



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0088032
(43) 공개일자 2022년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 3/00 (2006.01) G01C 21/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G08G 3/00 (2013.01)
G01C 21/203 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0178651
(22) 출원일자 2020년12월18일
심사청구일자 2020년12월18일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김성일
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
오용경
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
특허법인 무한

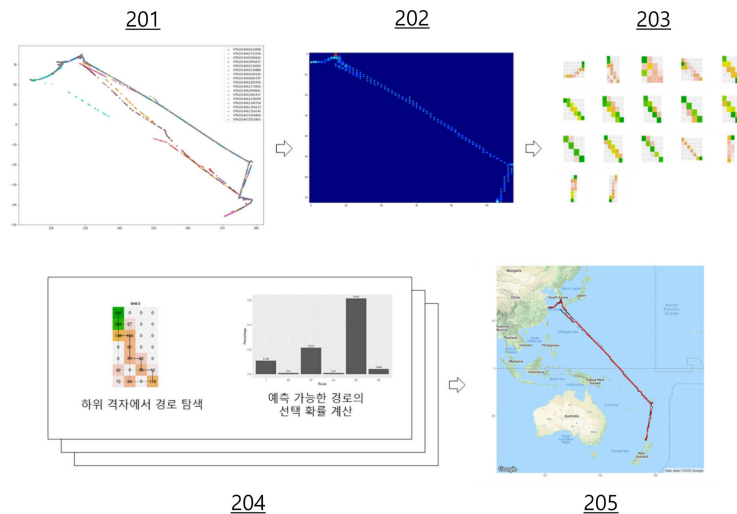
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 베이지안 부트스트랩을 적용한 선박 운항 이상 감지 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법은, 목표 항로 구역에 대하여 수신된 선박자동식별시스템 (automatic identification system, AIS) 데이터를 전처리하는 단계, 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 단계, 목표 항로 구역을 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하는 단계, 하위 격자 각각에 대하여 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 단계, 및 하위 격자 각각에 대하여 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116816
과제번호	2020-0-01336-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	인공지능대학원지원(울산과학기술원)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 선박의 항로를 제공하는 방법에 있어서,
 목표 항로 구역에 대하여 수신된 선박자동식별시스템(automatic identification system, AIS) 데이터를 전처리하는 단계;
 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 단계;
 상기 목표 항로 구역을 상기 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하는 단계;
 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 단계; 및
 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 단계
 를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 단계는,
 상기 후보 경로 중으로부터 선택 확률이 가장 높은 후보 경로를 상기 기준 경로로 설정하는 단계
 를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 단계는,
 상기 전처리된 데이터에 기초하여 기록된 전체 데이터 개수 대비 임계 비율 이상의 개수의 데이터가 기록된 지점을 상기 주요 경로점으로 식별하는 단계
 를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 단계는,
 베이지안 부트스트랩(bayesian bootstrap)의 방법을 사용하여 상기 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 단계
 를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 상기 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 단계는,
 미리 설정된 개수로 부트스트랩 샘플을 생성하는 단계;
 상기 생성된 부트스트랩 샘플 마다 디리클렛 분포(dirichlet distribution) 및 상기 전처리된 데이터를 사용하여 임시 경로를 추출하는 단계; 및
 상기 후보 경로가 임시 경로로 추출되는 횟수에 기초하여 상기 후보 경로의 선택 확률을 계산하는 단계를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 선택이 상기 설정된 기준 경로를 벗어나는 경우에 응답하여, 공간적 이상 상황을 판단하는 단계를 더 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 공간적 이상 상황을 판단하는 단계는,
 상기 하위 격자의 시작 셀로부터 상기 선택의 현재 지점에 대응하는 셀까지 상기 선택이 이동한 부분 경로를 포함하는 하나 이상의 후보 경로를 추출하는 단계; 및
 상기 추출된 하나 이상의 후보 경로에 대한 선택 확률의 합산이 제1 확률 미만인 경우에 응답하여 공간적 이상 상황으로 판단하는 단계를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 선택이 상기 설정된 기준 경로를 따라 이동하는 경우, 시간적 이상 상황을 판단하는 단계를 더 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 시간적 이상 상황을 판단하는 단계는,
 상기 전처리된 데이터로부터 상기 하위 격자의 시작 셀에서 상기 선택의 현재 지점에 대응하는 셀까지 도달하는데 걸리는 평균 시간을 계산하는 단계;
 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 제2 확률에 기초하여 기준 시간을 결정하는 단계; 및
 상기 선택의 항로 시간이 상기 결정된 기준 시간을 초과하는 경우에 응답하여 시간적 이상 상황으로 판단하는 단계를 포함하는 항로 제공 방법.

청구항 10

하드웨어와 결합되어 제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 11

선박의 항로를 제공하는 장치에 있어서,

목표 항로 구역에 대하여 선박자동식별시스템 데이터를 수신하는 통신부;

상기 수신된 선박자동식별시스템 데이터를 전처리하고, 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하며, 상기 목표 항로 구역을 상기 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하고, 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하며, 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 프로세서

를 포함하는 항로 제공 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 후보 경로 중으로부터 선택 확률이 가장 높은 후보 경로를 상기 기준 경로로 설정하는,

항로 제공 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 전처리된 데이터에 기초하여 기록된 전체 데이터 수의 임계 비율 이상으로 데이터가 기록된 지점을 상기 주요 경로점으로 식별하는,

항로 제공 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

베이지안 부트스트랩(bayesian bootstrap)의 방법을 사용하여 상기 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는,

항로 제공 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

미리 설정된 개수로 부트스트랩 샘플을 생성하고, 상기 생성된 부트스트랩 샘플 마다 디리클렛 분포 및 상기 전처리된 데이터를 사용하여 임시 경로를 추출하며, 상기 후보 경로가 임시 경로로 추출되는 횟수에 기초하여 상기 후보 경로의 선택 확률을 계산하는,

항로 제공 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 하위 격자의 시작 셀로부터 상기 선박의 현재 지점에 대응하는 셀까지 상기 선박이 이동한 부분 경로를 포함하는 하나 이상의 후보 경로를 추출하고, 상기 추출된 하나 이상의 후보 경로에 대한 선택 확률의 합산이 제1 확률 미만인 경우에 응답하여 공간적 이상 상황으로 판단하는,

항로 제공 장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 전처리된 데이터로부터 상기 하위 격자의 시작 셀에서 상기 선박의 현재 지점에 대응하는 셀까지 도달하는 데 걸리는 평균 시간을 계산하고, 베이저안 부트스트랩의 방법을 사용하여 제2 확률에 기초하여 기준 시간을 결정하며, 상기 선박의 항로 시간이 상기 결정된 기준 시간을 초과하는 경우에 응답하여 시간적 이상 상황으로 판단하는,

항로 제공 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하, 선박의 항로를 제공하는 방법에 관한 기술이 제공된다.

배경 기술

[0002] 선박자동식별시스템(automatic identification system, AIS)은 선박의 제원·운항정보를 선속에 따라 정하여진 주기로 선박 간 또는 선박과 육상 간 자동 송수신하는 장치를 지칭하며, 선박의 항해안전 및 보안강화를 위하여 국제해사기구에서 채택되어 사용되고 있다. 선박자동식별시스템 데이터를 선박 운항 모니터링에 활용하거나, 수색구조지원 및 선박통항관제 등의 분야에 활용할 수 있다. 국내에서는 AIS 데이터를 활용한 지능형 디지털 선박 구현, 항로표지(e-Navigation) 통신망 설계, 실시간 모니터링 시스템, 이상 모니터링 및 검증의 연구가 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 운송의 불확실성이 많은 항만 물류, 해상 운송에서는 항로 구축에 여러 어려움이 있다. 첫째로, 항로 정보는 시계열 궤적 정보로서 해당 정보를 통계적으로 구현하기 위해서는 복잡한 모델을 필요로 한다. 둘째로, 운항중인 선박의 정보를 다른 위치와 시간에 관찰하기 때문에, 데이터의 간격이 고르지 않고 불완전하다. 셋째로, 시계열로 수집된 해상 운송 정보의 정확도가 부족할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 기존의 축적된 AIS 데이터들을 격자 형태로 변환하고, 베이저안 부트스트랩 방법을 활용하여 기준 항로를 설정함으로써

항로를 구축할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 선박의 운항 정보에 대한 이상 상황을 검증함으로써, 선박 운항의 효율성과 안정성을 높일 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0004] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법은, 목표 항로 구역에 대하여 수신된 선박자동식별시스템(automatic identification system, AIS) 데이터를 전처리하는 단계, 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 단계, 상기 목표 항로 구역을 상기 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하는 단계, 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로마다 선택 확률을 계산하는 단계, 및 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0005] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 단계는, 상기 후보 경로 중으로부터 선택 확률이 가장 높은 후보 경로를 상기 기준 경로로 설정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0006] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 단계는, 상기 전처리된 데이터에 기초하여 기록된 전체 데이터 개수 대비 임계 비율 이상의 개수의 데이터가 기록된 지점을 상기 주요 경로점으로 식별하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로마다 선택 확률을 계산하는 단계는, 베이지안 부트스트랩(bayesian bootstrap)의 방법을 사용하여 상기 후보 경로마다 선택 확률을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 상기 후보 경로마다 선택 확률을 계산하는 단계는, 미리 설정된 개수로 부트스트랩 샘플을 생성하는 단계, 상기 생성된 부트스트랩 샘플마다 디리클렛 분포(dirichlet distribution) 및 상기 전처리된 데이터를 사용하여 임시 경로를 추출하는 단계, 및 상기 후보 경로가 임시 경로로 추출되는 횟수에 기초하여 상기 후보 경로의 선택 확률을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법은 상기 선박이 상기 설정된 기준 경로를 벗어나는 경우에 응답하여, 공간적 이상 상황을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 공간적 이상 상황을 판단하는 단계는, 상기 하위 격자의 시작 셀로부터 상기 선박의 현재 지점에 대응하는 셀까지 상기 선박이 이동한 부분 경로를 포함하는 하나 이상의 후보 경로를 추출하는 단계, 및 상기 추출된 하나 이상의 후보 경로에 대한 선택 확률의 합산이 제1 확률 미만인 경우에 응답하여 공간적 이상 상황으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법은 상기 선박이 상기 설정된 기준 경로를 따라 이동하는 경우, 시간적 이상 상황을 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법의 상기 시간적 이상 상황을 판단하는 단계는, 상기 전처리된 데이터로부터 상기 하위 격자의 시작 셀에서 상기 선박의 현재 지점에 대응하는 셀까지 도달하는데 걸리는 평균 시간을 계산하는 단계, 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 제2 확률에 기초하여 기준 시간을 결정하는 단계, 및 상기 선박의 항로 시간이 상기 결정된 기준 시간을 초과하는 경우에 응답하여 시간적 이상 상황으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 장치는, 목표 항로 구역에 대하여 선박자동식별시스템 데이터를 수신하는 통신부, 및 상기 수신된 선박자동식별시스템 데이터를 전처리하고, 상기 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하며, 상기 목표 항로 구역을 상기 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하고, 하위 격자 각각에 대하여 상기 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로마다 선택 확률을 계산하며, 상기 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정하는 프로세서를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 장치는 목표 항로 구역에 대한 기준 항로를 구축하고, 선박의 이상

상황을 감지함으로써 해상 교통 모니터링 및 선박 운항 의사결정을 보조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법에 대한 흐름도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법을 개략적으로 설명한다.
- 도 3은 하위 격자에 기록된 AIS 데이터를 도시한다.
- 도 4는 하위 격자의 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 과정을 도시한다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 항로 제공 방법에 따라 후보 경로 마다 계산된 선택 확률에 대하여 도시한 그래프이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 방법에 따라 공간적 이상 상황 및 시간적 이상 상황을 판단하는 방법을 설명한다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치를 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0017] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0018] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0019] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로써 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0021] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0023] 항만 물류는 전체 물류 시스템에서 주요한 역할을 하며, 화물 소유주와 운송회사, 정부, 은행 등 여러 기업들이 포함된 가치 사슬로 구성된다. 항만 물류 산업은 지역 경제 성장에 강력한 견인 효과를 가지고 있으며, 이에 따라 항만 물류의 발전 방향이 강조되고 있다. 각 항만의 특성이 다르기 때문에 항만을 개선하고 발전시킬 수 있는 방법들이 다르며 유통망 관리(Supply Chain Management), 스마트 항만, 스마트 항로 및 e-navigation 등 여러 관련 분야에 대한 연구들이 진행되고 있다.
- [0024] 4차 산업 혁명을 선도하는 정보 기술의 발달은 스마트 팩토리 등의 제조산업 뿐만 아니라 항만 산업의 패러다임도 스마트하게 변화시키고 있다. 스마트 항만은 사물인터넷, 인공지능 등의 정보기술의 도입과 혁신을 통해 자동화, 물류 최적화, 지역 산업과의 연계성 강화 등을 지향하는 포괄적인 개념으로 정의된다. 스마트 항만은 데이터 수집, 가공, 분석, 공유 등이 가능한 정보 흐름의 허브 역할까지도 수행함으로써 항만 산업 및 물류의 모

든 자원들을 유기적으로 연결한다.

- [0025] 국제 교역 확대에 따른 해상 물동량의 증가 및 수송수단의 고속화/대형화에 따른 해양사고 위험성의 지속적인 증가로, 인명과 해양환경보호를 위한 선박의 안전성에 대한 ICT 기술의 적용 요구가 많아지고 있다. 이에 따라 자율 운항 선박 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)에 대한 관심도 증가하고 있다. 자율 운항 선박은 스마트선박(Smart Ship), 리모트 제어 선박(Remote Control Ship), 무인화 선박(Unmanned Ship) 및 디지털 선박(Digital Ship) 등 다양한 개념을 포함한다. 자율 운항 선박의 도입을 위해서는 해상 정보를 수집하고 안전한 운항이 가능한 항로를 파악할 수 있는 정보가 필요하며, 이를 위해 항로표지시스템(e-Navigation) 개념이 도입되었다. 항로표지시스템(e-Navigation)은 출발 부두와 도착 부두 사이의 항해, 해상에서의 안전 및 해양 환경 보호와 관련된 서비스의 향상을 위해 전자적 수단을 통해 선상과 육상의 해양 정보를 조화롭게 수집, 통합, 교환, 표시, 분석하는 것이다.
- [0026] 항만 물류 및 선박의 운항 모니터링은 광범위한 범위와 다양한 정보를 다루기 때문에, 안보, 안전, 경제, 환경 등에 영향을 크게 미치고 점차 주요한 연구분야로 각광받고 있다. 해양 산업 및 항만 물류에서 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)을 활용한 선박 관련 기술 개발 및 연구는 크게 두가지 접근방식을 따른다. 첫번째 접근법은 도메인 지식 기반 접근법으로, 항만 물류 모니터링 및 이상감지를 전문가의 지식에 기반하여 의사 결정하는 방식이다. 경험과 도메인 지식에 기반하는 전문가에 의존하는 경향이 크고, 의사 결정하는 개개인의 영향도가 크다는 단점이 있다. 이와 반대로 두번째 접근법인 데이터 기반 접근법은 항만물류 및 선박의 운항 정보 등에서 발생하는 데이터에 기반하여 의사 결정을 진행한다. 특히, 최근 많은 분야에서 적용되고 있는 기계학습과 인공지능은 선박 정보, 위치, 속도 및 기타 관련 정보와 같은 방대한 양의 선박 이동 또는 궤적 데이터를 학습하고 분석하는 역할을 한다. 이를 통해 인공지능기술은 항만 물류와 선박을 둘러싼 여러 환경에 대한 폭넓은 인식을 가지고 의사 결정을 하며 미래 선박의 행동을 예측할 수 있다는 장점이 있다.
- [0027] 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)은 선박의 제원·운항정보를 선속에 따라 정하여진 주기로 선박-선박/선박-육상간 자동 송수신 하는 장치를 나타내며, 선박의 항해안전 및 보안강화를 위하여 국제 해사기구에서 채택되어 사용되고 있다. 선박의 위치정보를 바탕으로 선박운항 모니터링에 활용, 수색·구조지원 및 선박통항관제(VTS) 등의 분야에 활용된다.
- [0028] 일반적으로 운송의 불확실성이 많은 항만 물류, 해상 운송에서는 항로 구축에 여러 어려움이 있다. 첫째로, 항로 정보는 시계열 궤적 정보로서 이를 통계적으로 구현하기 위해서는 복잡한 모델을 필요로 하는 문제점이 있다. 둘째로, 운항중인 선박의 정보를 다른 위치와 시간에 관찰하기 때문에, 데이터의 간격이 고르지 않고 불완전하다는 문제점이 있다. 셋째로 시계열로 수집된 해상 운송 정보의 정확도가 부족할 수 있다.
- [0029] 반면 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는, 기존의 축적된 AIS 데이터들을 격자 형태로 변환하고 통계 및 AI 기술들을 활용하여 어려움을 해결할 수 있다. 격자 기반 방법론은 축적된 시계열 궤도 데이터들의 복잡한 분포를 단순화할 수 있으며, 데이터를 안정되게 다룰 수 있다. 더 나아가, 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 설정된 기준 항로를 바탕으로 실시간으로 수집되는 정보들을 선박의 이상 징후를 감지하는데 활용할 수 있다. 기준 항로는 선박이 정상 운행시 목표 항로 구역에서 항해야 하는 이상적인 항로를 나타낼 수 있다. 이상 징후 탐지에 사용되는 low-likelihood 방법론은 실시간으로 수집되는 물류의 운송 패턴에 대해 기준 항로에서 벗어난 것을 탐지하는 것을 목표로 한다. 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는, 기준 항로와 다른 패턴을 보이는 선박에 대한 추가 분석을 통해 이상 상황을 효과적으로 검증할 수 있으며, 선박 운항의 효율성과 안전성을 높일 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 자동운항 선박 및 e-Navigation과 같은 시스템에 활용될 수 있다.
- [0030] 정리하면, 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 목표 항로 구역에 대하여 축적된 선박자동식별시스템(automatic identification system, AIS) 데이터를 활용하여 항만 물류의 핵심인 선박의 기준 항로를 구축(build)하고, 선박의 이상 상황을 감지할 수 있다. 선박자동식별시스템 데이터란, 선박의 제원 데이터 및 선박의 운항 정보 데이터를 포함할 수 있다. 선박의 운항 정보 데이터란, 선박의 출항 시간, 도착 시간, 특정 시간에서 선박의 위치에 대한 정보 데이터를 포함할 수 있다. 본 명세서에서, 목표 항로 구역은 선박이 통과하고자 하는 전체 항로 구역을 나타낼 수 있다. 목표 항로 구역은 예시적으로 선박의 시작 지점과 도착 지점 사이의 진행 경로를 모두 포함하는 직사각형 형태의 구역을 나타낼 수 있다.
- [0031] 이하에서는, 컴퓨팅 장치는 선박의 항로를 제공하는 장치로 지칭하며, 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 장치의 동작 방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

- [0033] 도 1은 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법에 대한 흐름도이다.
- [0034] 먼저, 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 장치는 선박의 목표 항로 구역에 대한 선박자동식별시스템 데이터를 수신할 수 있다. 이하에서는, 선박자동식별시스템 데이터를 AIS 데이터라고 한다.
- [0035] 단계(101)에서는, 선박 항로 제공 장치는 목표 항로 구역에 대하여 수신된 AIS 데이터를 전처리 할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 출발 시간 및 도착 시간을 기준으로 수신된 AIS 데이터를 전처리 할 수 있다.
- [0036] 단계(102)에서는, 선박 항로 제공 장치는 전처리된 AIS 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점 (waypoint)을 식별할 수 있다.
- [0037] 단계(103)에서는, 선박 항로 제공 장치는 목표 항로 구역을 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리할 수 있다.
- [0038] 단계(104)에서는, 선박 항로 제공 장치는 하위 격자 각각에 대하여 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 하위 격자에 내에서 가능한 후보 경로를 탐색할 수 있고, 후보 경로 마다 선택 확률을 베이지안 부트스트랩의 방법을 이용하여 계산할 수 있다.
- [0039] 단계(105)에서는, 선박 항로 제공 장치는 하위 격자 각각에 대하여, 후보 경로 마다 계산된 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정할 수 있다. 임의의 하위 격자에 대한 기준 경로는 해당 하위 격자에서 선박이 정상 운행 시 향해야 하는 이상적인 경로를 나타낼 수 있다. 선박 항로 제공 장치는, 후보 경로 중 계산된 선택 확률이 가장 높은 후보 경로를 기준 경로로 설정할 수 있다.
- [0040] 도 2에서는 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 방법에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0041] 그림(201)은 선박 항로 제공 장치가 목표 항로 구역에 대하여 수신된 AIS 데이터를 전처리하는 과정을 도시한다.
- [0042] 그림(202)는 선박 항로 제공 장치가 전처리된 AIS 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하는 과정을 도시한다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 전처리된 AIS 데이터에 기초하여 목표 항로 구역 내에 기록된 전체 AIS 데이터 개수 대비 임계 비율 이상의 개수의 데이터가 기록된 지점을 주요 경로점으로 식별할 수 있다. 특정 지점에서 선박이 지나간 기록이 다른 지점 보다 많은 경우, 해당 지점은 경로 상 지나가야 하는 주요 지점이라고 볼 수 있기 때문에 해당 지점을 주요 경로점으로 식별한다.
- [0043] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 선박의 이전 운항을 통하여 얻어지는 AIS 데이터를 효율적으로 활용하고, 선박의 행동 예측을 위하여 통계 모델링이 적용된 격자 기반 분석 방법을 사용한다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 선박의 시작 지점, 식별된 주요 경로점, 선박의 도착 지점 중 인접한 두개의 지점을 선택하여 하위 격자를 생성할 수 있다.
- [0044] 그림(203)은 선박 항로 제공 장치가 목표 항로 구역을 적어도 하나의 주요 경로점을 기준으로 분리된 적어도 하나의 하위 격자를 도시한다.
- [0045] 선박의 시작 지점, 식별된 주요 경로점, 선박의 도착 지점 중 인접한 두개의 지점을 대각 꼭지점으로 배치하여 직사각형 형태의 하위 격자를 생성할 수 있다. 예시적으로, 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치가 목표 항로 구역의 시작 지점과 도착 지점 외에 t 개의 주요 경로점을 식별하는 경우, 인접한 두개의 지점을 선택함으로써 $t+1$ 개의 하위 격자를 생성할 수 있다. t 는 1 이상의 자연수를 나타낼 수 있다. 모니터링 하는 영역이 너무 큰 경우, 연산에 필요한 리소스가 늘어나거나 정확한 분석을 하기 어려운 문제점이 존재한다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 목표 항로 구역에 대응하는 전체 항로 구역을 식별된 주요 경로점을 이용하여 하나 이상의 하위 격자로 분리함으로써 연산에 필요한 리소스를 줄이고 모니터링 하는 영역을 세분화할 수 있다.
- [0046] 그림(204)는 선박 항로 제공 장치가 하위 격자에서 통과 가능한 후보 경로를 탐색하고, 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 과정을 도시한다.
- [0047] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 개별 하위 격자를 하나 이상의 셀로 분할할 수 있고, 분할된 셀에 기초하여 후보 경로들을 탐색할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산할 수 있다.
- [0048] 그림(205)는 선박 항로 제공 장치가 하위 격자 각각에 대하여 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 후보 경로 마

다 기준 경로를 설정할 수 있다. 또한, 하위 격자 마다 설정된 기준 경로를 연결하여 목표 항로 구역의 기준 경로를 설정할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 하위 격자 마다 기준 경로를 설정함으로써, 선박의 이상 상황을 판단할 수 있다.

[0049] 정리하면, 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 목표 항로 구역을 하나 이상의 하위 격자로 분할하고, 하위 격자를 하나 이상의 셀들로 분할할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 축적된 목표 항로 구역에 대한 AIS 데이터를 하위 격자를 기반으로 분석할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 방법은, AIS 데이터가 불규칙하거나 누락된 경우에도 주변 정보를 활용해 효율적으로 분석할 수 있는 장점이 있다.

[0050] 이하에서는, 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치가 목표 항로 구역을 하위 격자로 분리한 후, 하위 격자에서 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 방법에 대하여 설명한다.

[0051] 도 3은 하위 격자에 기록된 AIS 데이터를 도시한다.

[0052] 일 실시예에 따른 선박의 항로를 제공하는 장치는 전처리된 AIS 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 목표 항로 구역을 식별된 적어도 하나의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리할 수 있다.

[0053] 하위 격자(300)는 주요 경로점을 기준으로 분리된 적어도 하나의 하위 격자 중 하나의 하위 격자를 나타낸다. 일 실시예에 따르면, 목표 항로 구역에 대하여 수신된 AIS 데이터 중 하위 격자(300) 내에서 위치 정보를 가지는 AIS 데이터가 하위 격자(300)에 기록될 수 있다. 예시적으로, 하위 격자(300) 내에는 제1 AIS 데이터(301), 제2 AIS 데이터(302), 제n AIS 데이터(309)가 기록될 수 있다. 여기서, n은 1 이상의 자연수를 나타낼 수 있다.

[0054] 도 4는 하위 격자(300)의 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하는 과정을 도시한다.

[0055] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 분리된 하위 격자 각각을 하나 이상의 셀로 분할 할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 하위 격자(300)를 제1 셀(401), 제2 셀(402), 제3 셀(403)로 분할 할 수 있다. 예를 들어, 그러나 한정되지 않게, 선박 항로 제공 장치는 하위 격자의 가로 축을 위도 1도에 대응하는 간격으로, 세로 축을 경도 1도에 대응하는 간격으로 분할함으로써 하위 격자를 복수의 셀로 분할 할 수 있다.

[0056] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 셀에 대응하는 구역 내에 기록된 AIS 데이터의 수를 산출할 수 있다. 예를 들어, 제1 셀(401) 구역 내에는 기록된 AIS 데이터가 10개일 수 있고, 제2 셀(402) 구역 내에는 기록된 AIS 데이터가 3개일 수 있고, 제3 셀(403) 구역 내에는 기록된 AIS 데이터가 없을 수 있다.

[0057] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 하위 격자(300)를 복수의 셀(401, 402, 409)로 분할하여 복수의 후보 경로를 생성할 수 있다. 여기서, 후보 경로는 선박이 하위 격자(300)를 통과하기 위한 경로를 나타낼 수 있다. 후보 경로는 해당 경로가 통과하는 셀에 따라 구분될 수 있다. 예시적으로, 선박이 하위 격자(300)를 왼쪽 상단의 제1 셀(401)에서 출발하여 오른쪽 하단의 종료 셀(409)로 이동함으로써 하위 격자(300)를 통과하는 경우를 가정한다. 제1 후보 경로(411), 제2 후보 경로(412), 제3 후보 경로(413), 제n 후보 경로(419)는 모두 하위 격자(300)를 통과하기 위하여 6개의 셀을 통과해야 하나, 서로 다른 후보 경로가 통과하는 6개의 셀이 모두 동일한 경우는 없다.

[0059] 개별 하위 격자의 후보 경로 및 기준 경로 설정

[0060] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 하위 격자를 복수의 셀로 분할 할 수 있다. 하위 격자 내에서 셀의 위치에 따라 각 셀을 구분할 수 있다. 셀 v_{ij} 는 하위 격자의 단위 셀 간격에 따라 구분되는 행/열에서, i번째 행 및 j번째 열에 위치한 셀을 나타낸다. 예시적으로, 도 4를 참조하면, 제1 셀(401)을 v_{11} , 제2 셀(402)을 v_{21} , 제3 셀(403)을 v_{31} , 종료 셀(409)를 v_{34} 로 표현할 수 있다.

[0061] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 하위 격자를 수학적 1과 같은 행렬 $M_{a \times b}$ 로 표현할 수 있다. 행렬의 원소(element) 값은 해당 원소의 위치에 대응하는 셀에 기록된 AIS 데이터 수를 나타낸다.

수학식 1

$$M_{a \times b} = \begin{bmatrix} C(v_{11}) & \cdots & C(v_{1b}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C(v_{a1}) & \cdots & C(v_{ab}) \end{bmatrix}$$

[0062]

[0063] 수학식 1에서, 행렬 $M_{a \times b}$ 의 원소 $C(v_{ij})$ 는 하위 격자의 셀 v_{ij} 에 기록된 AIS 데이터 수를 나타낼 수 있다.

[0064] 하위 격자가 $a \times b$ 개의 셀로 분할되는 경우, 하위 격자를 각 셀에 기록된 AIS 데이터 수를 이용하여 행렬 $M_{a \times b}$ 로 표현할 수 있다. 선박이 하위 격자에서 이동하는 경우, 현재 선박이 위치하는 지점에 대응하는 셀을 기준으로 해당 셀과 인접하는 오른쪽, 왼쪽, 위, 아래의 4 방향에 위치한 셀로만 이동할 수 있는 것을 가정한다. 또한, 선박은 하위 격자를 통과하기 위하여 하위 격자 내 왼쪽 상단에 위치한 셀(v_{11})로부터 오른쪽 아래에 위치한 셀(v_{ab})로 이동하는 것을 가정한다.

[0065] 선박이 셀(v_{11})로부터 셀(v_{ab})로 이동하기 위한 최단 경로 r_j 는 아래의 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$r_j = \{v_{1j}, v_{2j}, \dots, v_{a+b-1,j}\}, j = 1, \dots, n_r$$

[0066]

[0067] 최단 경로란, 선박이 하위 격자를 통과하기 위하여 거쳐야 하는 셀의 개수가 가장 적은 경로를 의미한다. 선박이 하위 격자를 최단 경로로 통과하기 위하여서는 선박은 오른쪽 혹은 아래 방향으로만 이동해야 하며, 최단 경로는 하위 격자 내에서 $(a + b - 1)$ 개의 셀을 통과한다. 이하에서는, 선박이 하위 격자를 통과하기 위한 최단 경로를 후보 경로로 설명한다.

[0068] 하위 격자를 통과할 수 있는 후보 경로의 총 개수는 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.

수학식 3

$$n_r = \frac{(a + b - 2)!}{(a - 1)!(b - 1)!}$$

[0069]

[0070] 모든 가능한 후보 경로의 집합은 $\mathcal{R}$ 로 표현할 수 있으며, $\mathcal{R}$ 은 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$\mathcal{R} = \{n_1, \dots, n_r\}$$

[0071]

[0072] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 임의의 후보 경로가 통과하는 모든 셀에 기록된 AIS 데이터 수를 합산할 수 있다. 이하에서는, 후보 경로가 통과하는 모든 셀에 기록된 AIS 데이터 수를 합한 값을 후보 경로의 가중치라고 한다. 수학식 5는 후보 경로의 가중치를 계산하는 과정을 설명한다.

수학식 5

$$y_j = \sum_{i=1}^{a+b-1} C(v_{ij})$$

[0073]

[0074] 수학식 5에서, y_i 는 하위 격자의 j번째 후보 경로의 가중치를 나타낸다.

[0075] 하위 격자에 대한 n_r 개의 후보 경로의 가중치 집합은 $\mathbf{y}$ 로 표현할 수 있으며, 가중치 집합 및 하위 격자에 대응하는 행렬 간의 관계는 표본 통계 T 에 의하여 수학식 6과 같이 표현할 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_{n_r}) = T(\mathbf{x})$$

[0076]

[0077] 수학식 6에서, $\mathbf{x}$ 는 행렬 $M_{a \times b}$ 에 대한 후보 경로의 가중치를 1차원 벡터 형태로 표현한 값을 나타낸다.

[0078] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 하위 격자에 대응하는 행렬과 후보 경로의 가중치 간의 관계를 바탕으로, 하위 격자에서 가장 큰 가중치를 갖는 후보 경로를 아래 수학식 7에 따라 추출할 수 있다.

수학식 7

$$j^* = \arg \max_{j \in \{1, \dots, n_r\}} y_j$$

[0079]

[0080] 수학식 7에서, j^* 는 하위 격자의 후보 경로 중 가장 큰 가중치를 가지는 후보 경로를 나타낸다.

[0081] 하위 격자에 대한 후보 경로의 가중치 및 베이지안 부트스트랩(bayesian bootstrap)의 방법을 사용하여 개별 후보 경로마다 선택 확률을 계산할 수 있다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 미리 설정된 개수로 부트스트랩 샘플을 생성할 수 있고, 부트스트랩 샘플마다 디리클렛 분포(dirichlet distribution) 및 전처리된 AIS 데이터를 사용하여 임시 경로를 추출할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 후보 경로가 임시 경로로 추출되는 횟수에 기초하여 후보 경로의 선택 확률을 계산할 수 있다. 이하에서는, 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 개별 후보 경로마다 선택 확률을 계산하는 방법에 대하여 보다 자세히 설명한다.

[0082] 먼저, 선박 항로 제공 장치는 수신된 AIS 데이터로부터 하위 격자가 포함하는 복수의 셀에 대응하여 기록된 AIS 데이터의 수를 수학식 8과 같이 1차원 벡터 $\mathbf{x}$ 로 표현할 수 있다.

수학식 8

$$\mathbf{x} = \{x_1, \dots, x_n\}$$

[0083]

[0084] 수학식 8에서, $\mathbf{x}$ 는 수신된 AIS 데이터에 기초하여 산출된 1차원 벡터로서 고정값으로 취급하며, x_i 는 해당 하위 격자의 i번째 셀에 기록된 AIS 데이터의 수를 나타낸다.

[0085] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 미리 정한 개수로 부트스트랩 샘플(bootstrap sample)을 생성할 수 있으며, 부트스트랩 샘플은 n개의 원소로 이루어진 1차원 벡터를 나타낼 수 있다. 이하에서는, B개의 부트스트랩 샘플을 생성하는 것을 가정한다. 부트스트랩 샘플은 아래 수학식 9와 같이 정의 될 수 있으며, 각 부트스트랩 샘플에 대응하는 1차원 벡터의 원소 값은 랜덤(random)으로 설정된다.

수학식 9

$$\mathbf{x}^{(b)} = \{x_1^{(b)}, \dots, x_n^{(b)}\}$$

[0087] 다시 말해, 수학식 9에서 개별 부트스트랩 샘플 $\mathbf{x}^{(b)}$ 에서 i번째 셀에 기록된 AIS 데이터의 수를 나타내는 $x_i^{(b)}$ 는 0과 n 사이의 무작위한 값으로 설정된다. 이때, b는 1에서 B사이의 값을 가질 수 있다.

[0088] 개별 부트스트랩 샘플 마다 부트스트랩 샘플에 대응하는 1차원 벡터 $\mathbf{x}^{(b)}$ 에 따라 샘플 통계 T 를 수학식 10에 따라 계산할 수 있다. 샘플 통계 T 는 가능한 후보 경로의 가중치 값(y)들을 벡터로 표현한 것이다.

수학식 10

$$\mathbf{y}^{(b)} = (y_1^{(b)}, \dots, y_{n_r}^{(b)}) = T(\mathbf{x}^{(b)})$$

[0090] x_i 가 샘플링을 통하여 선택되는 횟수는 $h_i^{(b)}$ 로 정의되며, $h_i^{(b)}$ 는 1과 n 사이의 값을 가질 수 있고, $h_i^{(b)}$ 는 아래 수학식 11의 관계를 가진다.

수학식 11

$$\sum_{i=1}^n h_i^{(b)} = n$$

[0092] 부트스트랩 샘플 $\mathbf{x}^{(b)}$ 에서 각 셀이 선택될 확률을 구하기 위하여, 샘플링을 통하여 i번째 셀이 선택되는 횟수 ($h_i^{(b)}$)에 대한 임시 확률($w_i^{(b)}$)을 계산할 수 있다. 부트스트랩 샘플에서 임시 확률($w^{(b)}$)은 수학식 12에 따라 계산된다.

수학식 12

$$\mathbf{w}^{(b)} = \mathbf{h}^{(b)} / n$$

[0094] 수학식 11에 의하여 임시 확률($w^{(b)}$)은 수학식 13과 같은 관계를 갖는다.

수학식 13

$$\sum_{i=1}^n w_i^{(b)} = 1$$

[0095]

[0096] 수학식 13은, 개별 부트스트랩 샘플에서 제1 셀, 제2 셀, 꺾 종료 셀이 선택되는 임시 확률의 합은 1임을 의미한다.

[0097] 수학식 10은 임시 확률($w^{(b)}$)을 이용하여 아래 수학식 14와 같이 표현 될 수 있다.

수학식 14

$$y^{(b)} = T(x^{(b)}) = T(w_1^{(b)} x_1, \dots, w_n^{(b)} x_n)$$

[0098]

[0099] 개별 부트스트랩 샘플에서 각 셀 내에 선택이 위치할 확률은 임시 확률($w^{(b)}$)의 결합확률분포(joint distribution)에 의하여 결정된다. 임시 확률($w^{(b)}$)은 아래 수학식 15와 같이 다항분포(multinomial distribution)를 따르는 것을 가정한다.

수학식 15

$$h^{(b)} = n \cdot w^{(b)} \sim \text{Multinomial}(n, (1/n)_{i=1}^n)$$

[0100]

[0101] 베이지안 부트스트랩의 방법은, 관측 데이터 x 는 수신된 AIS 데이터에 기초한 고정된 값으로 취급하며, 임시 확률($w^{(b)}$)은 알려지지 않은 매개변수로 가정한다. 임시 확률($w^{(b)}$)은 다항분포를 따르며, 다항분포의 공액 분포(conjugate prior)는 디리클렛 분포(dirichlet distribution)으로 알려져 있기 때문에, 베이지안 추론에 의하여 임시 확률($w^{(b)}$)에 대한 사후 분포를 도출할 수 있다. 일 실시예에 따른 선택 항로 제공 장치는, 각 셀 내에 선택이 위치할 확률은 동일하다고 가정하여 사전 분포는 디리클렛 분포($\text{Dirichlet}(1,1,\dots,1)$)라고 가정할 수 있다. 일 실시예에 따른 선택 항로 제공 장치는 사전 분포인 디리클렛 분포($\text{Dirichlet}(1,1,\dots,1)$) 및 관측 데이터 x 를 사용하여 각 셀의 선택 확률이 되는 임시 확률($w^{(b)}$)의 사후 확률을 계산할 수 있다.

[0102] 하위 격자의 셀 선택 확률을 통하여 각 부트스트랩 샘플에서 가장 높은 확률을 가지는 임시 경로를 샘플 통계 $y^{(b)} = T(x^{(b)})$ 를 통하여 찾을 수 있다. 개별 부트스트랩 샘플 마다 가장 높은 확률을 가지는 임시 경로를 추출할 수 있다.

[0103] q_i 를 생성된 B개의 부트스트랩 샘플 중 j번째 후보 경로를 임시 경로로 선택한 횟수라고 정의한다. q_i 는 0에서 B사이의 값을 가질 수 있으며, q_i 는 수학식 16과 같은 관계를 가진다.

수학식 16

$$\sum_{j=1}^{n_r} q_j = B$$

[0104]

[0105] 수학식 16을 통하여 하위 격자의 각 후보 경로가 임시 경로로 선택되는 확률을 정량적으로 표현할 수 있다. 결국, j 번째 후보 경로에 대한 선택 확률(P_j)은 수학식 17과 같이 정의될 수 있다.

수학식 17

$$P_j = \frac{1}{B} q_j$$

[0106]

[0107] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 베이지안 부트스트랩의 방법을 이용하여 각 후보 경로 중 선택 확률이 가장 높은 항로를 기준 경로로 설정할 수 있다. 예를 들어, 선박 항로 제공 장치는 각 하위 격자에서 복수의 후보 경로들 중 선택 확률이 가장 높은 경로를 기준 경로로 선택하고, 선택된 경로를 해당 하위 격자에 대한 기준 경로로 결정할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는, 하위 격자 마다 설정된 기준 경로를 연결하여 목표 항로 구역의 기준 항로를 설정할 수 있다. 다시 말해, 선박 항로 제공 장치는 하위 격자 별로 선택된 기준 경로를 연결함으로써 기준 항로를 구축할 수 있다.

[0108] 수학식 18은 하위 격자의 후보 경로들 중 계산된 선택 확률(P_j)에 따라 기준 경로를 추출하는 과정을 설명한다.

수학식 18

$$j^* = \arg \max_{j \in \{1, \dots, n_r\}} P_j$$

[0109]

[0110] 도 5는 일 실시예에 따른 항로 제공 방법에 따라 후보 경로 마다 계산된 선택 확률에 대하여 도시한 그래프이다.

[0111] 그래프(500)은 일 실시예에 따른 항로 제공 방법에 따라 도 4에 따른 하위 경로에 대한 후보 경로의 선택 확률을 계산한 그래프이다. 일 실시예에 따른 항로 제공 방법에 따르면, 제7 후보 경로(517)의 선택 확률이 가장 높으므로 하위 격자의 기준 경로로 설정할 수 있다. 일 실시예에 따른 항로 제공 방법은, 기준 경로 뿐만 아니라 하위 격자에서 가능한 모든 후보 경로에 대한 선택 확률이 계산된다.

[0112] 표 1은 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치가 $a \times b$ 의 셀로 분할되는 하위 격자의 기준 경로를 설정하는 방법을 알고리즘의 형태로 설명한다.

표 1

```

1: procedure FIND BASELINE( $M_{a \times b}$ )
2:   Find the set of available routes  $\mathcal{R} = \{r_1, \dots, r_{n_r}\}$  from
   the given grid matrix  $M_{a \times b}$ , where  $n_r = \frac{(a+b-2)!}{(a-1)!(b-1)!}$ .
3:   Let  $\mathbf{x} = \{x_1, \dots, x_n\}$  converted vector from  $M_{a \times b}$ .
4:   Bootstrap samples  $\mathbf{x}^{(b)} = \{x_1^{(b)}, \dots, x_n^{(b)}\}$ ,
   where  $\mathbf{h}^{(b)} = n \cdot \mathbf{w}^{(b)} \sim \text{Multinomial}(n, (1/n)_{i=1}^n)$ .
5:   Let  $y_j$  where  $j = 1, \dots, n_r$ ,  $y_j = \sum_{i=1}^{a+b-1} \mathcal{C}(v_{ij})$ ,
6:    $\mathbf{y}^{(b)} = (y_1^{(b)}, \dots, y_{n_r}^{(b)})$ 
    $= T(\mathbf{x}^{(b)}) = T((w_1^{(b)} x_1, \dots, w_n^{(b)} x_n))$ 
7:   for  $y_j \in \{y_1^{(b)}, \dots, y_{n_r}^{(b)}\}$  do
8:      $j^* = \underset{j \in \{1, \dots, n_r\}}{\operatorname{argmax}} y_j$ .
9:      $q_{j^*} \leftarrow q_{j^*} + 1$ 
10:  end for
11:   $q_j \in \{0, 1, \dots, B\}$ , and then  $\sum_{j=1}^{n_r} q_j = B$ .
12:  Probability that the  $j$ th route will be the baseline is
    $P_j = \frac{1}{B} q_j$ . ( $P_1, \dots, P_{n_r}$ )  $= \frac{1}{B} (q_1, \dots, q_{n_r})$ .
13:   $j^* = \underset{j \in \{1, \dots, n_r\}}{\operatorname{argmax}} P_j$ .
14:  return baseline  $r_{j^*}$ .
15: end procedure

```

[0113]

[0115] 시간적/공간적 요소를 고려한 이상 감지 방법론

[0116] 도 6은 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 방법에 따라 공간적 이상 상황 및 시간적 이상 상황을 판단하는 방법을 설명한다.

[0117] 항만 유통 상황에서 선박의 이상 상황은 크게 공간적 이상 상황과 시간적 이상 상황으로 분류될 수 있다. 선박의 위치가 하위 격자의 기준 경로(610)에서 멀어질수록 공간적 이상 상황인 것으로 볼 수 있으며, 선박이 시간적 기준선(620)과 비교하여 현저하게 지연되는 경우를 시간적 이상 상황으로 볼 수 있다.

[0118] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 선박이 설정된 기준 경로를 벗어나는 경우에 응답하여, 공간적 이상 상황을 판단할 수 있다.

[0119] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 부트스트랩 분포에서 선박이 제1 유의 확률($\alpha_{spatial}$) 미만의 확률로 나타나는 상황에 있는 경우, 선박이 공간적 이상 상황에 있는 것으로 판단할 수 있다. 선박이 임의의 하위 격자 내에서 이동하는 경우, 선박이 하위 격자에 대하여 설정된 기준 경로를 벗어난 경우를 가정한다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 하위 격자의 시작 셀로부터 기준 경로를 벗어난 지점에 대응하는 셀까지 선박이 이동한 부분 경로를 포함하는 하나 이상의 후보 경로를 추출할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는, 추출된 하나 이상의 후보 경로에 대한 선택 확률의 합산이 제1 확률(예를 들어, 제1 유의 확률($\alpha_{spatial}$)) 미만인 경우에 응답하여, 선박의 현재 위치를 공간적 이상 상황인 것으로 판단할 수 있다.[0120] $a \times b$ 의 셀로 분할된 하위 경로에서 선박이 셀(v_1)에서 출발하여 셀(v_{a+b-1})을 향해 이동하는 경로 $r_i = \{v_{1,i}, v_{2,i}, \dots, v_{a+b-1,i}\}$ 로 이동하는 것을 가정한다. 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 현재 선박이 셀(v_c)에 위치하는 경우, 셀(v_1)에서 셀(v_c)까지 선박이 이동한 부분 경로를 포함하는 하나 이상의 후보 경로를 추출할 수 있다. 수학적식 19에 따라 선박의 현재 위치가 공간적 이상 상황에 해당하는지 판단할 수

있다.

수학식 19

$$\sum_{j \in PR} P_j < \alpha_{spatial}$$

[0121]

[0122] 수학식 19에서, $\alpha_{spatial}$ 는 제1 유의 확률을 나타내며, PR 은 추출된 하나 이상의 후보 경로를 나타낸다. 제 12 유의 확률은 0.05일 수 있으나, 이로 한정하지는 않는다.

[0123] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 선박이 설정된 기준 경로를 따라 이동하는 경우, 시간적 이상 상황을 판단할 수 있다.

[0124] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 전처리된 AIS 데이터로부터 하위 격자의 출발 지점에서 선박의 현재 위치까지 도달하는데 걸리는 평균 시간을 계산할 수 있다. 또한, 선박 항로 제공 장치는, 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 계산된 평균 시간 및 유의 확률에 기초하여 기준 시간을 결정할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는, 선박의 항로 시간이 결정된 기준 시간을 초과하는 경우에 응답하여 선박의 현재 상태를 시간적 이상 상황으로 판단할 수 있다.

[0125] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 선박이 설정된 기준 경로를 따라 이동하고, 현재 선박이 위치한 셀(v_c)에 m 개의 선박 운행 기록이 있다고 가정한다. m 개의 선박 운행 기록의 각각은 선박 운행 시간(예를 들어, $t_1, \dots, t_m$)을 포함할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 하위 격자의 시작 지점에서 현재 선박이 위치한 셀(v_c)까지의 이전 선박 운행 시간($t_1, \dots, t_m$)을 이용하여, 시작 셀로부터 현재 선박이 위치한 셀(v_c)까지 도달하는 평균 시간을 수학식 20과 같이 정의할 수 있다.

수학식 20

$$\hat{\theta} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i$$

[0126]

[0127] 수학식 20에서, $\hat{\theta}$ 는 AIS 데이터를 이용하여 계산된 하위 격자의 시작 셀로부터 현재 선박이 위치한 셀(v_c)까지 도달하는데 걸리는 평균 시간을 나타낸다.

[0128] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 베이지안 부트스트랩의 방법을 사용하여 기준 시간을 설정할 수 있다. 구체적으로, 선박 항로 제공 장치는 미리 정한 개수로 부트스트랩 샘플을 생성하고, 각 부트스트랩 샘플마다 평균 시간($\hat{\theta}^{(1)}, \hat{\theta}^{(2)}, \dots, \hat{\theta}^{(B)}$)을 계산할 수 있다. 시간적 이상 상황의 샘플 통계인 $\hat{G}(t)$ 는 수학식 21과 같이 시간 t 보다 작은 값들의 샘플의 수로 정의된다.

수학식 21

$$\hat{G}(t) = \frac{\#(\hat{\theta}^{(b)} \leq t)}{B}$$

[0129]

[0130] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는 제2 유의 확률($\alpha_{temporal}$)에 기초하여 기준 시간을 결정할 수 있다. 선박 항로 제공 장치는 전체 부트스트랩 샘플 개수 대비 제2 유의 확률에 대응하는 비율로 기준 시간 보다 늦게 도착하는 부트스트랩 샘플이 존재하도록 기준 시간을 설정할 수 있다.

[0131] 기준 시간은 주어진 부트스트랩 분포의 샘플 통계인 $\hat{G}(t)$ 의 역함수($\hat{\theta}^*(\alpha)$)로 구할 수 있다. 선박이 시간적 이상 상황에 해당하는 경우, 기준 시간(t_c)는 단측 검정에 의하여 수학적식 22와 같이 정의될 수 있다.

수학적식 22

$$t_c > \hat{\theta}^*(1-\alpha_{temporal})$$

[0132]

[0133] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치는, 선박의 하위 격자의 시작 지점에서 현재 지점까지의 항로 시간이 결정된 기준 시간(t_c)를 초과하는 경우에 응답하여 선박이 시간적 이상 상황에 있는 것으로 판단할 수 있다.

[0134] 도 7은 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치를 도시한 블록도이다.

[0135] 일 실시예에 따른 선박 항로 제공 장치(700)은 통신부(710), 프로세서(720), 및 메모리(730)를 포함할 수 있다. 통신부(710)는 사용자가 설정한 목표 항로 구역에 대하여 외부 장치로부터 선박자동식별시스템 데이터를 수신할 수 있다. 메모리(730)는 선박자동식별시스템 데이터를 저장할 수 있다. 프로세서(720)는 수신된 선박자동식별시스템 데이터를 전처리하고, 전처리된 데이터에 기초하여 적어도 하나의 주요 경로점을 식별하며, 목표 항로 구역을 적어도 하나 이상의 주요 경로점을 기준으로 적어도 하나의 하위 격자로 분리하고, 하위 격자 각각에 대하여 전처리된 데이터에 기초하여 후보 경로 마다 선택 확률을 계산하며, 하위 격자 각각에 대하여 상기 후보 경로의 선택 확률에 기초하여 기준 경로를 설정할 수 있다.

[0136] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0137] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0138] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있으며 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구

성된 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(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 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 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.

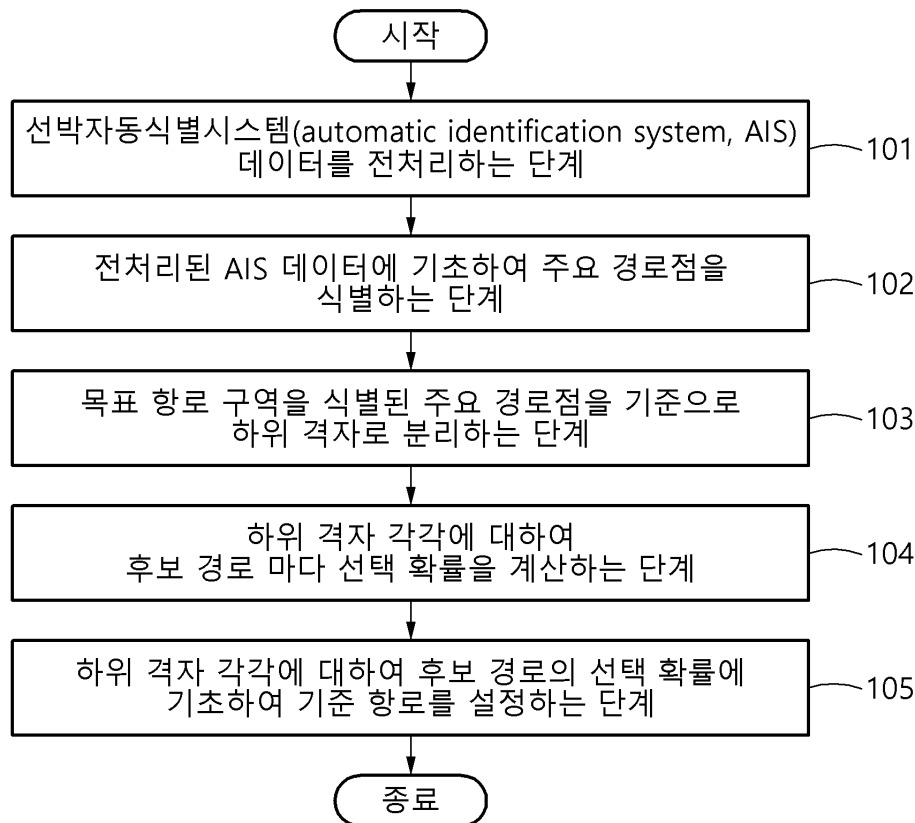
[0139] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0140] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

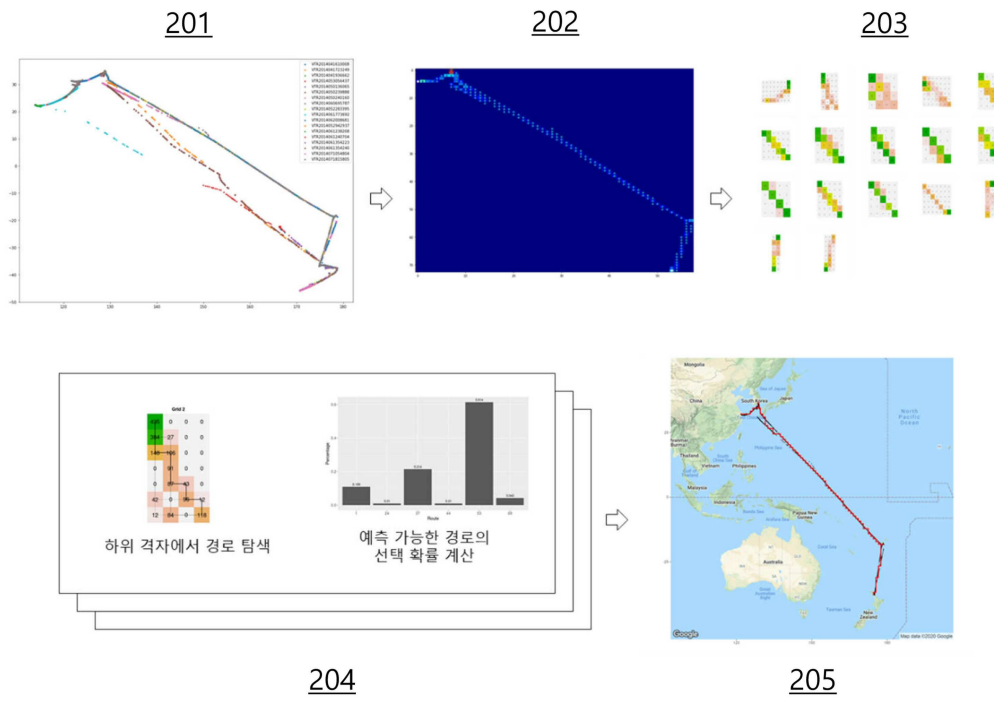
[0141] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

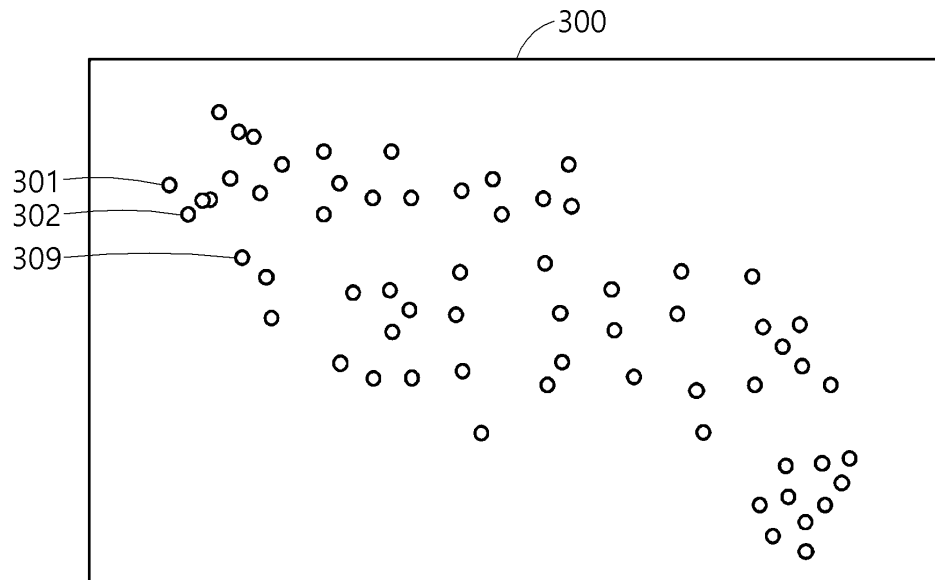
도면1



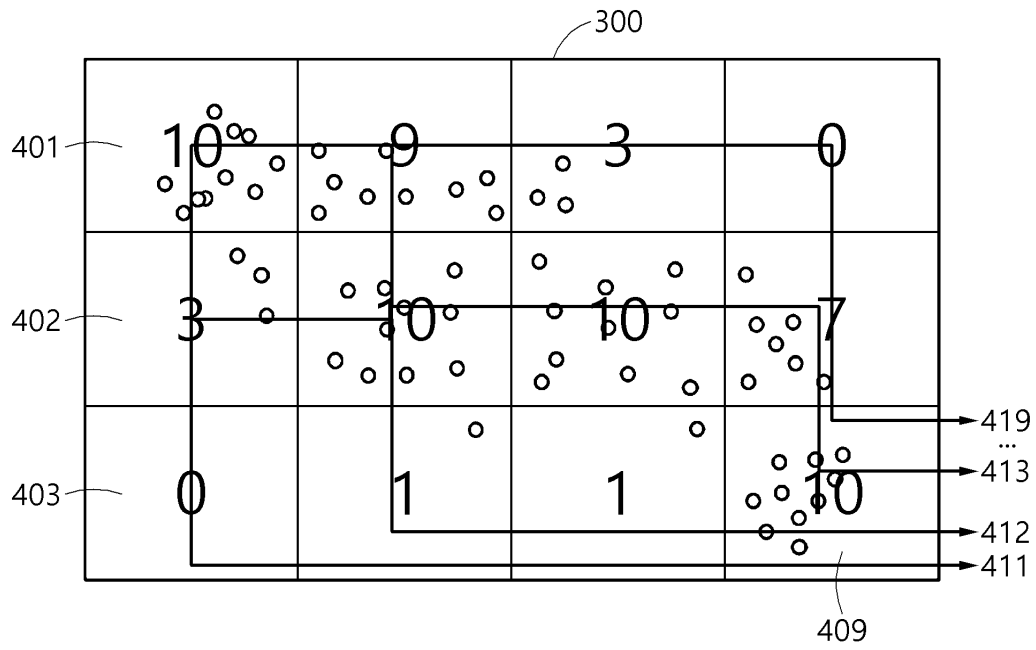
도면2



도면3

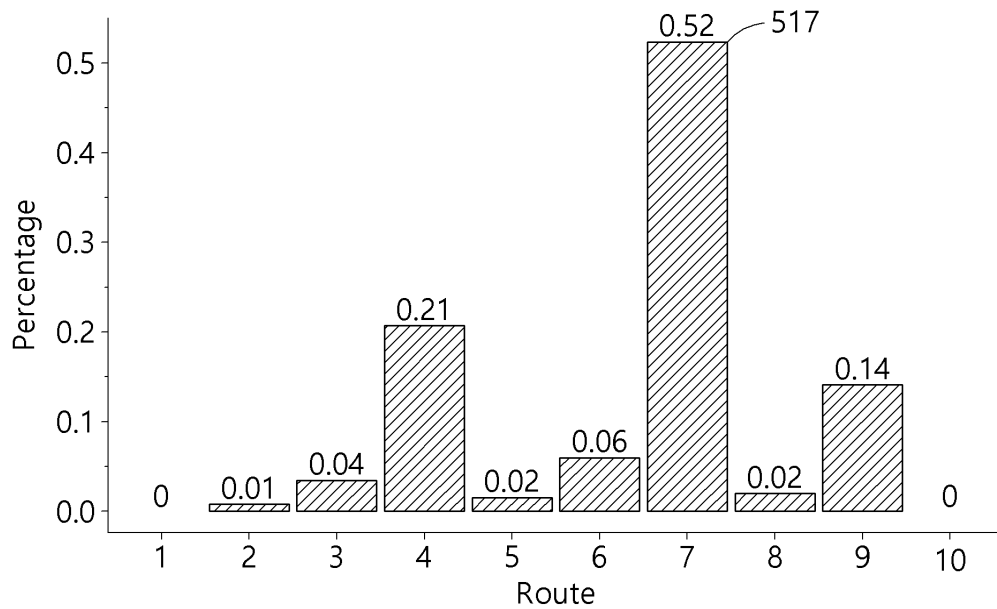


도면4

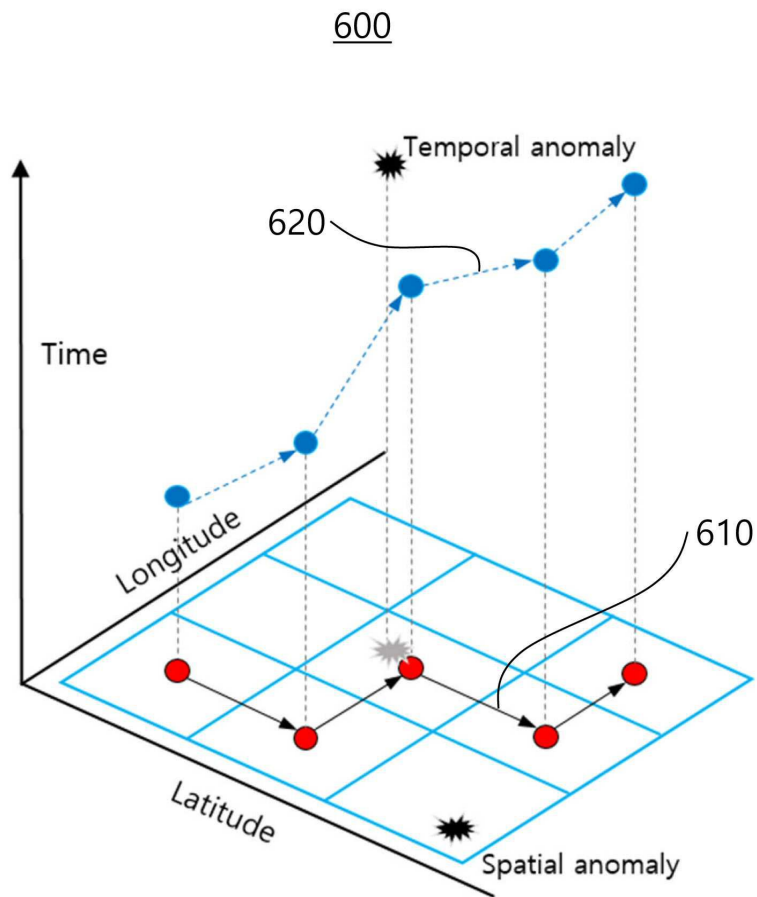


도면5

500



도면6



도면7

