



등록특허 10-2790034



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월02일

(11) 등록번호 10-2790034

(24) 등록일자 2025년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05D 1/246 (2024.01) B64U 10/14 (2023.01)

G05D 1/243 (2024.01) G05D 1/244 (2024.01)

G05D 1/46 (2024.01) G05D 1/622 (2024.01)

G05D 1/65 (2024.01) G05D 1/654 (2024.01)

G06K 19/06 (2006.01) G06T 17/05 (2011.01)

G06T 7/70 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G05D 1/2465 (2024.01)

B64U 10/14 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2024-0099334

(22) 출원일자 2024년07월26일

심사청구일자 2024년07월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2020077372 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 이영노

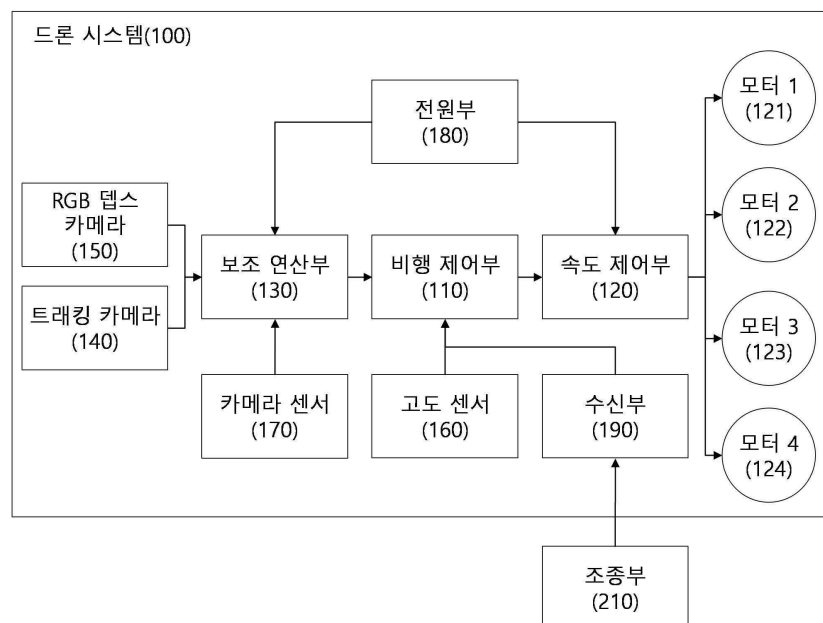
(54) 발명의 명칭 물류 자동화를 위한 실내용 드론 시스템, 드론 시스템의 제어 장치, 드론 시스템의 제어 방법 및 기록매체

(57) 요약

물류 자동화를 위한 실내용 드론 시스템, 드론 시스템의 제어 장치, 드론 시스템의 제어 방법 및 기록매체를 개시한다. 일실시예에 따른 드론 시스템은, 복수의 팬과 연결된 복수의 모터, 상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라, 상기 드론 시스템의 전면에 배치되

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



어 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 탭스 카메라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보와 상기 RGB 탭스 카메라를 통해 수집된 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하고, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 보조 연산부, 고도 정보를 제공하는 고도 센서, 상기 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부가 제공하는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 비행 제어부, 및 상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 복수의 모터를 제어하는 속도 제어부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G05D 1/2435 (2024.01)
G05D 1/244 (2024.01)
G05D 1/46 (2024.01)
G05D 1/622 (2024.01)
G05D 1/65 (2024.01)
G05D 1/654 (2024.01)
G06K 19/06037 (2013.01)
G06T 17/05 (2013.01)
G06T 7/70 (2017.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2024036932 A*
KR1020150113586 A*
KR1020230127536 A*
KR102355769 B1*
KR102526202 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	미부여
과제번호	LINC3.0-2022-65
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	3단계 산학협력혁신도대학육성사업(LINC3.0)
연구과제명	스마트 팩토리용 5cm 위치 정밀도를 가진 드론 제어 시스템 개발
과제수행기관명	국립창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2028.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345356236
과제번호	2021RIS-003
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학 협력기반 지역혁신사업
연구과제명	(울산·경남지역혁신플랫폼, 미래모빌리티사업단) ROS 기반 SLAM 알고리즘이 적용된 자율모빌리티 플랫폼 개발
과제수행기관명	국립창원대학교 산학협력단
연구기간	2024.04.01 ~ 2024.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	미부여
과제번호	RS-2024-00438409
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성사업-대학ICT연구센터
연구과제명	인공지능 기반 위성영상 고도화를 통한 실감화 및 응용 연구
과제수행기관명	국립창원대학교 산학협력단
연구기간	2024.07.01 ~ 2031.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

드론 시스템에 있어서,

복수의 팬과 연결된 복수의 모터;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 탭스 카메라;

상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 탭스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 탭스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하여 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하고, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 보조 연산부;

고도 정보를 제공하는 고도 센서;

상기 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부가 제공하는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 비행 제어부; 및

상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 복수의 모터를 제어하는 속도 제어부

를 포함하는 드론 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보조 연산부는,

상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터를 상기 드론 시스템의 위치제어를 위해 상기 비행 제어부로 전달하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보조 연산부는,

상기 트래킹 카메라로부터 수집된 위치정보를 처리하여 변환 행렬을 생성하고,

상기 변환 행렬에 기반하여 상기 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고,

상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터를 상기 드론 시스템의 위치제어를 위해 상기 비행 제어부로 전달하는 것

을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 관성 센서 데이터는 상기 RGB 탭스 카메라에 내장된 IMU(Inertial Measurement Unit)를 통해 생성되는 것

을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보조 연산부는, Visual-SLAM(Visual Simultaneous Localization and Mapping)을 위한 RTAB-MAP(Real-Time Appearance-Based Mapping) 알고리즘에 기반하여, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 보조 연산부는,

상기 RGB 맵스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 및 맵스 이미지, 그리고 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지에서 기설정된 특징 또는 키포인트를 검출하고,

상기 특징 또는 키포인트간의 매칭을 통한 이미지들간의 연결을 통해 이미지들간의 상대적 포즈를 추정하고,

상기 추정된 상대적 포즈에 기반하여 상기 RGB 맵스 카메라 및 상기 트래킹 카메라 중 적어도 하나의 포즈를 추정하는 것

을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 보조 연산부는,

상기 RGB 맵스 카메라 및 상기 트래킹 카메라 중 적어도 하나에 대해 추정된 포즈 데이터를 그래프로 구성하고,

상기 그래프, 상기 RGB 맵스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 맵스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지를 기반으로 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 것

을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 보조 연산부는,

상기 드론 시스템이 이전에 방문했던 위치로의 재방문을 감지하고, 상기 RGB 맵스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 맵스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지 사이에서 루프 클로저를 형성하고,

상기 형성된 루프 클로저를 더 활용하여 상기 그래프를 구성하는 것

을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 보조 연산부는, ROS(Robot Operating System)의 네비게이션 패키지에 기반한 경로 계획 알고리즘을 활용하여, 상기 3차원 공간 맵, 및 상기 드론 시스템의 현재 위치에 따른 상기 드론 시스템의 자율 주행을 위한 경로 계획을 처리하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 보조 연산부는, 로컬 경로 계획에서 DWA(Dynamic Window Approach) 알고리즘을 사용하여 실시간으로 장애

물을 감지하고 회피하면서 동적으로 경로를 조정하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 드론 시스템은,

상기 드론 시스템의 하부에 배치되어 상기 드론 시스템의 하부 방향의 RGB 이미지를 수집하는 카메라 센서를 더 포함하는 드론 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 보조 연산부는 상기 카메라 센서를 통해 수집되는 RGB 이미지에서 태그를 검출하고, 상기 드론 시스템의 위치와 상기 검출된 태그의 위치간 비교를 통해 상기 드론 시스템의 착륙을 제어하기 위한 경로 계획을 처리하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 태그는 고유의 식별 번호가 부여된 경량화된 QR 코드의 형태로 구현되는 에이프릴태그를 포함하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 보조 연산부는 객체 인식 모델에 기반하여, 상기 RGB 탭스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지 중 적어도 하나의 이미지로부터 객체를 인식하는 것을 특징으로 하는 드론 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 드론 시스템은,

상기 인식된 객체에 기반하여 빛, 소리, 진동 등을 출력하는 출력부; 또는 외부 장치로 상기 인식된 객체와 관련된 메시지를 전송하기 위한 수신부

를 더 포함하는 드론 시스템.

청구항 17

드론 시스템의 제어 장치에 있어서,

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 탭스 카메라; 및

상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 탭스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 탭스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하여 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 보조 연산부

를 포함하는 드론 시스템의 제어 장치.

청구항 18

드론 시스템의 제어 방법에 있어서,

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 트래킹 카메라를 통해 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 단계;

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 RGB 뎀스 카메라를 통해 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 단계;

상기 드론 시스템이 포함하는 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 뎀스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하여 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성하는 단계;

상기 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 단계;

상기 드론 시스템이 포함하는 비행 제어부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템이 포함하는 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부에 의해 제공되는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 단계; 및

상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 드론 시스템이 포함하는 복수의 모터를 제어하는 단계를 포함하는 드론 시스템의 제어 방법.

청구항 19

드론 시스템의 제어 방법에 있어서,

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 트래킹 카메라를 통해 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 단계;

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 RGB 뎀스 카메라를 통해 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 단계; 및

상기 드론 시스템이 포함하는 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 뎀스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하는 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성하는 단계

를 포함하는 드론 시스템의 제어 방법.

청구항 20

드론 시스템의 제어 방법을 컴퓨터 장치에 실행시키기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 있어서,

상기 드론 시스템의 제어 방법은,

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 트래킹 카메라를 통해 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 단계;

상기 드론 시스템의 전면에 배치된 RGB 뎀스 카메라를 통해 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 단계;

상기 드론 시스템이 포함하는 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 뎀스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하는 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성하는 단계;

상기 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 단계;

상기 드론 시스템이 포함하는 비행 제어부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템이 포함하는 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부에 의해 제공되는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력

하는 단계; 및

상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 드론 시스템이 포함하는 복수의 모터를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 물류 자동화를 위한 실내용 드론 시스템, 드론 시스템의 제어 장치, 드론 시스템의 제어 방법 및 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재까지의 자율 주행 드론은 대부분 GPS를 활용하여 실외에서 미리 설정된 경로를 따라 이동하는 기술에 의존해 왔다. 실내용 자율 주행 기술도 개발되어 왔으나, 이는 비콘 같은 GPS 대체 센서를 사용하며, 이러한 방법은 주변 환경을 충분히 인식하는 데 한계가 있고 구축 비용이 높다는 단점이 있다.

[0003] [선행문헌번호]

[0004] 한국등록특허 제10-2574447호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 물류 자동화와 같이 실내에서의 동작이 요구되는 드론 시스템을 위한 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 드론 시스템에 있어서, 복수의 팬과 연결된 복수의 모터; 상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라; 상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 텍스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 텍스 카메라; 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보와 상기 RGB 텍스 카메라를 통해 수집된 RGB 이미지, 텍스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하고, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 보조 연산부; 고도 정보를 제공하는 고도 센서; 상기 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부가 제공하는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 비행 제어부; 및 상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 복수의 모터를 제어하는 속도 제어부를 포함하는 드론 시스템을 제공한다.

[0007] 일측에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 위치 데이터로 변환하여 상기 드론 시스템의 위치제어를 위해 상기 비행 제어부로 전달하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0008] 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 위치정보를 처리하여 변환 행렬을 생성하고, 상기 변환 행렬에 기반하여 상기 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터를 상기 드론 시스템의 위치제어를 위해 상기 비행 제어부로 전달하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 RGB 텍스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 및 텍스 이미지를, 상기 RGB 텍스 카메라로부터 더 수집된 관성 센서 데이터에 기반하여, 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 위치정보와 통합하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0010] 또 다른 측면에 따르면, 상기 관성 센서 데이터는 상기 RGB 텍스 카메라에 내장된 IMU(Inertial Measurement Unit)를 통해 생성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, Visual-SLAM(Visual Simultaneous Localization and Mapping)을 위한 RTAB-MAP(Real-Time Appearance-Based Mapping) 알고리즘에 기반하여, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 RGB 뎀스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 및 뎀스 이미지, 그리고 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지에서 기설정된 특징 또는 키포인트를 검출하고, 상기 특징 또는 키포인트간의 매칭을 통한 이미지들간의 연결을 통해 이미지들간의 상대적 포즈를 추정하고, 상기 추정된 상대적 포즈에 기반하여 상기 RGB 뎀스 카메라 및 상기 트래킹 카메라 중 적어도 하나의 포즈를 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 RGB 뎀스 카메라 및 상기 트래킹 카메라 중 적어도 하나에 대해 추정된 포즈 데이터를 그래프로 구성하고, 상기 그래프, 상기 RGB 뎀스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지를 기반으로 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 상기 드론 시스템이 이전에 방문했던 위치로의 재방문을 감지하고, 상기 RGB 뎀스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지 사이에서 루프 클로저를 형성하고, 상기 형성된 루프 클로저를 더 활용하여 상기 그래프를 구성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0015] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, ROS(Robot Operating System)의 네비게이션 패키지에 기반한 경로 계획 알고리즘을 활용하여, 상기 3차원 공간 맵, 및 상기 드론 시스템의 현재 위치에 따른 상기 드론 시스템의 자율 주행을 위한 경로 계획을 처리하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는, 로컬 경로 계획에서 DWA(Dynamic Window Approach) 알고리즘을 사용하여 실시간으로 장애물을 감지하고 회피하면서 동적으로 경로를 조정하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또 다른 측면에 따르면, 상기 드론 시스템은, 상기 드론 시스템의 하부에 배치되어 상기 드론 시스템의 하부 방향의 RGB 이미지를 수집하는 카메라 센서를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는 상기 카메라 센서를 통해 수집되는 RGB 이미지에서 태그를 검출하고, 상기 드론 시스템의 위치와 상기 검출된 태그의 위치간 비교를 통해 상기 드론 시스템의 착륙을 제어하기 위한 경로 계획을 처리하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 또 다른 측면에 따르면, 상기 태그는 고유의 식별 번호가 부여된 경량화된 QR 코드의 형태로 구현되는 에이프릴 태그를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 또 다른 측면에 따르면, 상기 보조 연산부는 객체 인식 모델에 기반하여, 상기 RGB 뎀스 카메라로부터 수집된 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 상기 트래킹 카메라로부터 수집된 이미지 중 적어도 하나의 이미지로부터 객체를 인식하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 또 다른 측면에 따르면, 상기 드론 시스템은, 상기 인식된 객체에 기반하여 빛, 소리, 진동 등을 출력하는 출력부; 또는 외부 장치로 상기 인식된 객체와 관련된 메시지를 전송하기 위한 수신부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 드론 시스템의 제어 장치에 있어서, 상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라; 상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 뎀스 카메라; 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보와 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하는 보조 연산부를 포함하는 드론 시스템의 제어 방법을 제공한다.
- [0023] 드론 시스템의 제어 방법에 있어서, 상기 드론 시스템의 전면에 배치된 트래킹 카메라를 통해 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 단계; 상기 드론 시스템의 전면에 배치된 RGB 뎀스 카메라를 통해 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 단계; 상기 드론 시스템이 포함하는 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보와 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성하는 단계; 상기 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 단계; 상기 드론 시스템이 포함하는 비행 제어부의 제어에 따라, 상기 드론 시스템이 포함하는 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부에 의해 제공되는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 단계; 및 상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 드론 시스템이 포함하는 복수의 모터를 제어하는 단계를 포함하는 드론 시스템의 제어 방법을 제공한다.
- [0024] 드론 시스템의 제어 방법에 있어서, 상기 드론 시스템의 전면에 배치된 트래킹 카메라를 통해 3차원 공간상의

상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 단계; 상기 드론 시스템의 전면에 배치된 RGB 탭스 카메라를 통해 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 단계; 및 상기 드론 시스템이 포함하는 보조 연산부의 제어에 따라, 상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보와 상기 RGB 탭스 카메라를 통해 수집된 RGB 이미지, 탭스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성하는 단계를 포함하는 드론 시스템의 제어 방법을 제공한다.

[0025] 컴퓨터 장치와 결합되어 상기 방법을 컴퓨터 장치에 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램을 제공한다.

[0026] 상기 방법을 컴퓨터 장치에 실행시키기 위한 프로그램이 기록되어 있는 컴퓨터 판독 가능한 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0027] 물류 자동화와 같이 실내에서의 동작이 요구되는 드론 시스템을 위한 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 구성의 예를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 FC(Flight Controller)의 예를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 4 in 1 ESC(Electric Speed Controller)의 예를 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 컴패니언 컴퓨터의 예를 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 라이다의 예를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 트래킹 카메라의 예를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 RGB 탭스 카메라의 예를 나타내고 있다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 활용 가능한 카메라 센서의 예를 나타내고 있다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 모습의 예를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서, 3차원 트래킹 카메라를 이용한 드론의 위치제어의 예를 도시한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, RGB 탭스 카메라를 이용한 공간 매핑의 과정의 예를 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 드론 시스템의 경로 주행을 위한 제어 과정의 예를 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 에이프릴태그(apriltag) 기반의 비전 랜딩 과정의 예를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 정밀 착륙을 위한 에이프릴태그의 예를 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따라 실제로 제작된 드론 시스템의 예를 도시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 있어서, 드론 시스템의 제어 방법의 예를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0030] 본 발명의 실시예들은 GPS 신호가 미치지 않는 실내 환경에서 완전 자율 주행이 가능한 드론 시스템, 드론 시스템의 제어 장치, 및 드론 시스템의 제어 방법에 관한 것이다. 드론 시스템의 제어 방법은 컴퓨터 장치와 결합되어 상기 방법을 컴퓨터 장치에 실행시키기 위해 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 수행될 수 있다.

[0031] 본 발명의 실시예들은 기존 GPS 또는 비콘 기반 기술을 사용하지 않고, 드론이 독립적으로 자신의 위치를 파악하고 주변 환경을 실시간으로 인식하여 경로를 조정할 수 있는 기술을 제공할 수 있으며, 이를 통해 보다 효율

적이고 정확한 실내 자율 주행을 실현할 수 있다.

- [0032] 또한, 실시예에 따라 카메라를 이용한 드론의 정밀착륙 기능이 더 제공될 수 있다. 기존의 정밀착륙 방법은 고가의 적외선(IR) 센서를 필요로 하였지만, 본 실시예들에서는 카메라 센서와 인식 태그가 인쇄된 종이를 사용함으로써 비용을 대폭 줄이면서도 기존 시스템과 동등한 수준의 착륙 정밀도를 제공할 수 있다. 이러한 접근 방식은 구현 비용을 크게 줄일 수 있으며 경제적인 대안을 제공할 수 있다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 구성의 예를 도시한 도면이다. 본 실시예에 따른 드론 시스템(100)은 비행 제어부(110), 속도 제어부(120), 복수의 모터(121, 122, 123, 124), 보조 연산부(130), 트래킹 카메라(140), RGB 탭스 카메라(150), 카메라 센서(170), 고도 센서(160), 전원부(180), 및 수신부(190)를 포함할 수 있다. 도 1에 나타난 구성요소들 중 적어도 일부는 드론 시스템(100)의 제어 장치에 포함되는 구성요소로서 그 외에 드론 시스템(100)을 구성하는 바디(혹은 케이스)나 복수의 모터(121, 122, 123, 124)를 통해 회전하는 팬 등의 일부 구성은 표현을 생략하였다. 또한, 도 1의 실시예에서는 네 개의 모터들(121, 122, 123, 124)을 사용하는 예를 설명하고 있으나, 모터의 수는 변경될 수도 있다.
- [0034] 비행 제어부(110)는 FC(Flight Controller)와 같이 드론의 비행제어를 담당하는 연산 보드를 포함할 수 있다. 일례로, 비행 제어부(110)는 보조 연산부(130), 고도 센서(160) 및/또는 수신부(190)의 출력값에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력할 수 있다. 고도 센서(160)는 드론 시스템(100)의 고도 측정을 위한 센서로서 고도 정보를 비행 제어부(110)로 전달하기 위해 활용될 수 있다. 또한, 수신부(190)는 외부의 조종부(210)로부터의 제어 신호를 수신하여 비행 제어부(110)로 전달하기 위해 사용될 수 있다. 이를 위해 수신부(190)는 조종부(210)로부터의 무선 신호를 수신하고, 드론 시스템(100)의 신호를 조종부(210) 및/또는 외부의 다른 장치로 전달하기 위한 무선 통신 모듈을 포함할 수 있다.
- [0035] 속도 제어부(120)는 4 in 1 ESC(Electric Speed Controller)와 같이 비행 제어부(110)에서 출력되는 모터의 속도 신호값을 이용하여 복수의 모터(121, 122, 123, 124)를 제어할 수 있다. 일반적으로 모터 하나당 하나의 ESC가 할당되어야 하나 4 in 1 ESC는 하나의 보드로 최대 4개의 모터를 한번에 제어할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 모터의 수가 변경되는 경우 변경되는 모터의 수에 따라 속도 제어부(120)의 구성이 변경될 수도 있다.
- [0036] 보조 연산부(130)는 트래킹 카메라(140), RGB 탭스 카메라(150), 및/또는 카메라 센서(170)에서 수집되는 정보에 기반하여 공간 지도 작성 및 경로주행과 같은 기능을 제공할 수 있다. 트래킹 카메라(140)는 3D 공간상의 위치정보를 얻을 수 있는 카메라이며, RGB 탭스 카메라(150)는 2D RGB 이미지와 2D 탭스 이미지, 그리고 관성 센서 데이터를 제공할 수 있다. 카메라 센서(170)는 정밀착륙 기능을 구현하기 위해 활용될 수 있다.
- [0037] 전원부(180)는 드론 시스템(100)의 구성요소들로 필요한 전원을 공급할 수 있다. 이러한 전원부(180)는 배터리를 포함하도록 구현될 수 있으며, 도 1에서는 간략화를 위해 보조 연산부(130) 및 속도 제어부(120)에만 화살표를 표시하였으나, 비행 제어부(110), 복수의 모터(121, 122, 123, 124) 등 다른 구성요소들로도 전원을 공급할 수 있다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 FC의 예를 도시한 도면이다. 도 2의 실시예에서는 "Kakute h7" 제품을 드론 시스템(100)의 비행 제어부(110)의 구현을 위해 활용 가능한 FC의 예로서 나타내고 있다. 이러한 "Kakute h7" 제품은 일반적인 드론들에서 사용되는 "Pixhawk FC" 제품과 비교하여 더 저렴한 비용으로 동일한 기능을 제공할 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 4 in 1 ESC의 예를 도시한 도면이다. 이미 설명한 바와 같이, 일반적으로 모터 하나당 하나의 ESC가 할당되어야 하나, "Holybro-Tekko32 F4" 제품은 하나의 보드로 최대 4개의 모터를 한번에 제어할 수 있다. 도 3의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 속도 제어부(120)의 구현을 위해 활용 가능한 ESC 제품의 예를 나타내고 있다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 컴패니언 컴퓨터의 예를 도시한 도면이다. 도 4의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 보조 연산부(130)의 구현을 위해 컴패니언 컴퓨터로서 "Nvidia Jetson Orin Nano" 제품을 사용할 수 있음을 나타내고 있다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 라이다의 예를 도시한 도면이다. 도 5의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 고도 센서(160)의 구현을 위해 고도 측정을 위한 라이다 센서로서 "TFmini Plus" 제품을 사용할 수 있음을 나타내고 있다.

- [0042] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 트래킹 카메라의 예를 도시한 도면이다. 도 6의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 트래킹 카메라(140)의 구현을 위해 3D 공간상의 위치정보를 얻을 수 있는 카메라로서 "Intel Realsense T265" 제품을 사용할 수 있음을 나타내고 있다.
- [0043] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템에 활용 가능한 RGB 뎀스 카메라의 예를 나타내고 있다. 도 7의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 RGB 뎀스 카메라(150)의 구현을 위해 2D RGB 이미지와 2D 뎀스 이미지, 관성 센서 데이터를 얻을 수 있는 "Intel Realsense D435i" 제품을 사용할 수 있음을 나타내고 있다.
- [0044] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 활용 가능한 카메라 센서의 예를 나타내고 있다. 도 8의 실시예에서는 드론 시스템(100)의 카메라 센서(170)의 구현을 위해 "logitech c270" 제품을 사용할 수 있음을 나타내고 있다. 앞서 설명한 바와 같이 카메라 센서(170)는 추후 설명될 정밀착륙 기능의 구현을 위해 활용될 수 있다.
- [0045] 도 2 내지 도 8에서 설명하는 제품들은 발명의 이해를 돕기 위해 드론 시스템(100)에서 활용 가능한 제품들의 예를 나타내는 것일 뿐, 드론 시스템(100)의 구성요소들이 도 2 내지 도 8의 제품들로 한정되는 것은 아니다.
- [0046] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템의 모습의 예를 도시한 도면이다. 도 9의 실시예에서는 모든 구성요소들이 결합되었을 때의 드론 시스템(100)의 개략적인 평면도(top view)와 전면도(front view)를 나타내고 있다.
- [0047] 도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서, 3차원 트래킹 카메라를 이용한 드론의 위치제어의 예를 도시한 도면이다. 드론 시스템(100)의 실내 자율주행을 위해서는 정확한 위치 추정이 필수적이다. 일반적으로 실외에서는 GPS를 사용하여 위치를 추적하지만, 실내에서 GPS는 사용할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 본 실시예에서는 시각 정보와 관성 정보를 결합한 VIO(Visual-Inertial Odometry) 기술을 적용한다. 이 기술을 구현하기 위해, 드론 시스템(100)은 트래킹 카메라(140)를 활용할 수 있다. 트래킹 카메라(140)는 시각적 데이터 및 관성 센서 데이터를 통합하여, 드론 시스템(100)이 실내 환경에서도 정확한 위치와 방향을 파악할 수 있게 한다. 트래킹 카메라(140)는 드론 시스템(140)에 장착된 보조 연산부(130)와 함께 작동하며, 3D 공간 정보를 수집할 수 있다. 보조 연산부(130)는 트래킹 카메라(140)로부터 받은 데이터를 처리하여 변환 행렬(1010)로 전환하고, 좌표계 변환(1020) 및 위치 데이터로의 변환(1030)의 과정을 거쳐 해당 위치 데이터를 비행 제어부(110)로 전달할 수 있다. 좌표계 변환(1020) 및 위치 데이터로의 변환(1030)은 트래킹 카메라(140)를 통해 얻어지는 상대적인 위치정보를 변환 행렬(1010)에 기반하여 3D 공간의 좌표계의 위치정보로 변환하는 과정일 수 있다. 이 경우, 비행 제어부(110)는 보조 연산부(130)를 통해 전달되는 위치 데이터와 고도 센서(160)를 통해 얻어지는 고도 데이터에 기반하여 관제 프로그램(1040)의 제어에 따라 속도 제어부(120)로 전달할 모터의 속도 신호값을 생성할 수 있다. 이 과정을 통해, 드론 시스템(100)은 실내에서도 GPS와 유사한 정확도로 위치를 추정할 수 있다. 이러한 시스템 구축을 통해, 드론 시스템(100)은 GPS에 의존하지 않고도 실내에서의 위치를 정밀하게 추정할 수 있다.
- [0048] 도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, RGB 뎀스 카메라를 이용한 공간 매핑의 과정의 예를 도시한 도면이다. 드론의 위치를 GPS 없이 추정하는 것은 실내 자율 주행에 필수적이지만, 이러한 기술만으로는 제한된 경로 주행만 가능하다. 실시간으로 환경을 인식하고 최적의 경로를 설정하기 위해서는 추가적인 센서가 요구된다. 이에 RGB 뎀스 카메라(150)는 2D RGB 이미지와 깊이 정보를 제공하는 2D 뎀스 이미지를 제공하도록 구현될 수 있다. 또한, RGB 뎀스 카메라(150)는 드론 시스템(100)의 대략적인 위치와 움직임을 추정할 수 있는 데이터(관성 센서 데이터)를 획득 가능한 IMU(Inertial Measurement Unit)를 내장하도록 구현될 수 있다. RGB 뎀스 카메라(150)가 제공하는 2D RGB 이미지, 2D 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 통해 드론 시스템(100)은 주변 환경의 3D 맵을 구축할 수 있으며, 3D 맵을 이용하여 실시간으로 주변 환경을 파악하고 경로를 조정할 수 있다.
- [0049] 그러나 RGB 뎀스 카메라(150)의 위치 추정은 주로 IMU가 출력하는 관성 센서 데이터에 의존하기 때문에, 이 방법의 정확도에는 한계가 있다. 이 문제를 해결하기 위해, 본 실시예에서 보조 연산부(130)는 앞서 도 10을 통해 설명한 트래킹 카메라(140)와 보조 연산부(130)를 통해 얻은 드론 시스템(100)의 3차원 공간 상을 위한 좌표계에서의 위치 데이터를, 관성 센서 데이터에 기반하여 RGB 뎀스 카메라(150)가 제공하는 2D RGB 이미지 및 2D 뎀스 이미지와 통합할 수 있다. 이러한 통합 과정을 통해 드론 시스템(100)은 보다 정밀한 3D 공간 매핑을 수행할 수 있게 된다. 또한, 이러한 통합 데이터를 활용함으로써, 드론은 복잡한 실내 환경을 정확히 인식 및 기억할 수 있다.
- [0050] 2D RGB 이미지 및 2D 뎀스 이미지를 위치 데이터와 통합하기 위한 기술을 Visual-SLAM(Visual Simultaneous

Localization and Mapping)이라고 하며, 대표적인 구현 예로는 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)-SLAM과 LSD(Large-Scale Direct Monocular)-SLAM, RTAB-MAP(Real-Time Appearance-Based Mapping)이 있다. 본 실시예에서는 RTAB-MAP 알고리즘을 적용하였으며, RTAB-MAP의 전반적인 매핑과정은 다음과 같다.

- [0051] 데이터 융합(1110)의 과정과 관련하여, RTAB-MAP 알고리즘은 카메라(일반적으로 RGB-덱스 카메라, 스테레오 카메라, 또는 단일 카메라)에서 수집된 이미지 데이터를 사용할 수 있다. 이러한 이미지 데이터는 주변 환경의 시각적 특징을 포착할 수 있다. 본 실시예에서 보조 연산부(130)는 RGB 덱스 카메라(150)로부터 관성 센서 데이터, RGB 이미지, 및/또는 덱스 이미지를 수신할 수 있으며, 트래킹 카메라(140)로부터 변환 행렬과 3D 오도메트리 데이터를 수신할 수 있다. 보조 연산부(130)는 RTAB-MAP 알고리즘에 기반하여 수집된 데이터들을 융합할 수 있다.
- [0052] 특징 추출(1120)의 과정은 각 캡처된 이미지에서 중요한 특징(Feature)이나 키포인트를 검출하고 추출하는 과정일 수 있다. 이 과정은 이미지 간의 연관성을 찾고 매핑하는 데 필수적이다. 흔히 사용되는 특징 추출 알고리즘에는 SIFT(Scale-Invariant Feature Transform), SURF (Speeded Up Robust Features), ORB 등이 있다.
- [0053] 특징 매칭(1130)의 과정은 추출된 특징들(또는 키포인트들) 사이에서 매칭을 수행하여 각각의 이미지가 어떻게 서로 연결되는지를 결정하는 과정일 수 있다. 보조 연산부(130)는 특징 매칭(1130)의 과정을 통해 이미지 간의 상대적 포즈(위치와 자세)를 추정할 수 있다.
- [0054] 포즈 추정(1140)의 과정은 보조 연산부(130)가 특징 매칭(1130)의 과정의 결과(추정된 이미지 간 상대적 포즈)를 바탕으로 카메라(RGB 덱스 카메라(150) 및 트래킹 카메라(140))의 포즈(위치와 자세)를 추정하는 과정의 예일 수 있다. 이러한 포즈 추정(1140)의 과정은 보통 PnP(Perspective-n-Point) 문제를 해결하여 수행될 수 있다.
- [0055] 루프 클로저 감지(1150)의 과정은 드론 시스템(100)이 이전에 방문했던 장소를 다시 방문할 경우, 보조 연산부(130)가 RTAB-MAP 알고리즘을 통해 재방문을 감지하고 이미지 사이에서 루프 클로저를 형성하여 맵의 정확성을 향상시키는 과정의 예일 수 있다. 이는 매핑 중 발생할 수 있는 오류를 줄이고 글로벌 맵의 일관성을 유지하는 데 중요하게 이용될 수 있다.
- [0056] 그래프 최적화(1160)의 과정은 보조 연산부(130)가 RTAB-MAP 알고리즘을 통해 루프 클로저 정보를 포함하여 수집된 모든 포즈 데이터를 그래프로 구성하고, 이를 최적화하여 전체 맵의 정확성을 향상시키는 과정의 예일 수 있다. 이 과정에서는 g2o 또는 GTSAM과 같은 최적화 도구가 사용될 수 있다.
- [0057] 지도 작성(1170)의 과정은 보조 연산부(130)가 RTAB-MAP 알고리즘을 통해 모든 이미지와 포즈 데이터를 기반으로 3D 공간 맵을 생성하는 과정의 예일 수 있다. 생성된 3D 공간 맵은 드론 시스템(100)의 네비게이션과 상호작용을 위한 기본적인 환경 정보를 제공할 수 있다.
- [0058] 도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 드론 시스템의 경로 주행을 위한 제어 과정의 예를 도시한 도면이다. 드론의 Visual-SLAM이 활성화되면, 생성된 지도와 정확하게 추정된 위치 정보를 기반으로 특정 목표 위치로의 경로 주행을 실현할 수 있다. 이 과정에서 데이크스트라(Dijkstra) 알고리즘이나 에이스타(A*) 알고리즘과 같이 최적 경로를 계산하는 알고리즘 또는 DWA(Dynamic Window Approach)와 같이 실시간으로 장애물을 회피하며 이동 경로를 조정하는 알고리즘과 같은 경로 계획 알고리즘이 사용될 수 있다. 이러한 경로 계획 알고리즘은 시작 지점부터 목표 지점까지의 경로를 계획할 때 최소한의 비용을 들이도록 설계되어 있으며, 복잡한 환경 속에서도 효과적으로 장애물을 피해 안전하게 이동할 수 있도록 돕는다. 목표 지점은 일례로, 관제 프로그램(1010)의 제어에 따라 설정될 수 있다. 본 발명의 일실시예에서는 경로 계획 및 자율 주행 기능을 구현하기 위해 ROS(Robot Operating System)의 네비게이션 패키지를 사용한 예를 설명한다. 이 패키지는 로봇이나 드론의 자율 주행에 필요한 다양한 도구와 라이브러리를 제공한다. 구체적인 예로, 드론 시스템(100)은 글로벌 경로 계획을 위한 "move_base" 모듈을 활용하여, 사전에 로드된 환경 맵과 드론 시스템(100)의 현재 위치(위치 데이터)를 토대로 전체적인 이동 경로를 계획할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 로컬 경로 계획에서 DWA 알고리즘을 사용하여 실시간으로 장애물을 감지하고 회피하면서 동적으로 경로를 조정할 수 있다. 경로 계획 알고리즘의 출력은 비행 제어부(110)로 전달될 수 있으며, 비행 제어부(110)는 보조 연산부(130)가 전달하는 경로 계획 알고리즘의 출력, 및/또는 고도 센서(160)의 출력을 이용하여 속도 제어부(120)를 통해 복수의 모터(121, 122, 123, 124)를 제어함으로써, 드론 시스템(100)의 경로 주행을 제어할 수 있다.
- [0059] 도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 에이프릴태그(apriltag) 기반의 비전 랜딩 과정의 예를 도시한 도면이다. 드론의 정밀 착륙을 위해서는 착륙 지점을 정확히 인식할 수 있는 기술이 필수적이다. 일반적으로

는 IR(Infrared Ray)-LOCK 센서와 마크원 비콘(MarkOne Beacon)과 같은 시스템을 사용하여 착륙 지점을 식별하지만, 이러한 방법은 비용이 상당히 높다는 단점이 있습니다.

- [0060] 이에 대한 경제적이고 효율적인 대안으로, 본 실시예에서는 카메라 센서(170)와 에이프릴태그를 이용한 방식을 도입하였다. 에이프릴태그는 컴퓨터 비전 분야에서 널리 사용되는 2차원 바코드 시스템으로, 각 태그에는 고유 식별 번호가 부여되어 있어, QR코드의 경량화된 형태로 이해할 수 있다. 이 번호들은 각기 다른 착륙 지점을 특정할 수 있게 해주며, 정밀 착륙을 위한 목표물로 기능할 수 있다.
- [0061] 카메라 센서(170)는 드론 시스템(100)의 하부에 설치될 수 있으며, 착륙 접근 과정에서 에이프릴태그를 식별함으로써 드론 시스템(100)이 목표 지점에 정확히 착륙할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 드론 시스템(100)의 정밀 착륙을 위한 과정은 다음과 같은 단계로 진행될 수 있다.
- [0062] 카메라 센서(170)를 통해 캡처된 이미지 정보(RGB 이미지)는 ROS 시스템 내에서 특정 토픽으로 발행되는 노드를 통해 처리될 수 있다. 이 노드는 카메라 센서(170)로부터 입력받은 이미지 데이터를 연속적으로 ROS 토픽으로 전송할 수 있다.
- [0063] 발행된 이미지 토픽은 "apriltag_ros" 패키지에 의해 드론 시스템(100)의 보조 연산부(130)에 의해 실시간으로 구독될 수 있다. 보조 연산부(130)는 해당 패키지를 통해 카메라 이미지 내의 에이프릴태그를 자동으로 검출하고 식별할 수 있다. 또한, 보조 연산부(130)는 각 태그의 위치와 자세 정보를 ROS 시스템에서 사용할 수 있는 메시지 형식으로 추출하여 변환할 수 있다. 또한, 보조 연산부(130)는 검출된 에이프릴태그의 위치와 자세 정보를 변환 행렬(TF(Transform)) 메시지로 발행될 수 있다.
- [0064] 경로 계획 및 비행 제어를 위해, 드론 시스템(100)의 보조 연산부(130)는 변환 행렬 메시지를 사용하여 드론 시스템(100)과 에이프릴태그 사이의 상대적인 위치를 계산할 수 있다. 보조 연산부(130)는 이 정보를 바탕으로 드론 시스템(100)을 에이프릴태그 위에 정확하게 정렬할 수 있는 경로를 계획할 수 있다.
- [0065] 드론 시스템(100)의 비행 제어부(110)는 계산된 경로를 따라 속도 제어부(120)를 통해 (121, 122, 123, 124)를 제어함으로써, 드론 시스템(100)이 점차적으로 착륙 지점 위로 이동하도록 제어할 수 있으며, 이 과정에서 에이프릴태그에 대한 연속적인 피드백을 받아 착륙 절차를 미세 조정할 수 있다. 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 드론 시스템(100)의 정밀 착륙을 위한 에이프릴태그의 예를 도시한 도면이다.
- [0066] 또한, 본 발명의 실시예들에서는 드론 시스템(100)이 특정 객체를 인식하여 추가적인 동작을 수행할 수 있도록 객체 인식 모델을 활용할 수 있다. 일례로, YOLOv3 객체 인식 모델과 RGB 웹스 카메라(150)의 RGB 이미지가 활용될 수 있다. YOLOv3 모델은 빠르고 정확도가 높은 객체 인식 모델로 널리 인정받고 있으며, 실시간 이미지 처리에 매우 적합하다. 이러한 객체 인식 모델은 COCO 데이터셋을 기반으로 학습되어, 다양한 종류의 객체를 식별할 수 있다. 다만, YOLOv3 모델 발명의 이해를 돕기 위한 하나의 예시일 뿐, 본 발명의 실시예에서 활용되는 객체 인식 모델이 해당 모델로 제한되는 것은 아니다.
- [0067] 본 실시예에서 객체 인식 모델은 ROS 시스템과 통합될 수 있다. 일례로, ROS 시스템에서는 "darknet_ros" 패키지를 활용하여 YOLOv3 모델을 구현할 수 있다. 해당 패키지는 ROS 환경에서 YOLO 모델을 운용할 수 있도록 지원하며, RGB 웹스 카메라(150)로부터 입력받은 이미지 토픽을 객체 인식 모델의 입력으로 설정할 수 있다.
- [0068] RGB 웹스 카메라(150)로부터 캡처된 이미지는 "darknet_ros" 패키지를 통해 처리될 수 있으며, 이 과정에서 COCO 데이터셋에 포함된 객체가 이미지 내에서 검출될 수 있다. 각 검출된 객체에 대한 정보는 ROS 메시지로 발행되며, 이 정보에는 객체의 종류, 인식 정확도, 이미지 상의 위치, 크기 등의 정보가 포함될 수 있다.
- [0069] 드론 시스템(100)은 검출된 객체의 정보를 기반으로 추가적인 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 드론 시스템(100)에는 순찰 임무를 수행하는 동안 특정 시간에 외부인을 감지하면 자동으로 알람을 울리거나, 관련된 스태프에게 경고 메시지를 보내는 기능이 구현될 수 있다. 이를 위해, 드론 시스템(100)은 빛, 소리, 진동 등을 출력하기 위한 출력부(미도시)를 더 포함하거나 및/또는 수신부(190)를 통해 관리자의 단말이나 물류 창고의 시스템 등으로 경고 메시지를 전송할 수 있다.
- [0070] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따라 실제로 제작된 드론 시스템(100)의 예를 도시한 도면이다. 도 15에서는 도 6을 통해 설명한 트래킹 카메라(140)를 위해 사용된 "Intel Realsense T265" 제품과 도 7을 통해 설명한 RGB 웹스 카메라(150)를 위해 사용된 "Intel Realsense D435i" 제품이 드론의 전면에 장착된 예를 나타내고 있다.
- [0071] 도 16은 본 발명의 일실시예에 있어서, 드론 시스템의 제어 방법의 예를 도시한 흐름도이다. 도 16의 실시예에

따른 제어 방법이 포함하는 단계들(1610 내지 1660)은 드론 시스템(100)에 의해 수행될 수 있다.

- [0072] 단계(1610)에서 드론 시스템(100)은 드론 시스템(100)의 전면에 배치된 트래킹 카메라(140)를 통해 3차원 공간상의 드론 시스템(100)의 위치정보를 수집할 수 있다.
- [0073] 단계(1620)에서 드론 시스템(100)은 드론 시스템(100)의 전면에 배치된 RGB 텡스 카메라(150)를 통해 RGB 이미지, 텡스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집할 수 있다. 여기서, 관성 센서 데이터는 RGB 텡스 카메라(150)에 내장된 IMU(Inertial Measurement Unit)를 통해 생성될 수 있다.
- [0074] 여기서, 단계(1610 및 1620)는 그 순서가 변경될 수도 있으며, 지속적으로 및/또는 반복적으로 수행될 수도 있다.
- [0075] 단계(1630)에서 드론 시스템(100)은 드론 시스템(100)이 포함하는 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 트래킹 카메라(140)를 통해 수집된 위치정보와 RGB 텡스 카메라(150)를 통해 수집된 RGB 이미지, 텡스 이미지, 및 관성 센서 데이터에 기반하여 3차원 공간상의 3차원 공간 맵을 생성할 수 있다. 이때, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라, Visual-SLAM(Visual Simultaneous Localization and Mapping)을 위한 RTAB-MAP(Real-Time Appearance-Based Mapping) 알고리즘에 기반하여, 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성할 수 있다.
- [0076] 보다 구체적인 예로, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서, RGB 텡스 카메라(150)로부터 수집된 RGB 이미지, 및 텡스 이미지, 그리고 트래킹 카메라(140)로부터 수집된 이미지에서 기설정된 특징 또는 키포인트를 검출할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서, 검출된 특징 또는 키포인트간의 매칭을 통한 이미지들(RGB 텡스 카메라(150)로부터 수집된 RGB 이미지, 및 텡스 이미지, 그리고 트래킹 카메라(140)로부터 수집된 이미지)간의 연결을 통해 이미지들간의 상대적 포즈를 추정할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서, 추정된 상대적 포즈에 기반하여 RGB 텡스 카메라(150) 및 트래킹 카메라(140) 중 적어도 하나의 포즈를 추정할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서, RGB 텡스 카메라(150) 및 트래킹 카메라(140) 중 적어도 하나에 대해 추정된 포즈 데이터를 그래프로 구성하여 최적화할 수 있다. 이때, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서 드론 시스템(100)이 이전에 방문했던 위치로의 재방문을 감지하고, RGB 텡스 카메라(150)로부터 수집된 RGB 이미지, 텡스 이미지, 및 트래킹 카메라(140)로부터 수집된 이미지 사이에서 루프 클로저를 형성하고, 형성된 루프 클로저를 더 활용하여 그래프를 구성할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 단계(1630)에서, 그래프, RGB 텡스 카메라(150)로부터 수집된 RGB 이미지, 텡스 이미지, 및 트래킹 카메라(140)로부터 수집된 이미지를 기반으로 3차원 공간 맵을 생성할 수 있다.
- [0077] 단계(1640)에서 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 드론 시스템(100)의 주행을 위한 정보를 제공할 수 있다. 일례로, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라 ROS(Robot Operating System)의 네비게이션 패키지에 기반한 경로 계획 알고리즘을 활용하여, 3차원 공간 맵, 및 드론 시스템(100)의 현재 위치에 따른 드론 시스템(100)의 자율 주행을 위한 경로 계획을 처리할 수 있다. 이후, 드론 시스템(100)은 단계(1640)에서 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 트래킹 카메라(140)로부터 수집된 위치정보를 3차원 공간을 위한 위치 데이터로 변환하여 드론 시스템(100)의 위치제어를 위해, 드론 시스템(100)이 포함하는 비행 제어부(110)로 전달할 수 있다. 이러한 위치 데이터는 상술한 드론 시스템(100)의 주행을 위한 정보에 포함될 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 로컬 경로 계획에서 DWA(Dynamic Window Approach) 알고리즘을 사용하여 실시간으로 장애물을 감지하고 회피하면서 동적으로 경로를 조정할 수 있다. 이를 위한 정보 역시 상술한 드론 시스템(100)의 주행을 위한 정보에 포함될 수 있다.
- [0078] 단계(1650)에서 드론 시스템(100)은 비행 제어부(110)의 제어에 따라, 드론 시스템(100)이 포함하는 고도 센서(160)로부터 제공되는 고도 정보 및 보조 연산부(130)에 의해 제공되는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력할 수 있다.
- [0079] 단계(1660)에서 드론 시스템(100)은 모터의 속도 신호값에 기반하여 드론 시스템(100)이 포함하는 복수의 모터(121, 122, 123, 124)를 제어할 수 있다. 이때, 드론 시스템(100)은 드론 시스템(100)이 포함하는 속도 제어부(120)의 제어에 따라 복수의 모터(121, 122, 123, 124)를 제어할 수 있다.
- [0080] 실시예에 따라 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 드론 시스템(100)의 하부에 배치되어 드론 시스템(100)의 하부 방향의 RGB 이미지를 수집하는 카메라 센서(170)를 통해 수집되는 RGB 이미지에서 태그를

검출할 수 있다. 또한, 드론 시스템(100)은 보조 연산부(130)의 제어에 따라, 드론 시스템(100)의 위치와 검출된 태그의 위치간 비교를 통해 드론 시스템(100)의 정밀 착륙을 제어하기 위한 경로 계획을 처리할 수 있다.

[0081] 도 16에서 생략된 내용은 앞서 도 1 내지 도 15의 설명을 참조할 수 있다.

[0082] 이처럼, 본 발명의 실시예들에 따르면, 물류 자동화와 같이 실내에서의 동작이 요구되는 드론 시스템을 위한 기술을 제공할 수 있다.

[0083] 이상에서 설명된 시스템 또는 장치는 하드웨어 구성요소, 또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 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, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 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 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0084] 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, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장될 수 있다.

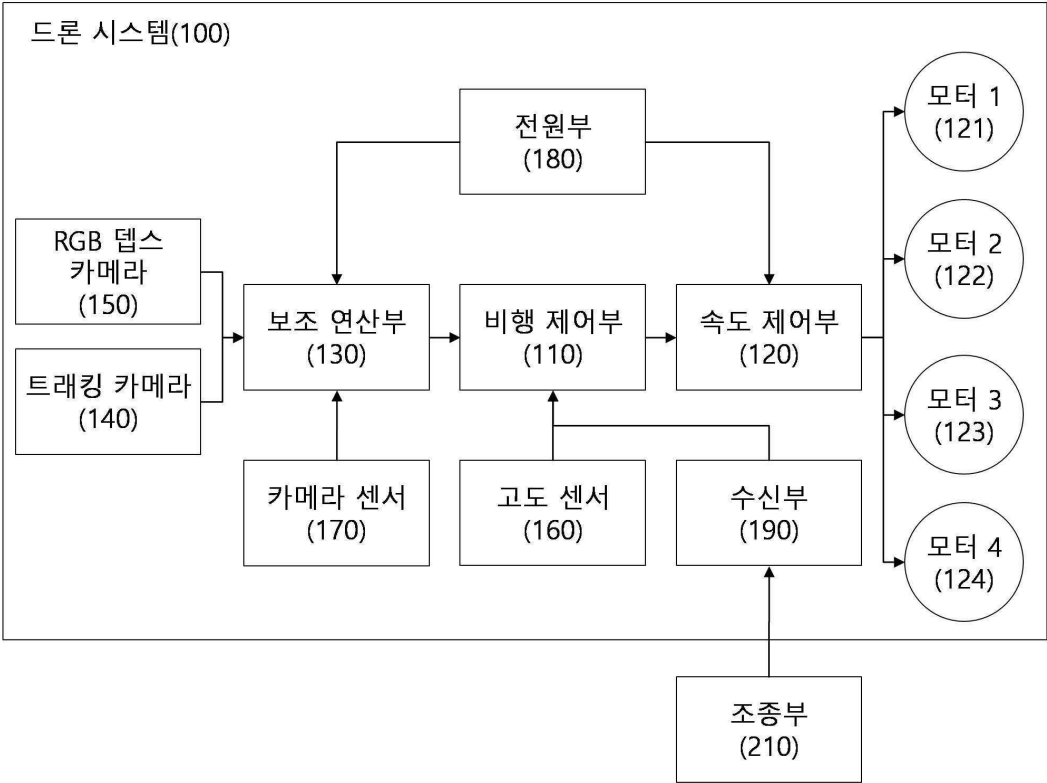
[0085] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수개 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 애플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0086] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 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.

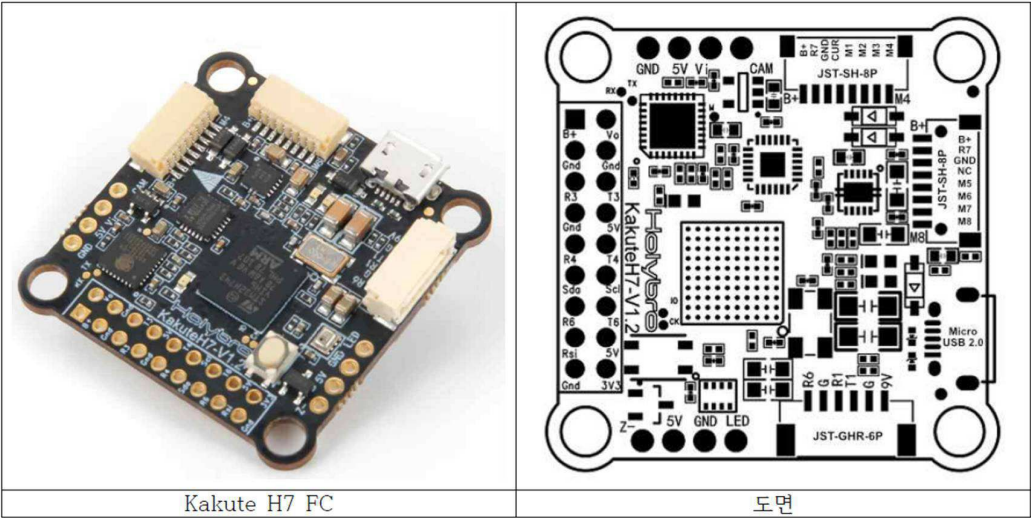
[0087] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

도면

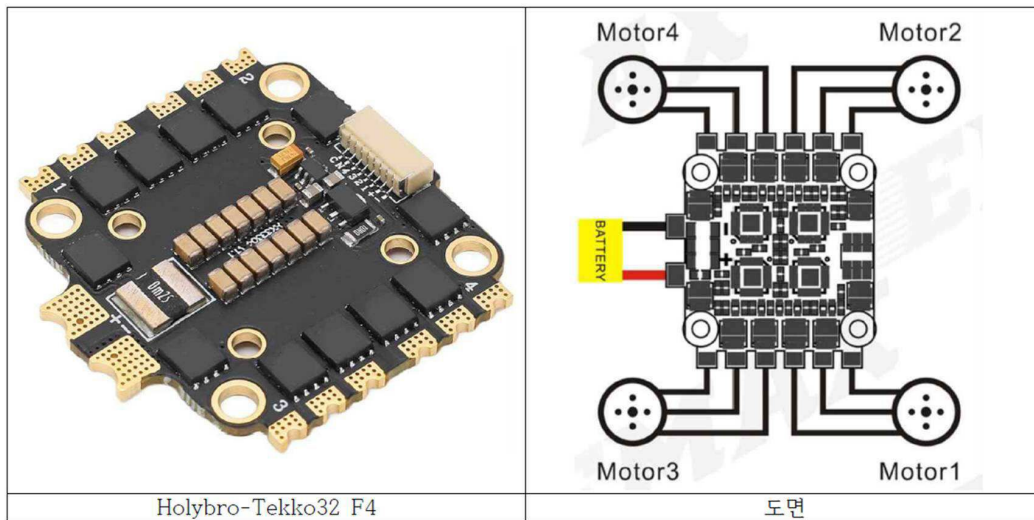
도면1



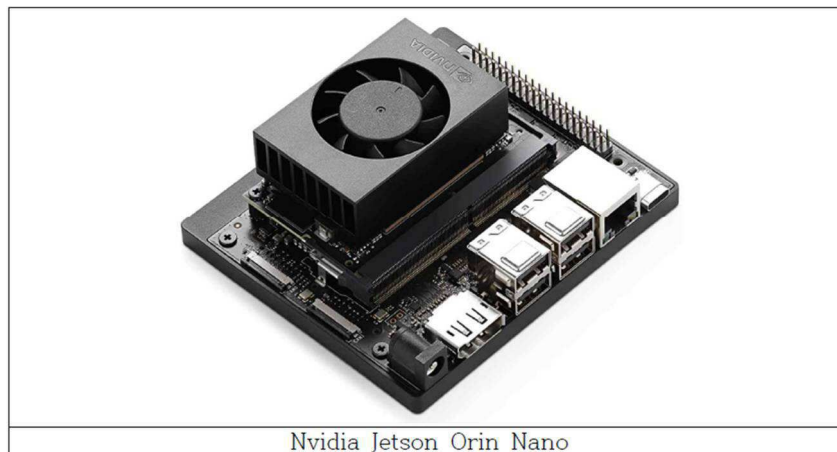
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6



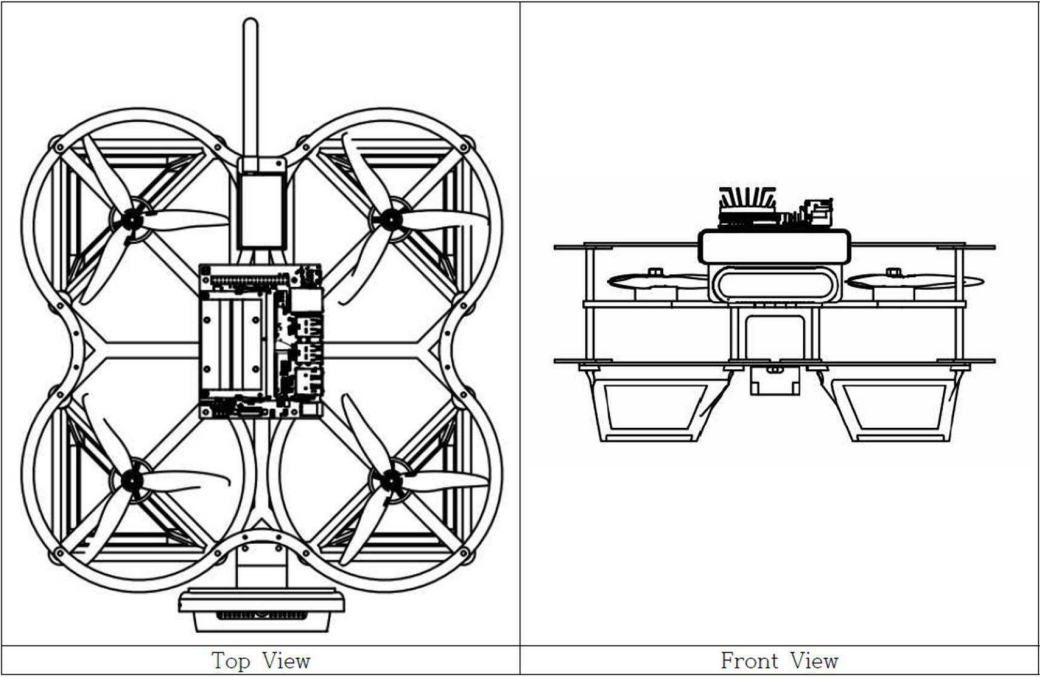
도면7



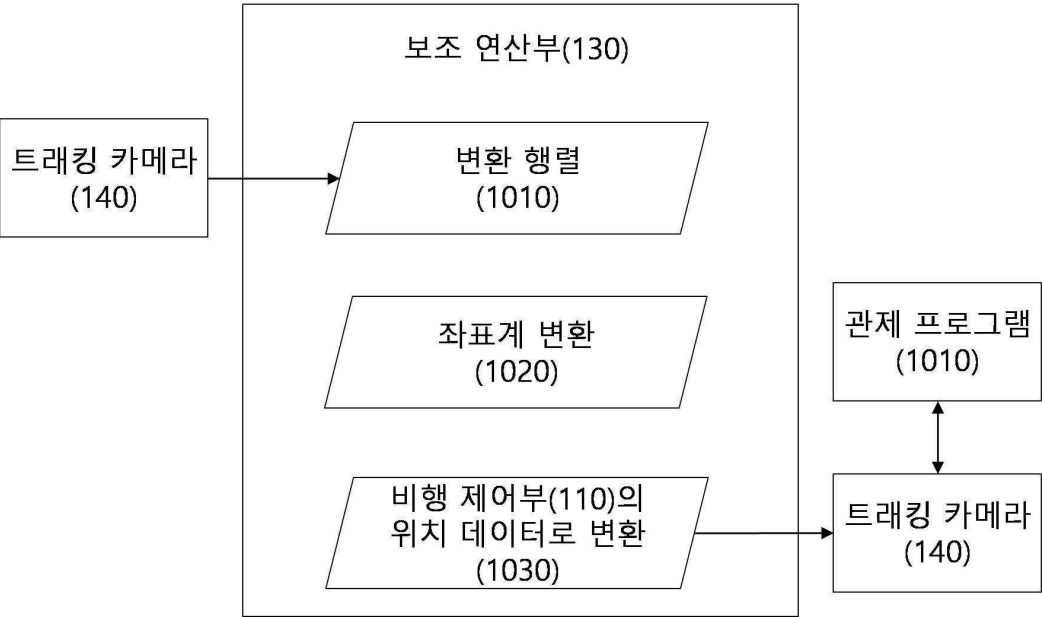
도면8



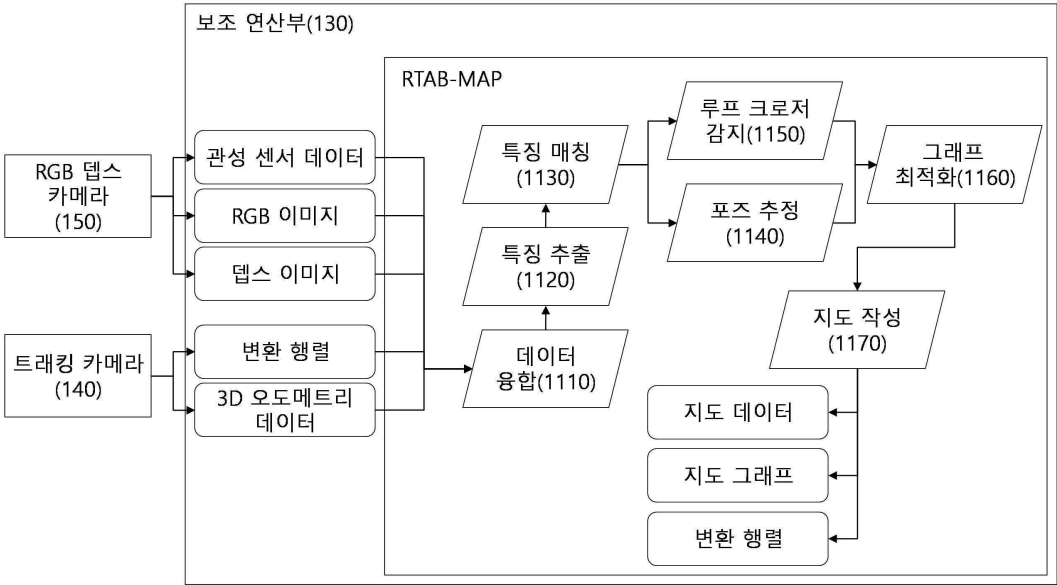
도면9



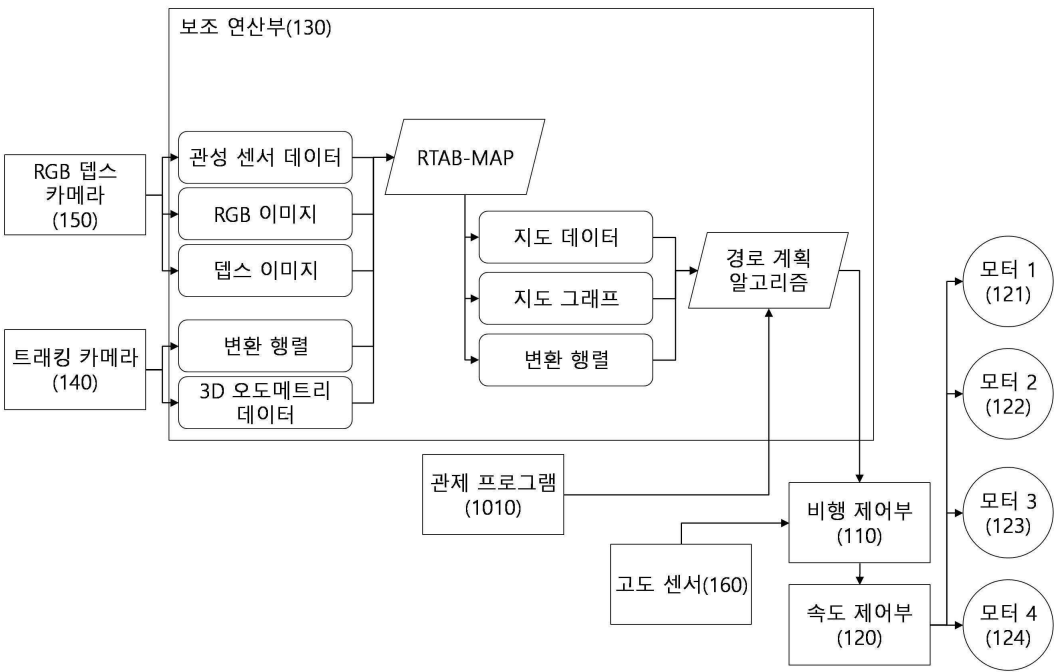
도면10



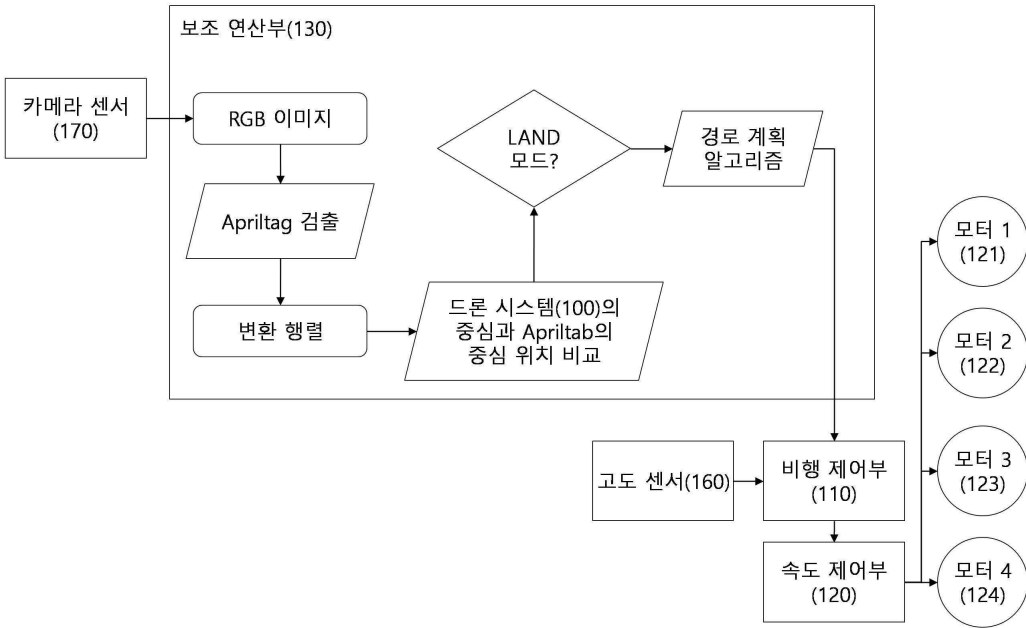
도면11



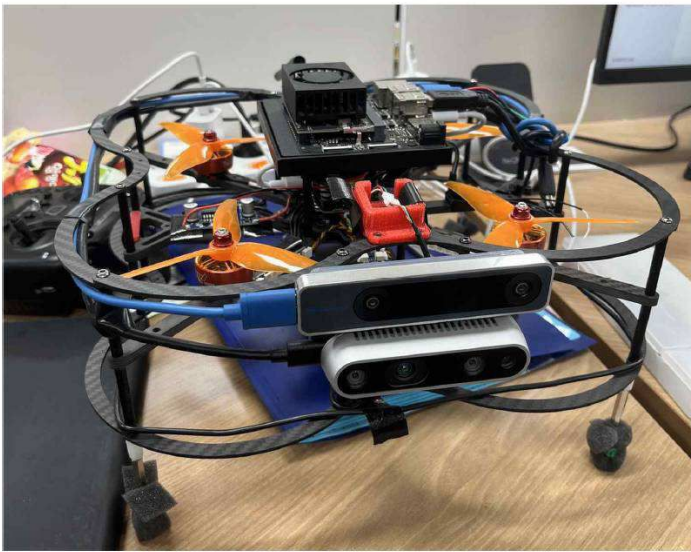
도면12



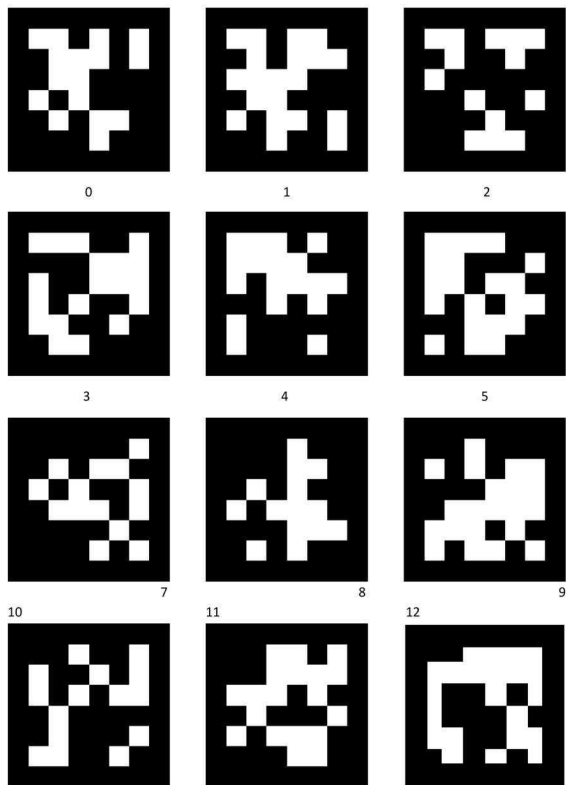
도면13



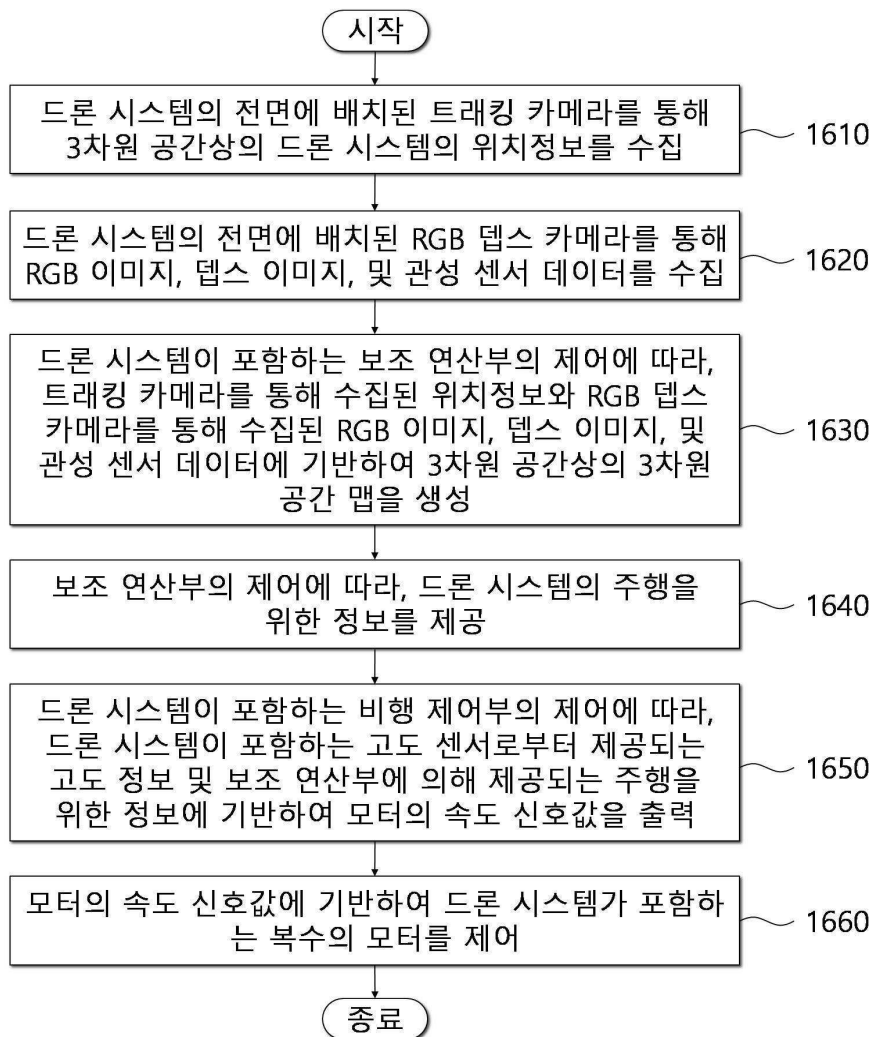
도면14



도면15



도면16



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

드론 시스템에 있어서,

복수의 판과 연결된 복수의 모터;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 뎀스 카메라;

상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 뎀스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하여 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하고, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 보조 연산부;

고도 정보를 제공하는 고도 센서;

상기 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부가 제공하는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터

의 속도 신호값을 출력하는 비행 제어부; 및

상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 복수의 모터를 제어하는 속도 제어부

를 포함하는 드론 시스템.

【변경후】

드론 시스템에 있어서,

복수의 팬과 연결된 복수의 모터;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 3차원 공간상의 상기 드론 시스템의 위치정보를 수집하는 트래킹 카메라;

상기 드론 시스템의 전면에 배치되어 RGB 이미지, 뎀스 이미지, 및 관성 센서 데이터를 수집하는 RGB 뎀스 카메라;

상기 트래킹 카메라를 통해 수집된 위치정보를 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터로 변환하고, 상기 RGB 뎀스 카메라를 통해 수집된 상기 RGB 이미지, 및 상기 뎀스 이미지를 상기 관성 센서 데이터에 기반하여 상기 3차원 공간을 위한 좌표계에서의 위치 데이터와 통합하여 3차원 공간 매핑을 수행함으로써, 상기 3차원 공간에 대한 3차원 공간 맵을 생성하고, 상기 드론 시스템의 주행을 위한 정보를 제공하는 보조 연산부;

고도 정보를 제공하는 고도 센서;

상기 고도 센서로부터 제공되는 고도 정보 및 상기 보조 연산부가 제공하는 주행을 위한 정보에 기반하여 모터의 속도 신호값을 출력하는 비행 제어부; 및

상기 모터의 속도 신호값에 기반하여 상기 복수의 모터를 제어하는 속도 제어부

를 포함하는 드론 시스템.