

시각장애인을 위한 음성안내 네비게이션 시스템의 심층신경망 성능 비교

안률희* · 엄성호 · 유운섭
한경대학교

Comparison of Deep Learning Networks in Voice-Guided System for The Blind

Ryun-Hui An* · Sung-Ho Um · Yun Seop Yu

Hankyong National University

E-mail : qndh1450@hknu.kr

요 약

본 논문은 시각장애인이 원하는 목적지까지 버스를 이용하여 이동하는 것을 보조하는 시스템 안에 사용될 수 있는 심층신경망에 따라 성능을 비교하였다. 이 시스템은 GPS, 경로 안내 API를 이용하여 현재 위치에서 목적지까지 이르는 경로를 찾고 안내하는 스마트폰 어플리케이션과 임베디드 보드, 심층신경망, 버스정보 API를 이용해 원하는 버스의 탑승 대기시간을 구하고 도착을 감지하는 정거장 설치형 모듈로 이루어져 있다. 정거장 설치형 모듈에 탑승할 버스 번호를 인식하기 위해서 faster-RCNN, YOLOv4, YOLOv5s 세 가지 심층신경망을 적용했고 최상 정확도와 속도면에서 YOLOv5s 심층신경망이 가장 좋은 성능을 보였다.

ABSTRACT

This paper introduces a system that assists the blind to move to their destination, and compares the performance of 3-types of deep learning network (DNN) used in the system. The system is made up with a smartphone application that finds route from current location to destination using GPS and navigation API and a bus station installation module that recognizes and informs the bus (type and number) being about the board at bus stop using 3-types of DNN and bus information API. To make the module recognize bus number to get on, We adopted faster-RCNN, YOLOv4, YOLOv5s and YOLOv5s showed best performance in accuracy and speed.

키워드

The blind, navigation, deep learning network, YOLO, faster-rcnn, embedded board

1. 서 론

2021년 12월 발생한 장애인철폐연대의 지하철 시위는 장애인에게 이동권의 보장 문제가 단순히 불편함에 관한 문제가 아니라 안전과 생명에 관한 문제임을 상기시켰다. 장애인 이동권에 관한 시위는 2001년 오이도역 사망사고를 계기로 시작되었다. 사건을 계기로 2005년 1월 28일 「교통약자의

이동편의 증진법」이 제정되었다. 해당 법률은 역마다 승강기의 설치와 저상버스의 도입을 의무화하고 있다. 승강기의 경우에 21년 4월 기준 수도권 지하철 역사의 승강기 설치율은 92.2%를 달성했다. 하지만 저상버스의 도입률은 2020년 기준 오직 시내버스만 27.8% 도입되었을 뿐이고 고속버스, 시외버스, 마을버스엔 도입조차 되지 않았다 [1-4]. 따라서 장애인의 이동권 문제 해결에 도움되기 위해서 장애인(특히 시각장애인)의 버스 탑승을 보조하는 시스템을 개발이 필요하다.

* corresponding author

해당 주제와 관련된 선행연구는 ‘모바일 기기를 통해 버스정보를 말해주는 시스템’[5], ‘키패드를 이용하여 원하는 버스를 입력하면 해당 버스의 대기시간을 구하고 도착 시 알려주는 시스템’[6], ‘목적지를 말하면 해당하는 위치까지 이동하는 버스가 도착할 때 음성신호를 출력하는 시스템’[7]이 있다. 위 연구들은 공통적으로 사용자가 한 정거장에서 다른 정거장으로 이동하면 프로세스가 끝난다는 단점이 있다. 여러 번 환승하더라도 현재 위치에서 목적지까지 안내하는 시스템이 필요하다.

본 시스템은 시각장애인이 목적지에 도착하기 위해 어느 정거장을 경유해야 하는지 안내하고 각 정거장에서 이용해야 하는 버스의 대기시간과 도착 여부를 음성으로 안내한다. 또한 모듈에 설치된 딥러닝 프로그램에서 어떤 모델이 본 시스템에 가장 적합한지 판별하기 위하여 모델별로 성능을 비교해본다.

II. 본 론

1) 시스템 구성 및 동작

본 작품은 스마트폰 어플리케이션과 임베디드 보드를 이용한 버스 안내 모듈로 이루어져 있다[8]. 버스 안내 모듈은 딥러닝을 통한 이미지 분류를 위해 웹캠이 설치되어 있고 전광판을 제어하기 위하여 아두이노를 추가로 설치하였다.

그림 2는 시스템의 동작 원리를 순서도로 나타낸 것이다. 본 시스템은 TTS, Voice Recognition API를 사용하여 음성 인터페이스를 구현하였다. 어플리케이션을 시작하면 목적지를 묻는다. 음성으로 목적지를 입력하면 어플리케이션은 현재 장소의 반경 5km 이내에서 키워드와 일치하는 장소를 검색하고 주소를 사용자에게 말해준다. 원하는 장소와 제시된 장소가 일치하면 GPS를 이용하여 현재 위치를 구하고 목적지까지 이르는 경로를 검색하고, 제시한다. 이때 버스를 이용하는 경로를 선택하면 몇 번 버스에 탑승해야 하는지도 구한다.

버스 모듈은 모든 정거장에 설치되어 있다고 가정한다. 어플리케이션은 사용자의 위치를 파악하여 정거장에 도착하게 되면 모듈과 통신을 시작한다. 모듈은 어플리케이션으로부터 탑승해야 하는 버스의 번호를 입력받고 어플리케이션은 모듈로부터 해당 버스의 탑승 대기시간과 도착 여부 정보를 수신한다. 버스 대기시간이 3분 이하가 되었을 때 버스 운전자에게 탑승객이 있음을 알리기 위해 도트 매트릭스에 해당 버스의 번호를 띄우고 버스가 도착했는지 딥러닝을 통해 판별하기 위해 웹캠을 가동한다. 원하는 버스가 포착되면 스마트폰에 도착 정보를 보내고 통신을 종료한다. 스마트폰은 도착 정보를 수신하면 사용자에게 버스가 도착했음을 음성으로 알리고 다음 정거장(혹은 목적지)으로 안내한다.

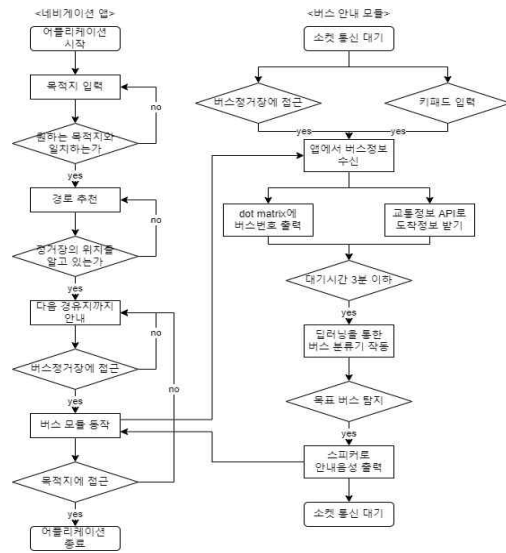


그림 2. 시스템 동작 순서도

2) 딥러닝

웹캠을 통해 버스 번호판을 탐지해야 하므로 객체 탐지에 유리한 모델인 faster-RCNN, YOLOv4, YOLOv5s를 작품에 적용하고 성능을 비교하였다. faster-RCNN은 selective search 알고리즘을 Region Proposal Network로 대체하여 faster-RCNN에서 속도를 개선한 모델이다. faster-RCNN도 합성곱신경망을 통한 특징점을 찾는 과정과 proposal region을 분류하는 과정에서 오버헤드가 발생한다. 이 과정을 grids 알고리즘으로 개선한 것이 YOLO 모델이다. grids 알고리즘은 grid의 주변에 ROI(Region of Interest)를 생성하여 객체의 위치를 탐색하고 격자마다 클래스 존재 확률을 점수로 변환하여 부여한다. 따라서 proposal region의 수를 줄이고 위치탐색과 분류를 동시에 진행할 수 있었고 RPN 알고리즘보다 속도를 증가시킬 수 있다.

III. 딥러닝 성능 비교

해당 실험은 CPU는: Intel Core i5-4690, GPU는 NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti, OS는 Window 10 환경에서 수행했다.

1) 객체 탐지 속도

표 1은 3가지 딥러닝 모델별로 측정된 속도를 나타낸다. YOLOv5s가 58fps로 가장 빨랐고 이는 faster-RCNN에 비해 58배, YOLOv4에 비해 8.3배 빠른 속도이다.

표 1. 딥러닝 모델별 속도

Faster R-CNN	YOLOv4	YOLOv5s
1 fps	7 fps	58 fps
1000 ms/fr	140 ms/fr	0.017 ms/fr

2) 정확도

딥러닝 모델별 정확도를 측정하기 위해 원거리 버스 객체를 포함한 200장의 테스트 이미지를 신뢰도 70% 기준으로 측정시켜보았다. 그 결과를 백분율로 표 2에 나타내었다. 가장 높은 정확도를 가진 모델은 YOLOv5s이고 2000 epoch에서 84%의 정확도를 기록했다.

표 2. 딥러닝 모델별 정확도

Faster R-CNN		YOLOv4		YOLOv5s	
Best	epoch	Best	epoch	Best	epoch
47.5	7500	84	2000	85	3500

그림 3은 3가지 DNN 중에서 가장 정확성이 좋은 YOLOv5s로 버스번호를 인식한 화면의 한 예를 나타낸다.

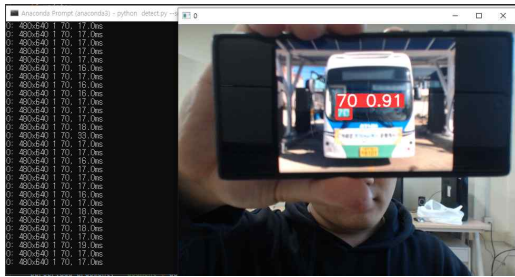


그림 3. YOLOv5s로 버스번호를 인식한 결과 화면

IV. 결 론

장애인의 이동권 증진에 기여하고자 시각장애인의 버스 탑승을 보조하는 시스템을 제안하였다. 이 시스템의 정거장 설치형 모듈에 탑승할 버스 번호를 인식하기 위해서 faster-RCNN, YOLOv4, YOLOv5s 세 가지 심층신경망을 적용해서 웹캠을 통한 버스탑지의 속도와 정확성을 조사했다. 원거리 객체 탐지를 포함한 정확도는 YOLOv5가 가장 정확한 객체 인식을 보였다. 이것은 모듈이 버스 도착 여부를 더 빠르게 결정할 수 있게 하고 버스에 탑승하기 힘든 시각장애인인 사용자가 버스 탑승을 준비할 시간을 늘려준다는 점에서 의미가 있다. 또 YOLOv5s 모델을 사용하였는데 신경망이 깊고 넓은 YOLOv4보다 정확도가 떨어지지 않았다.

References

- [1] “종합일반/저상버스도입현황”, 국토교통 교통누리, 2021년 6월 수정, 2022년 10월 5일 접속, [Internet]. Available : http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hRsId=354&hFormId=&hDivEng=&month_yn=
- [2] “장애, 사람이 아니라 생활환경에 있다”, 경제정보센터, 2008년 6월 26일 수정, 2022년 10월 5일 접속, [Internet]. Available : <https://eiec.kdi.re.kr/publish/naraView.do?cidx=6049>
- [3] ““저상버스 도입하겠다” 20년째 반복되는 ‘지키지 않을’ 약속들”, 한국일보, 2021년 4월 22일 수정, 2022년 10월 5일 접속, [Internet]. Available : <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2021042215210005383>
- [4] ““장애인 이동권 20년 시위’ 왜, 어떻게 진행됐나”, NEWSTOF, 2022년 3월 31일 수정, 2022년 10월 5일 접속, [Internet]. Available : <https://www.newstof.com/news/articleView.html?idxno=12461>
- [5] Sánchez, Jaime & Oyarzún, C. (2011). Mobile audio assistance in bus transportation for the blind. International Journal on Disability and Human Development. 10. 10.1515/IJDHD.2011.053.
- [6] Dr. V. Siddeswara Prasad and R Sagar, An implementation of a device to assist the visually Impaired/blind people for easy navigation through bus, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1065, December 18th-19th 2020
- [7] 김태홍, 여길수, 정세준, 유운섭, “딥러닝과 교통정보 Open API를 이용한 시각장애인 버스 탑승 보조 시스템에서 딥러닝 알고리즘 성능 비교,” 한국정보통신학회 2021 추계학술대회, p. 388-390, 2021.
- [8] 안륜희, 엄성호, 유운섭, “시각장애인을 위한 음성안내 네비게이션 시스템 구현,” 한국지능시스템학회 2022 춘계학술대회, p. 79, 2022.