



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0049365
(43) 공개일자 2013년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G08G 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0114351

(22) 출원일자 2011년11월04일

심사청구일자 2011년11월04일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

박효달

서울특별시 서초구 신반포로 45, 54동 405호 (반포동, 반포아파트)

최상방

서울특별시 양천구 목동동로 100, 목동신시가지아파트 1312동 404호 (신정동)

정동석

서울특별시 강남구 언주로30길 56, 디동 507호 (도곡동, 타워팰리스)

(74) 대리인

특허법인무한

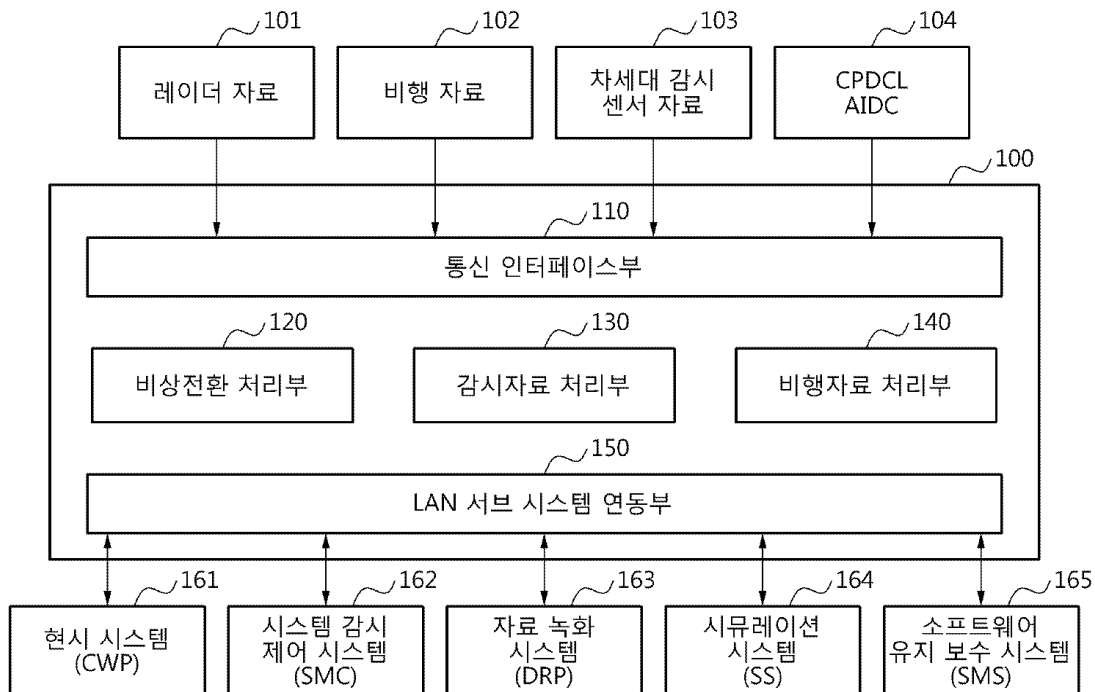
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 항공관제를 위한 통합정보처리 시스템

(57) 요약

항공관제를 위한 통합 정보처리 시스템이 제공된다. 일부 실시예에서, 항공관제 정보처리 시스템은 PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및 MALT(Multilateration) 자료를 수신하여 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리를 수행하는 감시자료 처리부를 포함하며, 또한 항공기 비행 자료(Flight Data)를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리부를 포함하고 이모든 자료를 통합하여 관제사가 관제하도록 지원하는 현시 시스템(CWP)을 포함 한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 07항공-항행-03

부처명 국토해양부

연구사업명 항공 · 선진화사업

연구과제명 항공관제용 통합 정보처리 시스템 개발

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2007.12.27 ~ 2014.10.08

특허청구의 범위

청구항 1

PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및 MALT(Multilateration) 자료를 수신하여 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리를 수행하는 감시자료 처리부; 및

항공기 비행 자료(Flight Data)를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리부

를 포함하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 감시자료 처리부는 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하여 상기 자료 처리를 수행하는 항공관제 정보 처리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 비행자료 처리부는 상기 비행자료에 포함된 비행계획을 이용하여 4D 비행궤도 예측을 수행하여 상기 자료 처리에 반영하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 비행자료 처리부는 상기 자료 처리 수행에 있어서의 TEM(Total Energy Model)을 개선하여 상기 자료 처리에 반영하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 비행자료 처리부는 빈센티 포뮬러 알고리즘(Vincenty Formular Algorithm)을 이용하여 지점 간 거리 산출 정확도를 개선하여 상기 자료 처리에 반영하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 현시시스템(CWP)

을 더 포함하는, 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 상기 관제 화면 자료와 합성 또는 오버레이 하여 관제사가 쉽게 관제하도록 하는 현시시스템(CWP)

을 더 포함하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리 결과에서 비상 상황 이벤트를 실시간 필터링하여 상기 항공관제 시스

템의 서버 시스템인 시스템 감시제어 시스템에 전달하는 비상전환 처리부를 더 포함하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 감시자료 처리부는 상기 자료 처리 결과를 상기 항공관제 시스템의 서버 시스템인 소프트웨어 유지보수 시스템에 전달하여 자동 지도 편집이 수행되도록 하는 항공관제 정보처리 시스템.

청구항 10

PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및 MALT(Multilateration) 자료를 수신하여 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리를 수행하는 감시자료 처리 단계; 및

항공기 비행 자료(Flight Data)를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리 단계를 포함하는 항공관제 정보처리 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예는 항공 관제를 위한 통합 정보처리 시스템에 연관되며, 보다 특정하게는 항공 관제 시 자료 현시 기술, 감시자료처리, 비행자료처리 및 시스템감시제어 등 항공 관제를 위한 통합 정보처리 방법에 연관된다.

배경기술

[0002] 항공기의 질서정연한 운항 흐름 유지와 항공 사고 방지를 위해, 현재 운용 중인 국내 민간 또는 군사 항공 관제 시스템에서는 다양한 자료들을 처리하고 제어하는 항공 관제 정보처리 시스템이 운영되고 있다.

[0003] 이러한 항공관제 시스템은 항공기간의 충돌과 항공기와 장애물간의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 상태를 관리함으로써 항공교통의 안전과 효율성 제고한다.

[0004] 또한 항공관제 시스템은 관제사에게 항공기의 식별 및 현시, 비행계획자료 현시 및 분배, 비행 안전경고를 제공하고, 관제사의 요구 자료를 처리하는 역할을 하여 항공 안전에 큰 역할을 맡고 있는 시스템으로, 그 중요성이나 시장성에 대한 전망이 밝다.

[0005] 그런데 현재 국내에서 운용되고 있는 항공관제시스템은 모두 외국에서 도입된 장비로서 인천비행정보구역을 담당하는 항공교통센터(ACC)를 중심으로 14개 접근관제소와 24개 공항관제탑에서 운용 중이다.

[0006] 한편, 항공관제시스템의 전적인 해외 의존에 따라 기술적 종속 및 도입/운용 비용의 과다 지출을 고려하면 개선이 필요하고, 차세대 항공교통관리시스템의 주도적인 설계 및 통합 기술을 늘리는 것은 중요한 국가적 과제라 할 수 있다.

[0007] 이미 선진국들에서는, 미국의 국가공영체계(National Airspace System) 현대화 중장기 계획, 유럽의 단일 공역을 목표로 한 SESAR(Single European Sky ATM Research Program) ATM 현대화 계획 등 세계적으로 CNS(Communication Navigation Surveillance) 기술을 기반으로 기존 레이더와 차세대 항공통신 및 감시시스템을 통합하는 방향으로 발전이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

[0008] 따라서, 항공 수송규모 세계 10위권을 차지하고 있는 국내 민항공의 운영 경험과 IT 기초/기반 기술을 바탕으로 항공관제용 통합시스템의 설계기술을 확보하고 시범운용 시스템 개발 및 표준화를 통하여 항공교통 안전 확보와 효율 제고는 물론 차세대 통합항공관제시스템을 개발하여 항공 안전을 도모하고 나아가 기술 수출까지 이룰 수 있는 연구가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 항공안전강화를 위해 레이더 기반의 감시정보, 비행자료, 관제용 정보처리를 통합하여 처리하는 통합정보처리시스템이 제공된다.
- [0010] 감시자료와 비행자료를 연동하여 통합 인터페이스 하여 현시시스템(CWP)으로 전달하는 통합관제시스템이 제공된다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 일측에 따르면, PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및 MALT(Multilateration) 자료를 수신하여 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리를 수행하는 감시자료 처리부, 및 항공기 비행 자료(Flight Data)를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리부를 포함하는 항공관제 정보처리 시스템이 제공된다.
- [0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 감시자료 처리부는 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하여 상기 자료 처리를 수행한다.
- [0013] 이 경우, 상기 비행자료 처리부는 상기 비행자료에 포함된 비행계획을 이용하여 4D 비행궤도 예측을 수행하여 상기 자료 처리에 반영할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 비행자료 처리부는 상기 자료 처리 수행에 있어서의 TEM(Total Energy Model)을 개선하여 상기 자료 처리에 반영할 수도 있다.
- [0015] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 비행자료 처리부는 빈센티 포물리 알고리즘(Vincenty Formular Algorithm)을 이용하여 지점 간 거리 산출 정확도를 개선하여 상기 자료 처리에 반영한다.
- [0016] 한편, 상기 현시시스템은 기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 수신하여 상기 자료 처리에 반영할 수도 있다.
- [0017] 이 경우, 상기 현시시스템은 기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 관제석에서 각종 관제자료와 동시에 기상 자료도 볼 수 있도록 한다. 항공관제 정보처리 시스템은 상기 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리 결과에서 비상 상황 이벤트를 실시간 필터링하여 상기 항공관제 시스템의 서브 시스템인 시스템 감시제어 시스템에 전달하는 비상전환 처리부를 더 포함한다.
- [0018] 이 경우, 상기 감시자료 처리부는 상기 자료 처리 결과를 상기 항공관제 시스템의 서브 시스템인 소프트웨어 유지보수 시스템에 전달하여 자동 지도 편집이 수행되도록 할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 일측에 따르면, PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및 MALT(Multilateration) 자료를 수신하여 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리를 수행하는 감시자료 처리 단계, 및 항공기 비행 자료(Flight Data)를 수신하여 상기 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리 단계를 포함하는 항공관제 정보처리 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0020] 레이더 기반의 감시정보, 차세대 감시 센서 자료, 비행 자료 등이 항공 관제를 위해 통합 처리되어 항공 관제 정확성과 편리성이 개선된다.
- [0021] 감시자료와 비행자료가 연동되어 현시 자료의 시인성과 정보전달성이 크게 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 통합 정보처리 시스템의 블록도를 도시한다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 정보처리 시스템의 감시자료 처리부에 센싱 자료를 제공하는 다양한 자료 제공 소스들의 예를 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 4D 비행궤도 예측 환경 및 그 예측 결과의 예시적 현시를 도시한다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 정보처리 시스템의 비상전환 처리부가 서버 시스템을 통하여 이벤트 경고 처리를 수행하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부에 의한 예시적인 비행기 출발/도착 관리 현시를 도시한다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 관제 현시 화면에 연동되는 구름 사진이나 기상 레이더 센싱 자료를 도시한다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 PBN 항법 가능 비행 현시가 수행되는 예시적 모습을 도시한다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 감시자료 처리부가 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하는 과정 및 그 결과를 설명하기 위한 개념도이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 멀티 레이더 트래킹에 의해 항적 정확도를 향상시키는 내용을 설명하기 위한 블록도이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 항적 추적 기법의 적용 예를 설명하기 위한 개념도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따라 BADA TEM 사용으로 예측 정확도 향상을 달성한 결과를 설명하기 위한 예시적 그래프이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따라 보간법 또는 외삽법에 의해 항공기 위치 예측을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부에 의한 비행계획 관리 테이블 구성도를 도시한다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부에 의한 비행계획 상태관리 타이머를 설명하기 위한 개념도이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따라 SSR 코드가 관리되기 위한 DB 테이블 구조의 예를 도시한다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따라 외부의 시스템 감시제어 시스템에서 이벤트 처리가 수행되는 내용을 도시한다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 항공관제 시스템을 종래의 관제 현시 화면과 비교하기 위한 개념도이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따라 다중레이더 항적 처리의 정확도가 개선된 결과를 도시하는 예시적 그래프이다.

도 19는 본 발명의 일실시예에 따라 실제 데이터와 궤도 모델링 결과 값의 오차를 비교한 예시적 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 통합 정보처리 시스템의 블록도를 도시한다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 따르면, 항공관제용 통합정보처리 시스템(100)은 외부의 다양한 센싱 자료들을 통신 네트워크를 통해 수신하는 데에 활용되는 통신 인터페이스부(110), 항공기 운항을 위한 센서 자료를 처리하는 감시자료 처리부(130), 비행자료를 이용하여 상기 항공기 운항 자료 처리에 반영하는 비행자료 처리부(140) 및 상기 항공기 운항 자료에 따른 이벤트 처리 등에 연동되는 비상전환 처리부(120) 등을 포함한다.

[0026] 항공관제용 통합정보처리 시스템 (100)은 그 서버 시스템(Sub-system)인 현시시스템(161), 시스템 감시제어 시스템(162), 자료 녹화 시스템(163), 시뮬레이션 시스템(164) 및 소프트웨어 유지보수 시스템(165) 등과 LAN 서버 시스템 연동부(150)의 라우팅으로 연동될 수 있다.

[0027] 정보처리 시스템(100)에는 각종 레이더가 센싱한 레이더 자료(101), 비행계획이 포함된 비행자료(102), 차세대 감시 센서 자료(103) 및 CPDCL이나 AIDC 자료(104) 등이 수신된다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 레이더 자료(101)에는 비행체를 감지하는 다양한 레이더 측정 자료뿐만 아니라 레이더가 관측한 기상 자료가 포함된다.

[0029] 그리고 차세대 감시 센서 자료(103)에는 PSR(Primary Surveillance Radar) 센싱 자료, SSR(Secondary Surveillance Radar) 모드-S 센싱 자료, ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) 센싱 자료 및

MALT(Multilateration) 자료 등이 포함된다.

- [0030] 감시자료 처리부(130)는 이러한 자료들을 수신하여 혼합(fusion) 처리함으로써 현재의 항공기 위치나 비행 궤적을 정확하게 예측 및 추적(tracking)한다.
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 감시자료 처리부(130)는 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하여 상기 자료 처리를 수행한다.
- [0032] 기존 시스템에서는 단일 칼만 필터를 사용하여 다양한 비행 모드에 최적화되어 있지 않으나, 본 발명의 실시예에 따르면 다양한 비행 모드(Uniform Motion, Uniform Speed Change, Standard Turn)를 적용한 다중 모델(IMM, Interacting Multiple Model) 필터를 이용하여 여러 비행 모드에서 추적 정확도 향상이 가능하다.
- [0033] 이러한 IMM 필터를 이용한 장점은 아래와 같다.
- [0034] - 이론적으로 최적인 다중 레이더 추적 방법
- [0035] - 다중 레이더 사용에 의해 시스템 항적 정밀도 향상
- [0036] - 기동 항적에 대한 추적 성능 향상(Plot 입력 간격이 짧음)
- [0037] 이 경우, 상기 비행자료 처리부(140)는 상기 비행자료에 포함된 비행계획을 이용하여 4D 비행궤도 예측을 수행하여 상기 자료 처리에 반영할 수 있다.
- [0038] 또한, 상기 비행자료 처리부(140)는 상기 자료 처리 수행에 있어서의 TEM(Total Energy Model)을 개선하여 상기 자료 처리에 반영할 수도 있다.
- [0039] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 비행자료 처리부(140)는 빈센티 포물러 알고리즘(Vincenty Formular Algorithm)을 이용하여 지점 간 거리 산출 정확도를 개선하여 상기 자료 처리에 반영한다.
- [0040] Vincenty's formulae는 지구를 타원으로 가정하여 계산하는 방법으로 타원상에서의 거리, 방위각, 위치 오차가 1m 정도로 보다 정확하게 계산할 수 있어 현대에 가장 정확하다고 알려진 경위도 계산식이다.
- [0041] 한편, 상기 감시자료 처리부(130)는 기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 수신하여 상기 자료 처리에 반영할 수도 있다.
- [0042] 이 경우, 상기 감시자료 처리부(130)는 기상레이더 측정 자료 또는 구름사진 자료 중 적어도 하나를 상기 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리와 합성하여 상기 항공관제 시스템의 서버 시스템인 현시시스템에 전달한다.
- [0043] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 항공관제 정보처리 시스템(100)은 상기 항공기 위치 파악을 위한 자료 처리 결과에서 비상 상황 이벤트를 실시간 필터링하여 상기 항공관제 시스템의 서버 시스템인 시스템 감시제어 시스템에 전달하는 비상전환 처리부(120)를 더 포함한다.
- [0044] 이 경우, 상기 감시자료 처리부(130)는 상기 자료 처리 결과를 상기 항공관제 시스템의 서버 시스템인 소프트웨어 유지보수 시스템(SMS; Software Maintenance System)(165)에 전달하여 자동 지도 편집이 수행되도록 할 수 있다.
- [0045] 서버 시스템에서는 본 발명의 시스템(100)으로부터 처리되어 제공되는 내용을 표시하는 현시 시스템(CWP; Console Workstation Process)(161), 시스템 감시 제어 시스템(SMC; System Monitoring & Control)(162), 자료 녹화 시스템(DRP; Data Recording & Playback System)(163), 및 시뮬레이션 시스템(Simulation System)(164) 등이 포함될 수 있다.
- [0046] 자료 녹화 시스템(163)은 자료를 녹화하고 플레이 할 수 있는 기능을 제공한다. 종래의 시스템에 따른 리플레이 및 플레이백(Replay & Playback) 시스템은 단순히 관제 영상 테이프 녹화 및 재생 수준의 서비스를 제공하였으나, 본 발명의 일실시예에 따르면 Passive mode (관제영상 녹화 및 재생)뿐만 아니라 Active mode (관제자료 저장 및 재현) 등이 가능하다.
- [0047] 여기서 Active mode 는 저장된 레이더 자료를 재생하여 당시의 관제 화면을 그대로 재현하여 CWP의 기능 사용 가능하게 하거나 속도 조절 / 중단 / 재시작 등 재생 기능이 강화되었다.
- [0048] 이상에서 각 블록에 대한 설명을 개략적으로 하였으며, 세부 구성의 동작과 본 발명의 다양한 실시예들에 대해서는 도 2 내지 도 19를 참조하여 보다 상세히 후술한다.

- [0049] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 정보처리 시스템의 감시자료 처리부에 센싱 자료를 제공하는 다양한 자료 제공 소스들의 예를 도시한다.
- [0050] ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)(210)는 동작 상태(수평, 수직위치, 속도)를 주기적으로 방송하는 항공기 또는 지상장비에서 일어나는 기능의 일종으로 항공기 제한사항(가시선 미확보로 인한 통신 두절)을 최소화하거나, 항공 관제 기능을 향상시키고, 항공기 충돌의 방지를 통해 안전 비행을 유도하는 데 사용된다.
- [0051] PSR/SSR(220)은 각각 Primary Surveillance Radar와 Secondary Surveillance Radar를 나타내며, 대부분의 공항 및 관제시설에 설치되어 있다.
- [0052] PSR은 지상의 레이더로 항공기의 위치한 확인하는 장비로서, 항공기에 직접 부딪혀서 돌아오는 반사파를 이용하여 거리를 측정하는 통상의 레이더이다.
- [0053] SSR은 지상 레이더에서 항공기에 전파를 쏘면 항공기가 필요한 정보, 이를테면 고도나 속도, 방향, 콜 사인(CALL SIGN)을 레이더에 직접 회신함으로써 지상의 관제사가 해당 항공기의 각종 정보를 획득하는 방식이다. 이러한 교신을 위해서는 지상의 레이더뿐만 아니라 항공기에도 관련 장비가 갖추어져 있어야 하며 대부분의 민간항공기에는 SSR 관련 장비가 필수로 탑재되어 있다.
- [0054] 모드-S(MODE-S) 통신(230)은 2차 감시 레이더가 항공기와 감시시스템을 위한 정보를 교환할 때 부수적으로 관제 이외의 정보를 첨부하여 교환하는 통신방식이다.
- [0055] MALT(Multilateration)(240)은 회전하지 않는 인터로게이터라고도 이해될 수 있으며, 쌍곡선 함수 포지셔닝이라고도 한다. 세 개 이상의 수신기의 도달 시간 차이(TDOA)를 이용하여 타겟의 위치를 계산하는 기술을 적용하는 것으로, 항공기에 별도의 탑재 장비를 요구하지 않아 종전의 레이더보다 비용이 적게 들고, 또한 회전하는 안테나를 갖고 있지 않아 유지관리가 용이하다.
- [0056] 이러한 다양한 소스들에 의해 측정된 자료들이 도 1의 레이더 자료(101) 또는 차세대 감시 센서 자료(103) 등으로 이해될 수 있으며, 통신 인터페이스부(110)를 통해 감시자료 처리부(130)부에 전달된다.
- [0057] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 4D 비행궤도 예측 환경 및 그 예측 결과의 예시적 현시를 도시한다.
- [0058] 4D Trajectory 계산이란 항공기관제에서 항공기의 위치만을 계산하는 것이 아니라 예측시간 및 소요시간 등을 계산하여 정확한 출발, 도착 시간을 예측하는 것으로써 앞으로 차세대 관제시스템에서 필수적인 요소이다. 다음 그림 1은 외국의 선진 시스템에서 4D Trajectory를 구현한 그림으로써 그림에서 도시된 바와 같이 항로에 각 지점에 대한 시간정보를 현시할 수 있기 때문에 정확한 시간 예측이 가능하다.
- [0059] 항공기의 4D Trajectory를 계산하기 위해서는 다음과 같은 정보들이 필요하다.
- [0060] - 항로 정보
- [0061] - 각 항공기의 성능정보(속도, 무게, 항공역학, 상승률, 하강률 등)
- [0062] - 항공용 통신장비
- [0063] - 활주로 정보
- [0064] - 출발/도착 절차(SID / STAR)
- [0065] - 위치정보(GPS, ADS-B, 레이더 정보 등)
- [0066] - 주변 환경 정보(풍속, 풍향, 온도, 습도, 고도 등)
- [0067] 이러한 정보들을 통해 항공기의 미래 이동궤도에 대한 위도, 경도, 고도, 시각 값을 예측한 것이 4D 비행궤도 예측이다.
- [0068] 4D 비행궤도 예측 환경(410)에서 상기한 방식과 같이 4D 비행궤도 예측을 수행한 내용이 궤도 예측 현시 결과(420)에 도시된다. 시간대 별로 항공기 위치가 예측되어 궤도 상에 표현되는 것을 볼 수 있다.
- [0069] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 정보처리 시스템의 비상전환 처리부(120)가 서버 시스템을 통하여 이벤트 경고 처리를 수행하는 과정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0070] 감시자료 처리부(130)가 비행자료 처리부(140)이 제공한 비행자료, 이를테면 비행계획이나 경로, 항공기 자체의

정보(무게, 성능, 탑승인원 등)와 환경 정보 등을 조합하여 서로 다른 비행기 간의 4D 비행 궤적을 비교한 다음, 이러한 내용이 비상전환 처리부(120)로 전달되면, 비상전환 처리부는 이를 필터링하여 실제 위험 상황에 대한 분석을 한 다음 외부의 현시 시스템을 통해 STCA (단기충돌경고), MTCA (중기충돌경고) 등을 동시에 제공한다.

[0071] 거리 별로 단기 충돌경고와 중기 충돌경고를 발하는 단계들이 개념도(410)에서 제공되며, APM / MSAW 등의 3차원 자료를 이용하는 경보에 대한 정보 현시 예시도(420)가 도시되었다.

[0072] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부(140)에 의한 예시적인 비행기 출발/도착 관리 현시(510)를 도시한다.

[0073] 비행 스케줄이나 공항 터미널과의 연동 정보 등이 비행자료 처리부(140)에 수신되면 이러한 자료들이 비행자료 처리부(140)에서 처리되어, 원하는 시간에 맞는 출발 관리 현시 (Arrival Management)와 도착 관리 현시 (Departure Management)가 제공되었다.

[0074] 이러한 정보들이 항공기 관제 시스템에서 통합 처리됨으로써 항공 관제의 효율성 증가와 정확성 편의성 개선이 기대된다.

[0075] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 관제 현시 화면에 연동되는 구름 사진(610)이나 기상 레이더 센싱 자료(620)를 도시한다.

[0076] 본 발명의 일실시예에 따르면, 구름 사진(610)이나 기상 레이더 센싱 자료(620)가 관제 화면에 직접 연동된다.

[0077] 따라서 비행 궤적이나 비행 정보의 맵 상에 구름 사진과 레이더 센싱 자료들, 이를테면 구름의 위치, 구름 이동 속도, 구름 크기와 두께, 수증기 함유량 등의 각종 정보가 관제 화면에 직접 현시된다.

[0078] 이러한 과정에서의 영상 처리는 다중 레이어 통합 렌더링에 의해 수행될 수 있으며, 관제사가 항공기 조종사에게 구름이 많이 낀 지역은 회피하여 운항할 수 있도록 유도하게 하는 데에 매우 효과적이고 직관적이다.

[0079] 종래에는 기상 레이더의 에코(echo)만 확인하는 것이 가능하였으나, 본 실시예에 따르면 기상 레이더 및 위성 레이더 자료 현시 AMOS 자료 연동하므로, 기상악화 지역에 대해서는 별도로 경보표시를 할 수 있도록 하여 안전한 운항을 유도할 수도 있다.

[0080] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 PBN 항법 가능 비행 현시가 수행되는 예시적 모습(710)을 도시한다.

[0081] PBN(Performance Based Navigation) 항법 가능 비행 현시에 있어서 항공기가 운항 중일 때와 그라운드에 있을 때가 구분되어 표시되며, 이 과정에서 점선으로 마킹 한 PBN(Performance Based Navigation) 정보가 함께 현시되는 것을 확인할 수 있다.

[0082] 본 발명의 일실시예에 따르면, CPDLC(조종사-관제사 데이터통신)에서 FIS-B (차세대운항정보방송서비스) 를 통해 다음의 정보 교환이 가능하다.

[0083] - METAR(정시비행장기상실황)

[0084] - TAF(비행장예보)

[0085] - SIGMETs(악기상정보)

[0086] - PIREP(조종사기상보고)

[0087] - AWW(악기상예보경보) 등 의 기상 정보 및 각종 운항정보 전달

[0088] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 감시자료 처리부가 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하는 과정 및 그 결과를 설명하기 위한 개념도(810 및 820)이다.

[0089] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 감시자료 처리부는 상호 작용 다중 모델(IMM) 필터를 적용하여 상기 자료 처리를 수행한다.

[0090] 기존 시스템에서는 단일 칼만필터를 사용하여 다양한 비행 모드에 최적화되어 있지 않으나, 본 발명의 실시예에 따르면 다양한 비행 모드(Uniform Motion, Uniform Speed Change, Standard Turn)를 적용한 다중 모델(IMM, Interacting Multiple Model) 필터를 이용하여 여러 비행 모드에서 추적 정확도 향상이 가능하다.

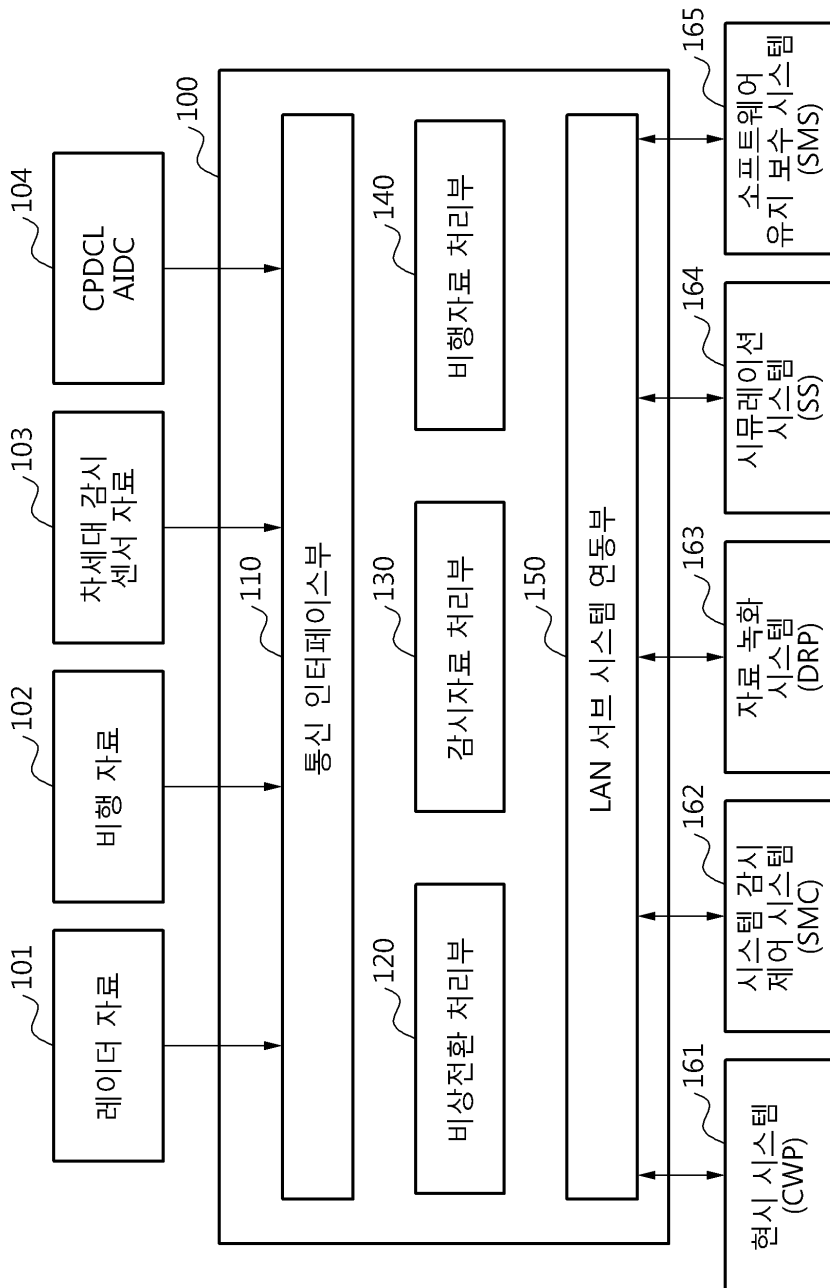
- [0091] 이러한 IMM 필터를 이용한 장점은 아래와 같다.
- [0092] - 이론적으로 최적인 다중 레이더 추적 방법
- [0093] - 다중 레이더 사용에 의해 시스템 항적 정밀도 향상
- [0094] - 기동 항적에 대한 추적 성능 향상(Plot 입력 간격이 짧음)
- [0095] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 멀티 레이더 트래킹에 의해 항적 정확도를 향상시키는 내용을 설명하기 위한 블록도(910)이다.
- [0096] 종래의 시스템에서는 모자이크 방식의 트랙 셀렉션(Track Selection), 트랙 에버리징(Track Averaging) 방식을 이용하였으나, 본 발명의 일실시예에 따르면 입력되는 모든 센서의 데이터를 단일 좌표계 기준으로 변환한 후, 하나의 다중 모델 필터를 사용하여 항적 처리하는 방식인 트루-멀티 레이더 트래킹(True Multi-Radar Tracking) 방법을 사용하므로, 최적의 다중 레이더 추적 성능을 나타낸다.
- [0097] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 항적 추적 기법의 적용 예를 설명하기 위한 개념도(1000)이다.
- [0098] 종래의 시스템에서는 스테레오그래픽 프로젝션(Stereographic Projection)을 이용한 X-Y 좌표 기준의 2차원 추적 방식을 수행하여서 시스템 중심에서 멀어질수록 항적 정확도 감소의 단점이 있었다.
- [0099] 그러나 본 발명의 일실시예에 따르면, 지구 중심을 원점으로 한, 3차원 좌표계 기준으로 항적 처리함에 따라, 시스템 중심과 관계 없이 정확도 높은 항적 자료 제공한다.
- [0100] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따라 BADA TEM 사용으로 예측 정확도 향상을 달성한 결과를 설명하기 위한 예시적 그래프(1110 및 1120)이다.
- [0101] 본 발명의 일실시예에 따르면 감시자료 처리 및 비행자료 처리에 있어서 TEM(Total Energy Model) 사용해 항공기를 운동에너지, 위치에너지를 갖는 하나의 점으로 고려를 하게 되므로 지점간 거리 계산, 항공기의 위치 예측 등이 보다 수월해진다.
- [0102] 나아가 BADA(Base of Aircraft Data) TEM 사용으로 예측 정확도 향상이 가능하며, 강화된 항공기 성능 프로파일 기반으로 TEM 정확도가 다시 향상된다.
- [0103] 또한, 웨이크 터블런스 카테고리(Wake Turbulence Category) 세분화 및 TEM 적용 데이터의 최적화가 가능하다.
- [0104] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따라 보간법 또는 외삽법에 의해 항공기 위치 예측을 수행하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0105] 본 실시예에서는 4D 비행 궤적 계산에 있어서 보간법(Interpolation)과 외삽법(Extrapolation)을 이용한 항공기 위치 예측의 정확도를 향상시킨다.
- [0106] 보간법(Interpolation) 사용 시에는 그래프(1210)과 같이 측정 결과 사이의 연속된 선상의 4D 비행궤도 예측 결과를 제공하게 된다.
- [0107] 그리고 외삽법(Extrapolation)을 이용한 경우 그래프(1220)에서 도시된 바와 같이 현재 측정된 결과를 이용하여 현재 항공기 운항 상황(항공기 운동 에너지, 비행계획)에 기초하여 10초/20초/30초 후 항공기 위치 예측이 가능하다. 이러한 예측 결과는 4D 비행궤적 계산의 정확성을 향상시키며 비상 상황 감지 및 이벤트 필터링에 도움을 준다.
- [0108] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부에 의한 비행계획 관리 테이블 구성도(1300)를 도시한다.
- [0109] 이러한 방식으로 FPL 테이블이 구성됨으로써 최대 FPL 5000건, RPL 25,000건을 동시 처리하는 것이 가능하다.
- [0110] 그리고 Adaptation 값을 적용하며 기존 시스템보다 많은 비행계획을 동시 처리 가능하여 항공 관제정보 처리의 효율성이 크게 개선된다.
- [0111] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 비행자료 처리부에 의한 비행계획 상태관리 타이머를 설명하기 위한 개념도(1400)이다.
- [0112] 타이머 구성에서 세 개의 타이머가 동시 적용되어 비행계획 상태관리의 정확도를 향상이 가능하며, 비행계획을 상태 별로 매 분당 확인하고, 기 처리된 비행계획에 대해서는 Flag로 표시함으로써 100%에 가까운 정확도로 정보 처리 및 제공이 가능하다.

- [0113] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따라 SSR 코드가 관리되기 위한 DB 테이블 구조의 예를 도시한다.
- [0114] SSR 코드 관리용 DB 테이블 구조(1510 및 1520)을 보면, SSR 코드 중복 최소화 알고리즘 적용되어 Deleted 시점이 아닌 Arrival/Terminated 발생 시점에 SSR 코드를 회수하여 코드 회전율을 증가 시키고, DB Table에 SSR 코드가 할당되었던 시간을 d_date 필드로 입력하여 중복 상황 발생시 해당 범위의 코드들 중에서 d_date 필드가 가장 오래된 것을 찾아 제할당하는 방식이 가능하다.
- [0115] 또한, SSR 코드 할당 정확도가 향상되어, flight_route 필드 값을 분석하여 해당 범주에 속하는 SSR 코드로 정확하게 할당 처리하는 것이 가능함으로 알 수 있다.
- [0116] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따라 외부의 시스템 감시제어 시스템에서 이벤트 처리가 수행되는 내용을 도시한다.
- [0117] 종래의 항공관제 시스템에서는 전체 이벤트 실시간 전시밖에 불가능하여, 적절한 시각적 정리가 불가능하였으나, 본 발명의 일실시예에 따르면, 전체 이벤트 실시간 전시가 가능하면서도 실시간 이벤트 필터링을 통해 다양한 검색 조건(Event 종류, Severity, Event Source 및 Message 등)에 부합하는 실시간 이벤트를 선별적으로 표시될 수 있고, 또한 이벤트 검색 및 저장이 가능하여 다양한 검색 조건으로 기 발생한 이벤트를 검색하여 Excel 파일 형식으로 저장하는 추가 작업도 가능하다.
- [0118] 나아가 종래의 시스템에서는 이상 발생 노드 및 서브시스템 별도 분리 전시 기능이 없었으나, 본 발명의 일실시예에 따르면 Degraded/Down 상태 노드 별도 전시창 제공이 가능하고, Unmanageable 상태 노드 별도 전시창 제공도 가능하며, 또한 Unknown 상태 노드 별도 전시창 제공이 가능하다. 이 과정에서 최상위 윈도우에 서브시스템 상태 박스 표시가 가능하다.
- [0119] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 항공관제 시스템을 종래의 관제 현시 화면과 비교하기 위한 개념도이다.
- [0120] 본 발명의 일실시예에 따른 항공관제 정보처리 시스템에 따르면, Map Editor 기능 개선, Adaptation 관리 기능 개선, 관제 통계 기능 강화 기존 소프트웨어정비 시스템에 통계관리 기능 강화, 및 훈련통계 기능 강화가 가능하다.
- [0121] 종래에는 도 17에서 도시된 것과 같이 단순한 현시 자료가 개시되었고 운영자가 수동으로 전체 Map 요소 작성하였으나 본 발명의 실시예에 따르면 Map Editor 기능 개선이 가능하여 Adaptation Database에 저장된 항행 데이터를 사용하여 자동으로 Map File 생성이 가능하고, Map 작성 도구를 제공하여 추가로 Map 작성 (Polygon, Polyline, Circle, Arc 등)이 가능하여 운영자 추가 Map 작성 기능이 제공되며, 또한 User Defined Layer 정의가 가능하여 사용자 요구에 따라 다양한 Default Map Layer를 통합/재구성이 가능하고, 나아가 Symbol Editor 제공으로 XPM 형식의 Graphic File 편집 생성이 가능하다.
- [0122] 또한 상기한 바와 같이 Adaptation 관리 기능 개선을 통해, 종래의 시스템에서 단일 화면 구조로 데이터 입력/조회하던 것을 본 발명의 실시예들에서는 Excel File 직접 Import to CSV 또는 Text 형식 변환 없이 직접 Import 하는 MDI Interface를 제공하여 다중 데이터 (MDI) 윈도우를 제공하여 다양한 종류의 데이터 참조 용이하다. 그리고 Grid View를 통해서는 해당 Adaptation Data 전체를 Row 형식으로 제공하며, 필요 시 수직/수평 형태의 화면 전환이 가능하고, 데이터 검색 기능이 별도로 제공되어 Adaptation Data 종류에 따른 여러 검색 조건 제공이 가능하다. 나아가 형상 관리 도구 연동을 통해 Subversion 버전 관리 도구와 연동하여 Adaptation Data 생성 시 자동 버전 관리도 가능하다.
- [0123] 나아가 본 발명의 실시예들에 따르면 상기한 바와 같이 관제 통계 기능 강화 기존 소프트웨어정비 시스템에 통계관리 기능이 강화된다. 이를테면 관제 분석을 위한 통계 및 보고서 산출이 가능하여, 항공교통량보고서, 항공구간별 교통량, 및 근무시간/근무석별 통계 등 다양한 통계 제공이 가능하다.
- [0124] 또한 훈련통계 기능이 강화되어, 관제사 교육 관리와 평가 체계를 시스템적으로 구현하여 개인별 역량 강화가 가능하고, 다양한 통계 제공(교육시간, 교육내용, 평가자, 반복교육, 관제오류 등)이 가능하며, 또한 사용자 편의를 위한 지속적인 기능 추가 및 성능 개량이 가능하다.
- [0125] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따라 다중레이더 항적 처리의 정확도가 개선된 결과를 도시하는 예시적 그래프이다.
- [0126] 다중레이더 항적 처리의 정확도가 상당히 높음을 참조 궤적(Reference Trajectory와 본 발명에 따른 궤적(System Track(SDP))가 거의 일치하는 점으로 확인할 수 있다.

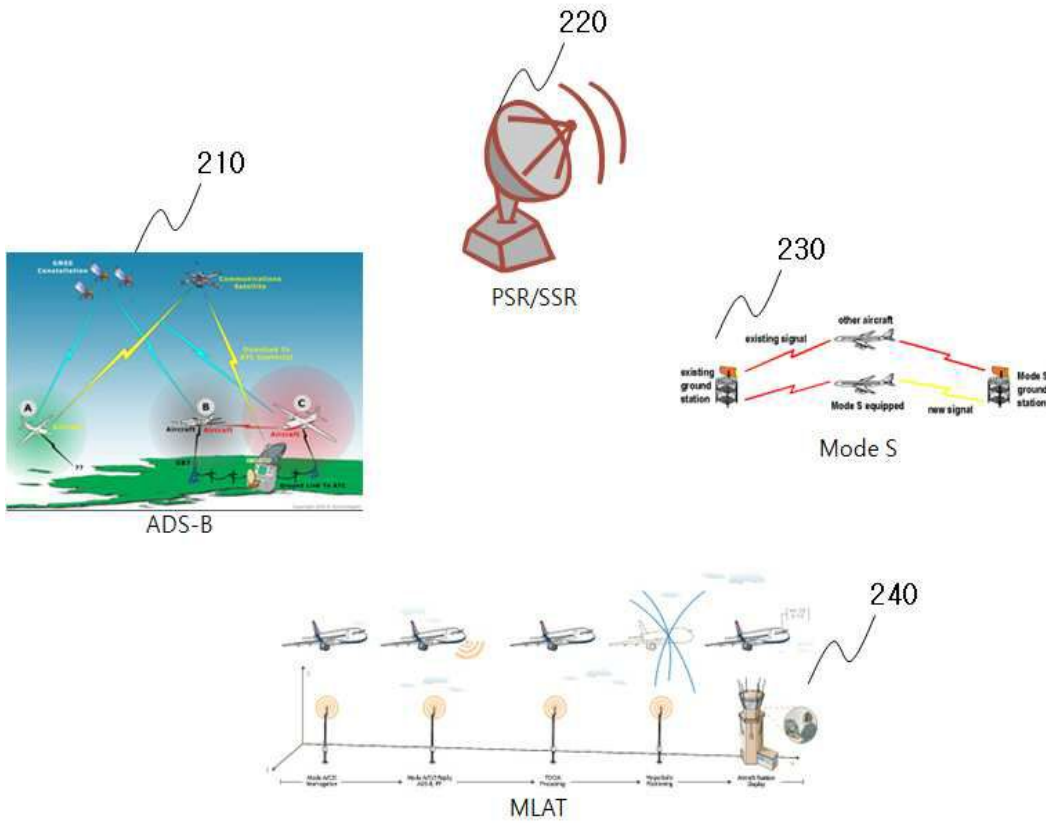
- [0127] 도 19는 본 발명의 일실시예에 따라 실제 데이터와 궤도 모델링 결과 값의 오차를 비교한 예시적 그래프이다.
- [0128] 실 데이터와 본 발명에 따른 궤도 모델링 결과 값의 오차가 거의 없음을 알 수 있다.
- [0129] 본 발명의 실시예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 또한, 상술한 파일 시스템은 컴퓨터 판독이 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다.
- [0130] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0131] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

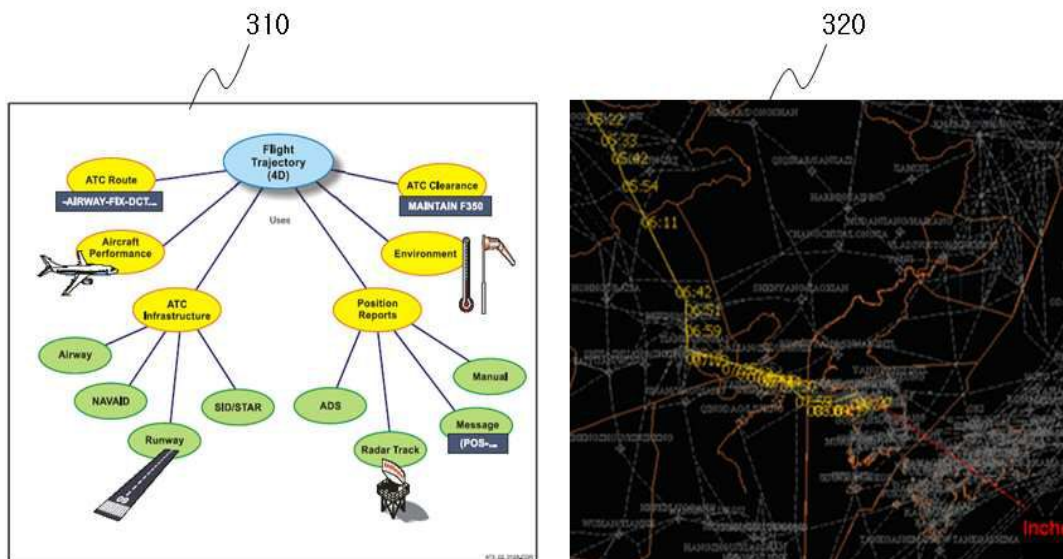
도면1



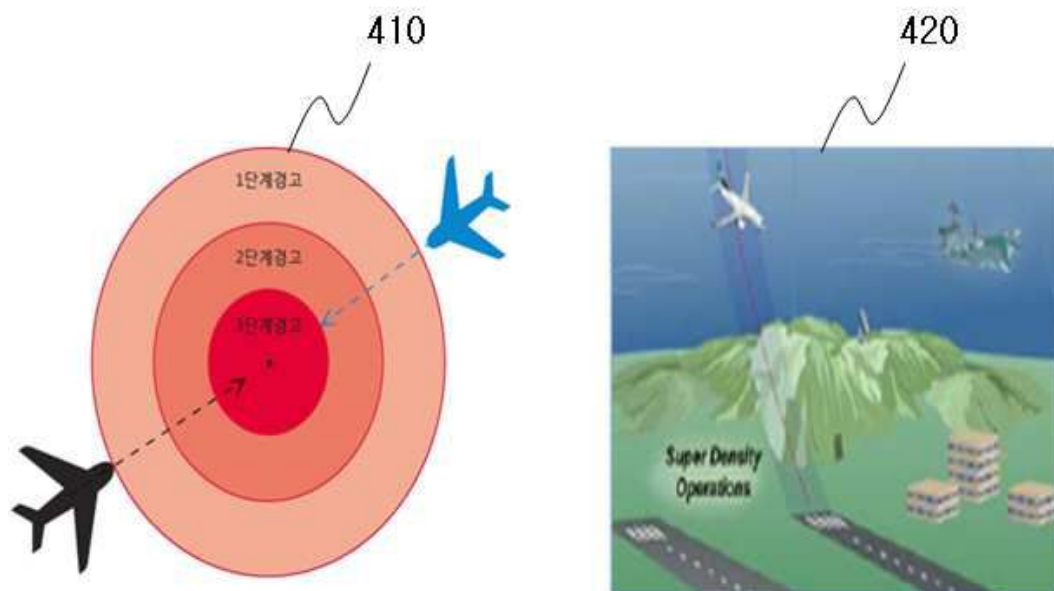
도면2



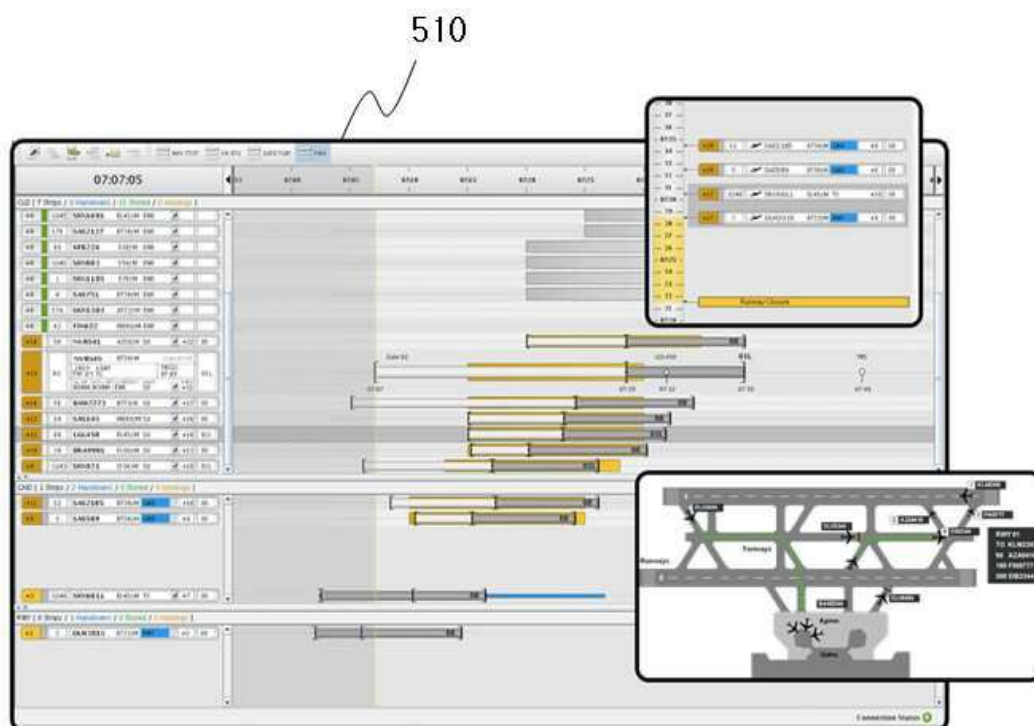
도면3



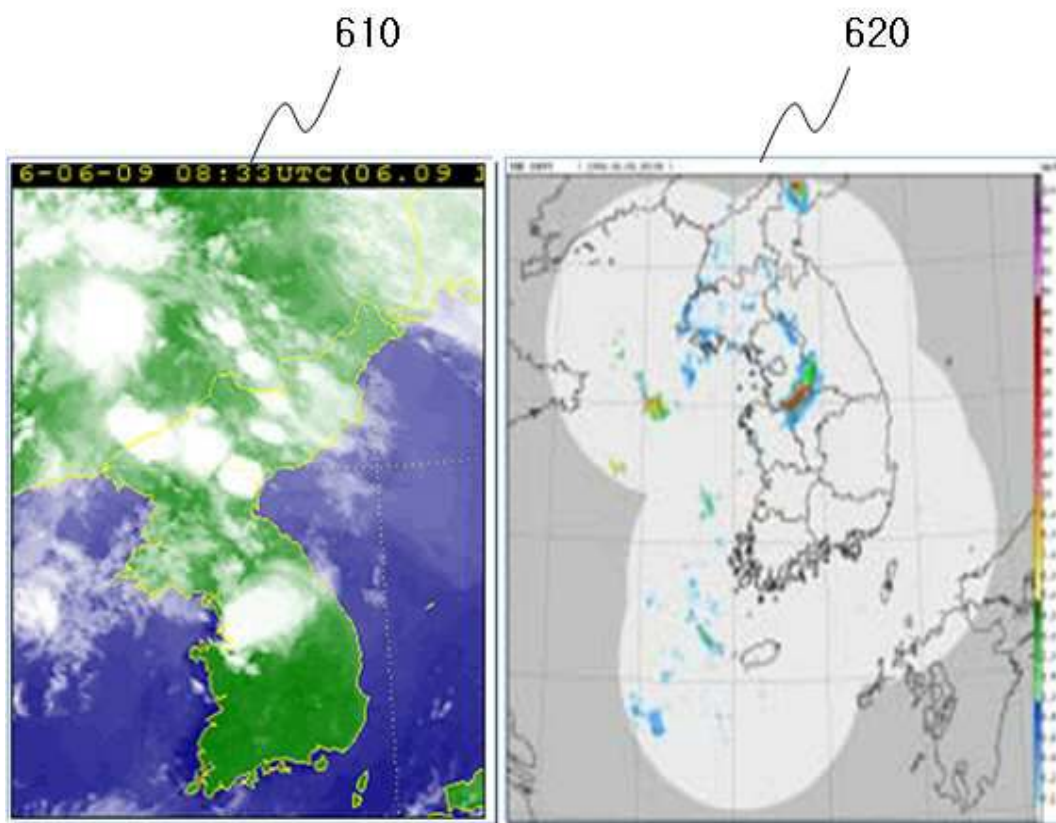
도면4



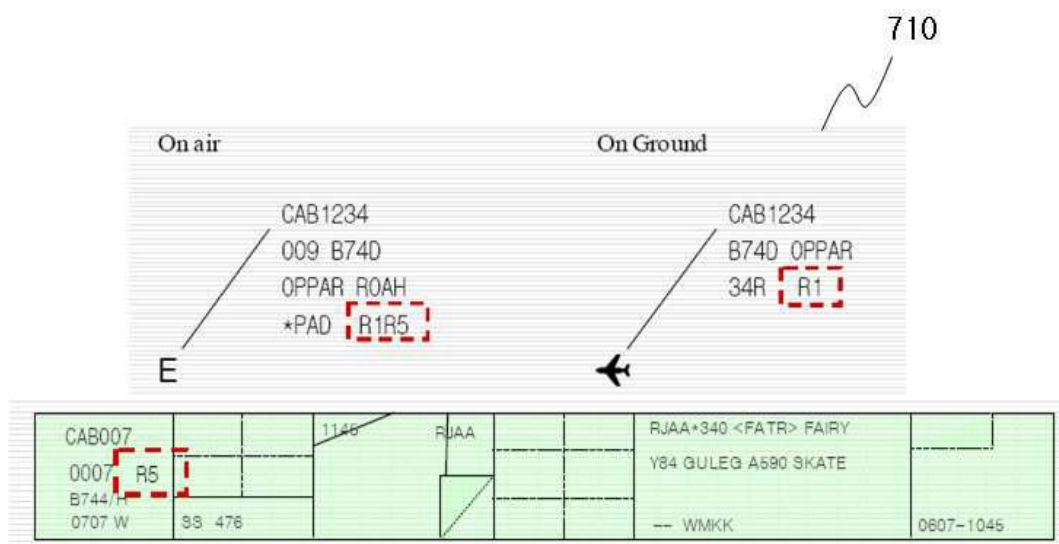
도면5



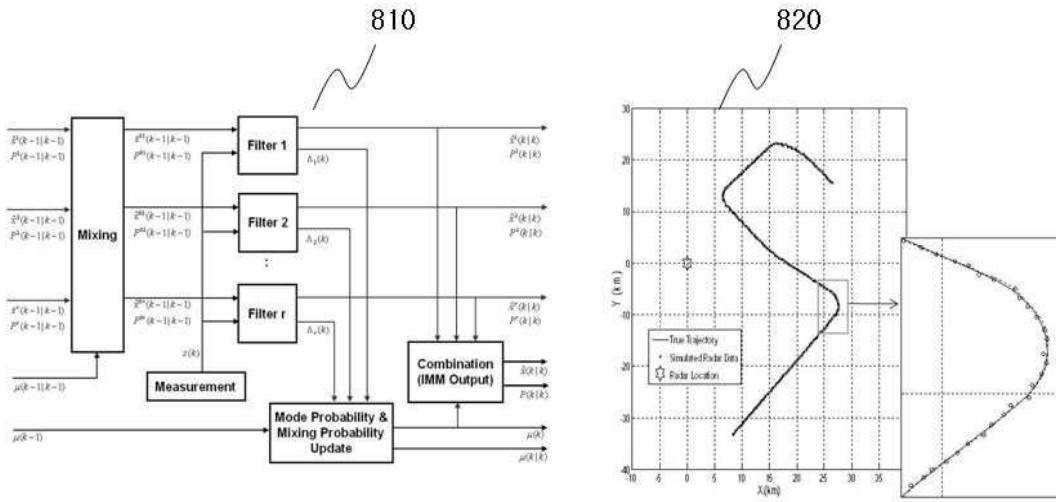
도면6



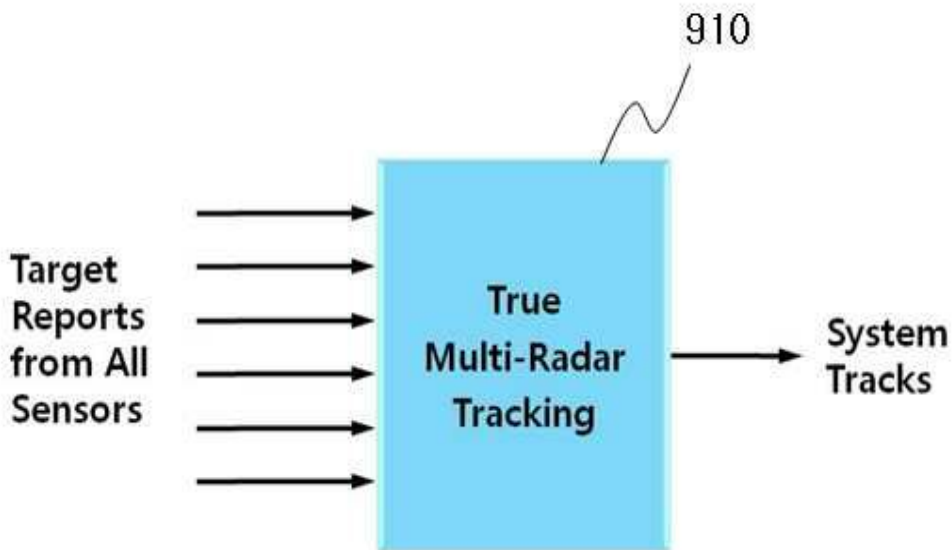
도면7



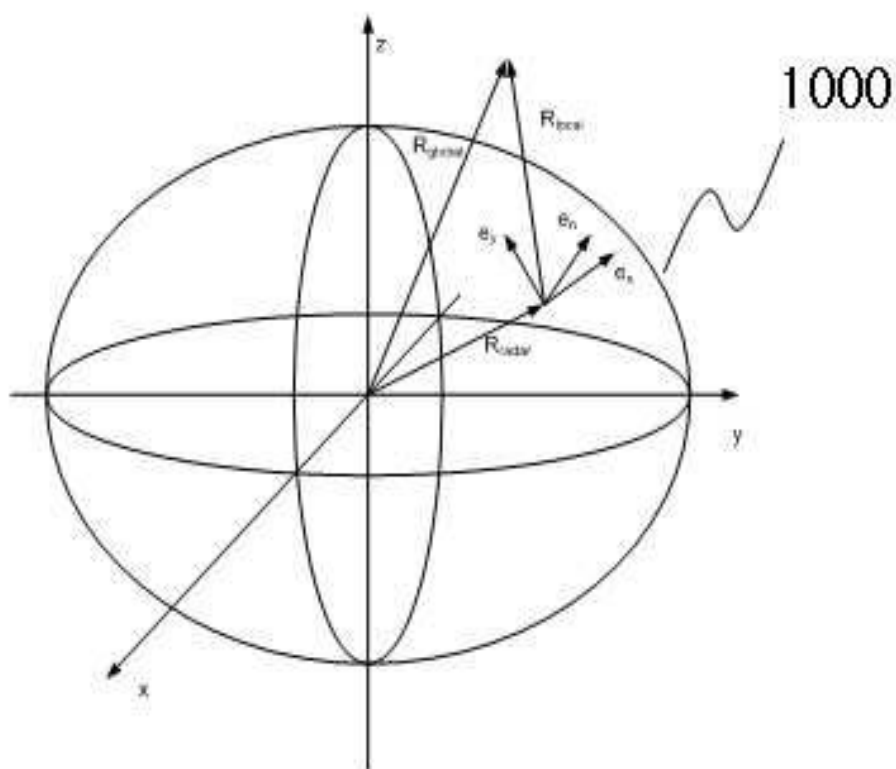
도면8



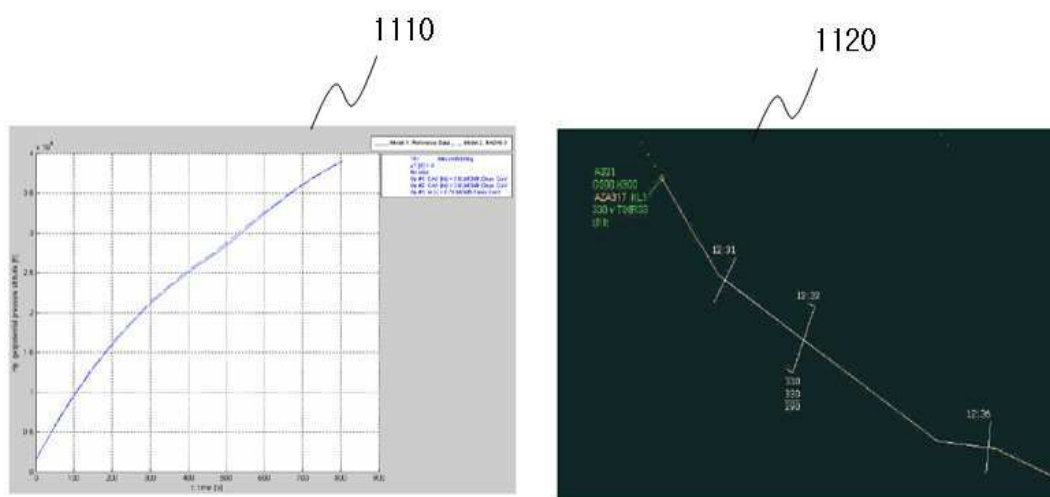
도면9



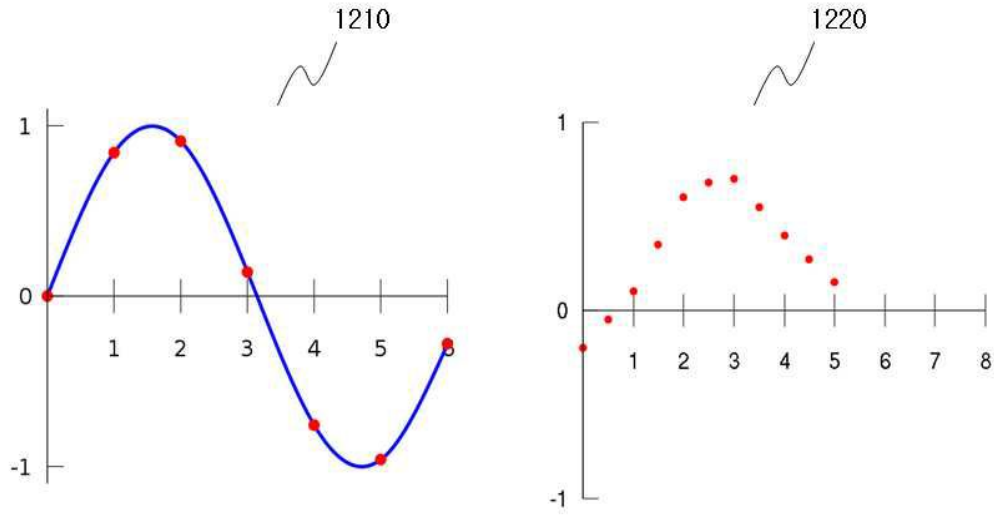
도면10



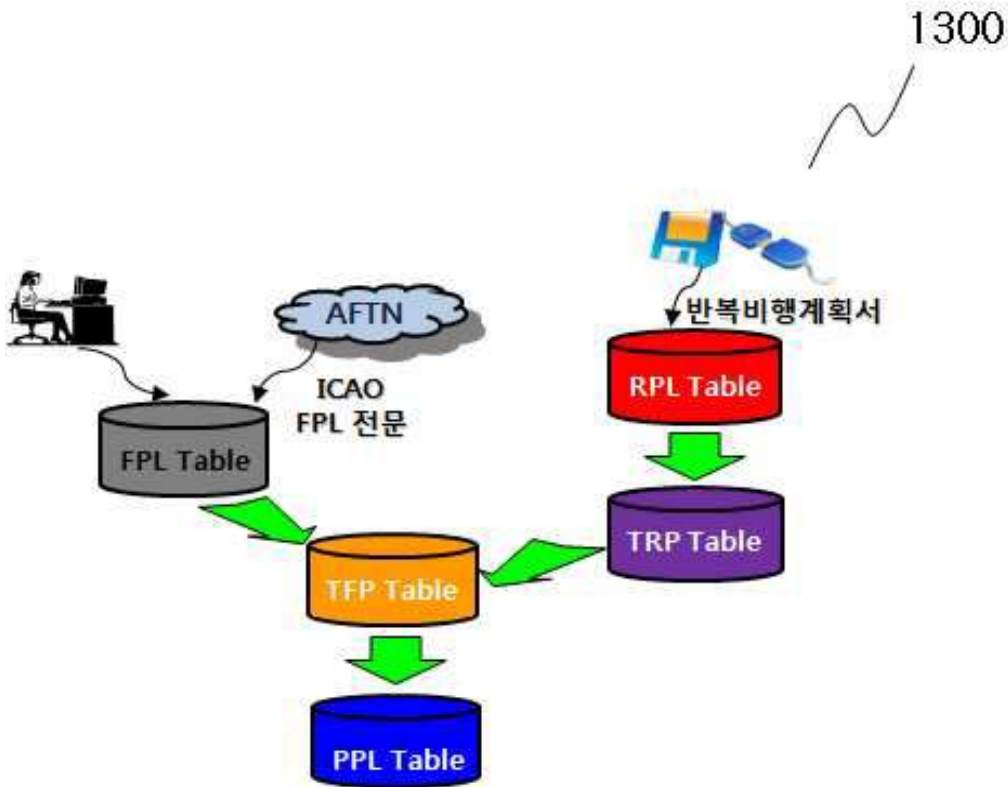
도면11



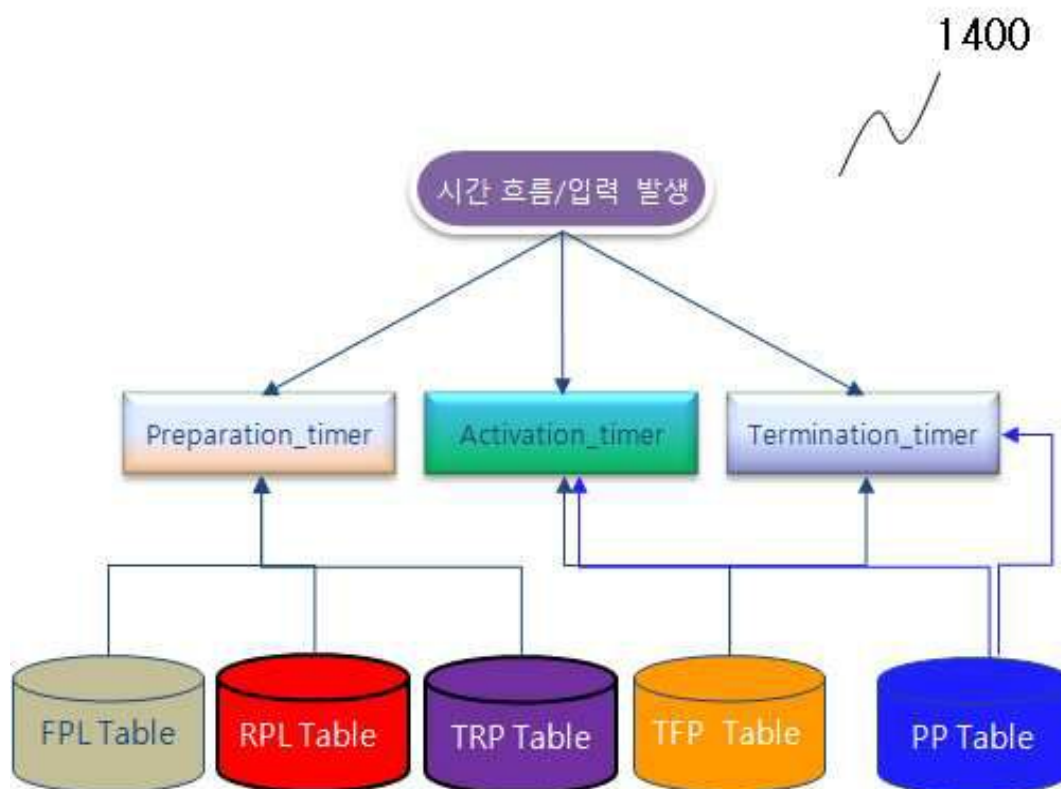
도면12



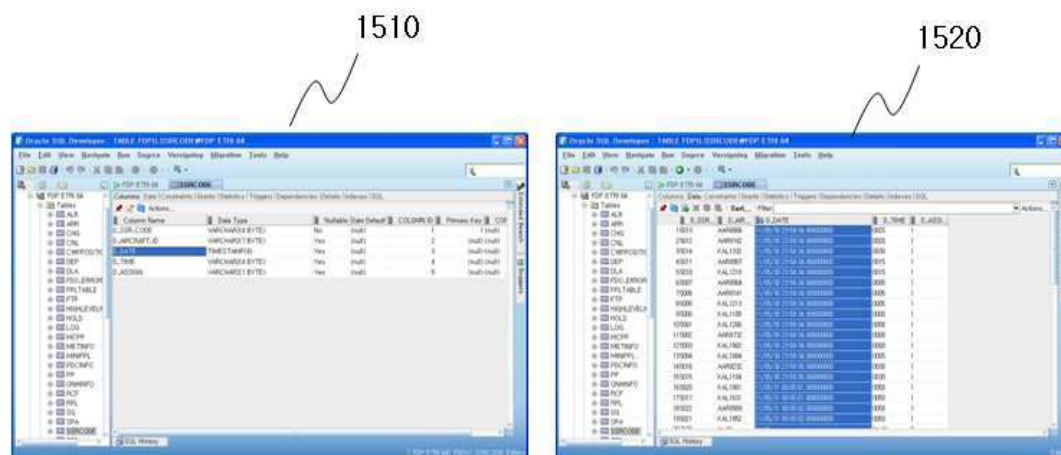
도면13



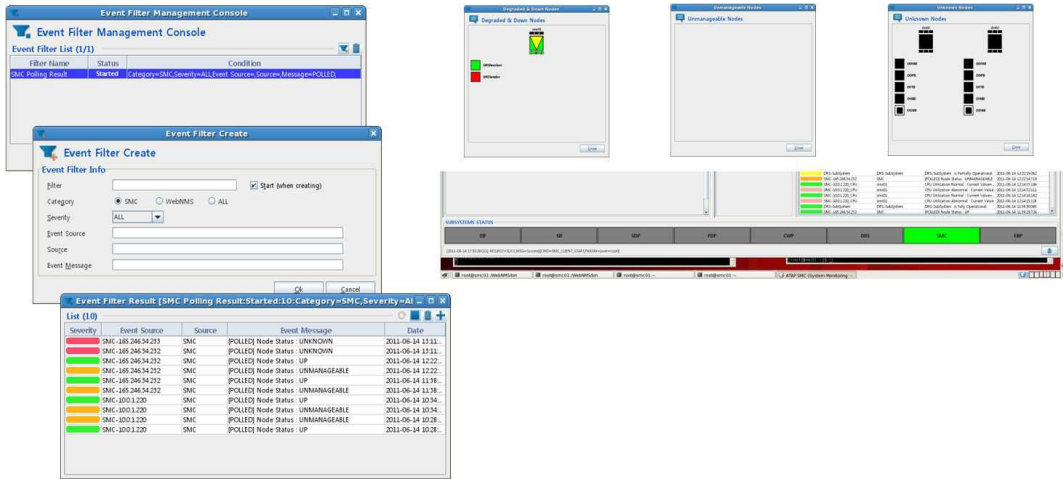
도면14



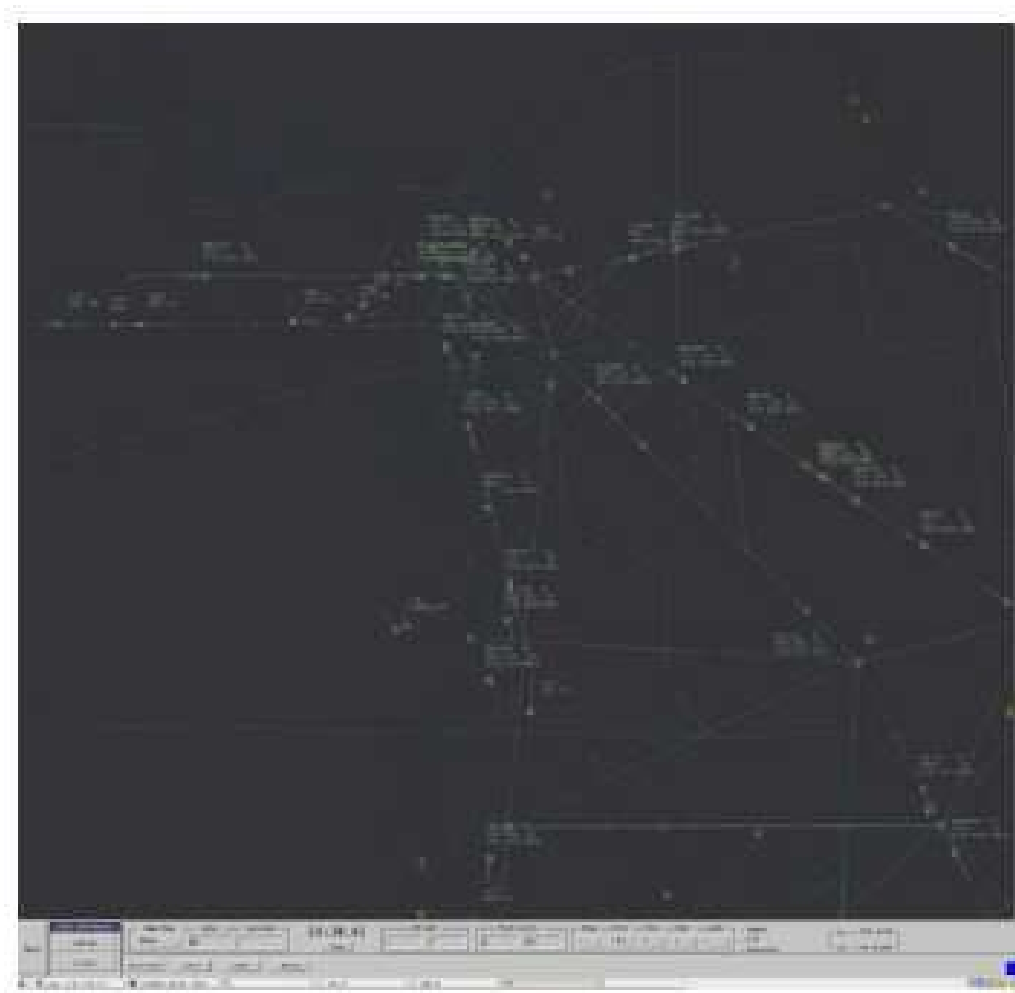
도면15



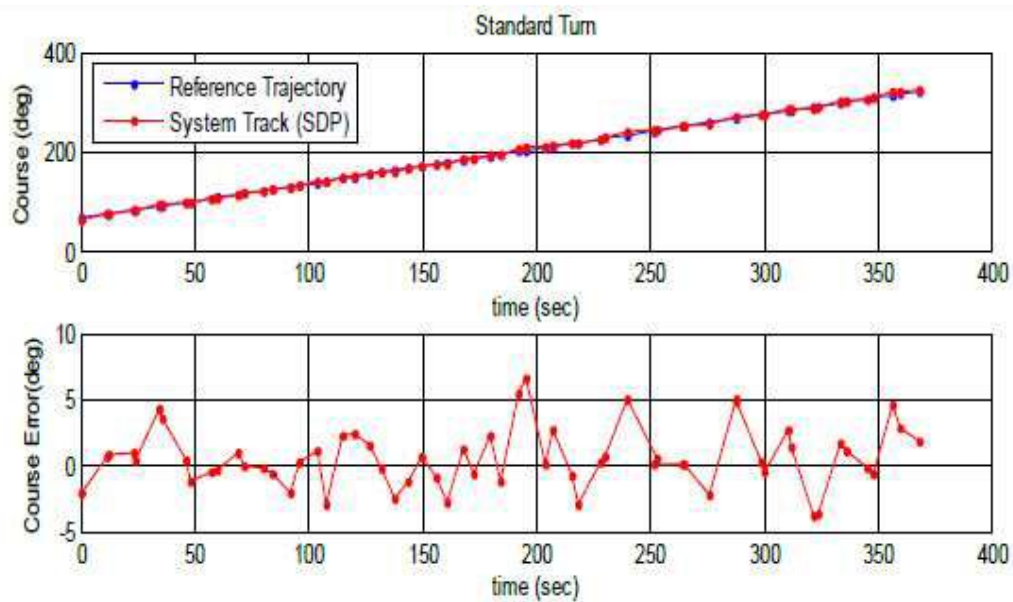
도면16



도면17



도면18



도면19

