

딥러닝 영상인식과 비콘 통신을 통한 차량 사각지대 알림 시스템 개발

윤필도, 김정윤, 신현국, 전수빈, 황경호

국립한밭대학교 컴퓨터공학과

yoondpd56@gmail.com, jungyoon9898@gmail.com, sh1nn@naver.com, jeon.su.byn@gmail.com, gabriel@hanbat.ac.kr

Development of vehicle blind spot notification system based on deep learning image detection and beacon communication

Pil-Do Yoon, Jung-Yoon Kim, Hyeon-Guk Shin, Su-Byn Jeon, Gyung-Ho Hwang

Hanbat National University, Dept. Computer Engineering

요약

본 논문은 주·정차된 차량 사이에 보행자의 움직임을 감지하여 주변 운행 중인 차량에 해당 정보를 알려주어 사고를 방지하는 방안을 구현하였다. 주·정차된 차량에서는 블랙박스에서 보행자를 인식하고 비콘 통신으로 주변에 정보를 전송하고 운행 중인 차량은 비콘 데이터를 수신하여 디스플레이에 해당 위험신호를 표시한다. 블랙박스는 보행자를 감지하기 위해 TensorFlow Lite 기반의 Mobile Net SSD Detection 모델을 사용하고, 감지된 보행자를 추적하기 위해 OpenCV 기반의 MedianFlow Tracking 모델을 사용한다. Detection과 Tracking을 통해 얻은 데이터는 블루투스 비콘의 데이터 포맷을 변경하여 필요한 정보를 전송한다.

I. 서론

교통사고에서 인명피해를 줄이기 위해 최근 어린이 보호 구역의 교통법규 강화를 통한 보행자 보호에 노력을 기울이고 있다. 교통사고를 예방하기 위해 발생 원인 중 운전자의 사각지대를 없애기 위한 다양한 방안이 제시되고 있다. 본 논문에서는 차량의 사각지대 중 운전자의 자각이 가장 어렵다고 판단되는 주정차 중인 차량 사이에서 보행자를 인식하여 주변 주행 차량에 미리 알림을 주는 시스템을 개발하였다.

본 논문에서 개발한 전체적인 시스템 구성도는 <그림 1>과 같다. 주정차된 차량은 내부의 블랙박스로 MobileNet SSD Detection 모델을 통해 보행자를 인식하고 MedianFlow Tracking 모델을 통해 이동 속력과 방향을 구한다. 위치 정보와 이동 속력, 방향 데이터는 블루투스 비콘 통신을 통해 주행 중인 차량에 전송되고, 주행 중인 차량은 수신한 비콘 데이터를 가공하여 위험 신호를 디스플레이에 직관적으로 보이도록 구현하였다.

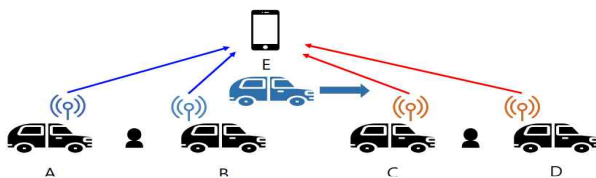


그림 1. 차량 사각지대 알림 시스템 구성도

MobileNet SSD를 사용하였다. 다른 모델에 비해 스마트폰에서 가볍게 작동하고 기능 수행 또한 타 모델과 유사하다. 실시간 영상 속에서 보행자를 인식한 후 해당 객체에 대한 추적을 시도한다. 추적은 안드로이드 스튜디오의 OpenCV 라이브러리를 사용하여 MedianFlow Tracking 모델을 사용하였다. 해당 객체에 대한 추적을 시도할 때, 속력과 방향을 계속해서 갱신한다. 속력의 경우에는 스마트폰의 폭과 2m 앞 물체의 촬영 폭을 통한 비례식으로 구하였으며, 이동 방향은 카메라 기준의 왼쪽과 오른쪽으로 나뉜다. 이동 방향은 영상 내에서 객체의 좌표값의 변화에 따라 값을 측정했다. 하나의 이미지를 통해 물체까지의 거리를 측정하기에는 한계가 있기 때문에, 추후 라이다(Lidar) 센서와 같은 보조 도구를 사용하여 더 정확한 측정이 가능하도록 할 예정이다. <그림 2>는 보행자 인식과 추적 기능을 구현하여 속도와 방향을 나타내는 모습이다.

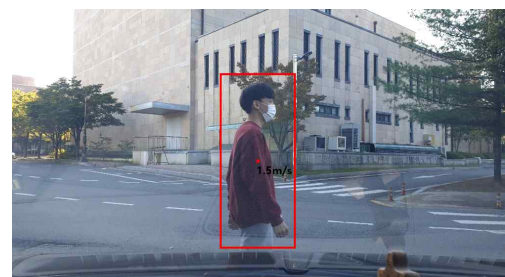


그림 2. 보행자 인식 및 추적 구현

II. 본론

2.1 Mobile Net SSD 모델과 MedianFlow 모델을 통한 영상 인식과 추적 구현

영상처리는 주정차 차량의 블랙박스 장치에서 이루어지며 본 논문에서는 안드로이드 운영체제의 스마트폰을 사용하여 구현하였다. 보행자 인식 개발 프레임워크로 TensorFlow Lite를 사용하였고, 모델은

2.2 AltBeacon 라이브러리를 사용하여 비콘 통신 구현

사각지대에서의 보행자 인식의 위급 상황을 주변에 전달하기 위해 블루투스 비콘 통신을 사용하여 방송 형태로 전송하였다. 안드로이드 운영체제상에서 블루투스 비콘 통신을 구현하기 위해서 여러 패키지 포맷과 전송과 수신에서 필요한 함수 제공 등의 기능을 갖춘

AltBeacon 라이브러리를 사용하였다. 본 논문에서 전송에 필요한 데이터는 주정차 차량의 위도와 경도, 보행자의 이동 속력과 방향이 된다. 비콘 통신에서는 사용자가 보낼 수 있는 데이터가 22 bytes로 제한되어 있고 전송 시에 맞춰야 할 자료형이 있기 때문에 데이터를 가공할 필요가 있다. <그림 3>은 비콘 패킷 포맷과 자료형 그리고 전송할 데이터들이 담긴 패킷 포맷을 나타낸다. 위도와 경도는 UUID, Major, Minor 필드를 사용하여 전송되고, 속력과 방향은 Tx Power 필드와 DataField를 통합하여 전송된다. UUID, Major, Minor는 20bytes를 사용하기 때문에 위도와 경도를 ASCII 문자열로 소수점을 포함하여 각 10글자씩 할당하였다. 예를 들어, GPS를 통해 위도와 경도 값으로 36.35187131과 127.30154423을 얻었을 때, 각 값은 36.3518713, 127.301544로 UUID 필드에 16글자, Major 필드와 Minor 필드에 각 2글자씩 담기게 된다. 속력과 방향을 함께 보내기 위해 방향은 비트값 0과 1로 왼쪽과 오른쪽을 구분하여 Tx Power 필드의 첫 비트를 설정하였다. 소수점 둘째 자리까지 구해진 속력 값에서 소수점을 제거하고, 해당 값을 Tx Power 필드의 나머지 7bits와 DataField의 8bits를 합쳐서 표현하였다. 보행자의 평균 보행 속력이 1.38m/s임을 생각한다면, 15bits의 값으로 뛰거나 걸을 때의 속력값을 정확히 전달할 수 있다. 예를 들어, 방향이 오른쪽이고 측정된 속력이 1.245m/s라면, Tx Power의 값은 방향 비트값 1을 맨 앞에, 124에 해당하는 이진수 111 1100을 맨 뒤에 붙이고 나머지 비트를 0으로 하여 1000 0000 0111 1100이 된다. 또한 비콘 패킷에 ID를 부여해 주기 위해서 Manufacturer 값을 ID 값으로 할당하였다. 주정차 차량의 블랙박스에서는 보행자를 감지함과 동시에 추출한 데이터를 비콘 통신을 통해 반경 내의 모든 차량에 전송한다. 그리고 보행자 추적 중 보행자가 화면 밖으로 나가는 등의 상황에는 전송을 중지한다. 주행 중인 차량에서는 주정차 차량으로부터의 비콘 방송을 수신하기 위해 지속해서 스캔을 진행한다.

Beacon Prefix	UUID																Major	Minor	
	16bytes																2bytes	2bytes	
	위도 / 경도 (ASCII String)																		
	3	6	.	3	5	1	8	7	1	3	1	2	7	.	3	0	1	5	4
Tx Power										Data Field									
1byte										1byte									
방향 (1bit)	속력 (15bits)																		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	

그림 3 비콘 패킷 포맷과 담긴 데이터의 형태

2.3 수신 데이터를 표현하기 위한 UI 구현

주행 중인 차량은 비콘 데이터를 수신하고 이를 처리하여 사용자 화면에 직관적으로 위급 상황을 표시하였다. <그림 4>는 보행자를 감지했을 때의 UI 모습을 나타낸다. <그림 4>에서는 두 개의 주정차 차량으로부터 받은 정보를 나타내고 있다. 오른쪽부터 각각 속도는 1.32m/s, 1.74m/s 그리고 방향은 오른쪽과 왼쪽이 된다. 또한, 위험 경보의 상하 위치는 비콘을 수신받은 차량으로부터의 거리가 된다. 거리는 받은 위도·경도와 자신의 위도·경도를 통해서 계산되며, 최대 50m까지 측정하여 맨 위는 50m, 차량 앞은 0m를 의미하게 된다. 주정차 차량으로부터 받은 비콘 데이터를 처리하여 얻어낸 위도·경도를 통해서 해당 보행자가 운전자의 진행 방향에 있는지를 파악한다. 방향의 기준값으로는 bearing을 사용하였으며, bearing은 정북 방향으로부터 서쪽으로는 0°~180°까지, 동쪽으로는 0°~180°의 값을 갖는다. <그림 5>와 같이 이전 주행 위치(C_{pre})값과 현재 주행 위치(C_{now})에서

의 bearing값과 현재 주행 위치와 보행자가 감지된 위치(C_{obs})의 bearing값을 비교하여 주행 방향에 있는지를 확인한다. <그림 5>에서 θ_{drive} 는 정북 방향으로부터 진행 방향까지의 bearing값을 의미하고 θ_{obs} 는 정북 방향으로부터 현재 위치와 위험 요소를 잇는 직선까지의 bearing값을 의미하게 된다. 이 상황에서 $-90^\circ \leq \theta_{obs} - \theta_{drive} \leq 90^\circ$ 을 만족한다면 수신된 데이터는 현재 운전자의 진행 방향에 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 두 개의 bearing값을 비교해서 진행 방향의 왼쪽과 오른쪽을 구분할 수 있다. $\theta_{obs} - \theta_{drive}$ 가 음수일 경우에는 진행 방향의 오른쪽에 위치하고, 양수일 경우에는 왼쪽에 위치함을 알 수 있다. <그림 5>에서는 $\theta_{obs} - \theta_{drive}$ 가 양수이기 때문에 진행 방향의 왼쪽에 위치함을 알 수 있다. 현재는 직진 도로만 구현하였으나 추후에는 실제 도로의 모습을 반영하여 UI에 표현할 예정이다.

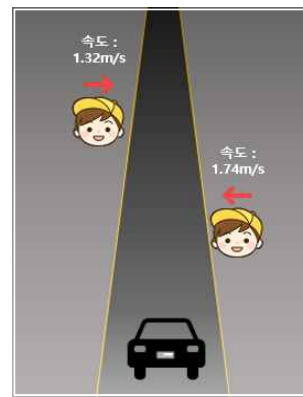


그림 4. 보행자 위험 알림 UI

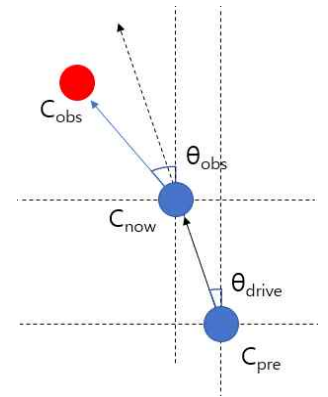


그림 5. 보행자 위치 파악

III. 결론

본 논문에서는 MobileNet SSD Detection 모델과 MedianFlow Tracking 모델을 활용하여 주정차 차량의 앞뒤의 보행자를 인식하고 이동 속력과 방향을 구하여 이를 주행 차량에 비콘 통신을 활용하여 전송하였다. 주행 차량에서는 실질적으로 위협이 되는 비콘 데이터만을 사용자 화면에서 직관적으로 볼 수 있도록 구현하였다. 현재는 스마트폰과 보행자까지의 정확한 거리 측정에 한계가 있지만, 후에는 라이다 센서를 사용하여 거리 측정을 통한 정확한 속력 값을 구할 예정이다. 영상처리에서도 보행자뿐만 아니라 운전자에게 실질적인 위험이 될 수 있는 물체와 동물 등에 대해서도 감지할 수 있도록 할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 박형석, 황경호, "BLE 비콘을 이용한 애드혹 전자 출결 확인 시스템", 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 227-299, 2017.
- [2] 김상우, 장시영, 이동만, "엣지 컴퓨팅 환경의 IoT 카메라에서 물체 추적 알고리즘 성능 평가", 한국정보과학회 학술발표논문집, No. 12, pp.1676-1678, 2019.
- [3] 강한나라, 임채영, 유윤섭 "딥러닝 기반 화재감지 시스템 구현", 한국정보통신학회 종합학술대회, Vol.42, pp338-340, 2020.
- [4] Android-beacon-library
<https://github.com/AltBeacon/android-beacon-library>
- [5] Android-Object-Tracking-OpenCV
<https://github.com/longpht/Android-Object-Tracking-OpenCV>