



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월15일
(11) 등록번호 10-2156401
(24) 등록일자 2020년09월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/56 (2006.01) G01S 13/02 (2006.01)
G01S 13/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/56 (2013.01)
G01S 2013/029 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0120477
(22) 출원일자 2019년09월30일
심사청구일자 2019년09월30일
(56) 선행기술조사문헌
US20060238407 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
충남대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
우중명
대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 108동 201호
최윤선
세종특별자치시 대평1길 37 해들마을2단지 204동 507호
(74) 대리인
이은철

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김민성

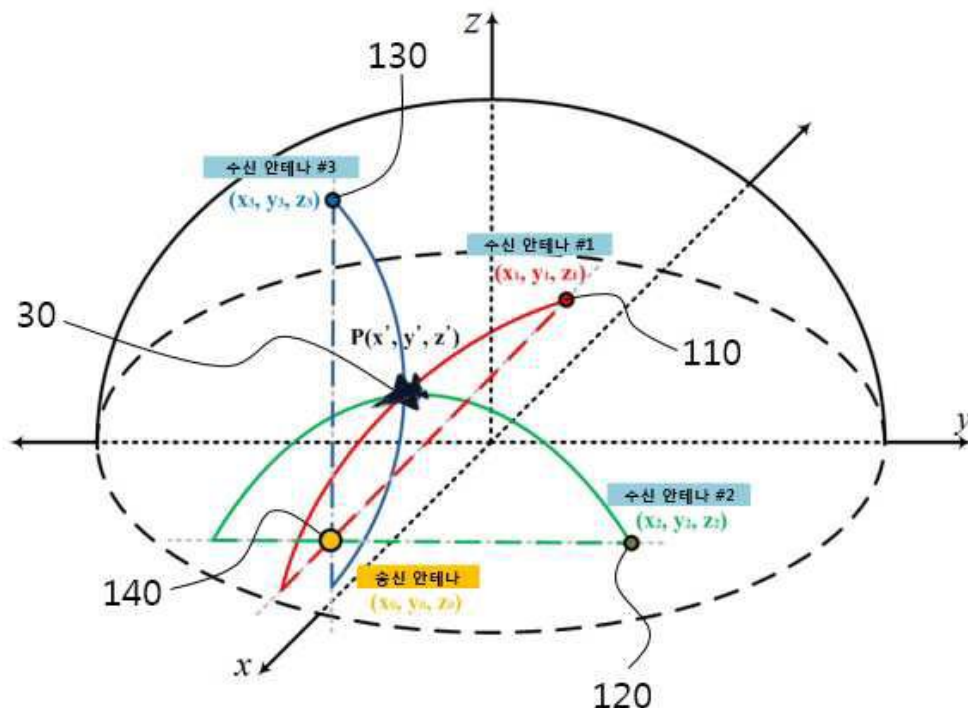
(54) 발명의 명칭 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스태틱 레이더 시스템

(57) 요약

본 발명은 송신 안테나와 일정 거리 떨어져 3개 축 상의 특정 위치에 배치되는 3개의 수신 안테나로부터 수신되는 신호의 거리에 따른 각도와 시간차 분석을 통해 목표물의 위치를 추적하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스태틱 레이더 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스태틱 레이더 시스템은 목

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



표물의 위치를 탐지하기 위한 신호를 송신하는 송신 안테나와, 3차원의 세 개 좌표축 상에 각각 배치되어 상기 송신 안테나로부터 전송되는 신호를 직선 경로 또는 포물선 경로를 통해 수신하는 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나를 포함한다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템은 위치 설정부, 거리 및 각도 산출부 및 위치정보 산출부를 포함한다. 상기 위치 설정부는 3차원의 좌표축 상에 상기 송신 안테나와 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나의 좌표 위치를 설정한다. 또한, 상기 거리 및 각도 산출부는 상기 송신 안테나로부터 전송된 신호가 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 각각 직접 도달하는 직선 경로와, 상기 신호가 송신 안테나로부터 목표물에 반사된 후 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 도달하는 포물선 경로와, 상기 송신 안테나를 기준으로 각 직선 경로에 대한 목표물의 각도를 산출한다. 또한, 상기 위치정보 산출부는 상기 거리 및 각도 산출부에서 산출된 포물선 경로와 각도를 토대로 연산하여 상기 목표물의 위치정보를 산출한다.

(52) CPC특허분류

G01S 2013/466 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

Ali Noroozi 외 1명. Target localization from bistatic range measurements in multi-transmitter multi-receiver passive radar. IEEE Signal Processing Letters. vol.22, no.12, 2015.12., page 2445-2449*

KR1020190118341 A

JP2016161409 A

KR101733033 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345301287

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 지역대학우수과학자지원사업(1년~5년)

연구과제명 스텔스기 탐지를 위한 레이더 시스템 기초적 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 충남대학교

연구기간 2019.06.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템에 있어서,

3차원의 좌표축 상에 위치하는 목표물의 위치를 탐지하기 위한 신호를 송신하는 송신 안테나;

3차원의 세 개 좌표축 상에 각각 배치되어 상기 송신 안테나로부터 전송되는 신호를 직선 경로를 통해 수신하는 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나;

3차원의 좌표축 상에 상기 송신 안테나와 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나의 좌표 위치를 설정하는 위치 설정부;

상기 송신 안테나로부터 전송된 신호가 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 각각 직접 도달하는 직선 경로와, 상기 신호가 송신 안테나로부터 목표물에 반사된 후 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 도달하는 직선 경로와, 상기 송신 안테나를 기준으로 각 직선 경로에 대한 목표물의 각도를 산출하는 거리 및 각도 산출부;

상기 거리 및 각도 산출부에서 산출된 직선 경로와 각도를 토대로 연산하여 상기 목표물의 위치정보를 산출하는 위치정보 산출부를 포함하며,

상기 거리 및 각도 산출부는

포물선 경로 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 와 3차원의 3 좌표축 중 하나의 좌표축이 이루는 각이 직각이고, 포물선 경로 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 와 송신 안테나의 좌표 및 원점에 대한 삼각함수로 송신 안테나와 좌표 $P'(x', y', z')$ 간의 거리 l 을 구한 다음(3 좌표축 중 하나의 좌표축은 송신 안테나 및 수신 안테나를 연결하는 선이고, 송신 안테나 및 수신 안테나를 연결하는 선과 좌표 $P'(x', y', z')$ 가 직각으로 만나는 점은 원점임), 구한 거리 l 및 타원 방정식으로 포물선의 장축 길이를 구하며, 구한 거리 l 과 상기 3 좌표축 중 하나의 좌표축이 이루는 각도로 포물선의 단축 길이를 구하여 포물선 경로를 산출하는 것을 특징으로 하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 거리 및 각도 산출부는

상기 송신 안테나로부터 전송된 신호가 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 각각 직접 도달하는 직선 경로 시간과, 상기 신호가 송신 안테나로부터 목표물에 반사된 후 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 도달하는 직선 경로 시간을 측정하고, 상기 직선 경로 시간 사이의 상대적인 시간차를 연산하여 상기 송신 안테나로부터 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나까지의 포물선 경로를 산출하는 것을 특징으로 하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 거리 및 각도 산출부는 아래의 [수학식 1]을 이용하여 좌표상의 x 축을 기준으로 상기 송신 안테나와 제1

수신 안테나 및 목표물의 좌표를 토대로 하는 제1 포물선 경로를 산출하는 것을 특징으로 하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템.

[수학식 1]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_1)^2 + (y' - y_1)^2 + (z' - z_1)^2} = 2a_1$$

여기에서, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 는 송신 안테나의 좌표 값이고, 좌표 (x_1, y_1, z_1) 는 제1 수신 안테나의 좌표 값이며, 좌표 (x', y', z') 는 목표물의 좌표 값이다. 또한, $2a_1$ 은 상기 제1 포물선 경로의 장축에 대한 직경 거리이다.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 거리 및 각도 산출부는 아래의 [수학식 2]를 이용하여 좌표상의 y 축을 기준으로 상기 송신 안테나와 제2 수신 안테나 및 목표물의 좌표를 토대로 하는 제2 포물선 경로를 산출하는 것을 특징으로 하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템.

[수학식 2]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_2)^2 + (y' - y_2)^2 + (z' - z_2)^2} = 2a_2$$

여기에서, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 는 송신 안테나의 좌표 값이고, 좌표 (x_2, y_2, z_2) 는 제2 수신 안테나의 좌표 값이며, 좌표 (x', y', z') 는 목표물의 좌표 값이다. 또한, $2a_2$ 는 상기 제2 포물선 경로의 장축에 대한 직경 거리이다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 거리 및 각도 산출부는 아래의 [수학식 3]을 이용하여 좌표상의 z 축을 기준으로 상기 송신 안테나와 제3 수신 안테나 및 목표물의 좌표를 토대로 하는 제3 포물선 경로를 산출하는 것을 특징으로 하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템.

[수학식 3]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_3)^2 + (y' - y_3)^2 + (z' - z_3)^2} = 2a_3$$

여기에서, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 는 송신 안테나의 좌표 값이고, 좌표 (x_3, y_3, z_3) 는 제3 수신 안테나의 좌표 값이며, 좌표 (x', y', z') 는 목표물의 좌표 값이다. 또한, $2a_3$ 는 상기 제3 포물선 경로의 장축에 대한 직경 거리이다.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템에 관한 것으로서, 송신 안테나와 일정 거리 떨어져 3개 축 상의 특정 위치에 배치되는 3개의 수신 안테나로부터 수신되는 신호의 거리에 따른 각도와 시간차 분석

[0001]

을 통해 목표물의 위치를 추적하는 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근의 항공기들은 고가의 무기와 첨단 전자 장비들을 갖추고 있어 전투 시 상대의 후방까지 깊숙하게 침투하여 목표물을 공격하면서 야군 항공기의 손실을 최소로 줄이는 것이 승패를 좌우하는 매우 중요한 요소이다.
- [0004] 또한, 대공포나 지대공 미사일 또는 상대의 공격으로부터 항공기를 보호하기 위해서 상대방에게 탐지되지 않도록 하는 항공기의 스텔스(stealth) 성능이 필수적이다. 이러한 항공기 스텔스 성능 중에서 레이더 반사 단면적(이하 RCS, Radar Cross Section)은 가장 기본이 되는 성능이고, 상기 RCS의 목표값은 주요 임무, 작전 운용 개념, 적의 위협 수준 분석 등을 바탕으로 정비 운용성 및 경제성을 고려하여 결정되어야 한다.
- [0005] 이를 위해서는 설계 단계부터 RCS를 정확하게 예측하고, 목표물 위치를 빠르게 식별할 수 없도록 설계하는 것이 필수적이다.
- [0006] 도 1은 종래의 스텔스기 탐지를 위한 레이더 시스템을 개략적으로 나타내는 도면이다. 현재 통상적으로 스텔스 전투기는 요격 레이더로부터 직진성이 강한 전자파(파장 길이 1~10cm)를 스텔스 전투기에 발사하면 입사된 전자파를 다른 각도로 반사시키거나 자체 흡수하도록 하여 요격 레이더로 되돌아오는 반사파의 단면적(RCS)을 최소화시킨다.
- [0007] 또한, 스텔스 전투기는 레이더의 특성을 고려해 외형을 일정한 각도로 특수하게 설계함으로써 레이더 전자파의 반사방향을 일정방향으로 반사시켜 빠져나가게 하거나 레이더 전자파를 흡수하도록 제작된다.
- [0008] 반면에, 종래의 레이더 시스템은 단순히 특정 주파수 또는 각도에서의 모노 스테틱(mono-static) 해석에 그친 레이더 설계 방식에 머무르고 있어 진단부위의 전자파 영향에 대한 분석에 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1953185호(2019년 02월 28일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 종래의 단점을 해결한 것으로서, 멀티 스테틱(multi-static) 해석 방식을 통한 목표물의 전자파 영향을 분석함으로써 위치 추적의 유효성을 증대하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템은 측정 장치와 서버 장치를 포함할 수 있다. 또한, 상기 측정 장치는 목표물의 위치를 탐지하기 위한 신호를 송신하는 송신 안테나와, 3차원의 세 개 좌표축 상에 각각 배치되어 상기 송신 안테나로부터 전송되는 신호를 직선 경로를 통해 수신하는 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나를 포함한다.
- [0014] 또한, 상기 서버 장치는 위치 설정부, 거리 및 각도 산출부, 위치정보 산출부 및 저장부를 포함할 수 있다. 상기 위치 설정부는 3차원의 좌표축 상에 상기 송신 안테나와 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나의 좌표 위치를 설정한다.
- [0015] 또한, 상기 거리 및 각도 산출부는 송신 안테나로부터 전송된 신호가 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 각각 직접 도달하는 직선 경로와, 상기 신호가 송신 안테나로부터 목표물에 반사된 후 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 도달하는 직선 경로와, 상기 송신 안테나를 기준으로 각 직선 경로에 대한 목표물의 각도를 산출한다.
- [0016] 또한, 상기 거리 및 각도 산출부는 상기 송신 안테나로부터 전송된 신호가 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 각각 직접 도달하는 직선 경로 시간과, 상기 신호가 송신 안테나로부터 목표물에 반사된

후 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나에 도달하는 직선 경로 시간을 측정하고, 상기 직선 경로 시간 사이의 상대적인 시간차를 연산하여 상기 송신 안테나로부터 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나 및 제3 수신 안테나까지의 포물선 경로를 산출한다.

- [0017] 또한, 상기 위치정보 산출부는 상기 거리 및 각도 산출부에서 산출된 포물선 경로와 각도를 토대로 연산하여 상기 목표물의 위치정보를 산출한다. 또한, 상기 저장부는 송신 안테나의 위치와 제1 수신 안테나, 제2 수신 안테나, 제3 수신 안테나의 위치 정보를 저장할 수 있다. 또한, 상기 저장부는 거리 및 각도 산출부에서 측정된 신호의 경로 시간 정보와 이를 토대로 거리 및 각도 산출부에서 산출된 결과 정보를 저장할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템은 송신 안테나와 일정 거리 떨어져 3개 축 상의 특정 위치에 배치되는 3개의 수신 안테나로부터 수신되는 신호의 거리에 따른 각도와 시간차 분석을 통해 위치 추적의 유효성을 증대할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 종래의 스텔스기 탐지를 위한 레이더 시스템을 개략적으로 나타내는 도면이다.
 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템을 나타내는 도면이다.
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템을 나타내는 구성도이다.
 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 x 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다.
 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 y 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다.
 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 z 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 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 도면부호를 붙였다.
- [0023] 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. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 또는 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0025] 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템(1)을 나타내는 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템(1)을 나타내는 구성도이다.
- [0027] 본 발명의 실시 예에 따른 스텔스기 탐지를 위한 멀티 스테틱 레이더 시스템(1)은 측정 장치(10)와 서버 장치(20)를 포함할 수 있다. 측정 장치(10)는 송신 안테나(140)와 복수 개의 수신 안테나(110, 120, 130)들을 통해 송수신된 신호들을 측정할 수 있다.
- [0028] 바람직하게는, 측정 장치(10)는 송신 안테나(140)와 3개의 수신 안테나(110, 120, 130)를 이용하여 멀티 스테틱 레이더 신호(multi static radar signal)를 획득할 수 있다. 즉, 측정 장치(10)는 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120), 제3 수신 안테나(130) 및 송신 안테나(140)를 포함할 수 있다.
- [0029] 또한, 서버 장치(20)는 측정 장치(10)에서 측정된 신호를 분석하여 목표물(30)의 위치 정보를 산출할 수 있다. 서버 장치(20)는 위치 설정부(210), 거리 및 각도 산출부(220), 위치정보 산출부(230) 및 저장부(240)를 포함할 수 있다.

- [0030] 위치 설정부(210)는 3차원 좌표축 상에 송신 안테나(140)의 위치와 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120), 제3 수신 안테나(130)의 위치를 설정할 수 있다.
- [0031] 거리 및 각도 산출부(220)는 목표물(30)의 위치를 $P(x', y', z')$ 로 설정하는 경우 송신 안테나(140)로부터 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120) 및 제3 수신 안테나(130)까지의 직선 경로와 타원(또는 포물선) 경로를 설정한다.
- [0032] 이때, 상기 타원(또는 포물선) 경로는 신호가 직선 경로를 통해 송신 안테나(140)로부터 각 수신 안테나(110, 120, 130)에 도달하는 시간과, 상기 신호가 송신 안테나(140)로부터 목표물(30)에 반사된 후 각 수신 안테나(110, 120, 130)에 도달하는 상대적인 시간차를 측정하여 추출할 수 있다.
- [0033] 즉, 거리 및 각도 산출부(220)는 신호가 송신 안테나(140)로부터 각 수신 안테나(110, 120, 130)에 도달하는 직선 경로 시간과, 상기 신호가 송신 안테나(140)로부터 목표물(30)에 반사된 후 각 수신 안테나(110, 120, 130)에 도달하는 타원 경로 시간을 측정할 수 있다.
- [0034] 또한, 거리 및 각도 산출부(220)는 상기 직선 경로 시간과 타원 경로 시간의 상대적인 시간차를 연산하여 상기 타원(또는 포물선) 경로를 산출할 수 있다. 또한, 송신 안테나(140)를 기준으로 송신 안테나(140)와 각 수신 안테나(110, 120, 130)의 직선 경로와 목표물(30) 간의 각도를 산출할 수 있다.
- [0035] 또한, 위치정보 산출부(230)는 거리 및 각도 산출부(220)에서 산출된 포물선 경로와 각도를 토대로 연산하여 상기 목표물(30)의 위치정보를 산출할 수 있다. 또한, 저장부(240)는 송신 안테나(140)의 위치와 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120), 제3 수신 안테나(130)의 위치 정보를 저장할 수 있다.
- [0036] 또한, 저장부(240)는 거리 및 각도 산출부(220)에서 측정된 신호의 경로 시간 정보와 이를 토대로 거리 및 각도 산출부(220)에서 산출된 결과 정보를 저장할 수 있다.
- [0037] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 x 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다. 즉, 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 좌표축 상에서 x 축 상에 송신 안테나(140)와 제1 수신 안테나(110)가 있는 경우에 타원 방정식을 산출하기 위한 타원 경로를 나타내는 도면이다.
- [0038] 예를 들어 구체적으로 설명하면, 도 2에서 도시된 바와 같이 위치 추적을 하기 위한 임의의 목표물(30)에 대한 좌표 위치가 $P(x', y', z')$ 라 가정한다. 또한, x, y, z 축 상에 배치되는 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120), 제3 수신 안테나(130)의 좌표 위치를 각각 (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) , (x_3, y_3, z_3) 라 설정한다.
- [0039] 또한, 송신 안테나(140)의 좌표 위치를 (x_0, y_0, z_0) 라 설정하고, 송신 안테나(140)로부터 각 제1 수신 안테나(110), 제2 수신 안테나(120), 제3 수신 안테나(130)의 직선 경로 및 타원 경로 거리를 설정한다.
- [0040] 또한, 도 4와 같이 x 축 상에 송신 안테나(140)와 제1 수신 안테나(110)가 배치되는 경우를 가정하고, 이에 대한 타원 방정식을 도출할 수 있다. 이때, 타원 방정식은 송신 안테나(140)와 제1 수신 안테나(110)가 배치되는 직선 경로 축과의 각도(θ)에 관한 함수를 생성한 후 산출할 수 있다.
- [0041] 또한, 도 4를 토대로 삼각함수 공식과 타원 방정식을 이용하여 아래의 [수학식 1] 및 [수학식 2]를 산출될 수 있다. 즉, 도 4에서 도시된 바와 같이 타원 경로 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 과, x 축이 이루는 각도가 직각일 경우에 삼각함수 공식과 타원 방정식이 성립한다.
- [0042] 따라서, 타원의 좌표축 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 과, 좌표 (c, 0, 0) 및 원점이 이루는 삼각형에 대하여 주어진 값에 대한 삼각함수 공식을 적용하면,
- [0043] [수학식 1]
- [0044]
$$l \cos \theta = c$$
- [0045]
$$\theta = \cos^{-1} \frac{c}{l}$$

$$b = l \sin \theta$$

$$l^2 = c^2 + b^2$$

여기에서, l 은 송신 안테나(140)의 좌표 $(c, 0, 0)$ 와 목표물(30)의 좌표 $P'(x', y', z')$ 가 이루는 직선 경로 거리이고, 상기 θ 는 상기 직선 경로 거리 l 의 x 축에 대한 각도이다. 또한, b 는 목표물(30)의 좌표 $P'(x', y', z')$ 와 원점 간의 직선 경로 거리이고, c 는 송신 안테나(140)의 좌표 $(c, 0, 0)$ 와 원점 간의 직선 경로이다.

상기 수식을 다시 정리하면,

[수학식 2]

$$l = \frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2}$$

상기 l 의 산출 결과를 상기 [수학식 1]에 대입하여 정리하면,

[수학식 3]

$$\frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2} \cos \theta = c$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{c}{\frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2}}$$

또한, 상기 [수학식 3]에서 산출한 x 축과의 각도(θ)를 이용하여 도 4의 a 값을 구하면,

[수학식 4]

$$b = \frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2} \sin \theta$$

또한, 타원 방정식에 따라 도 4에서 $2l = 2a$ 이고,

$$a^2 = c^2 + b^2$$

$$= c^2 + \left(\frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2} \sin \theta \right)^2$$

따라서,

[수학식 5]

$$a = \sqrt{c^2 + \left(\frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2} \sin \theta \right)^2}$$

또한, 타원 방정식에 따라 도 4에서

[수학식 6]

$$\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} = 2a$$

$$a = \frac{\sqrt{(x' - c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2} + \sqrt{(x' + c)^2 + (y' - 0)^2 + (z' - 0)^2}}{2} = l$$

[0068]

[0069] 송신 안테나(140)의 신호가 좌표 $(c, 0, 0)$ 에서 좌표 $(-c, 0, 0)$ 에 직선 경로를 통해 도달하는 시간을 기준으로, 상기 신호가 좌표 $(c, 0, 0)$ 에서 목표물(30)의 좌표 $P(x', y', z')$ 을 거쳐 좌표 $(-c, 0, 0)$ 에 도달하는 타원 경로와의 도달 시간차에 의해 $2a$ 의 값을 구할 수 있다. 또한, 이 a 값은 곧 길이 l 값이 된다.

[0070]

또한, 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 좌표축 상에서 x, y, z 의 값이 0이 아닌 좌표 위치에 송신 안테나(140)와 제1 수신 안테나(110)가 있는 경우에 x 축 기준에서의 타원 방정식을 산출하기 위한 타원 경로를 나타내는 도면이다.

[0071]

도 5에 상기 도 4에서 적용한 것과 같은 방법을 동일하게 적용하여 x 축을 기준으로 제1 수신 안테나(110)의 위치 (x_1, y_1, z_1) 의 값이 0이 아닌 경우의 타원 방정식을 산출할 수 있다.

[0072]

즉, 도 5에서 도시된 바와 같이 타원 경로 상에 위치하는 좌표 $P(x', y', z')$ 과, x 축이 이루는 각도가 직각일 경우에 삼각함수 공식과 타원 방정식이 성립한다.

[0073]

따라서, 타원의 좌표축 상에 위치하는 좌표 $P(x', y', z')$ 과, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 및 좌표 (x_1, y_1, z_1) 이 이루는 삼각형에 대하여 삼각함수 공식과 타원 방정식을 산출하면,

[0074]

[수학식 7]

$$l_1 = \frac{\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_1)^2 + (y' - y_1)^2 + (z' - z_1)^2}}{2}$$

[0075]

$$c_1 = l_1 \cos \theta_1 = \frac{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2}}{2}$$

[0076]

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{c_1}{l_1}$$

[0077]

$$= \cos^{-1} \frac{\frac{\sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2}}{2}}{\frac{\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_1)^2 + (y' - y_1)^2 + (z' - z_1)^2}}{2}}$$

[0078]

또한, 상기 [수학식 1]을 이용하면 아래의 [수학식 8]을 산출할 수 있다.

[0080]

[수학식 8]

$$b_1 = l_1 \sin \theta_1$$

[0081]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_1)^2 + (y' - y_1)^2 + (z' - z_1)^2} = 2a_1$$

[0082]

[0083] 또한, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 y 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다. 즉, 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 좌표축 상에서 x, y, z 의 값이 0이 아닌 좌표 위치에 송신 안테나(140)와 제2 수신 안테나(120)가 배치되는 경우에 y 축 기준에서의 타원 방정식을 산출하기 위한 타원 경로를 나타내는 도면이다.

[0084]

여기에서, 도 6에는 본 발명의 실시 예에 따라 y 축을 기준으로 제2 수신 안테나(120)의 좌표 위치를 (x_2, y_2, z_2) 로 설정할 수 있다. 이때, 상기 도 5에 대한 [수학식 7] 및 [수학식 8]을 적용하여 아래의 [수학식 9]를 산출할 수 있다.

[0085]

도 6에서 도시된 바와 같이 타원 경로 상에 위치하는 좌표 $P(x', y', z')$ 과, y 축이 이루는 각도가 직각일 경우

에 삼각함수 공식과 타원 방정식이 성립한다. 따라서, 타원의 좌표축 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 과, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 및 좌표 (x_2, y_2, z_2) 가 이루는 삼각형에 대하여 삼각함수 공식과 타원 방정식을 산출하면,

[수학식 9]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_2)^2 + (y' - y_2)^2 + (z' - z_2)^2} = 2a_2$$

또한, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 z 축 상의 타원 경로를 나타내는 도면이다. 즉, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 좌표축 상에서 x, y, z의 값이 0이 아닌 좌표 위치에 송신 안테나(140)와 제3 수신 안테나(130)가 배치되는 경우에 z 축 기준에서의 타원 방정식을 산출하기 위한 타원 경로를 나타내는 도면이다.

여기에서, 도 7에는 본 발명의 실시 예에 따라 z 축을 기준으로 제3 수신 안테나(130)의 좌표 위치를 (x_3, y_3, z_3) 로 설정할 수 있다. 마찬가지로, 상기 도 5에 대한 [수학식 7] 및 [수학식 8]을 적용하여 아래의 [수학식 10]을 산출할 수 있다.

도 7에서 도시된 바와 같이 타원 경로 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 과, z 축이 이루는 각도가 직각일 경우에 삼각함수 공식과 타원 방정식이 성립한다. 따라서, 타원의 좌표축 상에 위치하는 좌표 $P'(x', y', z')$ 과, 좌표 (x_0, y_0, z_0) 및 좌표 (x_3, y_3, z_3) 가 이루는 삼각형에 대하여 삼각함수 공식과 타원 방정식을 산출하면,

[수학식 10]

$$\sqrt{(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 + (z' - z_0)^2} + \sqrt{(x' - x_3)^2 + (y' - y_3)^2 + (z' - z_3)^2} = 2a_3$$

따라서, 3개 축의 타원 방정식인 [수학식 8], [수학식 9] 및 [수학식 10]과, 신호의 직선거리 및 신호의 도달 시간차를 이용하여 목표물(30) P점의 좌표 값을 추출하고, 목표물(30)의 위치를 파악할 수 있다.

이상으로 본 발명에 관한 바람직한 실시 예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시 예로부터 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의한 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경을 포함한다.

부호의 설명

1 : 멀티 스테틱 레이더 시스템

10 : 측정 장치

20 : 서버 장치

30 : 목표물

110 : 제1 수신 안테나

120 : 제2 수신 안테나

130 : 제3 수신 안테나

140 : 송신 안테나

210 : 위치 설정부

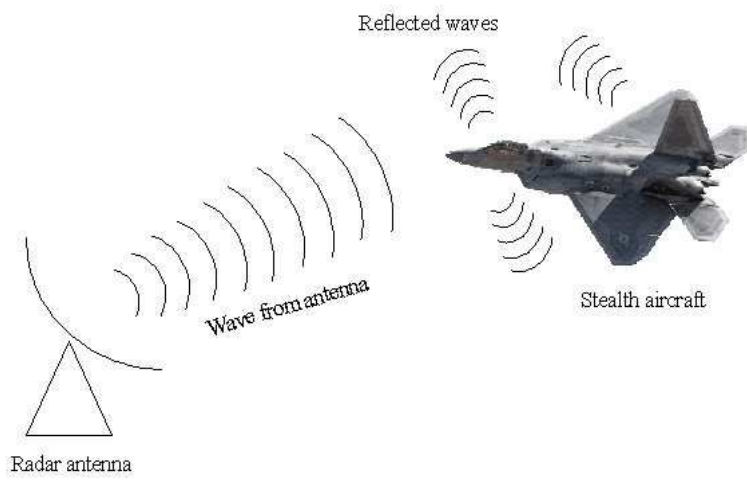
220 : 거리 및 각도 산출부

230 : 위치정보 산출부

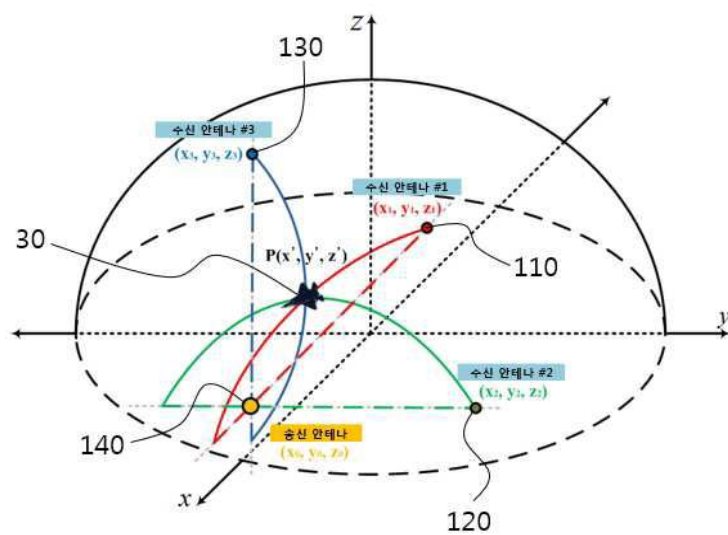
240 : 저장부

도면

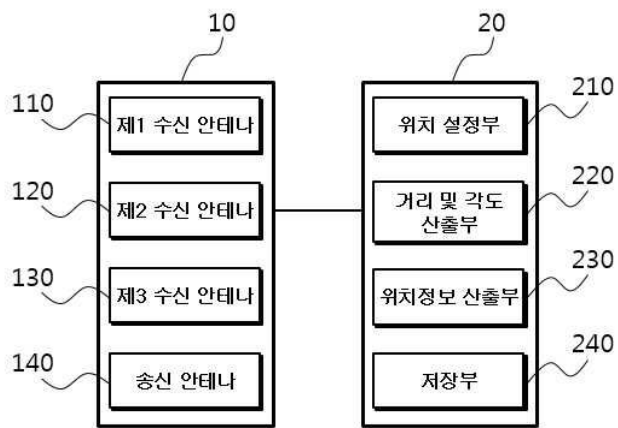
도면1



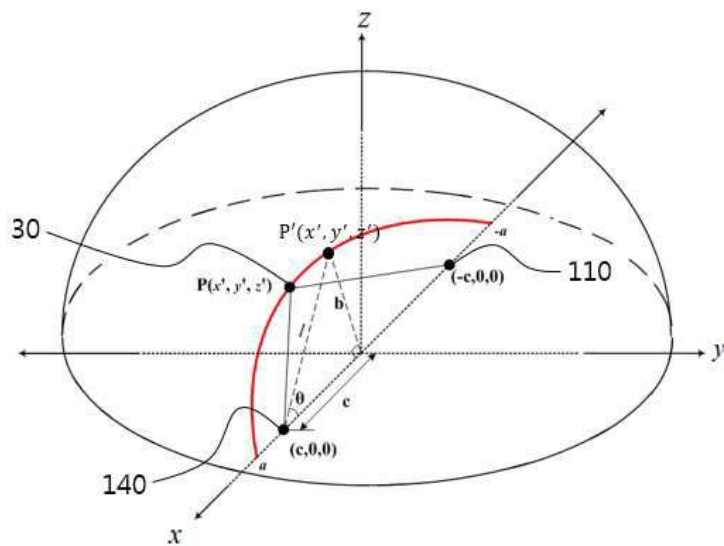
도면2



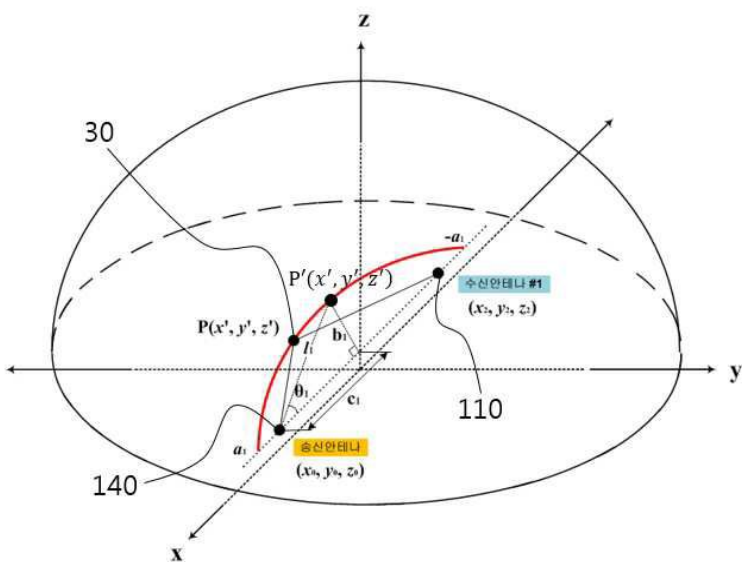
도면3



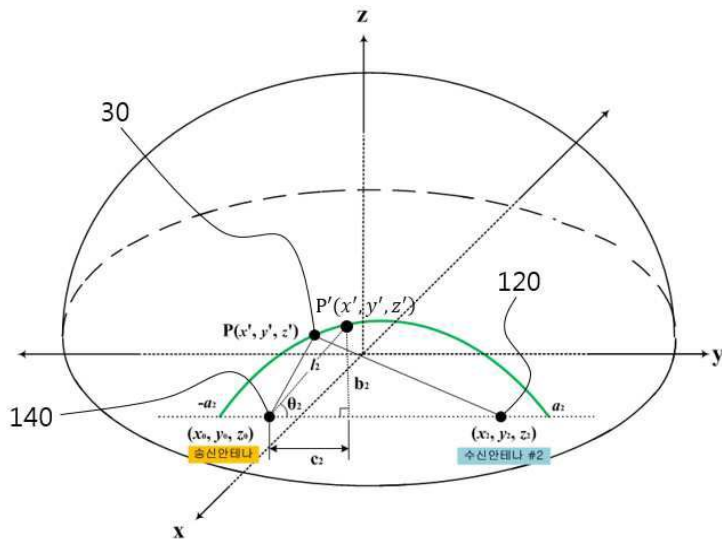
도면4



도면5



도면6



도면7

