

CCTV 기반 인원 밀집도 측정 시스템

정성태¹, 정효정¹, 박시은¹, 박준영¹, 임주론²

¹한국공학대학교 전자공학부, ²경동나비엔

jst0951@gmail.com, hyojeong35@naver.com, see8953@naver.com, kev6023@naver.com, wnfhs91@naver.com

CCTV-based people density measurement system

Sung-Tae Jung¹, Hyo-Jeong Jeong¹, June-Young Park¹, Si-Eun Park¹, Joo-Ron Lim²

¹Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea

²Kyungdong Navien

최근 2022년 이태원 압사 사고, 2019년 김포 골드라인 개통 이후, 호전되지 않는 밀집도 및 혼잡도에 따른 안전사고 문제가 대두되고 있다. 밀집도 측정이 가능한 CCTV는 이미 존재하지만, 가격이 높고, 시스템 수정 및 적용에 제약이 존재하여 모든 장소에 적용할 수 없다는 한계점을 지니고 있다. 본 논문에서는 현재 상용화된 밀집도 측정 CCTV 시스템과는 다르게 기존 CCTV 시스템과의 상호 호환성을 기반으로 부가적인 비용이 크게 발생하지 않아 경제성이 존재하며, CCTV가 설치되어 있는 모든 장소에 적용이 가능한 확장성을 지닌 CCTV 기반 인원 밀집도 측정 시스템을 소개한다.

1. 서론

2022년 10월 29일 서울 이태원에서 약 150명 이상의 사상자가 발생한 압사 사고가 발생했다. 이는 우리 사회 저변에 널리 퍼져있는 안전불감증과 예방과 사전 대비가 부실해 발생한 최악의 참사로 볼 수 있다[1].

또한, 최근 김포 골드라인의 전동차 한 대당 혼잡도가 240%에 육박하는 과밀집 현상에 따른 이용객 호흡곤란 증상 등 크고 작은 사고가 이어지며 시민들의 불안감이 조성되고 있다.

이를 해결하기 위해 기존 CCTV 시스템 업체 측에서 인원 밀집도를 측정하는 시스템을 개발하였으나 [2], 높은 비용이 요구되어 넓게 보급되기엔 어려움이 존재한다.

따라서, 위 문제점을 해결하기 위해 본 논문은 기존의 CCTV 시스템에 큰 변경 없이 낮은 가격으로 인원 밀집도 측정 기능을 추가할 수 있는 ‘CCTV 기반 인원 밀집도 측정 시스템’을 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

그림 1은 시스템 구성을 도식화한 것이다. 본 시스템은 아날로그/IP CCTV 각각을 위해 서로 다른 구성을 가진다. 아날로그 버전의 경우, Analog to HDMI, HDMI to USB 컨버터를 활용하여 UVC 프로토콜로 CCTV 영상을 입력받는다. IP 버전의 경우, nmap을 이용하여 같은 네트워크 내의 카메라들

을 식별하고, ONVIF 프로토콜을 통해 RTSP 프로토콜로 영상을 입력받는다.

이후, 입력받은 영상을 YOLO를 이용해 객체 인식을 진행하여 밀집도 정보를 측정한다. 또, 해당 정보와 박스 처리된 영상 데이터를 서버에 전달한다.

최종적으로, 사용자 및 관리자는 React 웹앱을 통해 해당 정보를 제공받는다.

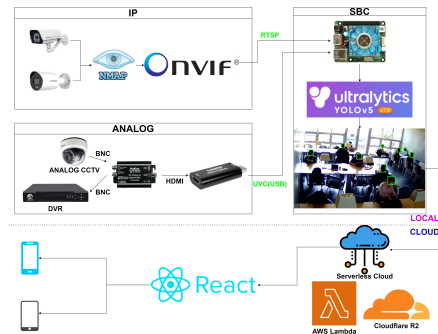


그림 1. 시스템 구성도

2.2 웹앱 페이지

그림 2는 사용자 및 관리자가 제공받게 되는 React 웹앱 페이지를 나타낸 것이다.

관리자 페이지에선 누적된 밀집도 정보를 확인할 수 있고, 각 CCTV의 설정을 관리할 수 있다.

사용자 페이지는 두 가지로 나뉜다. 지도 페이지에선 각 CCTV의 밀집 수준을 마커의 색상을 통해 확인할 수 있고, 마커를 눌러 접속한 상세 페이지에서는 각 CCTV의 영상 데이터 및 밀집도 수준을 나타낸 게이지 그래프를 통해 해당 장소의 밀집도 수준

을 직관적으로 확인할 수 있다.

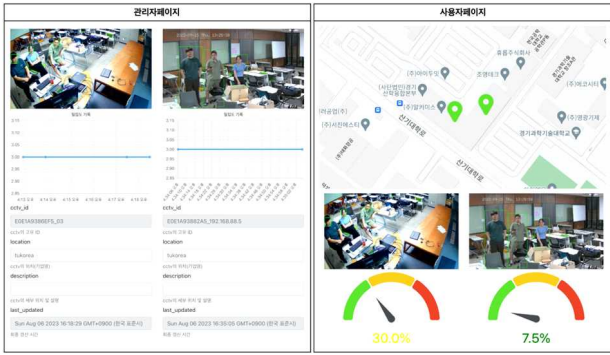


그림 2. 웹앱 페이지

2.3 영상 처리

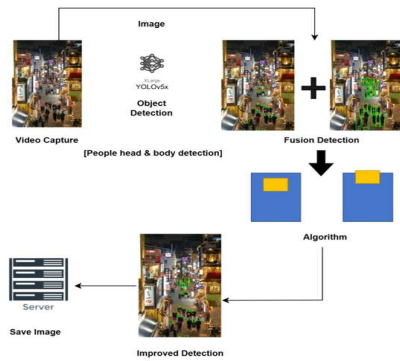


그림 3. 퓨전 알고리즘

그림 3은 본 시스템의 영상 처리에 사용된 ‘퓨전 알고리즘’을 도식화한 것이다. CCTV 영상을 처리함에 있어, 근거리는 몸 부분이 부분적으로 잘릴 수 있어 머리를 인식하는 것이 성능이 좋고, 원거리는 머리의 픽셀카운트가 적어 몸을 인식하는 것이 성능이 좋은 것이 확인되었다. 따라서, 머리/몸 각각의 객체에 대해 인식을 진행한 후, 겹치는 객체를 제외하는 방식을 채택하여 머리만을 인식하던 기존 방식에 비해 정확도가 평균적으로 약 17% 개선되었다.

2.4 하드웨어 구성(아날로그 버전)

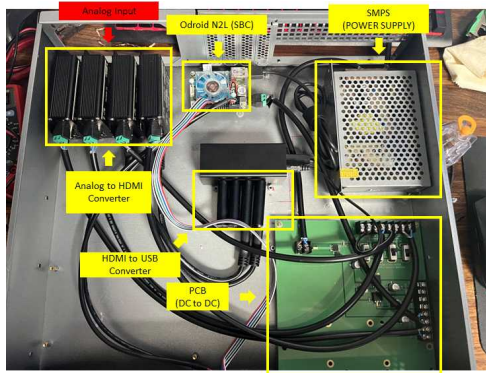


그림 4. 하드웨어 구성(아날로그 버전)

그림 4는 아날로그 버전 하드웨어의 구성을 나타낸다. 아날로그 CCTV 영상은 AHD/TVI/CVI 등의 규

격으로 출력되는데, 이를 프로그램에서 활용하기 위해선 디지털 출력으로 변환하는 과정이 필요하다. 따라서 Analog to HDMI 컨버터를 통해 우선 디지털 HDMI 신호로 변환한 후, HDMI to USB 캡처보드를 통해 UVC 프로토콜로 변환하여 입력받는다. 또한, 기존 시스템 설치 위치의 특성을 고려하여 위 하드웨어는 랙케이스로 제작되어 있고, 하나의 전원 입력으로 DC to DC 컨버터를 통해 내부에 필요한 전력을 공급하도록 설계되었다.

2.5 실시간 영상처리 비용

기존 CCTV 영상을 이용한 서비스의 문제점은 실시간 스트리밍을 위해 과도한 처리 비용이 소요되어 장기적인 제공이 어렵다는 점이다. 하지만 인원 밀집도가 단시간 내 급격히 변화할 가능성은 낮으므로, 1분마다 정보를 갱신되도록 하여 비용을 절감하였다. 또, 전송 수수료가 없는 Cloudflare R2를 이용하여 트래픽 비용 역시 절감하였다.

3. 결론

본 시스템에선 기존 CCTV 시스템에 인원 밀집도 측정 기능을 적용하여 사용자 및 관리자에게 밀집도 정보를 제공한다. 이를 통해, 사용자가 주도적으로 밀집 장소를 우회함으로써 특정 장소의 과밀집 현상을 사전에 방지하고, 관리자는 알림을 받아 즉각 대처가 가능하다.

또한, 기존 CCTV 시스템에 큰 수정 없이 단순히 장비를 추가하는 것으로 구축이 가능하며, 상대적으로 구축비용이 낮아 넓게 보급할 수 있다. 예로, 한화비전의 PRN-1600B2 모델(약 325만원)과 비교할 시, 본 시스템의 IP버전(약 13만원)은 4채널의 처리 가능 능력을 갖고 있으므로 동일한 16채널로 비교할 시 약 16%의 비용만으로 유사한 효과를 얻을 수 있다.

마지막으로, 본 시스템이 적용된 이후엔 각 CCTV의 영상 데이터를 활용하여 부가가치를 창출하는 서비스를 구축할 수 있으리라 기대된다.

Acknowledgement

본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 이정술, “이태원 참사를 교훈으로 대한민국 안전 시스템을 다시 세워야 한다”, 한국노동조합총연맹, 월간 한국노총 2022.12 587호, pp5-6
- [2] 고현우, “지능형 CCTV 통해 인구 밀집으로 인한 사고 예방”, 아파트관리신문, 1424호