



학교 내/외 CCTV 영상 및 센서 데이터 분석을 통한 학교 폭력 리포트 시스템

“
잡았다 요놈!
”

김은영(빅), 김이연(빅), 남하림(빅), 임성진(AI), 전승우(AI), 양태석(IoT), 최지훈(클)

Contents

Course

1



주제선정

- 주제 선정 배경
- 프로젝트 주제 선정

2



학교폭력지수 개발

- 분석 로드맵
- 지수개발 지표
- 분석과정 및 결과

3



지능형 CCTV 개발

- 딥러닝 모델 개발 및 결과
- 통신 설정 및 APP 개발
- 서버 구축 및 모니터링

4



결론

- 기대효과
- 향후 발전가능성
- 기술적 한계점

주제선정



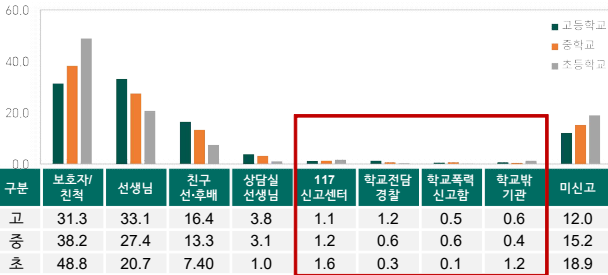
- 주제선정 배경
- 프로젝트 주제 선정



1. 주제 선정

주제 선정 배경

학교폭력 피해사실을 알린 학생의 비율 (%)



2020년 학교폭력 실태조사(교육부, 2021)

제도적으로 마련된 학교폭력 신고처의 경우,

학생들의 신고 비율이 현저히 낮음

학교폭력 담당 인력의 부족
학교폭력을 교사 단독으로 관리하기엔 한
계

학교폭력전담경찰관 1명이 학생 5688명 담당

학교전담경찰관 1명이 담당하는 학교와 학생의 수가 지나치게 많아 학교폭력 예방과 근절을 위한 실질적인 역할을 수행하는 게 어려운 상황이라는 국회 입법조사처의 보고서가 나왔다. 학교전담경찰관 1명이 담당하는 학생 수는 5688명에 달했다.

한겨레(2016.08.04)

"학교폭력 근절과 예방, 교권추락으로 한계가 있다"

"학교폭력 처벌 시 학부요 연대 책임 강화해야 한다"는 대안이 설득력있어...

김호필 기자 ghmh01@google.com | 등록 2021.03.14 09:30:11

교육N시민(2021.03.14)

1. 주제 선정

“ 학교 내 CCTV 영상 및 센서 데이터를 분석을
통한
문제 행동 리포트 및 학교 폭력 대응 시스템 ”

※ 문제 행동 : 폭행, 흡연

Flow Chart

빅데이터

데이터 전처리 베이스라인 개발

→ JSON Parsing

→ 슬라이딩 샘플링(32 frames)

빅데이터 분석(학교폭력지수 개발)

학교폭력 관련 데이터 수집 및 처리

학교폭력관련 데이터 분석 및 시각화

→ K-means Clustering

학교폭력지수 개발 및
CCTV 우선 설치 학교 선정

AI

행동 데이터 검색 및 직접 촬영

OpenPose 기반 관절 정보 추출

데이터 전처리 자동화

행동 분류 딥러닝 모델 개발

행동 분류 시스템 개발 및 서빙

행동 분류
딥러닝 모델 개발 및 서빙

IoT

실시간 영상 데이터 수집

Android APP 개발
및 SNS 설정

스트리밍 통신 설정
(Raspberry Pi - AWS - APP)

사운드 센서 기반 모터 제어

실시간 영상 데이터 수집 및 저장
분류 결과 알람 및 리포트

클라우드

웹서버 구축

실시간 영상 데이터 저장

Lambda 생성

→ 전처리/데이터 전달
→ 결과저장 및 SMS 발송

모니터링서버 & 웹페이지 구축

학교폭력지수개발



- 분석 로드맵
- 학교폭력지수개발 지표
- 분석 과정 및 결과

2

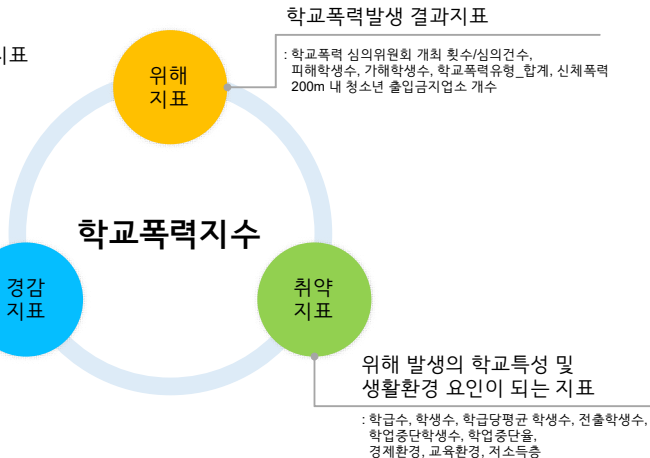
2. 학교폭력지수 개발

지표 및 주요 변수 선정

☐ 학교폭력지수 =
위해지표 + 취약지표 - 경감지표

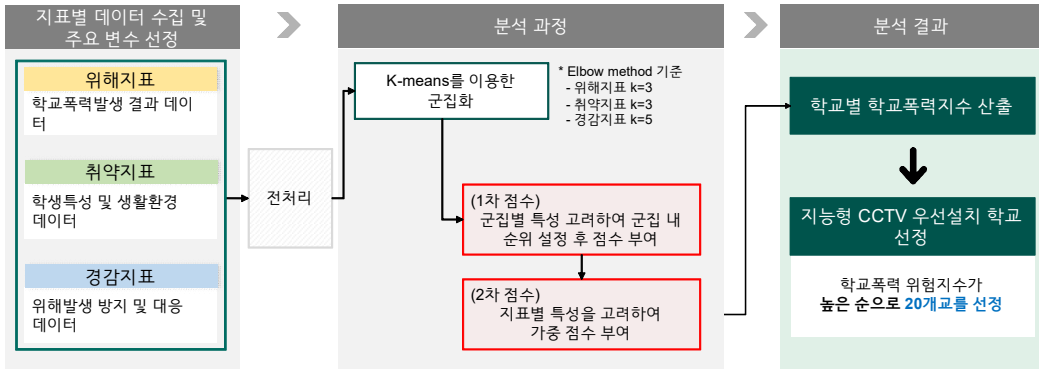
위해 발생을 사전에 방지하고 대
응하기 위한 지표

: WeeClass 운영여부, 내·외부 상담실시여부,
학교폭력 예방교육 시간,
500m 내 경찰관서수/CCTV 개수



2. 학교폭력지수 개발

분석 로드맵



2. 학교폭력지수 개발

K-means Clustering

위해지표

1. 군집 특성별 점수 :

- ▶ **cluster 2** : 학교폭력 발생 건수가 **매우 높으며**, 200m 내 청소년 출입금지 업소가 **많음**
- ▶ **cluster 1** : 학교폭력 발생 건수가 **높으며**, 청소년 출입금지 업소가 **적음**
- ▶ **cluster 0** : 학교폭력 발생 건수가 **낮으며**, 청소년 출입금지 업소가 **많음**



2. 지표별 특성을 고려한 가중치(2차 점수) :

'동별 청소년 인구밀도' 사용

학교명	군집 특성별 점수	청소년 인구밀도	지표별 점수 (2차점수)
언남고등학교	0.7	118.073879	4.07
경일고등학교	0.4	367.171717	1.57
성수고등학교	0.7	367.171717	4.57
금호고등학교	0.7	1395.652174	6.25
덕수고등학교	0.4	497.272727	1.78

취약지표

1. 군집 특성별 점수 :

- ▶ **cluster 2** : 학업중단율이 **매우 높고**, 경제/교육환경에 대한 만족도가 **낮음**
- ▶ **cluster 1** : 전출학생수와 학급당 학생수가 **매우 많고**, 학업중단율이 **낮음**
- ▶ **cluster 0** : 전출학생수가 **적고** 학업중단율이 **낮으며**,



2. 지표별 특성을 고려한 가중치(2차 점수) :

'교원 1인당 학생수' 사용

학교명	군집 특성별 점수	교원 1인당 학생수	지표별 점수 (2차점수)
국립국악고등학교	0.4	9.404255319	2.01
개포고등학교	0.4	8.930555556	1.66
경기고등학교	0.7	12.01980198	5.05
경기여자고등학교	0.7	11.64285714	4.84
서울로봇고등학교	0.4	6.052631579	1.06

경감지표

1. 군집 특성별 점수 :

- ▶ **cluster 0** : 500m 내 경찰관서가 **매우 많고**, 상담/예방교육 시간이 **높음**
- ▶ **cluster 1** : 500m 내 CCTV 개수가 **매우 많고**, 내부상담과 Weeclass가 **원활하게 운영됨**
- ▶ **cluster 2** : 내/외부상담 및 Weeclass 운영이 **잘 되나**, 경찰관서, CCTV개수가 **적음**
- ▶ **cluster 4** : CCTV개수가 상대적으로 **적으며**, Weeclass 운영이 **원활하지 않음**
- ▶ **cluster 3** : 상담 및 폭력예방교육 시간이 **매우 낮고**, 경찰관서 및 CCTV개수가 상대적으로 **적음**



2. 지표별 특성을 고려한 가중치(2차 점수) :

'구별 경찰관서당 담당 청소년수' 사용

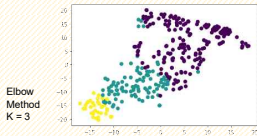
학교명	군집 특성별 점수	경찰관서당 담당 청소년수	지표별 점수 (2차점수)
개포고등학교	0.6	3898.57	5.37
선화예술고등학교	0.2	3247.23	1.16
성암국제무역고등학교	1.0	2322.33	8.53
강서공업고등학교	1.0	6073.62	10.0
삼성고등학교	0.6	2336.85	4.59

2. 학교폭력지수 개발

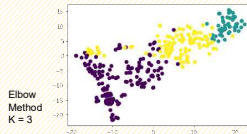
Algorithm 선정

위해지표

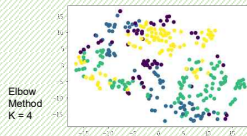
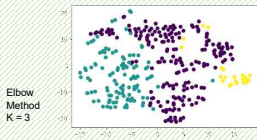
K-Means Clustering



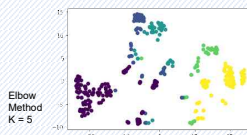
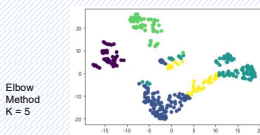
K-Medoids Clustering



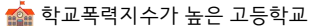
취약지표



경감지표



지능형 CCTV 우선 설치 학교 선정



No	학교명	학교폭력지수(점)
1	영락의료과학고등학교	16.95
2	신진과학기술고등학교	15.55
3	휘문고등학교	15.22
4	덕일전자공업고등학교	13.88
5	단국대학교부속소프트웨어고등학교	13.41
6	고명외식고등학교	13.26
7	성수공업고등학교	12.09
8	서울공연예술고등학교	10.72
9	서울항공비즈니스고등학교	10.68
10	서울문화고등학교	10.45
11	불암고등학교	10.38
12	광신방송예술고등학교	10.17
13	신일고등학교	9.96
14	서울금융고등학교	9.76
15	서일문화예술고등학교	9.70
16	서라벌고등학교	9.70
17	용산고등학교	9.56
18	세화고등학교	9.46
19	영신간호비즈니스고등학교	9.34
20	이화여자대학교사범대학부속이화금란고등학교	9.12



지능형 CCTV개발

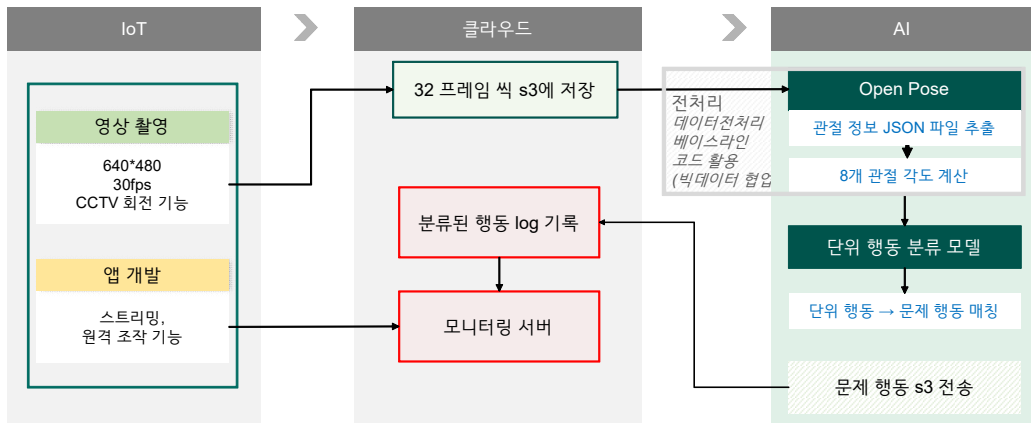


- 통신 설정 및 APP 개발
- 서버 구축 및 모니터링
- 딥러닝 모델 개발 및 결과

3

3. 지능형 CCTV 개발

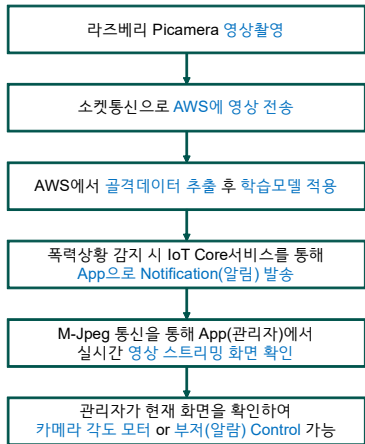
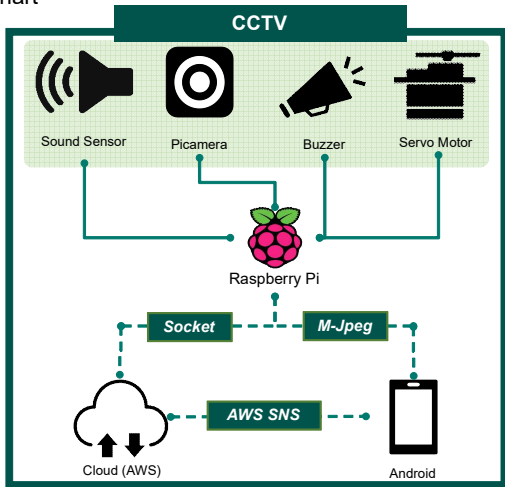
개발 로드맵



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발/ 딥러닝 모델 개발 및 결과

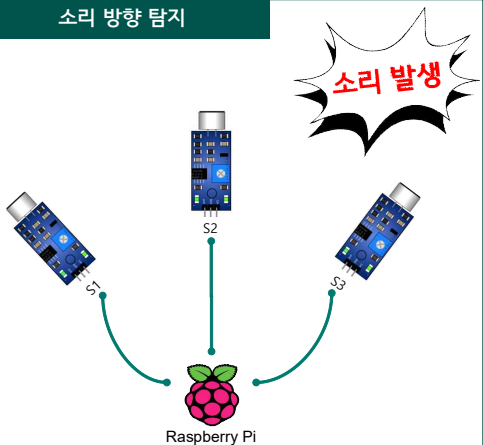
Flow Chart



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발/ 딥러닝 모델 개발 및 결과

소리 방향 탐지



일정 크기 이상의 데시벨 값이 발생

사운드 센서 3개의 값들을 비교

가장 큰 값을 감지한 센서로 방향으로 모터 회전

최초 회전 시 폭력상황감지 못할 경우

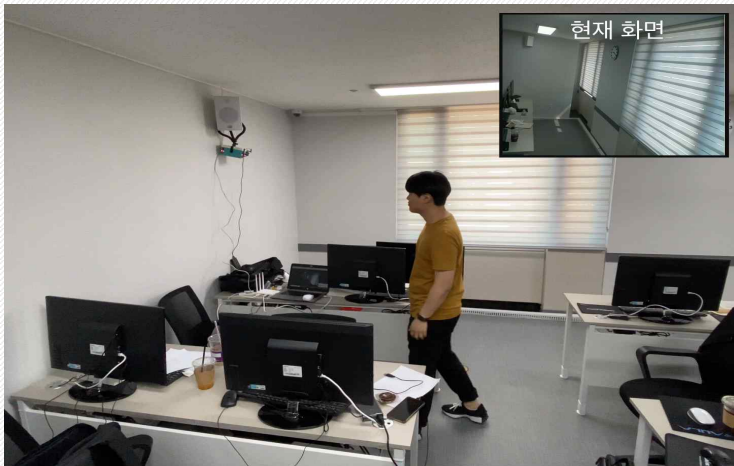
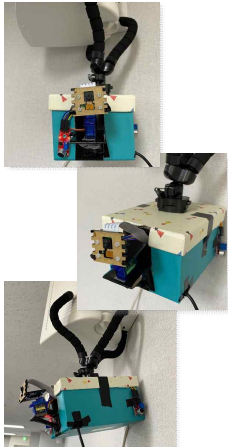
추후 개발

데시벨 값을 비교하여 최적방향으로 카메라가 각 구간 회전 + 이미지 트래킹으로 사각지대 보완

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

소리감지 시 화면 회전 영상

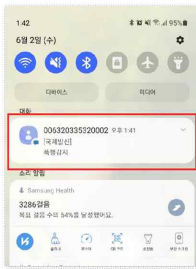


3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

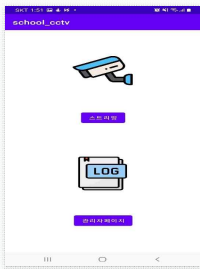
App 화면구성

App 알림



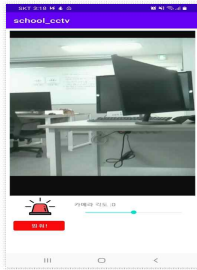
- CCTV로부터 감지된 폭력상황을 휴대폰 문자로 상황 전송

App 메인



- 스트리밍 버튼 : 실시간 CCTV 스트리밍
페이지로 이동
- 로그 버튼 : 로그기록 확인이 가능한 'School CCTV' 홈페이지로

App 스트리밍



- 실시간 스트리밍 화면
- 위급 상황 부저 버튼 : 위급상황 시 경고음을 출력
- 카메라 각도를 Bar 조정을 통해 사용자가 제어할 수 있음

App 로그기록

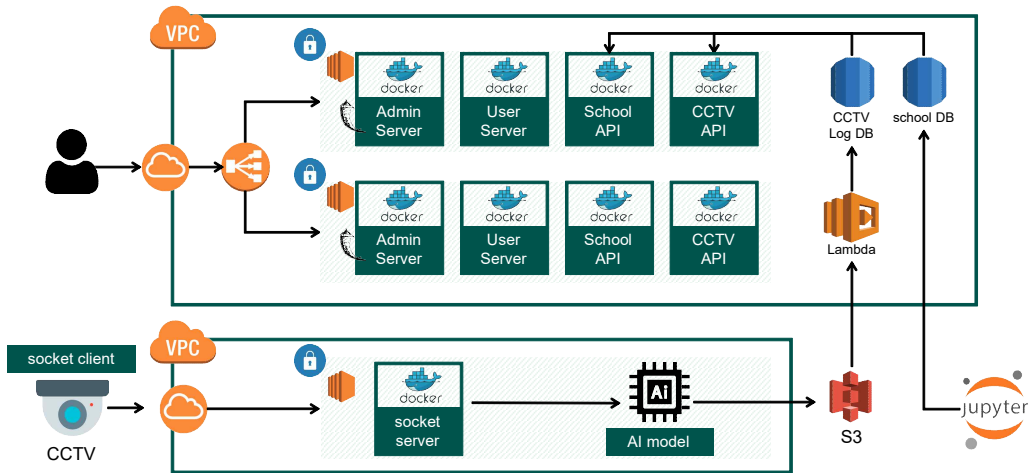


- 관리자 페이지 School CCTV와 연동
- CCTV 로그 확인

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

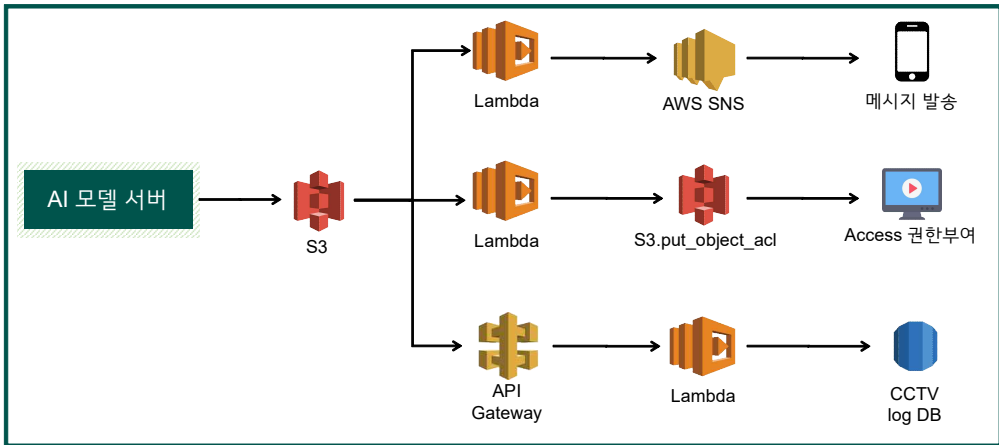
시스템 다이어그램



3. 지능형 CCTV 개발

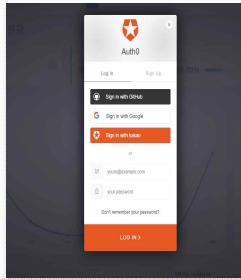
통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

시스템 다이어그램



웹 페이지 구현(관리자)

Web 소셜 로그인



- 관리자 페이지 로그인 화면

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

웹 페이지 구현(사용자)

서울시 고등학교의 학교폭력지수 및 학교폭력관련 정보를 확인 및 검색할 수 있는 웹 페이지

<http://catchuschool.online/>

학교폭력지수가 낮은 학교가 궁금하신가요?

로그인 다운로드

우리학교의 학교폭력지수는?

양재고등학교

양재고등학교 /



Auth0

Log In

Sign Up



Sign in with GitHub



Sign in with Google



Sign in with kakao

or



yours@example.com



your password

Don't remember your password?

LOG IN >

학교폭력지수가 낮은 학교가 궁금하신가요?
다운로드

선미초등학교 다운로드

이원초등학교 다운로드

보통학교 다운로드

우리학교의 학교폭력지수는?

양재고등학교

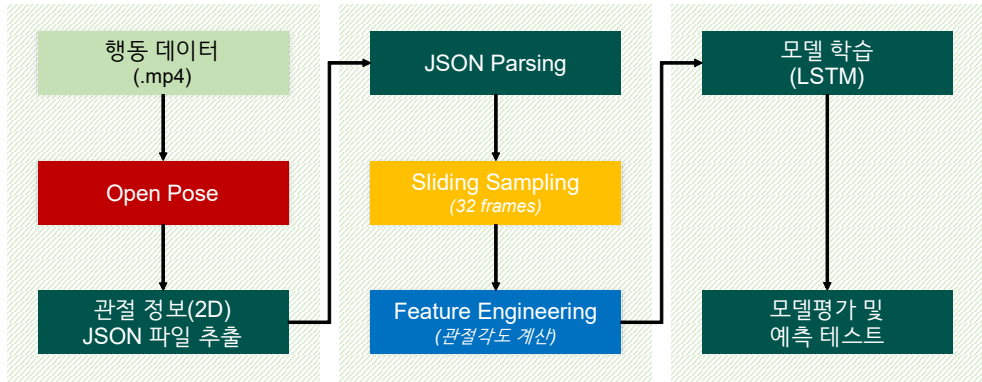
양재고등학교 /



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

행동 분류 딥러닝 모델 개발 프로세스



3. 지능형 CCTV 개발

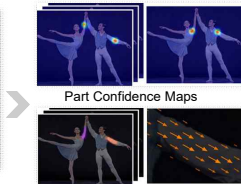
통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

OpenPose

2D 이미지로부터 사람의 관절 정보(2D)를 추출하는데 최적화된 라이브러리



Input Image



Part Confidence Maps

Part Affinity Fields



Bipartite Matching



Parsing Results

라이브러리 선정 이유

☑ 높은 추출 성능 및 속도

☑ UX Friendly



| 이미지 출처 : <https://reading-cv-paper.tistory.com/entry/TPAMI-OpenPose-Realtime-Multi-Person-2D-Pose-Estimation-using-Part-Affinity-Fields>

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

OpenPose

관절(Joint) 데이터(Skeleton data) 사용 이유

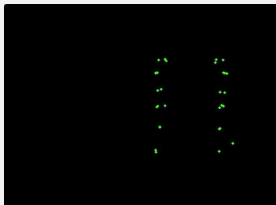
☑ 이미지(RGB) 정보

- 행동 분류 시(Pilot Test) 낮은 성능을 확인함
- 사람이 바뀌거나 의상이 달라지면 성능이 급격하게 떨어짐
- 주변 사물 정보 등 다른 정보(노이즈)가 같이 학습됨



☑ 관절 정보

- 관절 위치 이외 다른 정보(노이즈)가 없음
- 관절의 위치 좌표 값만 포함하고 있음
- Feature Engineering이 상대적으로 용이
- 이미지보다 데이터의 용량이 적기 때문에 상대적으로 연산량이 적음 = 빠른 학습 가능

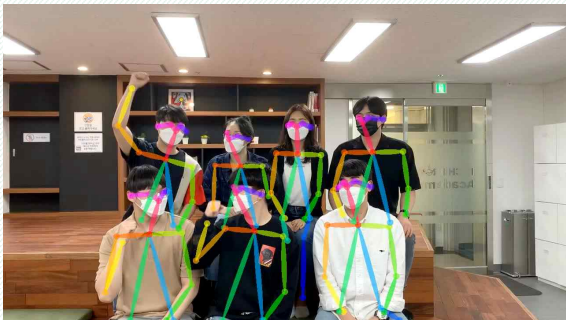


3. 지능형 CCTV 개발

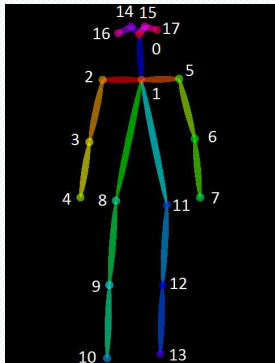
통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

OpenPose

Skeleton 좌표값 Visualization 예시



Pose Output Format(COCO)



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

데이터 셋

0 : Walking



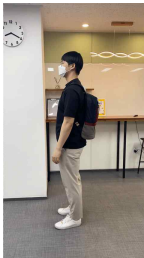
2,234,848

1 : Running



2,866,784

2 : Standing



342,016

3 : Smoking



2,141,152

4 : Punching



190,080

Sliding 된 row : 총 7,774,880 개

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

Sliding Sampling(32 frames)

정의

Time Series 기반 데이터를 대상으로 특정 index 만큼 밀면서 동일한 크기의 데이터를 추출하는 방법

사용 목적

길이(프레임 수)가 다른 영상들로부터 동일한 크기의 영상 추출
행동의 시작점을 다양하게 학습할 수 있음

Sliding 예시/



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

Feature Engineering (관절 각도 계산)

COCO Body Format : 18 joints (x, y)

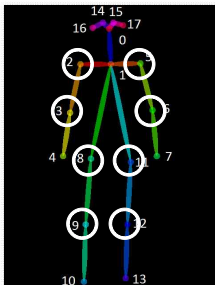
눈, 코, 입 joint 삭제
(5 joint)



남은 joint 중,
3개의 joint 정보를
이용해 각도 각각 계산
(atan2 function)



총 8개의 각도
정보 추출



8개 각도 Features

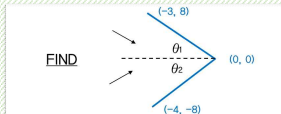
Angle R/LShoulder	Neck - R/Lshoulder - R/LElbow
Angle R/LElbow	RShoulder - R/LElbow - R/LWrist
Angle R/LHip	Neck - R/LHip - R/LKnee
Angle R/LKnee	RHip - R/LKnee - R/LAnkle

관절 각도 사용 이유

- 다음 요인들에 의해 달라지는 관절 정보의

Variation 감소에 목적이 있음

- 신체 크기
- 측정 거리



3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

모델 학습

Model Summary

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense (Dense)	(None, 32, 32)	288
lstm (LSTM)	(None, 32, 32)	8320
lstm_1 (LSTM)	(None, 32)	8320
dense_1 (Dense)	(None, 5)	165

Total params: 17,093
 Trainable params: 17,093
 Non-trainable params: 0

Hyperparameter

Epochs : 500 / **Batch Size** : 4096

Bias, Kernel initializer = 'random_normal'

Bias, Kernel Regularizer = 'l2'

Activation : 'relu', 'softmax'

Evaluate (Test data)

- Loss: 0.040
- Accuracy: 0.9937

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

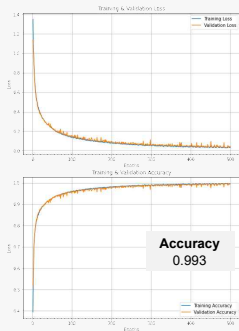
모델 해석

높은 Accuracy가 나타났으며,
Overfitting이 관측되지 않음

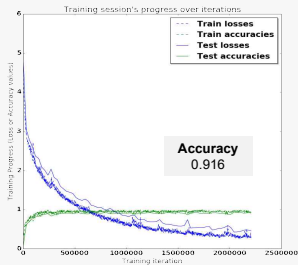
- Sliding Sampling을 진행하였기 때문에 인접한 데이터들은 서로 유사한 특징을 지닌다고 볼 수 있음
- Data Split 시 유사한 데이터들로 나뉘질 수 밖에 없기 때문에 Accuracy가 높게 도출되었다고 판단

됨
다

Our LSTM

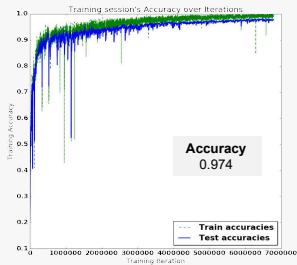


LSTMs for Human Activity Recognition



(출처: <https://github.com/guillaume-chevalier/LSTM-Human-Activity-Recognition>)

RNN for Human Activity Recognition
- 2D Pose Input

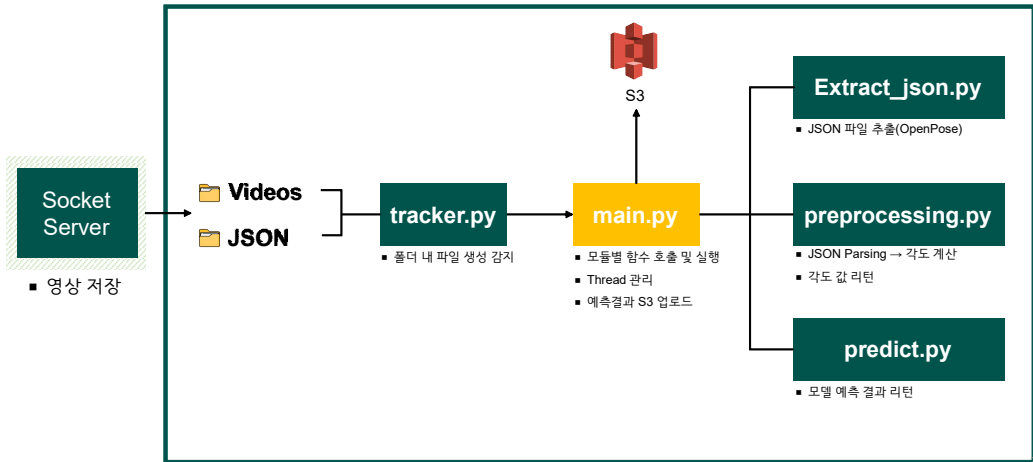


(출처: <https://github.com/stuartefferent/RNN-for-Human-Activity-Recognition-using-2D-Pose-Input>)

3. 지능형 CCTV 개발

통신 설정 및 APP 개발 / 서버 및 API 개발 / 딥러닝 모델 개발 및 결과

모델 서빙



결론



4

- 기대효과
- 향후 발전 가능성
- 한계점 및 해결점

4. 결론

기대효과

1

학교 주변 보안 강화 및
조기 대응을 통한
폭력행동 예방



2

관제 인력 업무 보조역할로
인력 부족 및 업무 부하 경감



3

교내·외 학교폭력 관련
데이터 수집 및 축적으로
추후 데이터 기반 학교폭력
예방 대책 수립에 활용



4. 결론

향후 발전 가능성

범죄 행위 분류 시스템으로의 확장성

기술 및 시스템 환경의 한계로 폭력행위를 편치, 흡연으로 제한하였으나, 향후 다양한 폭력행위 등으로 행동인식을 확장할 수 있음.

또한, 학교에 국한되지 않고 CCTV 중앙관제시스템에서 설치·관리하는 곳으로 확장할 수 있을 것으로 예상함

학교폭력 예측 시스템 개발

지능형 CCTV설치로 폭력행위, 발생 일시, 장소, 날씨 등의 축적된 로그데이터를 활용하여, 학교폭력 예측 시스템을 개발 할 수 있을 것으로 예상함

4. 결론

한계 및 해결점

학교
폭력
지수
개발

어

있으므로, 분석 대상을 전국으로 확대 할 경우 수집상의 어려움이 예상됨. 따라서 본 프로젝트에서
는

지역범위를 '서울시'로 한정하였음. 추후 데이터 개방 여부에 따라 더욱 정확한 지표 개발을 할 수

있음 & Cloud

■ **게스트리밍 서버**를 Local에서 AWS로 변경함으로써, 통신 방법의 차이가 발생함

👉 **M-JPEG 단일 통신 방식에서 M-JPEG과 Socket 통신을 결합하여 해당 문제를 해결**

Datasets

■ 2D 관절 정보로는 단편적인 관절 정보만 학습할 수 있어서 다양한 행동을 분류하는데 어려움이 있었음.

3D Depth Sensor 등 3차원 관절 정보를 획득할 수 있는 센서를 사용하면 다양한 행동을 분류할 수 있을 것으로 판단됨.

Model Serving

■ 모델 학습도 중요하지만 Linux OS, 병렬처리 등 모델 서빙에 필요한 기술이 중요함을 느낄 수 있는

기회였음

지능형
CCTV
개발

개발 도구

빅데이터

Pandas



NumPy



OpenCV

TensorFlow
2.0

AI



Keras



OpenPose



python™



slack

Android
Studio


Retrofit



Raspberry Pi

M-JPEG



Boto 3



MySQL®



Consul



Flask

IoT

클라우드

참고문헌

2020년 학교폭력 실태조사 결과, 교육부, 2021.01.21

2019년 지역안전지수, 행정안전부

심재형, 「CCTV 통합 운용과 청소년 범죄 예방에 관한 연구: 하남시 사례 중심」, 「광운대학교 대학원」 박사논문, 2018

최선옥, 「지역사회요인의 학교폭력피해에 대한 공간적 영향력 분석」, 「경기대학교대학원」 박사논문, 2017년

백해미, 「학교에서의 범죄불안감 유발 요인 도출 및 범죄불안감 감소를 위한 시설계획에 관한 연구」, 「세종대학교 대학원」 석사 논문, 2013

박주형 외1명, 「고등학교 학생의 학교폭력에 대한 인식과 학교의 영향 요인 탐색」, 「교육행정학연구」, 제30권, 제3호, 2012년

조성우, 「청소년 범죄안전 환경조성을 위한 고등학교 외부 공간 계획에 관한 연구-CPTED 체크리스트 중심으로-」, 「연세대학교 생활환경대학원」 석사논문, 2011

<https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>

<https://github.com/guillaume-chevalier/LSTM-Human-Activity-Recognition>

<https://github.com/stuarteiffert/RNN-for-Human-Activity-Recognition-using-2D-Pose-Input>

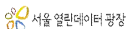
사용 데이터 출처



<https://aihub.or.kr/>



<https://www.schoolinfo.go.kr/>



<https://data.seoul.go.kr/>



<https://www.police.go.kr/index.do>



<https://kosis.kr/index/index.do>



<https://www.data.go.kr/>