

딥러닝 기반 음료 인식 및 로봇 제어 시스템

최인훈, 김명현, 김영인, 허의남*

경희대학교

{inhun321, freckie, rladuddls3, *johnhuh}@khu.ac.kr

Robot Control System with Deep Learning based Beverage Image Recognition

In-Hun Choi, Myung-Hyun Kim, Yeong-In Kim, Eui-Nam Huh*

Kyung Hee University

요 약

본 논문은 딥러닝 기반의 음료 인식 모듈을 통해 로봇과 객체와의 상대적인 위치를 조정하여 로봇이 원하는 음료를 집을 수 있는 로봇 제어 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 딥러닝 인식 결과에 따라 매카닉 휠을 이용하여 객체와 로봇간의 위치를 조정하여 중심을 맞춘 후 초음파 센서 값에 따라 로봇 팔을 제어하여 객체를 집도록 구현하였다. 이를 통해 로봇의 앞에 놓여진 여러 객체들 사이에서 원하는 객체를 로봇이 피킹할 수 있도록 하여 무인 카페 시스템 등 다양한 분야에 활용 가능한 시스템을 제안하였다.

1. 서 론

산업용 로봇과 자율주행 기술이 발전함에 따라 최근 자율주행 배달 로봇이 활발히 개발, 도입되고 있다. 자율주행 배달 로봇은 주문자가 있는 곳까지 스스로 이동하여 주문한 물건을 전달한다. 하지만 로봇에게 배달하고자 하는 물건을 실어주는 것은 여전히 사람의 몫이다. 따라서 본 논문은 딥러닝 기반의 객체 인식 모듈과 로봇 팔을 사용하여 편의점과 같이 수 많은 상품이 존재하는 매장에서 로봇이 스스로 물건을 찾아 실는 시스템을 개발하고자 했다.

2. 본론

2-1. 시스템 구조

Fig. 1 은 시스템의 전체 구성도이다. 시스템은 주문을 접수받는 웹서버, 객체 인식을 위한 카메라와 라즈베리파이, 로봇의 바퀴를 제어하기 위한 stm32f4disc 보드와 모터드라이버(l298n), 6 축 로봇 팔을 제어하기 위한 stm32f4disc 보드로 이루어져있다. 라즈베리파이는 웹서버에 폴링 방식을 통해 1 초에 한 번씩 정보를 요청하며, 라즈베리파이와 2 개의 stm 보드는 시리얼 통신을 통해 데이터를 주고받도록 하였다.

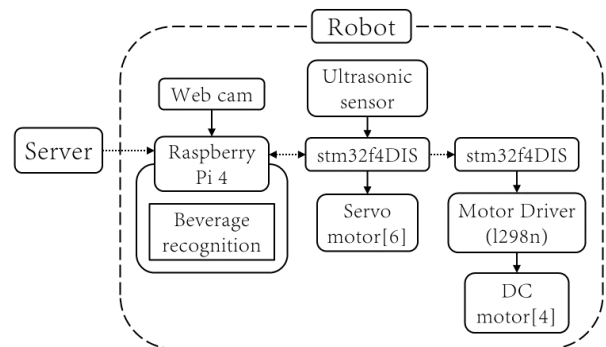


Fig. 1 시스템 구조도

2-2. 시스템 시나리오

Fig. 2 는 시스템의 전체 흐름도(workflow)이다. 사용자가 웹을 통해 주문을 완료하면 로봇은 좌우 이동을 하며 음료를 찾기 시작한다. 객체 인식 모듈이 주문 받은 음료를 발견하면 음료와 로봇의 상대적인 위치를 고려하여 음료와 로봇의 중심이 일치할 때까지 객체 인식 결과에 따라 위치를 미세 조정한다.

음료와 로봇의 중심이 완전히 일치하면 로봇의 6 축 팔을 제어하여 음료를 피킹하기 시작한다. 물체를 잡기에 최적의 자세에서 점점 팔을 앞으로 뻗어 집게 사이에 물체가 들어오도록 한다. 로봇팔에 장착된 초음파 센서 값에 따라 집게 사이에 물체가 들어왔는지 판별하여 집게 사이에 물체가 완전히 들어오면 물체를 집어 카트에 실는다.

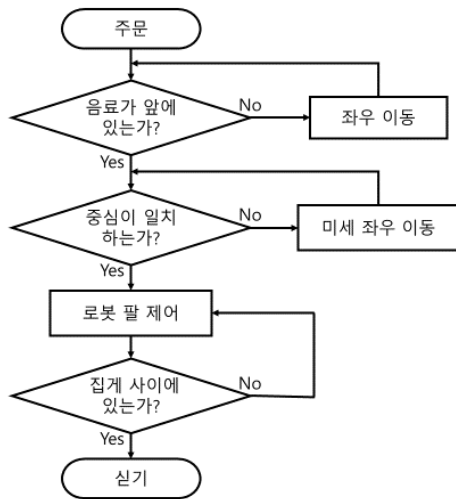


Fig. 2 시스템 흐름도

2-3. 객체 인식

객체 인식 모델은 객체의 종류를 판단하는 classification 과 객체의 위치를 판단하는 localization 으로 이루어진다. 이는 두 stage 를 동시에 수행하는 1-stage detector 와 순차적으로 수행하는 2-stage detector 로 나눌 수 있다.

2-stage detector 모델들은 입력 이미지에서 객체가 있을만하다고 판단되는 수많은 후보 영역들을 만들고 각각의 영역들을 convolutional neural network(CNN)의 입력으로 사용한다. 이런 2-stage detector 모델들은 비교적 정확도가 높지만 연산량이 매우 많아서 느리다는 단점을 가지고 있다. 실내 자율주행 로봇의 특성상 한정된 자원에서 실시간으로 구동되어야 하므로 한번의 CNN 모델로 객체의 종류와 위치를 판단하는 1-stage detector 모델중 yolo-v3 모델을 경량화한 yolo-v3 tiny 모델을 선택하였다.

모델 훈련을 위해 사용한 데이터는 직접 찍은 1120 장의 이미지를 사용하였다. 5 종류의 음료를 모두 같은 비율로 위치, 각도등을 다르게 하면서 이미지를 찍었다. 이후 각 음료의 경계 박스(bounding box)좌표와 음료의 종류(class)를 포함시킨후 박기를 5 단계로 조정하는 data augmentation 을 진행한 후 사용하였다.



Fig. 3 음료의 종류와 위치를 인식한 모습

2-4. 로봇 제어

본 논문의 로봇은 4 른 구동 메카닉휠을 장착하여 전방향으로 이동이 가능하다. 메카닉휠의 특성에 따라 전방향 이동이 가능하려면 이동하고자 하는 방향에 따라 모터의 회전방향을 달리 해주어야 하는데 이를 위해서 1298n 모터드라이버를 사용하여 모터의 회전방향을 설정해주었다. 로봇의 휠 회전 속도와 로봇 팔의 자세는 pulse width modulation(PWM) 방식으로 제어했다.

로봇이 딥러닝 기반 객체 인식 결과에 따라 음료와 로봇의 중심을 완전히 일치시킨 후 로봇 팔을 제어하여 음료를 피킹할 때 사용되는 초음파 센서 값은 실시간 제어에 유리하도록 인터럽트 방식으로 센서값을 수신하였다. 로봇 제어 알고리즘은 c 언어를 활용하여 trueSTUDIO 개발환경에서 구현하였다.

3. 결론

본 논문에서는 음료 인식 모듈을 통해 로봇이 원하는 음료를 집을 수 있는 로봇 제어 시스템을 제안하였다. 이러한 시스템에는 객체 인식 모델로 yolo-v3 tiny 모델을 도입하여 객체를 0.5 초 이하의 시간으로 음료의 위치와 종류를 판단하도록 설계하였다. 이러한 로봇이 자동으로 객체의 위치와 종류를 판단하고 피킹하는 시스템을 통해 무인 배달 서비스를 설계한다면 배달 서비스 부분에 큰 변화를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017-0-00294, (대학 ICT 기초연구실) 서비스 이동 지원을 위한 분산형 클라우드 핵심원천기술 연구)

참 고 문 헌

- [1] Joseph Redmon, Ali Farhadi. "YOLOv3: An Incremental Improvement"
(<https://pjreddie.com/yolo>)
- [2] Ross Girshick Jeff Donahue Trevor Darrell Jitendra Malik. "Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation Tech report (v5)" 2014