



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0085215
(43) 공개일자 2022년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 23/00 (2022.01) G08G 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01C 23/005 (2019.08)
G08G 5/0004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0175104
(22) 출원일자 2020년12월15일
심사청구일자 2020년12월15일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대 학교)
(72) 발명자
이학태
경기도 수원시 장안구 화산로 85(천천동, 천천푸 르자오 아파트)119-1302
이현웅
인천광역시 남구 경인남길102번길 14(용현동)장학 하우스 308호
(74) 대리인
특허법인아이더스

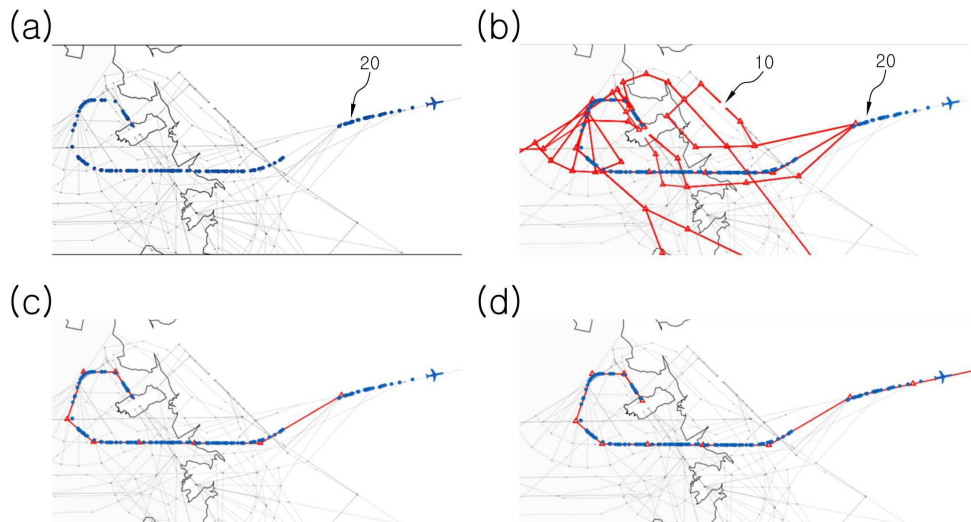
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법

(57) 요약

본 발명은 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(ADS-B data)를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 추정함으로써 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것이다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류
G08G 5/0008 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011634
과제번호	158279
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	빅데이터기반항공안전관리 · 보안인증기술개발(R&D)
연구과제명	항공안전 빅데이터 분석기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교산학협력단
연구기간	2020.04.21 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

항공기로부터 획득한 항적데이터를 항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보로부터 정의되는 루트 세그먼트와 비교하여 항공기의 출발지와 목적지 및 경유 정보를 포함하는 비행계획을 추정하는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

청구항 2

항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보를 이용하여 항공기가 통과할 수 있는 루트 세그먼트(route segment)를 정의하는 루트 세그먼트 정의단계와,

상기 루트 세그먼트와 항공기로부터 획득한 항적데이터를 비교하여 항적데이터에 의해 획득되는 경로가 포함되지 않는 루트 세그먼트들을 제거하는 루트 필터링 단계와,

상기 항적데이터에 의해 획득되는 경로와의 인접도를 기준으로 하여 루트 필터링 단계에서 선정된 루트 세그먼트들에 점수를 부여하는 루트 스코어링 단계 및

상기 루트 스코어링 단계에서 최고점을 부여받은 루트 세그먼트들을 연결하여 비행경로를 생성함으로써 비행계획을 추정하는 비행계획 추정단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 루트 세그먼트 정의단계에서 정의되는 루트 세그먼트는 두 픽스를 연결하는 라인 세그먼트와, 비행 방향 및 상기 라인 세그먼트의 좌,우 방향으로 제한되는 경계 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 루트 필터링 단계에서는 상기 경계 영역 내에 항적데이터로부터 획득되는 1개 이상의 트랙포인트가 포함되면서 상기 트랙포인트의 진행 방향과 45도 각도 이내에 있는 루트 세그먼트가 선택되고, 나머지 루트 세그먼트들이 필터링되는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 루트 스코어링 단계에서는 루트 세그먼트의 경계 영역을 좁혀가며 경계 영역 안에 포함되는 트랙포인트의 수에 따라 점수를 산정하여 높은 점수의 항로를 선택하는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 루트 스코어링 단계에서 산정되는 점수는,

$$Route\ Score = \sum_i \frac{N(L_i)}{L_i^2}, \quad L_{i+1} = \frac{L_i}{5}$$

에 의해 산정되는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

(여기서, Route Score는 점수, L_i 는 라인 세그먼트와 경계 영역의 최외곽 사이의 거리, $N(L_i)$ 는 경계 영역 내에 포함되는 트랙포인트의 수를 나타내는 것임.)

청구항 7

제 2항에 있어서,

상기 루트 스코어링 단계 이후, 항공경로 정보의 이용이 불가능한 지역에 대한 루트 세그먼트들을 임의로 정의하고, 임의로 정의된 루트 세그먼트들에 대한 루트 필터링 단계 및 루트 스코어링 단계를 진행하여 최고점에 해당하는 루트 세그먼트를 추가적으로 선정하는 추가선정단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(ADS-B data)를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 추정함으로써 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 항공관제시스템이란 항공기의 능률적이고 안전한 운항을 위한 항공 교통을 제어하는 서비스를 제공하는 시스템으로, 관제사에게 항공기의 식별 및 현시, 비행 계획정보의 현시 및 분배, 비행 안전 경고를 제공하고, 관제사의 요구 사항을 처리하는 역할을 한다.

[0004] 최근 들어, 무인 항공기의 증가에 따라 항공관제에 어려움을 겪는 상황이 증가하고 있고, 이에 따라 항공 교통과 관련된 문제들이 심각하게 대두될 것으로 예상되고 있다.

[0005] 국제 민간 항공기구(ICAO)에서는 증가하는 항공 교통 문제를 해결하기 위해 GANP(Global Air Navigation Plan)를 통해 미래 항공 시스템의 전환 계획 인 ASBU(Aviation System Block Upgrades)를 도입했는데, 상기 ASBU는 조화로운 ATM(Air Traffic Management) 시스템을 전 세계에 배포 할 수 있도록 기존 시스템을 업그레이드하기 위한 지침을 제공하고 있고, 각 지역 또는 국가에서는 자체 영공에 맞는 미래 ATM 시스템을 구축하기 위한 관련 연구가 진행 중에 있는 실정이다.

[0006] 한편, 최근에는 항공관제 시 레이더뿐만 아니라 차세대감시센서를 보편적으로 활용하고 있는데, 차세대감시센서 중에는 대표적으로 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast)가 있으며, 이러한 ADS-B는 항공기에서 자신의 식별 부호, 3차원 위치(위도, 경도, 고도), 속도 및 기타 정보들을 양방향 무선 데이터 링크를 통해 주기적으로 방송하는 기능을 의미한다. 이러한, ADS-B는 항공기의 제한 사항(가시선 미확보로 인한 통신 두절)을 최소화하거나 또는 항공관제 기능을 향상시키고, 항공기들 간의 충돌을 방지할 수 있으며, ADS-B 센서를 장착한 항공기 상호간에도 서로 감시할 수 있어 매우 유용하게 활용될 수 있는데, 아직까지는 이러한 ADS-B 정보

가 매우 유용함에도 불구하고 현재의 항공관제시스템의 구성상 이러한 ADS-B 정보를 모두 활용하지 못하고 있는 실정이다.

- [0007] 이러한 문제점들을 해결하기 위한 종래기술로, 대한민국 등록특허 제10-1669856호, 제10-1693000호 및 제10-1772556호 등에는 ADS-B 정보, 즉 항적데이터를 활용하여 항공기의 비행 경로나 비행 궤적을 예측하거나 추종하는 방법 또는 시스템과 관련된 발명들이 게재되어 있는데, 상기 종래기술들은 모두 항적데이터와 비행 계획 또는 목표 경로와 같은 두 가지 정보의 조합을 통해 항공기의 비행 경로나 비행 궤적을 예측하거나 추종하도록 구성된 것에 그 특징이 있으나, 비행 계획또는 목표 경로에 대한 정보가 없는 경우 비행 경로 또는 비행 궤적의 예측 또는 추종이 불가능하다는 단점이 있다.
- [0008] 즉, 상기 종래기술들은 모두 항공기로부터 획득한 항적 정보를 별도로 수집한 비행 계획또는 목표 경로와 융합 또는 매칭시킴으로써 항공기의 비행 경로를 추종하거나 비행궤적을 예측하는 것이므로, 비행계획이나 목표 경로가 주어지지 않는 상황에서는 비행 경로나 비행궤적을 추종 또는 예측할 수 없게 된다.
- [0009] 한편, 전술한 바와 같이, 무인 항공기의 운행이 증가됨에 따라 유인 항공기와 무인 항공기를 혼합 운용시킬 수 있도록 하는 새로운 형태의 항공교통관제(ATC:Air Traffic control) 시스템이 요구되는데, 이러한 항공교통관제 시스템의 개발을 위해서는 유인 항공기와 무인 항공기의 혼합 운용에 대한 HiTL(Human-in-The-Loop) 시뮬레이션이 필수적으로 선행되어야 한다.
- [0010] 이러한, HiTL 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 유인 항공기와 무인 항공기가 혼합 운용되는 시나리오가 생성되어야 하는데, 이러한 시나리오의 생성에는 전술한 항적데이터, 즉 ADS-B 데이터와 항공사 등으로부터 제공되는 비행 계획 등이 사용될 수 있다.
- [0011] 항공사 등으로부터 제공되는 비행계획에는 출발지와 목적지, 크루즈(cruise) 고도 및 속도, 경유지 정보 등이 포함되는데, 이러한 비행계획은 ADS-B 데이터만큼 쉽게 획득할 수 없을 뿐만 아니라, ADS-B 데이터 없이 비행계획만으로는 상기 시나리오를 생성할 수 없다는 문제점이 있다.
- [0012] 즉, 상기 비행계획에는 전체 비행경로가 표시되는 것이 아니므로 전술한 종래기술들과 같이 ADS-B 데이터와 비행계획을 조합하여 사용할 수 밖에 없고, 이러한 경우 ADS-B 데이터와 비행계획을 일치시키기 위한 추가적인 구성 및 절차가 필수적으로 수반되어야 할 뿐만 아니라, 항공기의 궤적을 정밀하게 추론하기 위해서는 잦은 업데이트가 필요하고 그렇지 못할 경우 신뢰성이 떨어지게 되므로 현실적인 HiTL 시뮬레이션을 위한 시나리오를 생성하기 어렵다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 1. 대한민국 등록특허공보 제10-1669856호(2016. 10. 27. 공고)
- (특허문헌 0002) 2. 대한민국 등록특허공보 제10-1693000호(2017. 01. 05. 공고)
- (특허문헌 0003) 3. 대한민국 등록특허공보 제10-1772556호(2017. 09. 12. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(ADS-B data)만을 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 추정할 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법을 제공함에 있다.
- [0016] 또한, 본 발명은 항적데이터만으로 원래의 비행계획을 추정함으로써 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션을 위한 시나리오의 생성 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법을 제공함에 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기와 같은 목적들을 달성하기 위한 본 발명은,
- [0019] 항공기로부터 획득한 항적데이터를 항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보로부터 정의되는 루트세그먼트와 비교하여 항공기의 출발지와 목적지 및 경유 정보를 포함하는 비행계획을 추정하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 본 발명은 항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보를 이용하여 항공기가 통과할 수 있는 루트 세그먼트(route segment)를 정의하는 루트 세그먼트 정의단계와, 상기 루트 세그먼트와 항공기로부터 획득한 항적 데이터를 비교하여 항적데이터에 의해 획득되는 경로가 포함되지 않는 루트 세그먼트들을 제거하는 루트 필터링 단계와, 상기 항적데이터에 의해 획득되는 경로와의 인접도를 기준으로 하여 루트 필터링 단계에서 선정된 루트 세그먼트들에 점수를 부여하는 루트 스코어링 단계 및 상기 루트 스코어링 단계에서 최고점을 부여받은 루트 세그먼트들을 연결하여 비행경로를 생성함으로써 비행계획을 추정하는 비행계획 추정단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 이때, 상기 루트 세그먼트 정의단계에서 정의되는 루트 세그먼트는 두 픽스를 연결하는 라인 세그먼트와, 비행 방향 및 상기 라인 세그먼트의 좌,우 방향으로 제한되는 경계 영역을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 그리고, 상기 루트 필터링 단계에서는 상기 경계 영역 내에 항적데이터로부터 획득되는 1개 이상의 트랙포인트가 포함되면서 상기 트랙포인트의 진행 방향과 45도 각도 이내에 있는 루트 세그먼트가 선택되고, 나머지 루트 세그먼트들이 필터링되는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 루트 스코어링 단계에서는 루트 세그먼트의 경계 영역을 좁히며 경계 영역 안에 포함되는 트랙포인트의 수에 따라 점수를 산정하여 높은 점수의 항로를 선택하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 여기서, 상기 루트 스코어링 단계에서 산정되는 점수는,

$$Route\ Score = \sum_i \frac{N(L_i)}{L_i^2}, \quad L_{i+1} = \frac{L_i}{5}$$

- [0025] 에 의해 산정되는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 그리고, 상기 루트 스코어링 단계 이후, 항공경로 정보의 이용이 불가능한 지역에 대한 루트 세그먼트들을 임의로 정의하고, 임의로 정의된 루트 세그먼트들에 대한 루트 필터링 단계 및 루트 스코어링 단계를 진행하여 최고점에 해당하는 루트 세그먼트를 추가적으로 선정하는 추가선정단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따르면, 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 신속하면서도 정확하게 추정할 수 있도록 하는 뛰어난 효과를 갖는다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따르면 항적데이터만으로 원래의 비행계획을 추정할 수 있으므로 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션을 위한 시나리오의 생성 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있는 효과를 추가로 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명에 따른 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법을 순차적으로 나타낸 흐름도.
- 도 2는 도 1에 나타난 본 발명 중 루트 세그먼트 정의단계에서 정의되는 루트 세그먼트의 모습을 개략적으로 나타낸 도면.
- 도 3은 도 1에 나타난 본 발명 중 루트 필터링 단계에서의 필터링 과정을 나타낸 도면.

도 4의 (a),(b)는 도 1에 나타낸 본 발명 중 루트 스코어링 단계를 개념적으로 나타낸 도면.

도 5는 도 4에 나타낸 루트 스코어링 단계에서의 점수 계산 방법을 예시적으로 나타낸 도면.

도 6은 도 1에 나타낸 본 발명 중 추가선정단계를 개념적으로 나타낸 도면.

도 7은 도 1에 나타낸 본 발명 중 추가선정단계의 다른 실시예를 나타낸 도면.

도 8의 (a) ~ (d)는 본 발명에 의한 실제 비행계획의 추정 과정을 순차적으로 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 첨부된 도면을 참고로 하여 본 발명에 따른 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 본 발명에 따른 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법을 순차적으로 나타낸 흐름도이고, 도 2는 도 1에 나타낸 본 발명 중 루트 세그먼트 정의단계에서 정의되는 루트 세그먼트의 모습을 개략적으로 나타낸 도면이며, 도 3은 도 1에 나타낸 본 발명 중 루트 필터링 단계에서의 필터링 과정을 나타낸 도면이고, 도 4의 (a), (b)는 도 1에 나타낸 본 발명 중 루트 스코어링 단계를 개념적으로 나타낸 도면이며, 도 5는 도 4에 나타낸 루트 스코어링 단계에서의 점수 계산 방법을 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 6은 도 1에 나타낸 본 발명 중 추가선정단계를 개념적으로 나타낸 도면이며, 도 7은 도 1에 나타낸 본 발명 중 추가선정단계의 다른 실시예를 나타낸 도면이고, 도 8의 (a) ~ (d)는 본 발명에 의한 실제 비행계획의 추정 과정을 순차적으로 나타낸 도면이다.
- [0035] 본 발명은 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(ADS-B data)를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 추정함으로써 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법(이하, '비행 계획 추정방법'이라 한다)에 관한 것으로, 관제사에 의해 벡터링(vectoring), 즉 기동되기 전인 본래의 비행계획으로 항공기를 시뮬레이션 할 수 있도록 하는 등 항공기 시뮬레이션을 위한 시나리오 생성에 활용될 수 있다.
- [0036] 이하에서 설명되는 본 발명에 따른 비행 계획 추정방법의 전 과정은 JAVA 등의 프로그래밍 언어를 이용하여 프로그래밍 될 수 있다.
- [0037] 본 발명에 사용되는 항적데이터(20)는 항공기로부터 제공되는 시간에 따른 위치, 경도, 고도 및 속력과 방향을 포함하는 속도로 구성된 트랙포인트(track point)(22)로 이루어진 데이터를 뜻하는 것으로, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance - Broadcast) 데이터가 사용될 수 있고, 이러한 ADS-B 데이터는 통상의 수신기를 통해 쉽게 얻을 수 있다.
- [0038] 본 발명은 항공기로부터 획득한 항적데이터(20)를 국토교통부에서 발행하는 항공정보간행물(AIP; Aeronautical Information Publication)을 통해 획득되는 항공경로 정보로부터 정의되는 루트 세그먼트(10)와 비교하여 항공기의 출발지와 목적지 및 경유 정보를 포함하는 비행계획을 추정할 수 있도록 한 것에 그 특징이 있다.
- [0039] 보다 상세히 설명하면, 본 발명은 도 1에 나타낸 바와 같이, 루트 세그먼트 정의단계(S10), 루트 필터링 단계(S20), 루트 스코어링 단계(S30) 및 비행계획 추정단계(S50)를 포함할 수 있다.
- [0040] 먼저, 상기 루트 세그먼트 정의단계(S10)는 항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보를 이용하여 항공기가 통과할 수 있는 루트 세그먼트(route segment)(10)를 정의하는 단계로, 상기 항공정보간행물로부터 얻을 수 있는 항공 경로 정보는 아래의 (표 1)과 같이 요약될 수 있다.

표 1

	Data Fields
Fix (Waypoint)	Name
	Coordinante
	Altitude
	Speed (optional)
Route	Waypoints
	Track Angle
	Lateral Limit
	Direction
	Speed*

[0041]

[0042] 상기 표 1에서 픽스(Fix)는 주요 중간지점(waypoint)에 해당하며, 좌표(coordinate), 고도(altitude) 등의 정보가 포함된다.

[0043] 또한, 루트(route)는 일련의 픽스(12)들에 의해 표시되고, 그에 대응되는 비행조건들이 픽스(12)들을 연결하는 각 섹션별로 설정된다.

[0044] 상기 루트 세그먼트 정의단계(S10)에서는 상기와 같은 항공 경로 정보들을 이용하여 항공기가 통과할 수 있는 루트 세그먼트(route segment)(10)들을 정의하는데, 도 2에 나타난 바와 같이, 상기 루트 세그먼트(10)는 두 개의 픽스(12)와, 상기 픽스(12)의 사이를 연결하는 라인 세그먼트(14) 및 상기 라인 세그먼트(14)의 좌,우 방향, 즉 측면 방향으로 표시되는 경계 영역(lateral limit)(16)을 포함하도록 정의되고, 상기 라인 세그먼트(14)에는 항공기의 진행 방향이 표시될 수 있도록 할 수 있다.

[0045] 이때, 도시하지는 않았지만, 상기 루트 세그먼트(10)의 정의시 저장되는 정보에는 각 픽스(12)에 해당하는 좌표, 각 픽스(12)에서의 경계 영역(16)의 거리 및 각 픽스(12)의 형태 등이 포함될 수 있고, 각 픽스(12)의 형태에는 표준계기출발(SID), 표준터미널도착경로(STAR) 및 항공로(En-route)가 포함될 수 있다.

[0046] 다음, 상기 루트 필터링 단계(S20)는 정의된 루트 세그먼트(10)와 항공기로부터 획득한 항적데이터(20)를 비교하여 항적데이터(20)에 의해 획득되는 경로, 즉 트랙포인트(22)가 포함되지 않는 루트 세그먼트(10)들을 제거하는 과정이다.

[0047] 즉, 항공정보간행물을 통해 획득되는 항공경로 정보에 의해 정의된 모든 루트 세그먼트(10)들과 항적데이터(20)를 비교하는 경우, 연산 시간이 너무 오래 걸릴 수 있으므로, 정의된 루트 세그먼트(10)들 중 항적데이터(20)와 관련성이 적은 루트 세그먼트(10)들을 필터링함으로써 후술할 루트 스코어링 단계(S30)에서의 연산 시간을 줄일 수 있도록 하는 것이다.

[0048] 상기 루트 필터링 단계(S20)에서는 루트 세그먼트 정의단계(S10)에서 정의된 루트 세그먼트(10)의 경계 영역(16) 내에 항적데이터(20)로부터 획득되는 1개 이상의 트랙포인트(22)가 포함된 루트 세그먼트(10)들이 먼저 선택되고, 나머지 루트 세그먼트(10)들은 1차적으로 필터링될 수 있다.

[0049] 또한, 1차 선택된 루트 세그먼트(10)에 포함된 항공기의 진행 방향과, 트랙포인트(22)의 진행 방향을 추가적으로 비교할 수 있는데, 1차 선택된 루트 세그먼트(10)들 중 상기 트랙포인트(22)의 진행 방향과 45도 각도 이내에 있는 진행 방향을 갖는 루트 세그먼트(10)들을 최종적으로 선택하고, 나머지 루트 세그먼트(10)들을 추가적으로 필터링함으로써 후술할 루트 스코어링 단계(S30)에서 연산에 사용될 루트 세그먼트(10)의 개수를 최소화할 수 있다.

[0050] 도 3은 상기와 같은, 루트 필터링 단계(S20)에서의 필터링 과정을 나타낸 것으로, 총 4개의 루트, 즉 Route 1, 2, 3, 4 중 경계 영역(16) 내에 항적데이터(20)로부터 획득되는 트랙포인트(22)가 포함되지 않은 Route 1,2가 필터링되고, 경계 영역(16) 내에 트랙포인트(22)를 포함하면서 트랙포인트(22)의 진행 방향과 45도 각도 이내에 있는 진행 방향을 갖는 Route 3,4가 최종적으로 연산에 사용될 루트 세그먼트(10)로 선정될 수 있다.

[0051] 다음, 상기 루트 스코어링 단계(S30)는 루트 필터링 단계(S20)에서 선정된 루트 세그먼트(10)들에 점수를 부여하는 과정으로 항적데이터(20)에 의해 획득되는 경로와의 인접도를 기준으로 한 연산에 의해 선정된 각 루트 세그먼트(10)들에 점수를 부여함으로써 최고점을 기록한 루트 세그먼트(10)를 최종적으로 선정하도록 구성할 수 있다.

[0052] 즉, 상기 루트 스코어링 단계(S30)에서는 루트 세그먼트(10)의 경계 영역(16) 내에 포함되는 항적데이터(20)의 트랙포인트(22)의 개수를 점수화하는데, 이 과정에서 루트 세그먼트(10)의 경계 영역(16)을 좁히거나 트랙포인트(22)의 개수를 각각 측정함으로써 정확도를 향상시킬 수 있도록 한다.

[0053] 보다 상세히 설명하면, 도 4의 (a),(b)는 도 3에 나타난 루트 필터링 단계(S20)에서 선정된 Route 3,4에 대해 루트 스코어링 단계(S30)를 진행하는 과정을 나타낸 것으로, 도 4의 (a)에 나타난 Route 3의 경우 경계 영역(16)을 가장 넓게 했을 경우 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수가 11개로 가장 많고, 경계 영역(16)의 넓이를 점점 좁힐 경우 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수가 각각 6개와 0개로 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

[0054] 또한, 도 4의 (b)에 나타난 Route 4의 경우 가장 넓은 경계 영역(16)에서는 경계 영역(16) 내에 포함된 트랙포인트(22)의 수가 15개로 나타났고, 경계 영역(16)의 넓이를 점점 좁힐 경우 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수가 각각 14개와 2개로 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

[0055] 즉, Route 3의 경우 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수가 총 17개이고, Route 4의 경우 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수가 총 31개이므로, 트랙포인트(22)의 수가 더 많은 Route 4를 최종적으로 선정할 수도 있겠으나, 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수만으로 점수를 산정하는 경우 정확도가 낮아질 우려가 있으므로, 본 발명에서는 정확도의 향상을 위해 경계 영역(16)의 크기가 줄어들더라도 경계 영역(16) 내에 포함된 트랙포인트(22)의 수가 상대적으로 더 많은 후보 루트에 더 높은 점수를 부여하도록 한다.

[0056] 보다 상세히 설명하면, 상기 루트 스코어링 단계(S30)에서 산정되는 점수는,

$$Route\ Score = \sum_i \frac{N(L_i)}{L_i^2}, \quad L_{i+1} = \frac{L_i}{5} \quad \dots (1)$$

[0058] 상기 (1)식에 의해 산정될 수 있는데, 여기서, Route Score는 루트 스코어링 단계(S30)에서 산정되는 점수, L_i 는 라인 세그먼트(14)와 경계 영역(16)의 최외곽 사이의 거리, 즉 도 2에서의 lateral limit, $N(L_i)$ 는 경계 영역(16) 내에 포함되는 트랙포인트(22)의 수를 나타내는 것이다.

[0059] 이때, 상기 (1)식에서는 점수 산정시 라인 세그먼트(14)와 경계 영역(16)의 최외곽 사이의 거리가 1/5씩 줄어드는 것으로 정의하였으나, 필요에 따라 경계 영역(16)이 줄어드는 비율을 다르게 할 수도 있다.

[0060] 도 5는 상기 (1)식을 이용하여 점수를 산정하는 실시예를 나타낸 것으로, 라인 세그먼트(14)와 경계 영역(16)의 최외곽 사이의 거리를 각각 2500ft, 500ft, 100ft 등으로 줄여가며 해당 경계 영역(16) 내부에 존재하는 트랙포인트(22) 수를 파악하여 연산함으로써 루트 필터링 단계(S20)에서 선택된 각 루트 세그먼트(10)에 대한 점수를 구할 수 있다.

[0061] 다음, 상기 비행계획 추정단계(S50)는 루트 스코어링 단계(S30)에서의 연산 결과 최고점을 받은 루트 세그먼트(10)들을 서로 연결하여 비행경로를 생성시키는 과정으로, 이와 같은 과정에 의해 생성된 비행경로는 원래의 비행계획으로 추정될 수 있다.

[0062] 이때, 본 발명에 따른 비행 계획 추정방법은 상기 비행계획 추정단계(S50) 이전, 즉 루트 스코어링 단계(S30) 이후에 수행되는 추가선정단계(S40)를 더 포함할 수도 있는데, 상기 추가선정단계(S40)는 루트 세그먼트(10)의 정의가 불가능한 지역, 즉 항공정보간행물(AIP)을 통해 항공경로 정보를 획득할 수 없는 지역에 대한 루트 세그

먼트(10)를 추가적으로 선정하는 과정이다.

- [0063] 즉, 항적데이터(20)로 수신되는 비행계획에는 공항주변이나 비행제한구역과 같은 구역이 포함될 수 있는데, 이러한 구역에 해당하는 부분의 루트 세그먼트(10)는 항공정보간행물로부터 취득한 정보에 의해 정의될 수 없으므로, 항적데이터(20)의 계획에 항공경로 정보를 획득할 수 없는 구역 부분이 존재하는 경우에는 해당 부분을 추가적으로 결정하여 연결하여야만 비행 계획이 완성될 수 있다.
- [0064] 상기 추가선정단계(S40)에서는 먼저 임의의 루트 세그먼트(10)를 설정하는데, 이러한 임의의 루트 세그먼트(10)들은 전술한 바와 같이, 항공정보간행물(AIP)을 통해 항공경로 정보를 획득할 수 없는 지역에 대해서만 설정된다.
- [0065] 예를 들어, 상기 추가선정단계(S40)에서는 2개 이상의 임의의 루트 세그먼트(10)가 설정될 수 있는데, 이러한 루트 세그먼트(10)의 설정시에는 계기비행 절차(IFP; Instrument Flight Procedure), 표준계기출항(SID; Standard Instrument Departure) 또는 표준도착경로(STAR; Standard Terminal Arrival Route)에 해당하는지 여부 등을 고려할 수 있다.
- [0066] 다음, 도 6에 나타난 바와 같이, 상기와 같은 사항들을 고려하여 설정된 임의의 루트 세그먼트(10)들에 대한 루트 필터링 과정 및 루트 스코어링 과정을 수행하여, 임의의 루트 세그먼트(10)들 중 하나를 최종적으로 선택할 수 있다.
- [0067] 상기와 같은 과정에 의해 선택된 루트 세그먼트(10)는, 상기 비행계획 추정단계(S50)에서 루트 스코어링 단계(S30)에서 최고점을 획득한 다른 루트 세그먼트(10)에 연결됨으로써 비행경로를 완성시킬 수 있게 되고, 완성된 비행경로는 해당 항공기의 원래 비행계획으로 추정될 수 있다.
- [0068] 그리고, 상기 추가선정단계(S40)에서는 루트 스코어링 단계(S30)와는 다른 방식에 의해 설정된 임의의 루트 세그먼트(10)들 중 하나를 선정할 수도 있는데, 이는 항적데이터(20)로 획득된 트랙포인트(22)와의 거리 연산을 이용한 방법이다.
- [0069] 즉, 도 7에 나타난 바와 같이, 설정된 임의의 루트 세그먼트(10)들에 대한 루트 필터링을 통해 경계 영역(16) 내에 하나 이상의 트랙포인트(22)가 포함되는 루트 세그먼트(10)들을 선택하고, 선택된 루트 세그먼트(10)의 라인 세그먼트(14)와 트랙포인트(22) 사이의 거리 연산을 통해 라인 세그먼트(14)와 트랙포인트(22) 사이의 평균거리가 가장 짧은 루트 세그먼트(10)를 최종적으로 선택할 수 있다.
- [0070] 한편, 도 8의 (a) ~ (d)는 전술한 바와 같은 본 발명에 따른 비행 계획 추정방법을 이용한 실제 비행계획의 추정 과정을 나타낸 것으로, 먼저, 도 8의 (a)에 나타난 바와 같이, 항공기로부터 획득한 항적데이터(20)를 연속적인 트랙포인트(22)의 형태로 지도 상에 표시하고, 획득된 항적데이터(20) 부근의 항공경로 정보를 항공정보간행물(AIP)로부터 수집한 후, 루트 세그먼트(10)를 정의하여 마찬가지로 지도 상에 표시한다.
- [0071] 다음, 도 8의 (b)는 루트 필터링 단계(S20) 후의 모습을 나타낸 것으로, 도 8의 (a)에 표시된 루트 세그먼트(10)들 중 경계 영역(16) 내에 항적데이터(20)의 트랙포인트(22)를 포함하지 않는 루트 세그먼트(10)들을 필터링 하고, 상기 트랙포인트(22)를 하나 이상 포함하는 루트 세그먼트(10)들만을 선택하여 표시한 것이다.
- [0072] 이때, 상기 루트 스코어링 단계(S30)에서의 연산량을 줄이기 위해, 트랙포인트(22)를 하나 이상 포함하는 루트 세그먼트(10)들 중 트랙포인트(22)의 진행방향과 라인 세그먼트(14) 사이의 각도가 45도를 초과하는 루트 세그먼트(10)들을 추가적으로 필터링할 수도 있다.
- [0073] 다음, 도 8의 (c)는 루트 스코어링 단계(S30) 및 추가선정단계(S40) 후의 모습을 나타낸 것으로, 도 8의 (b)에서 선택된 루트 세그먼트(10)들에 대한 루트 스코어링 단계(S30)를 진행하여, 최고점을 기록한 루트 세그먼트(10)들을 선택하고, 항공정보간행물(AIP)로부터 수집한 항공경로 정보에 의해 루트 세그먼트(10)가 정의되지 않은 구역 부분은 추가선정단계(S40)를 통해 설정되는 임의의 루트 세그먼트(10)들 중 루트 스코어링 과정 또는 평균거리 연산 과정을 통해 하나의 루트 세그먼트(10)를 선택할 수 있다.
- [0074] 다음, 도 8의 (d)는 최종적으로 추정된 비행 계획을 나타낸 것으로, 상기 루트 스코어링 단계(S30) 및 추가선정단계(S40)를 통해 선택된 루트 세그먼트(10)들을 서로 연결하여 비행 경로를 생성시키고, 생성된 비행 경로를 항공기의 원래 비행계획으로 추정할 수 있다.
- [0075] 따라서, 전술한 바와 같은 본 발명에 따른 비행 계획 추정방법에 의하면, 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(20)를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을

신속하면서도 정확하게 추정할 수 있을 뿐만 아니라, 항적데이터(20)만으로 원래의 비행계획을 추정할 수 있으므로 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션을 위한 시나리오의 생성 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있는 등의 다양한 장점을 갖는 것이다.

[0077] 전술한 실시예들은 본 발명의 가장 바람직한 예에 대하여 설명한 것이지만, 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 있어서 명백한 것이다.

산업상 이용가능성

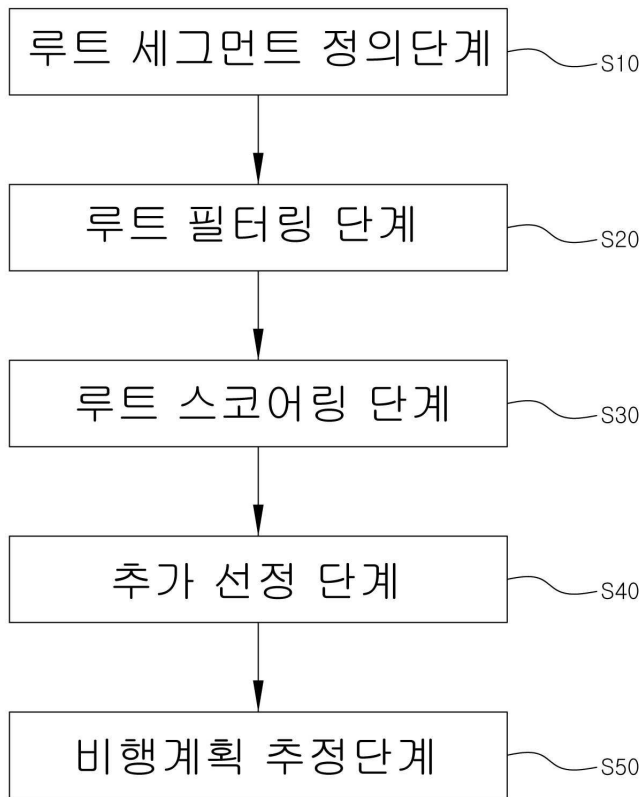
[0079] 본 발명은 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 항공기로부터 용이하게 획득할 수 있는 항적데이터(ADS-B data)를 이용하여 비행경로, 이륙 또는 착륙을 위한 접근 절차 등을 포함하는 원래의 비행계획을 추정함으로써 유,무인 항공기의 통합 운용 시뮬레이션 뿐만 아니라, 다양한 항공교통관리 환경을 평가하기 위한 시뮬레이션에도 유용하게 사용될 수 있도록 하는 항적데이터를 이용한 비행 계획 추정방법에 관한 것이다.

부호의 설명

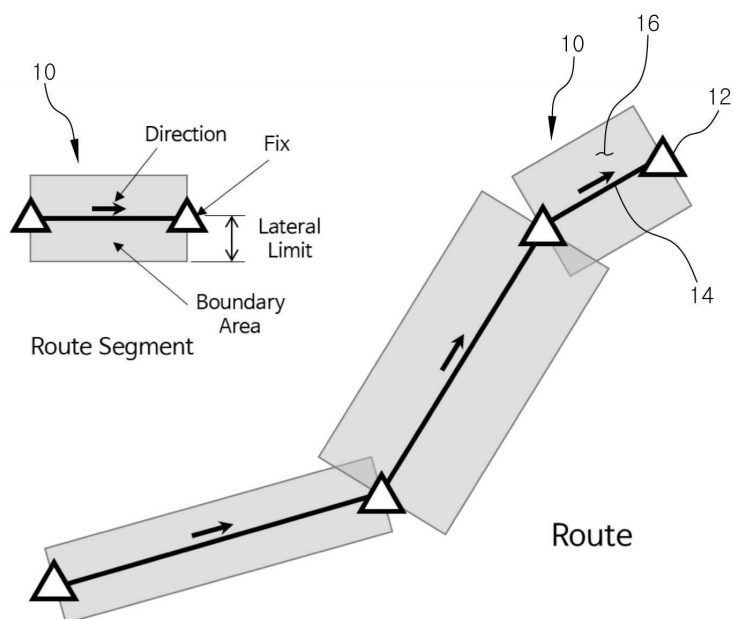
[0081] 10 : 루트 세그먼트 12 : 픽스
14 : 라인 세그먼트 16 : 경계 영역
20 : 항적데이터 22 : 트랙포인트
S10 : 루트 세그먼트 정의단계 S20 : 루트 필터링 단계
S30 : 루트 스코어링 단계 S40 : 추가선정단계
S50 : 비행계획 추정단계

도면

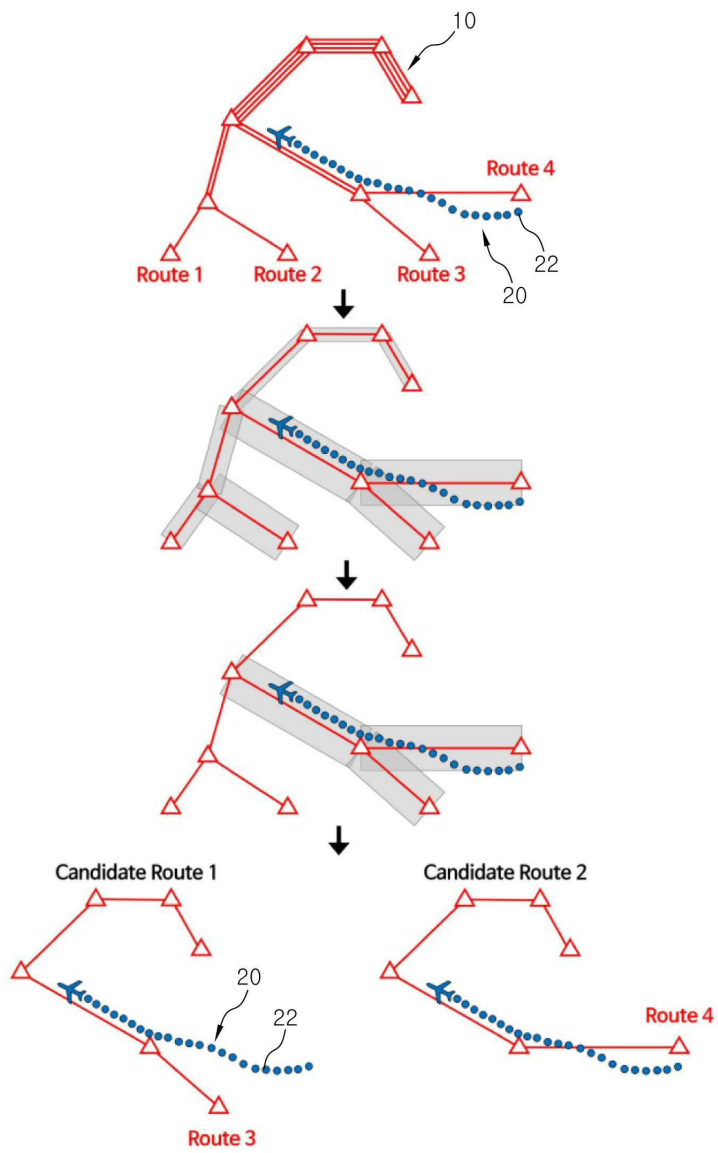
도면1



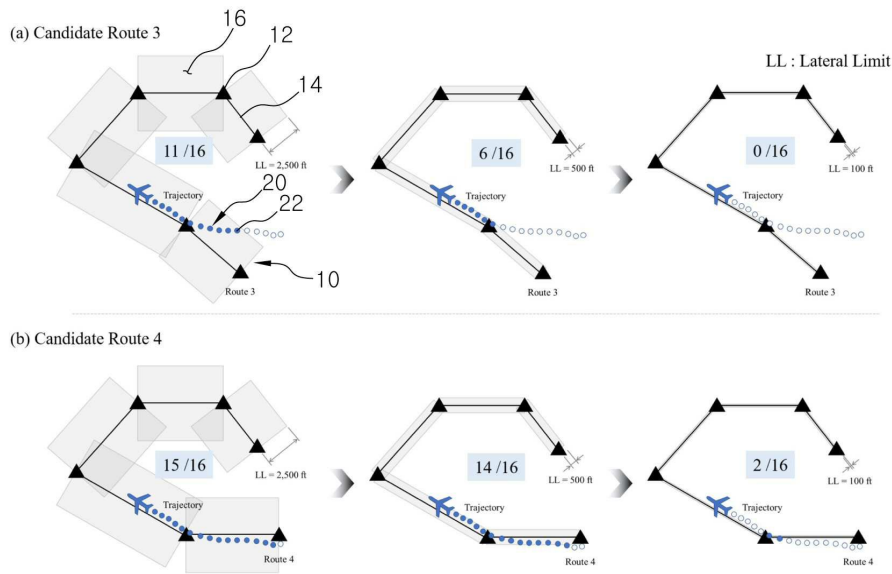
도면2



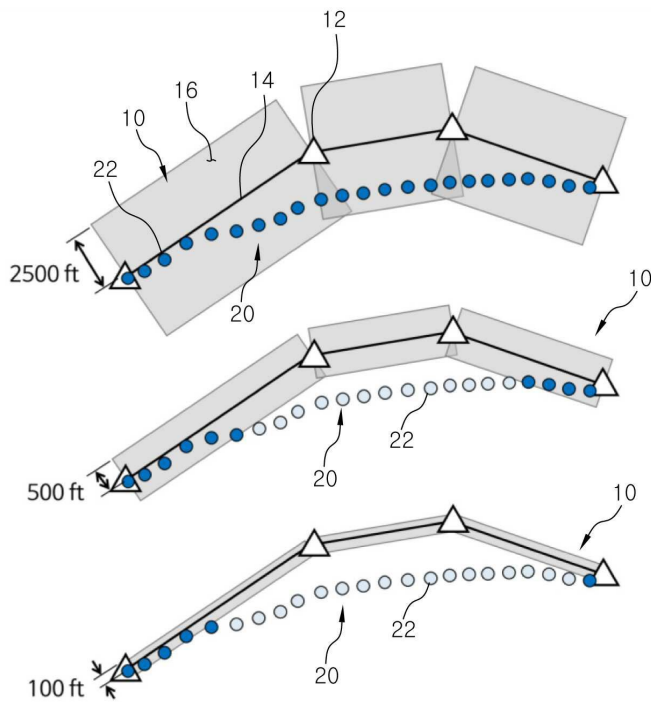
도면3



도면4

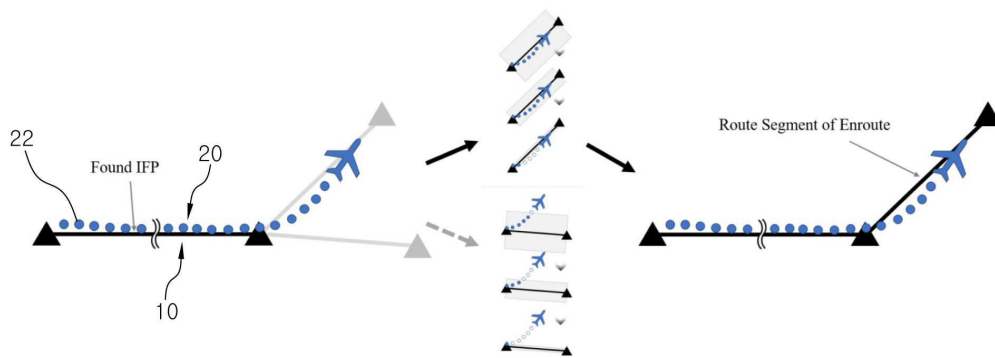


도면5

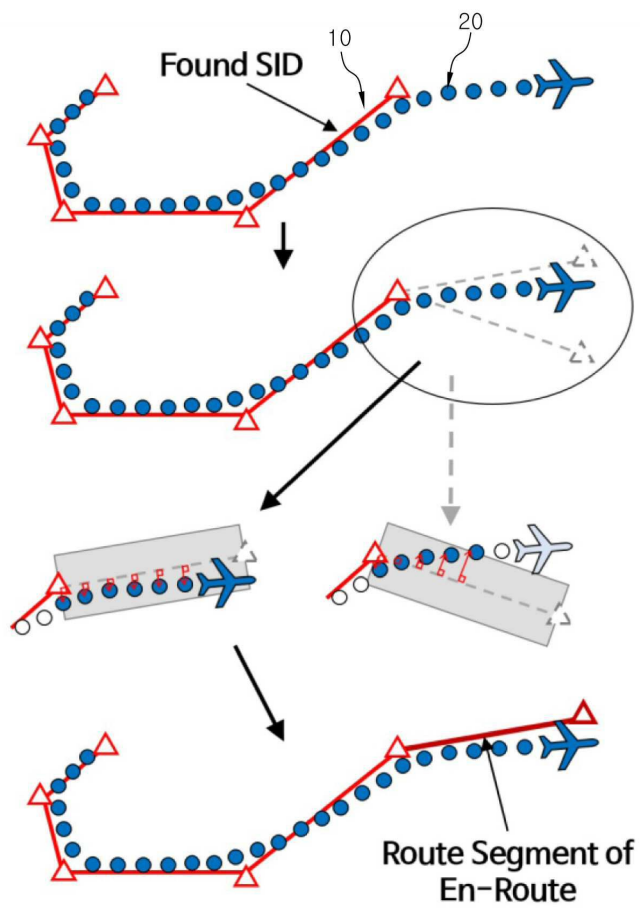


$$RouteScore = \frac{23}{2500^2} + \dots + \frac{10}{500^2} + \dots + \frac{6}{100^2} + \dots \cong 6.437 \times 10^{-4}$$

도면6



도면7



도면8

