

딥러닝과 교통정보 Open API를 이용한 시각장애인 버스 탑승 보조 시스템에서 딥러닝 알고리즘 성능 비교

김태홍 · 여길수 · 정세준 · 유운섭*

한경대학교

Comparison of Deep Learning Algorithm in Bus Boarding Assistance System for the Visually Impaired using Deep Learning and Traffic Information Open API

Tae hong Kim · Gil Su Yeo · Se Jun Jeong · Yun Seop Yu*

Hankyong National University

E-mail : xoghd9702@naver.com

요 약

본 논문은 키패드, 도트매트릭스, 라이다센서, NFC 리더기를 부착한 임베디드 보드와 공공데이터포털 Open API 시스템과 딥러닝 알고리즘(YOLOv5)를 사용하여 시각장애인의 버스 탑승에 도움을 줄 수 있는 시스템을 소개한다. 이용자는 NFC 리더기 및 키패드를 통해 희망하는 버스번호를 입력한 뒤, Open API 실시간 데이터를 통해 해당 버스의 위치 및 도착예정시간 정보를 시스템에 입력해놓은 음성 출력을 통해 얻는다. 또한 도트매트릭스로 버스번호를 출력하여 기사와의 상호작용을 대기함과 동시에 딥러닝 알고리즘(YOLOv5)은 정차하는 버스 번호를 실시간 인식하고 거리센서로 버스와의 거리를 감지하여 정차유무정보를 확인, 전달하는 시스템을 제안한다.

ABSTRACT

This paper introduces a system that can help visually impaired people to board a bus using an embedded board with keypad, dot matrix, lidar sensor, NFC reader, a public data portal Open API system, and deep learning algorithm (YOLOv5). The user inputs the desired bus number through the NFC reader and keypad, and then obtains the location and expected arrival time information of the bus through the Open API real-time data through the voice output entered into the system. In addition, by displaying the bus number as the dot matrix, it can help the bus driver to wait for the visually impaired, and at the same time, a deep learning algorithm (YOLOv5) recognizes the bus number that stops in real time and detects the distance to the bus with a distance detection sensor such as lidar sensor.

키워드

Tensorflow, YOLO, embedded board, NFC, Open API

1. 서 론

현재 우리나라 장애인 인구는 251만7000명으로 전체 인구의 5%를 차지하는 것으로 나타났다. 그 중 2017년 기준으로 국민 장애유형의 경우에 시각장애인은 9.8%로 전체 세 번째로 높은 비중을 나타내었다[1]. 또한 “시각장애인도 버스를 탈 수 있

게 해주세요.”라는 제목의 국민청원내용에서 당시 한국시각장애대학생회 회장은 135명의 시각장애인을 대상으로 진행한 설문조사 중에 전맹 시각장애인의 82%가 가장 이용하기 어려운 교통수단으로 버스를 꼽았고 그 이유로는 버스 정류장 정보 취득과 버스 번호 파악, 하차벨 위치 파악에 어려움을 겪는다고 밝혔다[2].

시각장애인이 버스를 탑승하는 시스템 연구로

* corresponding author

지금까지 발표된 논문은 RFID를 이용한 버스정류장 시각 장애인 보조 장치와 비콘을 활용한 시각 장애인 버스 탑승 안내 시스템 등이 있다[3,4]. 첫 번째 시스템의 경우에는 시각 장애인의 탑승을 위해 버스 기사와의 상호작용이 불가능한 것과 RFID 태그기를 각기 다른 버스마다 붙여야 하고, 버스가 가까이 다가오지 못했을 때 인식이 어렵다는 단점이 있다. 두 번째 시스템은 버스와 통신을 위해 버스에도 필수적으로 비콘이 내장되어야 한다는 단점이 있다. 두 경우 모두 시각장애인이 이미 버스정류장에 도착 및 인식한다는 가정을 포함하고 있다.

본 시스템은 시각장애인이 버스 정류장에 도착하였음을 인지하도록 하고, 희망하는 버스 번호를 바로 입력할 수 있도록 함과 동시에 희망 버스의 도착예정시간과 버스 정차 유무 정보를 청각 정보로 전달. 그리고 버스 번호를 디스플레이하여 버스 기사와의 상호작용을 할 수 있는 시스템을 제안한다. 또한 시스템에서 버스 번호 감지를 위한 두 가지 딥러닝 방식인 Faster-RCNN과 YOLO V5를 소개 및 성능 비교분석한다.

II. 본 론

1) 하드웨어 및 시스템 구조

그림 1은 본 시스템의 시스템 구성을 나타낸다. 본 시스템은 임베디드 보드인 Jetson Nano[5]를 사용하고 정보를 전달할 스피커, 희망 버스 번호를 입력할 membrane keypad, 버스 번호를 출력시킬 dot matrix, 버스번호를 감지할 webcam, 거리감지를 위한 라이다 센서(Lidar sensor). 그리고 시각장애인이 시스템을 이용할 수 있도록 하는 NFC reader(ACR122U)와 인터넷 연결을 위한 무선 USB 랜카드, 무선 UPS 충전모듈 등이 필요하다.

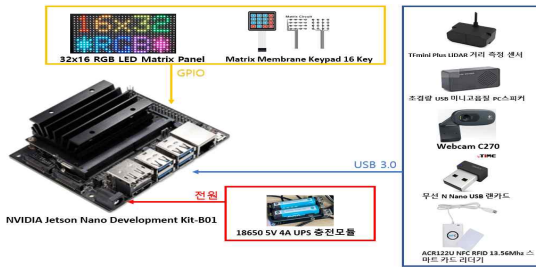


그림 1. 시스템 구성

2) 프로그램 순서도

그림 2는 본 시스템의 주 알고리즘을 나타낸다. 처음에 사용자가 버스 정류장에 도착하여 키패드의 아무 숫자 또는 가지고 있는 NFC 태그를 통해 시스템과 상호작용하면서 시스템 동작이 시작되고, 이용자는 희망하는 버스번호를 키패드에 입력한다. 미리 입력된 버스번호 재확인 음성을 통해 입력한

버스 번호를 이용자가 재확인할 수 있도록 한다. 그리고 희망 번호가 맞으면 시스템은 교통정보 Open API[6]를 통해 해당 버스의 도착예정시간정보를 음성으로 30초마다 전달한다. 그리고 도착예정시간이 3분 이하가 될 경우, webcam이 동작하여 실시간번호감지를 시작한다. 버스가 다가오면서 버스 번호가 인식되면 프로그램은 라이다 센서 거리 감지가 진행되고 버스가 도착하여 설정 거리값 범위 내에 도달하면 이용자에게 정보를 전달하여 버스 탑승을 안내한 뒤 처음 NFC 및 키패드 입력 대기 상태로 되돌아간다.

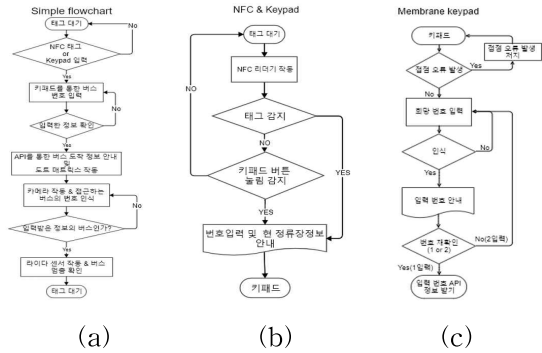


그림 2. (a) 전체 동작 순서도, (b) NFC 동작 순서도, (c) Keypad 동작 순서도

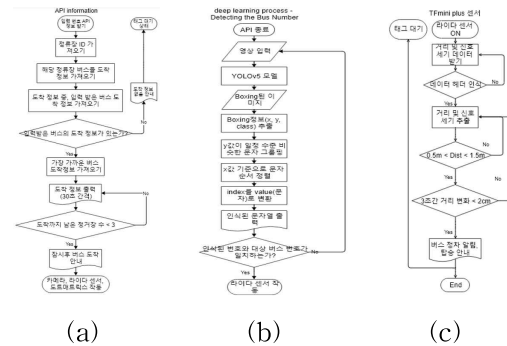


그림 3. (a) 교통정보 Open API 동작 순서도, (b) 버스번호인식 순서도, (c) 라이다센서 동작 순서도

3) 교통정보 Open API

Open API(공개 API)는 개발자라면 누구나 사용 가능하도록 공개된 API이다. 대표적으로 네이버 지도, 구글 맵, 오픈 스트리트 맵 등이 있으며 누구나 접근 가능하다는 장점이 있다. API 통신을 위해서는 인터넷이 필요하며 신청한 데이터들 중 버스정류소 정보를 이용한다.

4) 딥러닝 : Faster-RCNN, YOLO(v5)

본 시스템은 딥러닝 영상인식을 통해 실시간으로 버스 번호를 감지하고 이용자에게 알려주는 것

이다. 버스 번호를 인식하는데 Faster R-CNN과 YOLOv5가 사용된다. Faster R-CNN은 R-CNN의 단점을 개선한 모델로 이전 R-CNN에서 Region proposal 방식으로 CPU 연산을 하는 Selective search를 사용하여 end-to-end로 학습을 할 수 있도록 개선하였다[5]. YOLO에서는 Faster R-CNN의 FPS(frame per second) 속도문제를 개선하였다. Faster R-CNN은 Object의 위치를 특정하기 위해 bounding box로 찾는 Localization 과정을 수행한 후 Classification을 수행하여 detection을 하고, YOLO는 Localization과 Classification 작업에 동시에 진행하여 결과를 합하는 방식으로 작업의 속도를 줄일 수 있었다[6].

III. 실험 결과

개발된 시스템은 다음 환경에서 평가되었다. 실험 PC 사양은 CPU가 AMD Ryzen 7 3700X이고 GPU는 RTX 2060S이다.

표 1은 본 시스템에서 버스 번호를 검출하기 위해서 두 가지 딥러닝 알고리즘인 Faster R-CNN과 YOLOv5으로 본 시스템에 적용한 결과를 비교한다. YOLOv3가 Fater R-CNN보다 FPS가 최소 5.1에서 최대 5.9배로 빠른 것을 보인다. 제한된 자원을 가진 임베디드 시스템에서 YOLOv5가 속도면에서 적합한 것으로 보인다.

표 1. YOLOv5 와 Faster R-CNN 속도비교

	Faster R-CNN	YOLOv5s
최대 FPS	12.1	71.4
최소 FPS	9.2	47.5

그림 4와 5는 버스번호 검출을 위해 적용한 YOLOv5을 각각 PC와 임베디드 보드에 적용한 결과 사진과 검출속도 화면을 나타낸다. YOLOv5의 경우에 PC 상에서 약 50 fps의 속도를 보였고, 실제 임베디드 보드 상에서는 약 2.5 fps의 속도를 보였다. YOLOv5는 Faster R-CNN에 비하여 약 5배의 FPS를 보이며, 빠른 연산 능력을 보여주었다.



그림 4. YOLOv5로 버스번호 검출 화면과 검출속도 테스트 결과 (PC)



그림 5. YOLOv5로 버스번호 검출 화면과 검출속도 테스트 결과 (Jetson Nano)

IV. 결 론

본 시스템은 이용자(시각장애인)가 임베디드 보드(Jetson Nano) 상에서 입력한 희망하는 번호의 버스정보를 실시간 Open API 및 딥러닝 모델(YOLOv5) 영상 감지를 통해 보다 효과적으로 버스에 승차할 수 있도록 하는 시스템이다.

당초 목적으로는 Faster R-CNN의 작은 물체를 감지하는 능력이 뛰어난 것을 이점으로 보아 Faster R-CNN으로 번호인식모델을 구현하였으나, 느린 연산속도로 인해 거리적 이점을 취하지 못하였다. 그래서 YOLO의 빠른 연산속도를 주목하게 되었으며 결론으로 YOLOv5의 빠른 갱신 속도로 라이다 센서 작동까지의 딜레이를 감소시켰다.

추가로, 사용하고자 하는 임베디드 보드 상에서의 사용 최적 메모리 용량을 분석 및 결정한다면 버스 인식 속도가 향상될 것이라 기대된다.

References

- [1] 한의신문 [Internet], Available: https://www.akomnews.com/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=40499
- [2] 청와대 국민청원 [Internet], Available: <https://www1.president.go.kr/petitions/583770>
- [3] 고건희, 박인호, 이소영, 허지혜, 임재권, “RFID를 이용한 버스정류장 시각 장애인 보조 장치,” In Proceedings of KIIT Conference, pp. 362-363, 2020.
- [4] 옥상민, 김지윤, “비콘을 활용한 시각 장애인 버스 탑승 안내 시스템,” 한국HCI학회 학술대회, pp. 427-428, 2016.
- [5] D. Lee, S. Yoon, J. Lee, and D. S. Park, “Faster R-CNN 기반의 실시간 번호판 검출,” 정보처리학회논문지: 소프트웨어 및 데이터공학, vol. 5, no. 11, pp. 511 - 520, Nov. 2016.
- [6] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, H.-Y. M. Liao, “YOLOv4: Optimal speed and accuracy of object detection,” Computer Vision and Pattern Recognition of Computer Science, pp. 1-13, April 2020.