

# 카메라와 딥러닝을 사용한 동작 모방 로봇 시스템에 대한 연구

박진수, 신수용

전자공학부

국립금오공과대학교

20160545@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

## A study on motion imitation robot system using camera and deep learning

Jin Su Park, Soo Young Shin

Department of Electronic Engineering

Kumoh National Institute of Technology

### 요약

본 논문은 카메라를 통해 사용자의 동작을 캡처하고 딥러닝을 통해 관절의 좌표를 계산하여 그 동작을 로봇으로 모방하는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 카메라로 사용자를 인식하여 로봇 제어를 위한 회전각과 사잇각을 계산하는 사용자 인식부와 계산된 값을 전달받아 직접 로봇을 제어하는 로봇 제어부로 나뉜다. 사용자 인식부는 OpenCV와 Python, MediaPipe 라이브러리가 사용되었으며, 로봇 제어부는 ROS 플랫폼을 이용하여 개발하였다. 사용자 인식부와 로봇 제어부는 네트워크를 통해 연결되어 사용자가 원격지에서 로봇을 손쉽게 안전하게 제어할 수 있도록 구성되었다.

### I. 서론

최근 고객의 니즈가 다변화되고 산업별 공급 과잉이 심화되고 있다. 이를 해결하기 위해 다품종 소량생산을 기반으로 하는 유연 생산 시스템과 생산 현장 노동인구의 감소를 대처하기 위한 스마트 팩토리가 주목받고 있다 [1]. 이러한 기술들은 생산제품의 다양화에 따른 원가 상승을 줄이기 위해 다기능 로봇, 빅데이터, 3D 프린팅, IoT 등 다양한 기술들을 기반으로 하고 있다. 이러한 신기술들의 등장에도 불구하고 여전히 현장의 작업자를 필요로 하는 비정형적이고 위험한 작업이 존재한다. 본 논문은 이러한 작업을 대체할 수 있도록 원격지에서 사용자가 동작을 취하면 현장의 로봇이 이를 모방하여 복잡한 작업을 안전하게 수행할 수 있는 시스템을 제안한다.

### II. 본론

본 논문은 제안하는 시스템의 사용자 인식부와 로봇 제어부를 직접 구현하여 그 용도와 활용성에 대해 테스트하고자 한다. 상용 제조 환경과 유사한 환경을 구축하기 위해 로봇 제어부를 레일과 결합하여 이를 함께 제어할 수 있는 방식으로 구현하였다.

그림 1은 제안하는 시스템의 하드웨어 구성을 도식으로 나타낸 것이다. 사용자 인식부는 웹캠이 연결된 PC를 기반으로 동작한다. 로봇 제어부는 NVIDIA에서 제작한 딥러닝용 보드인 Jetson Nano를 기반으로 동작하며, 리니어 레일과 로봇 팔이 장착되어 있다. 리니어 레일은 Jetson Nano의 GPIO Pin과 Motor Driver를 연결하여 제어하며, 로봇 팔은 U2D2(통신 변환 장치)를 사용하여 각 관절의 Dynamixel을 제어한다.

시스템 구현에 사용한 로봇팔은 HW와 SW를 오픈 소스로 제공하는 OpenManipulator-X를 채택하였다 [2]. 사용자 인식부와 로봇 제어부는 TCP 통신으로 연결되어 있으며 로봇 제어부를 Host로 설정하여 여러 원격지에서 Host에 접근할 수 있는 구조로 구현하였다.

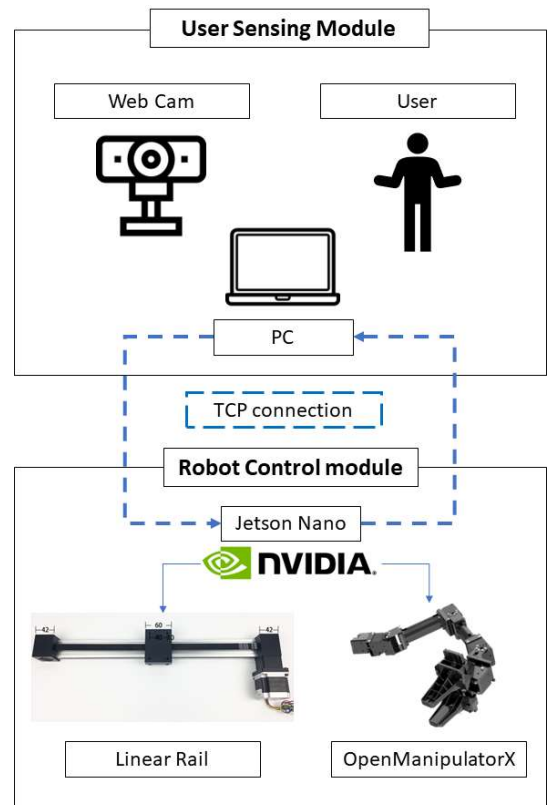


그림 1 시스템 하드웨어 구성

사용자 인식부는 사용자의 동작을 웹캠으로 캡처한 뒤, Google 사의 인체 인식 딥러닝 비전 라이브러리인 MediaPipe를 사용하여 각 관절의 3차원 좌표를 추출한다 [3]. 이후 Python을 통한 좌표의 벡터화 및 연산을 통해 각 관절의 회전각과 사잇각을 계산한다. 계산된 최종 각도 값은 TCP 통신을 통해 로봇 제어부로 전송된다.

그림 2는 사용자 인식부에 나타나는 화면이다. OpenCV를 사용하여 사용자가 보고 있는 화면에 현재 로봇의 관절별 각도와 손을 쥐었는지 여부를 안내한다. 인식할 수 있는 거리에 있는지 MediaPipe의 Iris 기능을 사용하여 측정한다. 만약 사용자가 인식 불가능한 거리에 있다면 현재 거리와 인식 가능한 거리를 함께 표시하여 적절한 거리에서 제어를 할 수 있도록 유도한다. 사용자의 손 쥐 여부는 MediaPipe의 Hand 라이브러리를 사용하여 판단한다. 손 중앙과 가운데손가락 끝과의 거리가 손 중앙과 가운데손가락 첫 마디와의 거리보다 짧을 경우 손을 쥐었다고 판단한다. 레일 제어는 로봇에게 모방시키는 팔의 반대편의 손을 쥐어 제어모드로 진입한다. 손을 쥔 상태로 사용자 상반신의 중심을 기준으로 왼쪽으로 손을 이동하면 레일이 왼쪽으로, 오른쪽으로 손을 이동하면 레일이 오른쪽으로 이동하게 된다. 레일이 이동 중일 때는 로봇팔의 동작을 멈추도록 하여 발생할 수 있는 충돌 및 기타 사고를 예방한다.



그림 2 사용자 인식부 화면

그림 3은 실제로 구현한 로봇 제어부의 모습이다. 로봇 제어부의 SW는 ROS 플랫폼을 기반으로 작동한다. 로봇 제어부는 TCP 통신의 Host로 설정되어 여러 원격지에서 접속하여 로봇의 제어가 가능하다. TCP 통신을 통해 전달받은 값은 로봇 제어부에 Local 파일로 저장되고, 이 값을 바탕으로 로봇팔의 각 관절의 각도와 레일 조작모드 여부를 판단한다. 해당 파일은 제어모드 종료 후 저장되어 로봇이 반복 동작을 할 수 있도록 한다.

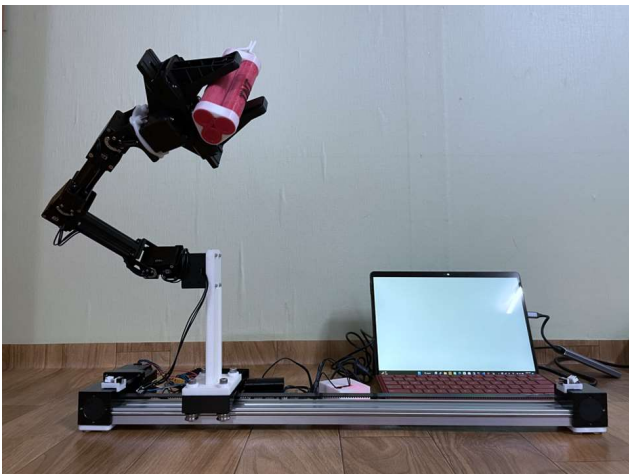


그림 3 로봇 제어부 HW 구현 모습

로봇의 관절 제어는 ROS 플랫폼의 Moveit! 라이브러리를 사용하였다.

Moveit! 은 ROS 상에서 Object를 조작할 수 있게 해주는 툴로 파일로 저장된 값을 Python으로 읽어 Moveit!을 통해 로봇팔의 각 관절을 제어한다. 그림 4는 제안하는 시스템의 시뮬레이션 화면이다. 실제 로봇팔의 제어 외에도 Rviz(ROS 3D시각화 툴)과 Gazebo(ROS 물리 시뮬레이션 툴)를 사용하여 시뮬레이션 환경에서의 로봇 제어 역시 가능하다.

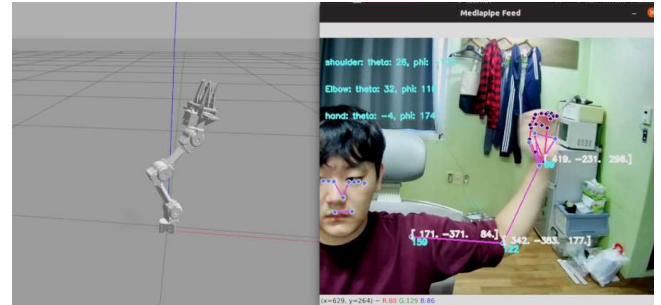


그림 4 시스템 물리 시뮬레이션 화면

### III. 결론

본 논문은 웹캠과 딥러닝, ROS 플랫폼을 사용한 원격지에서의 로봇 제어 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 사용자가 안전한 원격지에서 로봇을 제어할 수 있으며, 동작 모방 기반의 조작방식으로 사용자가 직관적으로 로봇을 제어할 수 있도록 한다. 이를 통해 사용자를 현장의 위험요소와 물리적으로 차단할 수 있고, 공간의 제약 역시 극복할 수 있다.

전 세계적으로 서비스 로봇 시장이 성장하고 있으며, 이 중 지능형 로봇과 실감 원격 조작 기능에 대한 수요는 제조업 외의 분야로 그 활용 범위가 넓어지고 있다. 제안하는 시스템의 제어 정확성 및 편의성을 향상하기 위해 추가적인 딥러닝 모델 활용과 AR 등의 추가적인 기술과 결합하여 사용자가 실제로 현장에 있는 것처럼 로봇을 제어할 수 있도록 후속 연구를 제안하고자 한다. 이를 통해 제조업은 물론이고 다양한 분야에서 원격으로 물리적인 업무를 수행할 수 있게 되어 시공간의 한계를 극복할 수 있는 기술로 발전될 수 있기를 바란다.

### ACKNOWLEDGMENT

"이 논문은 2022년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임

"(2018R1A6A1A03024003)

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지능정보화혁신 인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구

(IITP-2023-2020-0-01612) 및 2021년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임 (2018R1A6A1A03024003)

### 참 고 문 헌

- [1] 포스코경영연구원.(2016). 전통 제조업 부활의 Key, 스마트 유연생산. <https://www.posri.re.kr/ko/board/content/13929>
- [2] Robotics.(2022).RoboticsOpenMANIPULATOR-X e-Manual. [https://manual.robotis.com/docs/en/platform/openmanipulator\\_x/overview](https://manual.robotis.com/docs/en/platform/openmanipulator_x/overview) (2022).
- [3] Google.(2020). MediaPipe. <https://github.com/google/mediapipe>. (2022).