(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0125064
(43) 공개일자 2020년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/40 (2006.01) *G01S 13/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/4008 (2013.01)
G01S 2013/0245 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0048767
(22) 출원일자 2019년04월25일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이철효
대구광역시 수성구 교학로11길 46, 112동 1103호 (만촌동, 만촌1차우방타운)
김대현
경기도 수원시 장안구 연무로20번길 10-3
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지명

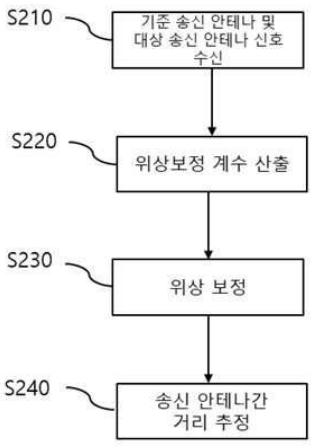
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **레이더 시스템에서의 송신 배열 안테나 간 거리 추정 방법 및 장치**

(57) 요 약

레이더 시스템에서의 송신 배열 안테나간 거리추정 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 송신 배열 안테나 간 거리 추정 방법은 대상 송신안테나로부터의 신호를 수신하는 단계, 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값과 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값에 기초하여 위상보정 계수를 산출하는 단계, 상기 산출된 위상보정 계수에 기초하여 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 위상을 기준으로 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정하는 단계 및 상기 위상 보정된 대상 송신안테나 신호와 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 허미션(Hermitian)의 곱에 기초하여 상기 기준 송신안테나와 상기 대상 송신안테나 간의 거리추정치를 도출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

김영록

서울특별시 마포구 월드컵북로47길 37 상암 카이저 팰리스 102동 602호

원유선

대구광역시 달성군 현풍읍 테크노북로4길 27 302동 1102호

정소희

대구광역시 달성군 현풍면 테크노북로2길 10, 107동 1707호 (대구테크노폴리스엘에이치천년나무1단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	18ZD1120
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국전자통신연구원
연구사업명	정부출연금사업(기관고유사업)
연구과제명	대경권 지역산업 기반 ICT융합기술 고도화 지원사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

기준 송신안테나로부터의 신호를 수신하는 단계;

대상 송신안테나로부터의 신호를 수신하는 단계;

상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값과 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값에 기초하여 위상보정 계수를 산출하는 단계;

상기 산출된 위상보정 계수에 기초하여 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 위상을 기준으로 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정하는 단계; 및

상기 위상 보정된 대상 송신안테나 신호와 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 허미션(Hermitian)의 곱에 기초하여 상기 기준 송신안테나와 상기 대상 송신안테나 간의 거리추정치를 도출하는 단계를 포함하는 송신 배열안테나 간 거리추정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레이더 시스템에 관한 것으로서, 상세하게는 복수의 송신용 안테나와 수신용 안테나를 가지는 다중 송신 다중 수신 레이더 시스템에서 송신 배열 안테나 간 거리 추정을 하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 레이더 장치는 신호를 송신하여 물체에서 반사되는 신호를 수신하여 물체와의 거리, 방향, 고도 등을 감지하는 장치이다. 이러한 레이더 장치는 물체 감지가 요구되는 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0003] 차량 분야에서도 레이더 장치가 차량에 탑재되어, 물체 감지 및 차량 제어에 이용되기도 한다. 특히 자율주행 차량에 고해상도 전후방, 측면 등에 존재하는 물체를 감지하기 위해 고해상도 각도 분해능을 갖는 레이더를 부착하려는 시도가 있다. 이러한 고해상도의 각도 분해능을 갖는 레이더를 구현하기 위해, 송신 안테나 및 수신 안테나를 다수 개 배열하는 어레이(array) 안테나를 사용하는 다중 송신 다중 수신 레이더 시스템(이하, 본 명세서에서'다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템'으로 약칭함)이 이용된다.

[0004] 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템은 수신 안테나 간의 위상차이를 계산하여 타겟 각도를 추출한다. 또한 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템은 송신 배열 안테나 간 거리에 의해 발생하는 위상 차이를 이용하여, 가상 수신 배열 신호를 구성하는 단일 송신 다중 가상 수신 안테나 기반 레이더 시스템을 만들 수 있다. 이를 통해 물리적 수신 안테나의 증설 없이 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0005] 한편 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템을 이용할 시는 각각의 송신 안테나에서의 초기 위상 보정 및 가상 수신 배열 신호를 구성하기 위한 송신 배열 안테나간 거리에 따른 위상 보정이 필요하다. 초기 위상 보정은 안테나 기준 축 0도에 위치한 표적과의 신호 송수신을 통해 진행되고, 이 경우 송신 배열 안테나 간 거리 정보는 필요 없다. 그러나 초기 위상 보정 후 단일 송신 다중 가상 수신 상태의 가상 수신 배열 신호 구성을 위한 위상 보정이 필요하다.

[0006] 가상 수신 배열 신호 구성을 위한 위상 보정을 위해서는 송신 배열 안테나 간 거리에 대한 정보를 이용하는 방법이 가능하다. 그러나 종래의 송신 배열 안테나 간 거리에 대한 정보는 초기 하드웨어 설계 정보에만 의존해왔다. 그러므로 초기 하드웨어 설계정보와는 다른 제조 공정 상의 오차로 인해 발생하는 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템의 성능 저하를 방지할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 위상 보정 계수와 수신 신호의 위상 차이를 이용하여 송신 배열 안테나 간 거리를 측정하는 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 배열안테나 간 거리 추정방법은 대상 송신안테나로부터의 신호를 수신하는 단계, 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값과 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값에 기초하여 위상보정 계수를 산출하는 단계, 상기 산출된 위상보정 계수에 기초하여 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 위상을 기준으로 상기 수신한 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정하는 단계 및 상기 위상 보정된 대상 송신안테나 신호와 상기 수신한 기준 송신안테나 신호의 허미션(Hermitian)의 곱에 기초하여 상기 기준 송신안테나와 상기 대상 송신안테나 간의 거리추정치를 도출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 의하면, 위상 보정 계수와 수신 신호의 위상 차이를 이용하여 송신 배열 안테나 간 거리를 추정하고 그 거리를 기준으로 위상 정보를 사용하므로 더 정확한 표적 각도 추정이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 신호 송수신을 설명하는 개념도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 방법을 설명하는 절차도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리추정 장치를 설명하는 블록도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 위상보정계수 산출장치를 설명하는 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 몇몇 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 권리범위는 실시예들로부터 관념되는 본 발명의 기술적 사상에 속하는 모든 변경, 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0012] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0013] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에만, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0014] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 제시되는 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 본 명세서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있으며, 이상적이거나 과도하게

축소된 형식적인 의미로 해석되지 않아야 할 것이며, 본 명세서에서 어떤 용어의 의미를 정의할 경우 해 용어는 그 정의된 대로 해석되어야 한다.

[0016] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0018] 일반적으로, 배열(array) 안테나 시스템은 빔 형성 장치를 통해 신호를 전송하기 위한 송수신 단의 방향으로 빔을 형성하여 간섭을 최소화할 수 있다. 이때, 배열 안테나 시스템은 빔을 형성하기 위해 각각의 안테나 별로 빔 계수를 적용한다. 배열 안테나 시스템의 송신 단에서 안테나 별로 빔 계수를 적용하기 위해서는 안테나 별로 입력되는 신호의 위상을 제어해야 한다.

[0019] 따라서, 송신 경로와 수신 경로를 구성하는 요소들의 비선형 특성에 따라 신호의 위상이 왜곡되는 것을 방지하기 위해 보정(calibration)을 수행한다. 송신 경로와 수신 경로의 보정을 통해 다중 송신 다중 수신(이하 다중 송수신으로 칭함)으로 단일 송신 가상 배열을 형성할 수 있으며, 이와 같은 방식은 단일 송신으로 이와 동일 성능을 내기 위해 추가 수신 안테나를 증설하는 것에 비해 효율적이다.

[0020] 그러므로 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서 송신 배열 안테나 간 거리에 의해 발생하는 위상 차이를 이용하여 가상 수신 배열 신호를 구성하는 방법을 통해 추가 수신 안테나 구성없이 가상 수신 배열을 구성하는 방법이 활발히 연구되고 있다. 이를 이용할 경우 물리적 안테나의 증설 없이 레이더 시스템의 표적 각도 추정 알고리즘의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0021] 그러나 이와 같은 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템은 제조 공정 상의 오차로 인해 배열 안테나 소자의 안테나 소자 간의 물리적인 거리 특성이 최초 설계 기준과는 다르게 제조될 수 있다. 그러므로 제조된 배열 안테나 소자가 최초 계획된 설계 기준대로 제조되지 않은 경우라도 그러한 배열 안테나 소자의 완전폐기 대신 공정 상의 오차를 보정 후 활용하는 방법이 필요하다. 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신 안테나 간 거리 추정방법에 대해 설명한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 신호 송수신을 설명하는 개념도이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서 기준이 되는 송신안테나(110)(도 1의 Tx1)와 이와 거리가 D만큼 떨어진 상태로 설계되어 제조된 대상안테나(120) (도 1의 Tx2)에서 송신된 신호가 표적(150)에서 반사되어 수신안테나(130-1(도 1의 Rx1) 또는 130-2(도 1의 Rx2))로 수신되는 것을 나타낸다.

[0025] 기준 송신안테나(110)에서 송신된 신호가 수신 배열 안테나(130-1)로 수신된 경우의 가상수신 배열 안테나 신호 $\vec{r}_0$ 는 [수학식1]로 나타내어질 수 있다.

수학식 1

$$\vec{r}_0 = s_0 \cdot \vec{a}(\theta_t) + \vec{n}_0$$

[0026]

[0027] 여기서 s_0 는 표적 반사 신호의 페이져(phasor) 표현값이고, $\vec{a}(\theta_t)$ 는 표적의 조향 벡터이며, $\vec{n}_0$ 는 잡음 벡터를 의미한다. θ_t 는 표적과 송신안테나 간의 각도를 의미한다. $\vec{a}(\theta_t)$ 는 [수학식2]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$\vec{a}(\theta_t) = \left[1 \quad \exp\left(j\frac{2\pi d\sin(\theta_t)}{\lambda}\right) \quad \exp\left(j\frac{4\pi d\sin(\theta_t)}{\lambda}\right) \cdots \quad \exp\left(j\frac{2(M-1)\pi d\sin(\theta_t)}{\lambda}\right)\right]^T$$
$$= \left[1 \quad \exp(j2\pi\alpha\sin(\theta_t)) \quad \exp(j4\pi\alpha\sin(\theta_t)) \cdots \quad \exp(j2(M-1)\pi\alpha\sin(\theta_t))\right]^T$$

[0028]

[0029] 여기서 λ 는 송신 신호의 파장을, M 는 수신안테나 개수를 나타낸다. 그리고 α 는 임의의 양의 실수를 나타내고, d 는 수신배열 안테나간 거리로서 $d = \alpha\lambda$ 로 나타낸다(도1에 도시된 본 발명의 일 실시예는 M=4, D=2d인 경우에 대한 실시예이고 그 외의 경우에도 적용이 가능하다).

[0030] 대상 송신안테나(120)에서 송신된 신호가 수신배열 안테나(130-2)로 수신된 경우의 가상 수신배열 안테나 신호 $\vec{r}_1$ 는 [수학식3]으로 나타내어질 수 있다. 이때 첫 번째 수신배열 안테나(130-1)와 두 번째 수신배열 안테나(130-2)는 동일한 수신배열 안테나로서 어떤 송신배열 안테나로부터의 신호를 송신하는지에 따라 그를 구분하기 위해 달리 표현된 것이다.

수학식 3

$$\vec{r}_1 = s_1\exp\left(j\frac{2\pi D\sin(\theta_t)}{\lambda}\right)\cdot\vec{a}(\theta_t) + \vec{n}_1 = s_1\exp(j2\pi\alpha\beta\sin(\theta_t))\cdot\vec{a}(\theta_t) + \vec{n}_1$$

[0031]

[0032] s_1 는 표적 반사 신호의 페이져(phasor) 표현값이고, $\vec{a}(\theta_t)$ 는 표적의 조향 벡터이며, $\vec{n}_1$ 는 잡음 벡터를 의미한다. 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 방법에 대해 설명한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 방법을 설명하는 절차도이다.

[0035] 도 2의 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 방법은 도 1의 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템을 기반으로 설명된다.

[0036] 먼저 송신 배열 안테나 간 거리 추정을 위해 기준 송신안테나 신호를 수신하고, 거리 추정의 대상이 되는 대상 송신안테나 신호를 수신한다(S210). 기준 송신안테나로부터 수신한 신호 $\vec{r}_0$ 는 [수학식1]으로 나타내어 질 수 있고, 대상 송신안테나로부터 수신한 신호 $\vec{r}_1$ 는 [수학식2]로 나타내어질 수 있다.

[0037] 다음으로 수신신호 $\vec{r}_0$ 와 $\vec{r}_1$ 에서의 표적 신호의 페이져인 s_0 와 s_1 의 위상 보정을 위한 위상보정 계수를 생성한다(S220). 위상보정 계수의 생성 절차는 다음과 같다. 표적의 각도가 0도($\theta_t = 0°$)일 경우의 $\vec{r}_0$ 와 $\vec{r}_1$ 은 [수학식4]로 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$\vec{r}_0 = s_0 \cdot \vec{a}(0^\circ) + \vec{n}_0 \ , \ \vec{r}_1 = s_1 \exp\left(j2\pi\alpha\beta\sin(0^\circ)\right) \cdot \vec{a}(0^\circ) + \vec{n}_1 = s_1 \cdot \vec{a}(0^\circ) + \vec{n}_1$$

$$\text{where } \vec{a}(0^\circ) = \left[1 \quad \exp\left(j2\pi\alpha\sin(0^\circ)\right) \quad \exp\left(j4\pi\alpha\sin(0^\circ)\right) \cdots \quad \exp\left(j2(M-1)\pi\alpha\sin(0^\circ)\right)\right]^T$$

$$= [1 \quad 1 \quad 1 \cdots \quad 1]^T$$

[0038]

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 위상보정 계수는 $\vec{r}_0$ 와 $\vec{r}_1$ 의 벡터성분 평균을 이용해서 산출할 수 있다. 위상보정 계수 s_c 는 [수학식5]로 나타내어 진다.

수학식 5

$$s_c = \frac{m_0}{m_1}\left|\frac{m_1}{m_0}\right|$$

[0040]

[0041] 이때 m_0 는 $\vec{r}_0$ 의 벡터성분 평균이며 [수학식6]으로 나타내어진다.

수학식 6

$$m_0 = s_0 + mean(\vec{n}_0) \approx s_0$$

[0042]

[0043] m_1 은 $\vec{r}_1$ 의 벡터성분 평균이며 [수학식7]로 나타내어진다.

수학식 7

$$m_1 = s_1 + mean(\vec{n}_1) \approx s_1$$

[0044]

[0045] 다음으로 산출된 위상보정 계수를 이용하여 기준 송신안테나 신호에 대한 수신신호인 $\vec{r}_0$ 의 위상을 기준으로 대상 송신안테나 신호에 대한 수신신호 $\vec{r}_1$ 의 위상을 보정한다(S230). [수학식8]은 위상보정 계수 s_c 를 이용하여 위상이 보정된 $\vec{r}_1$ 인 $\vec{r}_{1c}$ 를 나타낸다.

수학식 8

$$\vec{r}_{1c} = s_c s_1 \exp\left(j\frac{2\pi D \sin(\theta_t)}{\lambda}\right) \cdot \vec{a}(\theta_t) + s_c \cdot \vec{n}_1 = \hat{s}_1 \exp(j2\pi\alpha\beta \sin(\theta_t)) \cdot \vec{a}(\theta_t) + \vec{n}_{1c}$$

[0046]

[0047] 여기서 $\hat{s}_1 = s_c s_1$ 이며, 이때 $\hat{s}_1$ 의 위상은 s_0 의 위상과 유사하다.

[0048] 이처럼 기준 송신안테나 수신 신호와 대상 송신안테나 수신 신호의 위상 보정 후 양 송신안테나 간 거리 D 를 추정한다(S240).

[0049] 양 송신안테나 간 거리 D 는 기준 송신안테나 신호에 대한 수신 신호 $\vec{r}_0$ 의 허미션(Hermitian)값과 $\vec{r}_{1c}$ 의 곱의 위상값을 이용하여 추정할 수 있다. [수학식9] 및 [수학식10]은 본 발명의 일 실시예에 따른 양 송신안테나 간 거리추정치 $\hat{D}$ 를 나타낸다.

수학식 9

$$\hat{D} \approx \frac{\angle(\vec{r}_0^H \vec{r}_{1c})}{2\pi \sin(\theta_t)}\lambda$$

[0050]

수학식 10

$$\vec{r}_0^H \vec{r}_{1c} = \bar{s}_0 \hat{s}_1 \exp(j2\pi\alpha\beta \sin(\theta_t)) \cdot \vec{a}^H(\theta_t) \cdot \vec{a}(\theta_t) + w_n =$$

$$= M|s_0||s_1|\exp(j2\pi\alpha\beta \sin(\theta_t)) + w_n$$

[0051]

[0052] 여기서 M 은 수신안테나의 개수를 의미하고, w_n 은 잡음성분을 나타낸다. w_n 은 $w_n = \hat{s}_1 \exp(j2\pi\alpha\beta \sin(\theta_t))\vec{n}_0^H \cdot \vec{a}(\theta_t) + \bar{s}_0 \vec{a}^H(\theta_t) \cdot \vec{n}_{1c}$ 로 나타내어질 수 있다. 이때 잡음성분 w_n 은 반사율(RCS; radar cross section)이 높은 근거리 단일 표적을 사용할 경우, 잡음 성분을 무시할 수 있다(즉 $w_n \approx 0$).

[0053] 이때 양 송신안테나 간 거리추정치 $\hat{D}$ 를 도출할 때 $\vec{r}_0^H \vec{r}_{1c}$ 의 위상값은 [수학식10]에 나타내어진 바와 같이 표적

과의 각도 θ_t 와 $\alpha\beta$ 에 의해 결정($(\vec{r}_0^H \vec{r}_{1c}) \approx 2\pi\alpha\beta\sin(\theta_t)$)되는 것을 알 수 있다. 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 장치에 대해 설명한다.

[0055] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리추정 장치를 설명하는 블록도이다.

[0056] 도 3을 참조하면, 도 2의 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 송신배열 안테나 간 거리 추정 방법을 수행하기 위한 안테나 간 거리추정 장치를 나타낸다.

[0057] 기준 송신 안테나 신호수신부(310)는 기준 송신안테나 신호를 수신한다. 대상 송신 안테나신호 수신부(320)는 기준 송신안테나와의 거리 추정의 대상이 되는 대상 송신안테나 신호를 수신한다.

[0058] 위상보정계수 산출부(350)는 본 발명의 일 실시예에 따른 송신안테나 간 거리추정을 위해 필요한 위상보정 계수를 산출한다. 구체적인 산출방법은 도2의 본 발명의 일 실시예에 따른다.

[0059] 대상 송신 안테나 신호처리부(340)는 산출된 위상보정계수를 이용하여 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정한다. 구체적으로는 위상보정계수 산출부(330)로부터 전달받은 위상보정계수와 대상 송신 안테나신호 수신부(320)로부터 전달받은 대상 송신안테나 신호를 곱하여 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정한다.

[0060] 기준 송신 안테나 신호처리부(350)는 기준 송신 안테나신호 수신부(310)로부터 전달받은 대상 송신안테나 신호에 대해 허미션(Hermitian) 처리를 수행한다.

[0061] 위상보정부(360)는 기준 송신 안테나 신호처리부(350)로부터 전달받은 허미션 처리된 기준 송신안테나 신호와 대상 송신 안테나신호 수신부(340)로부터 전달받은 위상보정된 대상 송신안테나 신호를 전달받아 곱하는 방식으로 수신된 기준 송신안테나 신호의 위상을 기준으로 수신된 대상 송신안테나 신호의 위상을 보정한다.

[0062] 안테나 거리추정부(370)는 기준 송신안테나와 대상 송신안테나 간의 거리를 추정하여 산출한다. 구체적으로는 위상보정부(360)로부터의 결과를 전달받아 [수학식9]및 [수학식10]의 계산과정을 통해 양 안테나 간의 거리 추정치를 산출할 수 있다. 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 위상보정계수 산출장치에 대해 설명한다.

[0064] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 송수신 안테나 기반 레이더 시스템에서의 위상보정계수 산출장치를 설명하는 블록도이다.

[0065] 기준 송신 안테나 신호수신부(410)는 기준 송신안테나 신호를 수신한다. 대상 송신 안테나신호 수신부(420)는 기준 송신안테나와의 거리 추정의 대상이 되는 대상 송신안테나 신호를 수신한다.

[0066] 기준 송신 안테나 벡터평균 산출부(430)는 수신된 기준 송신안테나 신호의 벡터성분 평균을 도출한다([수학식6] 참조). 대상 송신 안테나 벡터평균 산출부(440)는 수신된 대상 송신안테나 신호의 벡터성분 평균을 도출한다([수학식7] 참조).

[0067] 위상보정 계수산출부(450)는 기준 송신 안테나 벡터평균 산출부(430)와 대상 송신 안테나 벡터평균 산출부(440)로부터 각각 전달받은 수신된 기준 송신안테나 신호의 벡터성분 평균값과 수신된 대상 송신안테나 신호의 벡터성분 평균을 이용하여 위상보정계수를 도출한다([수학식5] 참조).

[0069] 한편, 전술한 각 구성은 각각이 별도의 장치로 설명하였으나, 이는 설명의 편의와 이해의 증진을 위한 예시적 설명에 불과한 것으로서, 본 발명의 기술적 사상의 범주 내에서 다양한 형태로 구현될 수 있음은 물론이다. 예컨대, 기준 송신 안테나신호 수신부(310,410)와 대상 송신 안테나신호 수신부(320,420)는 하나의 통신 모듈로 통합되어 구현되거나 또는 둘이나 그 이상의 장치로 분할하여 구현될 수 있다.

[0071] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판

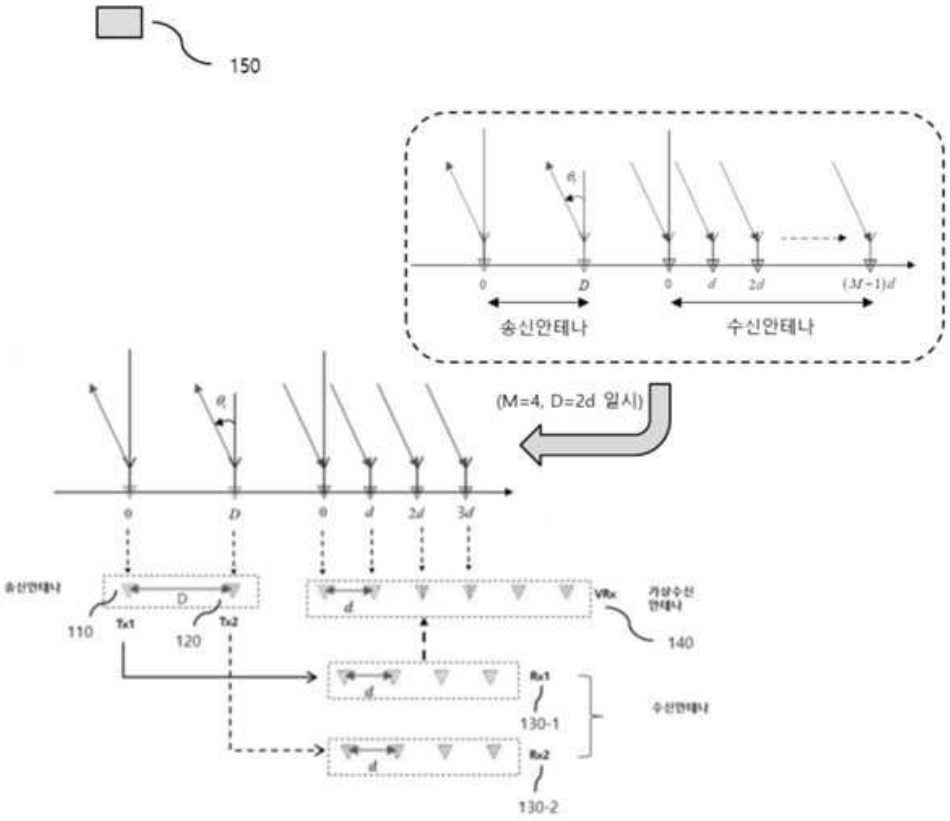
독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다.

[0072] 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(rom), 램(ram), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

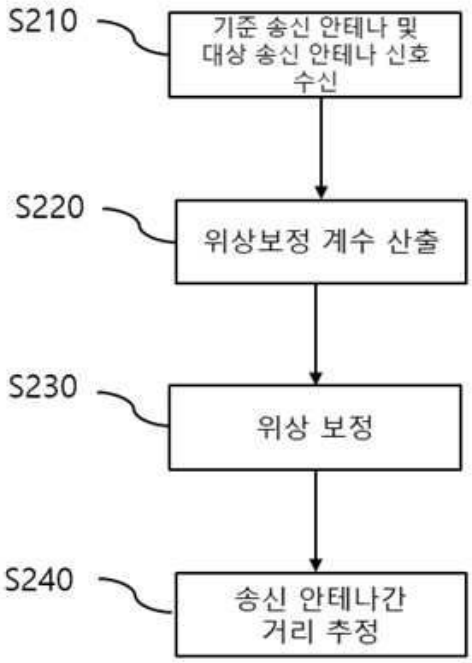
[0074] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성에 대하여 상세히 설명하였다. 그러나 전술한 실시예는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명의 권리범위를 제한하지 아니한다. 본 발명의 기술분야에 통상의 지식을 가진 자라면 본 명세서의 교시와 시사로부터 본 발명의 기술적 사상의 범주내의 다양한 변형과 변경이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 이하의 특허청구범위의 기재에 의하여 정하여짐이 마땅하다.

도면

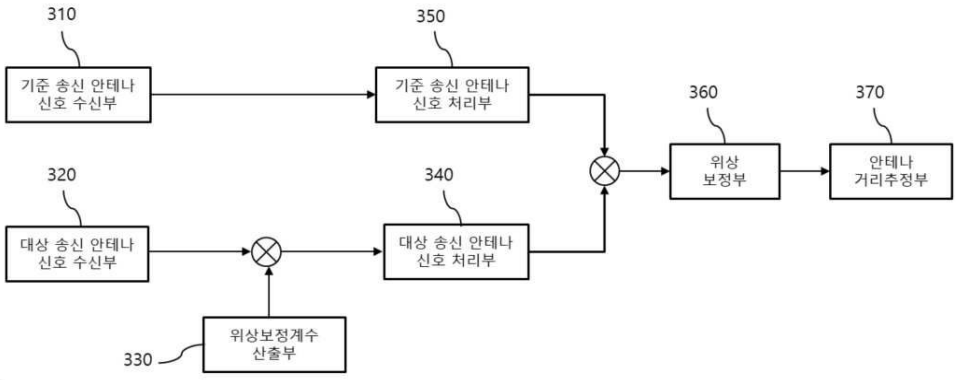
도면1



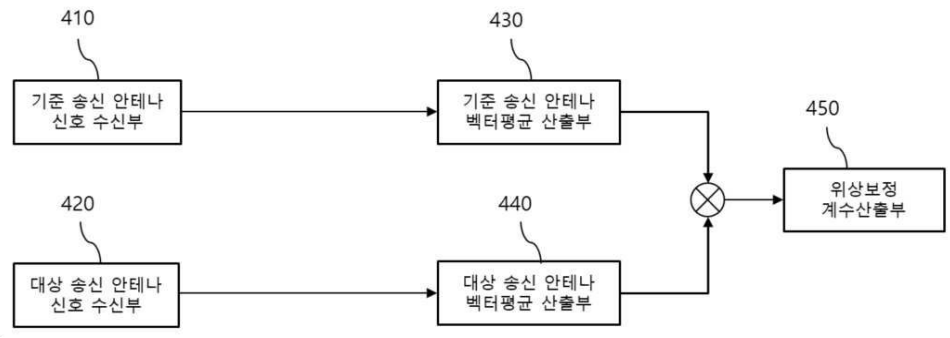
도면2


S210
기준 송신 안테나 및 대상 송신 안테나 신호 수신
S220
위상보정 계수 산출
S230
위상 보정
S240
송신 안테나간 거리 추정

도면3


310
기준 송신 안테나 신호 수신부
350
기준 송신 안테나 신호 처리부
360
위상 보정부
370
안테나 거리추정부
320
대상 송신 안테나 신호 수신부
340
대상 송신 안테나 신호 처리부
330
위상보정계수 산출부

도면4


410
기준 송신 안테나 신호 수신부
430
기준 송신 안테나 벡터평균 산출부
450
위상보정 계수산출부
420
대상 송신 안테나 신호 수신부
440
대상 송신 안테나 벡터평균 산출부