



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월12일
 (11) 등록번호 10-1460591
 (24) 등록일자 2014년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01S 13/44 (2006.01) G01S 13/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0049810
 (22) 출원일자 2013년05월03일
 심사청구일자 2013년05월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101088053 B1*
 KR101234192 B1
 JP2009270827 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한남대학교 산학협력단
 대전광역시 유성구 유성대로 1646 (전민동)
 (72) 발명자
최인식
 대전 유성구 은구비남로 55, 703동 1602호 (지족동, 열매마을7단지)
이승재
 대전 대덕구 계족로663번길 34, 306동 506호 (법동, 주공3단지아파트)
 (74) 대리인
홍성욱, 한승범, 유병욱, 심경식

전체 청구항 수 : 총 13 항

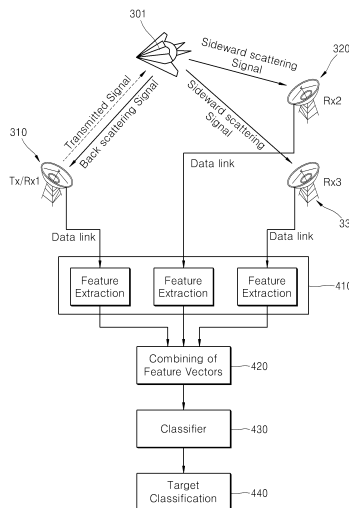
심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법은 송신기가 방사한 레이더 신호가 표적에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한 복수의 수신기로부터 복수의 레이더 반사 신호를 수집하는 단계; 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계; 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성하는 단계; 및 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 표적을 인식하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2012R1A1A4A01009094

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역대학우수과학자 지원사업

연구과제명 저주파 신호와 바이스태틱 레이더를 동시에 이용한 스텔스형 표적의 인식에 관한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한남대학교

연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

한 개의 송신기와 상호간에 상이한 장소에 위치하는 복수의 수신기로 구성되는 멀티스테틱 레이더 시스템을 이용하여 표적을 인식하는 방법에 있어서,

상기 송신기가 방사한 레이더 신호가 상기 표적에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한 상기 복수의 수신기로부터 상기 복수의 레이더 반사 신호를 수집하는 단계;

상기 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계;

상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 단계

를 포함하고,

상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계는

상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 수신기는

상기 송신기로부터 0도, 30도, 60도, 90도, 120도 및 150도 중 적어도 하나의 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계는

상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 수신기 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여, 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 복수의 특성 벡터 각각은

상기 표적에 대한 산란점의 크기 및 상기 산란점 간의 상대적인 거리 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 특성

벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계는

상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고,

상기 제2 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 단계는

상기 융합 특성 벡터를 신경망 구분기에 입력함으로써 상기 표적을 인식하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법.

청구항 10

한 개의 송신기와 상호간에 상이한 장소에 위치하는 복수의 수신기로 구성되는 멀티스테틱 레이더 시스템을 이

용하여 표적을 인식하는 장치에 있어서,

상기 송신기가 방사한 레이더 신호가 상기 표적에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한 상기 복수의 수신기로부터 상기 복수의 레이더 반사 신호를 수집하는 신호 수집부;

상기 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출하고, 상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성하는 벡터 생성부; 및

상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 표적 인식부를 포함하고,

상기 벡터 생성부는

상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성하는 것을 특징으로 하는 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 벡터 생성부는

상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 수신기 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산하고, 상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출하는 것을 특징으로 하는 특징 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 벡터 생성부는

상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성하고, 상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성하는 것을 특징으로 하는 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제1 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고,

상기 제2 위치의 수신기는

상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 멀티스태틱 레이더 구조에서 사용할 수 있는 특성 벡터 융합 기법을 이용하여 표적 인식 성능을 향상시킬 수 있는 레이더 표적 인식 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 실제 상황에서 레이더를 이용하여 표적물을 구별하고 인식하는 것은 매우 중요한 일이다. 레이더 표적 인식에 사용되는 특성 벡터로는 크게 두 가지로서, 초기 시간 영역 응답의 산란점과 후기 시간 영역의 공진 주파수가 있다. 산란점은 상대적으로 큰 에너지를 가지고 있으므로 잡음에 강하다는 성질을 가지고 있다.

[0003] 레이더는 송신기와 수신기의 위치에 따라 모노스태틱 레이더, 바이스태틱 레이더, 그리고 멀티스태틱 레이더로 분류 할 수 있다. 송신기와 수신기의 위치가 동일한 레이더를 모노스태틱 레이더라 하며, 송신기와 수신기의 위치가 분리 되어 있는 레이더를 바이스태틱 레이더라 한다. 또한, 송신기와 수신기가 분리되어 있으면서 송수신기 개수가 2개 이상으로 구성되어 있는 레이더를 멀티스태틱 레이더라고 한다.

[0004] 일반적으로 레이더라 하는 것은 보통 모노스태틱 레이더를 일컫는 말이었으며, 이는 역산란 신호가 큰 표적들을 탐지하는데 유리하기 때문에, 그동안의 레이더 표적 인식에 관한 연구는 모노스태틱 레이더 구조를 이용한 표적 인식 연구가 대부분이었다. 하지만 최근에는 미국, 중국, 러시아, 프랑스 등 세계 많은 나라에서 레이더에 탐지되지 않는 군사적 은폐 기술인 스텔스(stealth) 표적을 개발함에 따라 그에 따른 위협이 증대되고 있다. 또한 스텔스형 표적은 전파 흡수체(RAM : Radar Absorbing Material)와 역산란 신호를 최소화하는 스텔스 디자인 (design) 기술을 이용하여 모노스태틱 레이더에는 잘 탐지가 되지 않는다.

[0005] 기존의 표적 인식에 관한 방법으로는 표적 구분 실험 시, 모노스태틱 레이더 구조로부터 추출된 특성 벡터와, 바이스태틱 레이더 구조로부터 추출된 특성 벡터를 각각 따로 사용하여 모노스태틱 또는 바이스태틱의 경우에 대해서만 표적 구분 실험을 수행하였다. 또한, 그동안의 연구에서는 레이더 표적 구분 실험에서 실험 환경적 요인으로 인해 간단하게 계산된 표적이나, 축소된 스케일 모델을 이용해 측정된 데이터를 기반으로 표적 구분 실험이 이루어졌었다. 하지만, 최근 실스케일 모델을 이용한 표적 구분에 관한 연구로 MIG-29기의 실스케일 모델을 이용해 미사일이 없는 경우와 미사일이 있는 약간의 구조적 차이에 대해 E-pulse 기법을 이용하여 표적을 구분하는 연구가 진행되었다.

[0006] 관련 선행기술로는 등록특허공보 제10-1066069호(발명의 명칭: 처리구간크기 가변화를 이용한 레이더 표적탐지 방법 및 장치, 등록일자: 2011년 9월 14일)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는 멀티스태틱 레이더 구조에서 사용할 수 있는 특성 벡터 융합 기법을 이용하여 여러개의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터를 서로 융합함으로써 표적에 대해 더욱 많은 정보를 획득하여 레이더 표적 인식 성능을 향상시킬 수 있는, 특성벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법 및 장치를 제공한다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 방법은 한 개의 송신기와 상호간에 상이한 장소에 위치하는 복수의 수신기로 구성되는 멀티스태틱 레이더 시스템을 이용하여 표적을 인식하는 방법에 있어서, 상기 송신기가 방사한 레이더 신호가 상기 표적에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한 상기 복수의 수신기로부터 상기 복수의 레이더 반사 신호를 수집하는 단계; 상기 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계; 상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 단계를 포함한다.
- [0010] 상기 복수의 수신기는 상기 송신기로부터 0도, 30도, 60도, 90도, 120도 및 150도 중 적어도 하나의 방향에 위치할 수 있다.
- [0011] 상기 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계는 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 수신기 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여, 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 복수의 특성 벡터 각각은 상기 표적에 대한 산란점의 크기 및 상기 산란점 간의 상대적인 거리 정보를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치할 수 있다.
- [0015] 상기 융합 특성 벡터를 생성하는 단계는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 제1 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고, 상기 제2 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치할 수 있다.
- [0017] 상기 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 단계는 상기 융합 특성 벡터를 신경망 구분기에 입력함으로써 상기 표적을 인식하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 특징 벡터 융합을 이용한 레이더 표적 인식 장치는 한 개의 송신기와 상호간에 상이한 장소에 위치하는 복수의 수신기로 구성되는 멀티스태틱 레이더 시스템을 이용하여 표적을 인식하는 장치에 있어서, 상기 송신기가 방사한 레이더 신호가 상기 표적에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한 상기 복수의 수신기로부터 상기 복수의 레이더 반사 신호를 수집하는 신호 수집부; 상기 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출하고, 상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성하는 벡터 생성부; 및 상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식하는 표적 인식부를 포함한다.
- [0019] 상기 벡터 생성부는 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 수신기 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산하고, 상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출할 수 있다.
- [0020] 상기 벡터 생성부는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.
- [0021] 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치할 수 있다.
- [0022] 상기 벡터 생성부는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터

와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성하고, 상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.

[0023] 상기 제1 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고, 상기 제2 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치할 수 있다.

[0024] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 멀티스태틱 레이더 구조에서 사용할 수 있는 특성 벡터 융합 기법을 이용하여 여러개의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터를 서로 융합함으로써 표적에 대해 더욱 많은 정보를 획득하여 레이더 표적 인식 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

도 3은 멀티스태틱 레이더를 설명하기 위한 구조도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 적용되는 특성 벡터 융합 기법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 5는 이상적인 점 산란체를 이용하여 추출된 특성 벡터를 나타낸 도면이다.

도 6은 각각의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터만을 이용한 경우의 표적 구분 성능을 보여준 도면이다.

도 7은 두 대의 수신기 데이터로부터 추출된 특성 벡터 융합과 바이스태틱 150°에서의 표적 구분 성능을 비교한 도면이다.

도 8은 세 대의 수신기 데이터로부터 추출된 특성 벡터 융합을 이용한 표적 구분 확률 및 표준편차를 보여준 도면이다.

도 9는 두 대의 수신기에서 특성벡터 융합을 실시한 경우와 세대의 수신기에서 특성벡터 융합을 실시한 경우의 표적 구분 성능을 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0028] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이

다.

- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 장치(100)는 신호 수집부(110), 벡터 생성부(120), 표적 인식부(130), 및 제어부(140)를 포함한다.
- [0031] 상기 신호 수집부(110)는 복수의 수신기로부터 복수의 레이더 반사 신호를 수집한다. 이를 위해, 상기 신호 수집부(110)는 상기 복수의 수신기 각각과 데이터 링크를 확립하여 데이터를 송수신할 수 있는 환경을 마련한다.
- [0032] 여기서, 상기 복수의 레이더 반사 신호는 송신기가 방사한 레이더 신호가 표적에 반사되어 생성된 신호를 가리킨다. 이러한 복수의 레이더 반사 신호는 상기 복수의 수신기를 통해 상기 신호 수집부(110)에 수집된다.
- [0033] 참고로, 상기 표적 인식 장치(100)는 멀티스태틱 레이더 시스템을 이용하는데, 이러한 멀티스태틱 레이더 시스템은 한 개의 송신기와 상호간에 상이한 장소에 위치하는 복수의 수신기로 구성된다(도 3 참고).
- [0034] 예를 들어, 상기 복수의 수신기는 상기 송신기로부터 0도, 30도, 60도, 90도, 120도 및 150도 중 적어도 하나의 방향에 위치할 수 있다.
- [0035] 상기 벡터 생성부(120)는 상기 수집된 복수의 레이더 반사 신호 각각으로부터 복수의 특성 벡터를 추출한다.
- [0036] 즉, 상기 벡터 생성부(120)는 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 수신기 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산할 수 있다. 상기 벡터 생성부(120)는 상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여 상기 복수의 레이더 반사 신호로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출할 수 있다.
- [0037] 여기서, 상기 복수의 특성 벡터 각각은 상기 표적에 대한 산란점의 크기 및 상기 산란점 간의 상대적인 거리 정보를 포함할 수 있다(도 5 참조). 상기 CLEAN 알고리즘은 공지 기술에 해당하므로 본 명세서에서는 이에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0038] 상기 벡터 생성부(120)는 상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성한다.
- [0039] 즉, 상기 벡터 생성부(120)는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.
- [0040] 이때, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0041] 다른 실시예로서, 상기 벡터 생성부(120)는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다. 그리고, 상기 벡터 생성부(120)는 상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.
- [0042] 이때, 상기 제1 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고, 상기 제2 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0043] 상기 표적 인식부(130)는 상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식한다. 이를 위해, 상기 표적 인식부(130)는 상기 융합 특성 벡터를 신경망 구분기에 입력할 수 있으며, 이로써 상기 표적을 인식할 수 있다.
- [0044] 상기 제어부(140)는 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 장치(100), 즉, 상기 신호 수집부(110), 상기 벡터 생성부(120), 상기 표적 인식부(130) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0045] 한편, 상기 표적 인식 장치(100)는 상기 복수의 레이더 반사 신호를 수집 시 상기 수신기의 위치(각도)별로 분류하여, 표적 인식 성능이 가장 좋은 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호만을 추출할 수도 있다. 상기 표적 인식 장치(100)는 상기 추출된 레이더 반사 신호로부터 특성 벡터를 추출하여 이를 융합함으로써 상기 표적을 인식할 수도 있다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 특성 벡터 융합을 이용한 표적 인식 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

- [0047] 도 2를 참조하면, 단계(210)에서 상기 멀티스태틱 레이더 시스템은 한 개의 송신기를 통해 레이더 신호를 방사한다.
- [0048] 다음으로, 단계(220)에서 상기 멀티스태틱 레이더 시스템은 상이한 위치의 수신기들을 통해 상기 레이더 신호가 상기 표면에 반사되어 생성된 복수의 레이더 반사 신호를 수신한다.
- [0049] 다음으로, 단계(230)에서 상기 표적 인식 장치는 상기 수신기들로부터 복수의 레이더 반사 신호를 수집한다.
- [0050] 다음으로, 단계(240)에서 상기 표적 인식 장치는 상기 수집된 레이더 반사 신호들로부터 복수의 특성 벡터를 추출한다.
- [0051] 즉, 상기 표적 인식 장치는 상기 레이더 반사 신호들로부터 상기 수신기들 각각의 위치에서의 RCS(Radar Cross Section)를 계산할 수 있다. 이어서, 상기 표적 인식 장치는 상기 계산된 RCS 각각에 대하여 CLEAN 알고리즘을 적용하여 상기 레이더 반사 신호들로부터 상기 복수의 특성 벡터를 추출할 수 있다.
- [0052] 여기서, 상기 복수의 특성 벡터 각각은 상기 표적에 대한 산란점의 크기 및 상기 산란점 간의 상대적인 거리 정보를 포함할 수 있다(도 5 참조).
- [0053] 다음으로, 단계(250)에서 상기 표적 인식 장치는 상기 추출된 복수의 특성 벡터 중 상이한 적어도 두 개의 특성 벡터를 이용하여 융합 특성 벡터를 생성한다.
- [0054] 즉, 상기 표적 인식 장치는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 상기 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.
- [0055] 이때, 상기 송신기와 상이한 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0056] 또 달리, 상기 표적 인식 장치는 상기 송신기와 동일한 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터와, 상기 송신기와 상이한 위치인 제1 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호에 대응되는 특성 벡터를 이용하여 제1 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다. 이어서, 상기 표적 인식 장치는 상기 송신기와 상이한 위치인 제2 위치의 수신기로부터 수신된 레이더 반사 신호로부터 생성된 특성 벡터와 상기 제1 융합 특성 벡터를 이용하여 제2 융합 특성 벡터를 생성할 수 있다.
- [0057] 이때, 상기 제1 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 90도 방향에 위치하고, 상기 제2 위치의 수신기는 상기 송신기로부터 150도 방향에 위치하는 것이 바람직하다.
- [0058] 다음으로, 단계(260)에서 상기 표적 인식 장치는 상기 생성된 융합 특성 벡터를 이용하여 상기 표적을 인식한다. 이를 위해, 상기 표적 인식 장치는 상기 융합 특성 벡터를 신경망 구분기에 입력할 수 있으며, 이를 통해 상기 표적을 인식할 수 있다.
- [0059] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 방법의 성능을 검증하기 위한 실험 예들 도 3 내지 도 9를 참조하여 자세히 설명하기로 한다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 방법의 성능을 검증하기 위해, 먼저 세 가지의 서로 다른 전투기의 실스케일 캐드 모델들에 대해 한 대의 송신기와 여러 대의 수신기로 구성된 멀티스태틱 레이더 구조에서 표적들의 RCS를 계산하였다. 계산된 RCS로부터 시간 영역의 1차원 FFT 기반의 CLEAN 알고리즘을 이용하여 표적의 특성 벡터인 산란점 정보를 추출하였다. 추출된 특성 벡터는 신경망 구분기의 입력으로 사용되어 세 가지 서로 다른 시뮬레이션 환경을 가정하고 표적 구분 실험을 수행하였다.
- [0061] 먼저, 한 개의 수신기 데이터로부터 추출된 특성 벡터만을 사용한 경우, 그리고 두 개의 수신기 데이터로부터 추출된 특성 벡터를 융합하여 사용한 경우, 마지막으로 세 개의 수신기 데이터로부터 추출된 특성 벡터를 융합하여 사용한 경우를 가정하여 각각의 경우에서 표적 구분(인식) 성능을 비교 분석하였다.
- [0062] 본 발명의 일 실시예에 사용되는 멀티스태틱 레이더 구조는 도 3과 같이 한 대의 송신기(Tx)(310)와 최대 세 대의 수신기(Rx1, Rx2, Rx3)(310, 320, 330)를 갖는 멀티스태틱 레이더 구조를 사용한다. 하나의 송신기 Tx(310)는 0도로 고정되고, 첫 번째 수신기 Rx1(310)의 위치는 0도로 모노스태틱 레이더 구조를 갖는다. 두 번

제, 세 번째 수신기 Rx2(320)와 Rx3(330)는 바이스테틱 레이더 구조를 가지며, 각각 30°, 60°, 90°, 120°, 150°에 위치한다.

[0063] 표적 인식 성능을 향상시키기 위하여 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 특성 벡터 융합 기법의 전체적인 블록 도는 도 4에 나와 있는 것과 같이 먼저, 다양한 수신기(310, 320, 330) 각도에서의 멀티스테틱 RCS를 계산하는데, 본 발명의 일 실시예에서는 표적(301)의 RCS를 획득하기 위하여 시뮬레이션 툴을 이용한다. 사용된 모델들은 실제 크기와 거의 비슷한 실스케일의 캐드 데이터를 사용하였다.

[0064] 각 표적(301)에 대해 RCS를 계산하기 위해, 본 실시예에서는 EM(Electro Magnetic) 해석 시뮬레이션 툴 중 하나인 FEKO를 이용한다. RCS 계산 기법으로는 PO(Physical Optics) 기법을 사용한다. 사용된 주파수 범위는 150MHz에서 2MHz 간격으로 404MHz까지 128 포인트로 샘플링 하였으며, 편파각은 90°로서, HH의 선형 편파만을 고려한다.

[0065] RCS 계산 시 송신기(310)를 0° 에 고정하고, 수신기(310, 320, 330)의 위치를 30° 간격으로 이동시켜 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° 로 두어 다양한 위치에서의 멀티스테틱 RCS를 계산한다. 이때, 표적(301)의 측면 각(aspect angle)은 표적(301)의 머리 부분을 0° 로 봤을 때, 0° 부터 2° 간격으로 150° 까지 76개의 각도에서 계산한다.

[0066] 다음으로, 계산된 각각의 RCS로부터 시간 영역의 1차원 FFT 기반의 CLEAN 알고리즘을 이용하여 모든 수신기(310, 320, 330)로 입력되는 신호로부터 각각의 특성 벡터(Feature Extraction)를 추출한다(410).

[0067] 본 발명의 일 실시예에서는 주로 고주파 영역에서 관찰되는 산란점을 추출하기 위해 FFT 기반의 CLEAN 알고리즘을 이용하여 표적(301)의 산란점 정보를 추출하고, 표적(301) 구분을 위한 특성 벡터로 추출된 산란점의 크기와 상대적인 거리 정보를 사용한다. 추출된 특성 벡터 f 는 다음의 수학적 식 1과 같이 정의된다.

수학적 식 1

[0068]
$$f = [|\alpha_{11}|, |\alpha_{12}|, \dots, |\alpha_{M1}|, d_{12}, d_{13}, \dots, d_{1M}]$$

[0069] 여기서, $i=1, \dots, M$ 값을 갖는 $|\alpha_i|$ 는 순서대로 정렬된 a_i 크기의 절대값이다. 또한, $j=2, \dots, M$ 값을 갖는 d_j 는 오름차순으로 정렬된 R_1 과 R_j 사이의 상대적인 거리이다. 이러한 특성 벡터는 중복으로 인해 첫 번째 산란점과 다른 산란점들 간에 상대적인 거리를 사용한다. 도 5는 $M=6$ 일 때, 이상적인 점 산란체를 이용하여 추출된 특성 벡터의 예를 보여준다. 이렇게 추출된 특성 벡터들은 융합 단계(Combining of Feature Vectors)(420)를 거치게 된다. 특성 벡터의 융합 단계(420)에서는 각각의 수신기(310, 320, 330)에서 추출된 특성 벡터를 서로 융합하여 사용하기 때문에 표적(301)에 대한 정보를 더 많이 획득할 수 있다.

[0070] 본 발명의 일 실시예에서는 특성 벡터 융합 시에 특성 벡터 두 개를 하나로 융합한 경우와, 특성 벡터 세 개를 융합한 경우에 대해 표적 구분 실험을 수행한다. 먼저, 수신기 Rx1(310)의 신호로부터 추출된 특성 벡터와 수신기 Rx2(320)의 신호로부터 추출된 특성 벡터가 융합된 특성 벡터 f_{C1} 은 수학적 식 2와 같이 정의된다.

수학적 식 2

[0071]
$$f_{C1} = [f_{Rx1}, f_{Rx2}]$$

[0072] 수학적 식 2에서, f_{Rx1} 은 수신기 Rx1(310)으로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터이며, f_{Rx2} 는 수신기 Rx2(320)로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터를 의미한다. 즉, 모노스테틱 레이더 구조로부터 추출된 특성 벡터와 바이스테틱 레이더 구조로부터 추출된 특성 벡터를 융합시켜 하나의 특성 벡터로 만든다. 이렇게 융합된 정보들은 다시 신경망 구분기(Classifier)(430)의 입력으로 사용되어 최종적으로 표적(301)을 구분(Target Classification)하게 된다(440). 본 발명의 일 실시예에서는 2개의 은닉층을 가지고 있는 MLP 신경망을 이용한다.

[0073] 다음으로, 표적(301)에 대한 정보가 많아질수록 표적 구분 성능에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위해 앞에서 융합된 특성 벡터 f_{c1} 에 중복되지 않는 다른 수신기 위치 Rx3(330)에서의 특성 벡터를 더 추가하여 사용한다. 따라서, Rx1(310)의 신호로부터 추출된 특성 벡터와 Rx2(320), Rx3(330)의 신호로부터 추출된 특성 벡터가 융합된 특성 벡터 f_{c2} 는 수학식 3과 같이 정의된다.

수학식 3

[0074] $f_{c2} = [f_{c1}, f_{Rx3}]$

[0075] 수학식 3에서 f_{c1} 은 상기 수학식 2에서 정의된 Rx1(310)의 신호로부터 추출된 특성 벡터와 Rx2(320)의 신호로부터 추출된 특성 벡터 두 개가 융합된 특성 벡터이며, f_{Rx3} 는 앞에서 융합된 f_{c1} 에 중복되지 않는 다른 위치에서 Rx3(330)의 신호로부터 추출된 특성 벡터를 의미한다. 즉, 특성 벡터 f_{Rx1} 과 특성 벡터 f_{Rx2} 가 융합되어 생성된 특성 벡터 f_{c1} 을 특성 벡터 f_{Rx3} 와 융합시켜 특성 벡터 f_{c2} 를 생성한다.

[0076] 본 발명의 일 실시예에서는 멀티스태틱 레이더 구조를 이용하여 세 가지 서로 다른 경우를 가정하고 표적 구분 실험을 수행한다.

[0077] 이에 대한 첫 번째 실시예로, 각각의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터만을 사용한다.

[0078] 표적 구분을 위해 추출된 특성 벡터는 수신기 위치 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° 에서의 특성 벡터로 총 여섯 가지이다. 도 6은 각각의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터만을 이용한 경우의 표적 구분 성능을 보여준다. 모든 각도에서 추출된 특성 벡터 데이터를 신경망의 학습 및 테스트 데이터로 사용하며, 20회의 몬테카를로 시뮬레이션을 수행한다.

[0079] 실험 결과, 도 6과 같이 수신기의 위치에 따라서 표적 구분 성능에 많은 차이가 있으며, 이는 바이스태틱 레이더 운용 시 송/수신기의 위치가 표적 구분 성능에 상당한 영향을 미친다는 것을 보여준다. 또한, 각각의 수신기 위치 중에서 150° 에서의 표적 구분 성능이 가장 우수하며, 이때 표적 구분 성능이 SNR 10dB일 때, 모노스태틱($Rx1 = 0^\circ$)의 경우보다 약 12% 정도 더 좋은 성능을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0080] 두 번째 실시예로서, 수신기 Rx1(310)과 Rx2(320)에 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터 두 개를 융합하여 사용한다.

[0081] 본 발명의 일 실시예에 따른 표적 인식 성능을 검증하기 위해, 두 대의 수신기 Rx1(310), Rx2(320)의 신호로부터 추출된 특성 벡터를 융합한 경우의 표적 구분 성능을 앞에서의 실험에서 가장 좋은 성능을 보였던 수신기 위치 150° 에서의 표적 구분 성능과 비교해 본다.

[0082] 융합된 특성 벡터는 상기 수학식 2에 나와 있듯이 수신기 Rx1(310)으로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터에, 수신기 Rx2(320)로 입력되는 신호로부터 추출된 모든 위치에서의 특성 벡터를 추가하여 사용한다. 앞에서와 마찬가지로 20회의 몬테카를로 시뮬레이션을 수행한다.

[0083] 실험의 결과, 도 7과 같이 Rx1(310)의 위치 0° 와 Rx2(320)의 위치 30° 의 특성 벡터를 융합하여 생성한 융합 벡터를 이용했을 경우와 Rx1(310)의 위치 0° 와 Rx2(320)의 위치 120° 의 특성 벡터를 융합하여 생성한 융합 벡터를 이용했을 경우는 SNR이 0dB일 때부터 20dB일 때까지 Rx2(320)의 위치 150° 특성 벡터를 이용했을 경우보다 표적 구분 성능이 떨어졌지만, SNR이 20dB 이상일 때에는 Rx2(320)의 위치 150° 특성 벡터를 이용하는 경우보다 표적 구분 성능이 좋다. 또한, 그와 같은 경우를 제외하고는 Rx1(310)과 Rx2(320)의 특성 벡터 융합을 이용했을 경우가 Rx2(320)의 위치 150° 특성 벡터를 이용했을 경우보다 항상 더 좋은 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다. 한편, 특성 벡터 융합 시에 다섯 가지 조합 중에서 Rx1(310)의 위치 0° 와 Rx2(320)의 위치 150° 의 조합이 가장 좋은 성능을 갖는 것을 확인할 수 있다.

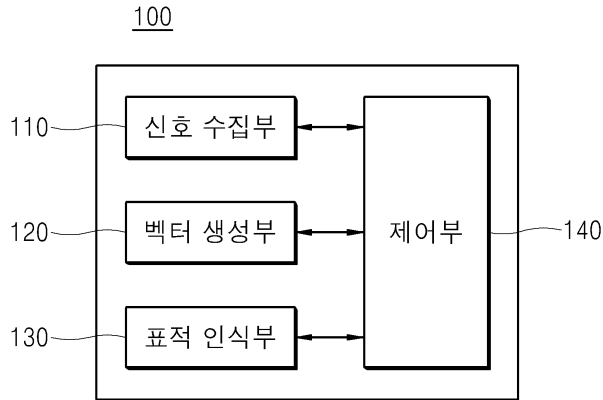
- [0084] 세 번째 실시예로서는, 수신기 Rx1(310), Rx2(320), Rx3(330)에 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터 세 개를 융합하여 사용한 경우를 가정하고 각각의 경우에서 표적 구분 성능을 비교 분석한다.
- [0085] 본 발명의 일 실시예에서는 표적에 대한 정보가 더 많아질수록 표적 구분 성능에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위해, 앞에서의 표적 구분 실험에서 더 나아가 Rx1(310), Rx2(320), Rx3(330)의 수신기로 입력되는 신호로부터 추출된 총 세 개의 특성 벡터를 하나로 융합한 경우에 대해 표적 구분 실험을 진행한다. 즉, 상기 수학적 식 3과 같이 Rx1(310)과 Rx2(320)로 입력되는 신호로부터 추출된 특성 벡터가 융합된 특성 벡터에 중복되지 않는 다른 Rx3(330) 위치에서의 특성 벡터를 하나 더 추가하여 표적 구분 실험을 수행한다.
- [0086] 도 8은 세 개의 특성 벡터를 하나로 융합하여 사용한 경우에 대한 표적 구분 확률 및 표준편차를 보여주고 있다. 이것 또한 앞에서와 마찬가지로 20회의 몬테카를로 시뮬레이션을 수행한다. 참고로, 도 8에서 상기 표적 구분 확률은 %로 표시된 값을 가리키고, 상기 표준편차는 () 안에 표시된 값을 가리킨다.
- [0087] 실험 결과, 도 8을 보면 SNR이 25dB 이상에서는 열 가지의 모든 경우에서 90% 이상의 표적 구분 확률을 보여주고 있으며, Rx1(310)의 위치 0°, Rx2(320)의 위치 90°, Rx3(330)의 위치 150°에서의 특성 벡터를 융합한 경우에서 가장 우수한 표적 구분 성능을 보임을 확인할 수 있다. 또한, 세 개의 특성 벡터를 융합한 경우에서의 성능이 특성 벡터 융합을 이용하지 않은 경우보다 모든 경우에서 더 좋은 표적 인식 성능을 갖는 것을 확인할 수 있다.
- [0088] 마지막으로, 도 9는 앞에서 진행되었던 실험들의 결과를 바탕으로 특성 벡터 융합에서 가장 좋은 성능을 보였던 경우의 표적 구분 성능을 비교한 그림을 보여준다. 도 9를 보면 Rx1(310)의 위치 0°, Rx2(320)의 위치 150°에서 추출된 두 개의 특성 벡터를 융합하여 사용한 경우보다 Rx1(310)의 위치 0°, Rx2(320)의 위치 90°, Rx3(330)의 위치 150°에서 추출된 세 개의 특성 벡터를 융합하여 사용한 경우가 더 좋은 성능을 갖는 것을 확인할 수 있다. 다시 말해서, 두 개의 특성 벡터를 융합한 것보다 세 개의 특성 벡터를 융합한 것이 SNR에 상관없이 더 좋은 표적 인식 성능을 보이는 것을 알 수 있다.
- [0089] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 멀티스태틱 레이더의 특성 벡터 융합을 이용함으로써 표적 인식 성능이 향상됨을 확인할 수 있었으며, 두 개의 특성 벡터를 융합한 경우보다 세 개의 특성 벡터를 융합한 경우가 더 좋은 표적 인식 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로, 더 많은 특성 벡터를 융합할수록 표적 인식 성능이 좋아지는 것을 확인할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0091] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.
- [0092] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

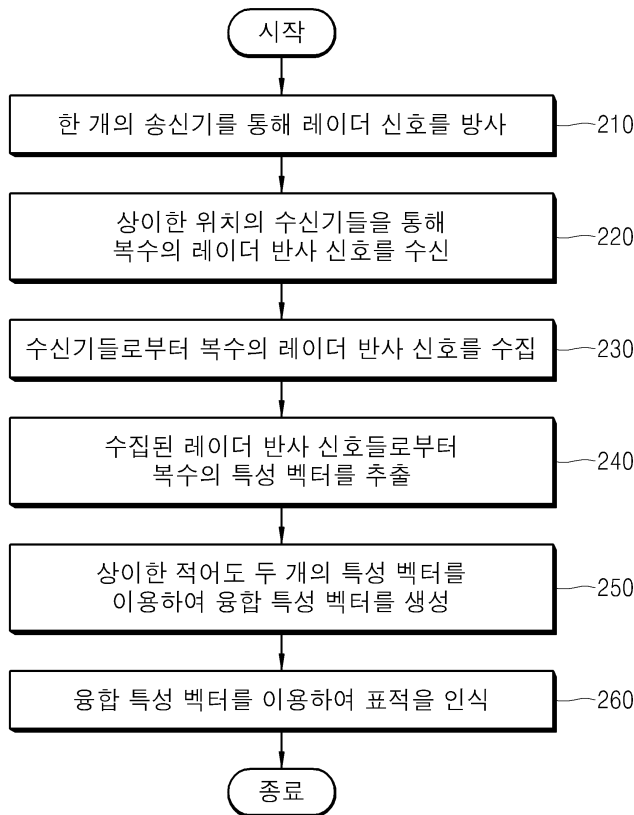
- [0093] 110: 신호 수집부
- 120: 벡터 생성부
- 130: 표적 인식부
- 140: 제어부

도면

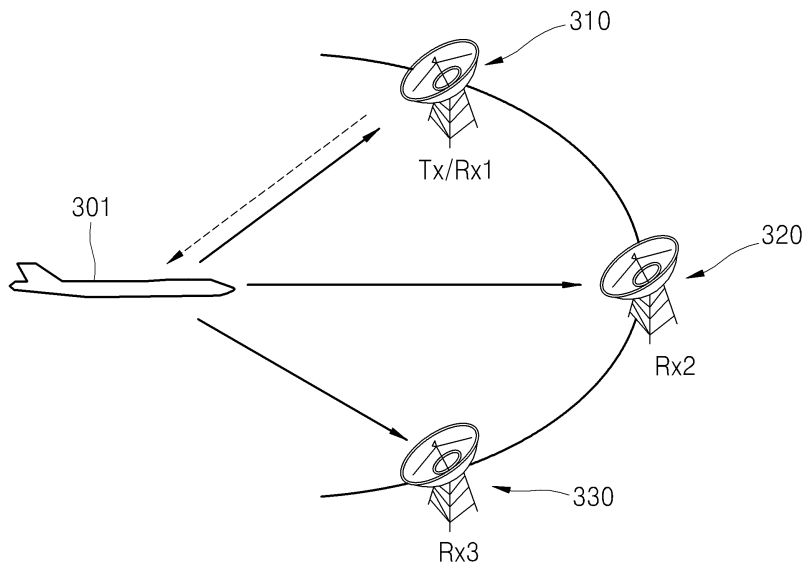
도면1



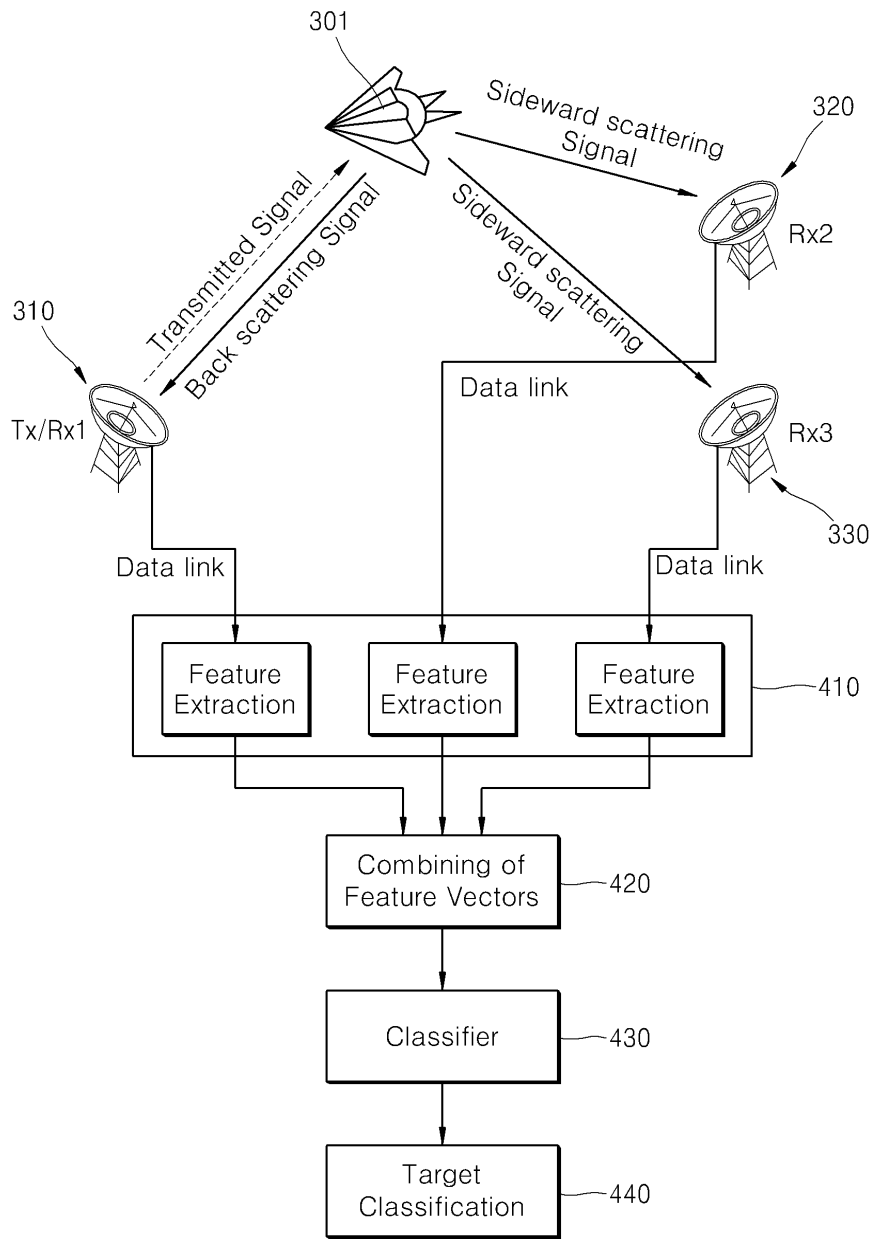
도면2



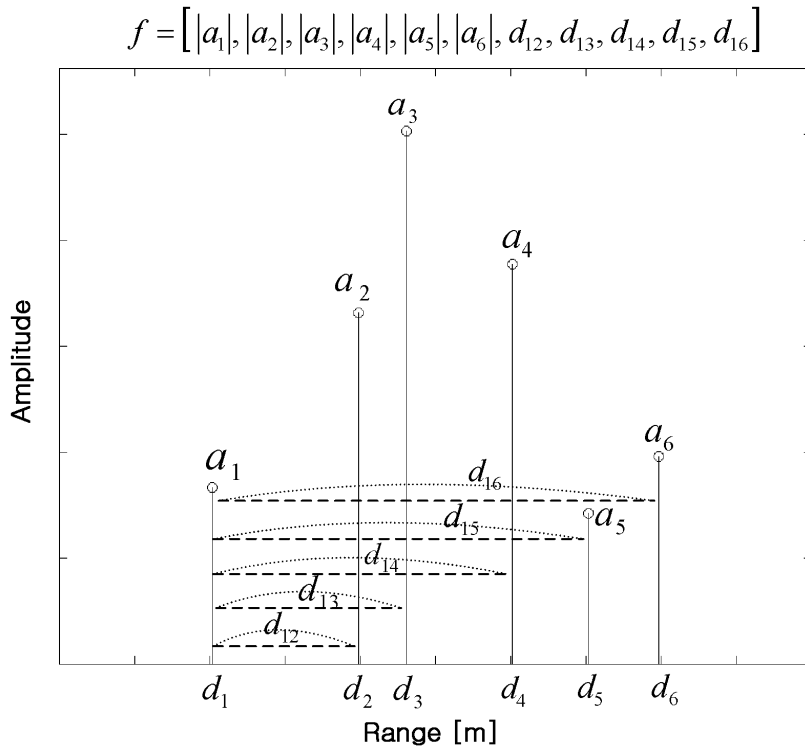
도면3



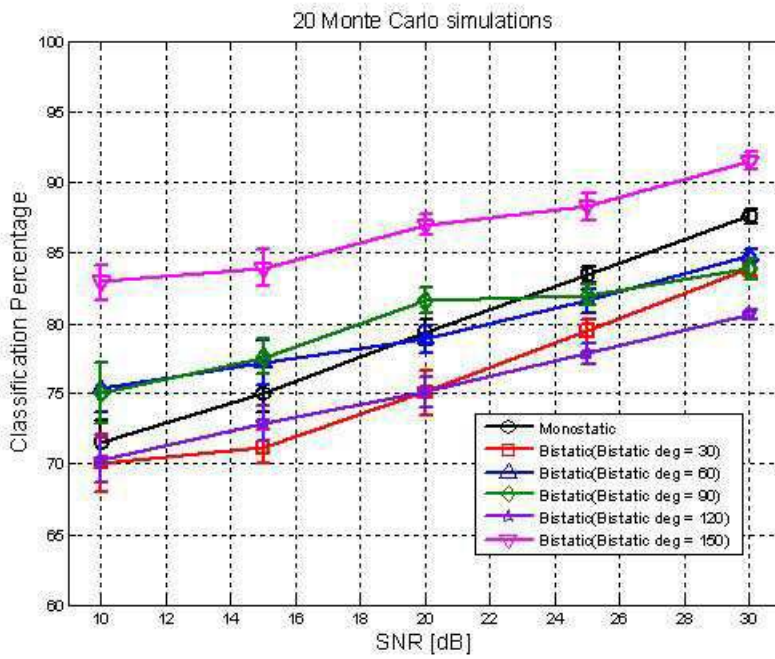
도면4



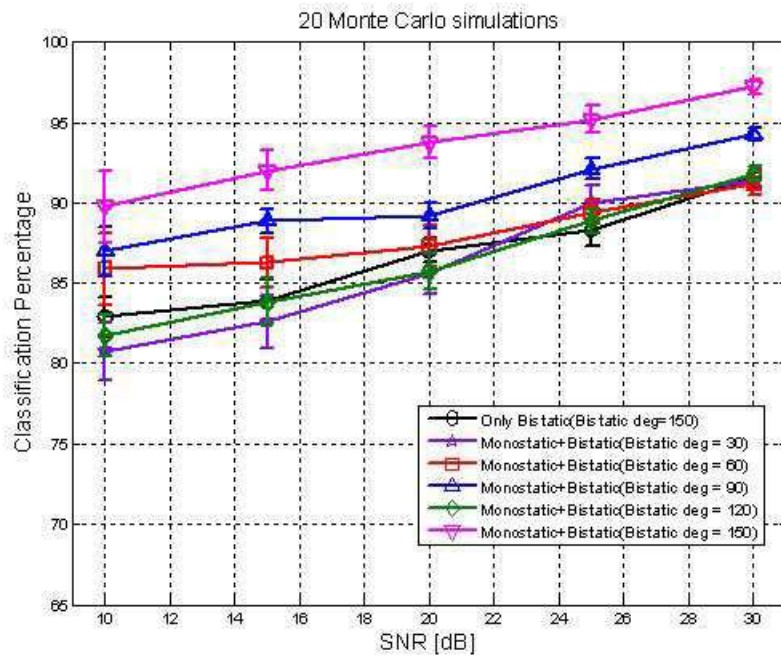
도면5



도면6



도면7



도면8

| 융합된 특성 벡터 데이터 | SNR | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 10 dB | 15 dB | 20 dB | 25 dB | 30 dB |
| Mono+Bi30°+Bi60° | 84.6 % (1.7) | 86.9 % (1.6) | 88.6 % (1.2) | 91.4 % (0.7) | 92.6 % (0.9) |
| Mono+Bi30°+Bi90° | 88.4 % (1.8) | 90.9 % (1.3) | 91.5 % (0.7) | 92.7 % (0.7) | 96.9 % (0.5) |
| Mono+Bi30°+Bi120° | 87.8 % (2.0) | 89.5 % (1.4) | 91.0 % (0.9) | 92.0 % (0.9) | 94.2 % (0.4) |
| Mono+Bi30°+Bi150° | 89.3 % (2.1) | 90.5 % (1.0) | 91.7 % (1.0) | 94.4 % (0.8) | 96.3 % (0.4) |
| Mono+Bi60°+Bi90° | 89.0 % (2.3) | 90.0 % (1.0) | 92.1 % (1.2) | 93.2 % (0.5) | 95.5 % (0.7) |
| Mono+Bi60°+Bi120° | 89.3 % (1.8) | 91.4 % (1.5) | 93.5 % (0.8) | 94.1 % (0.7) | 95.6 % (0.4) |
| Mono+Bi60°+Bi150° | 89.8 % (2.2) | 90.9 % (1.2) | 93.3 % (0.5) | 94.5 % (0.6) | 96.5 % (0.6) |
| Mono+Bi90°+Bi120° | 89.8 % (2.0) | 92.5 % (1.0) | 93.2 % (1.1) | 95.1 % (0.5) | 96.8 % (0.5) |
| Mono+Bi90°+Bi150° | 91.8 % (1.4) | 93.7 % (0.9) | 94.6 % (0.9) | 95.9 % (0.4) | 97.3 % (0.4) |
| Mono+Bi120°+Bi150° | 88.6 % (1.8) | 93.0 % (1.1) | 93.6 % (0.6) | 95.3 % (0.4) | 96.6 % (0.4) |

도면9

