(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098094
(43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/08 (2013.01)
G01S 13/872 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0025115
(22) 출원일자 2017년02월24일
심사청구일자 2017년02월24일

(71) 출원인
홍익대학교 산학협력단

(72) 발명자
추호성

변강일

(74) 대리인
김윤선, 박승주

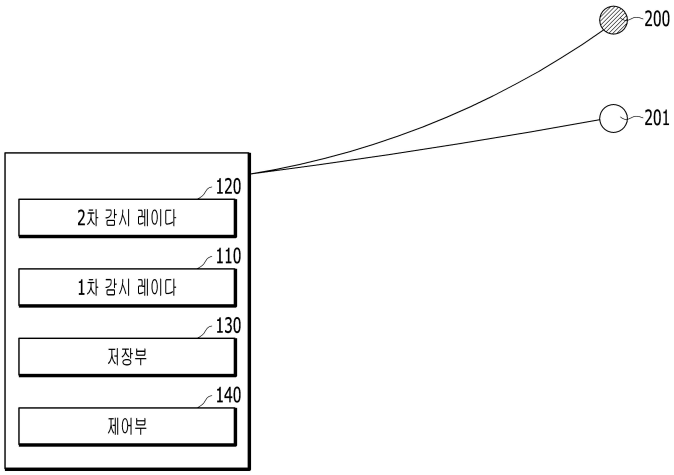
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템 및 방법**

(57) 요 약

장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템이 개시된다. 본 발명의 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템은 탐지 신호를 송신하고, 비행체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 1차 감시 레이다(PSR: Primary Surveillance Radar); 상기 비행체로부터 송신되는 위치 정보를 포함하는 응답 신호를 수신하는 2차 감시 레이다(SSR: Secondary Surveillance Radar); 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 저장하는 저장부; 및 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성하는 제어부;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 13/951 (2013.01)
G01W 2201/00 (2013.01)
(72) 발명자
강맹창

권세웅

이종현

이기원

선웅

명 세 서

청구범위

청구항 1

탐지 신호를 송신하고, 비행체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 1차 감시 레이다(PSR: Primary Surveillance Radar);

상기 비행체로부터 송신되는 위치 정보를 포함하는 응답 신호를 수신하는 2차 감시 레이다(SSR: Secondary Surveillance Radar);

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 저장하는 저장부; 및

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 이용하여 상기 대기상태정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 저장부는, 위치의 범위인 평가범위를 저장하고,

상기 제어부는, 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차에 대한 평균값을 포함하는 상기 대기상태정보를 생성하되, 상기 평가범위 내에서 상기 평균값을 산출하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 저장부는, 임계값을 저장하고,

상기 제어부는, 상기 평가범위 내에서 상기 고도오차의 표준편차를 상기 임계값과 비교하고 상기 평가범위를 조정하여 상기 평균값을 재산출하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템.

청구항 5

탐지 신호를 송신하는 단계;

상기 탐지 신호에 대한 비행체의 반사 신호를 수신하는 단계;

상기 비행체로부터 송신되는 위치 정보를 포함하는 응답 신호를 수신하는 단계; 및

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 산출하는 단계;를 더 포함하고,

상기 대기상태정보는 상기 고도오차를 이용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

위치의 범위인 평가범위를 설정하는 단계;

상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 산출하는 단계; 및

상기 평가범위 내에서 상기 고도오차에 대한 평균값을 산출하는 단계;를 더 포함하고,

상기 대기상태정보는 상기 평균값을 포함하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

임계값을 설정하는 단계;

상기 평가범위 내에서 상기 고도오차의 표준편차를 상기 임계값과 비교하는 단계; 및

상기 평가범위를 조정하여 상기 평균값을 재산출하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 장거리 탐지 레이다는 항적관리, 감시, 정찰 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[0004] 특히 민수 분야의 관제용 레이다와 군수 분야의 다기능 레이다의 경우 높은 탐지 정확도가 요구된다. 레이다 시스템의 탐지 정확도는 신호가 전달되는 환경에 영향을 받는데, 신호가 전달되는 환경과 관련된 요소들은 간섭 및 편파의 변화, 대기의 가스나 수증기에 의한 감쇄와 온도, 습도, 기압에 따른 대기 굴절률 변화에 의한 전파의 굴절 등이 있다.

[0005] 고도에 따른 오차를 보정하고 대기환경에 의한 굴절률을 반영하기 위해 일반적으로 고도에 따른 굴절률 변화가 일정한 표준대기 모델이 사용되나 이는 시간과 공간에 따른 대기환경을 반영하기는 어렵다.

[0006] 한편, 공간과 시간에 따른 대기환경을 반영하기 위해 지면에서 측정한 온도, 습도 기압을 이용하여 얻은 굴절률로부터 고도에 따른 굴절 변화율을 지수 함수로 예측하는 다양한 지수 함수 모델들이 연구되었으나 온도, 습도, 기압 등을 측정하는 시설이 설치된 지역에 한정되어 적용되며 해상 위 등에서는 온도, 습도, 기압 등을 측정할 수 없는 공간적 제약이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 장거리 탐지 레이다 항적의 통계적 분석을 통하여 시간과 공간적 제약에 대하여 자유로운 대기상태정보를 제공할 수 있는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템은 탐지 신호를 송신하고, 비행체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하는 1차 감시 레이다(PSR: Primary Surveillance Radar); 상기 비행체로부터 송신되는 위치 정보를 포함하는 응답 신호를 수신하는 2차 감시 레이다(SSR: Secondary Surveillance Radar); 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 저장하는 저장부; 및 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성하는 제어부;를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제어부는 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 이용하여 상기 대기상태정보를 생성할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일실시예에서, 상기 저장부는 위치의 범위인 평가범위를 저장하고, 상기 제어부는 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차에 대한 평균값을 포함하는 상기 대기상태정보를 생성하되, 상기 평가범위 내에서 상기 평균값을 산출할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일실시예에서, 상기 저장부는 임계값을 저장하고, 상기 제어부는 상기 평가범위 내에서 상기 고도오차의 표준편차를 상기 임계값과 비교하고 상기 평가범위를 조정하여 상기 평균값을 재산출할 수 있다.

[0014] 또한, 상기의 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법은 탐지 신호를 송신하는 단계; 상기 탐지 신호에 대한 비행체의 반사 신호를 수신하는 단계; 상기 비행체로부터 송신되는 위치 정보를 포함하는 응답 신호를 수신하는 단계; 및 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일실시예에서, 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 산출하는 단계;를 더 포함하고, 상기 대기상태정보는 상기 고도오차를 이용하여 생성될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에서, 위치의 범위인 평가범위를 설정하는 단계; 상기 반사 신호 및 상기 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 산출하는 단계; 및 상기 평가범위 내에서 상기 고도오차에 대한 평균값을 산출하는 단계;를 더 포함하고, 상기 대기상태정보는 상기 평균값을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에서, 임계값을 설정하는 단계; 상기 평가범위 내에서 상기 고도오차의 표준편차를 상기 임계값과 비교하는 단계; 및 상기 평가범위를 조정하여 상기 평균값을 재산출하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 시간과 공간적 제약에 대하여 자유로운 대기상태정보를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 대기 평가 함수의 위치에 따른 평가범위를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 대기 평가 함수를 적용한 예시를 나타난 도면이다.

도 5 본 발명의 일실시예에 의한 대기 평가 함수를 적용한 예시를 나타난 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0024] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템을 나타낸 도면이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템은 1차 감시 레이다(110), 2차 감시 레이다(120), 저장부(130) 및 제어부(140)를 포함할 수 있다.

[0027] 1차 감시 레이다(110)(PSR: Primary Surveillance Radar)는 탐지 범위 내에 존재하는 비행체(200)를 탐지하기 위하여 탐지 신호를 송신할 수 있다. 이 탐지 신호는 비행체(200)로부터 반사될 수 있으므로 1차 감시 레이다(110)는 반사 신호를 수신할 수 있다.

[0028] 비행체(200)의 위치는 제어부(140)에 의하여 산출될 수 있으며, 그 위치는 1차 감시 레이다(110)의 조향각과 탐지 신호와 반사 신호의 시간차를 통하여 산출될 수 있다.

[0029] 탐지 신호는 대기의 상태에 따라 전파시 굴절되는 정도가 달라지기 때문에 탐지 신호 및 반사 신호로부터 산출되는 고도에는 오차가 발생할 수 있다. 아굴절(Sub-refraction) 대기에서는 신호가 표준대기에서보다 높은 고도로 전달되고, 초굴절(Super refraction) 대기에서는 신호가 표준대기에서보다 낮은 고도로 전달된다. 그 결과 실제 비행체(200)의 위치와 탐지되는 위치(201)는 고도에 차이를 가질 수 있다. 예를 들어, 아굴절 대기에서는 탐지되는 위치(201)가 실제 비행체(200)의 위치보다 낮게 되고, 초굴절 대기에서는 탐지되는 위치(201)가 실제 비행체(200)의 위치보다 높게 된다.

[0030] 도 1에 도시된 탐지 신호의 전달경로는 아굴절 대기에서의 전달경로을 나타낸 것이다.

[0031] 2차 감시 레이다(120)(SSR: Secondary Surveillance Radar)는 비행체(200)로부터 송신되는 응답 신호를 수신할 수 있다.

[0032] 응답 신호는 비행체(200)가 특정 신호에 대응하여 시스템 측으로 송신하는 위치 정보를 포함하는 신호일 수 있다. 응답 신호에는 비행체(200)의 식별기호, 비행고도, 거리, 방향, 비상신호 등의 정보가 포함될 수 있다.

[0033] 제어부(140)는 위치 정보를 이용하여 비행체(200)의 고도를 포함한 위치를 산출할 수 있다.

[0034] 2차 감시 레이다(120)가 수신하는 위치 정보는 비행체(200)가 직접 비행체(200)의 위치에 관한 정보를 전달하는 것이기 때문에 1차 감시 레이다(110)에 의한 항적에 비하여 고도에 대한 오차가 작을 수 있다.

[0035] 저장부(130)는 반사 신호 및 응답 신호에 관한 정보를 저장할 수 있다. 저장부(130)는 위치의 범위인 평가범위를 저장하고, 임계값을 저장할 수도 있다.

[0036] 평가범위 및 임계값은 사용자 인터페이스(User Interface)를 통하여 입력될 수 있다.

[0037] 제어부(140)는 1차 감시 레이다(110), 2차 감시 레이다(120) 및 저장부(130)와 연결되며 이들을 제어할 수 있다.

[0038] 제어부(140)는 반사 신호 및 위치 정보를 이용하여 대기상태정보를 생성할 수 있다. 제어부(140)가 생성하는 대기상태정보에는 대기평가함수가 포함될 수 있다.

[0039] 본 발명의 일실시예에서, 대기평가함수는 위치의 함수이며 그 위치에서의 반사 신호 및 위치 정보에 의하여 각각 결정되는 고도의 차이인 고도오차를 이용한 함수이다.

[0040] 제어부(140)는 특정 위치에서 저장된 평가범위 내의 저장부(130)에 존재하는 모든 신호에 대하여 고도오차의 평균값을 산출할 수 있다. 제어부(140)는 이렇게 위치마다 각각 산출한 고도오차의 평균값에 의하여 대기평가함수로 생성할 수 있다.

[0041] 도 3은 본 발명의 일실시예에 의한 대기평가함수의 위치에 따른 평가범위를 나타낸 도면이다.

[0042] 도 3에서, 원점에 본 발명의 일실시예에 의한 시스템이 있는 것으로 가정할 수 있다. 대기평가함수는 시스템으로부터 수평거리 r 및 방위각 ϕ을 변수로 하는 위치의 함수이다.

[0043] 위치 (r, ϕ)에서의 평가범위는 Δr_w과 $\Delta \phi_w$로 설정될 수 있다.

[0044] $h_{PSR}(r_i, \phi_i)$은 (r_i, ϕ_i)에서 반사 신호로부터 결정된 고도를 의미하며, $h_{SSR}(r_i, \phi_i)$은 (r_i, ϕ_i)에서의 위치 정보로부터 결정된 고도를 의미할 수 있다. 인덱스 i는 평가범위 내 존재하는 서로 다른 위치에 대한 데이터를 구분하기 위하여 사용되었다.

[0045] $h_{SSR}(r_i, \phi_i)$은 비행체(200)로부터 수신되는 응답 신호에 포함된 위치 정보로부터 결정될 수 있는 고도이며, 실제 비행체(200)의 고도와 오차가 없는 것으로 가정할 수 있다. 고도오차는 반사 신호로부터 결정될 수 있는 $h_{PSR}(r_i, \phi_i)$에서 발생하는 것으로 설정할 수 있다.

[0046] 대기평가함수를 AEM(r, ϕ)로 표시할 때, 대기평가함수는 다음 [수학식 1]과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

[0048]
$$AEM(r,\phi)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\{h_{PSR}(r_{i,}\phi_i)-h_{SSR}(r_{i,}\phi_i)\}$$

$$where\begin{cases} r-\frac{\Delta r_w}{2} \le r_i \le r+\frac{\Delta r_w}{2} \\ \phi-\frac{\Delta \phi_w}{2} \le \phi_i \le \phi+\frac{\Delta \phi_w}{2} \end{cases}$$

[0050] 여기서, N은 평가범위 Δr_w과 $\Delta \phi_w$ 내에 존재하는 (r, ϕ)에 관한 데이터 쌍의 수를 의미한다.

[0051] 제어부(140)는 평가범위에서의 고도오차에 대한 표준편차를 계산하고, 임계값과 비교할 수 있다. 제어부(140)는 표준편차가 임계값을 초과하는 경우 평가범위를 조정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(140)는 평가범위에 대하여 수평거리의 범위 Δr_w와 방위각의 범위 $\Delta \phi_w$의 크기를 각각 1/2로 조정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(140)는 수평거리의 범위 Δr_w와 방위각의 범위 $\Delta \phi_w$의 크기를 표준편차의 크기에 비례하도록 조정할 수도 있다. 평가범위를 조정하는 것은 미리 설정된 평가범위에서 표준편차가 지나치게 클 경우 그 영역을 좀 더 세밀하게 분석하기 위함이다.

[0052] 대기평가함수의 크기가 ±2 kft 범위의 값을 가질 때에는 표준대기로 평가할 수 있다. AEM(r, ϕ) < -2 kft인 경우에는 아굴절 대기로, AEM(r, ϕ) > 2 kft인 경우에는 초굴절 대기로 평가될 수 있다.

[0054] 도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법을 나타낸 순서도이다.

[0055] 도 2에 의한 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법은 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템에 의하여 수행될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템에 의하여 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 방법이 수행되는 것을 예시하기로 한다.

[0056] 도 2를 참조하면, S201단계에서, 제어부(140)는 탐지 신호를 송신할 수 있다. 제어부(140)는 1차 감시 레이다(110)에 제어 신호를 전달하여 1차 감시 레이다(110)가 탐지 신호를 송신할 수 있도록 할 수 있다.

[0057] S203단계에서, 1차 감시 레이다(110)는 반사 신호를 수신할 수 있다. 1차 감시 레이다(110)는 반사 신호를 수신하여 제어부(140)에 전달할 수 있다.

[0058] S205단계에서, 2차 감시 레이다(120)는 비행체(200)의 위치정보를 포함하는 응답 신호를 수신할 수 있다. 응답

신호는 1차 감시 레이다(110)의 신호를 반사한 비행체(200)로부터 장거리 탐지 레이다를 이용한 대기평가 시스템의 요청에 대응하여 송신한 신호일 수 있다.

[0059] 수신된 반사 신호 및 응답 신호는 짝을 이루어 저장부(130)에 저장될 수 있다.

[0060] S207단계에서, 제어부(140)는 신호를 샘플링할 수 있다. 예를 들어, 제어부(140)는 현재 시각으로부터 1시간 이전의 신호들을 샘플링할 수 있다. 제어부(140)는 샘플링된 반사 신호 및 응답 신호를 대기평가함수를 생성하는데 사용할 수 있다.

[0061] S209단계에서, 제어부(140)는 고도오차의 평균값을 산출할 수 있다. 제어부(140)는 [수학식 1]에 의하여 고도오차의 평균값을 산출할 수 있다. 제어부(140)는 어느 하나의 위치에 대하여 평가범위 내 고도오차의 평균값을 산출할 수 있다.

[0062] S211단계에서, 제어부(140)는 평가범위 내 고도오차의 표준편차가 기설정된 임계값을 초과하는 지 여부를 판단할 수 있다. 표준편차가 임계값을 초과하는 경우 S213단계로 진행하고, 초과하지 않는 경우 S215단계로 진행한다.

[0063] S213단계에서, 제어부(140)는 평가범위를 조정하여 평균값을 재산출할 수 있다. 제어부(140)는 표준편차가 임계값보다 크다면 평가범위를 보다 작게 조정할 수 있다.

[0064] S215단계에서, 제어부(140)는 샘플링 된 신호에 대하여 모든 위치에 대한 평균값이 산출되었는지 여부를 판단한다. 모든 위치에 대한 평균값이 산출되지 않았다면 S209단계로 되돌아가서 다른 위치에 대한 평균값을 산출하고, 모든 위치에 대한 평균값이 산출되었다면 S217단계로 진행한다.

[0065] S217단계에서, 제어부(140)는 갱신조건을 만족하는 지 여부를 판단할 수 있다. 갱신조건을 만족하는 경우 S207단계로 되돌아가고, 만족하지 않는 경우 S219단계로 진행한다.

[0066] 본 발명의 일실시예에서, 갱신조건이란 대기평가함수를 새롭게 업데이트된 반사 신호 및 위치 정보를 이용하여 생성하도록 하는 조건을 의미한다. 갱신조건은 시간이 흐르거나 주변환경의 영향으로 평가대상이 되는 대기상태가 달라지는 경우를 고려하여 설정될 수 있는 것이다.

[0067] 저장부(130)에는 갱신조건이 저장될 수 있다. 갱신조건은 사용자 인터페이스를 통하여 사용자에 의하여 입력될 수 있다.

[0068] 예를 들어, 대기평가함수를 생성한 후 1시간이 경과된 경우를 갱신조건으로 설정할 수 있다.

[0069] S219단계에서, 제어부(140)는 1차 감시 레이다(110)를 이용하여 비행체(200)의 위치를 탐지할 수 있다. 제어부(140)는 1차 감시 레이다(110)에서 탐지 신호를 송신하고, 비행체(200)로부터 반사된 반사 신호를 수신하고, 반사 신호로부터 결정될 수 있는 위치를 대기평가함수로부터 보정하여 비행체(200)의 위치를 결정할 수 있다. 이러한 보정은 반사 신호로부터 결정되는 위치의 고도값에서 대기평가함수에 의한 고도오차를 차감하는 방식으로 수행될 수 있다. 상기 보정은 반사 신호로부터 결정되는 위치의 고도 값에 대기평가함수로부터 유도될 수 있는 위치에 따른 가중치를 곱하여 수행될 수도 있다.

[0071] 도 4는 본 발명의 일실시예에 의한 대기평가함수를 적용한 예시를 나타난 도면이다.

[0072] 도 4에서 도시된 대기평가함수의 분포는 2015년 7월 17일 기준 반경 250 nmi 영역에서의 탐지 신호 및 응답 신호를 이용하여 생성한 대기평가함수에 관한 것이다.

[0073] 대기평가함수는 수평거리 250 nmi, 방위각 101도에서 10.2 kft로 최댓값을 가지며, 수평거리 212 nmi, 방위각 298도에서 -6.2 kft로 최솟값을 가진다. 대기평가함수의 분포로부터 청색 농도가 짙은 곳에서는 아굴절, 적색 농도가 짙은 곳에서는 초굴절이 발생하는 것을 알 수 있다.

[0075] 도 5 본 발명의 일실시예에 의한 대기평가함수를 적용한 예시를 나타난 도면이다.

[0076] 도 5에서 도시된 대기평가함수의 분포는 2015년 6월 10일 기준 반경 250 nmi 영역에서의 탐시 신호 및 응답 신호를 이용하여 생성한 대기평가함수에 관한 것이다.

[0077] 대기평가함수는 수평거리 242 nmi, 방위각 319도에서 10.2 kft로 최댓값을 가지며, 수평거리 170 nmi, 방위각

223도에서 -8.3 kft로 최솟값을 가진다. 대기평가함수의 분포로부터 청색 농도가 짙은 곳에서는 아굴절, 적색 농도가 짙은 곳에서는 초굴절이 발생하는 것을 알 수 있다.

[0079] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 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.

부호의 설명

[0081] 110: 1차 감시 레이다

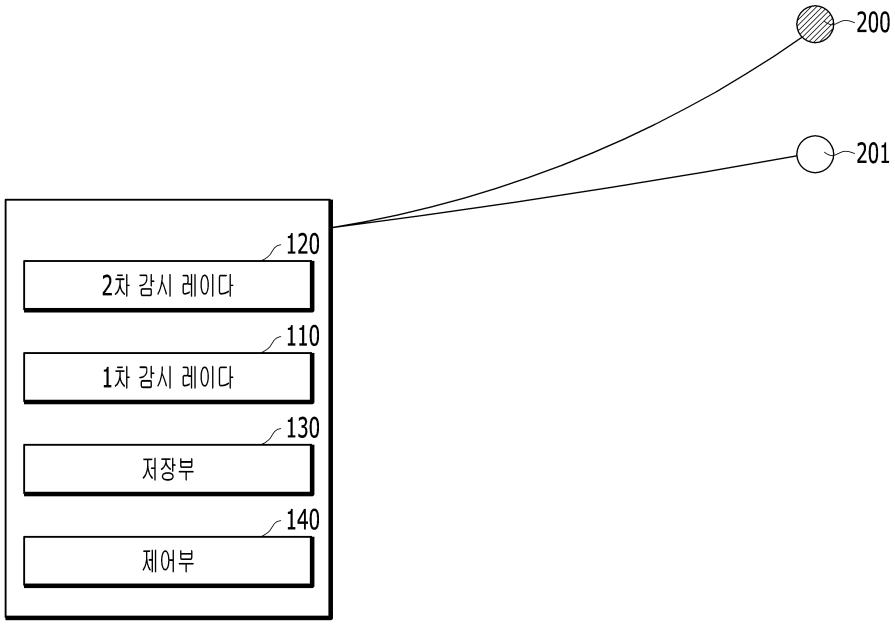
120: 2차 감시 레이다

130: 저장부

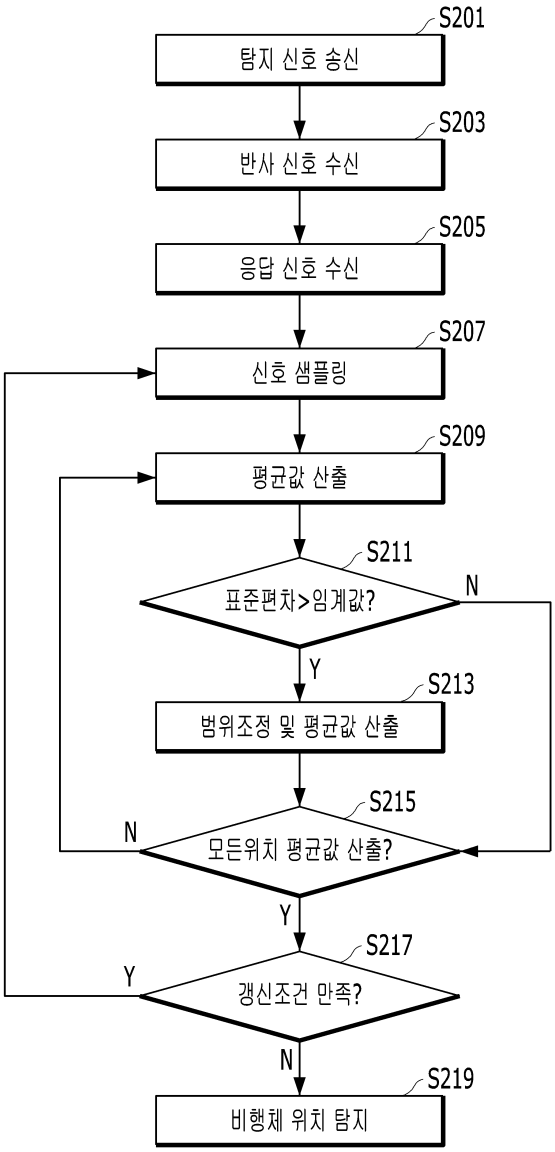
140: 제어부

도면

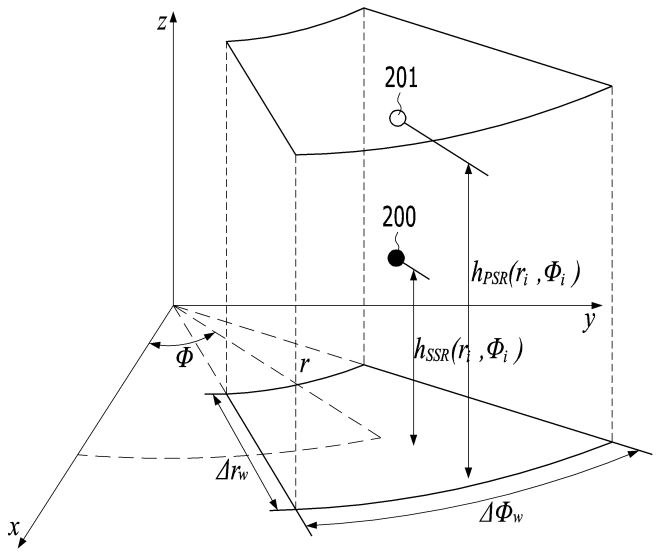
도면1



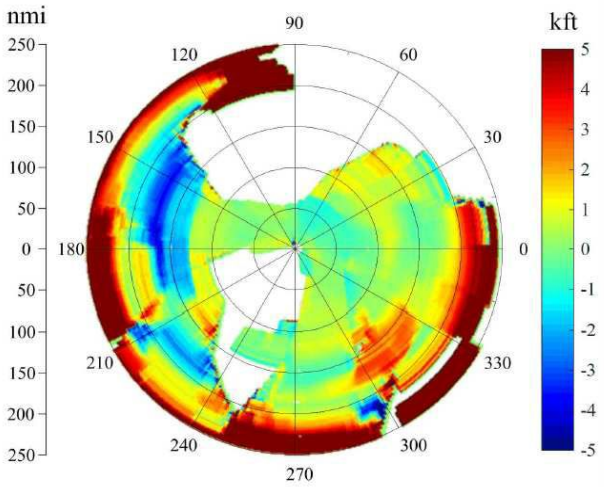
도면2


S201
탐지 신호 송신
S203
반사 신호 수신
S205
응답 신호 수신
S207
신호 샘플링
S209
평균값 산출
S211
표준편차>임계값?
N
Y
S213
범위조정 및 평균값 산출
S215
N
모든위치 평균값 산출?
Y
S217
Y
갱신조건 만족?
N
S219
비행체 위치 탐지

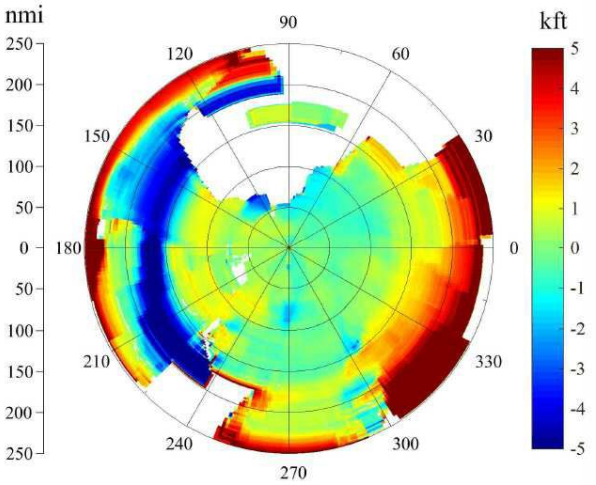
도면3


z
201
200
$h_{PSR}(r_i, \Phi_i)$
y
$h_{SSR}(r_i, \Phi_i)$
Φ
r
Δr_w
$\Delta \Phi_w$
x

도면4


nmi
kft
90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
250
200
150
100
50
0
50
100
150
200
250
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5

도면5


nmi
250
200
150
100
50
0
50
100
150
200
250
90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
kft
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5