

시각장애인 길 안내 서비스를 위한 딥러닝 기반 횡단보도 가이드 솔루션 개발

김서현, 최인훈, 박수용, 정홍주, 홍승준, 허의남*
경희대학교

{seok02h, inhun321, clapd10, sub06038, hongsj1022, *johnhuh}@khu.ac.kr

Development of deep learning based crosswalk guidance solution for pedestrian navigation service of the blind

Seo-Hyun Kim, Inhun Choi, Suyong Bahk, Hong-Ju Jeong, Seungjun Hong, Eui-Nam Huh *
Kyung Hee Univ

요 약

최근 시각장애인의 활동반경 확대 및 보행 안전을 위한 길 안내 서비스가 주목받고 있다. 본 논문에서는 그 중 사고 발생률이 높은 횡단보도 보행 상황을 위한 횡단보도 가이드 솔루션을 제안하며, 자원이 제한된 사용자 단말에서의 효율적인 자원 활용과 서비스 정확도 향상을 목표로 한다.

1. 서 론

시각장애인의 실외 보행 방법으로는 안내 보행, 흰 지팡이 보행, 안내견 보행, 전자기기 보행 등이 있다. 보행 방법 중 목적지까지 경로를 안내받을 방법은 전자기기 보행뿐이고, 휠체어를 타거나 손을 사용할 수 없는 시각 장애인이라면 현재는 전자기기밖에 다른 단독 보행의 대안이 없다[1]. 이러한 이유로 시각장애인 길 안내 서비스의 필요성이 대두되고 있으며 안경, 앱, 로봇 등 다양한 단말 형태로 길 안내 서비스가 개발되고 있다[2]. 이러한 길 안내 서비스에 포함될 핵심 기능으로 횡단보도 가이드가 있다. 신호등 불빛을 인식하기 어려운 시각장애인을 위해 전방의 횡단보도 여부를 판단하고 신호등 불빛 상황과 횡단 가능 여부를 알려주어 사고 다발 지역인 횡단보도 상황에서 그들의 안전을 보장해주어야 한다.

횡단보도 가이드의 문제점은 대체로 신호등 인식에 있다. 횡단보도는 약 10m 에서 40m 에 육박하기까지, 그 길이가 매우 다양하다. 따라서 횡단보도 길 건너편의 신호등을 인식할 때, 인식하는 단말로부터 신호등까지의 거리가 불규칙하다. 또한, 길안내 서비스를 주로 탑재하는 사용자 단말은 자원이 제한되어, 고성능을 기대하기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 제한된 자원을 효율적으로 이용하며, 정확도 및 검출률이 99% 이상인 횡단보도 가이드 솔루션을 제안한다.

2. 본 론

2-1. 신호등 및 횡단보도 인식 모델

본 논문에서는 시각장애인을 위한 길 안내 서비스에 탑재할 수 있는 횡단보도 가이드 솔루션을 제안한다. 횡단보도는 길이가 매우 다양하여 전체 신호등 데이터셋을 이용하여 학습한 모델의 경우 전체적으로 검출률이 감소하고 특히 멀리 있는 신호등 검출률이 현저히 낮아지는

문제가 있다. 횡단보도 길이에 따라 데이터셋을 분리한 후 별도로 학습하여 위 문제를 해결할 수 있다. 횡단보도 길이를 그림 1 과 같이 15m 이하, 15m 초과, 30m 이하, 30m 초과 세 종류로 분류하였으며, 신호등 데이터 셋을 각 6,000 장씩, 총 18,000 장 수집하여, YOLOv5 모델을 통해 학습하였다.



① * 15m 이하 ② 15m 초과, 30m 이하 ③ 30m 초과

(* 횡단보도 길이)

[그림 1] 횡단보도 길이에 따른 신호등 데이터 예시

분리한 세 종류의 데이터셋을 각각 학습하였을 경우와 모든 데이터셋을 이용하여 한 번에 학습하였을 경우의 성능 결과는 표 1 과 같다.

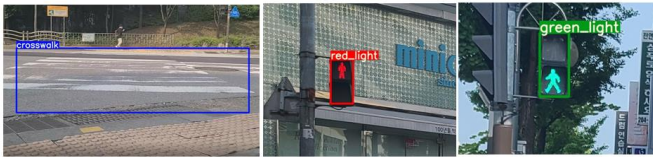
Train Set / Test Set	① Test	② Test	③ Test
①+②+③ Train	Precision : 100 Recall : 99	Precision : 99 Recall : 99	Precision : 99 Recall : 82
① Train	Precision : 100 Recall : 100	Precision : 99 Recall : 97	Precision : 98 Recall : 72
② Train	Precision : 100 Recall : 99	Precision : 100 Recall : 99	Precision : 99 Recall : 92
③ Train	Precision : 99 Recall : 81	Precision : 100 Recall : 98	Precision : 100 Recall : 99

Precision (%)
Recall (%)

[표 1] 모델 학습 데이터 및 성능 결과

표 1 에서 ①은 길이가 15m 이하인 횡단보도 건너편에서 촬영한 신호등 데이터셋, ②는 길이가 15m 초과, 30m 이하인 횡단보도의 신호등 데이터셋, ③은 길이가 30m 초과인 횡단보도의 신호등 데이터셋이다. 각 데이터셋을 학습과 테스트를 위해 분리하여 실험을 진행하였다. 모든 데이터셋을 이용하여 한 번에 학습하였을 경우 ③ 길이가 30m 초과인 데이터셋에 대하여 검출률이 낮은 것을 확인할 수 있다. 반면 데이터셋을 ①, ②, ③으로 분리하여 학습한 경우 다른 데이터셋에 대해서 인식률은 낮지만, 학습한 데이터셋과 같은 횡단보도 길이의 신호등 데이터에 대해서는 정확도 및 검출률이 99% 이상으로 높은 성능을 확인할 수 있다. 예를 들어 ③데이터셋을 이용하여 학습한 모델은 ①, ②데이터셋의 테스트에 대하여 성능이 낮지만, ③데이터셋의 테스트에 대하여 높은 성능을 보임을 확인할 수 있다. 따라서 횡단보도 가이드에서 학습 모델 하나만을 이용해서 신호등을 인식하는 것보다는 횡단보도 길이에 따라 분리하여 상황에 맞는 인식 모델을 사용하는 것이 좋다는 결론을 도출할 수 있다.

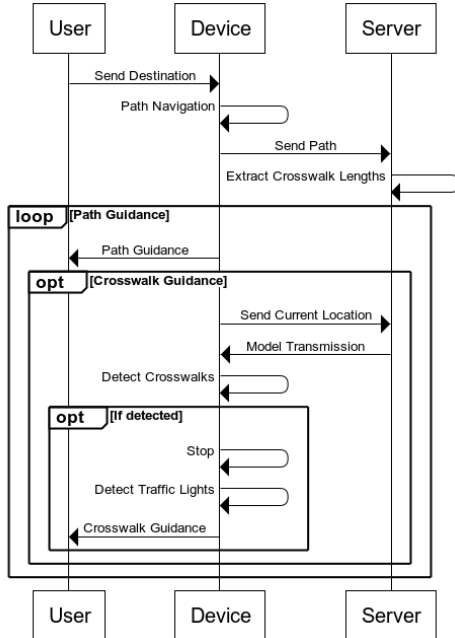
횡단보도 인식 모델의 경우, 20,000 장으로 구성된 횡단보도 데이터셋을 YOLOv5 모델로 학습하였으며, 횡단보도와 신호등 인식 결과는 그림 2 와 같다.



[그림 2] 횡단보도 및 신호등 인식 결과

2-2. 효율적 자원 활용을 위한 횡단보도 가이드 시나리오

횡단보도 가이드 전체 시나리오는 그림 3 과 같다.



[그림 3] 횡단보도 가이드 시나리오

횡단보도 상황에서 신호등 인식 시 앞서 생성한 3 가지 모델 중 하나만 이용하므로, 자원이 제한된 사용자 단말에 3 가지 모델을 전부 저장하는 것은 효율적이지 않다. 따라서 사용자 단말에는 모델을 한 가지만 저장하고, 상황에 따라 적절한 모델을 전송받아 교체하는 방식을 통해 한정된 자원을 효율적으로 활용할 수 있다.

시각장애인 길 안내 서비스에서 사용자가 출발지와 목적지를 입력하였을 때 단말에서 경로가 생성되며, 서버에

서 경로 내 횡단보도의 길이를 모두 추출한다. 예를 들어 목적지 안내를 위해 주로 사용하는 TMAP 보행자 경로 안내 API에서는 경로상 노드 정보를 통해 그림 4 와 같이 횡단보도 정보를 파악할 수 있다.



[그림 4] 경로 내 횡단보도 길이 추출 예시

경로 안내 중 단말에서는 현재 위치를 서버로 전송하고, 서버에서는 사용자가 다음으로 마주할 횡단보도 길이에 따라 적합한 모델을 단말로 전송한다. 단말에서 보행 중 전방의 횡단보도를 탐지하면 정지한 후 서버로부터 전송받은 모델을 이용하여 신호등을 인식한다. 신호등 불빛에 따라 횡단 가능 여부를 사용자에게 안내하고 길을 건넌다.

3. 결 론

전자기기를 통한 시각장애인 길 안내 서비스는 목적지까지의 경로 안내와 장애물회피, 횡단보도 가이드 기능을 모두 제공할 수 있기 때문에, 시각장애인의 활동반경을 확대하고 보행 안전을 보장하기 위해 필요한 서비스이다 [3]. 본 논문에서는 자원이 제한된 사용자 단말에서 정확도가 높으면서도 자원을 효율적으로 사용하는 횡단보도 가이드 솔루션을 개발 및 평가하였으며, 향후 시각장애인 길 안내 서비스에 탑재되어 횡단보도 상황에서 시각장애인의 안전을 보장할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 어린이 및 노약자 등의 교통약자를 위한 서비스와 무인 배달 로봇의 서비스로 확장이 가능할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017- 0-00294, (대학 ICT 기초연구실) 서비스 이동 지원을 위한 분산형 클라우드 핵심원천기술 연구)

참 고 문 헌

- [1] 시각장애인의 이해 - 보행, 한국 시각장애인 복지관 홈페이지,
http://hsb.or.kr/client/visually/visually3_3.asp
- [2] 김창기, 이상도, 서정민. "스마트폰을 이용한 시각장애인 길안내 시스템." 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 22.2: 405-406 2014.
- [3] 장영진, 차주현 "시각장애인용 길안내 서비스 시스템에 대한 연구", 재활복지공학학회논문지 v.11 no.4, 2017.