



국민대학교
소프트웨어융합대학
소프트웨어학부

캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트

프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스
팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours
문서 제목	중간보고서

Version	1.3
Date	2023-04-03

팀원	서정현 (팀장)
	강윤석
	권소예
	박민준
	이재원
	조현아
지도교수	김형균 교수



CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 소프트웨어융합대학 소프트웨어학부 및 소프트웨어학부 개설 교과목 캡스톤 디자인 수강 학생 중 프로젝트 “드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스”를 수행하는 팀 “DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours”의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 소프트웨어학부 및 팀 “DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours”의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

문서 정보 / 수정 내역


Filename	중간보고서 - DITTO.docx
원안작성자	조현아
수정작업자	조현아, 서정현

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2023-03-24	조현아	1.0	최초 작성	
2023-03-27	조현아	1.1	내용 수정	목차 수정 및 새로운 부분 작성
2023-04-02	조현아	1.2	내용 수정	향후 추진 계획 수정
2023-04-03	서정현	1.3	최종 수정	검토 및 최종 수정

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

목 차

1	연구 개요	4
1.1	연구 배경 및 필요성	4
1.2	연구 목표	5
1.3	사업성	5
1.4	팀 구성 및 역할 분담	6
2	수행 내용	7
2.1	기획	7
2.2	개발	9
2.2-1	드론	9
2.2-2	백엔드	11
2.2-3	프론트엔드	13
2.2-4	인공지능	15
3	향후 추진계획	17
3.1	향후 계획의 세부 내용	17

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

1 연구개요

1.1 연구 배경 및 필요성

1. 인구가 몰려 발생하는 사고를 통한 인구 밀집에 대한 위험성 부각

2022년 10월 29일 이태원에 할로윈 축제로 많은 사람들이 몰렸고, 좁은 거리에서 인구 밀집으로 인한 사고가 발생하여 수많은 인명피해가 발생했습니다. 사고 발생 전에 수많은 위험 징조와 신고에도 불구하고 미흡한 대처로 인해 사고가 일어났다는 점에 문제의식을 느껴 이를 해결하기 위한 방안을 모색하였습니다.

서울시에서는 이미 실시간 도시데이터가 수집되고 있음에도 불구하고 이를 시민들이 활용할 수 없다는 점을 고려하여[1] 관리자들과 시민이 모두 사용할 수 있는 서비스가 필요하다고 생각했습니다.


2. 기존 CCTV의 문제점

기존의 CCTV는 한 장소에 고정되어 있어야 한다는 단점이 존재합니다. 카메라가 움직이며 다른 구역을 확인할 수 있지만 분명히 영상을 포착하지 못하는 사각지대는 존재합니다. 이러한 사각지대로 인해 사고가 발생해도 범인을 잡지 못하거나 사고 진위 여부가 불확실한 상황들이[2] 있어왔습니다.

2022년 이태원 참사 이후 행사의 안전 사각지대 해소를 위해 추가적인 CCTV 설치가 논의되어 왔습니다.

3. 야외 행사의 경우 상시 CCTV 불필요

야외 행사의 경우 장소와 시간에 구매 받지 않아야 할 뿐만 아니라 단발성 이벤트이기 때문에 상시적으로 CCTV가 필요하지 않습니다. 즉, 일시적인 행사인 경우가 많기 때문에 해당 이벤트의 안전을 위해 CCTV를 설치하고 철거하는 번거로운 작업을 매 행사마다 반복해야 합니다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

1.2 연구 목표

드론을 활용한 야외 인구 밀집도 및 위험 감지 서비스

대규모 야외 행사에서 드론을 활용하여 측정된 인구 밀집도를 지도에 표시함으로써 사고를 예방하고자 합니다. 넓은 시야를 가진 드론을 통해 쓰러짐 등의 위험 상황을 빠르게 감지하고 이를 관리자에게 알려 신속한 대처가 가능하도록 합니다. 이러한 서비스를 통해 행사에 참여하는 일반 시민들은 붐비고 위험한 구역을 피해 안전하게 야외 행사를 즐길 수 있습니다.

사용자는 행사 관제를 하는 관리자와 엔드 유저인 일반 시민으로 나뉘어집니다.

- 야외 행사에서 기존 CCTV의 단점이었던 사각지대와 설치, 제거 비용은 드론으로 대체하여 없앨 수 있습니다.
- 관제 인력의 부족의[5] 문제를 인공지능 기술로 해결하고 이에 따라 관리자는 실시간 영상을 통해 인구 밀집도를 확인하고 위험 상황에 대한 알림을 받아 빠른 대처가 가능합니다.
- 기존의 관리자 중심의 안전 서비스와는 달리 엔드 유저인 시민은 핸드폰으로 인구 밀집도가 표시된 지도를 확인하여 안전한 행사를 즐길 수 있습니다.

1.3 사업성

우리의 프로젝트는 **B2G(Business-to-Government)**로 서비스를 제공하고자 합니다.

주 소비층은 정부 및 지자체이기 때문에 해당 지자체별로 얼마나 많은 야외 행사를 매년 진행하고 있는지가 중요합니다.

인천시의 경우 1년 동안의 야외 행사가 총 40여개로 벚꽃축제, 계양산 국악제, 강화도 송어 빙어 축제, 송도 맥주축제, 인천 펜타포트 락 페스티벌 등이 있습니다. 관광지가 많은 지자체가 아님에도 해당 결과가 나왔고 서울, 부산 등 관광객이 더 몰리는 지자체까지 고려했을 때 충분한 수요가 있을 것으로 예상합니다.

게다가 2022년 12월 기준 이미 강남구와 같은 자치구에서 밀집지역 관리가 진행되고 있습니다[3][6]. 이로 보아 지자체 입장에서 해당 서비스의 필요성 또한 증가하고 있음이 보여집니다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

1.4 팀 구성 및 역할 분담

이름	역할	수행 역할
서정현	AI	<ul style="list-style-type: none"> - 팀장 - 인공지능 모델 구축 (pose estimation)
강윤석	Drone	<ul style="list-style-type: none"> - 하드웨어 관리 - 드론 제어 및 통신
권소예	Front-End	<ul style="list-style-type: none"> - 웹 클라이언트 개발 및 서버 구축 - Kakao 지도 API 사용
박민준	Back-End	<ul style="list-style-type: none"> - API - 서버 구축 및 관리
이재원	AI	<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 모델 구축 (crowd counting)
조현아	PM, Back-End	<ul style="list-style-type: none"> - 로고, 이미지 디자인 - DB 설계 - 매핑 알고리즘 구현

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

2 수행 내용

2.1 기획

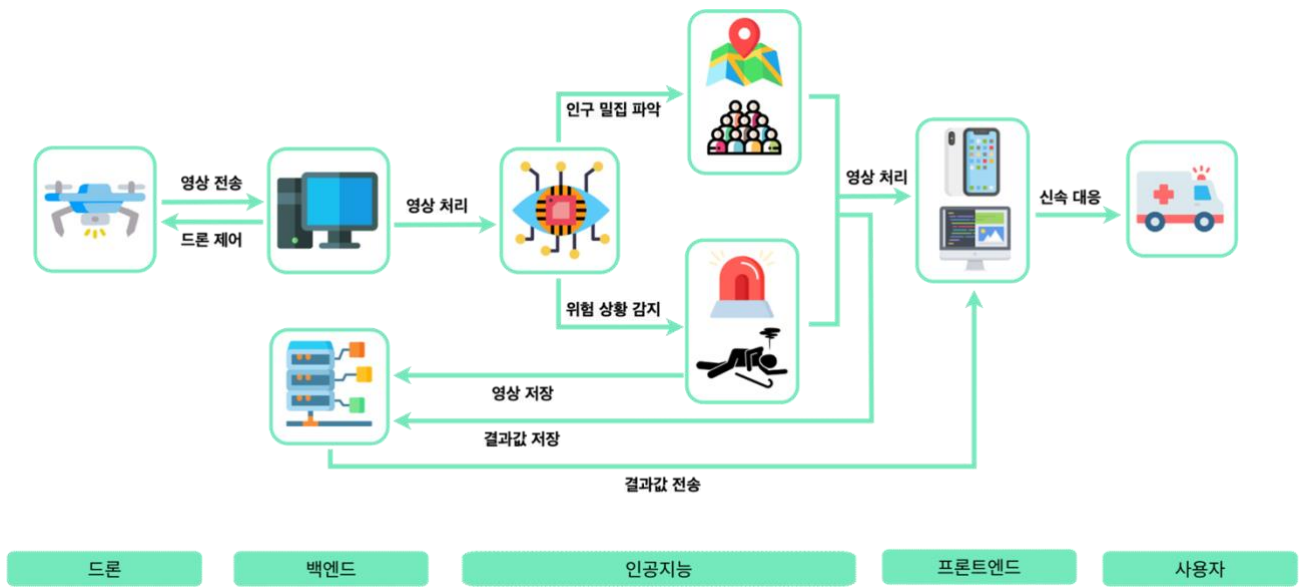



Fig 1. 시스템 구조도



	내용
드론	<ul style="list-style-type: none"> - 구간 별로 이동하며 실시간으로 서버에 영상을 전송 - 처리된 영상의 결과를 받아와 다음 이동 구간으로 이동시킴
백엔드	<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 모델과 드론이 돌아갈 수 있는 서버 구축 - DB: 인공지능 모델에서 받아온 결과 값 및 영상 저장 - 프론트엔드와 통신하는 API
프론트엔드	<ul style="list-style-type: none"> - 관리자 (웹 기반): 인공지능 기술을 적용한 실시간 영상을 통해 인구 밀집도 및 위험 상황 모니터링 - 엔드 유저 (앱 기반): 인구 밀집도가 표시된 지도를 띄움
인공지능	<ul style="list-style-type: none"> - pose estimation: YOLO v7을 사용하여 사람의 동작을 감지하고 신체 부위를 keypoint로 표시하는 알고리즘 구축 - crowd counting: 특정 이미지에서 사람의 머리를 감지해 해당 이미지 기준 머리 위치의 좌표 값이 짝히도록 학습된 모델(P2PNet)을 활용하는 알고리즘 구축

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

2.2 개발

2.2-1 드론(Drone)

1. 하드웨어 구성

- 픽스호크 2.4.8 비행 제어 보드를 중심으로 연결 되어있는 모터, 프로펠러, GPS, 배터리 등의 하드웨어로 구성
- 드론과의 원거리 통신을 위한 텔레메트리 시스템 - MK15 조종기
- 비행 제어 보드에 탑재되는 펌웨어 - Ardupilot
- 픽스호크에 연결되어 API 레벨로 비행 보드를 제어하기 위한 라즈베리 파이


위 하드웨어 구성을 통해 드론의 기본적인 비행 및 영상 수신, 그리고 영상 처리 결과를 통한 조종 명령을 드론으로 보낼 수 있습니다. 또한 위 사양은 이후 추가되는 요구사항에 따라 변경될 수 있습니다.

2. 비행

- 픽스호크 비행보드와 텔레메트리, 지상제어국(GCS)사이의 통신 및 AltHold, Loiter 등의 여러 비행 모드로 비행 가능 확인
- 셀룰러 통신을 이용해 비행 경로를 전송, GPS 를 이용해 설정된 경로에 따라 비행하는 기능 시험 예정

3. 카메라

- 드론에 장착되어있는 카메라와 추가적으로 장착할 수 있는 IP 카메라 등을 이용하여 서버에서 영상을 전송받는 구조 제작
- 드론 카메라에서 FHD 로 수신되는 텔레메트리 영상이 로컬 서버로 전송되면 화질이 급격하게 저하되는 문제 발견. HDMI 아웃풋을 조종기에서 직접적으로 뽑아낼 수 없기에, 조종기의 핫스팟 기능을 이용하여 처리하여 야 함. 전송 비트레이트를 향상시킬 방법 모색
- IP 카메라가 도착하기 전까지는 RTMP(Real Time Messaging Protocol) 통신을 지원하는 스마트폰 앱을 이용해 AWS Interactive Video Service(AWS IVS)를 통한 실시간 스트리밍 기능 사용. 현재 원격 환경에서 스마트폰으로 촬영된 영상을 다른 네트워크에 구축된 서버에서 Python 의 OpenCV 를 통해 영상 수신 가능 확인

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

- 드론에 장착된 IP 카메라와 서버 간의 WIFI 연결을 통한 비디오 전송은 꽤나 혼함. 우리는 드론이 관제 범위에 영 향을 받지 않고, 전국에 구축된 통신망 인프라를 활용하기 위해 셀룰러 네트워크를 이용해 AWS IVS 로 영상을 전송함. 이를 통해 비디오 전송에 대한 안정성과 서비스 구성에 대해 보다 편리한 접근이 가능해짐.
- RTMP 프로토콜을 이용한 비디오 수신 및 인코딩 후 스트리밍까지 직접 구현하는 것은 오히려 서비스의 신뢰도를 낮출 수 있으며, 개발 기간이 크게 늘어난다는 문제가 있었음. 따라서 해당 서비스를 통해 위의 요구사항을 만족하며 개발 기간까지 크게 단축할 수 있었음.

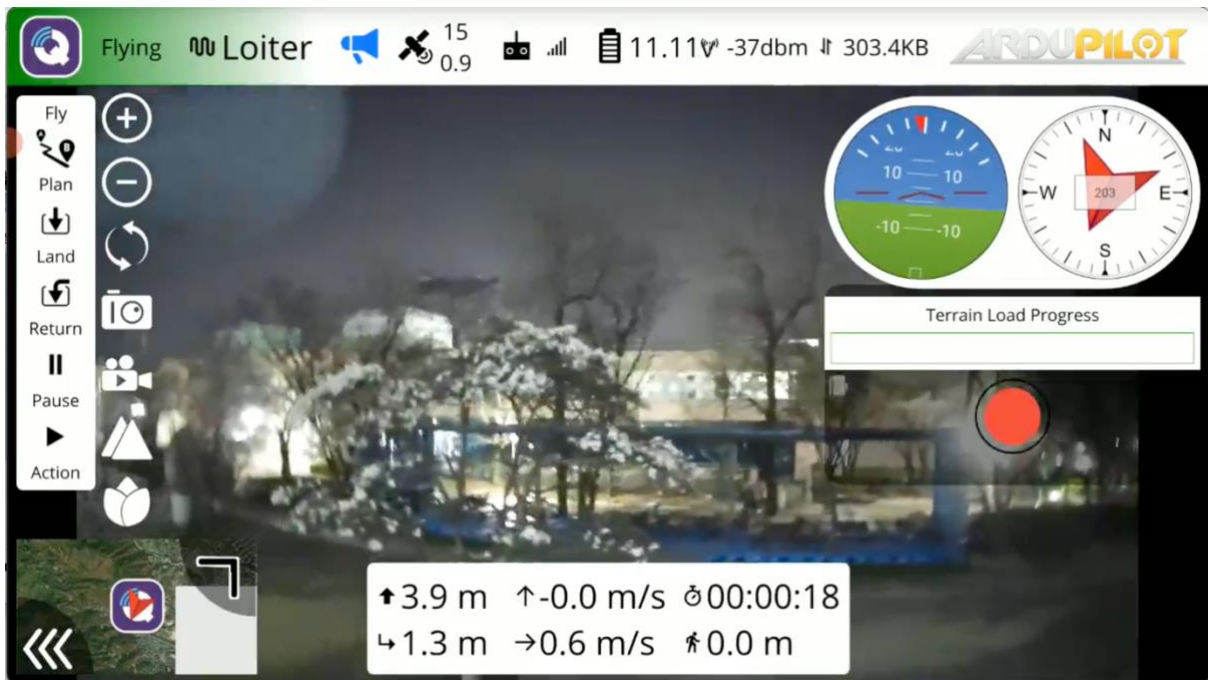


Fig 2. 실제 날린 드론이 상공에서 촬영한 영상

2.2-2 백엔드(Back-End)

- 장고(Django)를 이용한 백엔드 구현
- 행사 관리자의 인증을 위한 로그인/ 로그아웃/ 회원가입 페이지 및 기능 구현
- AWS로부터 받은 영상을 관리자 페이지에 스트리밍 테스트 완료
- 데이터베이스 설계 완료

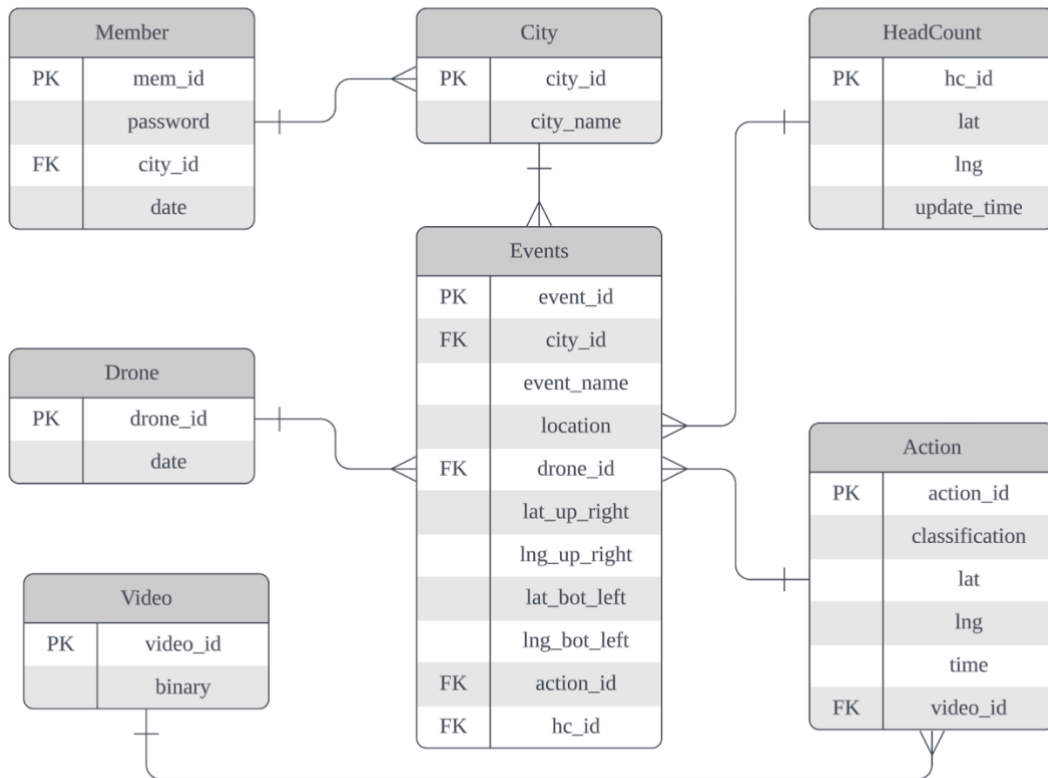


Fig 3. 데이터베이스 설계도

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

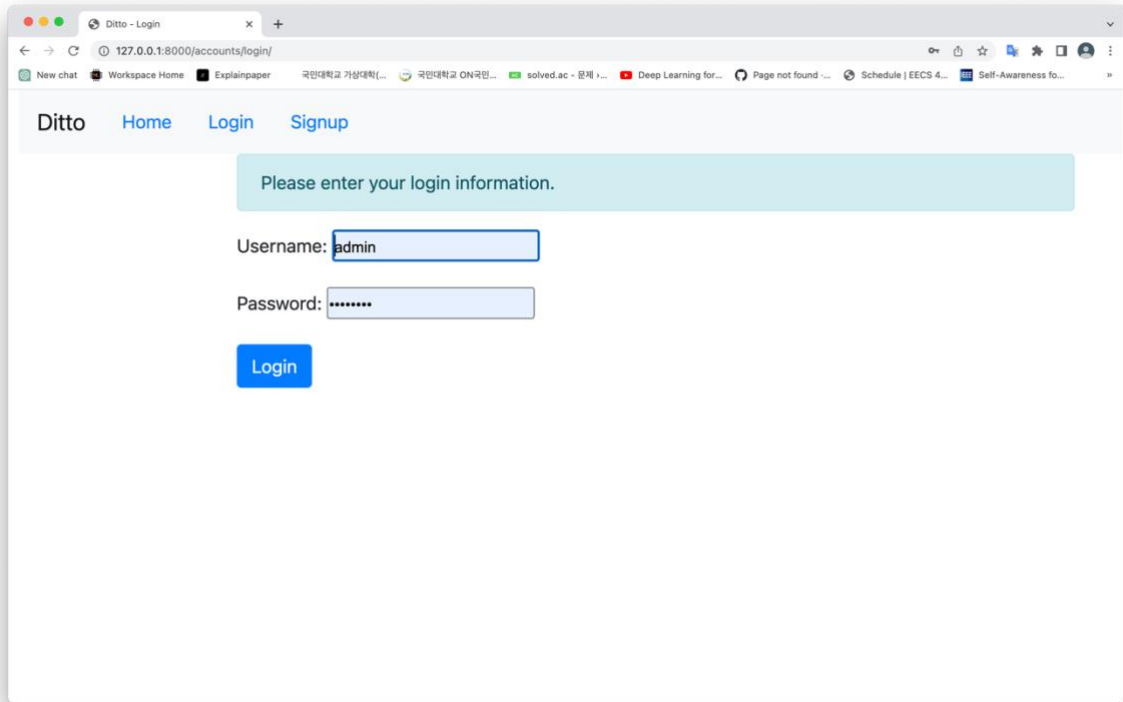



Fig 4. 구현된 백엔드 로그인 화면

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

2.2-3 프론트엔드(Front-End)

사용자가 행사를 담당하는 관리자와 엔드 유저(시민)로 나눌 수 있기 때문에 이에 따른 적합한 화면을 구현하고자 하였습니다. 관리자의 경우 모니터링이 편리하도록 컴퓨터 사용을 전제로 하고 엔드 유저의 경우 편리함을 극대화 하기 위해 앱의 화면을 사용한다는 것을 가정하였습니다. 따라서 프론트엔드에서는 두 사용자의 화면을 한번에 만들기 위해 JavaScript 라이브러리인 React를 사용하여 반응형으로 구현하였습니다.

1. 관리자

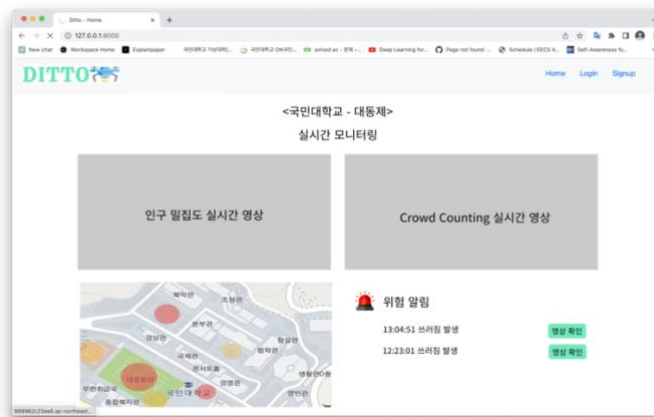


Fig 5. 구현 예정인 프론트엔드 관리자 화면

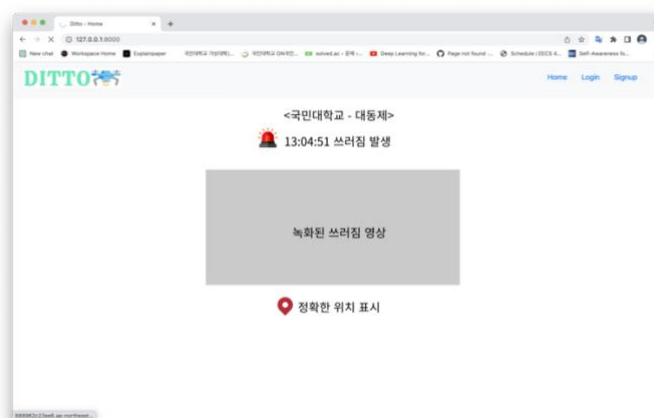


Fig 6. 구현 예정인 프론트엔드 관리자 상세 영상 화면

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

2. 엔드 유저 (시민)

- 엔드 유저의 메인 UI(특정 행사 버튼 클릭 시 지도 띄우기) 구현 완료
- 카카오 지도 API를 사용하여 인구 밀집도를 표현하기 위해 지도에 도형 그리기 테스트 완료

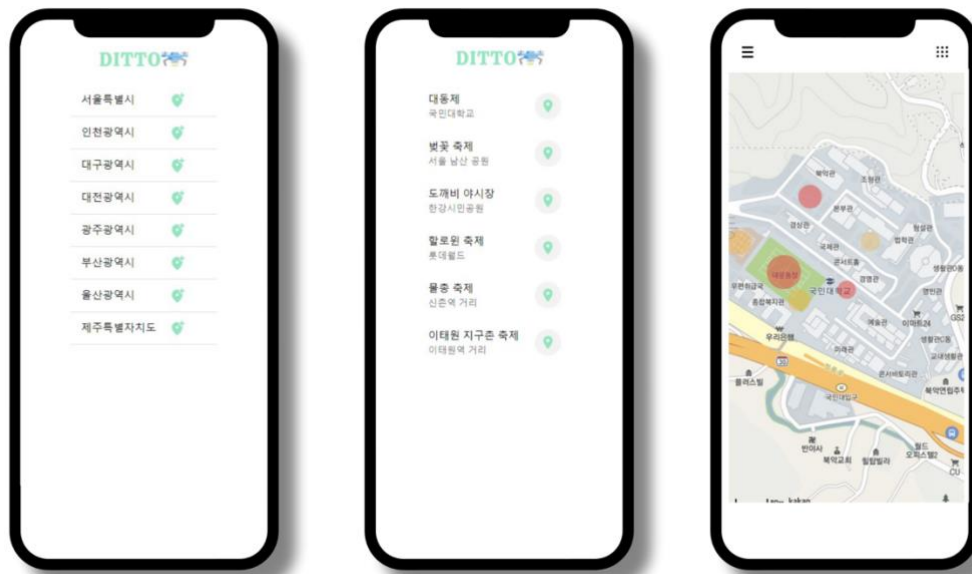


Fig 7. 구현된 프론트엔드 엔드 유저 상세 화면



2.2-4 인공지능(AI)

야외에서 사람이 얼마나 모여 있는지 알 수 있는 인구 밀집도 및 사람이 쓰러져 있는 것과 같이 위급 상황이 발생한 경우 도움이 필요한 사람을 감지하기 위해서는 컴퓨터 비전 기술을 사용해야 합니다. 이때 우리의 프로젝트는 컴퓨터 비전 기술 중 crowd counting과 pose estimation 알고리즘 기술을 활용하여 해당 프로젝트에 적용시켰습니다.

1) Crowd counting with P2PNet

P2PNet은 특정 이미지에서 사람의 머리를 감지해 해당 이미지 기준 머리 위치의 좌표 값이 찍히도록 학습된 모델입니다. 임의의 면적 당 감지된 좌표 값의 개수 계산을 통해 인구밀집도를 계산할 수 있을 것이라 기대해 crowd counting 모델을 채택하게 되었습니다.

해당 프로젝트에서 촬영된 드론 영상과 유사할 것으로 판단되는 ShanghaiTechA 데이터셋으로 사전 학습된 P2PNet을 사용했습니다. 해당 프로젝트에서는 실시간으로 영상을 입력 받아 영상을 출력해야 하므로 전처리 과정에 대한 코드 수정 작업을 거쳤습니다.



Fig 8. 실제 동영상을 바탕으로 한 crowd counting 모델의 추론 영상



2) Pose estimation with YOLO v7

human pose estimation은 이미지 혹은 영상을 바탕으로 사람의 관절이나 중요 신체부위를 keypoint로 지정하여 사람의 자세를 예측하는 기술입니다. 이때 머리, 몸통, 팔, 다리와 같은 다양한 신체 부위의 위치와 방향을 확인하는 것을 포함합니다. DITTO의 human pose estimation에서도 사람이 쓰러져 있는 상황만을 감지하는 것을 목적으로 합니다. 즉 미리 지정한 keypoint를 바탕으로 사람의 행동을 예측할 수 있고 쓰러져 있는 상황으로 의심되는 자세가 발견되었을 때 이를 감지하고 신속히 대응할 수 있도록 하는 것이 human pose estimation에서의 목표입니다.


YOLO(You Only Look Once)는 object detection을 목적으로 만들어진 알고리즘입니다. YOLO는 물체를 정확하게 감지할 수 있을 뿐만 아니라 실시간으로 적용할 수 있다는 장점이 있고, 이로 인해 2016년에 처음 YOLO v1이 발표된 이후 현재까지 많은 object detection 분야에 사용되고 있습니다.

특히 YOLO v7에는 pose estimation을 목적으로 사전 학습된 가중치가 저장되어 있어, 이 가중치를 불러와서 Python의 OpenCV 라이브러리를 통해 영상을 받아 쓰러져 있는 상황을 감지하는 작업을 거쳐 사용했습니다.

이를 바탕으로 실시간으로 스트리밍 된 영상을 받아와 쓰러짐을 감지하는 작업까지 완료되었습니다.



Fig 9. 실시간으로 스트리밍 된 영상을 바탕으로 한 pose estimation 모델의 추론 영상

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

3 향후 추진 방향

3.1 향후 계획의 세부 내용

모듈화는 완료된 상태이므로 중간 발표 이후에는 각 모듈을 연결하는데 집중 할 예정입니다.

1. 드론

드론에서 수신된 영상을 기반으로 드론 비행에 관한 의사결정을 진행한 후, 이를 드론에 탑재된 라즈베리파이로 전송하여 비행에 관한 명령 전송 - 기존 지상제어국 프로그램에서 제공하던 미리 지정된 경로 기반 GPS 비행이 아니라, 지정해둔 비행 영역 내에서 가장 마지막에 탐색하였던(업데이트가 늦었던) 영역을 찾아 자동으로 비행하며 지속적인 정찰 비행이 가능하도록 하는 기능을 개발할 예정입니다.

2. 백엔드

데이터 베이스 구축 및 프론트엔드 / 드론과 통신하기 위한 API 작업을 진행 할 예정입니다.

3. 프론트엔드

지역마다 인구 밀집도가 다르므로 지도에 도형이 다르게 표현되는 기능 구현 및 드론에서 찍은 위치와 지도에서 혼잡도를 매핑하여 표시하기 위한 알고리즘을 고안하고자 합니다.

4. 인공지능

pose estimation : 만약 위급한 상황으로 의심되는 사건이 발생하면 즉시 관리자에게 알림을 보내도록 구현할 계획입니다.

crowd counting: 현재는 촬영된 임의의 영상에 대한 테스트 작업을 거친 상태이나, 이후 실시간으로 스트리밍 되는 영상을 입력으로 받을 수 있도록 코드를 수정 할 예정입니다.

 국민대학교 소프트웨어학부 캡스톤 디자인 I	중간보고서		
	프로젝트 명	드론을 활용한 야외 인구 밀집도 파악 및 위험 감지 서비스	
	팀 명	DITTO: Drone Is Tracking Twenty-four Ours	
	Confidential Restricted	Version 1.3	2023-APR-03

참고 자료

- [1] <https://m.khan.co.kr/national/incident/article/202210312119015#c2b>
- [2] https://mnews.jtbc.co.kr/News/Article.aspx?news_id=NB12105317
- [3] <https://m.newspim.com/news/view/20221118000711>
- [4] <https://m.mk.co.kr/news/society/10585586>
- [5] <https://n.news.naver.com/article/009/0005066972?sid=102>
- [6] https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20221223_0002134216#_PA
- [7] https://ifac.or.kr/IFACBBS/board.php?bo_table=ifacbbs_oc4601&wr_id=3618&sca=%ED%96%89%EC%82%AC%EC%95%88%EB%82%B4&sfl=wr_subject&stx=%EB%B4%84&sop=and
- [8] <http://koreafestival.net/news/view.php?no=4365>