



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0028564
(43) 공개일자 2022년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 13/86 (2006.01) G01S 13/50 (2006.01)
G01S 13/89 (2006.01) G01S 17/50 (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01) G08G 3/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01S 13/865 (2013.01)
G01S 13/50 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0109722

(22) 출원일자 2020년08월28일

심사청구일자 2020년08월28일

(71) 출원인

한국로봇융합연구원

경상북도 포항시 남구 지곡로 39(지곡동)

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

(72) 발명자

이정우

경상북도 포항시 남구 지곡로 294, 231동 201호(지곡동, 효자그린아파트)

박지현

서울특별시 양천구 목동서로 100, 301동 204호(목동, 목동신시가지아파트3단지)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 천지

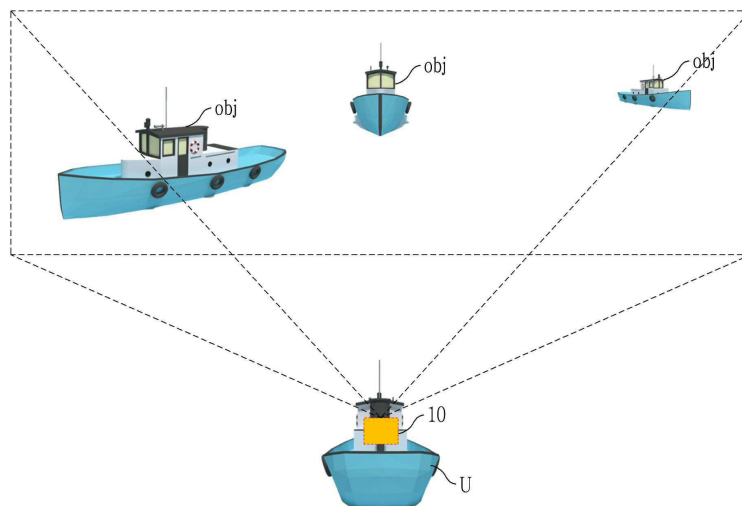
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이더를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법

(57) 요약

해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이더를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은 전처리부가 센서부를 통해 객체로부터 반사된 빛 또는 전파의 방향각도와 반사거리를 가지는 센서 신호를 입력받는 단계와, 상기 전처리부가 상기 센서신호를 상기 방향각도 및 상기 반사거리에 따라 구분하여 복수의 그룹을 생성하는 단계와, 상기 전처리부가 하여 복수의 그룹 각각에서 최소값을 도출하여 2차원 정보화 행렬을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 13/89 (2022.01)

G01S 17/50 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

G08G 3/02 (2013.01)

(72) 발명자

황정환

경상북도 포항시 남구 효성로29번길 9, 부강빌 202호

최영호

경상북도 포항시 남구 대이로175번길 11-9, 무지개 302호

서진호

부산광역시 남구 신천로 566, 307동 2502호(용호동, GS하이츠자이)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1525010175

과제번호 202004828

부처명 해양수산부

과제관리(전문)기관명 해양수산과학기술진흥원

연구사업명 해양장비 연구성과 활용촉진사업

연구과제명 수중글라이더 핵심부품장비 기술개발 및 운용센터 구축

기 여 율 1/1

과제수행기관명 경북대학교산학협력단

연구기간 2020.04.21 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이다를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법에 있어서,

전처리부가 센서부를 통해 객체로부터 반사된 빛 또는 전파의 방향각도와 반사거리를 가지는 센서 신호를 입력 받는 단계;

상기 전처리부가 상기 센서신호를 상기 방향각도 및 상기 반사거리에 따라 구분하여 복수의 그룹을 생성하는 단계;

상기 전처리부가 하여 복수의 그룹 각각에서 최소값을 도출하여 2차원 정보화 행렬을 생성하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전처리부가 상기 2차원 정보화 행렬을 소정 시간 동안 누적하여 복수의 2차원 정보화 행렬이 시간 축 상에서 누적된 3차원 구조를 가진 입력데이터를 생성하는 단계;

학습부가 상기 입력데이터에 포함된 상기 복수의 2차원 정보화 행렬 각각에 대응하는 복수의 센서 신호를 시각화하여 영상을 생성하고, 복수의 센서 신호 각각을 시각화한 영상에서 목표 대상물이 차지하는 영역을 나타내는 영역상자를 통해 목표 대상물을 검출하고, 영역상자의 중심점을 산출하는 단계;

상기 학습부가 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 대응하는 복수의 센서 신호로부터 항해장치와 목표 대상물 간의 헤딩 방향각 차이를 산출하는 단계;

상기 학습부가 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 대응하는 복수의 센서 신호 각각으로부터 항해장치와 해상 목표 대상물 간의 상대 거리를 산출하는 단계; 및

상기 학습부가 상기 헤딩 방향각 차이 및 상기 상대 거리를 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 레이블링하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 헤딩 방향각 차이를 산출하는 단계는

상기 학습부가

수학적식 $\theta_{difference_t} = atan^2(d_x - \frac{W}{2}, F)$ 에 따라 상기 헤딩 방향각 차이를 산출하며,

상기 d_x 는 상기 목표 대상물에 대한 상기 영역상자의 중심점 중 x 좌표이고,

상기 W 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수평방향의 픽셀 개수이고,

상기 F 는 초점 거리인 것을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 상대 거리를 산출하는 단계는

상기 학습부가

수학식

$$L_{distance_t} = \sqrt{(d_x - W/2)^2 + F^2 + (H/2 - d_y)^2} \quad \text{에 따라}$$

상기 상대 거리를 산출하며,

상기 d_x 는 목표 대상물의 영역상자의 중심점 중 x 좌표이고,

상기 d_y 는 목표 대상물의 영역상자의 중심점 중 y 좌표이고,

상기 W 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수평방향의 픽셀 개수이고,

상기 H 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수직방향의 픽셀 개수이고,

상기 F 는 초점 거리인 것

을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전처리부가 상기 센서신호를 상기 방향각도 및 상기 반사거리에 따라 복수의 그룹으로 구분하는 단계는

상기 전처리부가 기 설정된 방향 각도의 화각 및 방향각도 분할 수를 기초로 수학식

$$\theta_i |_{i=0..N} = -\frac{FOV_H}{2} + \frac{FOV_H}{N} \times i$$

에 따라 상기 센서 신호의 방향 각도에 대한 분할 지점을 산출하는 단계; 및

상기 전처리부가 상기 산출된 방향 각도에 대한 분할 지점에 따른 구간 별로 상기 센서 신호를 그룹화하여 방향 각도 별 반사거리 값을 저장하는 단계;

를 포함하며,

상기 i 는 방향각도의 분할 지점이고,

상기 i 는 방향각도의 분할 지점에 대한 인덱스이고,

상기 N 은 방향각도 분할 수이고,

상기 FOV_H 는 방향각도의 화각인 것을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 방향각도 별 반사거리 값을 저장하는 단계 후,

상기 전처리부가 기 설정된 최대 반사거리 및 반사거리 분할 수를 기초로 수학적

$$L_j|_{j=0\dots k} = \frac{L_{MAX}}{K} \times j$$

에 따라 반사 거리에 대한 분할 지점을 산출하는 단계; 및

상기 전처리부가 상기 산출된 반사 거리에 대한 분할 지점에 따른 구간 별로 상기 센서 신호를 그룹화하여 반사 거리 값을 저장하는 단계;

를 더 포함하며,

상기 L_j 는 반사거리의 분할 지점이며,

상기 j 는 반사거리의 분할 지점에 대한 인덱스이고,

상기 L_{MAX} 는 최대 반사거리이고,

상기 K 는 반사거리 분할 수 인 것을 특징으로 하는

상대 정보를 추정하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상대 정보를 추정 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이더를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래에 있어서, 해상의 특정 위치에 있는 장치 상에서 다른 위치에 있는 목표 대상물을 향해 이동하기 위해서는, 목표 대상물을 탐지/검출하기 위한 센서를 선정하여 출력 정보를 처리하는 알고리즘을 실행하고, 탐지/검출된 목표 대상물의 상대적 위치 정보를 이용하여 여러 스러스터의 제어 출력을 처리하는 알고리즘을 실행하고 있다. 센서 처리를 위해 사용되는 알고리즘은 비선형의 센서 출력 정보에 대한 모델을 기반으로 재귀적 방법으로 필터링하게 되며, 이러한 알고리즘은 센서 출력이 기 상정한 모델을 벗어나게 되면 그 출력이 발산하게 되고, 또한 재귀적 반복에 의해 센서 자체에 내장된 오차가 누적되어 시간이 흐르면서 추정값과 실제값에 차이가 발생한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2025113호 2019년 09월 19일 등록 (명칭: LiDAR를 이용한 이미지 생성 방법 및 이를 위한 장치)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이더를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 해상 환경에서 복수의 레이더 및 라이더를 이용하여 목표 대상물과 장치 간 상대 정보를 추정하기 위한 방법은 전처리부가 센서부를 통해 객체로부터 반사된 빛 또는 전파의 방향각도와 반사거리를 가지는 센서 신호를 입력받는 단계와, 상기 전처리부가 상기

센서신호를 상기 방향각도 및 상기 반사거리에 따라 구분하여 복수의 그룹을 생성하는 단계와, 상기 전처리부가 하여 복수의 그룹 각각에서 최소값을 도출하여 2차원 정보화 행렬을 생성하는 단계를 포함한다.

[0006] 상기 방법은 상기 전처리부가 상기 2차원 정보화 행렬을 소정 시간 동안 누적하여 복수의 2차원 정보화 행렬이 시간 축 상에서 누적된 3차원 구조를 가진 입력데이터를 생성하는 단계와, 학습부가 상기 입력데이터에 포함된 상기 복수의 2차원 정보화 행렬 각각에 대응하는 복수의 센서 신호 각각에서 목표 대상물이 차지하는 영역을 나타내는 영역상자를 통해 목표 대상물을 검출하고, 영역상자의 중심점을 산출하는 단계와, 상기 학습부가 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 대응하는 복수의 센서 신호로부터 항해장치와 목표 대상물 간의 헤딩 방향각 차이를 산출하는 단계와, 상기 학습부가 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 대응하는 복수의 센서 신호 각각으로부터 항해장치와 해상 목표 대상물 간의 상대 거리를 산출하는 단계와, 상기 학습부가 상기 헤딩 방향각 차이 및 상기 상대 거리를 상기 복수의 2차원 정보화 행렬에 레이블링하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 상기 헤딩 방향각 차이를 산출하는 단계는 상기 학습부가 수학적

$$\theta_{difference_t} = atan^2(d_x - \frac{W}{2}, F)$$

에 따라 상기 헤딩 방향각 차이를 산출하며, 상기 dx 는 상기 목표 대상물에 대한 상기 영역상자의 중심점 중 x 좌표이고, 상기 W 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수평방향의 픽셀 개수이고, 상기 F 는 초점 거리인 것을 특징으로 한다.

[0008] 상기 학습부가 수학적
$$L_{distance_t} = \sqrt{(d_x - W/2)^2 + F^2 + (H/2 - d_y)^2}$$
 에 따라 상기 상대 거리를 산출하며, 상기 dx 는 목표 대상물의 영역상자의 중심점 중 x 좌표이고, 상기 dy 는 목표 대상물의 영역상자의 중심점 중 y 좌표이고, 상기 W 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수평방향의 픽셀 개수이고, 상기 H 는 상기 센서 신호를 시각화한 영상의 수직방향의 픽셀 개수이고, 상기 F 는 초점 거리인 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 전처리부가 상기 센서신호를 상기 방향각도 및 상기 반사거리에 따라 복수의 그룹으로 구분하는 단계는 상기 전처리부가 기 설정된 방향 각도의 화각 및 방향각도 분할 수를 기초로 수학적

$$\theta_i |_{i=0..N} = -\frac{FOV_H}{2} + \frac{FOV_H}{N} \times i$$

에 따라 상기 센서 신호의 방향 각도에 대한 분할 지점을 산출하는 단계와, 상기 전처리부가 상기 산출된 방향 각도에 대한 분할 지점에 따른 구간 별로 상기 센서 신호를 그룹화하여 방향각도 별 반사거리 값을 저장하는 단계를 포함하며, 상기 θ_i 는 방향각도의 분할 지점이고, 상기 i 는 방향각도의 분할 지점에 대한 인덱스이고, 상기 N 은 방향각도 분할 수이고, 상기 FOV_H 는 방향각도의 화각인 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 방법은 상기 방향각도 별 반사거리 값을 저장하는 단계 후, 상기 전처리부가 기 설정된 최대 반사거리 및

$$L_j |_{j=0..k} = \frac{L_{MAX}}{K} \times j$$

반사거리 분할 수를 기초로 수학적
$$L_j |_{j=0..k} = \frac{L_{MAX}}{K} \times j$$
 에 따라 반사 거리에 대한 분할 지점을 산출하는 단계와, 상기 전처리부가 상기 산출된 반사 거리에 대한 분할 지점에 따른 구간 별로 상기 센서 신호를 그룹화하여 반사거리 값을 저장하는 단계를 더 포함하며, 상기 L_j 는 반사거리의 분할 지점이며, 상기 j 는 반사거리의 분할 지점에 대한 인덱스이고, 상기 L_{MAX} 는 최대 반사거리이고, 상기 K 는 반사거리 분할 수 인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면 해상 환경에서 취득된 라이다(LiDAR) 센서와 레이더(RADAR) 센서 정보에 대해, 깊은 신경망 모델을 이용하기 위한 학습 가능한 입력의 형태로 데이터셋을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 항해장치가 적용되는 해상 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 항해장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 심층신경망의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 심층신경망의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 입력 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 학습 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 학습 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 화면 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음을 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다. 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.
- [0015] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 해상 환경에서 심층신경망을 이용하여 복수의 스러스터를 제어하는 장치에 대해서 설명하기로 한다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 항해장치가 적용되는 해상 환경을 설명하기 위한 도면이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예는 해상에 선박(U) 및 적어도 하나의 목표 대상물(obj)이 존재하는 상황을 상정한다.
- [0016] 목표 대상물(obj)은 해상에서 이동하거나, 해상에 설치되어 있는 모든 종류의 객체를 포함한다. 예컨대, 목표 대상물(obj)은 선박이거나, 부표이거나, 해상 구조물 등이 될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에서 선박(U)은 항해장치(10)가 장착된다. 이러한 항해장치(10)는 목표 대상물(obj)을 회피하거나, 대상 목표물(obj)로 이동하기 위해 목표 대상물과 장치 간 상대 정보, 예컨대, heading 방향각 차이 및 상대 거리를 추정해야 한다.
- [0018] 한편, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 항해장치(10)를 장착한 선박(U)을 대표적인 실시예로 설명하지만 본 발명을 이에 한정하는 것은 아니며, 항해장치(10)는 해수면뿐만 아니라 수중에서 이동하는 수단, 예컨대, 잠수함, 잠수 드론 등에도 적용될 수 있다.
- [0019] 그러면, 본 발명의 실시예에 따른 항해장치(10)의 구성에 대해 보다 상세하게 설명하기로 한다. 도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 항해장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 심층신경망의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 5 및 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 심층신경망의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 먼저, 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 항해장치(10)는 카메라부(11), 센서부(12), 구동부(13), 입력부(14), 표시부(15), 저장부(16) 및 제어부(17)를 포함한다.
- [0021] 센서부(12)는 예컨대, 광 혹은 전파를 방사한 후, 방사된 신호가 객체(obj)에 반사되어 돌아오는 신호를 감지하여 센서 신호(SS)를 생성하는 복수의 센서를 포함한다. 여기서, 센서 신호(SS)는 반사된 각도를 나타내는 방향각도 및 반사된 거리를 나타내는 반사거리를 포함한다. 이러한 센서부(12)는 360도 회전형 및 고정형(Solid-State) 라이다(LiDAR) 센서(210), 레이더(RADAR) 센서(220) 및 영상소나(Imaging Sonar) 센서(230) 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0022] 구동부(13)는 복수의 스러스터(Thruster: Thr.)를 구동하기 위한 것이다. 복수의 스러스터(Thr.)는 서로 다른 방향을 대향하여 설치되기 때문에 복수의 스러스터(Thr.) 각각의 출력을 조절하여 선박(U)의 이동방향 및 속도

를 제어할 수 있다. 예컨대, 제1 스러스터(Thr1)가 좌현을 지향하도록 설치되고, 제2 스러스터(Thr2)가 우현을 지향하도록 설치되었다고 가정한다. 이러한 경우, 구동부(13)가 제1 스러스터(Thr1)를 최대출력의 90%의 출력을 내도록 하고, 제2 스러스터(Thr2)를 최대출력의 45%의 출력을 내도록 한다면, 선박(U)은 정면과 좌현의 중간 방향으로 이동할 것이다. 이러한 구동부(13)는 제어부(17)의 제어에 따라 복수의 스러스터 각각의 출력을 제어할 수 있다.

- [0023] 입력부(14)는 항해장치(10)를 제어하기 위한 사용자의 조작을 입력받고 입력 신호를 생성하여 제어부(17)에 전달할 수 있다. 입력부(14)는 항해장치(10)를 제어하기 위한 각 종 버튼, 텔레그래프(telegraph), 조타기(steering gear) 등을 포함한다.
- [0024] 표시부(15)는 화면 표시를 위한 것으로, 항해장치(10)의 메뉴, 입력된 데이터, 기능 설정 정보 및 기타 다양한 정보를 사용자에게 시각적으로 제공할 수 있다. 표시부(15)는 액정표시장치(LCD, Liquid Crystal Display), 유기 발광 다이오드(OLED, Organic Light Emitting Diodes), 능동형 유기 발광 다이오드(AMOLED, Active Matrix Organic Light Emitting Diodes) 등으로 형성될 수 있다. 한편, 표시부(15)는 터치스크린으로 구현될 수 있다. 이러한 경우, 표시부(15)는 터치센서를 포함한다. 터치센서는 사용자의 터치 입력을 감지한다. 터치센서는 정전용량 방식(capacitive overlay), 압력식, 저항막 방식(resistive overlay), 적외선 감지 방식(infrared beam) 등의 터치 감지 센서로 구성되거나, 압력 감지 센서(pressure sensor)로 구성될 수도 있다. 상기 센서들 이외에도 물체의 접촉 또는 압력을 감지할 수 있는 모든 종류의 센서 기기가 본 발명의 터치센서로 이용될 수 있다. 터치센서는 사용자의 터치 입력을 감지하고, 터치된 위치를 나타내는 입력 좌표를 포함하는 감지 신호를 발생시켜 제어부(17)로 전송할 수 있다.
- [0025] 저장부(16)는 항해장치(10)의 동작에 필요한 프로그램 및 데이터를 저장하는 역할을 수행한다. 저장부(16)는 센서부(12)가 생성한 센서 신호를 저장할 수 있다. 저장부(16)에 저장되는 각 종 데이터는 사용자의 조작에 따라, 삭제, 변경, 추가될 수 있다.
- [0026] 제어부(17)는 항해장치(10)의 전반적인 동작 및 항해장치(10)의 내부 블록들 간 신호 흐름을 제어하고, 데이터를 처리하는 데이터 처리 기능을 수행할 수 있다. 또한, 제어부(17)는 기본적으로, 항해장치(10)의 각 종 기능을 제어하는 역할을 수행한다. 제어부(17)는 중앙처리장치(CPU: Central Processing Unit), 디지털신호처리기(DSP: Digital Signal Processor) 등을 예시할 수 있다.
- [0027] 다음으로, 도 3을 참조하면, 제어부(17)는 전처리부(310), 학습부(320), 심층신경망(400) 및 관제부(500)를 포함한다.
- [0028] 전처리부(310)는 센서부(12)가 생성한 센서 신호(SS)로부터 심층신경망(400)에 입력되는 데이터를 생성하기 위한 것이다. 즉, 심층신경망(400)에 입력되는 데이터는 센서 신호(SS)으로부터 특징을 도출한 정보화 행렬이 될 수 있다.
- [0029] 학습부(320)는 심층신경망(400)에 대한 학습 데이터를 생성하고, 이를 이용하여 심층신경망(400)을 학습시키기 위한 것이다.
- [0030] 심층신경망(400)은 ResNet, EfficientNet, Xception 등과 같은 컨볼루션 신경망이거나, RNN(Recurrent Neural Network), LSTM(Long Short-Term Memory) 등의 순환 신경망이 될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 심층신경망(400)이 컨볼루션 신경망인 경우, 심층신경망(400)은 입력층(input layer: IL), 교번으로 반복되는 적어도 한 쌍의 컨볼루션층(convolution layer: CL)과 풀링층(pooling layer: PL), 적어도 하나의 완전연결층(fully-connected layer: FL) 및 출력층(output layer: OL)을 포함할 수 있다.
- [0032] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 심층신경망(400)은 순차로 입력층(IL), 컨볼루션층(CL), 풀링층(PL), 완전연결층(FL) 및 출력층(OL)을 포함한다.
- [0033] 컨볼루션층(CL) 및 풀링층(PL)은 적어도 하나의 특징맵(FM: Feature Map)으로 구성된다. 특징맵(FM)은 이전 층의 연산 결과에 대해 가중치 및 임계치를 적용한 값을 입력받고, 입력받은 값에 대한 연산을 수행한 결과로 도출된다. 이러한 가중치는 소정 크기의 가중치 행렬인 필터 혹은 커널(W)을 통해 적용된다. 본 발명의 실시예에서 컨볼루션층(CL)의 컨볼루션 연산은 제1 필터(W1)가 사용되며, 풀링층(PL)의 풀링 연산은 제2 필터(W2)가 사용된다.
- [0034] 입력층(IL)에 입력데이터(소정 크기의 행렬 혹은 벡터열)가 입력되면, 컨볼루션층(CL)은 입력층(IL)의 입력 데이터에 대해 제1 필터(W1)를 이용한 컨볼루션(convolution) 연산 및 활성화함수에 의한 연산을 수행하여 적어도

하나의 제1 특징맵(FM1)을 도출한다. 이어서, 풀링층(PL)은 컨볼루션층(CL)의 적어도 하나의 제1 특징맵(FM1)에 대해 제2 필터(W2)를 이용한 풀링(pooling 또는 sub-sampling) 연산을 수행하여 적어도 하나의 제2 특징맵(FM2)을 도출한다.

- [0035] 완결연결층(FL)은 복수의 연산노드(f1 내지 fn)로 이루어진다. 완결연결층(FL)의 복수의 연산노드(f1 내지 fn)는 풀링층(PL)의 적어도 하나의 제2 특징맵(FM2)에 대해 활성화함수에 의한 연산을 통해 복수의 연산값을 산출한다.
- [0036] 출력층(OL)은 복수의 출력노드(g1 내지 g6)를 포함한다. 완결연결층(FL)의 복수의 연산노드(f1 내지 fn) 각각은 가중치(W: weight)를 가지는 채널로 출력층(OL)의 출력노드(g1 내지 g6)와 연결된다. 다른 말로, 복수의 연산노드(f1 내지 fn)의 복수의 연산값은 가중치가 적용되어 복수의 출력노드(g1 내지 g6) 각각에 입력된다. 이에 따라, 출력층(OL)의 복수의 출력노드(g1 내지 g6)는 완결연결층(FL)의 가중치가 적용되는 복수의 연산값에 대해 활성화함수에 의한 연산을 통해 출력값을 산출한다.
- [0037] 전술한 컨볼루션층(CL), 완결연결층(FL) 및 출력층(OL)에서 사용되는 활성화함수는 시그모이드(Sigmoid), 하이퍼볼릭탄젠트(tanh: Hyperbolic tangent), ELU(Exponential Linear Unit), ReLU(Rectified Linear Unit), Leaky ReLU, Maxout, Minout, Softmax 등을 예시할 수 있다. 컨볼루션층(CL), 완결연결층(FL) 및 출력층(OL)에 이러한 활성화함수 중 어느 하나를 선택하여 적용할 수 있다.
- [0038] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 심층신경망(400)이 순환 신경망인 경우, 심층신경망(400)은 복수의 스테이지(St)로 이루어진다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 4개의 스테이지(S1 내지 S4)를 가정한다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 심층신경망(400)은 입력층(IL: Input Layer), 은닉층(HL: Hidden Layer) 및 출력층(OL: Output Layer)을 포함한다.
- [0040] 입력층(IL)은 스테이지(stage)의 수(예컨대, 4)에 해당하는 복수의 입력셀(IC1, IC2, IC3, IC4)을 포함한다. 복수의 입력셀(IC1, IC2, IC3, IC4) 각각은 스테이지 별로 입력 데이터(X1, X2, X3, X4)를 입력 받는다.
- [0041] 은닉층(HL)은 스테이지(stage)의 수에 해당하는 복수의 은닉셀(HC1, HC2, HC3, HC4)을 포함한다. 복수의 은닉셀(HC1, HC2, HC3, HC4) 각각은 이전 스테이지의 가중치가 적용되는 상태값과 현 스테이지의 가중치가 적용되는 입력값에 대해 연산을 수행하여 현 스테이지에 대응하는 상태값을 산출한다.
- [0042] 출력층(OL)은 스테이지(stage)의 수에 해당하는 복수의 출력셀(OC1, OC2, OC3, OC4)을 포함할 수 있지만, 마지막 스테이지(S4)의 하나의 출력셀(OC)만을 포함할 수도 있다. 출력층(OL)은 은닉층(HL)으로부터 가중치가 적용되는 상태값을 입력받고, 연산을 수행하여 출력값을 산출한다.
- [0043] 도 6을 참조하여 보다 상세하게 설명하면, t번째 스테이지(St)의 은닉셀(HCt)은 t번째 스테이지(St)의 입력셀(ICt)로부터 입력 가중치 W_x 가 적용된 입력값 X_t 를 입력받고, 이전 스테이지, 즉, t-1 번째 스테이지(St-1)의 은닉셀(HCt-1)로부터 상태가중치 W_{ht-1} 이 적용된 이전 스테이지의 상태값 H_{t-1} 을 입력받고, 임계치 b를 적용하여 입력 가중치 W_x 가 적용된 입력값 X_t 과, 상태가중치 W_{ht-1} 이 적용된 이전 스테이지의 상태값 H_{t-1} 에 대해 연산을 수행하여 현 스테이지의 상태값 H_t 를 산출한다. 현 스테이지의 은닉셀(HCt)은 상태가중치 W_{ht} 를 적용하여 현 스테이지의 상태값 H_t 를 다음 스테이지(St+1)로 전달할 수 있다. 또한, 현 스테이지의 은닉셀(HCt)은 출력이 가중치 W_{yt} 를 적용하여 현 스테이지의 상태값 H_t 를 현 스테이지의 출력셀(OCt)로 전달할 수 있다. 그러면, 현 스테이지의 출력셀(OCt)은 출력이 가중치 W_{yt} 가 적용된 현 스테이지의 상태값 H_t 에 대해 연산을 수행하여 현 스테이지의 출력값 Y_t 를 산출한다.
- [0044] 심층신경망(400)에서 연산은 활성화함수(Activation Function)를 적용한 연산을 의미한다. 활성화함수는 시그모이드(Sigmoid), 하이퍼볼릭탄젠트(tanh: Hyperbolic tangent), ELU(Exponential Linear Unit), ReLU(Rectified Linear Unit), Leaky ReLU, Maxout, Minout, Softmax 등을 예시할 수 있다.
- [0045] 정리하면, 전술한 바와 같이, 심층신경망(400)은 컨볼루션 신경망이거나, 순환 신경망이 될 수 있다. 이러한 심층신경망(400)은 복수의 계층을 포함한다. 또한, 심층신경망(400)의 복수의 계층은 복수의 연산을 포함한다. 복수의 계층 각각의 연산 결과는 파라미터, 즉, 가중치, 임계치 등이 적용되어 다음 계층으로 전달된다.
- [0046] 심층신경망(400)은 항해장치(10)와 해상의 목표 대상물(obj) 간의 헤딩 방향각 차이 및 상대 거리를 추정하기 위한 것이다.
- [0047] 관제부(500)는 제1 심층신경망(410)의 출력에 따라 추정된 항해장치(10)와 목표 대상물(obj) 간의 헤딩 방향각

차이 및 상대 거리를 표시부(15)에 표시할 수 있다.

[0048] 전술한 전처리부(310), 학습부(320), 제1 심층신경망(410), 제2 심층신경망(420), 판제부(500)를 포함하는 제어부(17)의 동작은 아래에서 더 상세하게 설명될 것이다.

[0049] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 입력 데이터를 생성하는 방법에 대해서 설명하기로 한다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 입력 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0050] 도 7을 참조하면, 전처리부(310)는 S110 단계에서 센서 신호(SS)에 관련된 파라미터를 설정하고 저장한 상태이다. 이러한 파라미터는 방향 각도의 화각 FOV_H , 방향각도 분할 수 N , 최대 반사거리 L_{MAX} , 반사거리 분할 수 K 및 누적 시간 수 T 를 포함한다. 장치(10)가 이동하는 전면을 기준인 0도로 했을 때, 센서부(12)의 센서 신호 중 방향 각도가 -90도에서 +90도 사이의 센서 신호만을 사용한다. 이에 따라, 전처리부(310)는 방향 각도의 화각 FOV_H 를 180도로 설정한다. 각도 분할 수 N 은 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망(400)의 입력층(IL)의 규격에 따라 결정될 수 있다. 특히, 각도 분할 수 N 은 짝수인 정수이다. 또한, 전처리부(310)는 센서의 측정 최대 반사 거리를 L_{MAX} 로 정의한다. 즉, 센서 신호의 반사 세기의 최대값이 L_{MAX} 에 대응한다. 또한, 반사거리의 분할 수 K 는 정수이다.

[0051] 전술한 바와 같이 파라미터가 설정된 상태에서, 전처리부(310)는 S120 단계에서 센서부(12)를 통해 감지된 센서 신호(SS)를 입력 받을 수 있다. 라이다센서(210) 및 레이더센서(220)는 해면에 수평방향에 대한 해상의 객체(obj)로부터 반사된 빛 또는 전파의 방향각도와 반사거리를 센서 신호(SS)로 출력한다. 영상소나센서(230)는 해면에 수평방향에 대한 수중에서의 객체(obj)로부터 반사된 음파의 방향각도와 반사거리를 센서 신호(SS)로 출력한다. 전처리부(310)는 전술한 바와 같은 방향각도 및 반사거리를 포함하는 센서 신호(SS)를 입력받고, 심층신경망(400)의 입력데이터로 변환한다. 이에 대해 자세히 설명하면 다음과 같다.

[0052] 우선, 전처리부(310)는 S130 단계에서 센서 신호(SS)를 그 센서 신호(SS)의 방향 각도에 따라 구분하여 그룹화한다. 이때, 전처리부(310)는 기 설정된 방향 각도의 화각 FOV_H , 방향각도 분할 수 N 를 기초로 센서 신호(S)의 방향 각도에 대한 분할 지점 $\theta_i | i=0..N$ 을 구하고, 그 방향각도의 분할 지점을 기초로 센서 신호(SS)를 구분하여 그룹화한다. 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0053] 전술한 바와 같이, 장치(10)가 이동하는 전면을 기준인 0도로 했을 때, 센서부(12)의 센서 신호 중 방향 각도가 -90도에서 +90도 사이의 센서 신호(SS)만을 사용하기 때문에 방향 각도의 화각 FOV_H 를 180도로 설정하였다. 그리고 각도 분할 수 N 은 짝수인 정수이다. 이에 따라, 전처리부(310)는 기 설정된 방향 각도의 화각 FOV_H , 방향각도 분할 수 N 를 기초로 다음의 수학적 식 1에 따라 센서 신호(SS)의 방향 각도에 대한 분할 지점 $\theta_i | i=0..N$ 을 구할 수 있다.

수학적 식 1

$$\theta_i | i=0..N = -\frac{FOV_H}{2} + \frac{FOV_H}{N} \times i$$

[0054]

[0055] 여기서, θ_i 는 방향각도의 분할 지점이며, i 는 방향각도의 분할 지점에 대한 인덱스이고, N 은 방향각도 분할 수이다. 그리고 FOV_H 는 방향각도의 화각이다. 예컨대, 수학적 식 1에 따라 방향각도의 분할지점을 구할 때, N 이 18이면, FOV_H 이 180도이므로, 방향각도를 -90도에서 +90도까지 10도씩 분할하여 취급하는 것을 의미한다. 이와 같이, 방향도의 분할 지점이 결정되면, 전처리부(310)는 센서신호(SS)를 방향각도에 따라 분할 지점 θ_i 부터 θ_{i+1} 까지의 구간 별로 그룹화하여 방향각도 별 반사거리 값을 $M_n | n=0..N-1$ 벡터 리스트에 저장한다. M_n 은 가변길이의 리스트 데이터 구조가 1차원의 "개"로 구성된다.

[0056] 다음으로, 전처리부(310)는 S140 단계에서 방향각도에 따라 구분하여 그룹화된 센서 신호(SS)를 센서 신호(SS)

의 반사거리에 따라 구분하여 그룹화한다. 이때, 전처리부(310)는 기 설정된 최대 반사거리 L_{MAX} 및 반사거리 분할 수 K를 기초로 반사 거리에 대한 분할 지점 L_j 를 구하고, 그 반사 거리의 분할 지점을 기초로 센서 신호(SS)를 구분하여 그룹화한다. 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0057] 이때, 전처리부(310)는 기 설정된 최대 반사거리 L_{MAX} 및 반사거리 분할 수 K를 기초로 다음의 수학적 식 2에 따라 반사 거리에 대한 분할 지점 L_j 를 산출한다.

수학적 식 2

$$L_j|_{j=0\dots k} = \frac{L_{MAX}}{K} \times j$$

[0058]

[0059] 여기서, L_j 는 반사거리의 분할 지점이며, j 는 반사거리의 분할 지점에 대한 인덱스이고, L_{MAX} 는 최대 반사거리이고, K는 반사거리 분할 수이다.

[0060] 이어서, 전처리부(310)는 Mn에 대해서 n을 증가시키면서 각 리스트에 저장된 반사거리 값들을 분할 지점 L_j 부터 L_{j+1} 까지의 구간별로 그룹화하여 $Mnk(n=0\dots N-1, k=0\dots K-1)$ 버퍼 리스트에 저장한다. Mnk는 가변길이의 리스트 데이터 구조가 2차원의 (K, N)으로 구성된다.

[0061] 다음으로, 전처리부(310)는 S150 단계에서 Mnk에 대해서 각각 n과 k를 증가시키면서 Mnk의 각 리스트에 저장된 여러 개의 반사거리 값 중 최소값을 도출하여 (K, N) 크기의 2차원 정보화 행렬 At를 생성한다.

[0062] T가 기 설정된 누적 시간 수이고, 양의 정수일 때, 전처리부(310)는 S160 단계에서 시간 t-T+1로부터 시간 t까지 시간 t-T+1에 대한 정보화 행렬 $At-(T-1)$ 로부터 시간 t에 대한 정보화 행렬 At까지 누적되어 생성되었는지 여부를 판단하고, 모두 생성되지 않은 경우, 전술한 S110 단계 내지 S160 단계를 반복한다. 반면, 시간 t-T+1로부터 시간 t까지 시간 t-T+1에 대한 정보화 행렬 $At-(T-1)$ 로부터 시간 t에 대한 정보화 행렬 At까지 T개의 정보화 행렬이 모두 생성된 경우, 전처리부(310)는 S170 단계에서 시간 t-T+1에 대한 정보화 행렬 $At-(T-1)$ 로부터 시간 t에 대한 정보화 행렬 At을 모두 병합하여 (K, N, T)의 3차원의 정보화 행렬 S를 생성한다.

[0063] 그런 다음, 전처리부(310)는 S180 단계에서 전처리부(310)를 통해 3차원 정보화 행렬 S 전체 원소의 값 중 최댓값 v_{max} 를 구하고, S의 각 원소를 v_{max} 로 나누어 0에서 1 사이의 실수 값으로 변환하여 정규화된 3차원 정보화 행렬 S'을 생성할 수 있다. 이러한 S190 단계는 선택적인 것으로 생략될 수 있다.

[0064] 심층신경망(400)이 도 4의 CNN 등과 같은 컨볼루션 신경망인 경우, 심층신경망(400)에 대한 입력데이터로 3차원 정보화 행렬 S 혹은 정규화된 3차원 정보화 행렬 S'를 그대로 사용하거나 차원의 순서를 변환하여 사용할 수 있다. 심층신경망(400)이 도 5의 RNN과 같은 순환 신경망인 경우, 심층신경망(400)에 대한 입력데이터로 3차원 정보화 행렬 S 혹은 정규화된 3차원 정보화 행렬 S'의 차원을 (N, T, K)로 변환하여 사용할 수 있다. 이때, 시간 T는 복수의 스테이지에 대응한다.

[0065] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 학습 데이터를 생성하는 방법에 대해서 설명하기로 한다. 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 학습 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 심층신경망에 대한 학습 데이터를 생성하는 방법을 설명하기 위한 화면 예이다.

[0066] 도 8을 참조하면, 학습부(320)는 S210 단계에서 전처리부(310)를 통해 소정 시간 이상 센서부(12)가 측정을 통해 출력하는 복수의 센서 신호(SS) 각각에 대응하는 복수의 2차원의 정보화 행렬 At를 생성한 후, 이를 다시 소정의 T 시간 동안 시간 축으로 누적하여 3차원 구조를 가진 입력데이터 S를 생성한다. 그런 다음, 학습부(320)는 선택적으로 전처리부(310)를 통해 입력데이터 S 전체 원소의 값 중 최댓값 v_{max} 을 구하고, S의 각 원소를 v_{max} 로 나누어 0에서 1 사이의 실수 값으로 변환하여 입력데이터를 정규화할 수 있다.

[0067] 다음으로, 학습부(320)는 S220 단계에서 도 9에 도시된 바와 같이, 센서 신호(SS)를 시각화하여 영상을 생성하고, 센서 신호(SS)를 시각화한 영상에서 적어도 하나의 목표 대상물(obj)을 영역상자(B: Bonding Box)를 통해 검출하고, 그 영역상자(B)의 중심점(dx, dy)을 산출한다. 영역상자(B)는 센서 신호(SS)를 시각화한 영상에서 해

상에 있는 목표 대상물(obj)이 차지하는 영역을 나타낸다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 학습부(320)는 센서 신호(SS)를 시각화한 영상에서 영상처리 알고리즘을 통해 자동으로 목표 대상물(obj)의 영역상자(B)를 검출할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 레이블링 소프트웨어를 사용하여 수동으로 목표 대상물(obj)의 영역상자(B)가 지정된 영상을 입력받을 수도 있다.

[0068] 학습부(320)는 S230 단계에서 초점거리 F를 구한다. 이때, 초점 거리 F는 다음의 수학적 식 3에 따라 산출될 수 있다.

수학적 식 3

$$F = \frac{\left(\frac{W}{2}\right)}{\tan\left(\text{rad}\left(\frac{FOV_H}{2}\right)\right)}$$

[0069] 여기서, W는 센서 신호(SS)를 시각화한 영상의 수직방향의 픽셀 개수이고, FOV_H 는 화각을 나타낸다. 라이다 센서(210), 레이더센서(220) 및 영상소나센서(230)의 초점 거리 F는 최대 측정 거리값을 사용한다.

[0070] 학습부(320)는 S240 단계에서 다음의 수학적 식 4에 따라 복수의 2차원 정보화 행렬 At에 대응하는 복수의 센서 신호(SS) 각각에서 항해장치(10)와 목표 대상물(obj) 간의 헤딩 방향각 차이 $\theta_{difference}$ 를 산출한다.

수학적 식 4

$$\theta_{difference_t} = \text{atan}^2\left(d_x - \frac{W}{2}, F\right)$$

[0071] 여기서, dx는 목표 대상물(obj)의 영역상자(B)의 중심점 (dx, dy) 중 x 좌표이다. W는 센서 신호(SS)의 수직방향의 픽셀 개수이고, F는 초점 거리이다.

[0072] 학습부(320)는 S250 단계에서 다음의 수학적 식 5에 따라 복수의 2차원 정보화 행렬 At 각각에 대응하는 복수의 센서 신호(SS) 각각에서 항해장치(10)와 목표 대상물(obj) 간의 상대 거리 $L_{distance}$ 를 산출한다.

수학적 식 5

$$L_{distance_t} = \sqrt{(d_x - W/2)^2 + F^2 + (H/2 - d_y)^2}$$

[0073] 여기서, dx는 목표 대상물(obj)의 영역상자(B)의 중심점 (dx, dy) 중 x 좌표이고, dy는 목표 대상물(obj)의 영역상자(B)의 중심점 (dx, dy) 중 y 좌표이다. W는 센서 신호(SS)를 시각화한 영상의 수평방향의 픽셀 개수이고, H는 센서 신호(SS)를 시각화한 영상의 수직방향의 픽셀 개수이고, F는 초점 거리이다. 초점 거리 F는 전술한 바와 같이, 수학적 식 3에 따라 센서 신호(SS)를 시각화한 영상에서 수평방향의 픽셀 개수 W와 화각 FOV_t 를 이용하여 산출될 수 있다.

[0074] 학습부(320)는 S260 단계에서 전술한 바와 같이 복수의 2차원 정보화 행렬 At 각각에 대응하는 복수의 센서 신호(SS) 각각에서 구해진 항해장치(10)와 목표 대상물(obj) 간의 헤딩 방향각 차이 $\theta_{difference}$ 와 상대 거리

$L_{distance_t}$ 를 입력데이터 S의 복수의 정보화 행렬 At에 레이블링(Labeling)한다. 이로써, 학습 데이터가 생성된다.

[0078] 한편, 전술한 본 발명의 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터수단을 통하여 판독 가능한 프로그램 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 기록될 수 있다. 여기서, 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 기록매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 예컨대 기록매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함한다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 이러한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

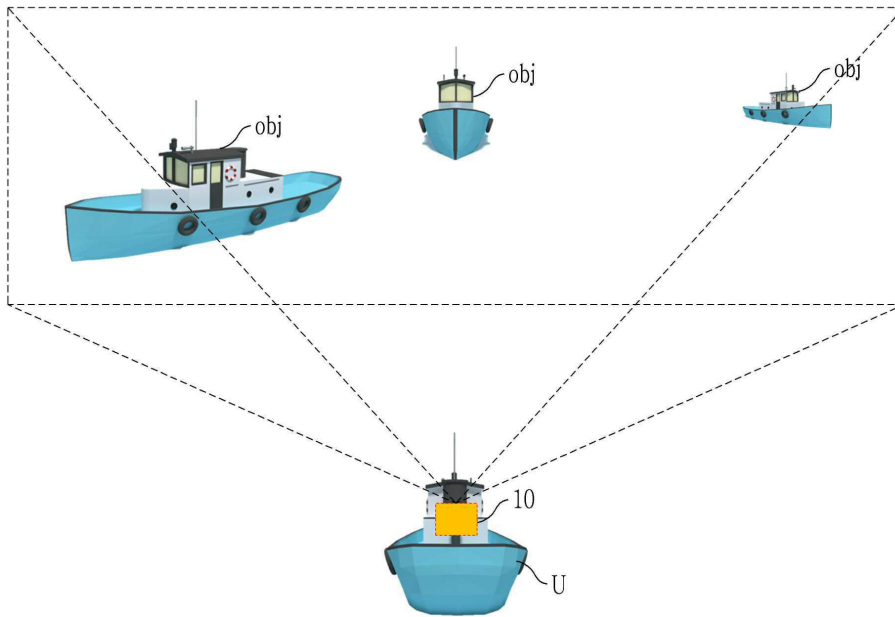
[0079] 이상 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시예를 사용하여 설명하였으나, 이들 실시예는 예시적인 것이며 한정적인 것이 아니다. 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 사상과 첨부된 특허청구범위에 제시된 권리범위에서 벗어나지 않으면서 균등론에 따라 다양한 변화와 수정을 가할 수 있음을 이해할 것이다.

부호의 설명

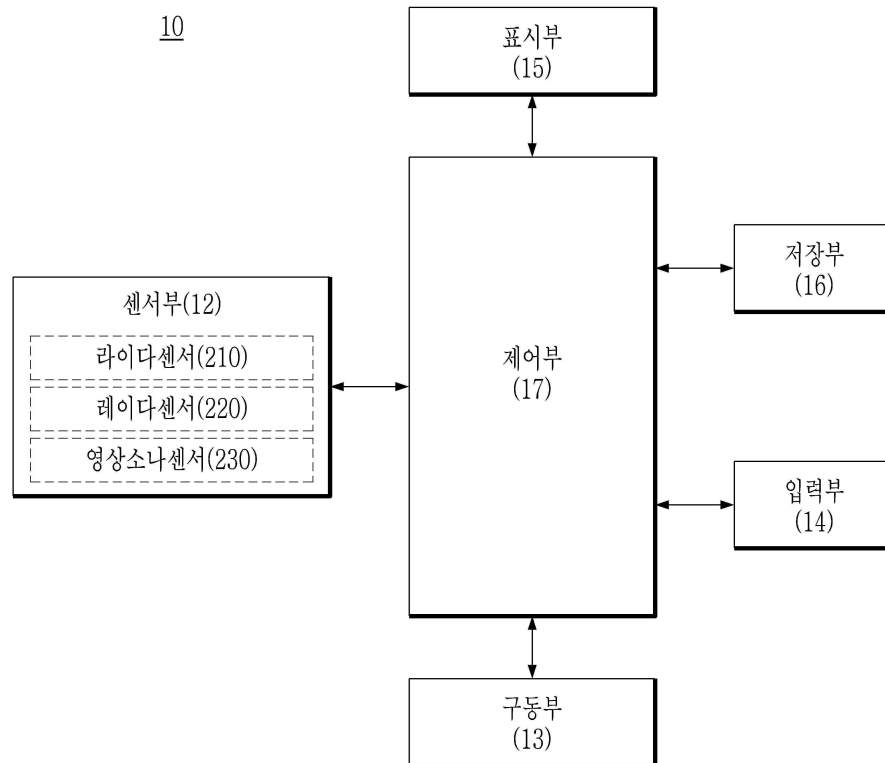
[0080] 10: 항해장치 12: 센서부
13: 구동부 14: 입력부
15: 표시부 16: 저장부
17: 제어부 210: 라이다센서
220: 레이더센서 230: 영상소나센서
310: 전처리부 320: 학습부
400: 심층신경망 500: 관제부

도면

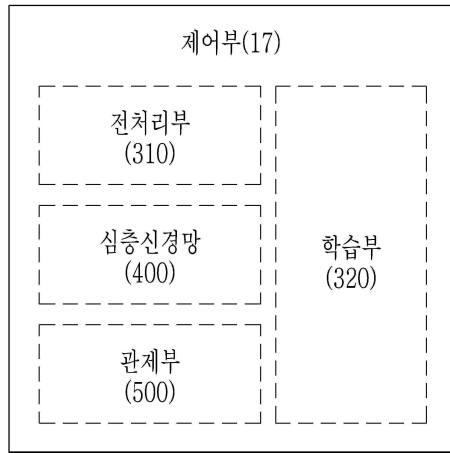
도면1



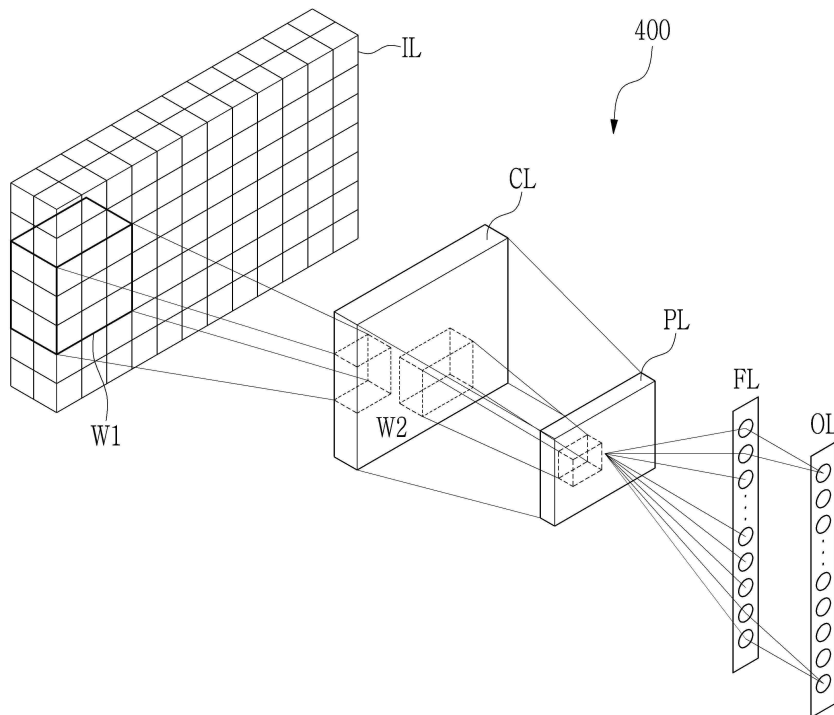
도면2



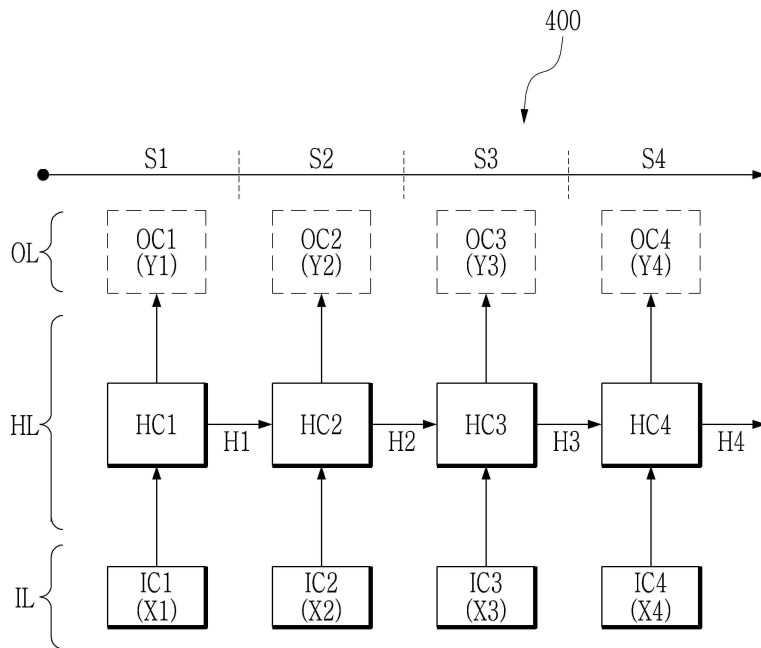
도면3



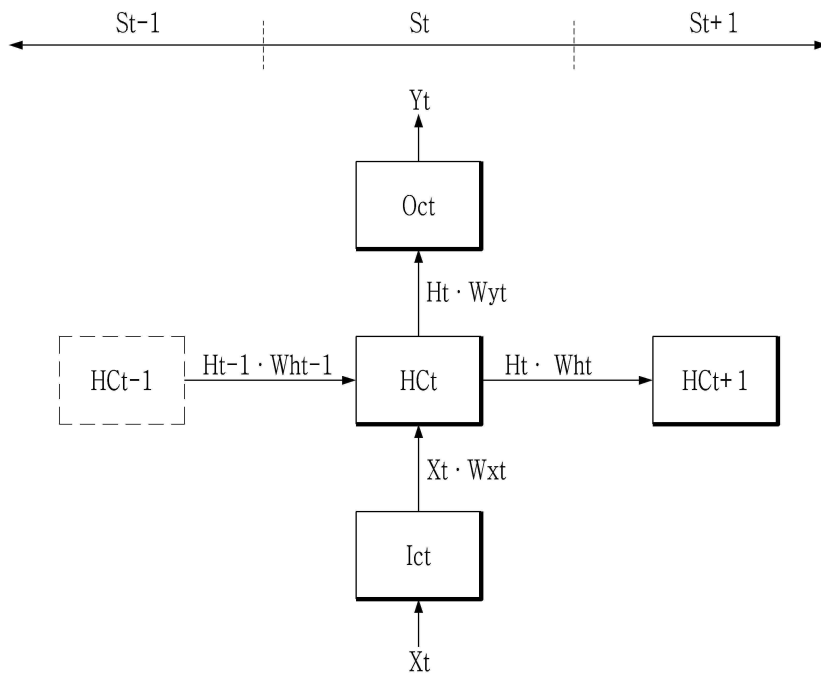
도면4



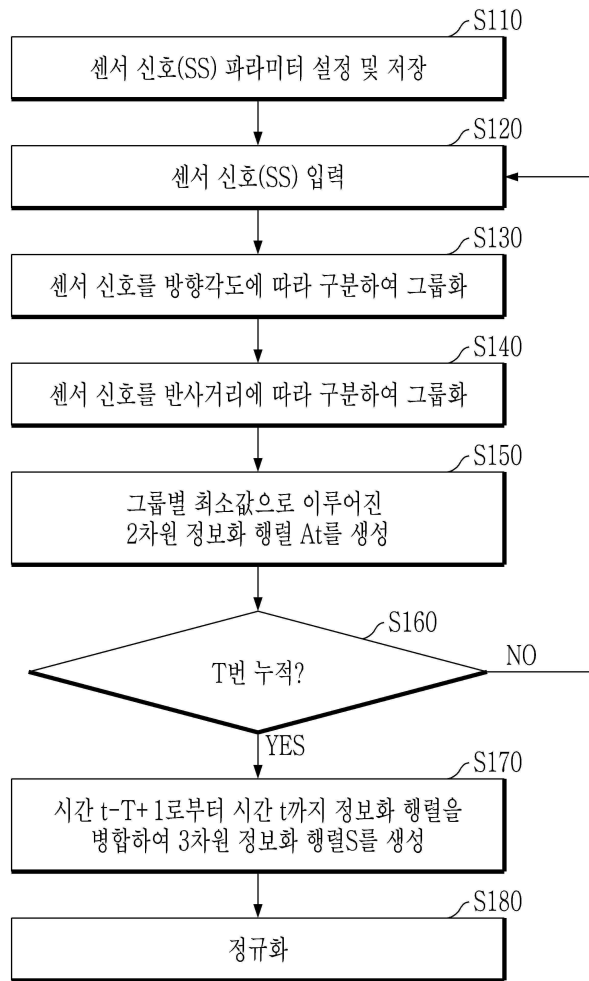
도면5



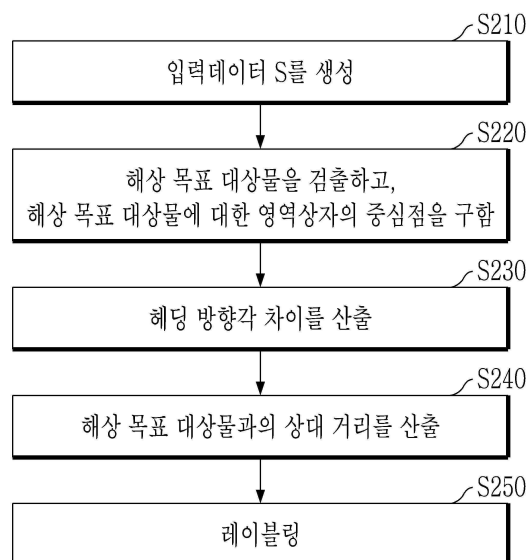
도면6



도면7



도면8



도면9

