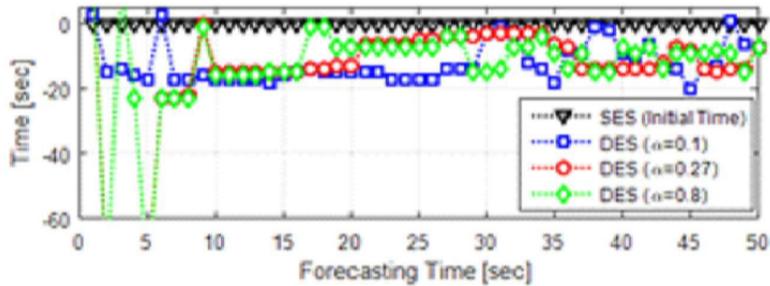
도면3



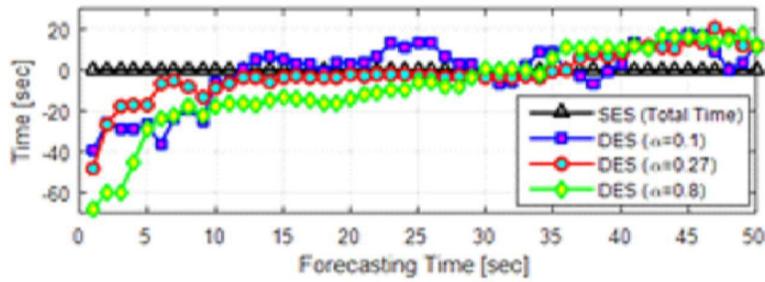
도면4



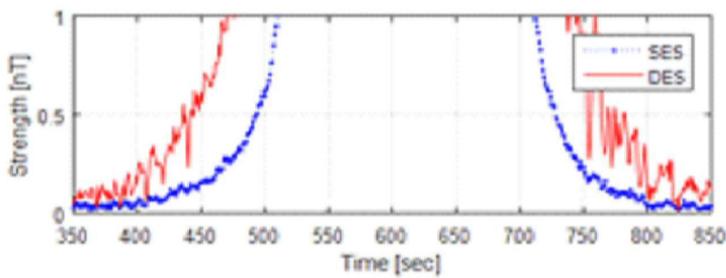
도면5



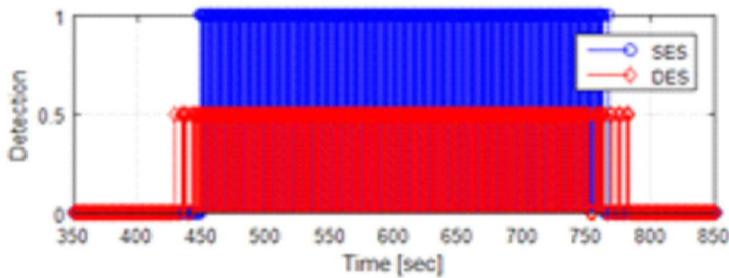
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구범위 제7항

【변경전】

상기 물체의 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호들의 차이를 연산하는 탐지 신호 연산부, 그리고 상기 연산된 탐지 신호의 크기를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 판단부를 포함하고,

【변경후】

상기 물체의 예측 신호와 상기 필터링된 자기장 신호를 이용하여 탐지 신호의 차이를 연산하는 탐지 신호 연산부, 그리고 상기 연산된 탐지 신호의 차이를 임계치와 비교하여 물체의 존재 여부를 판단하는 판단부를 포함하고,

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구범위 제4항

【변경전】

제1항에 있어서,

【변경후】

제2항에 있어서,