



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월08일
(11) 등록번호 10-2262835
(24) 등록일자 2021년06월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/00 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)
B64D 27/24 (2006.01) G05D 1/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G05D 1/0005 (2013.01)
B64C 39/024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0009930
(22) 출원일자 2020년01월28일
심사청구일자 2020년01월28일
- (56) 선행기술조사문헌
CN108616302 A*
KR102063851 B1*
- Jingjing Yao 외 1명, QoS-Aware Power Control in Internet of Drones for Data Collection Service, IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 68, NO. 7, JULY 2019.
- 송주영 외 2명, 효율적 군용 드론 작전 운영을 위한 Drone Force Deployment Optimization 알고리즘, Journal of Internet Computing and Services, Volume 21, issue 1, Pages.211-219, 2020.02.
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
- (72) 발명자
정종문
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 C203(신촌동)
- 송주영
서울특별시 동작구 여의대방로16길 1, 태성대복지관 516호
- 장현덕
서울특별시 성동구 뚝섬로 310, 104동 606호(성수동1가, 한진타운아파트)
- (74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 8 항

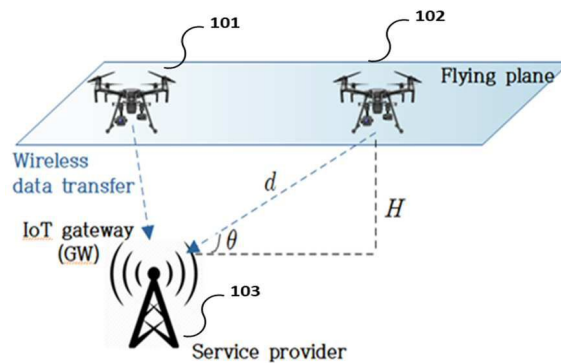
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 효율적 작전 운영을 위한 드론 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 드론 제어 장치 및 방법은 작전 지역 또는 재난 상황 발생 시와 같이 공간적, 시간적 제약이 존재하는 환경에서 에너지 소비량과 임무 수행 시간 및 배터리 소비량을 고려하여, 주어진 임무를 경제적이고 효율적으로 수행할 수 있는 드론의 수를 계산하고, 계산된 수에 따라 드론을 운용하여 드론 효율성을 극대화하는 드론 제어 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B64D 27/24 (2013.01)

G05D 1/0022 (2013.01)

G05D 1/104 (2013.01)

B64C 2201/042 (2013.01)

B64C 2201/146 (2013.01)

Y02T 50/60 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019-0-00685
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원(한국연구재단부설)
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	무선광통신 기반 수직 이동통신 네트워크 기술 개발 (1/5)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.04.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야하는 임무를 획득하는 임무 설정부;

상기 임무가 수행되어야 하는 적어도 하나의 임무 위치를 포함하는 임무 지역의 환경과 상기 적어도 하나의 드론 및 적어도 하나의 임무 위치 각각에 드론이 배치되어 통신을 수행하기 위한 채널에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부;

수집된 정보에 기반으로 임무 지역의 전체 임무 위치 각각에서 임무를 수행하기 위한 드론의 총 드론 소비 에너지와 총 드론 운용 시간 및 총 드론 배터리 소비량을 계산하고, 상기 총 드론 소비 에너지로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 에너지 기반 드론 개수를 판별하고, 상기 총 드론 운용 시간으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 시간 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 총 드론 배터리 소비량으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 배터리 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수로부터 상기 임무를 수행하기 위한 최적 드론 개수를 획득하는 드론 최적화부; 및

상기 최적 드론 개수에 대응하는 개수의 드론을 선택하고, 상기 선택된 드론이 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 지정된 임무를 수행하도록 통신하여 제어하는 드론 제어부를 포함하되,

상기 드론 최적화부는

임무 지역의 적어도 하나의 임무 각각에서 소비되는 임무별 에너지 소비량을 계산하고, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 에너지 소비량에 따라 상기 총 드론 소비 에너지를 계산하며, 상기 총 드론 소비 에너지를 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 가용 에너지로 나누어 상기 에너지 기반 드론 개수를 판별하는 에너지 소비량 계산부;

하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 소비 시간을 계산하고, 임무별 소비 시간으로부터 전체 임무를 수행하기 위해 소요되는 총 소비 시간을 계산하며, 획득된 임무에 포함된 임무 제한 시간과 상기 총 소비 시간을 비교하여 더 작은 시간을 상기 총 드론 운용 시간으로 획득하며, 획득된 상기 총 드론 운용 시간을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 운용 시간으로 나누어 상기 시간 기반 드론 개수를 판별하는 임무 수행 시간 계산부;

적어도 하나의 임무 위치 각각에서 소요되는 임무별 배터리 소비량을 계산하여, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 배터리 소비량에 따라 총 드론 배터리 소비량을 계산하고, 상기 총 드론 배터리 소비량을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 배터리 용량으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 배터리 소비량 계산부; 및

상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수 중 최대값을 최적 드론 개수로 판별하는 드론 개수 판별부를 포함하는 드론 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 에너지 소비량 계산부는

드론이 임무 수행시에 통신을 수행하기 위해 소비하는 통신 에너지와 드론의 임무 위치로 이동하기 위해 소비하는 추진 에너지를 구분하여 계산하고, 계산된 상기 추진 에너지와 상기 통신 에너지를 합하여 상기 임무별 에너지 소비량을 계산하는 드론 제어 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 에너지 소비량 계산부는

적어도 하나의 임무 위치 각각에 배치되는 상기 드론과 상기 드론 제어 장치 사이의 채널 상태에 따라 가시선 통신과 비가시선 통신으로 구분하여 통신 소비 전력을 계산하고, 가시선 통신 소비 전력과 비가시선 통신 소비 전력으로부터 평균 경로 손실을 분석하여 전송률을 계산하며, 상기 전송률과 각 임무 위치에서의 데이터 전송 시간과 전송되어야 하는 데이터의 크기에 따라 통신 에너지를 계산하고,

드론의 정지 비행에 요구되는 전력인 호버링 전력과 드론의 이동 비행에 요구되는 전력인 이동 전력을 각각 계산하고, 상기 호버링 전력에 드론이 임무 위치에서 데이터를 전송하는 시간을 곱하고 상기 이동 전력에 드론이 인접한 임무 위치로 이동하는 시간을 곱하고 합하여 상기 추진 에너지를 계산하는 드론 제어 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 임무 수행 시간 계산부는

상기 총 드론 배터리 소비량을 상기 드론 배터리 용량과 드론 충전 시간의 합으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 드론 제어 장치.

청구항 6

적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야하는 임무를 획득하는 단계;

상기 임무가 수행되어야 하는 적어도 하나의 임무 위치를 포함하는 임무 지역의 환경과 상기 적어도 하나의 드론 및 적어도 하나의 임무 위치 각각에 드론이 배치되어 통신을 수행하기 위한 채널에 대한 정보를 수집하는 단계;

수집된 정보에 기반으로 임무 지역의 전체 임무 위치 각각에서 임무를 수행하기 위한 드론의 총 드론 소비 에너지와 총 드론 운용 시간 및 총 드론 배터리 소비량을 계산하여, 상기 총 드론 소비 에너지로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 에너지 기반 드론 개수를 판별하고, 상기 총 드론 운용 시간으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 시간 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 총 드론 배터리 소비량으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 배터리 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수로부터 상기 임무를 수행하기 위한 최적 드론 개수를 획득하는 단계; 및

상기 최적 드론 개수에 대응하는 개수의 드론을 선택하고, 상기 선택된 드론이 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 지정된 임무를 수행하도록 통신하여 제어하는 단계를 포함하되,

상기 최적 드론 개수를 획득하는 단계는

임무 지역의 적어도 하나의 임무 각각에서 소비되는 임무별 에너지 소비량을 계산하고, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 에너지 소비량에 따라 상기 총 드론 소비 에너지를 계산하며, 상기 총 드론 소비 에너지를 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 가용 에너지로 나누어 상기 에너지 기반 드론 개수를 판별하는 단계;

하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 소비 시간을 계산하고, 임무별 소비 시간으로부터 전체 임무를 수행하기 위해 소요되는 총 소비 시간을 계산하며, 획득된 임무에 포함된 임무 제한 시간과 상기 총 소비 시간을 비교하여 더 작은 시간을 상기 총 드론 운용 시간으로 획득하며, 획득된 상기 총 드론 운용 시간을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 운용 시간으로 나누어 상기 시간 기반 드론 개수를 판별하는 단계;

적어도 하나의 임무 위치 각각에서 소요되는 임무별 배터리 소비량을 계산하여, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 배터리 소비량에 따라 총 드론 배터리 소비량을 계산하고, 상기 총 드론 배터리 소비량을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 배터리 용량으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 단계; 및

상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수 중 최대값을 최적 드론 개수로 판별하는 단계를 포함하는 드론 제어 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6 항에 있어서, 상기 에너지 기반 드론 개수를 판별하는 단계는

드론이 임무 수행시에 통신을 수행하기 위해 소비하는 통신 에너지와 드론의 임무 위치로 이동하기 위해 소비하는 추진 에너지를 구분하여 계산하고, 계산된 상기 추진 에너지와 상기 통신 에너지를 합하여 상기 임무별 에너지 소비량을 계산하는 드론 제어 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 에너지 기반 드론 개수를 판별하는 단계는

적어도 하나의 임무 위치 각각에 배치되는 상기 드론과 상기 드론 제어 방법 사이의 채널 상태에 따라 가시선 통신과 비가시선 통신으로 구분하여 통신 소비 전력을 계산하고, 가시선 통신 소비 전력과 비가시선 통신 소비 전력으로부터 평균 경로 손실을 분석하여 전송률을 계산하며, 상기 전송률과 각 임무 위치에서의 데이터 전송 시간과 전송되어야 하는 데이터의 크기에 따라 통신 에너지를 계산하는 단계: 및

드론의 정지 비행에 요구되는 전력인 호버링 전력과 드론의 이동 비행에 요구되는 전력인 이동 전력을 각각 계산하고, 상기 호버링 전력에 드론이 임무 위치에서 데이터를 전송하는 시간을 곱하고 상기 이동 전력에 드론이 인접한 임무 위치로 이동하는 시간을 곱하고 합하여 상기 추진 에너지를 계산하는 단계를 포함하는 드론 제어 방법.

청구항 10

제6 항에 있어서, 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 단계는

상기 총 드론 배터리 소비량을 상기 드론 배터리 용량과 드론 충전 시간의 합으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 드론 제어 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 드론 제어 장치 및 방법에 관한 것으로, 효율적인 군사 작전 운영을 위한 드론 제어 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 4차 산업 혁명의 핵심 기술 중 사물 인터넷(Internet of Things)은 가장 활발하게 산업화가 진행되고 각광받고 있는 분야이다. 특히 최근에는 드론(Drone)과 IoT 기술을 접목시킨 기술들이 등장하여, 교통 감시, 촬영, 배송, 인명 구조뿐만 아니라 군사용으로도 활용되고 있다. 이에 드론을 이용한 다양한 연구가 진행되고 있으나, 기존에 드론의 운용에 대한 연구는 무선 채널 사용자의 서비스 품질(QoS)을 보장하면서 드론의 에너지 소비량을 최소화하는데 그 목적을 두고 있다.

[0003] 그러나 재난 상황이나 군사적 운용을 위해 드론을 투입하는 경우에는 드론의 자체적인 한계점과 현실적인 여건 등이 함께 고려해야만 한다. 즉 공간적, 시간적 제약을 고려해야할 뿐만 아니라, 제한된 구입 예산과 배터리 용량, 그리고 드론 운용을 위한 인력 양성을 위한 시간과 예산이 함께 고려되어야만 한다. 특히 군사용 드론 또는 재해 대응 드론의 경우, 작전 제한 시간을 엄수해야만 하므로, 제한 시간 내에 요구되는 임무를 수행할 수 있는 최적의 드론 운용 방법을 고려할 필요가 있다.

선행기술문헌**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-2017390호 (2019.09.02. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 드론을 이용하여 수행되어야 하는 임무가 경제적이고 효율적으로 수행되도록 하는 드론 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 작전 지역 또는 재난 상황 발생과 같이 공간적, 시간적 제약이 존재하는 환경에서 드론의 에너지 소비량과 임무 수행 시간 및 배터리 소비량에 따라 최적으로 임무를 수행할 수 있는 드론의 수를 추정하여, 드론 운용의 효율성을 극대화할 수 있는 드론 제어 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 제어 장치는 적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야 하는 임무를 획득하는 임무 설정부; 상기 임무가 수행되어야 하는 적어도 하나의 임무 위치를 포함하는 임무 지역의 환경과 상기 적어도 하나의 드론 및 적어도 하나의 임무 위치 각각에 드론이 배치되어 통신을 수행하기 위한 채널에 대한 정보를 수집하는 정보 수집부; 수집된 정보에 기반으로 임무 지역의 전체 임무 위치 각각에서 임무를 수행하기 위한 드론의 총 드론 소비 에너지와 총 드론 운용 시간 및 총 드론 배터리 소비량을 계산하고, 상기 총 드론 소비 에너지로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 에너지 기반 드론 개수를 판별하고, 상기 총 드론 운용 시간으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 시간 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 총 드론 배터리 소비량으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 배터리 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수로부터 상기 임무를 수행하기 위한 최적 드론 개수를 획득하는 드론 최적화부; 및 상기 최적 드론 개수에 대응하는 개수의 드론을 선택하고, 상기 선택된 드론이 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 지정된 임무를 수행하도록 통신하여 제어하는 드론 제어부를 포함한다.

[0008] 상기 드론 최적화부는 임무 지역의 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 소비되는 임무별 에너지 소비량을 계산하고, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 에너지 소비량에 따라 상기 총 드론 소비 에너지를 계산하며, 상기 총 드론 소비 에너지를 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 가용 에너지로 나누어 상기 에너지 기반 드론 개수를 판별하는 에너지 소비량 계산부; 하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 소비 시간을 계산하고, 임무별 소비 시간으로부터 전체 임무를 수행하기 위해 소요되는 총 소비 시간을 계산하며, 획득된 임무에 포함된 임무 제한 시간과 상기 총 소비 시간을 비교하여 더 작은 시간을 상기 총 드론 운용 시간으로 획득하며, 획득된 상기 총 드론 운용 시간을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 운용 시간으로 나누어 상기 시간 기반 드론 개수를 판별하는 임무 수행 시간 계산부; 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 소요되는 임무별 배터리 소비량을 계산하여, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수와 상기 임무별 배터리 소비량에 따라 총 드론 배터리 소비량을 계산하고, 상기 총 드론 배터리 소비량을 미리 수집된 완전 충전 상태의 드론 배터리 용량으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별하는 배터리 소비량 계산부; 및 상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수 중 최대값을 최적 드론 개수로 판별하는 드론 개수 판별부를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 에너지 소비량 계산부는 드론이 임무 수행시에 통신을 수행하기 위해 소비하는 통신 에너지와 드론의 임무 위치로 이동하기 위해 소비하는 추진 에너지를 구분하여 계산하고, 계산된 상기 추진 에너지와 상기 통신 에너지를 합하여 상기 임무별 에너지 소비량을 계산할 수 있다.

[0010] 상기 에너지 소비량 계산부는 적어도 하나의 임무 위치 각각에 배치되는 상기 드론과 상기 드론 제어 장치 사이의 채널 상태에 따라 가시선 통신과 비가시선 통신으로 구분하여 통신 소비 전력을 계산하고, 가시선 통신 소비 전력과 비가시선 통신 소비 전력으로부터 평균 경로 손실을 분석하여 전송률을 계산하며, 상기 전송률과 각 임무 위치에서의 데이터 전송 시간과 전송되어야 하는 데이터의 크기에 따라 통신 에너지를 계산하고, 드론의 정지 비행에 요구되는 전력인 호버링 전력과 드론의 이동 비행에 요구되는 전력인 이동 전력을 각각 계산하고, 상기 호버링 전력에 드론이 임무 위치에서 데이터를 전송하는 시간을 곱하고 상기 이동 전력에 드론이 인접한 임무 위치로 이동하는 시간을 곱하고 합하여 상기 추진 에너지를 계산할 수 있다.

[0011] 상기 임무 수행 시간 계산부는 상기 총 드론 배터리 소비량을 상기 드론 배터리 용량과 드론 충전 시간의 합으로 나누어 상기 배터리 기반 드론 개수를 판별할 수 있다.

[0012] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 드론 제어 방법은 적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야하는 임무를 획득하는 단계; 상기 임무가 수행되어야 하는 적어도 하나의 임무 위치를 포함하는 임무 지역의 환경과 상기 적어도 하나의 드론 및 적어도 하나의 임무 위치 각각에 드론이 배치되어 통신을 수행하기 위한 채널에 대한 정보를 수집하는 단계; 수집된 정보에 기반으로 임무 지역의 전체 임무 위치 각각에서 임무를 수행하기 위한 드론의 총 드론 소비 에너지와 총 드론 운용 시간 및 총 드론 배터리 소비량을 계산하여, 상기 총 드론 소비 에너지로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 에너지 기반 드론 개수를 판별하고, 상기 총 드론 운용 시간으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 시간 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 총 드론 배터리 소비량으로부터 임무 수행에 요구되는 드론의 개수인 배터리 기반 드론 개수를 판별하며, 상기 에너지 기반 드론 개수와 상기 시간 기반 드론 개수 및 상기 배터리 기반 드론 개수로부터 상기 임무를 수행하기 위한 최적 드론 개수를 획득하는 단계; 및 상기 최적 드론 개수에 대응하는 개수의 드론을 선택하고, 상기 선택된 드론이 적어도 하나의 임무 위치 각각에서 지정된 임무를 수행하도록 통신하여 제어하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 드론 제어 장치 및 방법은 작전 지역 또는 재난 상황 발생 시와 같이 공간적, 시간적 제약이 존재하는 환경에서 주어진 임무를 경제적이고 효율적으로 수행할 수 있는 드론의 수를 계산하고, 계산된 수에 따라 드론을 운용하여 드론 효율성을 극대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 드론과 통신을 수행하는 드론 제어 장치 사이의 관계를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 제어 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

도 3은 도 2의 드론 제어 장치가 드론을 운용하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 제어 방법을 나타낸다.

도 5 내지 도 9는 본 실시예에 따른 드론 제어 방법의 성능을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0018] 도 1은 드론과 통신을 수행하는 드론 제어 장치 사이의 관계를 나타내고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 제어 장치의 개략적 구조를 나타내며, 도 3은 도 2의 드론 제어 장치가 드론을 운용하는 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 적어도 하나의 드론(101)은 드론 제어 장치(103)와 무선 통신을 수행하여 드론 제어 장치(103)에 의해 제어될 수 있으며, 드론 제어 장치(103)의 제어에 의해 지정된 위치로 이동하거나 지정된 동작을 수행한다. 이때 드론이 비행하여 이동하는 평면을 비행 평면(Flying plane)(102)이라 한다.

[0020] 그리고 드론 제어 장치(103)는 드론을 이용한 사물 인터넷(IoT)의 게이트웨이(GW)일 수 있다. 드론 제어 장치(103)는 서비스 제공자로서, 주어지는 임무를 수행하기에 적합한 드론의 수를 분석하고, 분석된 개수에 따라 적

어도 하나의 드론(101)의 동작을 제어하여, 적어도 하나의 드론(101) 각각이 지정된 임무를 수행할 수 있도록 한다. 특히 본 실시예에서 드론 제어 장치(103)는 드론의 에너지 소비량과 임무 수행 시간 및 배터리 소비량을 계산하고, 계산 결과에 기초하여 요구되는 최적의 드론 수를 분석함으로써, 드론 운용의 효율성을 극대화할 수 있도록 한다.

- [0021] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 드론 제어 장치(103)는 통신부(210), 임무 설정부(220), 정보 수집부(230), 드론 최적화부(240) 및 드론 제어부(250)를 포함할 수 있다.
- [0022] 통신부(210)는 적어도 하나의 드론과 기지정된 방식으로 무선 통신을 수행한다. 드론 제어 장치(103)는 적어도 하나의 드론(101)과 일반적인 무선 전파를 이용한 RF 통신을 수행할 수 있으나, 경우에 따라서는 대기 중에서 광을 이용하여 이루어지는 무선 광통신인 자유공간 광(Free-Space Optics: 이하 FSO) 통신을 수행할 수도 있으며, RF 통신과 FSO 통신을 함께 이용할 수도 있다.
- [0023] 또한 통신부(210)는 외부 시스템(미도시)과 통신을 수행하여, 적어도 하나의 드론(101)을 제어하여 수행해야 할 임무를 인가받거나, 드론(101)이 임무를 수행한 결과를 전달할 수도 있다. 여기서 외부 시스템은 드론(101)의 이용 목적에 대응하는 지휘 통제 시스템일 수 있다. 일례로 드론(101)이 군사용으로 이용되는 경우, 작전 통제 시스템일 수 있으며, 드론(101)이 재난 대응을 위해 이용되는 경우에는 소방 통제 시스템일 수도 있다.
- [0024] 임무 설정부(220)는 적어도 하나의 드론(101)을 이용하여 수행해야 하는 임무를 저장한다. 임무 설정부(220)는 통신부(210)를 통해 외부 시스템으로부터 임무를 인가받아 저장하거나, 사용자 명령 등으로 임무를 인가받아 저장할 수 있다. 이때 저장되는 임무에는 임무가 수행되어야 하는 위치를 나타내는 적어도 하나의 임무 위치와 임무가 수행되어야 하는 임무 제한 시간(L_{max})이 포함된다.
- [0025] 그리고 임무 설정부(220)는 적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야 하는 전체 임무를 인가받아 저장하고, 저장된 분석하여 세부 임무로 구분할 수도 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 임무 설정부(220)는 임무가 수행되어야 하는 전체 임무 지역(Mission area)이 (a)와 같이 지정되면, 지정된 전체 임무 지역을 분할하여, (b)와 같이 다수의 임무 위치(Hovering location)를 지정할 수 있다.
- [0026] 여기서는 일례로 임무 설정부(220)가 전체 임무 지역을 격자 구조로 분할하여 N개의 임무 위치를 지정하는 것으로 가정하였으나, 임무 위치를 지정하는 방식과 개수는 다양하게 변형될 수 있다. 또한 전체 임무 영역이 인가되지 않고, 직접적으로 다수의 임무 위치가 지정되어 임무가 인가될 수도 있다.
- [0027] 본 실시예에서 드론(101)이 수행해야 하는 임무는 일례로 임무 지점에서의 정보 수집인 것으로 가정하며, 이에 드론(101)은 임무 수행시에 임무 지점에서 정지 비행(Hovering)하며 정보를 수집할 필요가 있다. 따라서 드론(101)은 정지 비행이 가능한 로터리 왕(Rotary-wing) 타입의 드론인 것으로 가정한다.
- [0028] 정보 수집부(230)는 각 임무 위치의 환경 정보와 채널 정보 및 드론 정보를 수집하여 저장한다. 정보 수집부(230)는 각 임무 위치의 환경 연계 상수(environment-related constant)와 공기 밀도(ρ) 등과 같은 환경 정보를 획득할 수 있다. 그리고 정보 수집부(230)는 드론(101)이 각 임무 위치에 위치하는 경우에 드론 제어 장치(103)와 가시선(Line of sight: LoS) 통신을 수행해야 하는지 비가시선(Non-line of sight: NLoS) 통신을 수행해야 하는지 여부를 판별하여 각 임무 위치에 대한 채널 정보를 수집할 수 있다. 여기서 정보 수집부(230)는 도 1에 도시된 바와 같이, 각 임무 위치에서의 드론(101)의 고도(H)를 함께 고려하여, 채널 정보를 수집할 수 있다. 또한 정보 수집부(230)는 드론 정보로서, 드론 자체의 무게(m_d), 탑재체(payload)의 무게(m_p), 드론의 프로펠러 반지름(r_p), 프로펠러 수(n_p), 모터와 프로펠러의 효율(ϵ) 및 양향비(lift-to-drag ratio)(r) 등을 수집할 수 있다.
- [0029] 정보 수집부(230)는 통신부(210)를 통해 외부의 다양한 정보 제공 시스템으로부터 환경 정보와 채널 정보 및 드론 정보를 인가받아 저장할 수 있다. 일례로 환경 정보와 채널 정보의 경우 기상청의 서버로부터 인가받을 수 있으며, 드론 정보의 경우 드론 제작사 서버로부터 인가받거나, 운용하는 드론에 대한 정보를 미리 저장해둘 수 있다.
- [0030] 드론 최적화부(240)는 정보 수집부(230)에서 수집된 정보를 기초로 임무를 수행하기 위한 최적의 드론 개수를 판별한다. 드론 최적화부(240)는 에너지 소비량 계산부(241), 임무 수행 시간 계산부(242), 배터리 소비량 계산부(243) 및 드론 개수 판별부(244)를 포함할 수 있다.
- [0031] 에너지 소비량 계산부(241)는 임무를 완수하기 위해 필요한 총 에너지 소비량을 계산하고, 에너지 소비량에 따

라 임무를 완수하기 위해 요구되는 최소의 드론 개수를 에너지 기반 드론 개수로 계산한다. 그리고 임무 수행 시간 계산부(242)는 임무를 완수하기 위해 요구되는 총 시간을 계산하고, 계산된 총 시간이 임무 제한 시간(L_{max}) 이내가 되도록 하는 최소의 드론 개수를 시간 기반 드론 개수로 계산한다. 한편, 배터리 소비량 계산부(243)는 드론 각각의 배터리 용량과 임무 수행 시 요구되는 배터리 소비량에 따라 임무 수행에 요구되는 최소의 드론 개수를 배터리 기반 드론 개수로 계산한다.

[0032] 드론 개수 판별부(244)는 에너지 소비량 계산부(241), 임무 수행 시간 계산부(242) 및 배터리 소비량 계산부(243) 각각에서 계산된 에너지 기반 드론 개수와 시간 기반 드론 개수 및 배터리 기반 드론 개수를 인가받아, 가장 큰 드론 개수를 임무 수행을 위한 최적 드론 개수로 판별한다.

[0033] 우선 에너지 소비량 계산부(241)는 전체 N개의 임무 위치 중 하나의 임무 위치로 이동하여 임무를 수행하는 1 사이클(cycle) 동안 소비되는 임무별 에너지 소비량(E_{one})을 계산하여 전체 임무 수행을 위한 에너지 소비량을 계산하며, 1 사이클 동안 소비되는 임무별 에너지 소비량(E_{one})은 드론(101)의 비행을 위한 추진 에너지(E_{prl})와 드론 제어 장치(103)와의 통신을 위한 통신 에너지(E_{com})로 구분하여 계산한다. 추진 에너지(E_{prl})와 통신 에너지(E_{com})는 임무 중단과 같은 다양한 비상 상황 발생 시에도, 드론을 안정적으로 운용할 수 있도록 하기 위한 가장 중요한 에너지이다. 비록 드론의 임무 수행 시에는 드론(101)의 이동과 통신 이외에도 추가적인 에너지 소비가 발생할 수 있으나, 특수한 임무를 제외하면 추가적인 에너지 소비량은 상대적으로 미미한 수준이므로 여기서는 고려하지 않는다.

[0034] 또한 에너지 소비량 계산부(241)는 통신 에너지(E_{com})를 계산함에 있어, 우선 채널 정보를 고려하여 가시선 통신과 비가시선 통신 상황을 구분하여 수학적 1 및 2에 따라 통신 소비 전력을 계산한다.

수학식 1

$$P(LoS) = \frac{1}{1 + \alpha \exp \left(-\beta \left[\frac{180}{\pi} \theta - \alpha \right] \right)}$$

[0035]

수학식 2

$$P(NLoS) = 1 - P(LoS)$$

[0036]

[0037] 여기서 α , β 는 환경 연계 상수(예를 들면, 도시 환경, 시골 환경)이고, θ 는 드론 제어 장치(103)와 드론(101) 사이의 고각(elevation angle)으로 도 1에 도시된 바와 같다.

[0038] 한편 평균 경로 손실(Path loss)은 수학식 3으로 계산된다.

수학식 3

$$\overline{PL} = P(LoS)PL_{LoS} + P(NLoS)PL_{NLoS}$$

[0039]

[0040] 여기서 PL_{LoS} 와 PL_{NLoS} 는 각각 가시선 및 비가시선 환경에서 경로 손실 모델로서 수학식 4 및 5로 표현될 수 있다.

수학식 4

$$PL_{LoS} = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi f_c d}{c} \right) + \xi_{LoS}$$

수학식 5

$$PL_{NLoS} = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi f_c d}{c} \right) + \xi_{NLoS}$$

여기서 f_c 는 캐리어 주파수(carrier frequency)이고, d 는 드론(101)과 드론 제어 장치(103) 사이의 거리이며, c 는 광속이다. 그리고 ξ_{LoS} , ξ_{NLoS} 는 환경 연계 상수이다.

그리고 전체 N 개의 임무 위치 중 i 번째 임무 위치에서의 전송률(transmission rate)(R_i)은 수학식 6으로 나타난다.

수학식 6

$$R_i = W \log_2 \left(1 + \frac{p_i G_i}{N_0 W} \right)$$

여기서 W 는 대역폭을 나타내고, p_i 는 전송 전력(transmission power), G_i 는 채널 이득(channel gain)으로 $G_i = 10^{\frac{-PL}{10}}$ 로 계산될 수 있으며, N_0 는 잡음 전력 스펙트럼 밀도(noise power spectrum density)를 나타낸다.

i 번째 임무 위치에서의 데이터 전송 시간(T_i^{com})과 전송되는 데이터 크기(D_i)를 고려하면, N 개의 전체 임무 위치에서 소모되는 통신 에너지(E_{com})는 수학식 7에 따라 계산될 수 있다.

수학식 7

$$E_{com} = \sum_{i=1}^N (\eta p_i + p_{static}) T_i^{com} = \sum_{i=1}^N (\eta p_i + p_{static}) \frac{D_i}{R_i}$$

여기서 η 는 전송 계수(transmission coefficient)이고, p_{static} 는 데이터를 전송하지 않을 때 소비되는 전력을 의미한다.

한편, 에너지 소비량 계산부(241)는 드론(101)의 비행을 위한 추진 에너지(E_{prl})를 계산하기 위해 먼저 드론(101)의 정지 비행에 요구되는 전력인 호버링 전력(P_{hov})과 드론(101)의 이동 비행에 요구되는 전력인 이동 전력(P_{trs})을 각각 수학식 8 및 9에 따라 계산한다.

수학식 8

$$P_{hov} = \sqrt{\frac{(mg)^3}{2\pi r_p^2 n_p \rho}}$$

[0051]

[0052] 여기서 m 은 드론의 무게로 드론 자체의 무게(m_v)와 탑재체의 무게(m_p)의 합($m = m_v + m_p$)을 나타내고, g 는 중력 가속도, r_p 는 드론의 프로펠러 반지름(r_p)을 나타내며, n_p 는 드론의 프로펠러 수를 나타낸다. 그리고 ρ 는 공기 밀도를 나타낸다.

수학식 9

$$P_{trs} = \frac{mv}{370\epsilon r}$$

[0053]

[0054] 여기서 ϵ 는 모터와 프로펠러의 효율을 나타내고, r 은 양항비를 나타낸다.

[0055] 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이, 드론(101)이 특정 i 번째 임무 위치에서 임무를 수행한 후, 인접한 $i+1$ 번째 임무 위치로 이동하는 경우를 고려할 때, 수학식 8 및 9로부터 추진 에너지(E_{prl})는 수학식 10으로 계산될 수 있다.

수학식 10

$$\begin{aligned} E_{prl} &= \sum_{i=1}^{N-1} P_{trs} T_{i,i+1}^{trs} + \sum_{i=1}^N P_{hov} T_i^{com} \\ &= \sum_{i=1}^{N-1} P_{trs} \frac{l_{i,i+1}}{v} + \sum_{i=1}^N P_{hov} \frac{D_i}{R_i} \\ &= \sum_{i=1}^{N-1} \frac{m}{370\epsilon r} l_{i,i+1} + \sum_{i=1}^N P_{hov} \frac{D_i}{R_i} \end{aligned}$$

[0056]

[0057] 여기서 $T_{i,i+1}^{trs}$ 는 드론(101)이 i 번째 임무 위치에서 $i+1$ 번째 임무 위치로 이동하는데 소요되는 시간을 나타내고, $l_{i,i+1}$ 은 i 번째 임무 위치와 $i+1$ 번째 임무 위치 사이의 거리를 나타내고, 전송률(R_i)은 수학식 6에서 이미 계산되었다. 에너지 소비량 계산부(241)는 수학식 7에서 계산된 통신 에너지(E_{com})와 수학식 10에서 계산된 추진 에너지(E_{prl})의 합으로 전체 임무를 수행하기 위한 전체 에너지(E_{tot})를 수학식 11에 따라 계산할 수 있다.

수학식 11

$$\begin{aligned}
 E_{tot} &= E_{prl} + E_{com} \\
 &= \sum_{i=1}^N (\eta p_i + p_{static} + P_{hov}) \frac{D_i}{R_i} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{m}{370\epsilon r} l_{i,i+1} \\
 &= \sum_{i=1}^N \frac{D_i (\eta p_i + p_{static} + P_{hov})}{W \log_2(1 + \frac{p_i G_i}{N_0 W})} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{m}{370\epsilon r} l_{i,i+1}
 \end{aligned}$$

[0058]

[0059] 수학식 11로부터 전체 에너지(E_{tot})가 계산되면, 전체 N 개의 임무 위치 중 하나의 임무 위치로 이동하여 임무를 수행하는 1 사이클(cycle) 동안 소비되는 임무별 에너지 소비량(E_{one})을 수학식 12에 따라 계산할 수 있다.

수학식 12

$$E_{one} = \frac{D(\eta P_{one} + p_{static} + P_{hov})}{W \log_2(1 + \frac{P_{one} G}{N_0 W})} + E_{trs}$$

[0060]

[0061] 여기서 P_{one} 는 1사이클에 요구되는 최소 전력이다. P_{one} 는 한 임무 위치에서 수집해야하는 데이터 크기(D)가 주어지면, 각 임무 위치에서 정지 비행하며 임무를 수행하는 시간(T_{hov})에 따라 수학식 13으로 계산될 수 있다.

수학식 13

$$P_{one} = \frac{N_0 W (2^{\frac{D}{T_{hov} W}} - 1)}{\eta G}$$

[0062]

[0063] 수학식 12에 따라 임무별 에너지 소비량(E_{one})이 계산되면, 전체 임무 위치의 개수(N)와 임무별 에너지 소비량(E_{one})에 따라 총 드론 소비 에너지(E_t)를 수학식 14로 계산할 수 있다.

수학식 14

$$E_t = (N E_{one})(1 + \tau)$$

[0064]

[0065] 여기서 τ 는 환경 변수로서, 날씨 및 드론의 노후화 수준에 따라 지정될 수 있다.

[0066] 총 드론 소비 에너지(E_t)가 계산되면, 에너지 소비량 계산부(241)는 완전 충전 상태의 드론 가용 에너지(E_{full})와 총 드론 소비 에너지(E_t)를 기반으로 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)를 수학식 15에 따라 계산할 수 있다.

수학식 15

$$Z_{dn}^E = \left\lfloor \frac{E_t}{E_{full}} \right\rfloor$$

[0067]

[0068]

여기서 $\lfloor \cdot \rfloor$ 는 올림값을 출력하는 올림값 함수이다.

[0069]

한편, 임무 수행 시간 계산부(242)는 하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 소비 시간(T_{one})은 수학식 16으로 계산될 수 있다.

수학식 16

$$T_{one} = T_{hov} + T_{trs}$$

[0070]

[0071]

여기서 T_{hov} 는 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하기 위해 정지 비행하는 시간을 나타내고, T_{trs} 는 드론의 이동 시간으로 이동 거리(d_m)를 드론의 이동 속도(v)로 나누어 계산($T_{trs} = d_m / v$)될 수 있다.

[0072]

수학식 16으로부터 임무별 소비 시간(T_{one})이 획득되면, N개의 전체 임무를 수행하기 위한 총 운용 시간(T_t)은 수학식 17로 계산될 수 있다.

수학식 17

$$T_t = (NT_{one}) \times (1 + \tau)$$

[0073]

[0074]

총 소비 시간(T_t)이 계산되면, 주어진 임무 제한 시간(L_{max})과 임무를 완료하기 위해 필요한 총 소비 시간(T_t)을 비교하여 더 작은 시간을 총 드론 운용 시간(T_D)으로 획득한다.

[0075]

완전 충전 상태의 드론 운용 시간(T_{full})과 총 드론 운용 시간(T_D)을 기반으로 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 수학식 18에 따라 계산할 수 있다.

수학식 18

$$Z_{dn}^T = \left\lfloor \frac{T_D}{T_{full} + kT_{char}} \right\rfloor$$

[0076]

[0077]

여기서 k 는 드론 충전 횟수를 나타내고, T_{char} 은 1대의 드론을 완전 충전시키는데 필요한 시간을 나타낸다.

[0078]

드론의 경우 실제 비행 가능 시간에 비해 드론의 충전 시간이 상대적으로 매우 길다. 따라서 단순히 드론의 운용 시간만을 고려하여 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 계산하는 경우, 모든 드론이 항상 충전 상태가 아니므로, 임무 수행에 차질이 발생될 수 있다. 이에 수학식 18에서는 드론 충전 횟수(k)와 드론 충전 시간(T_{char})을 함께 고려하여 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 계산한다.

[0079]

배터리 소비량 계산부(243)는 하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 배터리 소비량(B_{one})을 수학식 19에 따라 계산한다.

수학식 19

$$B_{one} = \frac{md_m}{370\epsilon r} + P_{hov}T_{hov}$$

그리고 임무별 배터리 소비량(B_{one})으로부터 전체 임무를 수행하기 위한 총 드론 배터리 소비량(B_t)을 수학식 20에 따라 계산할 수 있다.

수학식 20

$$B_t = (NB_{one}) \times (1 + \tau)$$

총 배터리 소비량(B_t)과 완전 충전 상태의 드론 배터리 용량(B_{full})으로부터 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 수학식 21에 따라 계산한다.

수학식 21

$$Z_{dn}^B = \left\lceil \frac{B_t}{B_{full}} \right\rceil$$

드론 개수 판별부(244)는 에너지 소모량 계산부(241)에서 계산된 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 임무 수행 시간 계산부(242)에서 계산된 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T) 및 배터리 소비량 계산부(243)에서 계산된 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 인가받는다.

에너지 소비량, 임무 수행 시간 및 배터리 소비량 중 적어도 하나라도 요구 사항을 만족하지 못하면, 전체 임무를 완전하게 수행할 수 없다. 따라서 드론 개수 판별부(244)는 인가된 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T) 및 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B) 중 최대 개수를 수학식 22와 같이 추출하여 임무 수행을 위해 요구되는 최소의 최적 드론 개수(Z_{dn})를 판별한다.

수학식 22

$$Z_{dn} = \max(Z_{dn}^E, Z_{dn}^T, Z_{dn}^B)$$

상기한 바와 같이, 드론 최적화부(240)가 임무 수행을 위해 요구되는 최적 드론 개수(Z_{dn})를 판별하는 기법을 여기서는 드론 부대 전개 최적화(Drone Force Deployment Optimization: DFDO) 알고리즘이라고 한다.

드론 제어부(250)는 드론 최적화부(240)에서 판별된 최적 드론 개수(Z_{dn})에 따라 임무 수행을 위해 운용할 드론(101)을 선택하고, 임무 설정부(220)에서 설정된 임무 위치별 임무에 따라 통신부(210)를 통해 선택된 드론(101)으로 제어 신호를 전송하여, 선택된 적어도 하나의 드론(101)이 지정된 임무 위치에서의 임무를 수행하도록 한다. 이때 드론 제어부(250)는 다수의 드론이 선택된 경우, 선택된 드론들의 임무 위치가 중첩되지 않도록 하고, 드론이 임무 지역의 임무 위치들 사이를 이동할 때 동선이 최적의 동선을 계산하여 이동 거리가 최소화되도록 제어할 수 있다.

- [0090] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 드론 제어 방법을 나타낸다.
- [0091] 도 1 내지 도 3을 참조하여, 도 4의 드론 제어 방법을 설명하면, 우선 적어도 하나의 드론을 이용하여 수행해야 하는 임무를 획득하여 저장한다(S11). 여기서 임무에서는 임무가 수행되어야 하는 적어도 하나의 임무 위치가 포함된 전체 임무 지역과 임무가 수행되어야 하는 임무 제한 시간(L_{\max})이 포함된다.
- [0092] 임무가 획득되면, 임무를 수행하기 위한 정보를 수집한다(S12). 여기서 수집되는 정보는 임무 지역의 적어도 하나의 임무 위치 각각에 대한 환경 정보와 채널 정보 및 운용되는 드론 정보를 수집하여 저장할 수 있다. 여기서 정보는 경우에 따라서 미리 수집되어 저장될 수도 있으며, 임무와 함께 획득될 수도 있다.
- [0093] 임무 수행을 위한 정보가 수집되면, 수집된 정보를 기반으로, 임무 지역에서 임무를 수행하기 위한 드론의 에너지 소비에 기초하여 요구되는 드론의 개수인 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)를 판별하고(S30), 이와 함께 드론의 임무 수행 시간에 기초하여 요구되는 드론의 개수인 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 판별한다(S40). 또한 운용되는 드론의 배터리 소비량을 고려하여 요구되는 드론의 개수인 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 판별한다(S50).
- [0094] 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)를 판별하기 위해서는, 우선 임무 지역의 적어도 하나의 임무 각각에서 소비되는 임무별 에너지 소비량(E_{one})을 계산한다(S31). 여기서 임무별 에너지 소비량(E_{one})은 드론이 임무 수행시에 통신을 수행하기 위해 소비하는 통신 에너지(E_{com})와 드론의 임무 위치로 이동하기 위해 소비하는 추진 에너지(E_{prl})를 구분하여 각각 수학적 7 및 10에 따라 계산하고, 계산된 추진 에너지(E_{prl})와 통신 에너지(E_{com})를 수학적 12와 같이 결합하여 계산될 수 있다.
- [0095] 임무별 에너지 소비량(E_{one})이 계산되면, 임무 지역의 전체 임무 위치의 개수(N)와 임무별 에너지 소비량(E_{one})에 따라 총 드론 소비 에너지(E_t)를 수학적 14에 따라 계산한다(S32).
- [0096] 그리고 수학적 15와 같이, 총 드론 소비 에너지(E_t)를 완전 충전 상태의 드론 가용 에너지(E_{full})로 나누고 올림하여 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)를 획득한다(S33).
- [0097] 한편, 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 판별하기 위해, 우선 하나의 드론이 하나의 임무 위치에서 임무를 수행하는 1사이클 동안 소요되는 임무별 소비 시간(T_{one})을 수학적 16에 따라 계산한다. 그리고 계산된 임무별 소비 시간으로부터 전체 임무를 수행하기 위해 소요되는 총 소비 시간(T_t)을 수학적 17에 따라 계산한다(S42). 총 소비 시간(T_t)이 계산되면, 주어진 임무 제한 시간(L_{\max})과 임무를 완료하기 위해 필요한 총 운용 시간(T_t)을 비교하여 더 작은 시간을 총 드론 운용 시간(T_D)으로 획득하고, 획득된 총 드론 운용 시간(T_D)을 완전 충전 상태의 드론 운용 시간(T_{full})과 드론의 충전 시간(T_{char})의 합 나누고 올림하여 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)를 계산한다(S43).
- [0098] 또한 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 판별하기 위해서는 먼저, 각 임무 위치에서 소요되는 드론의 배터리 소비량을 나타내는 임무별 배터리 소비량(B_{one})을 수학적 19에 따라 계산한다(S51). 임무별 배터리 소비량(B_{one})이 계산되면, 전체 임무를 수행하기 위한 총 드론 배터리 소비량(B_t)을 수학적 20에 따라 계산한다(S52). 그리고 총 드론 배터리 소비량(B_t)을 완전 충전 상태의 드론 배터리 용량(B_{full})으로 나누고 올림하여, 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 계산한다(S53).
- [0099] 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T) 및 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)가 판별되면 이중 최대 개수를 임무 수행을 위해 요구되는 최소의 최적 드론 개수(Z_{dn})로 판별한다(S60).
- [0100] 이에 판별된 최적 드론 개수(Z_{dn})에 대응하는 개수의 드론을 선택한다(S70). 그리고 선택된 드론과 통신을 수행하여 임무 지역 내에서 선택된 드론이 서로 임무 위치가 중첩되지 않고, 모든 임무 위치에서 지정된 임무를 수행하도록 제어한다(S80).

- [0101] 도 5 내지 도 9는 본 실시예에 따른 드론 제어 방법의 성능을 시뮬레이션한 결과를 나타낸다.
- [0102] 도 5는 임무 지역의 크기에 따라 판별되는 최적 드론 개수(Z_{dn})를 나타낸다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 드론 제어 방법인 DFDO 알고리즘은 임무 지역의 크기에 대략적으로 비례하여 최적 드론 개수(Z_{dn})를 판별하지만, 임무 지역의 환경이나 드론 상태 등과 같이 수집되는 정보에 따라 일부 변동을 나타낼 수 있다.
- [0103] 도 6은 본 실시예에 따른 DFDO 알고리즘과 최근 공개된 PETROL(Power Control) 알고리즘의 성능을 비교한 결과를 나타낸다. 상기한 바와 같이, 드론은 비행 가능 시간에 비해 충전 시간이 상대적으로 매우 길기 때문에 전력 소비를 최소화하기 위해 고안된 PETROL 알고리즘은 도 6에 도시된 바와 같이 임무 완수에 많은 시간을 필요로 하여 실제 전장 상황 등에 적용이 적합하지 않다. 그에 반해, 본 실시예의 DFDO 알고리즘은 PETROL 알고리즘에 비해 짧고 균일한 시간 내에 임무가 완수될 수 있도록 하므로, 작전 임무 수행이나 재난 대응 시에 매우 적합한 알고리즘인 것을 알 수 있다.
- [0104] 도 7은 임무 제한 시간(L_{max})이 지정되고, 임무 지역의 크기에 변화되는 경우에, 임무 완수에 소요되는 시간을 나타낸다. 도 7에서도 확인할 수 있듯이, 본 실시예에 따른 DFDO 알고리즘은 임무 지역의 크기가 변화되더라도, 임무 제한 시간(L_{max})에 따라 최적 드론 개수(Z_{dn})를 조절함으로써, 임무가 항상 임무 제한 시간(L_{max}) 내에 수행될 수 있도록 한다. 도 7에서 DFDO 알고리즘에 따른 그래프의 하단에 적힌 숫자는 판별된 최적 드론 개수(Z_{dn})를 나타낸다. 그리고 DFDO 알고리즘의 하부 및 상부에 도시된 그래프는 각각 최적 드론 개수(Z_{dn})보다 드론의 개수를 3개 증가시킨 경우와 3개 감소시킨 경우에 임무 완수를 위해 소요되는 시간을 나타낸다.
- [0105] 도 7에 도시된 바와 같이, 최적 드론 개수(Z_{dn})보다 드론의 개수를 3개 감소시키는 경우, 임무 제한 시간(L_{max}) 이내에 임무를 완수하지 못하게 되는 반면, 3개 증가시키게 되면, 드론 운용의 효율성이 크게 낮아지게 된다.
- [0106] 도 8은 임무 지역의 크기가 동일할 때, 운용되는 드론 개수 증가에 따른 간섭 전력(Interference Power)의 변화를 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이, 드론의 개수를 증가시키게 되면, 임무를 완수하기 위해 소요되는 시간은 줄어들게 된다. 그러나 도 8에 나타난 바와 같이, 드론 개수 증가에 비례하여 간섭 전력이 증가하게 되어, 드론의 동작 불능 확률(Outage probability)이 증가하게 된다. 즉 과도하게 드론의 개수를 증가시키게 되면, 드론이 동작 불능 상태가 되어 오히려 임무 수행에 차질을 줄 수도 있다.
- [0107] 도 9는 임무 위치의 개수에 따른 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T) 및 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)의 변화와 이에 의해 판별되는 최적 드론 개수(Z_{dn})를 나타낸다.
- [0108] 도 9에 도시된 바와 같이, 임무 위치의 개수가 상대적으로 적은 경우에 최적 드론 개수(Z_{dn})는 시간 기반 드론 개수(Z_{dn}^T)에 따르지만, 임무 위치의 개수가 증가함에 따라 최적 드론 개수(Z_{dn})는 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E) 또는 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)를 따르게 됨을 알 수 있다. 도 9에서는 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B)가 유사하게 나타나 있으나, 실제로는 드론 운용 환경에 따라 에너지 기반 드론 개수(Z_{dn}^E)와 배터리 기반 드론 개수(Z_{dn}^B) 또한 차이가 발생된다.
- [0109] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.
- [0110] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0111] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0112]
- 101: 드론

103: 드론 제어 장치
- 210: 통신부

220: 임무 설정부
- 230: 정보 수집부

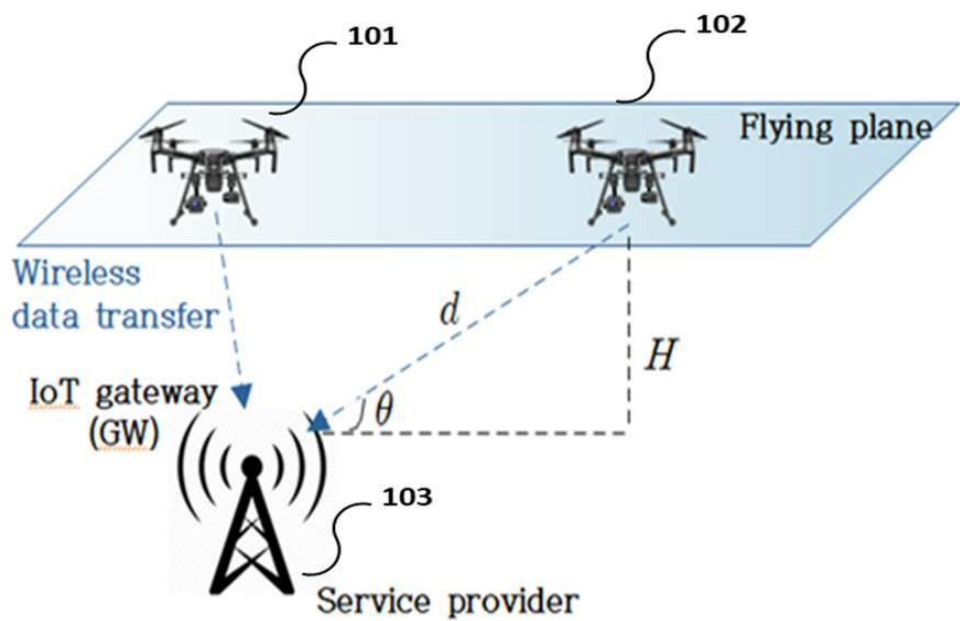
240: 드론 최적화부
- 241: 에너지 소비량 계산부

242: 임무 수행 시간 계산부
- 243: 배터리 소비량 계산부

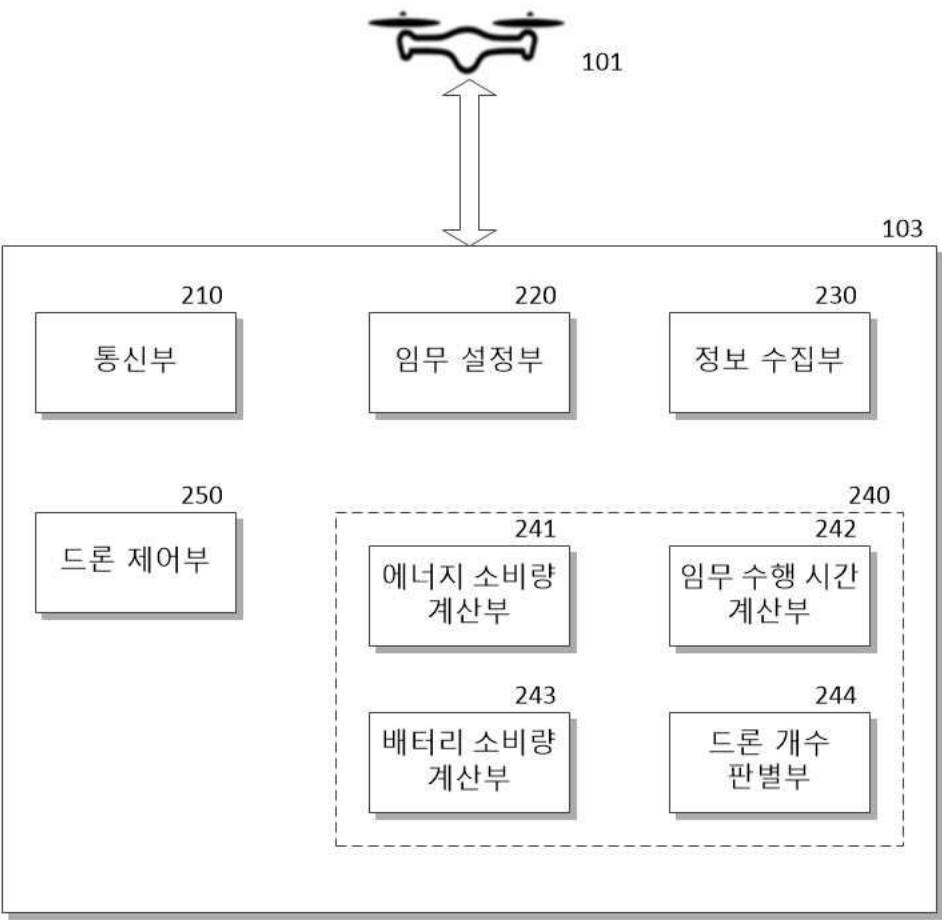
244: 드론 개수 판별부
- 250: 드론 제어부

도면

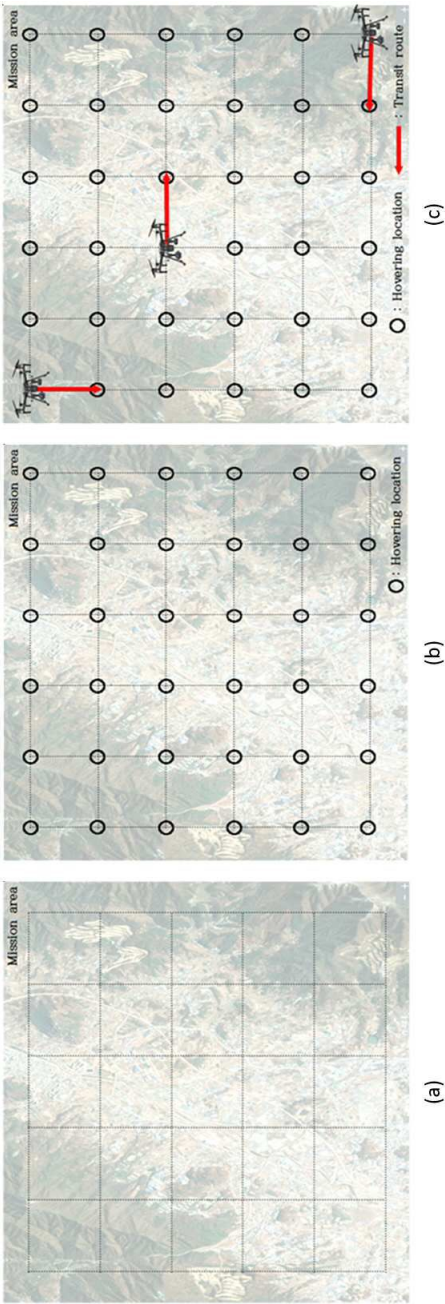
도면1



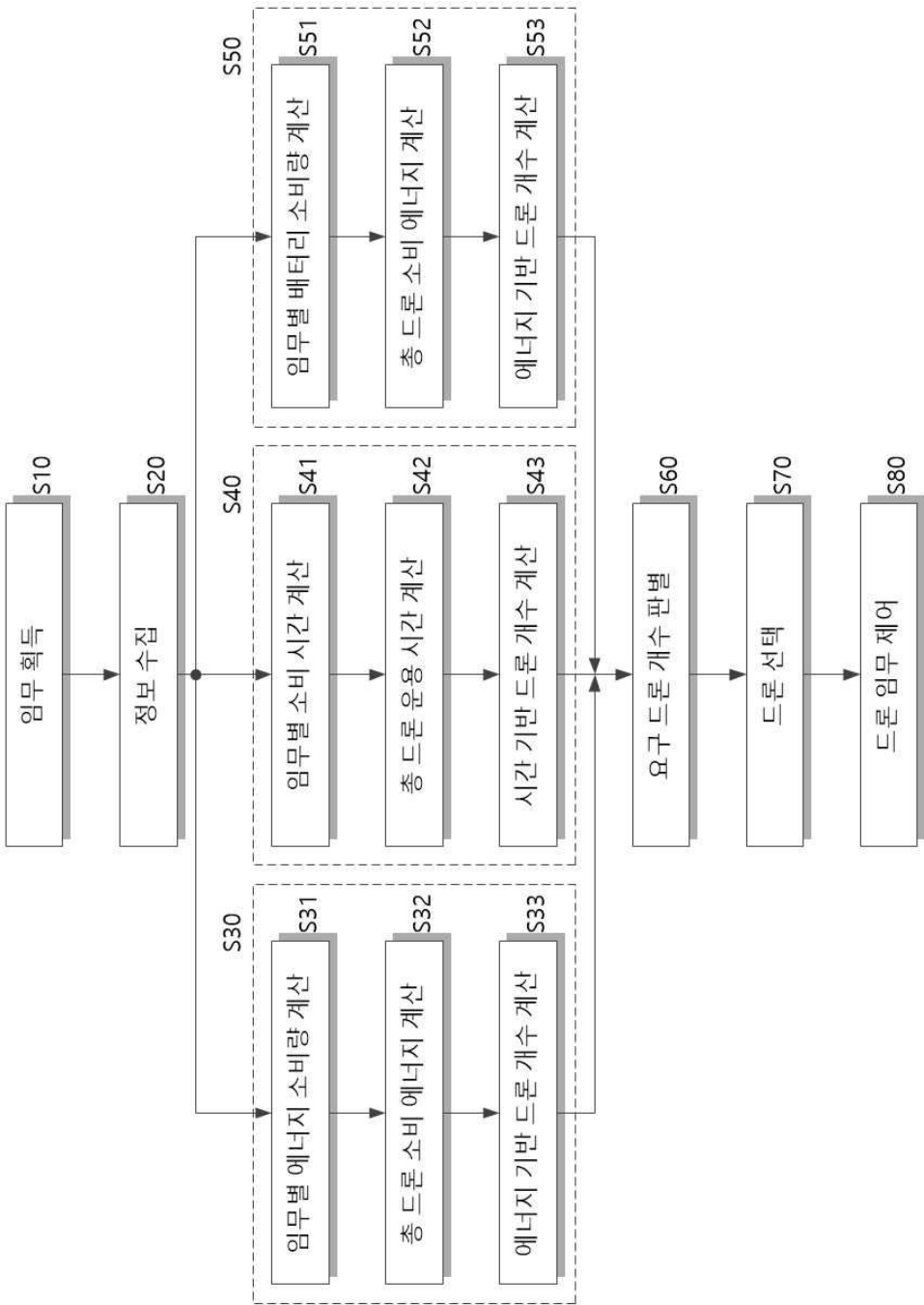
도면2



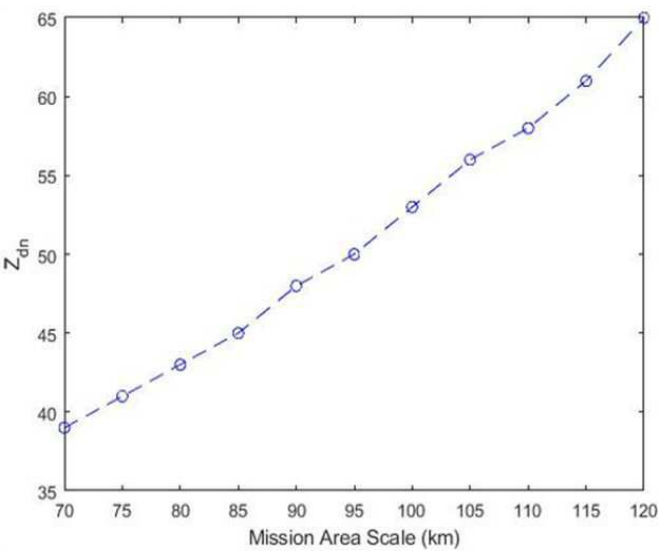
도면3



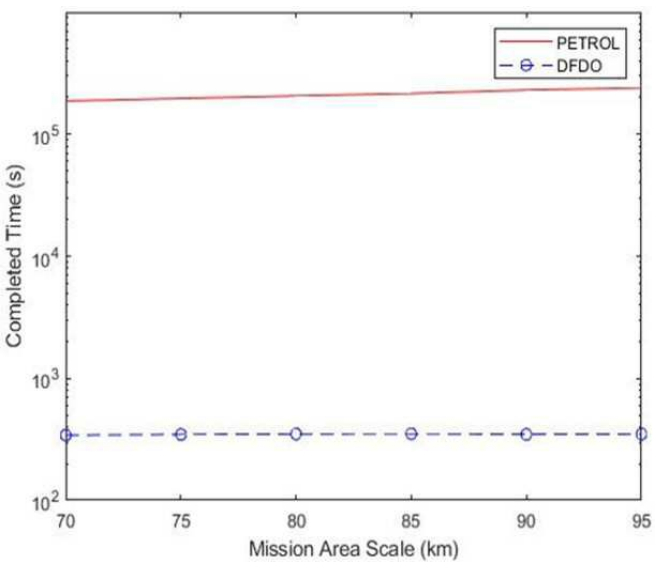
도면4



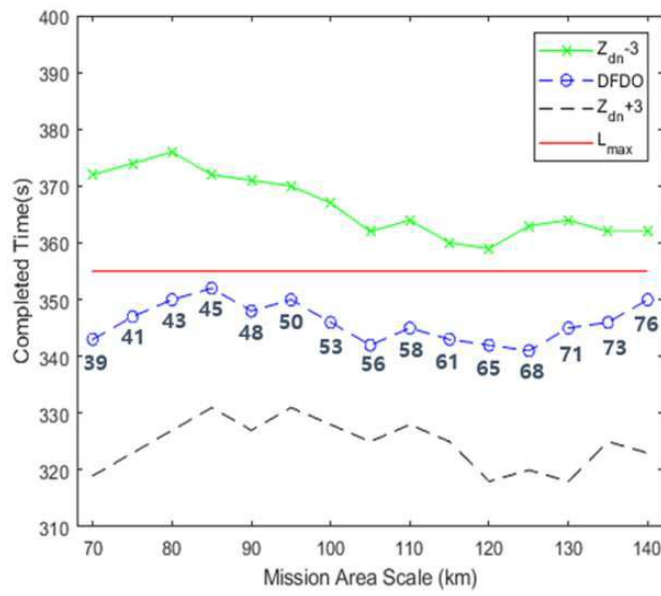
도면5



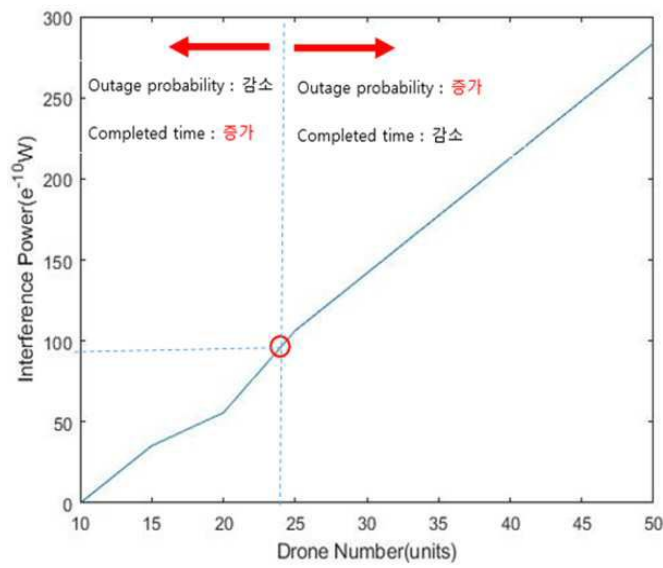
도면6



도면7



도면8



도면9

