

아주대학교 파란학기 2023-1 OBC 팀

지상로봇 및 군집드론을 활용한 조난자 위치정보생성 및 레이저 정보전달 시스템

주제 설정 배경



지상 로봇 및 드론의 군집 제어, 자율 운영을 활용하기에 가장 적합한 조건을 다음과 같이 판단했기 때문.

1. 인간이 직접 활동하기 어려운 극한 환경
2. 센서, 카메라 등을 활용한 주변 환경의 인식 및 자율 판단 기능이 필요한 상황

2023 - 1 파란학기

Project : 최적경로를 통한 구조자 탐색

지상로봇 : RPLIDAR를 통한 3D Mapping, 초음파 센서와 Visual Odometry를 이용한 최적경로 생성

드론 : 탐색 알고리즘을 통한 구조자 탐색



드론

높은 고도에서 넓은 범위 탐색,
낮은 고도에서 좁은 범위에 집중하여 N자 탐색진행
구조자 발견 시 높은 고도로 올라가 360° 회전하며
LED 발광



지상로봇

라즈베리 파이와 RPLIDAR를 통해 주변 환경 Mapping
적외선 센서와 mapping 데이터로 장애물 회피
그리퍼를 이용한 물품 전달



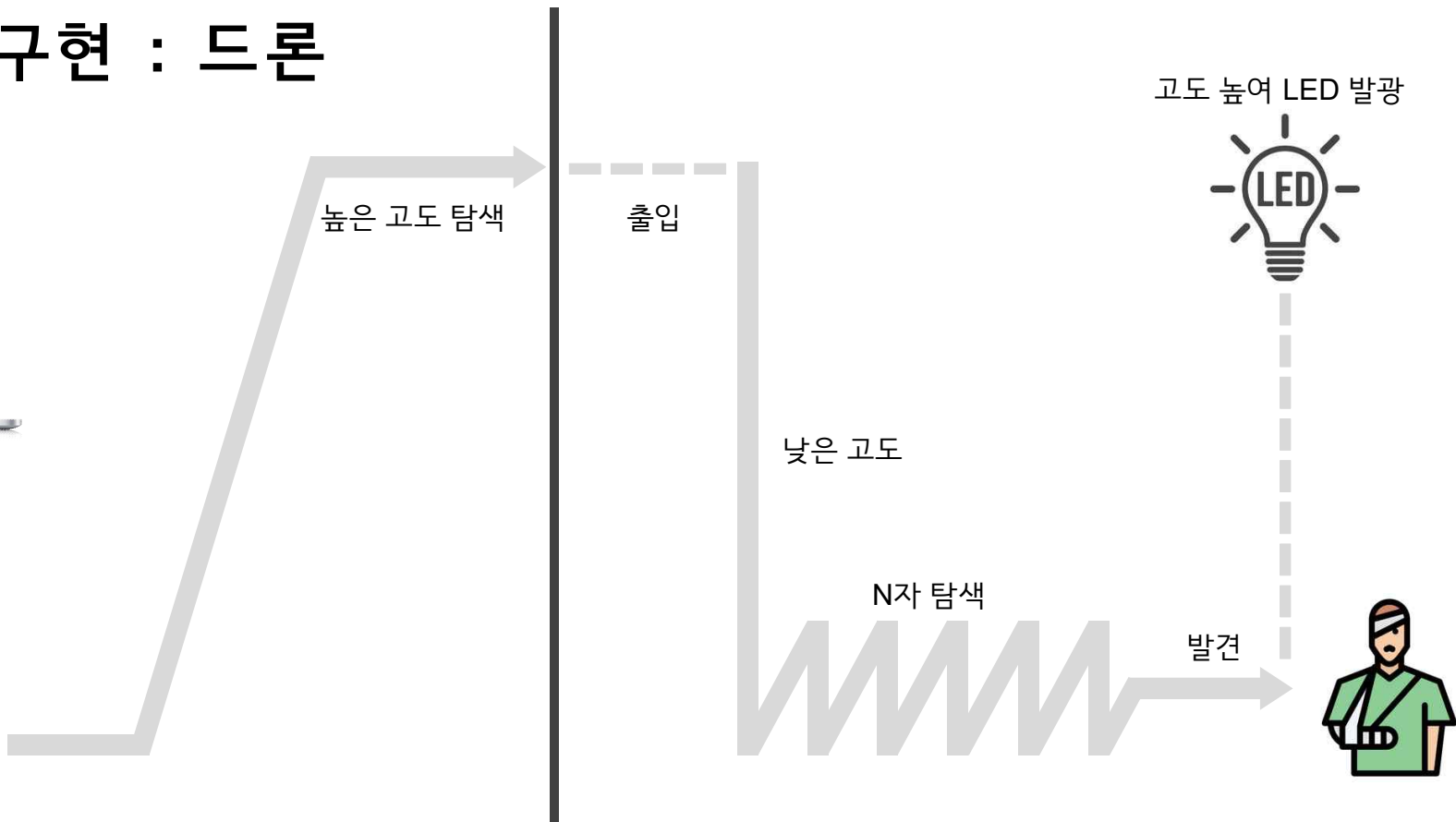
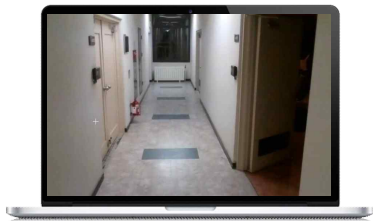
기대효과

구조대 투입이 어려운 곳을 드론과 지상로봇을 대신
투입하여 탐색, 위치 정보를 전달해 신속한 구조
생존자에게 구호물품을 전달하여 생존율을 높임

알고리즘 구현 : 드론

드론 1대, 지상로봇 군집제어

실시간 모니터링



- 시작지점을 기준으로 삼아 생존자 탐색을 위해 이동하는 과정에서 이동한 경로를 기록, 최종 위치를 2차원 좌표의 형식으로 저장해 로봇을 유도.
- 지상 장애물의 방해로 피해 처음에는 높은 고도로 넓은 범위를 빠르게 탐색, 탐색 범위를 좁혀 낮은 고도로 N자 탐색진행.
(S자 탐색 : 한 방향만 바라보기에 비효율적, ㄷ자 탐색: 탐색 시간이 오래 걸림)
- 생존자 발견 즉시 정지, 차량이 드론을 쉽게 발견할 수 있도록 고도를 높여 LED 발광.

알고리즘 구현 : 지상로봇

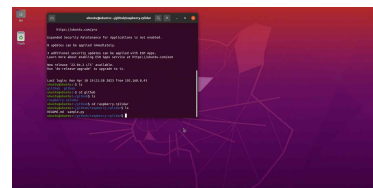
드론 1대, 지상로봇 군집제어



고도 높여 LED 발광

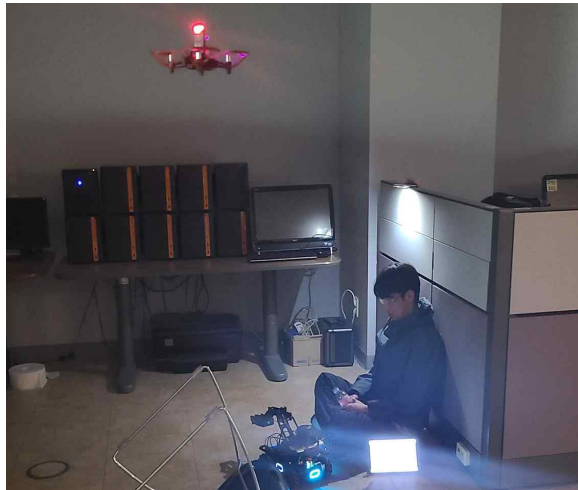


```
if key == KeyCode(char='w'):
    ep_chassis.drive_speed(x=0.5, y=0, z=0)
elif key == KeyCode(char='s'):
    ep_chassis.drive_speed(x=-0.5, y=0, z=0)
elif key == KeyCode(char='d'):
    ep_chassis.drive_speed(x=0, y=0.5, z=0)
elif key == KeyCode(char='a'):
    ep_chassis.drive_speed(x=0, y=-0.5, z=0)
elif key == KeyCode(char='r'):
    ep_chassis.drive_speed(x=0, y=0, z=0)
elif key == KeyCode(char='q'):
    ep_chassis.move(x=0, y=0, z=40, z_speed=45)
    time.sleep(1)
elif key == KeyCode(char='e'):
    ep_chassis.move(x=0, y=0, z=-40, z_speed=45)
    time.sleep(1)
elif key == KeyCode(char='z'):
    ep_gripper.open(power=50)
    time.sleep(1)
    ep_gripper.pause()
elif key == KeyCode(char='x'):
    ep_gripper.close(power=50)
    time.sleep(1)
    ep_gripper.pause()
elif key == KeyCode(char='o'):
    ep_arm.move(x=-20, y=0)
elif key == KeyCode(char='p'):
    ep_arm.move(x=20, y=0)
elif key == KeyCode(char='k'):
    ep_arm.move(x=0, y=-20)
elif key == KeyCode(char='l'):
    ep_arm.move(x=0, y=20)
elif key == KeyCode(char='m'):
    return False
```

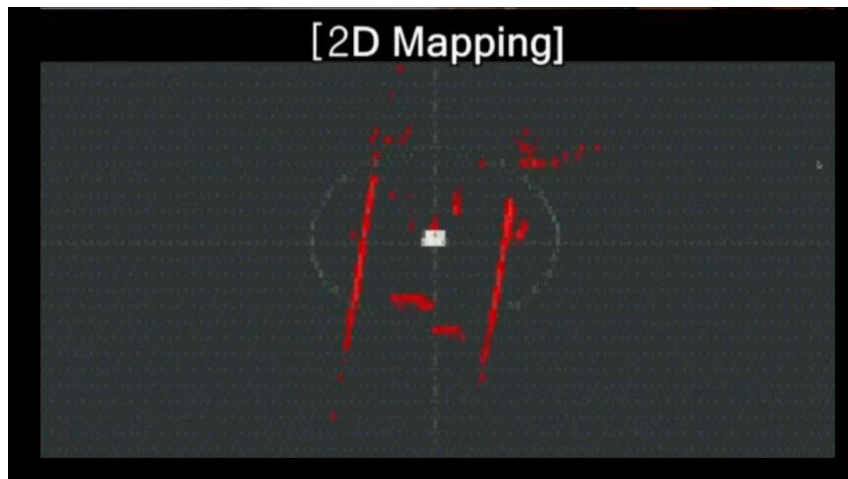
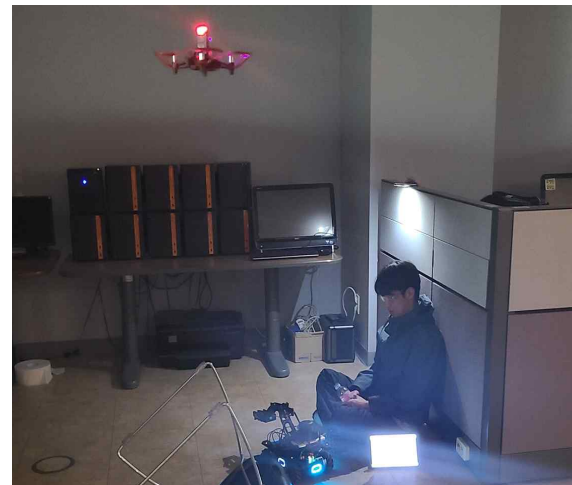
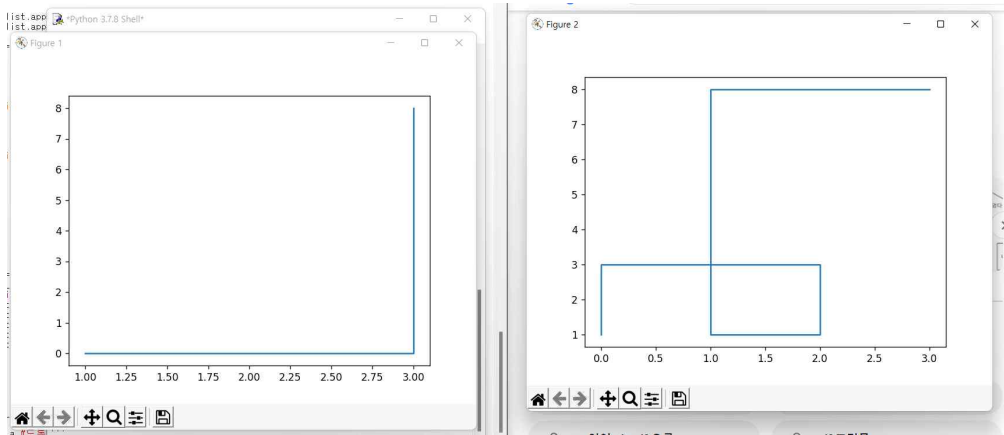


- RPLIDAR를 이용한 2D Mapping 및 적외선 거리 센서의 활용으로 장애물을 회피하여 자율 주행.
- 원격 제어: 그리퍼를 활용해 응급 의료품, 식수 및 식량 등 구호물품 전달 가능.

테스트 구동



테스트 구동



- 수색용 드론이 선행, 대상을 발견하면 지상 로봇을 호출.
- 지상 로봇은 거리 측정 센서, LiDAR 센서를 활용, 주변 장애물을 회피하여 해당 위치로 이동.
- 드론의 초기 위치와 최종 위치를 상대적으로 비교하는 좌표 데이터를 기록, 장애물을 회피하며 이동하는 지상 로봇이 목표 지점에 제대로 도달하도록 유도하는 기능 추가 구현.

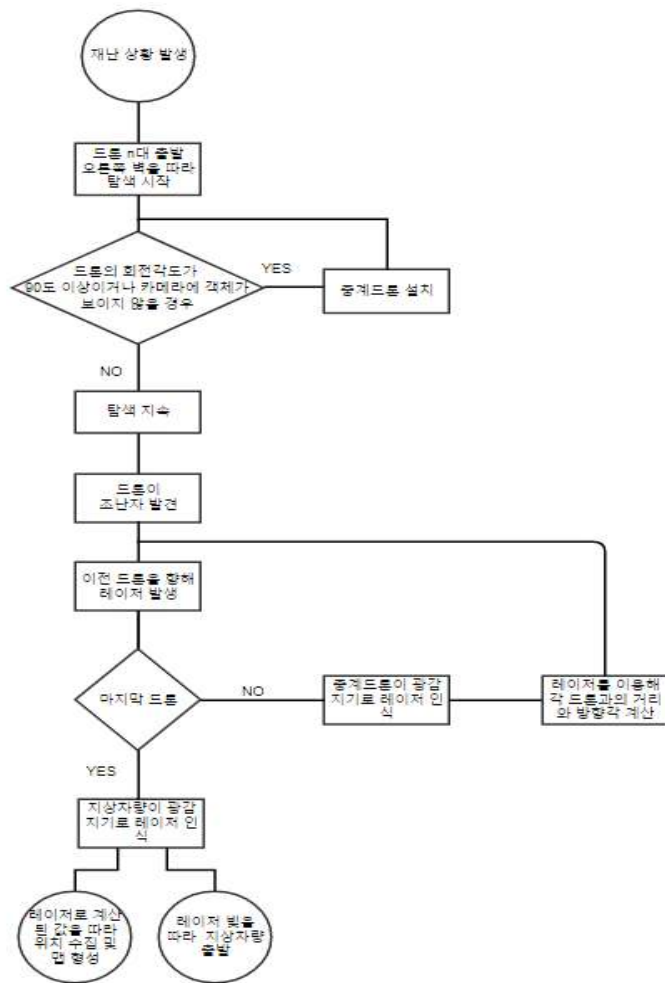
구현 내용의 한계점

- 실제 실내 재난 환경에서 GPS 및 무선 통신 활용이 어려워 위치 정보의 활용 또는 공유 곤란.
- 실제 재난 현장 투입 시 드론이 건물 내부의 복잡한 구조에 방해받지 않고 이동할 수 있는 보완책 필요.

보완 및 개선 아이디어

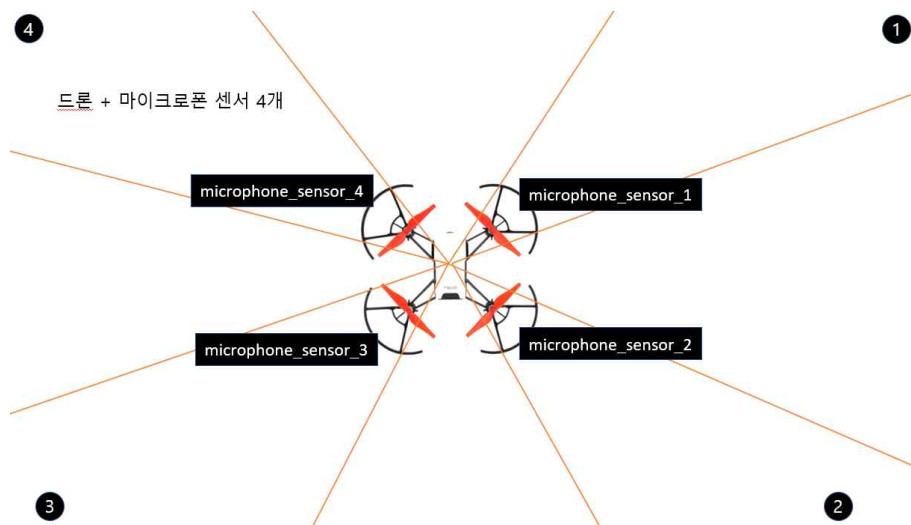
- 드론에 초음파 센서를 장착, 벽면을 따라 복도 이동.
- GPS 및 무선 통신 활용이 제한되므로 드론과 지상 로봇에 레이저 발생장치 및 광 탐지기를 장비해 소통.
- 레이저 신호는 직선 상으로만 전달할 수 있으므로 드론의 이동 경로가 꺾이거나 벽면으로 인해 레이저의 송신이 불가능한 경우의 보완책 필요 -> 이동 방향이 꺾이는 지점에 신호 중계용 드론 배치.

특허 알고리즘

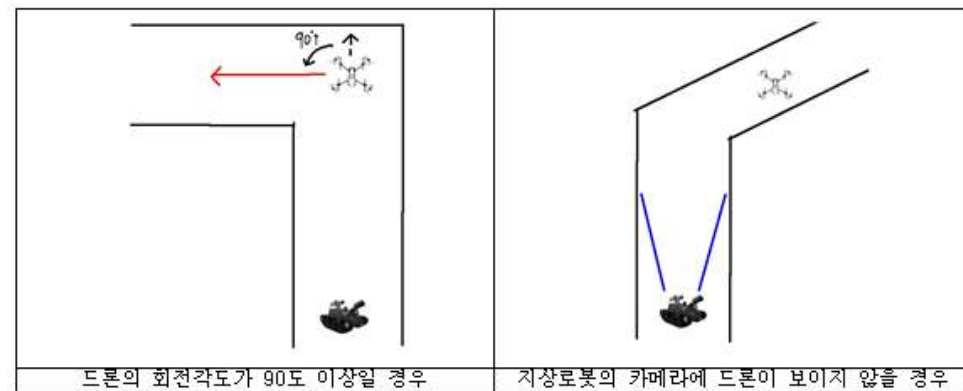


- 재난 상황 발생 이후 드론과 지상 차량의 알고리즘
- 마이크론 센서와 딥러닝 이용해 생존자 인식
- 레이저를 이용해 네트워크나 GPS에 의존하지 않고 좌표 공유 가능
- 지상차량의 그리퍼를 이용해 물이나 구조도구 측각 대응 가능

특허 알고리즘

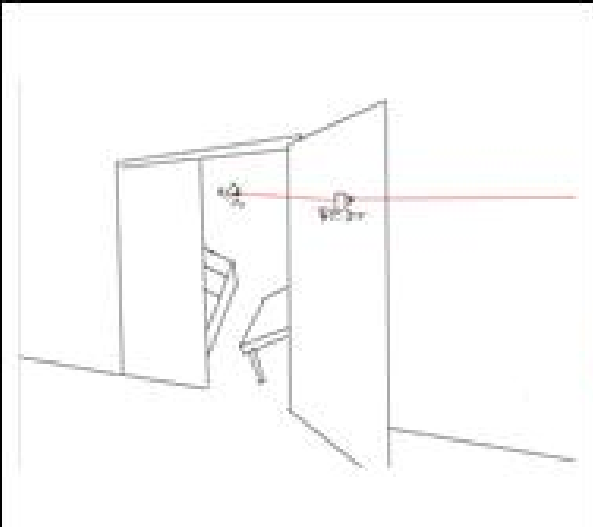
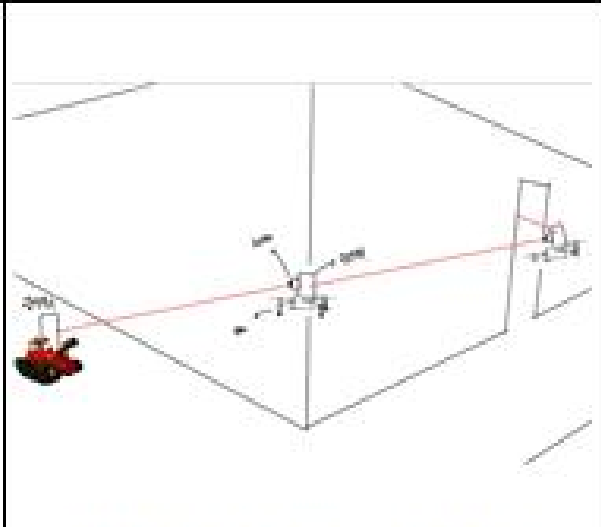
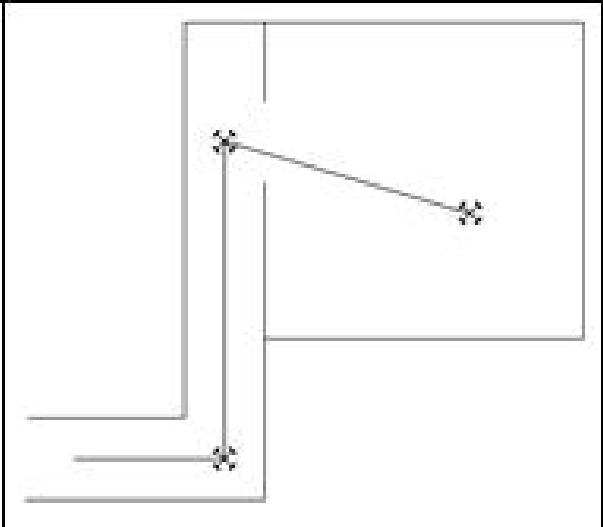


- 마이크론 센서 이용해 조난자 발견률을 높인다



- 중계드론이 설치되는 조건

특허 알고리즘

		
<p>드론 간 레이저 통신 구상도</p>	<p>중계 드론과 지상 로봇과의 레이저 통신</p>	<p>드론 간 레이저 통신 평면도</p>

특허 명세서

결합한 알고리즘의 개발이 필요하다.

제난 상황에서 생존자의 생명을 구하기 위해서는 신속한 구조가 중요하다. 따라서, 지상 로봇과 드론을 통한 효율적인 탐색과 위치 정보의 원활한 공유를 가능하게 하는 알고리즘의 개발을 통해 실제 제난 현장에서 구조 작업의 속도 및 효율 개선을 기대할 수 있다.

【기본 발명의 문제점 및 개선방향】

본 발명은 구조 인력의 투입 및 GPS와 네트워크 통신이 어려운 실제 제난 상황에서 드론과 지상 로봇의 군집 제어를 통해 초난자를 탐색하는 알고리즘을 개발함에 있어 아래와 같이 종래의 인명 구조용 로봇, 드론 활용의 문제점 및 개선 방향을 제안한다.

표 1. 기존 발명의 문제점

특징	세부 내용
GPS가 없는 환경에서 위치 정보 공유 어려움	- 제난 '상황에서는 GPS가 중요한 역할을 수행하지만 무너진 건물, 협소한 공간 또는 밀폐된 환경과 같은 제난 현장에서는 GPS 신호가 차단되거나 약해지는 경우가 많다. 이러한 상황에서는 각 로봇들의 위치를 정확히 파악하기 어렵기 때문에, 효율적인 협업의 작업 능력이 저하된다. 또한, 제난 상황에서 드론은 지상의 상황과 작업 정보를 실시간으로 공유해야 하지만 GPS 신호가 제대로 전달되지 않는다면 초난자를 발견하더라도 위치정보가 공유되지 않아 구조작업에 어려움을 겪게 된다. 이로 인해 작업의 성공 여부와 구조 작업 같은 임무수행의 효율이 낮아지게 된다.
	- GPS가 제한적인 상황에서도 무선통신을 할 경우, 위치 추정이 부정확해질 수 있다. GPS의 강도가 약하거나 차단되는 경우 정확한 위치 정보를 얻기 어려운 정확한 생존자의 위치를 파악하는 것이 어렵다. 또한, 제난 상황에서는 장애물에 의한 신호 감쇠를 유발 및 차단됨으로써 통신 범위가 제한되어 협력이 어려워지게 된다.
작업 환경으로 인한 임무수행의 효율성 저하	- 소리의 파동을 이용하여 정보를 전송하는 음파 통신을 이용할 경우 장애물에 의해 신호 감쇠가 발생하며, 다수의 로봇이나 통신 장비를 이용할 시 신호 간섭으로 인해 안정적인 통신이 불가능하다. 또한, 무선 통신과 레이저 통신에 비해 속도가 느리므로 데이터 전송이 오래 걸리며, 실시간 통신을 하며 빠른 대처가 필요한 응급 상황에 대한 신속하게 처리가 불가능하다.
불충분한 탐색 속도	- 카메라를 이용하여 초난자를 찾거나 혹은 약간의 음성신호를 이용해 구조자를 찾는 방법을 이용한다. 카메라를 이용해 찾는 것은 무너진 구조물과 잔해 사이에 숨어 있는 초난자를 시각적으로 탐지하기에 매우 어려운 초난자가 있을때도 불구하고 파악하지 못하는 경우가 있다. 사람의 음성신호를 이용하여 찾는 것은 좋지만 실제 제난 상황의 경우 최대 소리 부위에서 소리와 같은 음성이 발생하기에 소리의 원천을 정확하게 판단하기 어렵다는 점에서 임무수행의 효율이 낮다.
기본 발명의 문제점	- 기존의 발명 또는 지면 기술 문헌을 지면을 이용하여 탐색을 실시하기에 탐색 지사와 위치가 넓어지고 좁은 역시 지상의 장애물을 파악하기가 때문에 비교적 느리다. 또한, 만약 제난상황에서 큰 비위 같은 장애물에 이를 막는다면 남지 못하고 피해서 가야하는데 이로 인한 시간적 한계가 더 크다.
기본 드론 탐색의 문제점	- 기존 드론 탐색의 경우 고도가 높은 지역에서 탐색하므로 카메라의 시야가 넓어 생존자를 찾기에 적당하다. 하지만 생존자를 파악하고 정보를 공유하는 등 모든 대

【명세서】

【발명의 명칭】

레이저 송수신 제제와 딥러닝 드론을 활용한 실제 제난현장 초난자 탐색 및 지상로봇 유도 시스템

【기술분야】

드론 - 지상로봇 군집제어 알고리즘에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 제난 상황으로 인한 GPS를 사용하지 못하는 공간에서 매를자 탐지 구조를 위한 로봇 - 드론을 군집 제어한 알고리즘이다.

【발명의 배경(종래) 기술 및 그 문제점】

화재가 발생하고 폭발 위험이 있는 제난 상황에서 소방관은 소화 작업과 구조 작업을 동시에 해야 하기 때문에 구조 대상을 신속하게 찾는 데에 어려움을 겪는다. 또한, 화재가 아니라도 시야 확보가 어려운 협소한 공간에서 생존자를 찾아야 하는 상황에도 구조대가 신속한 구조 작업을 수행하는 데에 어려움을 겪을 수 있다.

현재 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로서는 제난 현장에 사람 대신 지상 로봇을 투입하여 생존자를 찾는 방법이 있다. 이러한 로봇은 협소한 공간을 자유롭게 이동할 수 있으며, 다수의 탐지 센서를 장착하여 탐색 능력을 확보한다. 또한, 현장 상황을 인식한 후 즉각적인 조치를 수행할 수 있어 생존자를 좀 더 빠르게 구조할 수 있는 효과를 가지고 있다. 하지만 제난 현장에는 많은 장애물이 존재할 수 있어 탐지 센서를 활용하더라도 신속하게 구조대상을 찾기에는 부족할 수 있다.

따라서, 더욱 신속하게 생존자를 찾기 위해서는 높은 고도에서 이동할 수 있는 드론의 활용이 유효할 수 있다. 드론은 장애물에 영향받지 않고 제난 현장을 빠르게 탐색할 수 있어 지상 로봇에 비해 더욱 효과적이다.

현재 제난 현장에서는 생존자 탐색에 지상 로봇과 드론 탐색 로봇을 이용하고 있지만, 이들 로봇은 토목 컨터러 및 가 기체 가이 브스 토시인 피오하레 초난자를 하이이로 매 이리루 라아하

한계점	이러 제제를 하디이 드론으로 할 경우 신속한 분석 및 정보 공유가 어렵다는 단점이 있다. 또한 초난자만 파악하더라도 정보 공유 및 통신 전열의 역할 정도이므로 생존자를 구출할 수 있다는 점에서는 지상로봇이 더 좋다. - 드론의 카메라가 송출하는 영상을 사람이 직접 모니터링하여 초난자를 탐색하게 되면, 정확도가 떨어질 뿐만 아니라, 카메라의 각도로 인해 수평적이지 사각지대가 발생적으로 발생한다.
-----	--

【본 발명에서 제안하는 개선 방향】

- 드론은 높은 이동성과 좋은 기동력을 가지고 있다. 공중에서 자유롭게 이동할 수 있으며, 구조대원이 접근하기 어려운 지역에도 쉽게 도달할 수 있다. 또한, 드론은 다양한 고도에서 넓은 범위를 탐색할 수 있어 제난 현장의 시야를 빠르게 확보할 수 있다.

- 드론의 마이크로폰 센서를 통해 주변 소리를 감지하고, 이를 통해 초난자의 존재를 파악할 수 있다. 음성 신호 분석 알고리즘을 적용하여 비명, 구조요청 등 특정 음성 패턴을 식별하고, 이를 통해 생존자의 대략적인 위치를 파악할 수 있다.

- 딥러닝으로 드론에 부상자의 자세를 학습시키는 것으로 영상인식을 통한 정확한 생존자의 확인이 가능하다. 이미지가 비디오를 활용하여 딥러닝 알고리즘을 적용하고, 제난 현장 생존자의 특징 및 동작을 학습시켜 정확한 판단을 내리 무너진 건물 등 구조가 투입이 어려운 환경에서 생존자의 위치를 신속하게 확인하고, 임무 수행의 효율성을 제고할 수 있다.

- 딥러닝을 기반으로 한 객체 인식 모델을 활용하여 드론의 카메라가 제난 현장을 스캔하면서 사전에 학습된 객체의 이미지와 비슷한 이미지를 인식함으로써 탐색의 효율성을 높인다.

- 딥러닝을 기반으로 한 음성 인식 모델을 활용하여 드론의 마이크로폰 센서가 제난 현장에서의 소리를 감지하고 사전에 학습된 요구조자의 음성과 비슷한 음성을 인식함으로써 수색 범위의 사각지대를 보완한다.

- 드론과 지상 로봇에 레이저를 활용해 GPS가 작동하지 않는 제난 상황에서 지상 로봇을 드론이 발견한 초난자의 위치로 유도할 수 있다. 제난 상황에서는 통신장비의 고장이나 물리적 장애물로 인한 어려움이 발생하기 때문에 적선 공간만 확보된다면 주변 환경에 큰 영향을 받지 않고 목표에 도달할 수 있는 레이저를 발사, 광 감지기로 감지하는 것으로 신호를 인식할 수 있다.

- GPS가 제한적인 환경에서 레이저 통신은 레이저를 감지하는 순간 반응을 할 수 있다는

점에서 데이터 전송 속도와 응답 시간 면에서 생존자 위치, 현장 내부 상황 등에 대한 실시간

감사합니다