

스테레오 카메라를 사용한 사용자 추적 카트 제어 시스템

박진수, 신수용*

국립금오공과대학교

jp@kumoh.ac.kr, *wdragon@kumoh.ac.kr

Stereocamerabasedusertrackingcartcontrolsystems

Jin Su Park, Soo Young Shin*

Kumoh national institute of technology.

요 약

본 논문은 스테레오 카메라를 사용하는 비전기반 사용자 추적 알고리즘을 활용한 카트 제어 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 ZED 스테레오 카메라를 사용해 전방의 RGB-D 이미지를 획득하고, YOLOv8의 객체 인식 알고리즘을 사용해 이미지에서 사용자를 인식한다. 사용자가 인식되면 카트와 사용자 간의 거리를 RGB-D 이미지에서 추출한다. 획득한 이미지의 중심점과 이미지에서 인식된 사용자의 중심점의 좌표를 비교해 카트의 좌우 조향을 위한 값을 계산하고, 사용자와 카트 간의 거리값에 따라 카트의 속도 값을 계산한다. 계산된 값을 바탕으로 실제 카트의 제어에 필요한 값을 입력해 카트가 일정한 거리를 유지하며 사용자를 추적할 수 있도록 한다. 최종적으로 제안하는 시스템을 실제로 구현하여 실효성 및 보완점을 제시하고자 한다.

I. 서 론

최근 기술의 발전으로 제조업, 운송업 등 제한적으로 활용되던 로봇은 현재 사람과 함께 작업을 수행하는 협동 로봇을 시작으로, 일상생활에서 사람의 노동력을 대체, 보조하는 것으로 그 영역이 확장되고 있다. 특히 한국은 고령화 사회에서 초고령화 사회로 진입하는 과정에 있어, 일상생활에서 사람의 노동력을 보조하는 로봇 기술의 중요성이 강조되고 있다.

현재 일상생활에서 볼 수 있는 로봇의 대표적인 예시로는 공장의 수화물 운반 로봇, 골프장의 자율주행 골프카트 등이 있다[1]. 하지만 이러한 기술들은 사전에 학습한 경로에서만 활용할 수 있다는 단점이 있다. 본 논문은 기존 시스템의 한계점인 활용 공간제약을 극복하기 위해, 학습한 경로 외에서도 시스템을 활용할 수 있도록, 사용자를 인식해 추적하는 기능을 가진 시스템을 제안한다.

본 논문에서 구현한 시스템은 현재 농업에서 실제로 활용 중인 전동 카트 플랫폼을 기반으로 하며, 사용자 추적, 충돌 방지를 위한 긴급 정지 기능 그리고 수동 제어 기능을 포함한다. 시스템은 스테레오 카메라를 사용해 전방의 정보를 획득하고, 사용자 인식 및 구별을 위해 YOLOv8 객체 인식 알고리즘과 객체 추적 알고리즘을 활용한다. 이후 인식된 사용자와 카트 간의 거리를 스테레오 카메라를 사용해 계산하여 카트의 속도를 제어하고, 이미지 안의 사용자 좌표를 활용해 카트의 조향을 제어해 사용자를 추적한다.

II. 본론

그림 1은 제안하는 시스템의 하드웨어 구성을 나타낸다. 카트 플랫폼의 전면부에는 Zed 2i 스테레오 카메라가 장착되어 카트 전방의 환경을 인식한다. 카트의 컨트롤 박스에는 딥러닝 및 로봇 제어를 위한 Jetson Orin NX 임베디드 보드가 탑재되어 있으며, 이 보드를 통해 카트를 제어하기 위해 모터 드라이버가 장착된다. 모터 드라이버는 임베디드 보드의 시리얼 통신을 통해 제어 값을 입력받아 카트를 구동한다.

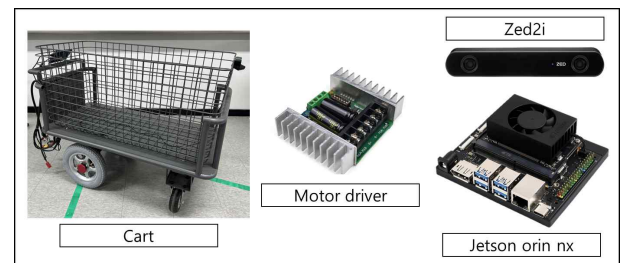


그림 1 제안하는 시스템 하드웨어 구성

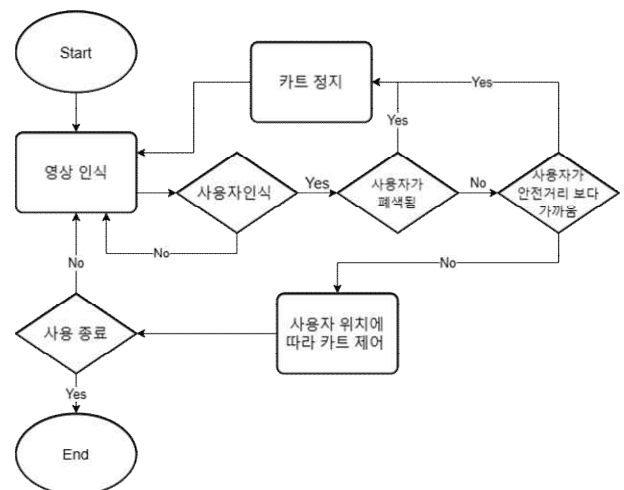


그림 2 제안하는 시스템 순서도

그림 2는 제안하는 시스템의 순서도를 보여준다. 시스템이 시작된 후, 카트 전방에 장착된 Zed 2i 스테레오 카메라를 사용하여 전방의 정보를 RGB-D 이미지로 획득한다. Zed 2i 카메라는 최대 120°의 시야각을 제

공하며, 30cm에서 20m까지의 깊이 값을 인식할 수 있다. 시스템 구현에서는 영상에서 사용자를 인식하기 위해 YOLOv8 객체 인식 딥러닝 모델을 사용한다. YOLOv8은 실시간 객체 인식을 위한 딥러닝 모델로 탐지, 분류, 추적 알고리즘의 결합 방식을 제공한다[3]. 본 논문에서는 YOLOv8m 모델을 사용하여 사람을 인식한다.

본 논문에서는 이미지에서 다수의 사람이 인식될 경우 사용자를 구분하여 인식하기 위해 MOT(Multi Object Tracking) 알고리즘인 DeepSORT를 사용한다[4]. DeepSORT는 객체 폐색 후 발생하는 ID Switching 문제를 해결하기 위해 개발된 알고리즘이다.

그림 3은 구현된 시스템에서 카메라를 통해 획득한 사용자 인식 영상을 보여준다. 본 논문에서는 DeepSORT를 사용하여 사용자를 인식하고 그 ID를 부여할 때, ID 할당에 필요한 대기 시간을 추가로 설정한다. 이 대기 시간을 통해 사용자가 일정 시간 이상 프레임에 나타났을 때만 ID를 할당하며, 새로운 사람이 프레임에 나타나도 일정 시간 이상 지속해서 존재해야만 ID를 부여하여 ID 스위칭을 방지할 수 있다.



그림 3 구현 시스템으로 획득한 사용자 인식 모습

구현된 시스템의 카트 제어 알고리즘은 프레임에 나타난 사용자의 위치를 기반으로 작동한다. 시스템은 2륜 후륜 구동 방식을 사용하며, 두 바퀴의 속도 값을 계산하여 카트의 이동을 제어한다. 그림 4는 실제 카트를 사용하여 획득한 사용자의 모습과 이를 기반으로 계산된 제어 값을 보여준다. 카메라로 획득한 이미지는 가로 640px, 세로 480px의 해상도를 가진다. 프레임에서 사용자의 중앙점을 추출한 후, 그 위치를 기반으로 조향을 결정한다.

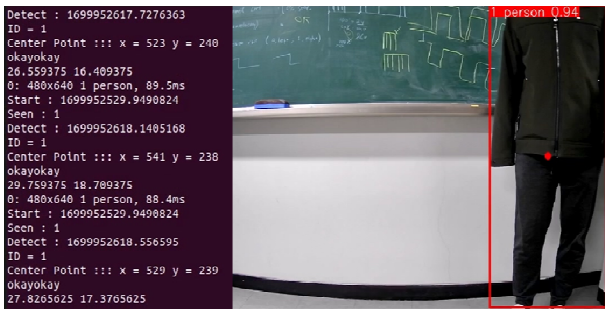


그림 4 사용자 위치기반 카트 제어 알고리즘

그림 4에서 사용자 중앙점의 x값은 529이며, 전체 프레임의 중심점 x값은 360이다. 사용자의 x값이 360보다 크다면 사용자가 우측에 위치한 것으로 판단하고 카트의 조향을 우측으로 전환한다. 반대로 x값이 360보다 작다면 사용자가 좌측에 위치한 것으로 판단하고 카트의 조향을 좌측으로 전환한다.

구현된 시스템은 2륜 구동 방식으로, 사용자의 x좌표 값인 0~640 범위를 -10~10의 조향 값으로 변환하여, 이를 속도 값에 반영하여 사용한다. 예를 들어, 그림 4에서 카트의 속도 값은 약 22.6이며, 사용자 x값이

529로, 조향 값은 5.28로 계산된다. 이때, 왼쪽 바퀴의 속도를 기존 값에서 5.28 증가시켜 27.87로 설정하고, 우측 바퀴의 속도를 5.28 감소시켜 17.32로 설정함으로써 카트의 조향을 우측으로 전환한다.

III. 결론

본 논문은 일상생활에서 사용자를 돕기 위한 물류 이동 로봇 기술 중 비전 기반 사용자 추적 시스템을 제안하고 이를 실제로 구현하였다. DeepSORT알고리즘을 사용해 사람이 여러 명 존재하는 환경에서 카트가 사용자를 구별하여 추적할 수 있었고, 장애물이나 다른 사람에 사용자가 가려졌을 때 안전을 위해 정지하는 것을 확인하였다. 또한, 폐색 후 기존에 인식한 사용자의 특징점을 기반으로 ID 변경 없이 사용자를 인식할 수 있었다.

제안하는 시스템은 기존의 상용 물류 운반 플랫폼에서 보편적으로 활용하는 비전 센서를 활용하여 추가적인 센서 장착 없이 기존의 시스템에서 활용할 수 있어 확장성이 뛰어나다. 이를 통해 학습되지 않은 장소에서 활용하기 어려웠던 기존 시스템의 한계점을 극복할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 여러 사람을 동시에 인식했을 때 사용자를 구분하여 인식할 수 있도록 하는 객체 추적 알고리즘은, 추후 동일한 클래스에 해당하는 복수의 객체 추적을 필요로 하는 관제 시스템에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 지역지능화혁신인재양성사업(IITP-2024-RS-2020-II201612, 50%)과 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원 - 학·석사연계ICT핵심인재양성 지원을 받아 수행된 연구임(IITP-2024-2022-00156394, 50%)

참 고 문 헌

- [1] 인천공항, 세계 공항 최초로 실내 자율주행 전동차 및 카트로봇 시범 도입. 인천국제공항공사. (2020). https://www.airport.kr/co/ko/cmm/cmmBbsView.do?FNCT_COD=E121&NTT_ID=25002
- [2] 인공지능 AI가 주행하는, 영상 기반 자율주행 골프카트 출시 임박. 레저신문. (2022). <http://m.golftimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=131959>
- [3] Varghese, R., M., S. "Yolov8: A novel object detection algorithm with enhanced performance and robustness." 2024 International Conference on Advances in Data Engineering and Intelligent Computing Systems (ADICS), <https://doi.org/10.1109/adics588.2024.10533619>
- [4] Wojke, N., Bewley, A., & Paulus, D. (2017). Simple online and realtime tracking with a Deep Association metric. 2017 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). <https://doi.org/10.1109/icip.2017.8296962>