

시각장애인 길 안내 서비스를 위한 Image Segmentation 기반 경로 보정 모듈 개발

정홍주, 최인훈, 홍승준, 김서현, 박수용, 허의남*

경희대학교

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

Image Segmentation-Based Route Correction Module for Road Guidance Service for Visually Impaired

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

요약

현재 상용되고 있는 보행자용 길 찾기 오픈 API는 때때로 차도로 보행자를 안내한다는 한계점이 있는데, 이는 시각장애인 길 안내 서비스를 제공하는 자율주행 로봇을 이용하는 사용자에게 위험하다. 따라서 본 논문은 이를 보완하고자 Depth Camera의 Image 정보와 Depth 정보로 보행자 도로 및 거리를 인식하고 GPS로 길을 찾아가는 Image Segmentation 기반 경로 보정 모듈을 제시하였다.

1. 서론

여러 플랫폼에서 제공하는 보행자용 길 찾기 오픈 API를 사용하면 공통점으로 나타나는 문제가 있다. API를 제공하는 플랫폼이 지도에서 차도와 인도를 제대로 구분하지 않는 경우 보행자용 길 찾기 기능을 수행하였음에도 불구하고 보도가 아닌 차도로 GPS POINT(위도, 경도)가 설정된다. 이는 주로 아파트 단지나 학교 캠퍼스 등 집합건물이나 보도가 제대로 구성되어있지 않은 구역에서 나타난다. 이는 보행자 도로를 따라 자율주행을 하는 소·중형 로봇이 Map을 가지지 않고 목적지를 찾아가는 때 위험 요소로 작용한다. 특히 시각장애인을 위한 자율주행 AI 길 안내 로봇 서비스를 제공할 때 치명적이다.

따라서 본 논문은 자율주행 로봇이 보행자용 길 찾기 오픈 API가 제공하는 GPS POINT를 기반으로 길 찾기를 수행하되, 보행자 도로를 인식하여 가능한 보도로 주행할 수 있게 하는 Image Segmentation 기반 자율주행 로봇 경로 보정 모듈을 제안한다.

2. 본론

본 논문에서는 Raspberry Pi 4B와 stm32f4discovery 보드를 탑재한 카트형 로봇을 활용한 모듈개발을 진행하였다. 웹스카메라(Intel RealSense Depth Camera D435i)로 전방의 이미지 데이터와 거리 데이터를 수집하고 GPS-RTK2 보드(SparkFun GPS-RTK2-ZED-F9P)를 사용하여 GPS 데이터를 수집한다. 보행자용 길 찾기 Open API(TMAP API)로 목적지까지 경로를 설정한다. Raspberry Pi 4는 이미지 데이터와 거리 데이터를 분석하고 목적지까지 경로 데이터와 현재 GPS 정보를 종합하여 UART 통신으로 stm보드에 신호를 전달한다. stm보드는 모터 제어를 담당하여 디바이스를 보행자 도로로 움직이게 한다. AHRS/GPS 복합 네비게이션 센서 모듈(WTGAHRS1/UART)은 IMU 센서 역할을 하여 기기의 방향을 알 수 있다. 이를 통해 GPS POINT와의 각도를 알 수 있고 보행자 도로 유도용 POINT와 차량의 이동 경로를 결정할 수 있다.

2-1. 보행자도로 인식

본 논문에서는 AI Hub의 ‘인도(人道) 보행 영상’을 데이터셋으로 사용하였으며, 그 중 노면 데이터셋인 ‘Surface Masking 데이터셋’을 사용하였다. 이 데이터셋은 노면 특성(재질, 특수성, 파손여부 등)에 따라 20종으로 구분된 이미지가 51,318장이 포함되어있다[1].

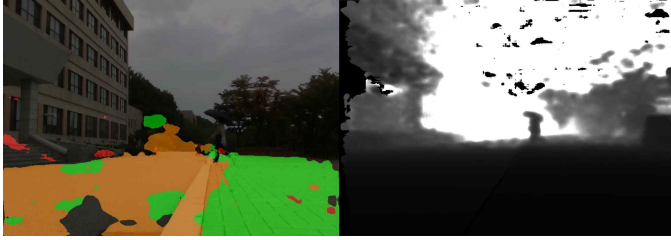
Surface Class	attribute
sidewalk	@blocks, @soil_stone, @cement, @damaged, @urethane, @asphalt, @other
braille_guiding_block	@normal, @damaged
roadway	@normal, @crosswalk
alley	@normal, @speed_bump, @crosswalk, @damaged
bike_lane	
caution_zone	@stairs, @grating, @manhole, @repair_zone, @tree_zone



New Class	Label	RGB Color
background	0	[0, 0, 0]
crosswalk	1	[255, 0, 255]
roadway	2	[255, 128, 0]
sidewalk	3	[0, 255, 0]

[그림 1] class별 RGB Color

[그림 1]은 본 논문이 보도와 도로 구분을 목적으로 하고 있다는 점에서 20종으로 구분된 데이터셋을 3종으로 통합했음을 나타내고 있다. 점자블록과 기타 보행자 도로 위 클래스들을 모두 sidewalk로 통합했으며 차도와 보도를 판단하기 위해 DeepLab v3+ 모델 기반의 segmentation-selectstar를 사용하였다[2]. 자율주행 로봇은 image segmentation으로 분류된 class의 정보를 통해 기기가 보도와 차도 중 어디에 있는지 알 수 있으며 결과는 [그림 2]와 같다.

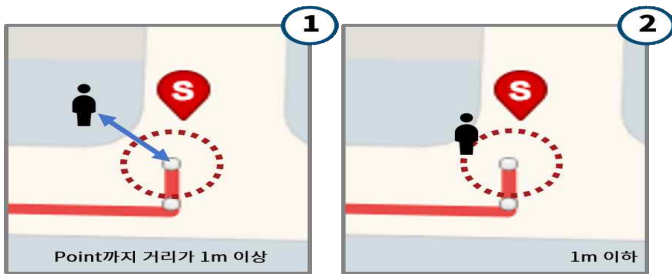


[그림 2] 이미지 데이터와 거리 데이터

[그림 2]의 왼쪽은 웹캠으로 촬영한 이미지에 학습한 모델로 예측한 결과이고 오른쪽은 이미지를 촬영할 당시 거리 데이터이다. 거리 데이터는 가정된 웹캠 카메라 기준으로 약 10m까지 측정 가능하다.

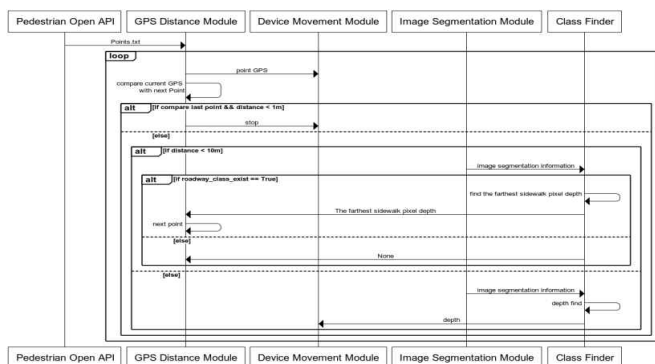
2-2. GPS POINT 설정

본 논문에서는 목적지까지 경로를 1차적으로 보행자용 길 찾기 Open API로 설정한다. 경로 상의 각 POINT들을 위도와 경도로 받아와 자율주행 로봇의 GPS 위치와 비교한다. 자율주행 로봇의 위치는 GPS 안테나를 통해 받아오고 GPS-RTK로 보정한다. GNSS 관측소의 실시간 데이터인 RTCM을 받아오기 위해 ROS(The Robot Operating System)에서 NTRIP 패키지를 사용하였다.



[그림 3] GPS POINT와 디바이스의 좌표 비교

자율주행 로봇의 10m 이내의 직선거리에 보행자 도로가 아닌 클래스가 포함되어 있다면 보행자 도로 끝 좌표에 POINT를 생성하고 향하게 하여 로봇이 차도를 거치지 않게 한다. [그림 3]에서는 버스정류장 근처 보도에서 도서관까지 보행자용 길 찾기 Open API를 실행하여 설정된 POINT들과 그에 따른 안내선을 볼 수 있다. 기존에는 POINT의 반경 1m 이내에 접근했을 때 다음 POINT로 경로를 안내하는 방식으로 자율주행 로봇이 동작했다.



[그림 4] Image Segmentation 기반 경로 보정 모듈 시퀀스 다이어그램

[그림 4]는 Image Segmentation 기반 경로 보정 모듈의 시퀀스 다이어그램을 나타낸다. 먼저 보행자용 길 찾기 Open API에서 제공한 첫 번째

POINT까지 디바이스가 자율주행을 해서 찾아간다. 그 후 GPS간 거리 비교와 자율주행 로봇의 직선거리의 클래스 정보를 합하여 POINT가 보행자도로에 없음을 인지한다. 없다면 다음 포인트와 거리비교를 하여 10m 이상이면 IMU 센서를 이용하여 방향 및 거리 비교를 진행하여 두 번째 POINT로 이동하게 한다. 10m 이하이면 보행자 도로에 위치해 있는지 확인하고 없다면 다시 다음 POINT 방향으로 이동한다. 도착 지점이 차도로 확인되면 보행자도로 위에서 종료한다.

3. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 보행자용 길 안내 Open API에서 제공하는 목적지까지 경로에 따라 자율주행 로봇이 보도로 이동하도록 유도하는 기능을 제안하였다. 이 모듈로 집합건물을 포함한 보행자도로가 제대로 표기되지 않은 지역에서도 시각장애인을 위한 자율주행 로봇이 보행자 도로로 안전하게 길 안내를 할 수 있다. 본 논문에서 활용한 디바이스는 3 FPS의 성능을 나타내며 이를 포함하여 안정성을 향상시키고자 다음과 같은 향후 연구를 진행하고자 한다.

시각장애인의 안전을 더 보장하기 위해서는 보행자 도로가 존재하지 않아 인식이 불가능한 경우, 보행자 도로가 있는 곳으로 다른 경로를 지정해주는 기능을 추가해야 한다.

성능 개선을 위해서는 엣지 컴퓨팅으로 성능이 좋은 엣지 클라우드에서 예측단계를 진행할 수 있고, 주기적으로 지나는 경로를 엣지 클라우드에 업데이트할 수 있다.

엣지 클라우드에 학습 모델을 두고 디바이스에서 이미지와 거리 정보를 전송시켜 예측할 수 있다. 이 경우 본문에서 활용한 웹캠 카메라(Intel RealSense Camera) 기준 거리 데이터만 640x360 해상도에 30FPS로 받아오기 위해서는 최소 네트워크 대역폭이 111Mbps 이상 필요하다[3]. 이 점을 고려했을 때 일반 네트워크는 부족하다고 판단한다. 그래서 5G 네트워크가 활성화되면 디바이스의 성능이 부족해도 엣지 클라우드의 모델로 보행자 도로를 예측하여 반환하는 엣지 컴퓨팅이 가능할 것으로 예상된다. 또한 주기적으로 자율주행 로봇의 위치가 어떤 클래스에 속하는지 수집하여 한번에 엣지 클라우드에 전송하여 이전에 한번 이상 지났던 길이라면 엣지에서 데이터를 받아와 더 쉽게 보행자 도로로 유도가 가능할 것으로 예상된다.

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 핵심원천 기술 연구)

참고 문헌

- [1] “인도(人道) 보행 영상”, AIhub, (주)테스트웍스, 한국지능정보사회진흥원, <https://aihub.or.kr/aidata/136>
- [2] selectstarofficial. 2019. segmentationn-selectstar. <https://github.com/selectstarofficial/segmentation-selectstar>. (2019).
- [3] “Intel® RealSense™ Depth Camera over Ethernet.” Intel Realsense Documentation. last modified 2020, accessed Aug 26, 2021, <https://dev.intelrealsense.com/docs/depth-camera-over-ethernet-w-hitepaper>