(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0126909
(43) 공개일자 2024년08월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 3/00 (2006.01) *G06N 3/044* (2023.01)
G06Q 50/40 (2024.01)
(52) CPC특허분류
G08G 3/00 (2013.01)
G06N 3/044 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0019394
(22) 출원일자 2023년02월14일
심사청구일자 2023년02월14일

(71) 출원인
(주)세이프텍리서치
대전광역시 유성구 문지로 271-6(문지동)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김경섭
서울특별시 강남구 광평로9길 34, 108동 1402호
공인영
대전광역시 유성구 배울2로 134, 101동 101호(용산동, 대덕테크노밸리푸르지오하임1단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박길환, 임종승, 김갑수

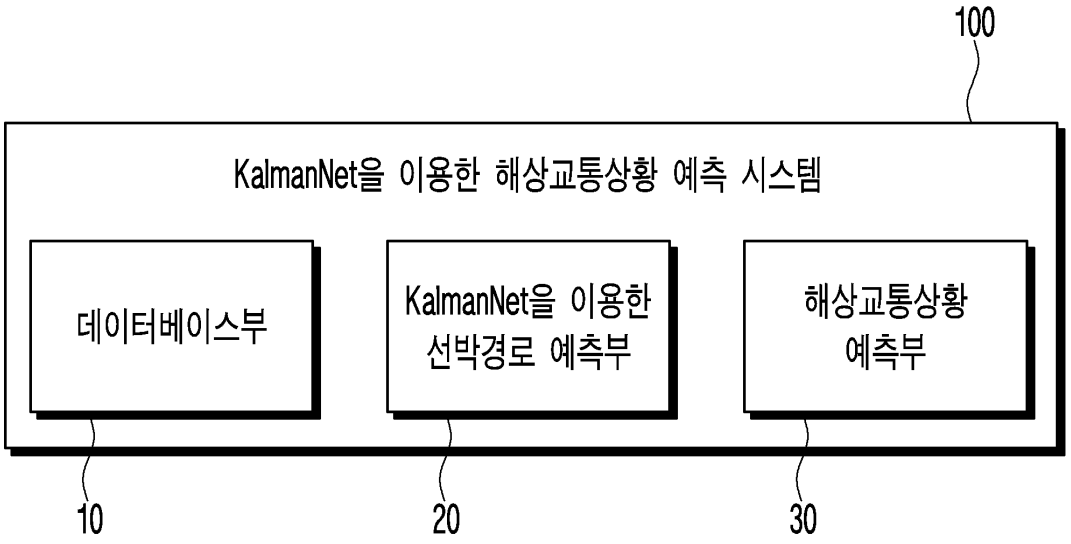
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 딥 러닝 기법을 적용한 EKF(Extended Kalman Filter)인 KalmanNet을 이용하여, 선박의 운동특성이나 조종성능을 추정함으로써, 다수의 선박의 경로를 예측하고, 또한 이를 기반으로 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 단기 예측할 수 있는 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템은, 외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 데이터베이스부, 상기 데이터베이스부로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 선박의 경로를 예측하는, KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부 및 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가 예측한 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 해상교통상황 예측부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06Q 50/40 (2024.01)
(72) 발명자
이은규
대전광역시 유성구 노은서로266번길 61, 619호
박은비
대전광역시 유성구 문지로316번길 9-11, 302호
칸 주나이드
대전 유성구 대학로145번길 55, 206호
이의종
대전광역시 유성구 지족북로 33, 106동 1501호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356233
과제번호	2021RIS-004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업
연구과제명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(대전세종충남지역혁신플랫폼)충남대학교
연구기간	2022.05.01 ~ 2023.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 데이터베이스부;

상기 데이터베이스부로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 선박의 경로를 예측하는, KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부; 및

상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가 예측한 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 해상교통상황 예측부;

를 포함하는, KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부는,

KalmanNet을 이용하여 선박의 현재 관측 값을 계산하는 예측단계(Prediction step)를 수행하는 예측모듈; 및

상기 선박의 현재 관측 값을 통해 선박의 최종 추정값을 계산하는 추정단계(Update step)를 수행하는 추정모듈;

을 포함하는, KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 예측모듈은, 상기 예측단계에서 하기 <수식 1>에 표현된 바와 같이, 상기 선박의 위치 정보의 직전 예측값($\hat{x}_{t-1}$)으로 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)을 계산하며, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)으로 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)을 계산하고,

상기 추정모듈은, 상기 추정단계에서 하기 <수식 2>에 표현된 바와 같이, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$) 및 상기 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)으로 칼만이득(K_t)을 이용해 측정값과 예측값 사이의 추정오차를 보정하여 선박의 위치 정보의 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 계산하는, KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템.

<수식 1>

$$\hat{x}_{t|t-1} = f(\hat{x}_{t-1})$$
$$\hat{y}_{t|t-1} = h(\hat{x}_{t|t-1})$$

<수식 2>

$$\hat{x}_{t|t} = \hat{x}_{t|t-1} + K_t \cdot \Delta y_t$$
$$\Delta y_t = y_t - \hat{y}_{t|t-1}$$

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 칼만이득(K_t)은, 예측값의 차이($\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$)와 관측값의 차이($\triangle y_t$)를 기반으로 계산되는 것을 특징으

로 하는, KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템.

청구항 5

데이터베이스부가. 외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 단계(S100);

KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가, 상기 데이터베이스부로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 선박의 경로를 예측하는 단계(S200); 및

해상교통상황 예측부가, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가 예측한 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 단계(S300);

를 포함하는, KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 딥 러닝 기법을 적용한 EKF(Extended Kalman Filter)인 KalmanNet을 이용하여, 선박의 운동특성이나 조종성능을 추정함으로써, 다수의 선박의 경로를 예측하고, 또한 이를 기반으로 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 단기 예측할 수 있는 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 해상교통상황이란 해상교통을 구성하는 선박운항자, 선박, 환경의 종합적인 상태를 의미하며, 해상교통상황을 정량적인 지표로 표현하기 위한 해상교통 혼잡도, 해상교통 밀집도, 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도를 포함한 지표 등 다양한 방식들이 있다.

[0003] 먼저, 해상교통 혼잡도는 항로의 해상교통량에 대한 실제 해상교통량을 백분율로 표현하기 위한 지표로, 항로의 평균 통항량과 항로의 혼잡상황에 대한 간단한 지표로 자주 사용된다.

[0004] 해상교통 밀집도는 임의의 단위 면적 및 시간당 항행척수인 교통량만을 평가하는 것이 아닌, 임의의 시간 단면에 존재하는 단위 면적당 항행척수를 표현하는 방식이다. 해상교통 밀집도 평가를 통하여 격자화된 섹터 내 선박의 통항빈도 및 통항선박의 점유면적을 고려한 결과를 도출할 수 있다(대한민국 등록특허공보 제10-2215137호(2021년02월10일 공고)).

[0005] 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도를 포함한 지표로는 The Potential Assessment of Risk Model이 있으며, 이는 선박 및 환경의 종합적인 상태를 고려한 것이다.

[0006] 한편, 이러한 정량적인 지표로 표현한 해상교통상황을 예측하기 위해서는 일반적으로 ARIMA(AutoRegressive Integrated Moving Average), ETS(Exponential Smoothing) 등의 시계열 예측 모델들과 시계열 데이터를 처리하는 RNN(Recurrent Neural Network), LSTM(Long Short-Term Memory), GRU(Gated Recurrent Unit) 등의 인공지능 알고리즘을 이용한다.

[0007] 다만, 해상교통상황의 근본적인 예측은 모든 선박들의 경로 예측으로 볼 수 있지만, 앞서 언급한 시계열 데이터를 처리하는 모델 및 알고리즘들은 선박의 경로를 예측하지 않고 해상교통상황에 영향을 주는 다른 요소를 이용하여 우회적인 방법으로 예측을 한다. 이러한 예측 방법은 해상교통상황의 장기 예측에는 적합할 수 있으나, 수 시간, 수 십분 단위의 단기 예측에는 오차가 있을 수밖에 없다.

[0008] 기존의 해상교통상황 예측하기 위한 방법들이 모든 선박들의 경로 예측을 하지 않은 주된 이유로는, 선박의 경로를 예측하기 위해서는 선박의 운동학적인 특성을 고려하는 것이 필요하지만 선박의 운동 특성은 매우 복잡하고, 선박의 움직임은 바람, 파도 등 외부 환경 요인에 영향을 크게 받으므로 이를 예측하기란 쉽지 않기 때문이다. 또한 선박 조종모델은 선박에 작용하는 선체력, 타력, 추진력 등 다양한 힘의 동역학 모델로 구성되는데, 선박 조종모델을 개발하고 계산하기 위해서는 구체적인 실선 데이터가 필요하다. 그러나 자세한 실선 데이터를 구하는 것은 현실적으로 매우 어려운 실정이다.

[0009] 일 예로서, 컨볼루션 신경망 기반의 선박 교통 밀도 예측 방법(대한민국 공개특허공보 제10-2020-0106101호(2020년09월11일 공개))에서도 선박의 운동학적인 특성을 고려하는 것이 아닌 선박의 좌표 정보, 길이, 도착 예

정 시각, 목적지, 도선사의 승하선 정보 등을 이용하였으며, 이러한 정보들은 수집하기 어려울 뿐 아니라, 단기 예측에는 적합하지 않다.

[0010] 또한 해상교통 혼잡도 예측 시스템 및 방법(대한민국 등록특허공보 제10-2429235호 (2022년08월04일 공고))에서도 교통량을 예측하기 위해 시계열 데이터를 처리하는 모델 및 알고리즘을 사용하였으며, 이는 단기 예측에는 적합하지 않다.

[0011] 선박의 경로를 예측하기 위한 대표적인 방법으로는 EKF(Extended Kalman Filter)를 이용하는 방법이 있으나 이를 위해서는 정교한 선박 조종모델이 필요하며, 해당 모델의 정확도에 따라 예측 알고리즘의 정확도가 좌우된다.

[0012] 따라서 본 명세서에서는 딥 러닝 기법을 적용한 EKF인 KalmanNet을 이용하여, 정확한 선박 조종모델 없이도 신뢰도 높은 선박의 운동특성이나 조종성능을 추정함으로써, 다수의 선박의 경로를 예측하고 이를 기반으로 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 단기 예측할 수 있는 시스템 및 방법을 개시하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2215137호 (2021년02월10일 공고)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0106101호 (2020년09월11일 공개)

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-2429235호 (2022년08월04일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 딥 러닝 기법을 적용한 EKF(Extended Kalman Filter)인 KalmanNet을 이용하여, 선박의 운동특성이나 조종성능을 추정함으로써, 다수의 선박의 경로를 예측하고, 또한 이를 기반으로 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 단기 예측할 수 있는 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템은, 외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 데이터베이스부, 상기 데이터베이스부로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 선박의 경로를 예측하는, KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부 및 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가 예측한 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 해상교통상황 예측부를 포함한다.

[0016] 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부는, KalmanNet을 이용하여 선박의 현재 관측 값을 계산하는 예측단계(Prediction step)를 수행하는 예측모듈 및 상기 선박의 현재 관측 값을 통해 선박의 최종 추정값을 계산하는 추정단계(Update step)를 수행하는 추정모듈을 포함한다.

[0017] 상기 예측모듈은, 상기 예측단계에서 하기 <수식 1>에 표현된 바와 같이, 상기 선박의 위치 정보의 직전 예측값($\hat{x}_{t-1}$)으로 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)을 계산하며, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)으로 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)을 계산하고, 상기 추정모듈은, 상기 추정단계에서 하기 <수식 2>에 표현된 바와 같이, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$) 및 상기 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)으로 칼만이득(K_t)을 이용해 측정값과 예측값 사이의 추정오차를 보정하여 선박의 위치 정보의 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 계산한다.

[0018] <수식 1>

$$\hat{x}_{t|t-1} = f(\hat{x}_{t-1})$$

[0019] $$\hat{y}_{t|t-1} = h(\hat{x}_{t|t-1})$$

[0020] <수식 2>

$$\hat{x}_{t|t} = \hat{x}_{t|t-1} + K_t \cdot \Delta y_t$$

[0021] $$\Delta y_t = y_t - \hat{y}_{t|t-1}$$

[0022] 상기 칼만이득(K_t)은, 예측값의 차이($\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$)와 관측값의 차이($\triangle y_t$)를 기반으로 계산되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법은, 데이터베이스부가. 외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 단계(S100), KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가, 상기 데이터베이스부로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 선박의 경로를 예측하는 단계(S200) 및 해상교통상황 예측부가, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부가 예측한 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 단계(S300)를 포함한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명인 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 따르면, 딥 러닝 기법을 적용한 EKF(Extended Kalman Filter)인 KalmanNet을 이용하여, 선박의 운동특성이나 조종성능을 추정함으로써, 다수의 선박의 경로를 예측하고, 또한 이를 기반으로 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 단기 예측할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한 본 발명인 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 따르면, 해상교통상황을 예측함에 있어서 시계열 예측 모델 및 시계열 데이터를 처리하는 인공지능 알고리즘을 사용하는 것이 아닌 모든 선박들의 경로를 예측함으로써, 해상교통상황의 단기 예측에 있어서 신뢰도가 높은 효과가 있다.

[0026] 또한 본 발명인 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법에 따르면, 딥 러닝 기법을 적용한 EKF인 KalmanNet을 이용하여 기존 EKF의 단점인 선박 조종모델의 정확성이 성능에 영향을 주던 점을 극복할 수 있으며, 정확한 선박 조종모델 없이도 신뢰도 높은 선박의 운동특성이나 조종성능의 추정이 가능한 효과가 있다.

[0027] 또한 본 발명인 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템 및 그 방법은, 해상교통상황을 표현하기 위한 다양한 지표들을 예측할 수 있으며, 특히, 단기 예측에 있어 신뢰도 높은 예측이 가능한 효과가 있다. 이는 선박 운항자로 하여금 안전운항에 도움이 되는 보조시스템으로 사용될 수 있으며, 해상교통을 관리하는 해상교통 관제사 입장에서는 해상교통이 혼잡한 지역을 사전에 파악하여 대처할 수 있는 효과가 있다. 또한, 최근 개발되는 자율운항선박의 지능항해시스템의 경로생성, 충돌회피 알고리즘 등에 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템의 각 구성이 도시된 블록도이다.

도 2는 본 발명에 따른 데이터베이스부가 외부 서버(데이터 제공처)로부터 수신하는 해상교통 데이터 및 인터페이스가 도시된 블록도이다.

도 3은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부의 전체 동작 과정이 도시된 도면이다.

도 4는 도 3에서 예측단계만을 도시한 도면이다.

도 5는 도 3에서 추정단계만을 도시한 도면이다.

도 6 내지 도 8은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다.

[0030] 그리고 본 발명의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0031] 또한, 본 발명의 실시예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다.

[0032] 본 명세서에서 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 “포함한다” 및/또는 “포함하는” 은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0035] 도 1은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템(100)의 각 구성이 도시된 블록도이고, 도 2는 본 발명에 따른 데이터베이스부(10)가 외부 서버(데이터 제공처)로부터 수신하는 해상교통 데이터 및 인터페이스가 도시된 블록도이다.

[0036] 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템(100)은, 외부 서버(데이터 제공처)로부터 여러 해상교통 데이터를 수신하여 각 선박의 경로를 예측하고 이를 기반으로 해상교통상황을 나타내는 다양한 지표를 예측한다. 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템(100)은, 도 1을 참조하면, 데이터베이스부(10), KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20) 및 해상교통상황 예측부(30)를 포함한다.

[0037] 본 발명에 따른 데이터베이스부(10)는, 다양한 인터페이스를 통해 외부 서버(데이터 제공처)로부터 선박 정보를 포함하는 다양한 해상교통 데이터를 수신하여 저장하고, 수신 및 저장한 해상교통 데이터를 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)에 송신한다. 한편, 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템(100)은 다양한 인터페이스를 통해 외부 서버로부터 다양한 해상교통 데이터를 수신하는 수신부(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 수신부는 외부 서버로부터 수신한 해상교통 데이터를 데이터베이스부(10)에 저장할 수 있다.

[0038] 이때, 인터페이스는, 도 2를 참조하면, NMEA(National Marine Electronics Association), TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 및 DDS(Data Distribution System)를 포함할 수 있으며, 해상교통 데이터는 AIS(Automatic Identification System), VPASS, VHF-DSC(Very High Frequency Digital Selective Calling) 및 LTE-M(LTE based maritime wireless communication) 수신기의 실시간 데이터, 과거 해상교통 데이터 및 VDGS(Virtual Data Generation System)를 포함할 수 있다.

[0039] 해상교통 데이터인 AIS(Automatic Identification System), VPASS, VHF-DSC(Very High Frequency Digital Selective Calling) 및 LTE-M(LTE based maritime wireless communication) 수신기의 실시간 데이터, 과거 해상교통 데이터 및 VDGS(Virtual Data Generation System)에는 현재 또는 과거의 선박의 위치 정보가 포함된다. 후술하게 될 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)는 해상교통 데이터에 포함된 현재 또는 과거의 선박의 위치 정보에 기초하여 현재의 선박 위치(현재 관측값)를 계산하고, 또한 이를 통해 미래의 선박 위치(최종 추정값)를 계산하며, 따라서 미래의 선박의 경로를 추정할 수 있다. 해상교통상황 예측부(30)는, KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가 추정한 미래의 선박의 경로에 기초하여 해상교통상황을 예측한다.

[0041] NMEA는, NMEA0183(National Marine Electronics Association 0183, 국제 해상 전자 위원회 0183)을 의미하며, NMEA 0183은 시간, 위치, 방위 등의 정보를 전송하기 위한 규격이다. NMEA 0183은 미국의 National Marine Electronics Association(국제 해상 전자 위원회)에서 정의하였으며, 해상 전자장비의 인터페이싱의 표준을 정하는 것을 목적으로 발족되었다. 이 표준들은 주로 자이로컴퍼스, GPS, 나침반, 관성항법장치(INS)에 사용된다. NMEA 0183은 ASCII와 직렬방식의 통신을 사용한다. NMEA 0183은 3가지 레이어(물리 계층, 데이터링크 계층, 애플리케이션 계층)로 구성되어 있다. 물리 계층은 RS-232, RS-422 등의 전기적인 전송규격이며, 데이터링크 계층은 Baud rate, Data bit, Parity bit, Stop bit 등을 정해 놓았다. Application Layer는 데이터를 전송하는

Sentence에 대한 규약이다.

[0042] TCP/IP는, 서로 다른 시스템을 가진 컴퓨터들을 서로 연결하고, 데이터를 전송하는 데 사용하는 통신 프로토콜의 체계 또는 집합을 의미한다. TCP/IP는 컴퓨터 간의 주고받는 메시지를 전송할 때 에러가 발생하지 않도록 알맞은 크기로 나누어져 전송하고 이를 받아서 다시 원래의 정보로 변환하는 것을 약속해 놓은 것이다. TCP/IP는 인터넷 프로토콜 중 가장 중요한 역할을 하는 TCP와 IP의 합성어로 인터넷 동작의 중심이 되는 통신규약으로 데이터의 흐름 관리, 데이터의 정확성 확인(TCP 역할), 패킷을 목적지까지 전송하는 역할(IP 역할)을 담당한다. 보통 IP는 데이터를 한 장소에서 다른 장소로 정확하게 옮겨주는 역할을 하며, TCP는 전체 데이터가 잘 전송될 수 있도록 데이터의 흐름을 조절하고 성공적으로 상대편 컴퓨터에 도착할 수 있도록 보장해주는 역할을 한다.

[0043] DDS는, OMG(Object Management Group)에서 표준화한 통신 미들웨어로, 데이터 중심의 발간/구독 방식을 이용하여 통신을 수행하기 때문에 데이터 교환에 유리하며, 다양한 요구사항을 충족시킬 수 있도록 QoS(Quality Of Service)를 제공한다. DDS는 서버 클라이언트 방식에 비해서 대규모 데이터의 실시간 전송에 적합한 통신 방법으로 TOPIC을 통해 데이터를 통신한다. TOPIC은 데이터의 이름과 형식으로 구성되어 있다.

[0044] AIS는, 선박자동식별장치(船舶自動識別裝置)라고도 하며, 일정 범위의 설비를 장착한 선박의 선명·침로·선속·위치 등의 항행정보를 자동으로 표시해주는 장비를 의미하며, GPS를 통하여 자신의 정보를 송출하면 AIS를 탑재한 모든 선박은 이 정보를 수신할 수 있어, 안전한 항해를 위한 기초 자료로 활용된다.

[0045] VPASS는, 선박패스(V-Pass) 장치 또는 자동 어선 위치 발신 장치라고 하며, 선박안전조업규칙에 따라 어선의 출항입항 신고를 자동으로 처리할 수 있는 장치로서 897MHz대역의 주파수를 사용하는 무선설비를 의미한다. VPASS는 어선법에 따라 해양사고 발생 시 신속한 대응을 위해 어선의 위치 및 긴급구조 신호를 발신한다. 또한 선박패스(V-Pass) 시스템이란 선박패스(V-Pass) 장치를 통해 어선의 위치정보를 모니터링하는 시스템을 의미한다. VPASS 장치 설치 및 운영의 목적은 어선법에 따라 해양사고 발생시 신속한 대응과 어선의 출항, 입항 신고 자동화 등을 위해 필요한 기준을 정함을 정하는 것이다.

[0046] VHF-DSC는, 초단파대 디지털선택호출장치 또는 초단파대 무선전화를 의미하며, 초단파 무선전화에 기능이 내장되어 조난 시 긴급 용이하게 사용하도록 버튼식으로 되어 있어 본선의 위급함을 인근 선박 및 육상에 알릴 수 있다.

[0047] LTE-M은, 초고속 해상 무선 통신망 또는 LTE를 기반으로 하는 해상 무선 통신망을 의미한다. 해양수산부에서는 한국형 e-내비게이션(e-Navigation) 사업의 하나로 2019년부터 LTE 이동통신 기술을 기반으로 700MHz 대역의 통합공공망 주파수를 사용하여 초고속 해상 무선 통신망(LTE-M)을 구축하였다. 700 MHz 대역의 통합공공망 주파수는 재난안전통신망, 철도통합무선망(LTE-R), 그리고 초고속 해상 무선 통신망(LTE-M)이 주파수를 공동사용한다. 따라서 소방, 경찰 및 해경 등 재난 대응 관계자는 PS-LTE 규격의 재난안전통신망을 사용하고, 철도시설 관계자는 LTE-R을, 그리고 어선이나 상선 등은 LTE-M 통신망을 사용한다. 초고속 해상 무선 통신망(LTE-M)은 중앙에 있는 운영센터와 부산, 인천 등에 있는 권역센터 6개, 연안이나 섬에 있는 기지국 및 선박에 시설하는 LTE-M 송수신기로 구성된다. 해상에서 발생하는 전파수평선(radio horizon) 현상으로 전파가 도달하는 거리가 제한되는 문제를 해결하기 위하여 기지국은 연안의 고지대(해발 500미터 이상 권고)에 설치한다. 전파를 직접 수신할 수 없는 음영지역 문제를 해결하기 위하여 일부 섬에도 설치한다. 이때 선박의 안테나는 가시거리(line of sight distance)를 확보하기 위하여 선박 외부의 높은 장소에 설치한다. LTE-M 송수신기는 LTE-송수신기, 와이파이(Wi-Fi) 핫스폿(hot spot) 및 유선랜을 포함한다. 이 장치로 선박 내에서 e-내비게이션 선박 표시장치를 이용한 초고속 해상 무선통신 서비스를 이용할 수 있다. 초고속 해상 무선 통신망(LTE-M)은 기지국을 기준으로 30km까지를 집중 관리 구역으로 지정하고, 30~100km까지를 관심 구역으로 지정한다. 각 구역의 전송 성공률은 95% 이상과 90% 이상으로 제공한다. 그럼으로써 연안으로부터 최대 100km 해상까지 초고속으로 음성 통화나 데이터 서비스가 가능하고, 항해 중인 여객선, 화물선, 어선 같은 선박에서도 전자해도, 기상도 등의 데이터 서비스를 제공할 수 있다.

[0048] 과거 해상교통 데이터는, 전술한 AIS, VPASS, VHF-DSC 및 LTE-M 수신기로부터 수신되어 저장된 과거의 해상교통 데이터를 의미한다. 과거 해상교통 데이터는, 데이터베이스부(10)에 기 저장되어 있을 수도 있고, 또는 외부 서버 저장장치에 저장된 과거 해상교통 데이터가 수신된 것일 수도 있다.

[0049] VDGS는, 자율운항선박 기술 개발 및 실증을 위한 가상 선박정보 생성장치를 의미하며, VDGS(Virtual Data Generation System) 기술을 활용한 실해역 상황인식, 충돌회피 실증이 가능하다.

[0051] 1. 선박의 경로 예측

[0052] 도 3은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)의 전체 동작 과정이 도시된 도면이고, 도 4는 도 3에서 예측단계만을 도시한 도면이고, 도 5는 도 3에서 추정단계만을 도시한 도면이다.

[0053] 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)는, 데이터베이스부(10)로부터 선박 정보를 제공받아 KalmanNet을 이용하여 선박의 운동특성을 예측 및 갱신하고, 이를 기반으로 최종적으로 선박의 경로를 예측한다.

[0054] 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)는, 도 3을 참조하면, 예측단계(Prediction step)를 수행하는 예측모듈(미도시) 및 추정단계(Update step)를 수행하는 추정모듈(미도시)을 포함한다. 도 4에는 예측모듈의 예측단계가 상세히 도시되어 있고, 도 5에는 추정모듈의 추정단계가 상세히 도시되어 있다.

[0055] 예측모듈은 예측단계에서, 아래 <수식 1>, 도 3 및 도 4를 참조하면, KalmanNet을 이용하여 해상교통 데이터에 포함된 선박의 위치정보의 직전 예측값($\hat{x}_{t-1}$)으로 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)을 계산하며, 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)으로 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)을 계산한다.

[0057]
$$\hat{x}_{t|t-1} = f(\hat{x}_{t-1})$$
$$\hat{y}_{t|t-1} = h(\hat{x}_{t|t-1})$$

[0058] <수식 1>

[0060] 추정모듈은 추정단계에서, 아래 <수식 2>, 도 3 및 도 5를 참조하면, 예측단계에서의 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)과 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)으로 칼만이득(K_t)을 이용해 측정값과 예측값 사이의 추정오차를 보정하여 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 계산한다.

[0062]
$$\hat{x}_{t|t} = \hat{x}_{t|t-1} + K_t \cdot \Delta y_t$$
$$\Delta y_t = y_t - \hat{y}_{t|t-1}$$

[0063] <수식 2>

[0065] KalmanNet에서는 칼만이득(K_t)을 예측값의 차이($\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$)와 관측값의 차이($\triangle y_t$)를 기반으로 순환신경망을 이용하여 계산한다.

[0067] 2. 해상교통상황 예측

[0068] 해상교통상황 예측부(30)는 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)에서 예측한 모든 선박의 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측한다. 해상교통상황이란 해상교통을 구성하는 선박운항자, 선박, 환경의 종합적인 상태를 말하며, 정량적인 지표로 표현하기 위한 다양한 방식으로 해상교통 혼잡도, 해상교통 밀집도, 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도 등이 있다.

[0070] 2-1. 해상교통 혼잡도

[0071] 먼저 해상교통 혼잡도는 항로의 해상교통량에 대한 실제 해상교통량을 백분율로 표현하기 위한 지표로, 항로의

평균 통항량과 항로의 혼잡상황에 대한 간단한 지표로 자주 사용된다. 아래 <수식 3>은 해상교통 혼잡도를 계산하기 위한 식이다.

$$T_c\,(\%) = \frac{Q_t}{Q_p} \times 100(\%)$$

여기서,

T_c : 해상교통혼잡도

Q_t : 실제 해상교통량

Q_p : 실용 교통량

[0073]

[0074] <수식 3>

[0076] 해상교통상황 예측부(30)는, 데이터베이스부(10)로부터 수신한 해상교통 데이터와 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가 계산한 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 기초로 해상교통 혼잡도를 계산한다. 해상교통상황 예측부(30)는, 수신한 해상교통 데이터를 기초로 특정 Gate 라인에 대한 교통량을 계산하여 실제 해상교통량을 계산한다. 그리고 해상교통상황 예측부(30)는, 특정 Gate 라인에 대한 기본교통용량을 계산하고, 계산한 기본교통용량을 기초로 실용교통용량을 계산한다. 이후, 해상교통상황 예측부(30)는, 계산한 실제 해상교통량과 실용교통용량을 기초로 해상교통 혼잡도를 계산한다.

[0078] 해상교통상황 예측부(30)는, 데이터베이스부(10)로부터 수신한 해상교통 데이터를 기반으로 특정 Gate라인에 대한 교통량을 계산하여 실제 해상교통량을 계산한다. 이때 계산되는 교통량은 선박의 안전운항에 필요한 해역의 면적이 보통 선박의 길이(L)의 제곱에 비례하므로 L 제곱환산 교통량을 의미하는 것으로 이해할 수 있다. L 제곱환산 교통량은 선박을 구간으로 나누어 구간별 대표길이를 이용하여 계산할 수도 있고, 또는 각 선박의 길이를 이용하여 선박마다 계산할 수도 있다. 구간은 선박의 길이에 따라 나눌 수 있고, 총톤수에 따라 나눌 수 있으며, 구간에 따른 대표길이를 정의할 수 있다면 그 방법을 한정하지는 않는다.

[0079] 해상교통상황 예측부(30)는, L 제곱환산 계수와 선박 척수의 곱으로 L 제곱환산 교통량을 계산한다. L 제곱환산 계수는, 구간별로 계산하는 경우 구간별 대표길이와 표준선박길이의 비의 제곱으로 계산하며, 선박마다 계산하는 경우 선박의 길이와 표준선박길이의 비의 제곱으로 계산한다. 아래 <표 1>은 해운항만물류정보시스템(https://new.portmis.go.kr/)에 따른 선박의 총톤수별 구간과 L제곱환산 교통량 산출 예시이다.

선박톤급별 (G/T) 구간	구간별 대표길이	표준 선박길이	L환산 계수	L제곱환산 계수	선박 척수	L제곱환산 교통량
100톤미만	39.7	82.2	0.48	0.23	1,958	451
100-500톤미만	52.2		0.64	0.41	6,223	2,552
500-1,000톤미만	58.4		0.71	0.5	3,105	1,553
1,000-3,000톤미만	76.5		0.93	0.86	5,863	5,043
3,000-5,000톤미만	100.5		1.23	1.51	2,801	4,230
5,000-7,000톤미만	114.2		1.39	1.93	1,435	2,770
7,000-10,000톤미만	127.4		1.55	2.4	3,621	8,691
10,000-15,000톤미만	146.4		1.79	3.2	807	2,583
15,000-20,000톤미만	162.2		1.98	3.92	1,659	6,504
20,000-25,000톤미만	177.9		2.17	4.71	543	2,558
25,000-30,000톤미만	189.4		2.31	5.34	1,407	7,514
30,000-50,000톤미만	213.1		2.6	6.76	1,676	11,330
50,000-60,000톤미만	238.3		2.91	8.47	636	5,387
60,000-75,000톤미만	258		3.15	9.92	1,006	9,980
75,000-100,000톤미만	276		3.37	11.36	795	9,032
100,000톤이상	322.1		3.93	15.44	782	12,075

[0081]

[0082] <표 1 : 선박의 총톤수별 구간 및 교통량 산출 예시>

[0084] 한편, 해상교통상황 예측부(30)는, 실제 해상교통량을 계산할 때, L 제곱환산 계수와 선박 척수의 곱을 통해 계산할 수 있다. 이때 선박 척수는 특정 구간을 지나간 선박의 척수를 의미하며, 선박 경로의 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 통해 선박 척수를 예측할 수 있다.

[0085] 따라서 과거나 현재의 선박 척수가 아닌 미래의 선박 척수가 고려된 미래의 실제 해상교통량을 계산할 수 있다.

[0087] 해상교통상황 예측부(30)는 특정 Gate 라인에 대한 기본교통용량을 계산하고 이에 대한 실용교통용량을 계산한다. 기본교통용량은 항로 폭(Gate 라인의 길이)과 항로에서의 평균 선속을 곱한 값을 선박의 폐색영역의 크기로 나누어 계산하며, 이는 아래 <수식 4>와 같이 표현된다.

$$Q = \frac{1}{\gamma s} WV$$

Q : 항로 기본교통용량(척/시)

γ : 폐색영역의 장직경(Km)

s : 폐색영역의 단직경(Km)

W : 항로 폭(Km), V : 선속(Km/h)

[0089]

[0090] <수식 4>

[0092] 실용교통용량은 해상/기상 상태, 선박 항행의 자유성, 해상교통관리 방식 등에 따른 선박 운항 제한 등에 의해 실제 통항 가능 척수를 말한다. 일반적으로 기본교통용량의 20~25%로 가정하며, 이 비율을 실용교통용량 비율이라고 한다.

[0094] 2-2. 해상교통 밀집도

[0095] 다음으로, 해상교통 밀집도는 임의의 단위 면적 및 시간당 항행척수인 교통량만을 평가하는 것이 아닌, 임의의 시간 단면에 존재하는 단위 면적당 항행척수를 표현하는 방식이다. 해상교통 밀집도 평가를 통하여, 아래 <수식 5>와 같이, 격자화된 섹터 내 선박의 통항빈도(ρ_1) 및 통항선박의 점유면적을 고려한 결과(ρ_2)를 계산할 수 있다.

$$\rho_1 = \frac{N_{grid}}{86{,}400sec \times day}$$

$$\rho_2 = \frac{N_{grid} \times L^2}{86{,}400sec \times day \times {L_s}^2}$$

여기서,

N_{grid} : 매초당 격자내 존재하는 모든 선박의 수

L : 선박의 길이

L_s : 표준 선박의 길이

[0097]

[0098] <수식 5>

[0100] 이때 수식 5의 N_{grid}는 매초 당 격자 내 존재하는 모든 선박의 수를 의미하며, 선박 경로의 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 통해 예측할 수 있다. 따라서 미래의 매초 당 격자 내 존재하는 선박의 수가 적용된 격자화된 섹터 내 선박의 통항빈도(ρ_1) 및 통항선박의 점유면적을 고려한 결과(ρ_2)를 도출할 수 있다.

[0102] 2-3. 주관적 위험도

[0103] 마지막으로, 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도는 선박 및 환경의 종합적인 상태를 고려한 위험도 지표로, 아래 <수식 6> 및 아래 <표 2>를 참조하면, 선박의 종류(Int_1), 길이(Int_2), 폭(Int_3), 무게(Int_4), 선박운항자의 경력(Int_5), 면허(Int_6) 및 직위(Int_7)에 따른 내부요소와, 다른 선박과의 횡단상태(Ext_1), 좌우현 여부(Ext_2), 항내외 여부(Ext_3) 및 속도 관계(Ext_4)에 따른 외부요소를 기초로 계산된다.

$$Risk = \sum_{n=1}^{7} Int_n + \sum_{n=1}^{4} Ext_n + C_L + C_D + C$$

여기서

Int : 내부요인

Ext : 외부요인

C_L : 선박의 길이 계수 $(-0.002517 \times$ *선박의 길이*$)$

C_D : 선박간 거리 계수 $(-0.430710 \times$ *선박간 거리*$)$

C : 상수(5.081905)

[0105]

[0106] <수식 6>

구분	요소	
내부요소	Int_1	Type factor
	Int_2	Length factor
	Int_3	Width factor
	Int_4	Tonnage factor
	Int_5	Career factor
	Int_6	License factor
	Int_7	Position factor
외부요소	Ext_1	Crossing factor
	Ext_2	Side factor
	Ext_3	In/Out harbor factor
	Ext_4	Speed factor

[0108]

[0109] <표 2 : 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도의 내부요소 및 외부요소>

[0111] 이때, 외부요소에서 다른 선박과의 횡단상태(Ext_1), 좌우현 여부(Ext_2), 속도 관계(Ext_4)는 선박 경로의 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 통해 예측할 수 있다.

[0112] 다른 선박과의 횡단상태(Ext_1) 및 좌우현 여부(Ext_2)의 경우, 미래의 선박 경로를 예측할 수 있음에 따라 미래의 선박과 선박간의 횡단상태와 미래의 좌우현 여부를 예측하는 것이 가능하다.

[0113] 마찬가지로 속도 관계(Ext_4)는 선박과 선박간 속도 비율을 나타내는 것으로, 미래의 경로를 예측하면, 미래의 속도도 예측 가능하다.

[0115] 도 6 내지 도 8은 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법의 흐름도이다.

[0116] 본 발명에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법은, 데이터베이스부(10)가. 외부 서버로부터 선박의 위치 정보를 포함하는 해상교통 데이터를 수신하는 단계(S100), KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가, 상기 데이터베이스부(10)로부터 상기 해상교통 데이터를 수신하고, 상기 해상교통 데이터에 기초하여 미래의 선박 경로를 예측하는 단계(S200) 및 해상교통상황 예측부(30)가, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가 예측한 미래의 선박 경로를 기반으로 해상교통상황을 예측하는 단계(S300)를 포함한다.

[0117] 이때, 상기 단계(S200)는, 도 7을 참조하면, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가, KalmanNet을 이용하여 선박의 현재 관측 값을 계산하는 단계(S201) 및 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)가, 상기 선박의 현재 관측 값을 통해 선박의 최종 추정값을 계산하는 단계(S203)를 포함한다.

[0118] 상기 단계(S201)에서, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)는, 상기 <수식 1>에 표현된 바와 같이, 상기 선박의 위치 정보의 직전 예측값($\hat{x}_{t-1}$)으로 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)을 계산하며, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$)으로 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)을 계산한다.

[0119] 상기 단계(S203)에서, 상기 KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20)는, 상기 <수식 2>에 표현된 바와 같이, 상기 현재 예측값($\hat{x}_{t|t-1}$) 및 상기 현재 관측값($\hat{y}_{t|t-1}$)으로 칼만이득(K_t)을 이용해 측정값과 예측값 사이의 추정 오차를 보정하여 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 계산하며, 상기 칼만이득(K_t)은, 예측값의 차이($\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$)와 관측값의 차이($\triangle y_t$)를 기반으로 계산된다.

[0120] 상기 단계(S300)는, 도 8을 참조하면, 상기 해상교통상황 예측부(30)가, 실제 해상교통량 및 실용교통용량을 기초로 상기 <수식 3>에 표현된 바와 같이 해상교통 혼잡도를 계산하는 단계(S301), 상기 해상교통상황 예측부(30)가, 상기 수식 5에 표현된 바와 같이, 격자화된 섹터 내 선박의 통항빈도(ρ_1) 및 통항선박의 점유면적을 고려한 결과(ρ_2)를 계산하는 단계(S303) 및/또는 상기 해상교통상황 예측부(30)가, 상기 수식 6 및 상기 표 2에 표현된 바와 같이, 선박운항자가 느끼는 주관적 위험도를 계산하는 단계(S305)를 포함한다.

[0121] 이때, 단계(S301)에서, 상기 실제 해상교통량은, L 제곱환산 계수와 선박 척수의 곱을 통해 계산되며, 상기 선박 척수는, 상기 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 기초로 연산된다. 또한 단계(S303)에서, 상기 수식 5의 N_{grid}는 상기 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 통해 연산된다. 그리고 단계(S305)에서, 상기 표 2의 다른 선박과의 횡단상태(Ext_1), 좌우현 여부(Ext_2), 속도 관계(Ext_4)는 상기 최종 추정값($\hat{x}_{t|t}$)을 통해 예측된다.

[0123] 본 발명에 따른 외부서버와 수신부 또는 외부서버와 데이터베이스부(10)는 각각이 구비한 통신부 및 통신망을 통해 통신할 수 있다. 통신망은 단말들 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호간에 정보 교환이 가능한 연결구조를 의미하는 것으로, 이러한 통신망의 일 예에는, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5G 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), wifi 네트워크, 블루투스(Bluetooth) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다. 외부서버와 수신부 또는 외부서버와 데이터베이스부(10)가 각각 구비한 통신부는, 전술한 통신망을 통한 유무선 데이터 통신을 수행할 수 있도록 상기 통신망을 위해 구비된 전자 부품을 포함할 수 있다.

[0124] 본 발명에 따른 데이터베이스부(10)는 데이터베이스 관리 시스템(이하, DBMS)을 포함할 수 있다. DBMS는 다수의 사용자들이 데이터베이스부(10) 내의 데이터에 접근할 수 있도록 해주는 소프트웨어 도구의 집합이다. DBMS는 IMS, CODASYL DB, DB2, ORACLE, INFORMIX, SYBASE, INGRES, MS-SQL, Objectivity, O2, Versanat, Ontos, Gemstone, Unisql, Object Store, Starburst, Postgres, Tibero, MySQL 또는 MS-access등을 포함할 수 있다. DBMS는 특정 명령어의 입력에 따라 해당하는 특정 데이터에 접근하는 것이 가능하다.

[0125] 본 명세서에서 데이터베이스부(10), KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부(20) 및 해상교통상황 예측부(30)는 메모리에 저장된 연속된 수행과정들을 실행하는 프로세서들일 수 있다. 또는, 프로세서에 의해 구동되고 제어되는 소프트웨어 모듈들로서 동작할 수 있다. 나아가, 프로세서는 하드웨어 장치일 수 있다.

[0126] 참고로, 본 발명의 일 실시예에 따른 KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독가능매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독가능매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독가능매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체, ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급언어코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0127] 본 명세서에 있어서 '부(部)' 및 모듈이란, 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1개의 유닛이 2개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2개 이상의 유닛이 1개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.

[0128] 본 발명의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명이 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

부호의 설명

[0129] 10 : 데이터베이스부

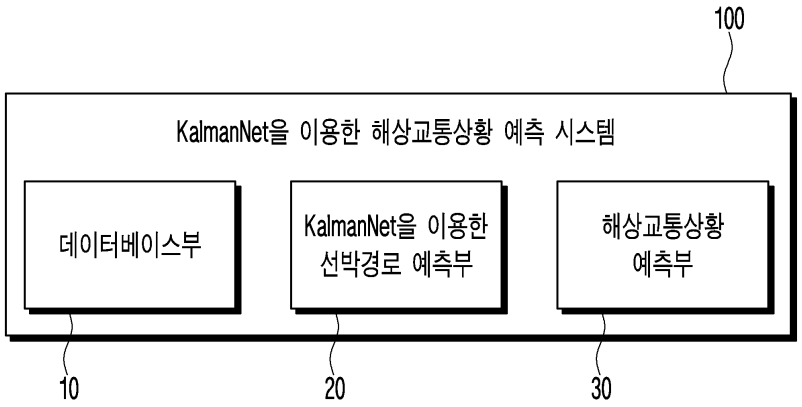
20 : KalmanNet을 이용한 선박경로 예측부

30 : 해상교통상황 예측부

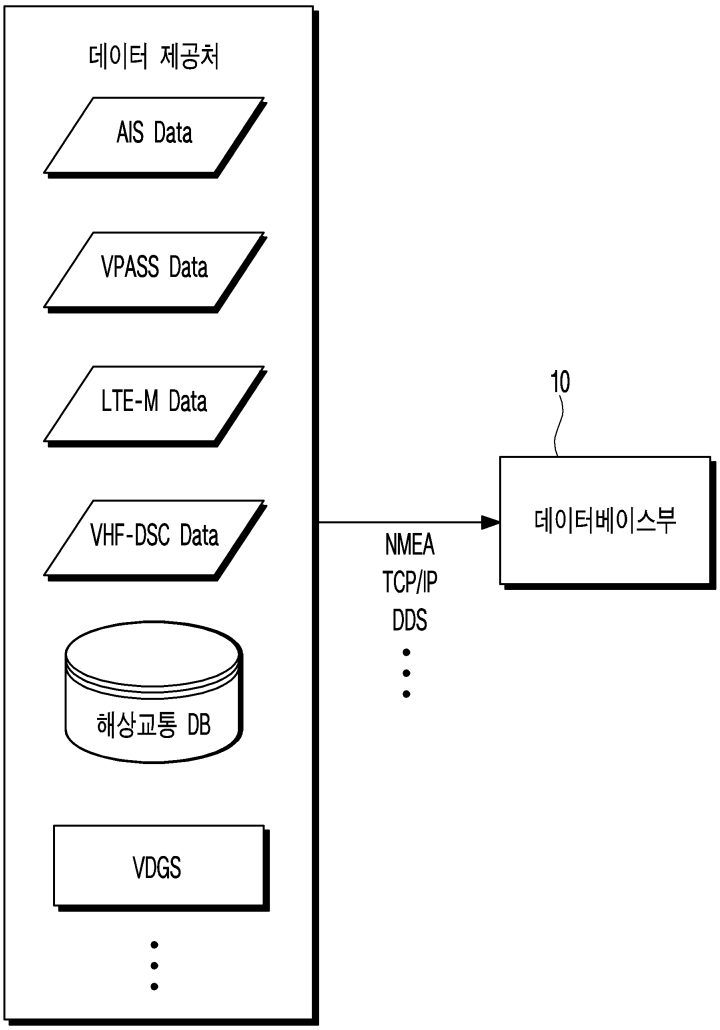
100 : KalmanNet을 이용한 해상교통상황 예측 시스템

도면

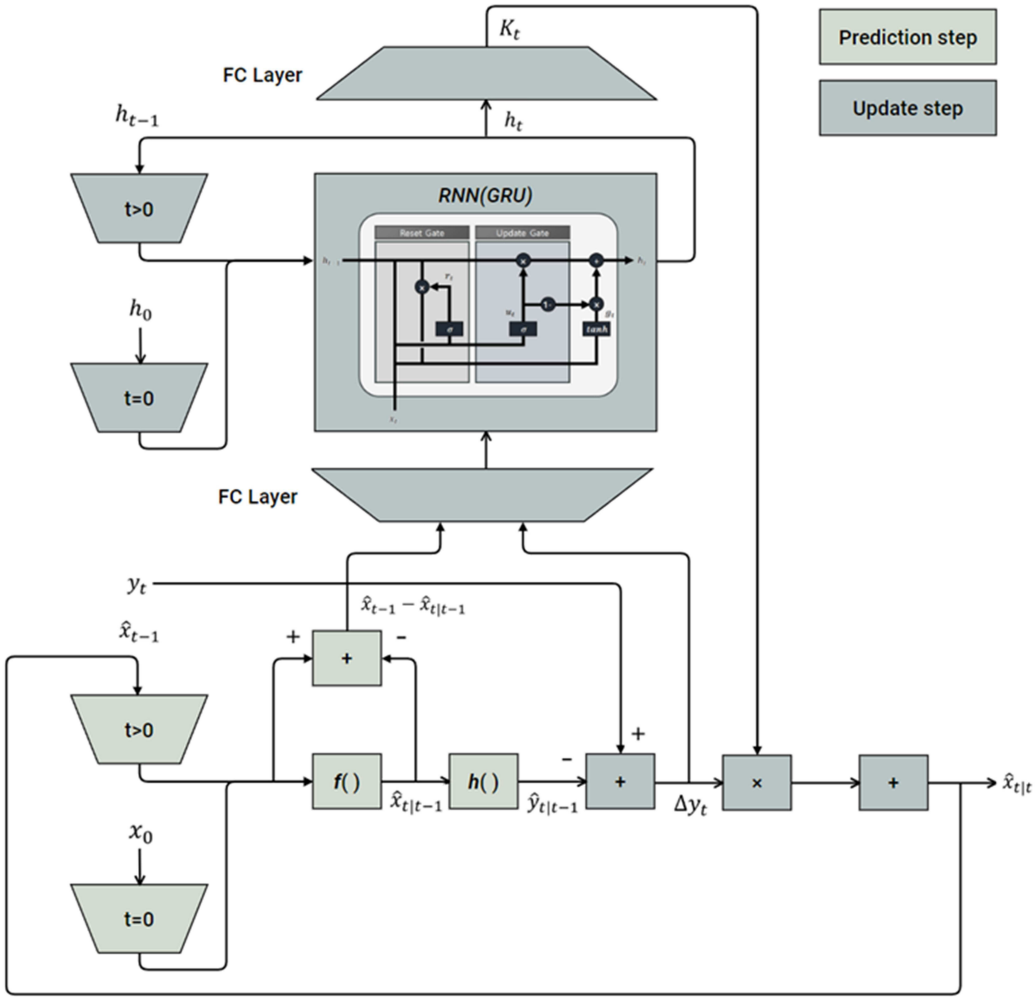
도면1



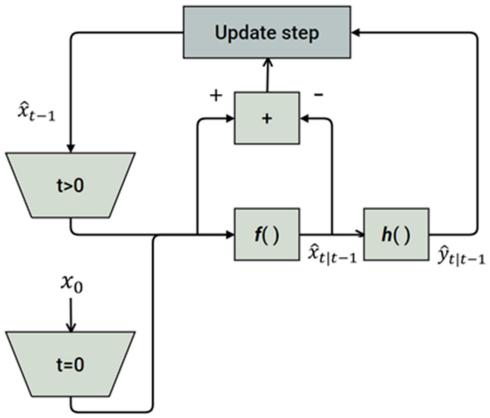
도면2


데이터 제공처
AIS Data
VPASS Data
LTE-M Data
VHF-DSC Data
해상교통 DB
VDGS
NMEA
TCP/IP
DDS
10
데이터베이스부

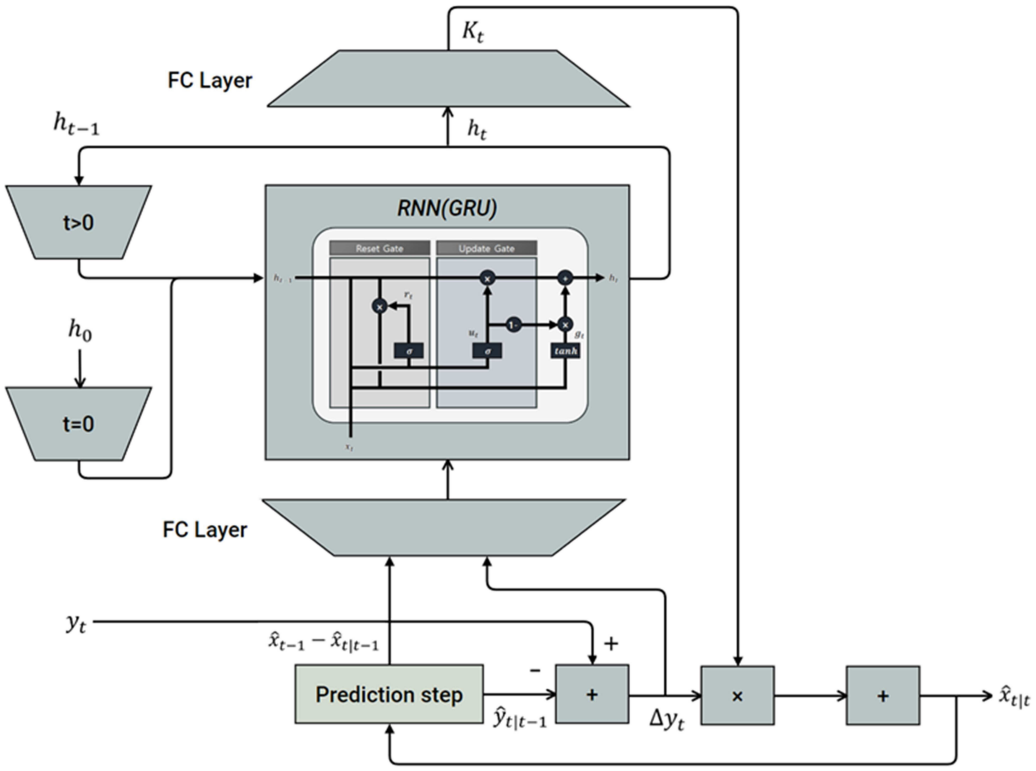
도면3


K_t
FC Layer
h_{t-1}
h_t
t>0
RNN(GRU)
Reset Gate
Update Gate
h_0
t=0
FC Layer
Prediction step
Update step
y_t
$\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$
$\hat{x}_{t-1}$
+
-
t>0
f( )
$\hat{x}_{t|t-1}$
h( )
$\hat{y}_{t|t-1}$
+
-
+
Δy_t
×
+
$\hat{x}_{t|t}$
x_0
t=0

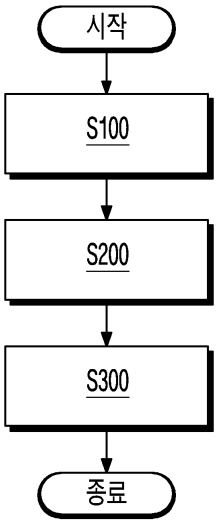
도면4


Update step
$\hat{x}_{t-1}$
+
-
+
t>0
f( )
$\hat{x}_{t|t-1}$
h( )
$\hat{y}_{t|t-1}$
x_0
t=0

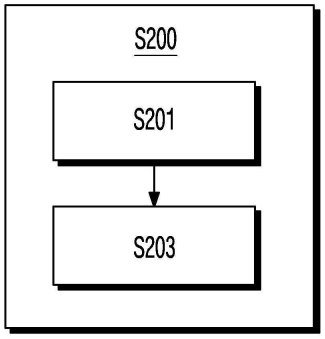
도면5


K_t
FC Layer
h_{t-1}
h_t
t>0
RNN(GRU)
Reset Gate
Update Gate
h_0
t=0
FC Layer
y_t
$\hat{x}_{t-1} - \hat{x}_{t|t-1}$
+
-
Prediction step
$\hat{y}_{t|t-1}$
+
Δy_t
×
+
$\hat{x}_{t|t}$

도면6


시작
S100
S200
S300
종료

도면7



도면8

