

보행자 상황 인식을 이용한 재난 경고 시스템 개발

이민성^o, 이창훈*, 전진환*, 심정민*, 강동원*, 윤태진(교신저자)*

^o경운대학교 소프트웨어학부,

*경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: dlalstjd0513@naver.com^o, {lrene4872, hoon8867, gkstlago123, dongwon479}@naver.com*, tjyun@ikw.ac.kr*

Development of disaster warning system using pedestrian context awareness

Min-sung Lee^o, Chang-Hoon Lee*, Jin-Hwan Jeon*, Jeong-Min Sim*,

Dong-Won Kang*, Tae-jin Yun(Corresponding Author)*

^oSchool of Software, Kyungwoon University,

*School of Software, Kyungwoon University

● 요약 ●

많은 인구가 몰리면 군중 충돌 현상과 도미노 현상이 발생하여 압사 사고가 일어나 이에 대한 해결책이 요구된다. 본 논문에서는 위 문제를 개선하고자 보행자 상황 인식을 이용한 재난 경고 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 재난관리기관에서 기존에 운영하고 있는 것과 같은 CCTV영상을 이용하여 딥러닝 영상인식 기술을 사용하여 보행자 안전 규정에 따른 보행자 상황을 인식해 재난 상황을 표시해주고 경고를 한다. 보행자 상황 인식하기 위해 엣지컴퓨터에서 연결된 카메라 영상을 받아 상황인식을 하고, 인식된 상황과 영상을 서버로 전송하여 정보를 저장하고 상황을 경고 한다. 상황인식을 위해 보행자 데이터는 직접 수집하여 학습 시킨 weights 파일을 사용하였다. 보행자 인식은 YOLOv4-tiny를 사용하였고, 위험 단계는 총 4단계로 설정하였다. 이를 활용하여 기존의 CCTV영상을 활용하여 관리자를 보조하여 보행자 재난 상황시에 신속하게 재난을 인식하여 구호 조치를 할 수 있다.

키워드: 상황 인식(Context Awareness), 재난 경고 시스템(Disaster Warning System)

I. Introduction

2001년 일본 효고현 이카시 참사, 2022년 한국 이태원 압사 사고 외에도 여러 국가에서 많은 보행자 재난 사고가 발생했다. 키스 스틸 교수의 연구에 따르면 $1m^2$ 당 5명에 이르면 군중 밀집도가 임계점에 도달해 안전사고 발생 가능성이 커지고, 5명 이상이면 발 디딜 틈이 없어 서로 뒤엉키기 시작한다고 한다[1]. 앞 사례를 계기로 일본에서는 혼잡 경비 체제와 DJ폴리스를 통해 압사 사고를 예방하고 있으며, 우리나라에서도 관련된 제도과 예방 기술들을 개발하고 있다. 본 논문에서는 이와 같은 보행자 재난 사고를 예방하고, 인식하여 대응하기 위해 CCTV영상을 기반으로 보행자를 인식하고 위험 단계별 상황을 인식하여 경고할 수 있는 시스템을 개발하였다.

II. Preliminaries

본 논문에서는 보행자 객체 인식과 밀집도를 인식하기 위해 실시간 객체 인식에 많이 사용되는 YOLOv4 알고리즘과 객체 추적을 위해 deepSORT알고리즘을 사용하였다. 저 사양 엣지컴퓨터에서 객체 인식 속도와 객체 인식률을 고려하여 Tiny모델을 사용하였다. 보행자 상황인식을 위해 보행자 영상과 넘어진 보행자 영상을 오픈소스 사이트들에서 수집하여 클래스로 구분하여 딥러닝 학습을 시켰고, 참고한 자료 바탕으로 면적당 보행자수 위험 단계별 임계점을 설정하여 인식한 상황에 맞게 표시하고, 경고하도록 제안한 시스템을 개발하였다. 헬빙 교수의 군중 밀도에 따른 위험도를 기준으로 표 1을 설정하였고, 넘어진 인원수에 따른 위험 단계는 표 2로 설정하였다.

Table 1. Threshold point per population

1m ² 당 인원수	단계
0~3명	안전 단계(safe)
4~6명	관심 단계(warning)
7~9명	주의 단계(caution)
10명 이상	위험 단계(danger)

Table 2. Threshold point per fallen person

위험 단계 전체 인원수	주의 단계(caution)	위험 단계(danger)
	넘어진 인원수	넘어진 인원수
	2명	4명

III. Design and Development

제안한 시스템의 구성과 기능은 그림 1과 같다. 카메라와 엣지 컴퓨터인 Nvidia사 Jetson nano를 이용하여 보행자 인식을 하고 상황인식 정보와 영상 정보를 서버로 전송한다. 관리자 웹 페이지에 실시간으로 영상 정보가 제공되고, 설정된 위험 단계에 맞게 위험 상황 경고 시스템이 운영된다.



Fig. 1. Proposal System

저 사양 엣지 컴퓨터인 Jetson nano에서 YOLOv4와 YOLOv4-Tiny 모델을 표3과 같이 실험하여 위험 상황의 빠른 전파를 위해 FPS와 인식률을 감안하여 YOLOv4-Tiny를 선택하였다.

Table 3. Comparison of FPS and Accuracy

Performance Algorithm	FPS	Accuracy
YOLOv4	2.3	95%
YOLOv4-Tiny	11.3	89%

*System specs: CPU:Quad-core ARM A75, Ram:4GB, Jetpack:4.6.3, GPU:128-core NVIDIA Maxwell

보행자 객체 인식을 위해 클래스를 구별하여 학습용 이미지를 Pexels 사이트에서 person 5,000장, FD-person 5,000장 총 10,000장의 이미지를 확보하고 데이터 증폭을 통해 20,000장의 이미지를 라벨링하여 학습하였다. Ubuntu환경에서 YOLOv4는 약 10시간, YOLOv4-Tiny는 약 1시간이 학습에 소요되었다. 인식 객체 클래스는 일반적인 사람 person과 앞 뒤 옆으로 넘어진 사람을 FD-person으로

각각 인식할 수 있다. 그림 2는 해당 데이터를 각각 학습시킨 결과와 인식률을 보여준다.

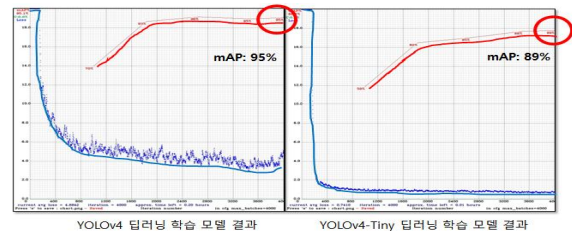


Fig. 2. mAP of Chart YOLOv4 and YOLOv4-Tiny

제안한 시스템은 사전에 설정한 위험 단계에 맞게 상황을 인식하여 웹 페이지에서 해당 단계를 단계별 색상과 글자로 표시하여 경고하는 기능을 수행하였다. 그림 3과 같이 실험을 통해 확인할 수 있고 4단계 중 3번째 단계인 주의 단계를 보여준다.



Fig. 3. Proposal System Test

IV. Conclusions

본 논문에서는 보행자 위험 상황을 인식하여 경고하여 재난을 예방하거나 대처할 수 있도록 상황인식 시스템을 제안하고 구현하였다. 추후 현장에 적용하기 위해서는 다중 CCTV가 설치되어 있는 상황에 맞춰 멀티 카메라에 연동하는 보행자 재난 상황인식 시스템으로 확장할 필요가 있다.

REFERENCES

[1] G.Keith Still, (2000), "Crowd Dynamics", Ph.D Thesis, University of Warwick, England, United Kingdom 32 pages.
 [2] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick & Ali Farhadi, 2015, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", University of Washington, Washington, USA 2-3pages.