

# 6축 협동 로봇 암을 이용한 바리스타 로봇 개발

김용환<sup>1</sup>, 박찬흠<sup>1</sup>, 오경택<sup>1</sup>, 오유민<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 기계공학과

yyy9703@gmail.com, ch991014@khu.ac.kr, dhrudxor1234@naver.com, dbals3517@khu.ac.kr

## Development of Baristar Robot Using 6-DOF Cooperative Robot Arm

Yong-Hwan Kim<sup>1</sup>, Chan-Heum Park<sup>1</sup>, Kyung-Taek Oh<sup>1</sup>, Yu-Min Oh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Mechanical Engineering, Khunghee University

### 요 약

인공지능 로봇 산업의 발달로 우리의 일상생활 속 다양한 곳에서 활용되고 있다. 그러나 로봇의 고비용, 높은 진입 장벽의 문제로 상용화하기에 쉽지 않은 것은 사실이다. 따라서 본 논문에서는 기존 바리스타 로봇의 고비용, 높은 진입 장벽의 한계점을 해결하기 위해 저렴한 오픈소스 로봇인 elephant robotics사의 my cobot 280 pi와 Python을 통한 영상처리 기술을 접목하여 가성비 바리스타 로봇을 제작하고자 한다.

상처리 기술을 접목하여 가성비 바리스타 로봇을 제작하고자 한다.[3]

## 1. 서론

### 1.1 인공지능 산업의 발달

인공지능 로봇은 물건 운반, 배달, 청소, 서빙, 간병, 안내, 순찰 등 우리의 일상생활 속 다양한 곳에서 활용되고 있다. 시장조사업체 IDC에 의하면 전 세계 로봇 시장은 연평균 17% 성장하고 있으며 2021년에는 2000억 달러 규모로 확대될 전망이다.[1] 또한 국제로봇연맹 IFR에 따르면 일반 서비스 로봇 시장은 연평균 23%의 성장세를 기록하고 있으며, 2019년 57억 달러에서 2023년 121억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다.[2]

### 1.2 가성비 로봇 제작의 필요성

시중 바리스타 로봇의 가격은 평균 4천만 원으로 높은 가격으로 책정되어있으며 바리스타 로봇의 환경을 구축하기 위한 추가 부품들까지 고려하면 비용이 추가된다. 또한, 바리스타 로봇의 유지보수 측면에서 고난도 기술이 필요하여 바리스타 로봇의 진입 장벽은 매우 높고 접근성이 좋지 않다. 따라서 기술 개발을 바탕으로 바리스타 로봇에 대한 진입 장벽을 허물고 가격을 낮추어야 한다. 이를 위해 본 프로젝트에서는 저렴한 오픈소스 로봇인 elephant robotics사의 my cobot 280 pi와 Python을 통한 영

## 2. 본론

### 2.1. S/W 구성도

#### 2.1.1 물체 인식

카메라를 통해 받은 이미지와 동영상을 Python 기반 Open CV 영상처리를 사용하여 컵의 위치 좌표를 추출한다.

#### 2.1.2 좌표 변환

Open CV를 통해 컵이 위치한 좌표를 찾는다. Open CV에서 추출한 2차원 평면상의 좌표를 경험적 튜닝을 통해 3차원 공간 좌표로 변환한다.

### 2.2 H/W 구성도

#### 2.2.1 로봇 암 및 그리퍼

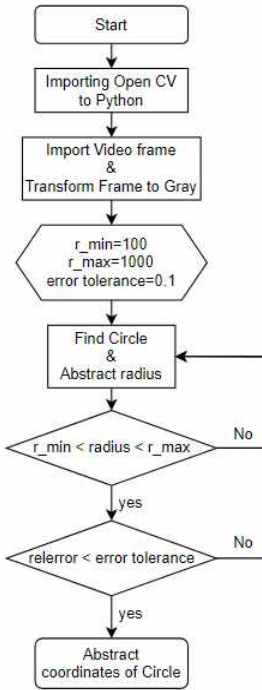
변환된 3D 좌표를 바탕으로 Python을 사용하여 로봇 암과 그리퍼 제어를 한다.[4],[5] 6개의 DOF를 활용하여 각 관절을 적절하게 사용하여 목표지점으로 최소한의 움직임으로 접근할 수 있도록 제어한다. 또한, 그리퍼로 물체를 잡은 뒤 물체가 쏟아지지 않도록 제어한다.

### 2.2.2 카메라

Open CV 카메라 영상처리를 활용하기 위해 웹캠을 이용한다.

## 2.3 적용기술

### 2.3.1 Open CV



<그림 1> Open CV 원 좌표 추출 알고리즘

Open CV를 활용한 영상처리 기술의 활용을 위하여 컵 좌표를 추출하는 과정을 <그림 1>에 나타냈으며, 상세한 과정은 다음과 같다.

1. Open CV를 Python 개발환경에서 Import 한다.
2. Open CV를 이용하여 실시간으로 웹캠 Video를 연동하여 실시간 Video Frame을 Import 한다.
3. Frame을 Gray로 변환한 후 cv2.circle의 MAX, MIN 파라미터의 값을 각각 1000, 100으로 설정하여 원을 인식한 후 좌표를 추출한다.
4. 이때 프레임당 오차를 방지하기 위해 error tolerance 0.1%로 설정하여 원의 좌표를 추출한다.
5. Frame이 바뀔 때마다 No.3부터 반복 적용하여 원의 좌표를 추출한다.

### 2.3.2 좌표 변환

Open CV를 통해 얻은 원의 좌표는 2차원 평면상의 좌표이다. 이를 경험적 튜닝을 통해 3차원 현실 공간 좌표로 변환한다. 카메라 상의 2차원 좌

표가 현실 3차원 공간에서 해당하는 값을 찾고 이를 선형으로 가정하여 2차원 좌표를 3차원 좌표로 변환해주는 선형 방정식을 구하였다. 선형 방정식은 다음과 같다.

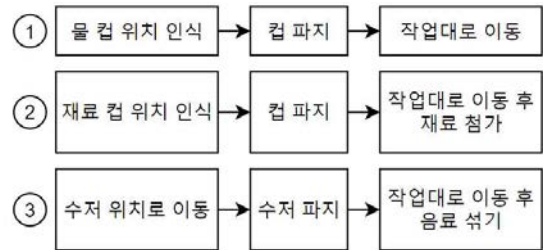
$$x_{real} = 0.030991x - 2.324775$$

$$y_{real} = 0.02898y - 1.95615$$

이때 z축으로의 값은 바닥에서부터 컵을 파지할 지점까지의 거리이며 5cm로 설정하였다.

### 2.2.3 로봇 암 및 그리퍼 제어

Open CV 영상처리를 통해 추출한 좌표를 바탕으로 로봇 암 제어를 한다. 본 연구에서 사용하는 로봇은 6개의 관절(DoF)을 가지고 있으므로 각 관절을 적절하게 사용하여 목표지점으로 최소한의 움직임으로 빠르게 접근할 수 있도록 제어한다. <그림 2>에 제어를 위한 로봇 암의 커피 제조 과정을 간략히 나타내었다.



<그림 2> 로봇 암 작업 수행 순서도

그리퍼로 물체를 잡은 뒤 물체가 쏟아지거나 떨어지지 않게 하기 위해 로봇의 endpoint의 Rx, Ry를 0으로 고정하였다. 또한, 상황에 맞는 움직임을 구현하기 위해 이동속도를 설정하고, 진동을 줄이는 최적의 경로를 위해 로봇의 구동 방향이 급격히 변하는 지점에서 구동 속도를 줄이도록 프로그래밍을 하였다.



<그림 3> 컵 파지 결과

<그림 4> 물 붓는 과정

그리퍼가 컵을 잡을 때 컵이 파손되지 않게 하기 위해 파지할 컵의 폭까지만 그리퍼가 오므러지

도록 하였다. <그림 3>에 컵을 파지한 모습, <그림 4>에 컵을 기울여 물을 붓는 모습을 나타내었다.

## 2.3 기대효과

본 연구의 기대 효과는 경제적 측면, 사회적 측면, 교육적 측면에서 살펴볼 수 있다.

### 2.3.1 경제적 측면

본 연구를 통해 카페를 이용하는 고객은 바리스타 로봇을 이용함으로써 요청에 대한 빠르고 정확한 서비스를 제공받을 수 있다. 또한, 바리스타는 로봇의 물체 인식 기능을 통해 정확한 작업 수행을 도모함과 동시에 작업 중 발생할 수 있는 위험을 미리 제거할 수 있다.

### 2.3.2 사회적 측면

본 연구를 통해 로봇은 사람의 일자리를 대체하는 대상이 아닌 사람과 함께 일할 수 있는 대상으로서의 협업 방안을 제시할 수 있다. 일상에서 인공지능 로봇 이용 경험을 이용객들에게 제공하고 카페 공간에서 새로운 기술을 접할 수 있는 신선함을 제공한다.

### 2.3.3 교육적 측면

본 연구를 통해 6축 로봇 암 제어 기술에 대하여 학습하고, 실제 상황에 적용하는 활동을 수행함으로써 로봇 자동 제어 기술 능력 습득할 수 있다. 로봇 암을 최적 조건에서 구동하기 위하여 학습한 전공지식을 실제 상황에 적용해보고, 역학적 설계 능력을 함양할 수 있다. 바리스타 로봇을 위한 시나리오 작성 및 시뮬레이션을 통해 소비자의 need에 부합하는 서비스 구상 능력을 향상할 수 있다. 각종 센서 제어 기술을 학습하여 데이터 처리 및 개선 방안 모색 능력 함양할 수 있다. Open CV 기반 영상처리 기술을 활용하여 비전 인식 기술에 대한 이해 및 활용할 수 있다.

## 2.4 활용 분야

본 연구 수행에 사용된 제작비는 기존 바리스타 로봇 시장에서 사용되는 로봇의 가격의 1/30수준으로 매우 저렴하다. 가격 측면에서 본 작품은 기존 바리스타 시장의 높은 진입 장벽과 나쁜 접근성에 대한 문제를 해결하였다. 6축 협동 로봇을 정확하게

제어하여 음료 제조 과정을 신속하고 정확하게 수행하면서도 협동 과정을 통해 기존의 바리스타 로봇보다 빠른 속도로 작업을 할 수 있다. 바리스타와 작업을 공유함으로써 작업의 효율을 높이고, 추후 다양한 센서를 추가한다면 기존의 값 비싼 바리스타 로봇을 충분히 대체할 수 있다.

## 3. 결론

본 연구에서 오픈소스 로봇과 Open CV를 활용한 영상처리 기술을 사용하여 바리스타 로봇 환경을 구축할 수 있음 확인하였다. 본 연구에서의 협동 바리스타 로봇은 기존의 바리스타 로봇과 달리 저렴한 가격으로 제작할 수 있고 사람과 협업이 가능하며 사용자 친화적인 개발환경을 갖추었다.

본 연구에서는 Open CV를 통해 파지할 컵의 좌표를 2차원 평면상의 좌표로 추출하였고 이를 경험적 튜닝을 통해 3차원 좌표로 변환하였다. 3차원 좌표와 Python을 통해 로봇 암과 그리퍼를 제어하여 최종적으로 커피를 제조할 수 있도록 프로그래밍하였다.

본 연구를 통해 바리스타 시장의 높은 진입 장벽과 접근성에 대한 문제를 해결하였으며, 앞으로 성장하는 바리스타 로봇 시장에 대한 산업 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] Polaris Market Research, 『Global Service Robotics Market Size & Forecast-Industry Report, 2026』  
<https://www.polarismarketresearch.com/research-methodology>, 2019.
- [2] IFR, 「Executive Summart World Robotics 2021-Service Robots」, 2021.
- [3] Joseph, 오현석, and Joseph,Lentin, 「파이썬 로보틱스: 파이썬, ROS, OpenCV를 사용해 자율 주행 로봇 만들기」, Packt, 2016.
- [4] Elephant Robotics,  
<https://docs.elephantrobotics.com/docs/gitbook/2-serialproduct/2.1-280/2.1.2-PI.html>, 2022.
- [5] Elephant Robotics, 「The RoboFlowScript Programming Language」, 2018.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.