

실시간 영상처리를 이용한 시각장애인을 보행 보조기구

권혁민⁰, 고석환*, 이경형*, 이우재*, 박해준*, 정영석(교신저자)*

⁰경운대학교 소프트웨어학부,

*경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: eoqh0619@naver.com⁰, {tjrgkhs0527, rudgud789456, n13lue}@naver.com*,
aaagowns@gmail.com*, ysjung@ikw.ac.kr*

Walking Assistive for the Visually Impaired using Real-Time Image Processing

Hyeok-Min Kwon⁰, Seok-Hwan Go*, Kyoung-Hyung Lee*, Woo-Jae Lee*,

Hae-Jun Park*, Young-Seok Jung(Corresponding Author)*

⁰School of Software, Kyungwoon University,

*School of Software, Kyungwoon University

● 요약 ●

본 논문에서는 실시간 영상처리 라이브러리인 OpenCV와 YOLO를 활용하여 사용자가 횡단보도 보행 안전을 제공해 주는 시스템을 개발하였다. 객체 인식 알고리즘인 YOLOv4-tiny를 이용하여 Ubuntu 환경에서 구현하였다. 데이터 셋은 인도 보행 영상 데이터 셋을 이용하였고 하드웨어는 Jetson Nano를 이용하여 구현하였다. 신호등의 색에 따른 보행 가능 여부를 카메라를 이용하여 전방의 장애물을 음성신호를 이용하여 사용자에게 전달한다. 제안된 시스템은 횡단보도와 신호등, 자동차와 같은 도로 위의 객체들로 설계된 알고리즘을 이용해 다양한 곳에서 사용이 가능하여 활용도가 높을 것으로 예상된다.

키워드: 실시간 영상처리(Real-Time Image Processing), 시각장애인(Visually Impaired), 보행 보조 장치(Walking Assistive)

I. Introduction

본 연구에서는 OpenCV와 YOLOv4-tiny를 통해 영상 및 이미지 데이터를 가공하여 객체 인식 및 제어에 활용한다[1][2]. 본 시스템에서는 카메라를 통한 객체 인식으로 장애물의 위험성을 판별하고 신호등의 색을 구분하여 보행 가능 여부를 사용자에게 음성신호로 알려준다. CPU로 사용하는 싱글 보드 컴퓨터로는 Jetson Nano를 사용하였고 Jetson Nano에 카메라, 골전도 이어폰을 연결하였다. 본 시스템은 기존의 시각장애인 음성 신호기를 대체하거나 사회적 문제로 대두되는 우회전 차량 단속, 오토바이 신호위반 단속 등에 활용될 수 있다.

II. Preliminaries

본 논문의 알고리즘은 OpenCV-Python3을 이용하여 실시간으로 영상을 처리하며 CUDA, cuDNN을 통해 병렬처리 수행한다. CUDA는 NVIDIA에서 개발한 GPU 개발 툴로 많은 양의 연산을 동시에 처리하기 위해서 사용하였고 cuDNN은 심층 신경망에서 사용하기 위한 GPU 가속 라이브러리로 GPU 가속화 작업을 더 최적화하기 위해 사용하였다. 그리고 OpenCV로 이미지와 영상분석 및 카메라를 제어하며, pyaudio로 음성신호를 처리하였다[3]. CPU 및 GPU 연산을 지원하기 위해 darknet을 사용하였다[4]. YOLO-Mark로 이미지 데이터와 영상 데이터를 간소화하였다. 본 시스템은 Jetpack 및 ubuntu 기반의 JetsonNano에서 파이썬을 이용하여 개발하였다.

III. The Proposed Scheme



Fig. 1. Proposed system diagram

그림 1은 본 시스템의 구성이다. 본 시스템은 먼저 자동차와 같은 장애물과 신호등의 유무, 색을 카메라를 통하여 획득한다. 획득한 영상은 싱글 보드 컴퓨터로 전달된 후 장애물 인식 처리 과정을 통해 장애물이 있을 시 위험 신호를 음성 데이터로 변환하여 사용자에게 전달한다. 신호등의 색이 빨간색일 때는 보행 불가 신호를, 초록색일 때는 보행 가능 신호를 음성 데이터로 변환하여 콜전도 이어폰에 전달하고 사용자에게 음성으로 알려주는 시스템을 제작하였다.

음성 신호를 처리하기 위하여 실시간 오디오 입출력을 지원하는 라이브러리인 pyaudio를 사용하였으며 연결된 입출력장치를 이용하여 위험음성 신호와 보행 가능 여부 음성 신호를 녹음하고 wav 파일 형식으로 저장하고 음성 파일을 구현하였다. 사용자가 횡단보도를 건널 때 횡단보도에서 벗어나는 위험을 방지하기 위하여 횡단보도와 사용자가 평행이 되는지 OpenCV의 영상처리를 통해 확인한다. 사용자가 횡단보도와 평행에서 30도 이상 차이가 날 때 사용자에게 음성 신호로 알린다.

영상처리에 사용된 데이터 셋은 AI Hub에서 제공하는 데이터 중 인도 보행영상 데이터 셋 352,810장 중 조건에 맞는 횡단보도 및 신호등 사진을 식별하여 약 80,000장을 사용했다[5].

본 시스템은 영상정보를 취득하기 위해 사용자의 목 부분에 착용 또는 부착한 카메라를 통하여 횡단보도와 신호등의 색을 인식하고 보행 가능 여부를 음성 신호로 사용자에게 알려준다.

사용자는 보행 방향에 차량과 같은 장애물이 있을 시 콜전도 이어폰을 통한 신호로 위험을 감지한다. 다만 보행 방향의 전방에 있는 사람의 경우는 시각장애인의 보행에 크게 위협이 되거나 방해가 되지 않기 때문에 본 시스템에서는 장애물에서 제외하였다.

그림 2는 모델의 성능 평가를 위하여 재현도(Recall)의 값에 따른 정밀도(Precision)의 변화를 나타낸 그래프이다. 정밀도는 알고리즘이 검출한 전체 결과 중에서 제대로 검출한 비율을 의미한다. 재현도는 검출해야 하는 객체 중에서 제대로 검출한 비율을 의미한다.

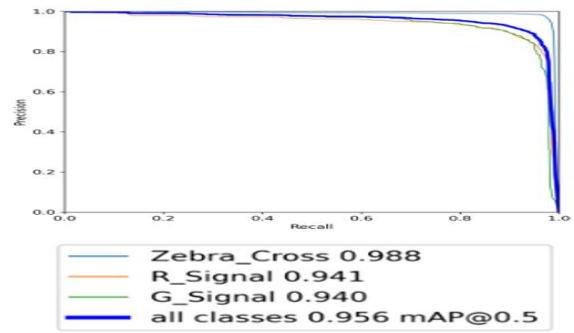


Fig. 2. PR_curve

PR_curve는 재현도와 정밀도 두 가지 항목 모두 높을수록 성능이 좋다고 평가한다. 횡단보도의 경우 약 98% 빨간불은 약 94% 초록불은 약 94%로 평가되었다. AP(Average Precision)는 PR_curve의 그래프 선 아래 면적을 계산한 값이다. AP가 높을수록 알고리즘의 성능이 우수하다고 평가한다.

mAP(mean Average Precision)란 물체 클래스가 하나가 아닐 경우 각 클래스당 AP를 구한 다음 모든 AP를 합한 값의 물체 클래스의 개수대로 나눔으로 알고리즘의 성능을 평가한다. mAP의 경우 약 95%의 성능이 나오는 것을 실험을 통해 확인하였다. AVG_FPS는 15.0fps으로 실시간 영상처리의 조건에 충족한다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 실시간 영상처리를 이용한 시각장애이용 보행 보조 기구를 제시하였다. 기존의 시각장애인은 횡단보도를 건널 때 제안된 기구를 활용하여 시각장애인에게 도움되는 정보를 알려준다.

제안한 시스템에서는 횡단보도를 건널 때 학습된 데이터들을 이용해서 객체를 인식해주기에 신호등의 색과 횡단보도를 보고 장애물이 횡단보도를 침범하는 것을 위반으로 판단하여 우회전 단속분야에 활용할 수 있다. 향후 차도의 객체들과 도로를 추가한다면 광범위한 분야에 활용할 수 있다.

REFERENCES

- [1] <https://docs.opencv.org/4.7.0>
- [2] <https://medium.com/analytics-vidhya/yolov4-vs-yolov4-tiny-97932b6ec8ec>
- [3] <https://people.csail.mit.edu/hubert/pyaudio/docs/#class-pyaudio>
- [4] <https://github.com/AlexeyAB/darknet>
- [5] <https://aihub.or.kr/aihubdata/data/view.do?currMenu=115&topMenu=100&aihubDataSe=realm&dataSetSn=189>