



국민대학교
전자정보통신대학
컴퓨터공학부


캡스톤 디자인 I

종합설계 프로젝트

프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스
팀 명	YOLO(You Only Live Once)
문서 제목	결과보고서

Version	1.5
Date	2020-JUN-09

팀원	이 로제 (조장)
	이 명학
	박 은환
	이 재빈
	정 진우
	주가

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09


CONFIDENTIALITY/SECURITY WARNING

이 문서에 포함되어 있는 정보는 국민대학교 전자정보통신대학 컴퓨터공학부 및 컴퓨터공학부 개설 교과목 캡스톤 디자인 I 수강 학생 중 프로젝트 "객체 탐지를 적용한 적외선 **CCTV** 서비스"를 수행하는 팀 " **YOLO**"의 팀원들의 자산입니다. 국민대학교 컴퓨터공학부 및 팀 "YOLO"의 팀원들의 서면 허락없이 사용되거나, 재가공 될 수 없습니다.

문서 정보 / 수정 내역


Filename	중간보고서- 객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스.doc
원안작성자	이로제
수정작업자	이로제

수정날짜	대표수정자	Revision	추가/수정 항목	내 용
2020-06-05-	이로제	1.0	최초 작성	1~5
2020-06-08	이로제	1.1	추가	1.2 추진 배경 및 필요성
2020-06-08	이명학	1.2	추가	2.2.5, 5.5
2020-06-08	이재빈, 정진우, 추가	1.3	추가	2.2.5, 5.5
2020-06-08	박은환	1.4	추가	2.2.5, 5.5
2020-06-09	이로제	1.5	수정	3. 자기평가

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

목 차

1	개요	4
1.1	프로젝트 개요	4
1.2	추진 배경 및 필요성	4
2	개발 내용 및 결과물	8
2.1	목표	8
2.2	연구/개발 내용 및 결과물	9
2.2.1	연구/개발 내용	9
2.2.2	시스템 기능 요구사항	12
2.2.3	시스템 비기능(품질) 요구사항	13
2.2.4	시스템 구조 및 설계도	14
2.2.5	활용/개발된 기술	15
2.2.6	현실적 제한 요소 및 그 해결 방안	18
2.2.7	결과물 목록	19
2.3	기대효과 및 활용방안	19
3	자기평가	20
4	참고 문헌	20
5	부록	21
5.1	사용자 매뉴얼	21
5.2	운영자 매뉴얼	22
5.3	테스트 케이스	23

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

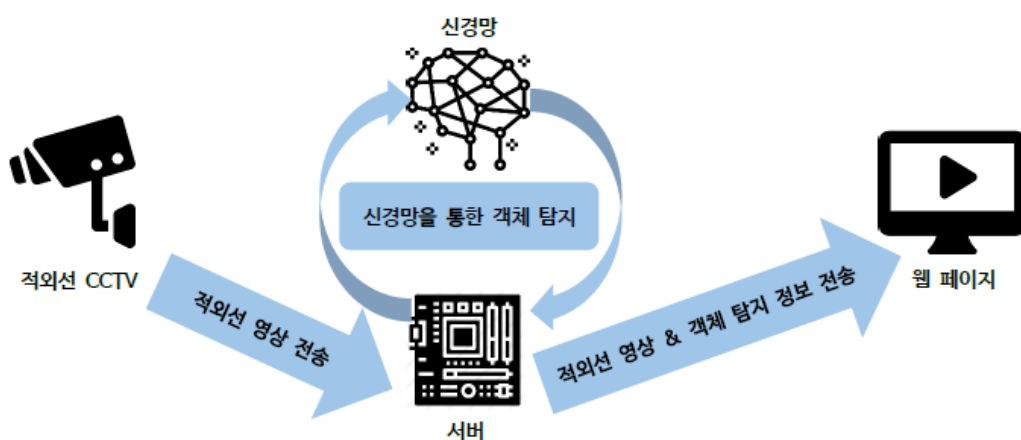
1 개요

1.1 프로젝트 개요

(1) 주제:

객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스

(2) 시스템 구조:




- 적외선 CCTV로 촬영하고자 하는 곳을 촬영한다.
- 촬영하고 있는 적외선 영상을 서버로 전송한다.
- 전송받고 있는 적외선 영상에 신경망을 통해 실시간으로 객체 탐지를 실시한다.
- 실시간으로 객체 탐지를 하여 나오는 객체 탐지를 적용한 적외선 영상을 웹페이지를 통해 제공한다.

1.2 추진 배경 및 필요성

(1) 프로젝트에 대한 필요성:

현재 컴퓨팅 기술의 발전으로 인공지능 분야의 큰 발전을 이루고 있다. 이러한 발전으로 여러 인공지능 기술들을 실생활에 접목하여 생활의 편의를 도모하고 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09



당신을 빛나게 해줄
인공지능 스피커

[인공지능 스피커 NUGU]

위와 같은 생활의 편의를 도모하는 것 뿐만 아니라 범죄 예방 또는 문학작품의 생산등과 같이 다양한 역할로써 적용이 되고 있다.

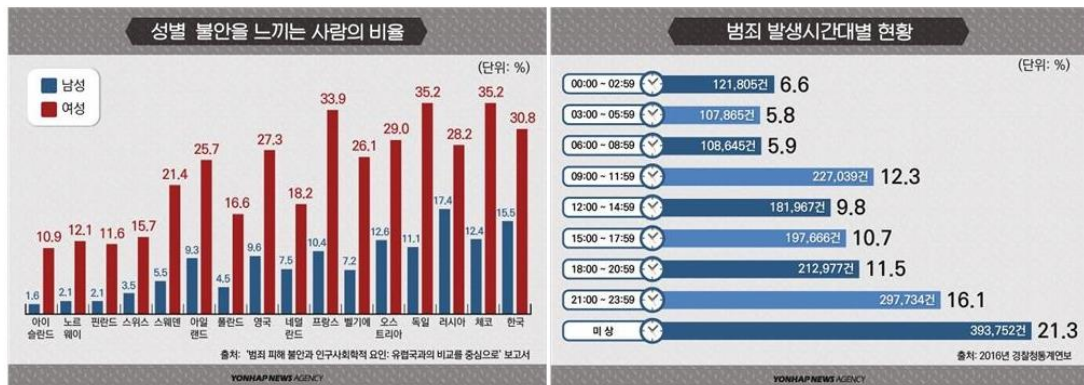
특히 인공지능 기술을 이미지와 관련된 분야에 있어 활발히 발전이 이루어지고 있다. 그러나, 이는 일반 RGB이미지에 국한되어 있다. 적외선 이미지에 있어서는 아직 일반 RGB만큼의 발전이 이루어져 있지는 않다.

적외선 카메라는 빛이 없는 어두운 공간에서도 시야를 확보가 가능하게 된다. 이러한 특징과 사람이나 여러 사물 즉 객체들을 탐지하는 신경망을 접목시킨다면 방법을 위한 CCTV에 활용될 수 있다.

적외선 이미지로부터의 객체 탐지 기술은 범죄 예방의 측면에서도 그 필요성을 알 수 있다. [국가와 성별에 따른 불안 비율] 사진자료를 통해서는 한국의 많은 사람들이 범죄에 대한 불안감을 지니고 있음을 알 수 있다. 또한, 한국보건사회연구원의 우선희 전문연구원이 분석한 '범죄피해 불안과 인구 사회학적 요인: 유럽국과의 비교를 중심으로' 보고서를 보면, 한국 여성(만19~75세)들은 유럽 여성들보다 혼자 밤길 걷는 데 불안감을 느끼는 경우가 더 많았고 한다. 이와 같은 전문가의 분석과 설문조사 결과를 통해서 사람들이 범죄에 많은 불안감을 지니고 있으며, 시간대별 범죄의 실제적 비율을 나타내는 [그림 2]를 통해 특히 늦은 시간대의 어두운 밤길과 같은 경우에는 많은 사람들이 실제로 범죄에 노출되어 있다는 것을 알 수 있다.

사람들의 불안 심리를 안정시키고 범죄들을 예방하기 위하여 심층학습(deep learning)을 통해 학습한 객체 탐지 기술을 적외선 CCTV에 접목시켜 안심귀가 서비스에 활용한다면 위와 같은 문제들을 해결할 수 있다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09



[국가와 성별에 따른 불안 비율]

[시간대별 범죄 발생 비율]

이처럼 인공지능을 적용한 실시간 적외선 이미지 객체 탐지 서비스는 다양한 사회적 문제를 해결하고 생활의 편의를 도모하는 데 있어 필요한 기술임을 증명할 수 있다.

(2) 기존 기술의 문제점:

기존에도 CCTV는 곳곳에 존재한다. 하지만 대부분의 CCTV는 단순히 영상을 촬영하는 것으로 몇 가지 문제점이 발생한다. 한계점은 다음과 같다.


1. 가시광선을 이용한 카메라에서는 빛의 유무, 그리고 기상 상황에 따라 탐지 성능이 크게 좌우될 수 있다.
2. 감시를 위해서는 CCTV를 오랜 시간 살펴야 하므로 인적 자원이 들어가며 효율이 떨어진다.
3. 기존의 CCTV들은 24시간 동안 모든 영상을 저장하므로 저장공간의 부족 문제로 인하여 일정 시간이 지나면 데이터를 지워야 하는 상황이 발생한다.

첫 번째 문제점을 해결하기 위하여 가시 광선을 이용한 카메라를 사용하지 않고 적외선을 이용한 카메라를 이용할 것이며 두 번째 문제를 해결하기 위해서는 자동으로 객체를 탐지해주는 객체 탐지 모델을 적용할 것이다. 적외선 카메라는 빛의 유무가 객체의 탐지 성능에 영향을 주지 않고 또한 악천후에도 가시광선 카메라에 비하여 성능이 좋다. 적외선 카메라를 이용한 객체 탐지의 예시를 들면 다음과 같다.



 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

또한 이벤트를 발생시키는 기능을 부가적으로 넣어 이러한 이벤트가 발생한 부분만 저장을 한다면 위에서 문제점으로 제시하였던 CCTV의 용량관련 문제도 해결할 수 있을 것으로 예측된다

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

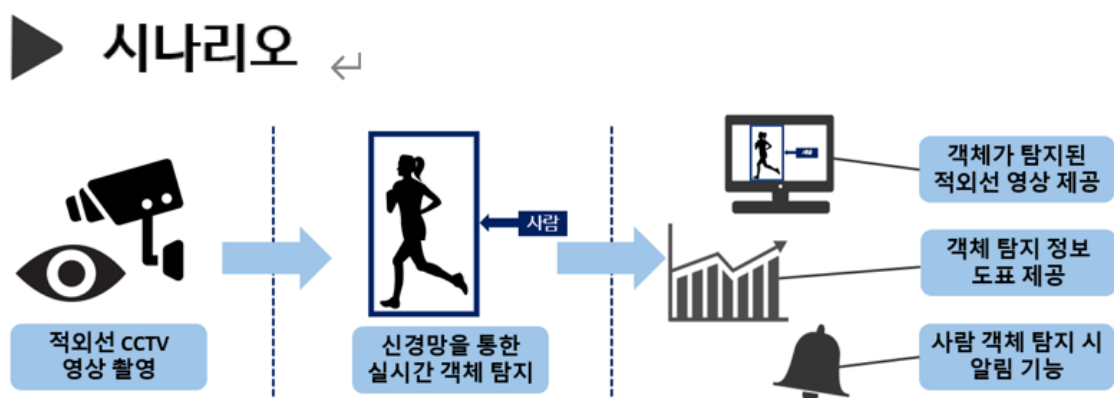
2 개발 내용 및 결과물

2.1 목표

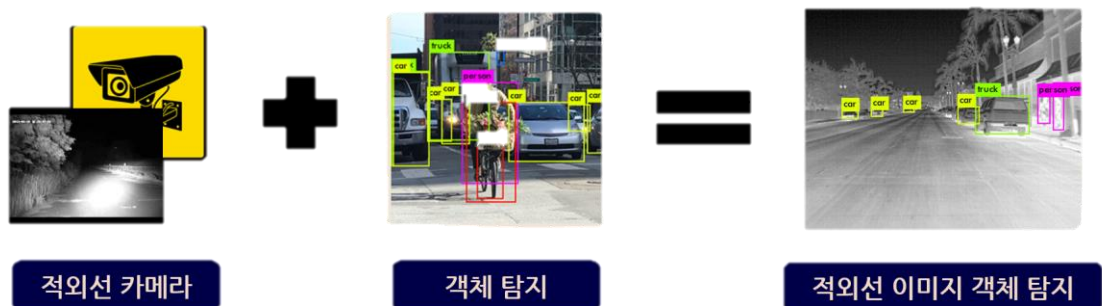
본 프로젝트의 목표는 객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스를 개발하는 것이다. 즉, 심층학습(deep learning)을 활용하여 적외선 이미지 혹은 영상으로부터 실시간으로 객체를 탐지하여 사용자에게 웹을 통해 제공하는 CCTV 서비스를 개발하는 것이다.

적외선 CCTV에 객체 탐지 기술을 적용하여 시간대별 탐지가 되는 객체에 대한 정보를 사용자에게 제공함으로써 CCTV에 효율적인 접근을 가능하게 하다. 이와 같이 기존의 CCTV의 기능들을 보완하고 확장하는 것을 목표로 한다.

시나리오는 다음과 같다.




[시나리오]



[목표기술]

위의 이미지와 같이 적외선 CCTV에 객체 탐지 기술을 적용하여 적외선 영상에서의 객체 탐지 서비스를 제공하는 것이 이번 프로젝트의 목표이다.

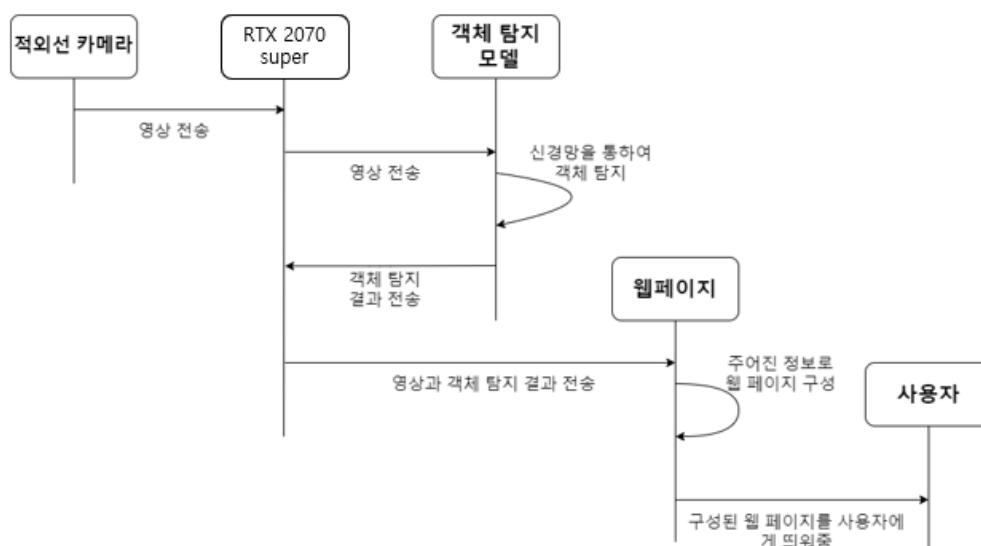
 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

2.2 연구/개발 내용 및 결과물

2.2.1 연구/개발 내용

본 프로젝트에서는 시야 확보가 힘든 밤길에도 주변의 객체를 탐지가 가능한 서비스 제공을 위한 적외선 카메라에 심층학습(deep learning)을 활용하여 객체 탐지를 하는 서비스를 개발할 것이다.

연구방법은 적외선 카메라를 통해 실시간으로 촬영을 하고 실시간 촬영 영상을 임베디드 컴퓨팅 장치에 전송하여 심층학습을 통한 객체 탐지 결과를 웹을 통해 보여주는 총 네 단계의 흐름으로 구성할 것이다.



[연구/개발 단계도]

(1) 적외선 카메라를 통한 실시간 영상 촬영

첫 번째 단계로는 적외선 카메라를 통해 실시간으로 영상을 촬영하는 것이다. 이는 CCTV와 비슷한 시야를 확보하기 위해 삼각대를 이용하여 카메라를 고정시켜 놓은 상태로 촬영을 진행할 것이다. 사용할 카메라는 Seek Shot Pro로 하단의 사진과 같다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09



[Seek Shot Pro]

(2) 적외선 카메라와 서버연결

변경 전: 두 번째 단계로는 적외선 카메라를 통해 촬영되는 실시간 영상은 카메라를 임베디드 ai 컴퓨터 장치인 Jetson tx2 보드와 연결하여 카메라로부터 전송되는 i/o를 받도록 할 것이다. 그리고 받아온 입력신호들을 가지고 객체 탐지를 할 수 있도록 환경을 구성할 것이다.




[Jetson TX 2 board]

변경 후: 두 번째 단계로는 적외선 카메라를 통해 촬영되는 실시간 영상은 카메라를 RTX2070 super와 연결하여 촬영되는 영상을 전송받도록 구성하였다.

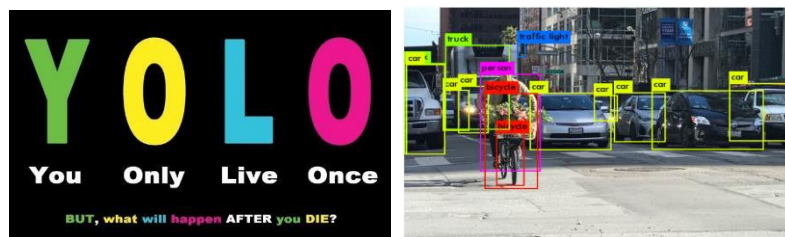


[RTX 2070 super]

 <div> <p>국민대학교</p> <p>컴퓨터공학부</p> <p>캡스톤 디자인 I</p> </div>	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(3) 심층학습 모델을 사용하여 실시간 객체 탐지

변경 전: 세 번째 단계로는 전송받은 영상에 미리 학습한 심층학습 모델을 사용하여 실시간으로 객체 탐지를 진행한다. 실시간 객체 탐지에 사용할 모델은 Yolo v3이다.



[YOLO]

변경 후: 세 번째 단계로는 전송받은 영상에 미리 학습한 심층학습 모델을 사용하여 실시간으로 객체 탐지를 진행하였다. 실시간 객체 탐지에 사용할 모델은 EfficientDet이다.

(4) 실시간 객체 탐지 영상 웹으로 전송


마지막으로는 실시간으로 탐지하는 영상을 웹으로 전송하여 사용자가 볼 수 있도록 진행하였다.

1. 웹 프론트:

적외선 객체탐지 영상을 띄우기 위해 웹 서버를 구축했다. 웹 서버를 구축하기 위해 python언어를 사용하였고, python언어에서 웹 서버를 구축하기 위해 Amazon aws를 사용하여 구현했다. 앞서 설명했던 로그인 화면, 카메라 디바이스 목록 화면, 동영상 플레이 화면, 모달 화면이 구현 완료되었으며 페이지에 필요한 기능 및 디자인을 CSS3나 Javascript 및 UI를 편리하게 수정할 수 있는 react.js로 구현하였다.

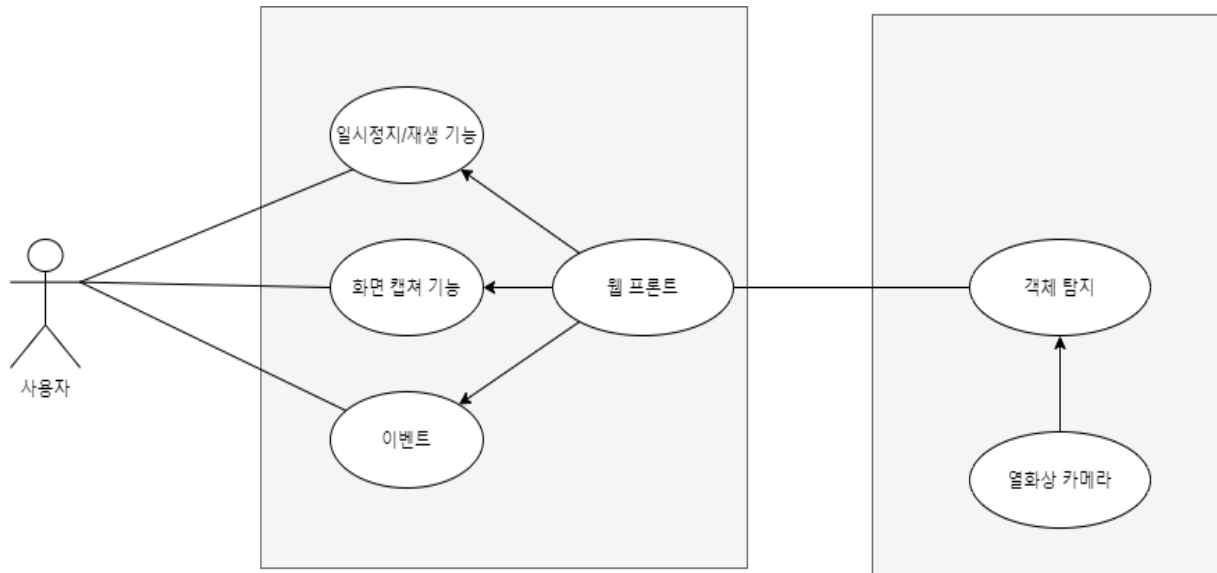
2. 백엔드:

적외선 객체탐지 영상을 띄우기 위해 웹 서버를 구축했다. 웹 서버를 구축하기 위해 python언어를 사용하였고, python언어에서 웹 서버를 구축하기 위해 Amazon AWS 와 Flask, MySQL을 이용하여 구현했다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

2.2.2 시스템 기능 요구사항

(1) 계획했던 시스템 기능 요구사항



[변경 전 Use Case diagram]

a. 일시 정지/재생 기능(변경):


실시간으로 객체 탐지가 되는 영상을 재생하고 정지시킬 수 있는 기능

b. 화면 캡처 기능(변경):

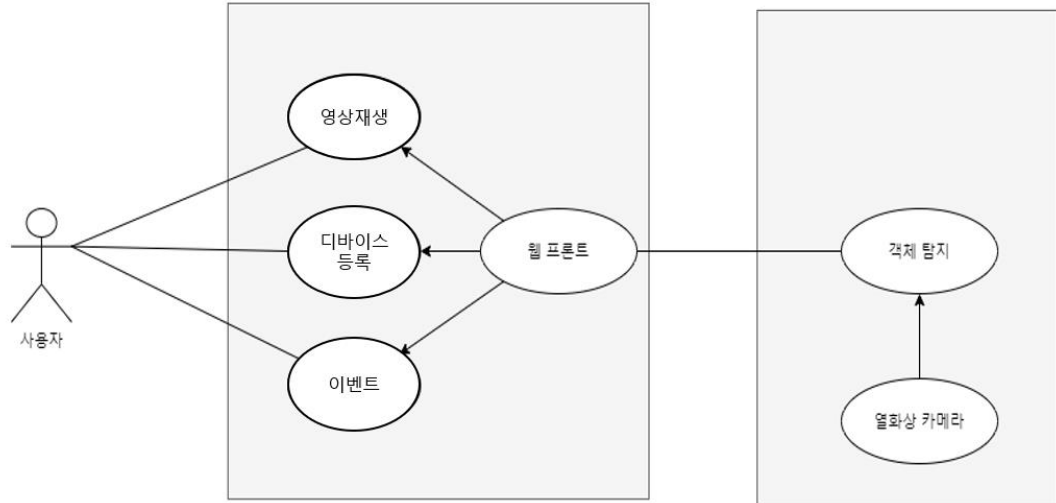
실시간으로 제공되는 영상을 캡처할 수 있는 기능

c. 이벤트(달성):

특정한 객체를 탐지 시 사용자에게 알림을 제공하는 기능

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(2) 수정 후의 시스템 기능 요구사항



[변경 후 Use Case Diagram]

- 영상 자동 재생 기능:
실시간으로 객체 탐지가 되는 영상을 자동으로 재생시키는 기능
- 디바이스 등록 기능:
원하는 디바이스를 등록하게 하는 기능
- 이벤트:
특정한 객체를 탐지 시 사용자에게 알림을 제공하는 기능

2.2.3 시스템 비기능(품질) 요구사항

(1) 실시간성 보장 (달성)

: 적어도 현실과의 차이가 15초 이내로 나도록 한다.

(2) 정확한 객체 탐지 성능을 보유(달성)

: 사람이 아닌 객체를 사람으로 예측 하거나 사람인데 사람이 아닌 객체로 예측을 하는 경우는 없어야 한다. 적외선 카메라의 특성상 해상도가 떨어지고 객체간 구별이 잘 되지 않는 점을 고려하였을 때 목표는 F1 score¹가 0.7 이상이 되도록 하는 것이었다.

¹ 객체를 탐지할 때 정밀도(precision)과 재현율(Recall)이라는 수치가 있다. Precision은 모델이 True라고 판단한 것 중 실제 True인 것의 비율이고 Recall은 실제 True인 것 중에 모델이 True라고 판단한 것이다. 이 두가지 지표를 이용하여 다음식을 통하여 구한 것이 F1-score이다.

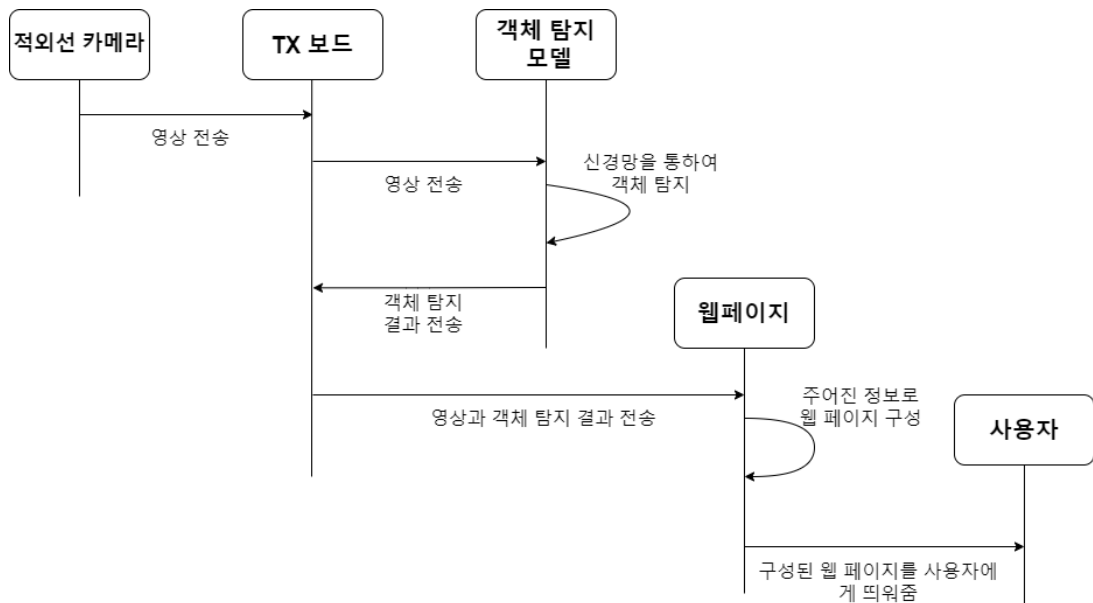
$$F1\text{-score} = 2 * \text{정밀도} * \text{재현율} / (\text{정밀도} + \text{재현율})$$

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

본 프로젝트를 진행하면서 활용한 EfficientDet 모델을 학습시킨 결과 F1-score가 약 0.8로 목표 수치였던 0.7 이상의 결과를 보여주었다.


2.2.4 시스템 구조 및 설계도

(1) 변경 전 제시한 시스템 구조

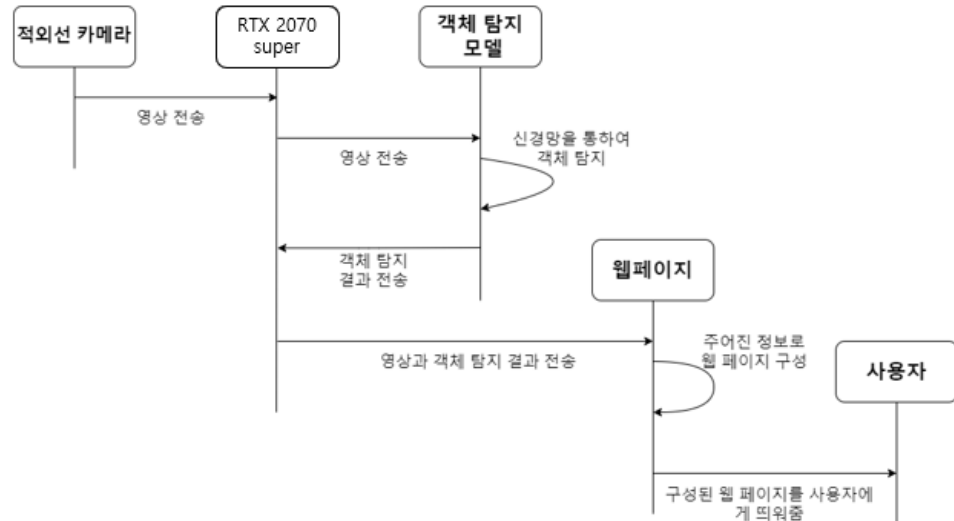


[변경 전 시퀀스 다이어그램]

적외선 카메라 → TX2 보드 → 신경망을 통한 객체 탐지 → 웹 페이지를 통해 제공
위와 같은 시퀀스 다이어그램으로 계획을 하였었다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(2) 변경 후 시스템 구조



[변경 후 시퀀스 다이어그램]

적외선 카메라 → RTX 2070 super → 신경망을 통한 객체 탐지 → 웹 페이지를 통해 제공


변경 사항: TX2 보드 → RTX 2070 super

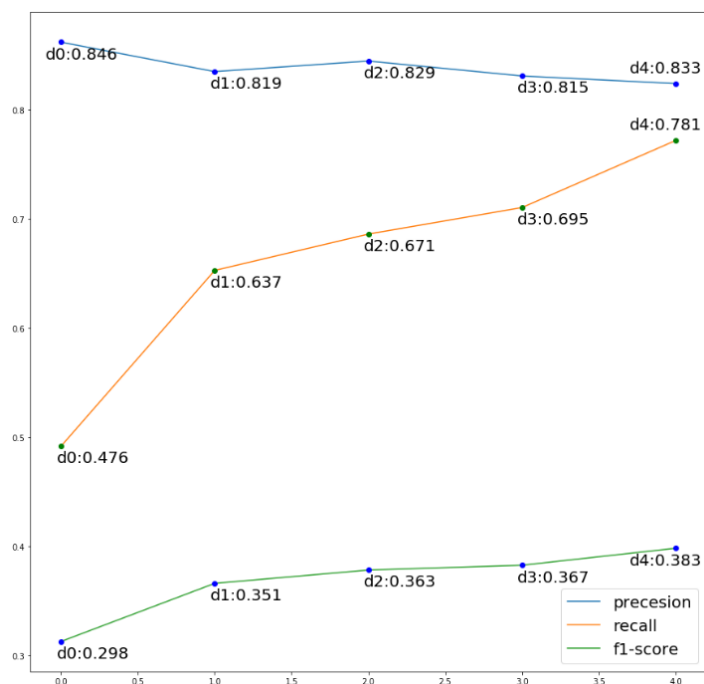
주어진 환경 중 실시간성을 더 보장할 수 있는 RTX 2070 super 를 사용하였다.

2.2.5 활용/개발된 기술

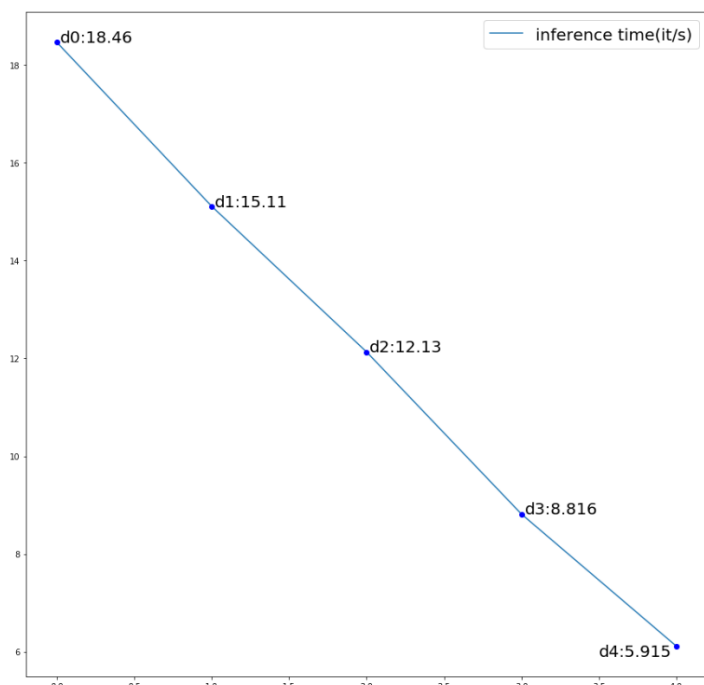
(1) EfficientDet:

2019년에 Google에서 나온 Object Detection을 하는 기술이다. 이는 신경망의 구조를 최대한 효율적으로 바꾸어 기존에 존재하였던 Faster R-CNN과 YOLO에 비하여 월등한 성능 향상과 빠른 속도를 보인다. Efficient Detector의 경우 몇번의 scale과정을 거치냐에 따라 정확도가 달라진다. 본 프로젝트에서 각각 0번~4번의 scale과정을 거친 모델인 d0, d1, d2, d3, d4 모델들을 사용했다. 그리고 각 모델들의 성능 지표는 다음과 같다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09



[Precision, Recall, F1-score 그래프]




[Inference Time 그래프]

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(2) Flask:

- OpenCV 를 이용하여 적외선 카메라로부터 실시간 영상 정보를 불러오는 것을 구현하였다.
- TensorFlow 와 Flask 를 이용하여 실시간 영상 정보 기반 객체 탐지를 하도록 하였다.
(단, TensorFlow GPU 로 인하여 초기 로딩에서 약간의 딜레이 발생)
- 웹 프론트엔드의 경우 Jinja2 템플릿 엔진을 이용하여 개발하였다.
- Flask-SQLAlchemy 를 이용하여 데이터베이스 엔티티를 설계하고 CRUD 시스템을 구현하였다.
- 연구실 서버인 RTX 2070 super 를 통하여 Flask 서버를 배포하였다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

2.2.6 현실적 제한 요소 및 그 해결 방안

(1) 적외선 카메라의 화질 문제

본 프로젝트에서 사용한 적외선 카메라는 Seek Shot Pro 이며 이 기기를 통해 촬영한 이미지의 예시는 하단의 첨부된 자료와 같다.



[Seek Shot Pro로 촬영한 이미지]

위의 첨부된 이미지와 같이 화질 부분에서 문제가 된다.

해결 방안:



[적외선 CCTV 영상]

위의 이미지와 같이 적외선 CCTV 의 경우 사람의 얼굴을 식별할 수 있을 정도로 화질이 좋다. 현재 프로젝트에서 사용하고 있는 Seek Shot Pro 의 경우는 한 장소에 설치를 해서 촬영하기 위한 용도가 아니기 때문에 시중에 판매되고 있는 적외선 CCTV 에 비해 화질이 낮다. 따라서 실제 적외선 CCTV 를 사용할 경우에는 화질에 대한 문제는 해결이 될 것으로 예상된다.

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(2) 적외선 카메라에 대한 소프트웨어 지원이 미흡

시중에는 다양한 적외선 카메라들이 존재하지만 대체로 다른 기기와의 연동을 위한 소프트웨어적인 지원이 미흡한 부분이 많다. 이러한 부분이 개선이 된다면 적외선 카메라와 다른 기기의 연동을 더 용이해 적외선 카메라를 활용한 다양한 시스템을 구성할 수 있을 것으로 예상된다.

2.2.7 결과물 목록

대분류	소분류	기능	형식	기술문서
하드웨어	적외선 카메라와 서버 연동	카메라로부터 입력신호를 받아 객체 탐지 모델에 입력	C++, Python, Ubuntu	무
신경망 모델	객체 탐지	주어진 이미지에서 객체를 탐지	Python	무
웹 서버	파일 전송	이미지를 받아올 때 연결	Socket	무
	웹 페이지	받아온 영상을 보여줌	Flask	무

2.3 기대효과 및 활용방안

(1) 효율적인 CCTV 접근 및 관리


시간대별 탐지되는 객체에 대한 정보를 제공함으로써 추후에 CCTV 확인을 할 때 효율적인 접근이 가능하며, 이 기능을 바탕으로 용이한 CCTV의 관리가 가능해진다.

(2) 실외 쓰레기 투기 문제 대처 및 예방

사람이 탐지가 될 경우에 알림 서비스를 통해 쓰레기 무단 투기와 같은 문제가 발생했을 시에 효율적인 CCTV 접근이 가능해지므로 대처가 용이하다. 또한, 알림이 오기 때문에 예방도 가능해진다.

(3) 실내 방법 효과

CCTV를 실내에 설치했을 경우, 집이 비었을 때 사람 객체가 탐지가 되면 알림이 사용자에게 전송이 되므로 방법 효과를 얻을 수 있다.


 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

3 자기평가

- (1) 기존의 CCTV의 비효율적인 접근의 부분을 보완하여 보다 효율적으로 CCTV에 접근하고 관리가 가능하다.
- (2) 기존의 CCTV와는 달리 알림 서비스를 통해서 즉각 대처가 가능 해졌다.
- (3) 기본적인 CCTV의 기능에서 확장해서 CCTV의 적용 범위를 더 넓힐 수 있다.

4 참고 문헌

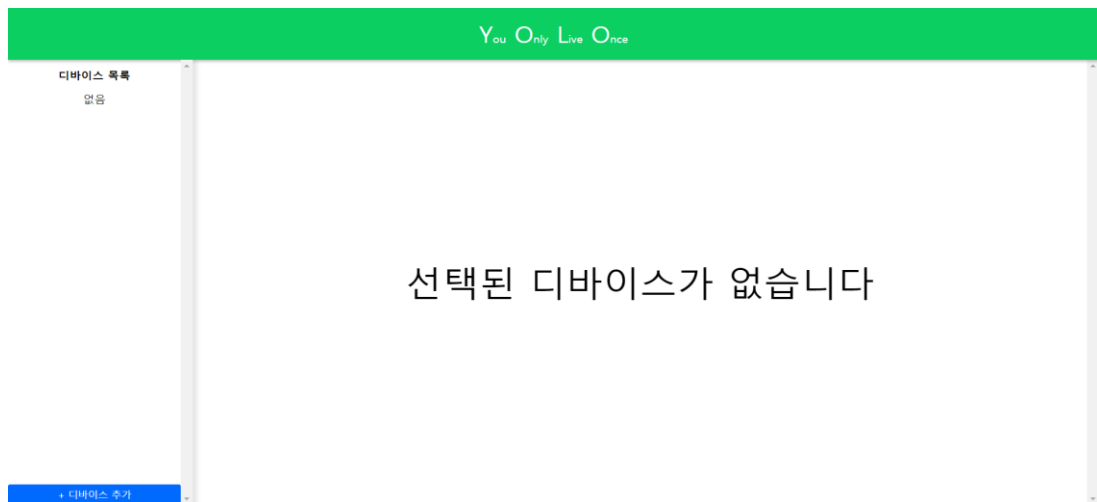
번호	종류	제목	출처	발행년도	저자	기타
1	기사	어둠한 밤길.. 누군가 나를 따라온다	https://www.yna.co.kr/view/AKR20180830133300797	2018	송광호	
2	기사	적외선 카메라 얼굴까지 선명하게	t.ly/QciV	2009		
3	웹페이지	DarkNet	https://pjreddie.com/darknet/			
4	웹페이지	파이썬 Flask 로 간단 웹 서버 구동하기	t.ly/xpWo	2019	decodey	
5	논문	EfficientDet: Scalable and Efficient Object Detection	https://arxiv.org/abs/1911.09070	2019	M Tan	
6	웹페이지	[HTML5] 기초 - 1. 기본 요소 및 태그	https://blog.naver.com/wangsohee/221316770021	2018	문송이	
7	웹페이지	57.AWS 기초용어	https://brunch.co.kr/@topasvga/391	2018	Master Seo	
8	기사	SKT vs. KT 인공지능 스피커 경쟁	https://eunhaga.tistory.com/43	2018	은하가 IT	

 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

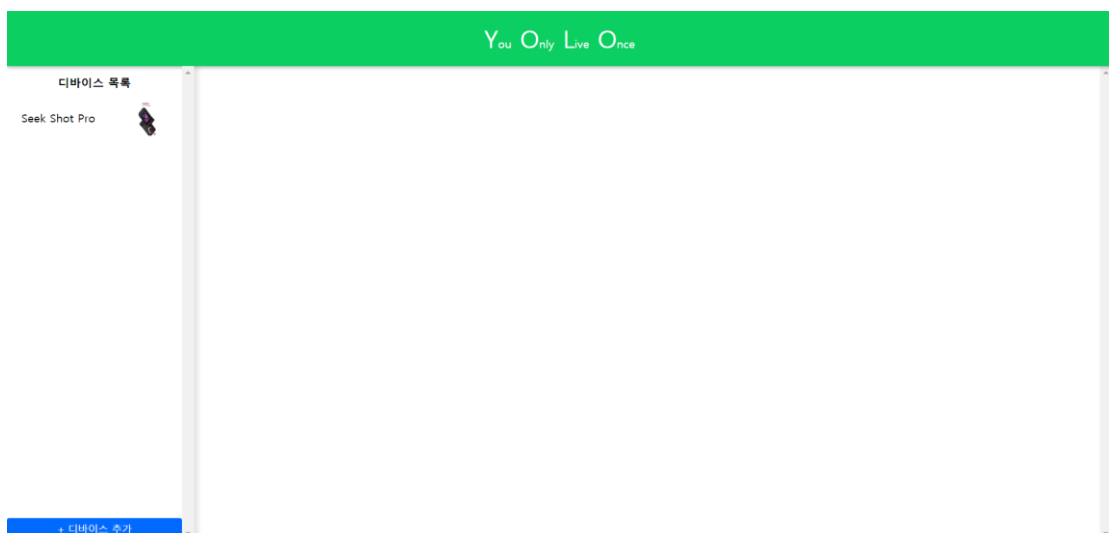
5 부록


5.1 사용자 매뉴얼

- (1) 제공하는 웹주소로 접속한다.
- (2) 로그인을 한다.
- (3) 로그인 후의 화면

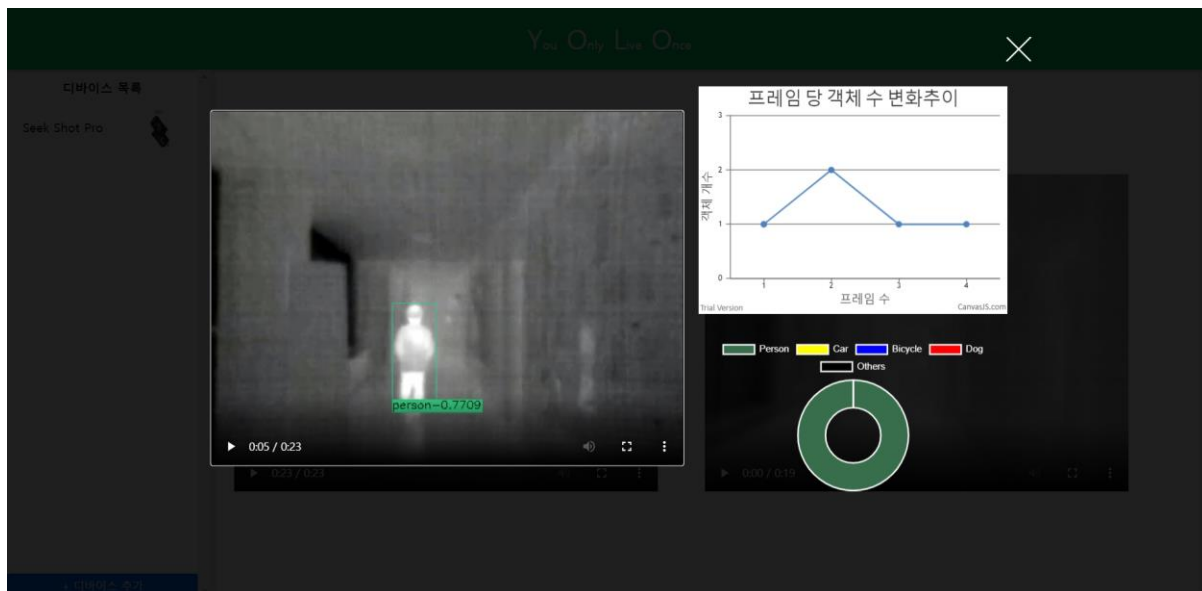


- (4) 디바이스 등록 버튼을 눌러 디바이스를 등록



 국민대학교 컴퓨터공학부 캡스톤 디자인 I	결과보고서		
	프로젝트 명	객체 탐지를 적용한 적외선 CCTV 서비스	
	팀 명	YOLO(You Only Live Once)	
	Confidential Restricted	Version 1.5	2020-JUN-09

(5) 객체 탐지가 적용된 적외선 CCTV영상 확인



5.2 운영자 매뉴얼

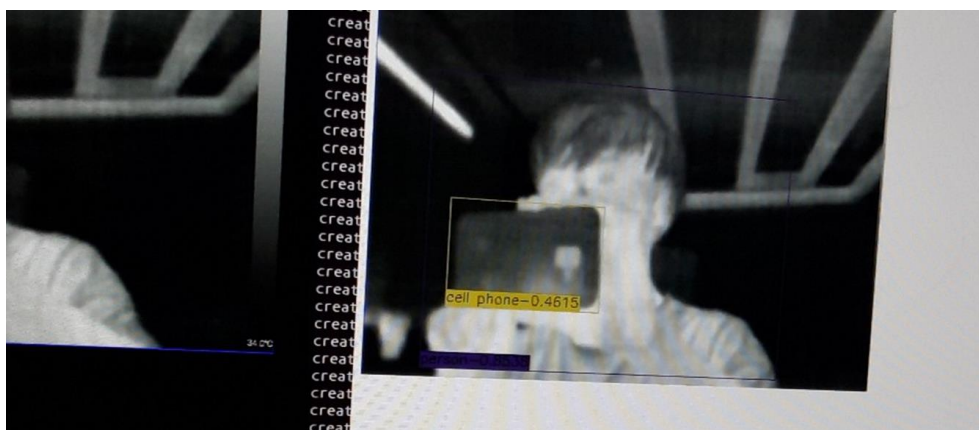
- (1) GPU 메모리가 8GB이상인 nvidia 그래픽카드가 내장되어 있는 컴퓨터가 필요
- (2) 해당 컴퓨터에 CUDA 버전을 10.0이상으로 설치
- (3) 다음 명령어를 통하여 필요한 라이브러리들 설치

```
pip install -r requirements.txt
```

- (4) 카메라를 연결하거나 카메라와 무선으로 연동이 되어있는 기기를 컴퓨터에 연결 후 다음 명령어를 통하여 프로그램을 실행

```
python app.py
```

다음과 같이 실시간으로 연동되는 화면을 확인 가능



5.3 테스트 케이스

대분류	소분류	기능	테스트 방법	기대 결과	테스트 결과
카메라	연결	소지한 적외선 카메라(CCTV)를 서버와 연결한다.	1) USB 를 통해 적외선 카메라와 서버를 연결한다.	카메라와 서버간 연동을 위한 연결이 가능해진다.	성공
카메라	연동	소지한 적외선 카메라의 촬영되는 화면을 서버에 전송한다.	1) 촬영되는 영상을 전달 받는 코드를 작동한다.	촬영되고 있는 화면을 서버에 전달하여 연동을 마무리할 수 있다.	성공
신경망	객체 탐지	적외선 영상에서 객체 탐지 과업을 수행한다.	1) FLIR dataset에서 성능 지표를 뽑아본다. 2) Seek Shot 카메라로 찍은 결과를 눈으로 확인한다.	카메라로부터 받아온 영상에서 성공적으로 객체 탐지 과업을 수행한다.	F1-score : 0.383 2.2.5(1) 참조
웹 페이지	실시간 영상 재생	받아온 영상을 웹 페이지에서 재생한다.	1) 웹 페이지에 들어가서 기능들을 수행하였을 때, 동영상이 재생되는 것을 확인한다.	여러 카메라 디바이스들을 추가할 수 있고, 적외선 영상을 재생할 수 있다.	성공
웹 페이지	도표 제공	영상에서 객체에 대한 정보를 동적 그래프로써 제공하여 보여준다.	1) 객체 탐지 동영상을 재생하였을 때 그래프가 프레임에 맞게 바뀌는지 확인한다.	어느 시점에서 어떤 종류의 객체가 몇 개가 존재하는지 파악할 수 있다.	성공