

지능형 로봇

팀 프로젝트

중간 보고서

1. 프로젝트 소개

프로젝트 명: 당구의 신

당구는 정확성과 전략이 중요한 스포츠로, 특히 4 구에서는 최적의 경로를 아는 것이 중요하다. 본 프로젝트는 컴퓨터 비전 기술과 임베디드 보드를 활용하여 당구 4 구 게임의 최적 해를 계산하는 것을 목표로 한다. 카메라로 당구대를 촬영하여 당구대와 각 색깔 별 공의 위치를 인식하고, 점수를 획득하기 위해 공을 쳐야 할 최적의 방향을 실시간으로 영상에 표시한다.

2. 관련 기술 및 구현 개요

컴퓨터 비전: OpenCV 라이브러리를 이용하여 실시간으로 당구대와 공의 위치를 탐지한다. 당구대의 상하좌우를 고정하고, 카메라의 각도와 상관없이 당구대를 일정한 좌표 평면에 정확히 매핑하여, 당구대 내에서 공의 위치를 찾아낸다.

- 카메라 Calibration

카메라의 렌즈 왜곡을 보정하여 정확한 위치 정보를 얻는다. 이는 당구대와 공의 위치를 올바르게 인식하는 데 필수적인 과정이다. 보정을 위해 체커보드 패턴을 활용한다.

- Hough 변환

이미지에서 주로 직선이나 원을 검출하는 기법으로, 엣지를 검출한 후 특정 형태에 해당하는 위치에 투표하는 방식으로 도형을 인식한다. 이를 통해 당구대와 공과 같은 객체를 효과적으로 탐지할 수 있다.

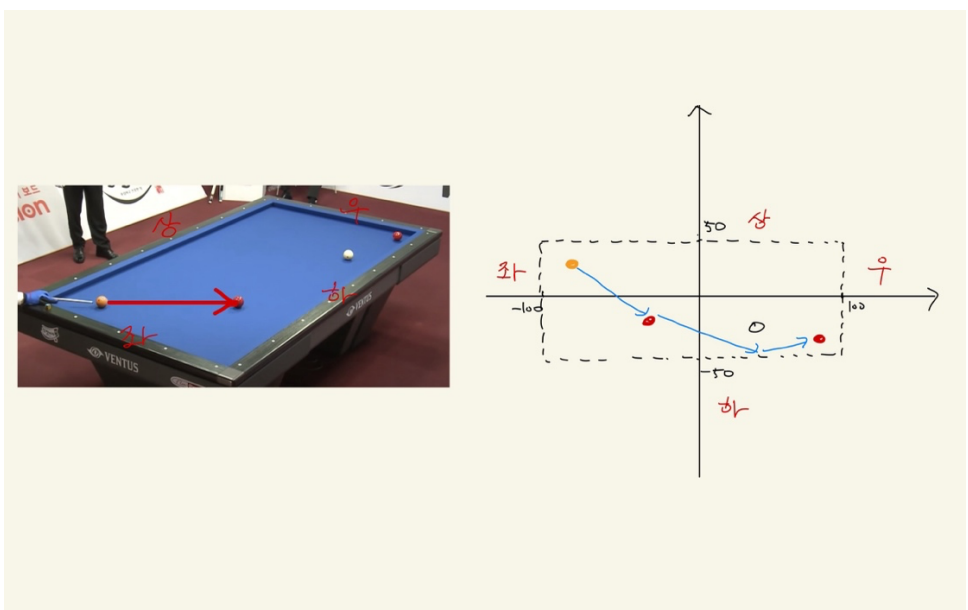
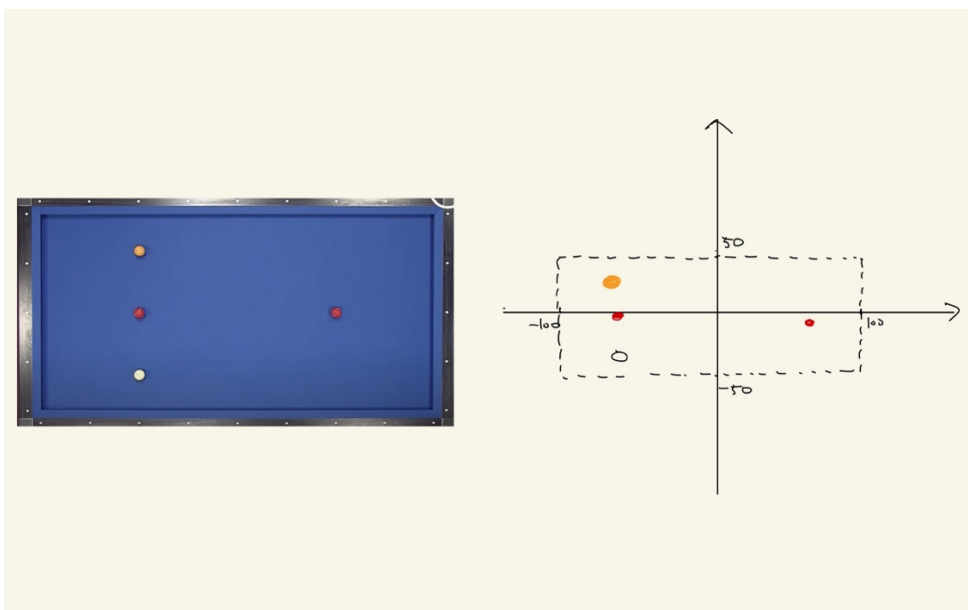
- Object detection – YOLO 모델

YOLO 모델과 색상을 통해 당구대와 공의 위치를 감지한다. 빠르고 정확한 객체 인식이 가능하여 실시간 데이터 처리에 적합하다.

- Perspective transform

당구대 내 각 공의 정확한 위치를 계산하기 위해 카메라 각도에 상관없이 당구대를 위에서 본 것처럼 이미지를 변환한다.

물리 시뮬레이션 및 경로 최적화: 공이 서로 충돌하는 상황과 벽에 반사되는 상황을 고려한 경로 최적화 알고리즘을 사용한다. 이를 위해 물리 시뮬레이션 라이브러리와 경로 탐색 알고리즘을 조합하여, 점수를 획득할 가능성이 높은 경로를 계산하고, 이를 실시간 영상에 시각적으로 표시한다.



3. 현재까지의 진행 상황

시스템 구축: 최초 보고서를 통해, Jetson Xavier 와 카메라로 실시간 영상 분석이 가능한 환경을 구축하였다.

4. 앞으로의 계획

- **YOLO 모델 훈련:** 당구대의 사진 데이터를 생성하여 모델을 훈련한다.
- **당구대 및 공 탐지:** 당구대의 이미지를 Perspective Transform 하여 위에서 바라보는 모습으로 변환한 후, Hough 변환 및 YOLO 모델, 공의 색깔을 사용하여 공의 좌표를 계산한다.
- **경로 계산 알고리즘 개발:** 당구대를 평면 좌표계로 하여, 점수를 획득하기 위해 공을 쳐야 할 방향을 계산한 후, 화면에 방향을 표시한다.

5. 프로젝트의 잠재적 확장성 및 개선 사항

- **새로운 경로 탐색:** 점수를 내기 위한 최적 경로가 여러 개일 수 있다. 여러 경로 중에서 사용자가 선택을 할 수 있도록 기능을 구현할 수 있다.
- **다양한 게임 모드 지원:** 현재는 당구 4 구에 특화된 알고리즘을 개발 중이지만, 추후 3 구나 포켓볼의 다른 당구 게임에도 적용할 수 있는 알고리즘을 개발할 수 있다.
- **더욱 정교한 물리 모델링:** 현재의 경로 계산은 공의 단순한 이동과 충돌을 기반으로 하고 있지만, 추후에는 공의 회전을 고려한 정밀한 모델링을 추가하여 더 현실감 있는 최적 경로 계획 기능을 개발할 수 있다.
- **휴머노이드 로봇:** 당구채를 다룰 수 있는 휴머노이드 로봇에 이 기능을 함께 사용하여 당구를 직접 칠 수 있는 로봇을 개발할 수 있다.

6. 레퍼런스

- https://github.com/Detail-AR/Detail_AR
- Zhengyou Zhang. A Flexible New Technique for Camera Calibration. T-PAMI 2000