



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0056991
(43) 공개일자 2017년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/50 (2006.01) G01S 13/89 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/505 (2013.01)
G01S 13/89 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0160533
(22) 출원일자 2015년11월16일
심사청구일자 2015년11월16일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
고한석
서울특별시 용산구 이촌로88길 30, 103동 1602호 (이촌동, 삼성리버스위트아파트)
박상욱
서울특별시 성북구 인촌로11길 4, 303호(안암동2가)
(74) 대리인
심경식, 홍성욱

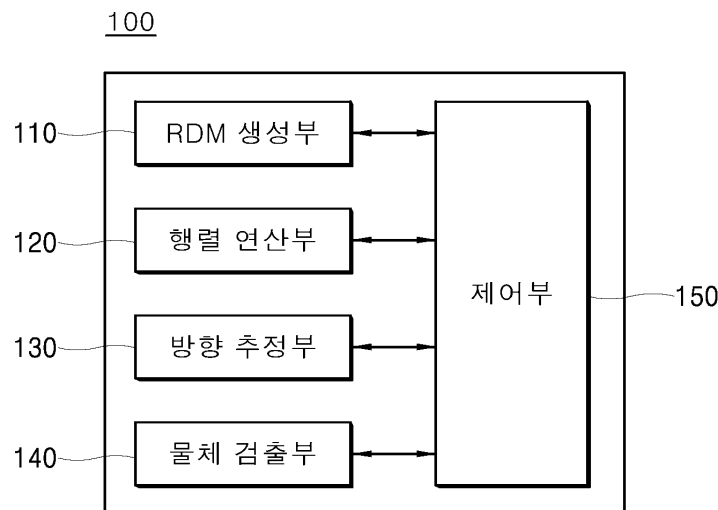
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치 및 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치는 N(상기 N은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성하는 RDM 생성부; 상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 변환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 분석된 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성하는 행렬 연산부; 및 상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하고, 상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성하며, 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 물체 검출부를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R1510481

부처명 해양수산부

연구관리전문기관 한국해양과학기술진흥원

연구사업명 해양과학조사및예보기술개발

연구과제명 국가해양영토 광역 감시망 구축 기반연구

기 여 율 1/1

주관기관 한국해양과학기술원

연구기간 2015.05.15 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

N(상기 N은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성하는 RDM 생성부;

상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 변환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 분석된 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성하는 행렬 연산부; 및

상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하고, 상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성하며, 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 물체 검출부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 RDM은

하나의 안테나로부터 생성된 경우 자기상관(auto-correlation)의 형태로 전처리되어 저장되고, 상기 N개의 안테나별로 생성된 경우 상호상관(cross-correlation)의 형태로 전처리되어 저장되며, 상기 특정 시점에 따른 시간에 따라 순차적으로 저장되는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 행렬 연산부는

상기 행렬 변환 벡터와 상기 행렬 변환 벡터의 복소 켤레(complex conjugate)의 곱에 대한 기대값을 산출하여 상기 공분산행렬을 계산하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 행렬 연산부는

상기 고유 성분의 분석을 위해, 상기 공분산행렬을 N개의 고유치와 상기 고유치 각각과 대응되는 N개의 고유벡터로 분할하고, 상기 N개의 고유치 중 가장 큰 고유치에 대응되는 고유벡터로 상기 행렬 변환 벡터를 투사하여 상기 요소 분석 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 행렬 연산부는

상기 가장 큰 고유치에 대응되는 고유벡터와 상기 행렬 전환 벡터의 곱과, 상기 고유벡터와 상기 행렬 전환 벡터의 곱에 대한 복소 곱레를 곱한 결과를 평균 연산한 기대값을 도출하여 상기 요소 분석 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 요소 분석 데이터의 각 도플러 주파수에서 거리 셀에 적용되는 참조 윈도우의 배경 잡음의 값과 임계값의 곱을 상기 요소 분석 데이터의 기대 값으로 정의되는 검증 셀의 값과 비교하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 비교 결과, 상기 배경 잡음의 값과 상기 임계값의 곱보다 상기 검증 셀의 값이 더 큰 경우, 상기 검증 셀을 상기 이동 물체의 후보로 선정하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 참조 윈도우에 포함된 거리 셀 중에서, 상기 검증 셀을 제외한 나머지 셀의 값을 기반으로 상기 배경 잡음의 값을 추정하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 검증 셀이 상기 이동 물체의 후보로 선정된 경우, 상기 RDM에서 상기 검증 셀의 도플러 주파수 인덱스와 거리 인덱스를 도출하여 상기 이동 물체의 후보에 대한 위치를 추정하고, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 검출 조건은

상기 후보 군집에 속한 상기 후보의 개수가 미리 설정된 개수 이상인 것으로 미리 설정되고,

상기 물체 검출부는

상기 검출 조건을 만족하지 못하는 후보 군집을 제외한 나머지 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 N개의 안테나가 설치된 위치를 기준으로 상기 이동 물체의 후보에 대한 시계 방향으로의 각도를 도출하여, 상기 이동 물체의 후보에 대한 방향을 추정하는 방향 추정부

를 더 포함하고,

상기 물체 검출부는

상기 RDM에서 상기 이동 물체의 후보가 위치한 셀을 기초로 상기 이동 물체의 후보에 대한 거리를 도출하고, 상기 도출된 거리 및 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 이동 물체의 후보에 대한 거리 및 각도와, 상기 N개의 안테나가 설치된 위치를 이용하여 상기 이동 물체의 후보의 위치를 지도상의 위치로 변환하고, 해안가의 위치를 나타내는 해안가 위치 정보와 상기 이동 물체의 후보의 지도상 위치를 비교하여 상기 해안가에 위치하는 이동 물체를 후보에서 제거하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기에 따른 가중치를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 시간에 따른 가중치를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 물체 검출부는

상기 최종 후보 군집의 최종 위치 및 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치의 차이에 기초하여, 상기 최종 후보 군집의 최종 위치를 기준으로 상기 이동 물체가 존재할 수 있는 범위를 나타내는 경계 영역을

계산하고, 상기 계산된 경계 영역에 기초하여 상기 이동 물체를 검출하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 N개의 안테나는

해안가에 설치되거나 선박에 설치되며,

상기 이동 물체 검출 장치는

상기 N개의 안테나가 상기 선박에 설치 시, 상기 선박의 속도 및 거리를 보정하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치.

청구항 17

N(상기 N은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성하는 단계;

상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 변환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 분석된 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성하는 단계;

상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하는 단계;

상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성하는 단계; 및

상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 고주파 표면파 레이더(HFSWR; high frequency surface wave radar)는 해안의 기준 위치에서 선박, 항공기, 빙산, 그 밖의 표면 표적물을 연속적으로 검출하고 추적하는데 유효하다. 따라서, 고주파 표면파 레이더(HFSWR)는, 배타적 경제 수역 안에서 해양 상태, 밀입국, 마약밀매, 불법어로, 밀수, 및 해적활동을 감시하는 데에는 물론 탐사 구조 활동을 강화하는 데에 이용되고 있다.

[0004] 고주파 표면파 레이더(HFSWR) 시스템은, 시스템 동작을 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어와, 해양으로 지향하고 있는 지향성 송신 안테나 어레이 및 수신 안테나 어레이를 포함하고 있다. 송신 안테나 어레이는 소망하는 감시 구역에 방사하는 일련의 전자기(EM) 펄스를 생성한다. 수신 안테나 어레이는 감시 구역 전체에 걸쳐 동일한 고 이득을 갖는 것이 바람직하다.

[0005] 감시 구역 내 물체는 수신 안테나 어레이로 전자기(EM) 펄스를 반사시키며, 수신 안테나 어레이는 레이더 데이터를 수집한다. 어떤 물체는 검출되어야 하는 성분이며 그 밖의 물체는 검출될 필요가 없는 성분이다. 매우 섬세한 펄스-코딩된 또는 주파수-코딩된 전자기(EM) 펄스는, 반사 전자기(EM) 펄스가 (이전에 전송된 전자기(EM) 펄스에 응답하여) 수신 안테나 어레이에 의해 수신되고 후속 전자기(EM) 펄스가 전송된 후에, 레인지 랩(range wrap)과 경쟁하는 데에 이용될 수도 있다.

[0006] 그런데, 선박과 같은 이동 물체를 검출하는 경우, 표층 해류와 선박을 동시에 관측하기 어려운 문제가 있다. 이는 표층 해류는 시간에 따른 변화도가 크지 않기 때문에 데이터 생성 주기가 길어야 하지만, 선박은 상대적으로 그 변화도가 크기 때문에 데이터 생성 주기가 짧아야 하기 때문이다. 더욱이, 컴팩트 고주파 레이더는 기하학적 구조로 데이터 생성 주기를 조절하기 어렵기 때문이기도 하다.

[0007] 관련 선행기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2004-0091699호(발명의 명칭: 레이더 검출에서의 적응적 검출 시스템 및 적응적 검출 방법, 공개일자: 2004.10.28)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 동일한 고주파 레이더를 사용하여 해수 흐름과 이동 물체를 동시에 관측하기 위해, 본 발명의 일 실시예는 RDM(Range-Doppler Map)을 이용한 신호 처리를 통해 고유 성분을 분석하여 이동 물체의 후보를 선정하고, 이를 통해 최종 후보 군집의 위치를 판단하여 이동 물체를 검출함으로써, 이동 물체의 검출 성능을 향상시킬 수 있는, 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치 및 방법을 제공한다.

[0011] 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

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치는 N(상기 N은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성하는 RDM 생성부; 상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 변환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 분석된 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성하는 행렬 연산부; 및 상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하고, 상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성하며, 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 물체 검출부를 포함한다.

[0014] 상기 RDM은 하나의 안테나로부터 생성된 경우 자기상관(auto-correlation)의 형태로 전처리되어 저장되고, 상기 N개의 안테나별로 생성된 경우 상호상관(cross-correlation)의 형태로 전처리되어 저장되며, 상기 특정 시점에 따른 시간에 따라 순차적으로 저장될 수 있다.

[0015] 상기 행렬 연산부는 상기 행렬 변환 벡터와 상기 행렬 변환 벡터의 복소 켤레(complex conjugate)의 곱에 대한 기대값을 산출하여 상기 공분산행렬을 계산할 수 있다.

[0016] 상기 행렬 연산부는 상기 고유 성분의 분석을 위해, 상기 공분산행렬을 N개의 고유치와 상기 고유치 각각과 대응되는 N개의 고유벡터로 분할하고, 상기 N개의 고유치 중 가장 큰 고유치에 대응되는 고유벡터로 상기 행렬 변환 벡터를 투사하여 상기 요소 분석 데이터를 생성할 수 있다.

[0017] 상기 행렬 연산부는 상기 가장 큰 고유치에 대응되는 고유벡터와 상기 행렬 변환 벡터의 곱과, 상기 고유벡터와 상기 행렬 변환 벡터의 곱에 대한 복소 켤레를 곱한 결과를 평균 연산한 기대값을 도출하여 상기 요소 분석 데이터를 생성할 수 있다.

[0018] 상기 물체 검출부는 상기 요소 분석 데이터의 각 도플러 주파수에서 거리 셀에 적용되는 참조 윈도우의 배경 잡음의 값과 임계값의 곱을 상기 요소 분석 데이터의 기대 값으로 정의되는 검증 셀의 값과 비교하여 상기 이동 물체의 후보를 선정할 수 있다.

[0019] 상기 물체 검출부는 상기 비교 결과, 상기 배경 잡음의 값과 상기 임계값의 곱보다 상기 검증 셀의 값이 더 큰 경우, 상기 검증 셀을 상기 이동 물체의 후보로 선정할 수 있다.

[0020] 상기 물체 검출부는 상기 참조 윈도우에 포함된 거리 셀 중에서, 상기 검증 셀을 제외한 나머지 셀의 값을 기반

으로 상기 배경 잡음의 값을 추정할 수 있다.

- [0021] 상기 물체 검출부는 상기 검증 셀이 상기 이동 물체의 후보로 선정된 경우, 상기 RDM에서 상기 검증 셀의 도플러 주파수 인덱스와 거리 인덱스를 도출하여 상기 이동 물체의 후보에 대한 위치를 추정하고, 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성할 수 있다.
- [0022] 상기 검출 조건은 상기 후보 군집에 속한 상기 후보의 개수가 미리 설정된 개수 이상인 것으로 미리 설정되고, 상기 물체 검출부는 상기 검출 조건을 만족하지 못하는 후보 군집을 제외한 나머지 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치는 상기 N개의 안테나가 설치된 위치를 기준으로 상기 이동 물체의 후보에 대한 시계 방향으로의 각도를 도출하여, 상기 이동 물체의 후보에 대한 방향을 추정하는 방향 추정부를 더 포함하고, 상기 물체 검출부는 상기 RDM에서 상기 이동 물체의 후보가 위치한 셀을 기초로 상기 이동 물체의 후보에 대한 거리를 도출하고, 상기 도출된 거리 및 상기 추정된 방향에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성할 수 있다.
- [0024] 상기 물체 검출부는 상기 이동 물체의 후보에 대한 거리 및 각도와, 상기 N개의 안테나가 설치된 위치를 이용하여 상기 이동 물체의 후보의 위치를 지도상의 위치로 변환하고, 해안가의 위치를 나타내는 해안가 위치 정보와 상기 이동 물체의 후보의 지도상 위치를 비교하여 상기 해안가에 위치하는 이동 물체를 후보에서 제거할 수 있다.
- [0025] 상기 물체 검출부는 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기에 따른 가중치를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출할 수 있다.
- [0026] 상기 물체 검출부는 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 시간에 따른 가중치를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출할 수 있다.
- [0027] 상기 물체 검출부는 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 및 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치의 차이에 기초하여, 상기 최종 후보 군집의 최종 위치를 기준으로 상기 이동 물체가 존재할 수 있는 범위를 나타내는 경계 영역을 계산하고, 상기 계산된 경계 영역에 기초하여 상기 이동 물체를 검출할 수 있다.
- [0028] 상기 N개의 안테나는 해안가에 설치되거나 선박에 설치되며, 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 N개의 안테나가 상기 선박에 설치 시, 상기 선박의 속도 및 거리를 보정할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 방법은 N(상기 N은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성하는 단계; 상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 전환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 분석된 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성하는 단계; 상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정하는 단계; 상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성하는 단계; 및 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출하는 단계를 포함한다.
- [0031] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따르면, RDM(Range-Doppler Map)을 이용한 신호 처리를 통해 고유 성분을 분석하여 이동 물체의 후보를 선정하고, 이를 통해 최종 후보 군집의 위치를 판단하여 이동 물체를 검출함으로써, 이동 물체의 검출 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 컴팩트 고주파 레이더를 이용한 해양 상황 관측 시스템에서 표층 해류 관측과 선박 관측을 동시에 달성할 수 있다. 특히, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 표층 해류 관측을 위한 컴팩트 고주파 레이더를 이용하여 선박 관측을 할 경우, 선박 검출률을 향상시킬 수 있다.

[0035] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 효과적인 선박 이동 경로 추적 및 예측을 통해 불법선박 검출 및 항만 관리 시스템에 적용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.

도 2 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 특정 시점마다 순차적으로($t-2$, $t-1$, t ; t 는 시간) 생성된 RDM(Range-Doppler Map)의 일례를 도시한 도면이다.

도 5는 도 1의 물체 검출부(140)의 상세 구성을 도시한 블록도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 적용되는 참조 윈도우를 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 CFAR 검출 알고리즘을 이용하여 이동 물체의 후보를 선정하는 과정을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 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.

[0040] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치를 설명하기 위해 도시한 블록도이고, 도 2 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 특정 시점마다 순차적으로($t-2$, $t-1$, t ; t 는 시간) 생성된 RDM(Range-Doppler Map)의 일례를 도시한 도면이며, 도 5는 도 1의 물체 검출부(140)의 상세 구성을 도시한 블록도이다. 참고로, 본 실시예에서 상기 고주파 레이더는 콤팩트 고주파 레이더로 구현될 수 있다.

[0042] 먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치(100)는 RDM 생성부(110), 행렬 연산부(120), 방향 추정부(130), 물체 검출부(140), 및 제어부(150)를 포함할 수 있다.

[0043] 상기 RDM 생성부(110)는 N (상기 N 은 적어도 3 이상의 자연수)개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N 개의 RDM(Range-Doppler Map)을 생성한다. 예를 들어, 상기 RDM 생성부(110)는 N 개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 256초마다 N 개의 RDM을 생성할 수 있다. 본 실시예에서는 상기 N 을 3으로 한정하여 설명한다. 이는 설명의 편의 및 용이한 이해를 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아님은 자명하다.

[0044] 본 실시예에서, 상기 안테나는 3차원 공간에서 서로 직교하는 세 개의 안테나로 구성될 수 있으며, 이러한 경우 안테나 1, 2는 각각 고주파 레이더의 cross-loop 안테나를 의미하며, 안테나 3은 mono-pole 안테나를 의미한다. 상기 안테나 1, 2, 3으로부터 수신된 데이터는 매 256초마다 거리-도플러 지도(RDM) 형태로 변환될 수 있다. 따라서, 하나의 고주파 레이더 장치에서는 동시에 세 개의 RDM이 생성될 수 있다.

[0045] 본 실시예에서는, 안테나 i 에서 생성된 RDM을 $X_i(d, r)$, $1 \leq i \leq 3$ 라 정의하고, 이때 d , r 는 각각 도플러 주파수 지표(index)와 거리 지표라 정의한다. 각 안테나에서 생성된 RDM은 자기상관(auto-correlation)과 상호상관(cross-correlation)의 형태로 저장될 수 있다.

[0046] 즉, 상기 RDM은 하나의 안테나로부터 생성된 경우 자기상관(auto-correlation)의 형태로 전처리되어 저장되고,

상기 N개의 안테나별로 생성된 경우 상호상관(cross-correlation)의 형태로 전처리되어 저장될 수 있다. 이때, 상기 RDM은 상기 특정 시점에 따른 시간에 따라 순차적으로 저장될 수 있다.

[0047] 본 실시예에서는 이후 신호 처리를 위해서, 순차적으로 생성된 3개의 RDM이 필요하기 때문에, 상기 저장된 RDM 중 현재 시점에서 생성된 RDM 하나와 이전 시점에서 생성된 RDM 두 개를 이용할 수 있다.

[0048] 즉, 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 이전 시점에서 생성된 RDM(t-2), RDM(t-1)와, 현재 시점에서 생성된 RDM(t)을 이용하여 이동 물체를 검출하기 위한 이후의 신호 처리를 수행할 수 있다. 도 2 내지 도 4에서 각각의 RDM은 어느 하나의 안테나에서 수신한 신호(데이터)를 이용하여 순차적으로 생성된 3개의 자기상관이다. 상기 각각의 RDM이 생성되는 동안 이동 물체(예: 선박)는 이동하기 때문에, RDM 생성 주기가 긴 경우, 상기 각각의 RDM에서 상기 이동 물체로 추정되는 거리(r)-도플러(d) 셀(cell)(210)이 시간에 따라 급격히 변화(빠르게 이동)할 수 있다.

[0049] 한편, 상기 3개의 안테나는 해안가에 설치되거나 선박에 설치될 수 있다. 상기 3개의 안테나가 상기 선박에 설치 시, 상기 이동 물체 검출 장치(100)는 상기 선박의 검출을 위해 상기 선박의 속도 및 거리를 보정할 수 있다.

[0050] 상기 행렬 연산부(120)는 상기 3개의 RDM으로부터 고유 성분을 분석하고, 이를 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성한다.

[0051] 이를 위해, 상기 행렬 연산부(120)는 상기 3개의 RDM에 대해 정의된 3개의 벡터에 대한 행렬 변환 벡터의 공분산행렬을 계산하고, 상기 공분산행렬에 기초하여 상기 고유 성분을 분석함으로써, 상기 분석된 고유 성분을 이용하여 상기 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성한다.

[0052] 구체적으로, 상기 행렬 연산부(120)는 아래의 수학적 식 1과 같이, 세 안테나에서 생성된 RDM에 대한 벡터 X_1 , X_2 , X_3 를 정의하고, 상기 벡터 X_1 , X_2 , X_3 를 행렬 변환하여 상기 행렬 변환 벡터 X 를 산출할 수 있다. 상기 행렬 연산부(120)는 아래의 수학적 식 2와 같이, 상기 행렬 변환 벡터 X 와 상기 행렬 변환 벡터 X 의 복소 켤레(complex conjugate)의 곱에 대한 기대값을 산출하여 상기 행렬 변환 벡터 X 에 대한 공분산행렬(covariance matrix)을 계산할 수 있다.

[0053] [수학적 식 1]

$$X(d,r) = [X_1(d,r), X_2(d,r), X_3(d,r)]^T$$

[0054]

[0055] 여기서, d는 도플러 주파수 지표, r은 거리 지표이고, X_1 , X_2 , X_3 는 세 안테나에서 생성된 RDM에 대한 벡터이다. 또한, 윗 첨자 T는 행렬 변환을 나타내며, X 는 X_1 , X_2 , X_3 를 행렬 변환한 벡터, 즉 상기 행렬 변환 벡터를 나타낸다.

[0056] [수학적 식 2]

$$C(d,r) = E[X(d,r)X^H(d,r)]$$

[0057]

[0058] 여기서, d는 도플러 주파수 지표, r은 거리 지표이고, X 는 상기 행렬 변환 벡터를 나타낸다. 또한, 윗 첨자 H는 복소 켤레 행렬 변환(complex conjugate transform)을 나타내고, E는 기대값을 나타내며, C는 상기 행렬 변환 벡터 X 에 대한 공분산행렬을 나타낸다.

[0059] 상기 행렬 연산부(120)는 상기 고유 성분의 분석을 위해, 하기 수학적 식 3에서와 같이, 상기 공분산행렬을 3개의 고유치(eigenvalue)와 상기 고유치 각각과 대응되는 3개의 고유벡터(eigenvector)로 분할할 수 있다.

[0060] [수학식 3]

$$C(d,r) = U\Lambda U^H = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 & e_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 & & \\ & \lambda_2 & \\ & & \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1^H \\ e_2^H \\ e_3^H \end{bmatrix}$$

$$\text{where } \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \lambda_3$$

[0061]

[0062] 여기서, λ_1 , λ_2 , λ_3 은 상기 행렬 변환 벡터 X에 대한 공분산행렬 C의 고유치를 나타내며, e_1 , e_2 , e_3 는 상기 고유치 각각에 대응되는 고유벡터를 나타낸다.

[0063] 상기 행렬 연산부(120)는 상기 3개의 고유치 λ_1 , λ_2 , λ_3 중 가장 큰 고유치인 λ_3 에 대응되는 고유벡터 e_3 로 상기 행렬 변환 벡터 X를 투사(projection)하여, 상기 이동 물체의 선정에 가장 큰 영향을 미치는 요소(거리-도플러 셀)를 추출함으로써 상기 요소 분석 데이터를 생성할 수 있다.

[0064] 구체적으로, 상기 행렬 연산부(120)는 아래의 수학식 4와 같이, 상기 3개의 고유치 λ_1 , λ_2 , λ_3 중 가장 큰 고유치인 λ_3 에 대응되는 고유벡터 e_3 와 상기 행렬 변환 벡터 X의 곱 $[e_3^H X(d,r)]$ 과, 상기 고유벡터와 상기 행렬 변환 벡터의 곱에 대한 복소 켤레 $[e_3^H X(d,r)]^H$ 를 곱한 결과 $Y(d,r)$ 를 도출하고, 하기 수학식 5와 같이 $Y(d,r)$ 를 평균 연산한 기대값 $E[Y(d,r)]$ 을 도출하여 상기 요소 분석 데이터를 생성할 수 있다. 이때, 수학식 4의 $Y(d,r)$ 은 시간순으로 복수개 생성되는데, 수학식 5의 $E[Y(d,r)]$ 은 시간순으로 생성된 복수의 $Y(d,r)$ 에 대한 기대값이므로 시간과 무관하게 한 개의 값만 생성된다.

[0065] [수학식 4]

$$\begin{aligned} Y(d,r) &= [e_3^H X(d,r)]^H [e_3^H X(d,r)] \\ &= [e_3^H X(d,r)] [e_3^H X(d,r)]^H \\ &= e_3^H X(d,r) X^H(d,r) e_3 \end{aligned}$$

[0066]

[0068] [수학식 5]

$$E[Y(d,r)] = e_3^H E[X(d,r) X^H(d,r)] e_3 = e_3^H C(d,r) e_3$$

[0069]

[0070] 상기과 같이 생성된 요소 분석 데이터는 상기 이동 물체의 후보에 대한 위치를 추정할 때 거리 요소로서 활용될 수 있다. 따라서, 상기 이동 물체의 후보에 대한 위치를 정확히 추정하기 위해서는 상기 거리 요소와 함께 방향 요소가 필요하다. 이하에서는 상기 방향 요소를 추정하는 방향 추정부(130)에 대해 설명한다.

- [0071] 상기 방향 추정부(130)는 상기 3개의 안테나가 설치된 위치를 기준으로 상기 이동 물체의 후보에 대한 시계 방향으로의 각도를 도출하여, 상기 이동 물체의 후보에 대한 방향을 추정할 수 있다. 상기 이동 물체의 후보에 대한 방향 추정에는 MUSIC(Multiple Signal Classification) 알고리즘이 사용될 수 있다. 상기 방향 추정부(130)에 의해 추정된 방향 정보는 후술하는 물체 검출부(140)가 상기 이동 물체의 후보 군집을 생성할 때 기초 자료로 활용될 수 있다.
- [0072] 상기 물체 검출부(140)는 도 5에 도시된 바와 같이 후보 선정부(510), 후보 군집 생성부(520), 및 이동 물체 검출부(530)를 포함할 수 있다.
- [0073] 상기 후보 선정부(510)는 상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정한다. 상기 이동 물체의 후보를 선정하기 위해, 상기 후보 선정부(510)는 CFAR(Constant False Alarm Rate) 검출 알고리즘을 이용할 수 있다. 상기 CFAR 검출 알고리즘에는 도 6에 도시된 바와 같이 $Y(d,r)$ 의 각 도플러 주파수에서 거리 셀에 참조 윈도우(610)가 적용된다. 이하에서는 도 7 및 수학적 식 6을 참조하여 상기 CFAR 검출 알고리즘을 이용한 후보 선정 과정에 대해 설명한다.
- [0074] 상기 후보 선정부(510)는 상기 참조 윈도우(610)에 포함된 거리 셀 중에서 검증 셀(612)을 제외한 나머지 셀, 즉 인접셀 1(616)과 인접셀 2(618)의 값을 기반으로 아래 수학적 식 6을 통해, 배경 잡음의 값(Z)을 추정(710)할 수 있다. 참고로, 도 7에서 도면부호 614는 보호셀을 의미한다.
- [0075] 즉, 상기 후보 선정부(510)는 하기 수학적 식 6과 같이, 상기 참조 윈도우(610)의 배경 잡음의 값(Z)과 임계값(T)의 곱(720)을 비교기(730)를 통해 검증 셀(612)의 값과 비교하여 상기 이동 물체(예: 선박)의 후보를 선정할 수 있다.
- [0076] 이때, 상기 후보 선정부(510)는 상기 비교기(730)에서의 비교 결과, 상기 배경 잡음의 값(Z)과 상기 임계값(T)의 곱(720)보다 상기 검증 셀(612)의 값이 더 큰 경우, 상기 검증 셀(612)을 상기 이동 물체(선박)의 후보로 선정할 수 있다. 여기서, 상기 검증 셀의 값(612)은 상기 요소 분석 데이터의 기대 값 $E[Y(d,r)]$ 으로 정의될 수 있다. 여기서, 검증 셀(612)의 값은 검증 셀에서의 신호의 크기를 말한다.
- [0077] [수학적 식 6]
- $$Z = \sum_{n=1}^N Y_n$$
- [0078]
- [0079] 여기서, Y_n 은 상기 인접셀 1($Y_1, Y_2, \dots, Y_M$)(616)과 상기 인접셀 2($Y_{M+1}, Y_{M+2}, \dots, Y_N$)(618)의 값을 나타내며, Z는 상기 배경 잡음의 값을 나타낸다. 이때, 인접셀의 값은 인접셀에서의 신호의 크기를 말한다.
- [0080] 상기 후보 군집 생성부(520)는 상기 후보 선정부(510)에 의해 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성할 수 있다.
- [0081] 구체적으로, 상기 후보 군집 생성부(520)는 상기 검증 셀(도 7의 "612" 참조)이 상기 이동 물체의 후보로 선정된 경우, 상기 RDM에서 상기 검증 셀의 도플러 주파수 인덱스(지표)와 거리 인덱스를 도출하여 상기 이동 물체의 후보에 대한 위치를 추정할 수 있다. 상기 후보 군집 생성부(520)는 상기 추정된 위치에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성할 수 있다.
- [0082] 다시 말해, 상기 후보 군집 생성부(520)는 상기 RDM에서 상기 이동 물체의 후보가 위치한 셀을 기초로 상기 이동 물체의 후보에 대한 거리를 도출하고, 상기 도출된 거리 및 상기 방향 추정부(130)에 의해 추정된 방향에 기초하여 상기 밀도 기반 군집화를 통해 상기 복수의 후보 군집을 생성할 수 있다.
- [0083] 이때, 상기 후보 군집 생성부(520)는 상기 이동 물체의 후보에 대한 거리 및 각도(방향)와, 상기 3개의 안테나가 설치된 위치를 이용하여 상기 이동 물체의 후보의 위치를 지도상의 위치로 변환하고, 해안가의 위치를 나타내는 해안가 위치 정보와 상기 이동 물체의 후보의 지도상 위치를 비교하여 상기 해안가에 위치하는 이동 물체를 후보에서 제거할 수 있다.
- [0084] 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를

토대로 상기 이동 물체를 검출한다. 여기서, 상기 검출 조건은 상기 후보 군집에 속한 후보의 개수가 미리 설정된 개수 이상인 것으로 미리 설정될 수 있다.

[0085] 즉, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 검출 조건을 만족하지 못하는 후보 군집을 제외한 나머지 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출할 수 있다.

[0086] 이때, 상기 이동 물체 검출부(530)는 하기 수학적 식 7에서와 같이, 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치 l_i 를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기 또는 시간에 따른 가중치 w_i 를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 로서 산출할 수 있다.

[0087] 예컨대, 수학적 식 7에서 w_i 가 신호 크기에 따른 가중치라면, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 RDM에서의 신호 크기가 큰 후보에 가중치를 주어 신호 크기가 큰 쪽으로 평균 위치를 이동시켜 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 를 산출할 수 있다.

[0088] [수학적 식 7]

$$L_k = \sum_{l_i \in G_k} \frac{w_i l_i}{\sum (w_i)}$$

[0089]

[0090] 여기서, L_k 는 k번째 군집 G_k (상기 최종 후보 군집)의 최종 위치, w_i 는 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기 또는 시간에 따른 가중치, l_i 는 상기 최종 후보 군집 G_k 에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 각각 나타낸다.

[0091] 한편, 수학적 식 7에서 w_i 가 시간에 따른 가중치라면, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 시간에 따른 가중치를 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출할 수도 있다.

[0092] 즉, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 각 후보들이 포함된 RDM 중에서 현재 시점에 가까운 RDM에 더 많은 후보가 포함된 경우, 해당 후보에 시간에 따른 가중치를 주어 해당 후보 쪽으로 평균 위치를 이동시켜 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 를 산출할 수 있다.

[0093] 예를 들어, 임의의 후보 A와 B가 현재 시점의 RDM(t)에 각각 5개, 3개 포함되어 있고, 이전 시점의 RDM(t-1)에 각각 3개, 5개가 포함되어 있는 경우, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 후보 A에 시간에 따른 가중치를 주어 상기 후보 A의 위치로 상기 최종 후보 군집의 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 를 산출할 수 있다.

[0094] 달리, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 최종 후보 군집에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 평균 연산한 평균 위치에, 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기에 따른 가중치와 시간에 따른 가중치를 모두 적용하여 상기 평균 위치를 이동시킴으로써, 상기 이동된 평균 위치를 상기 최종 후보 군집의 최종 위치로서 산출할 수도 있다.

[0095] 상기 이동 물체 검출부(530)는 하기 수학적 식 8에서와 같이, 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 및 상기 최종 후보 군집 G_k 에 속한 각 후보들의 지도상 위치 l_i 의 차이에 기초하여, 상기 최종 후보 군집의 최종 위치 L_k 를 기준으로 상기 이동 물체가 존재할 수 있는 범위를 나타내는 경계 영역 U_k 을 계산하고, 상기 계산된 경계 영역

U_k 에 기초하여 상기 이동 물체를 검출할 수 있다.

[수학식 8]

$$U_k = \sum_{l_i \in G_k} \frac{w_i(l_i - L_k)^T(l_i - L_k)}{\sum w_i}$$

여기서, U_k 는 상기 이동 물체가 존재할 수 있는 범위를 나타내는 경계 영역, L_k 는 k번째 군집 G_k (상기 최종 후보 군집)의 최종 위치, w_i 는 상기 각 후보들의 상기 RDM에서의 신호 크기에 따른 가중치, l_i 는 상기 최종 후보 군집 G_k 에 속한 각 후보들의 지도상 위치를 각각 나타낸다.

참고로, 상기 수학식 8에서 $(l_i - L_k)^T$ 는 2*1 행렬이고 $(l_i - L_k)$ 는 1*2 행렬이므로, U_k 는 2*2 행렬이 된다. 따라서, 상기 이동 물체 검출부(530)는 상기 2*2 행렬의 U_k 를 이용하여 상기 이동 물체가 L_k 를 기준으로 어느 정도 범위에 존재할 수 있는지를 계산할 수 있으며, 이러한 계산 결과를 토대로 상기 이동 물체가 존재할 수 있는 영역을 파악할 수 있다.

상기 제어부(150)는 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 장치(100), 즉 상기 RDM 생성부(110), 상기 행렬 연산부(120), 상기 방향 추정부(130), 상기 물체 검출부(140) 등의 동작을 전반적으로 제어할 수 있다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 레이더를 이용한 이동 물체 검출 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 상기 이동 물체 검출 방법은 도 1의 이동 물체 검출 장치(100)에 의해 수행될 수 있다.

도 8을 참조하면, 단계(810)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 N개의 안테나로부터 수신된 데이터를 이용하여 특정 시점마다 N개의 RDM을 생성한다.

다음으로, 단계(820)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 N개의 RDM에 대해 정의된 N개의 벡터에 대한 행렬 전환 벡터의 공분산행렬을 계산한다.

다음으로, 단계(830)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 공분산행렬에 기초하여 고유 성분(N개의 고유치 및 그에 대응되는 N개의 고유벡터)을 분석한다.

다음으로, 단계(840)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 고유 성분을 이용하여 이동 물체의 후보 선정에 사용될 요소 분석 데이터를 생성한다. 즉, 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 N개의 고유치 중 가장 큰 고유치에 대응되는 고유벡터로 상기 행렬 전환 벡터를 투사하여 상기 요소 분석 데이터를 생성할 수 있다.

다음으로, 단계(850)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 요소 분석 데이터를 이용하여 상기 이동 물체의 후보를 선정한다.

다음으로, 단계(860)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 선정된 후보의 위치에 기초하여 밀도 기반 군집화를 통해 복수의 후보 군집을 생성한다.

다음으로, 단계(870)에서 상기 이동 물체 검출 장치는 상기 후보 군집 중 미리 설정된 검출 조건을 만족하는 최종 후보 군집의 위치를 토대로 상기 이동 물체를 검출한다.

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 예에

는 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.

[0113] 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.

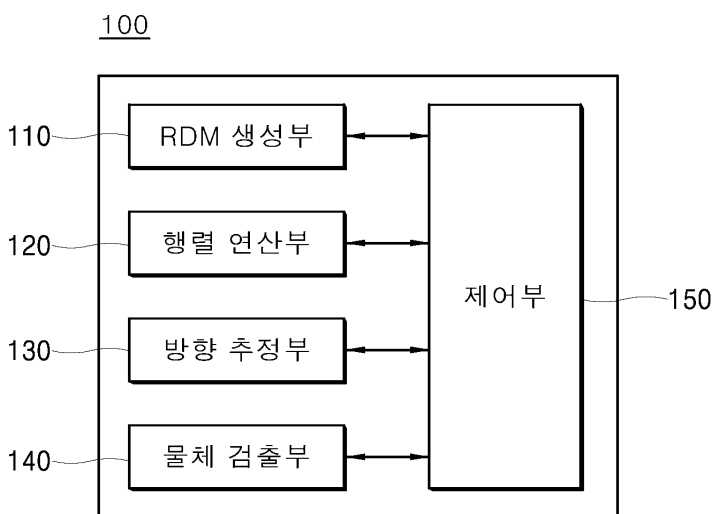
[0114] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

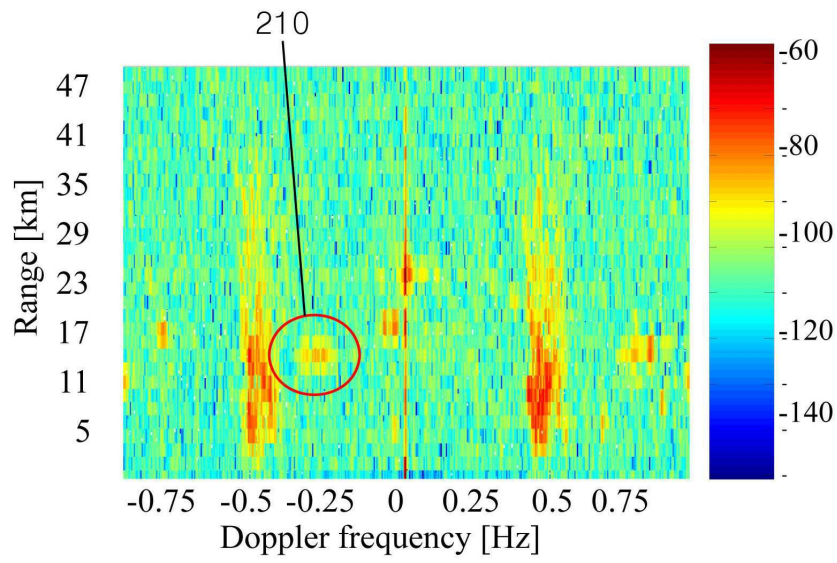
[0116] 110: RDM 생성부
120: 행렬 연산부
130: 방향 추정부
140: 물체 검출부
150: 제어부
510: 후보 선정부
520: 후보 군집 생성부
530: 이동 물체 검출부

도면

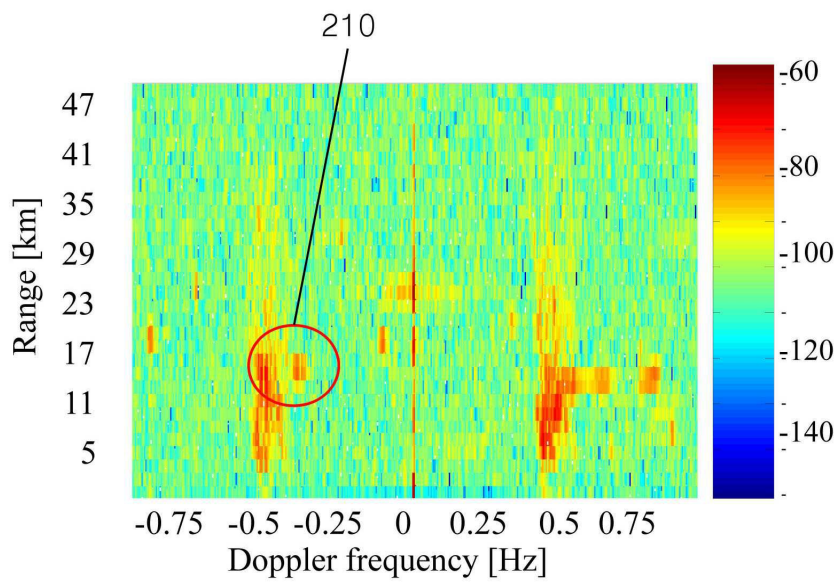
도면1



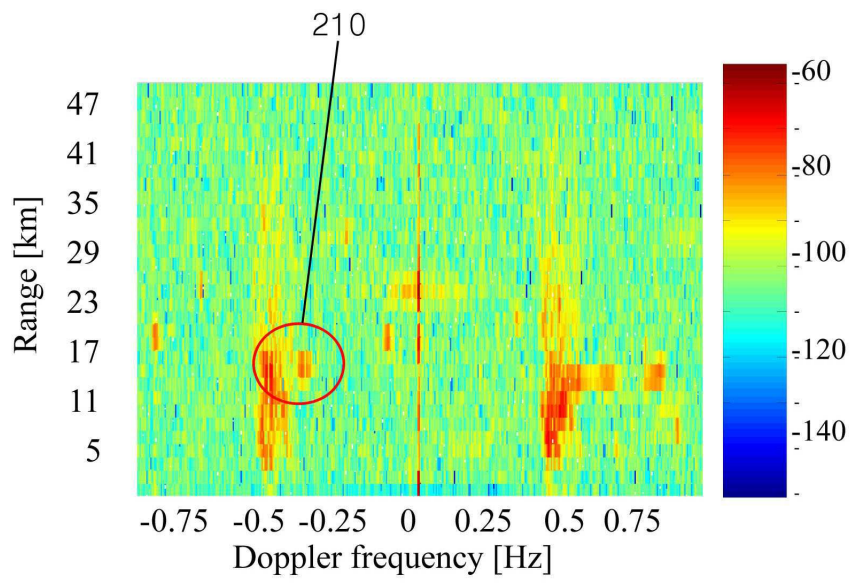
도면2



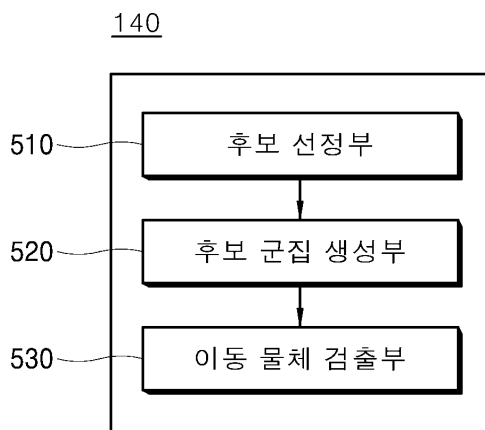
도면3



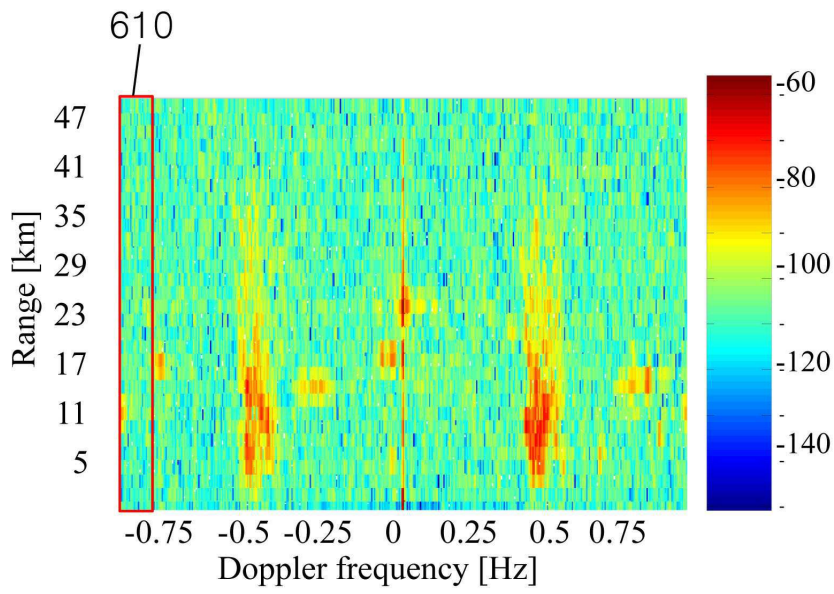
도면4



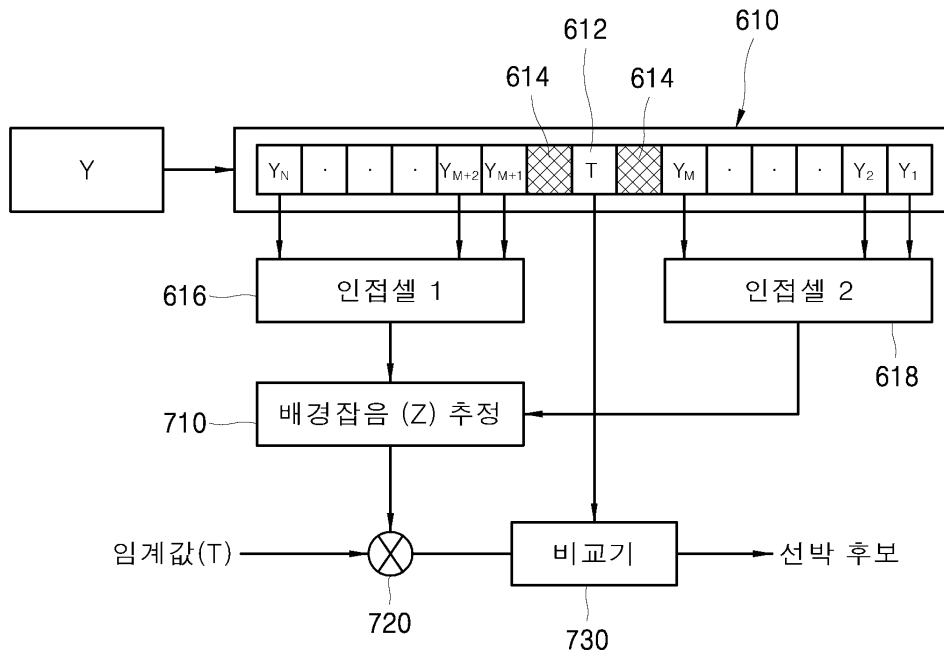
도면5



도면6



도면7



도면8

