

AI와 비전 시스템 기반 수직 다관절형 오목 로봇

이준용, 이성용, 박정섭, 김선혁(지도교수 김우용)

호서대학교 로봇공학과

Department of Robotics, Hoseo University



호서대학교
HOSEO UNIVERSITY

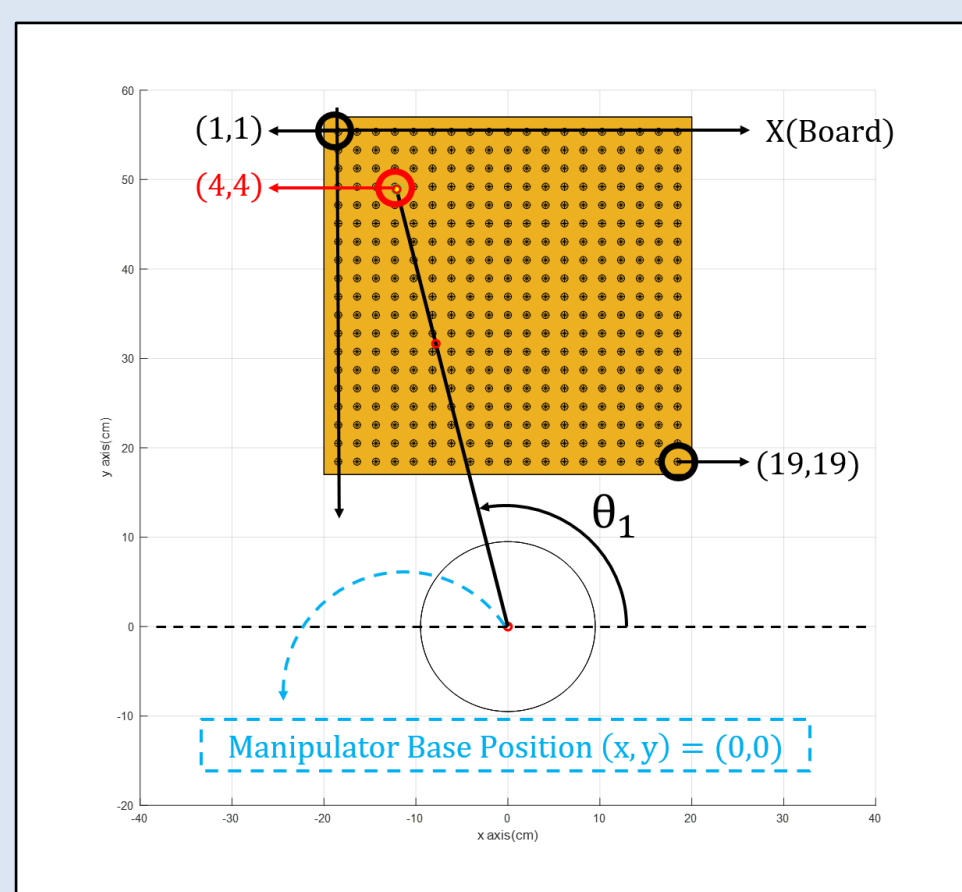
연구목표

- 사용자와 1대1 오목대국이 가능한 오목 로봇 제작
- 오목게임을 진행할 수 있는 대결 플랫폼 제작
- 오목판 격자무늬 포인트에 정확하게 돌을 착수 할 수 있는 제어 시스템 설계

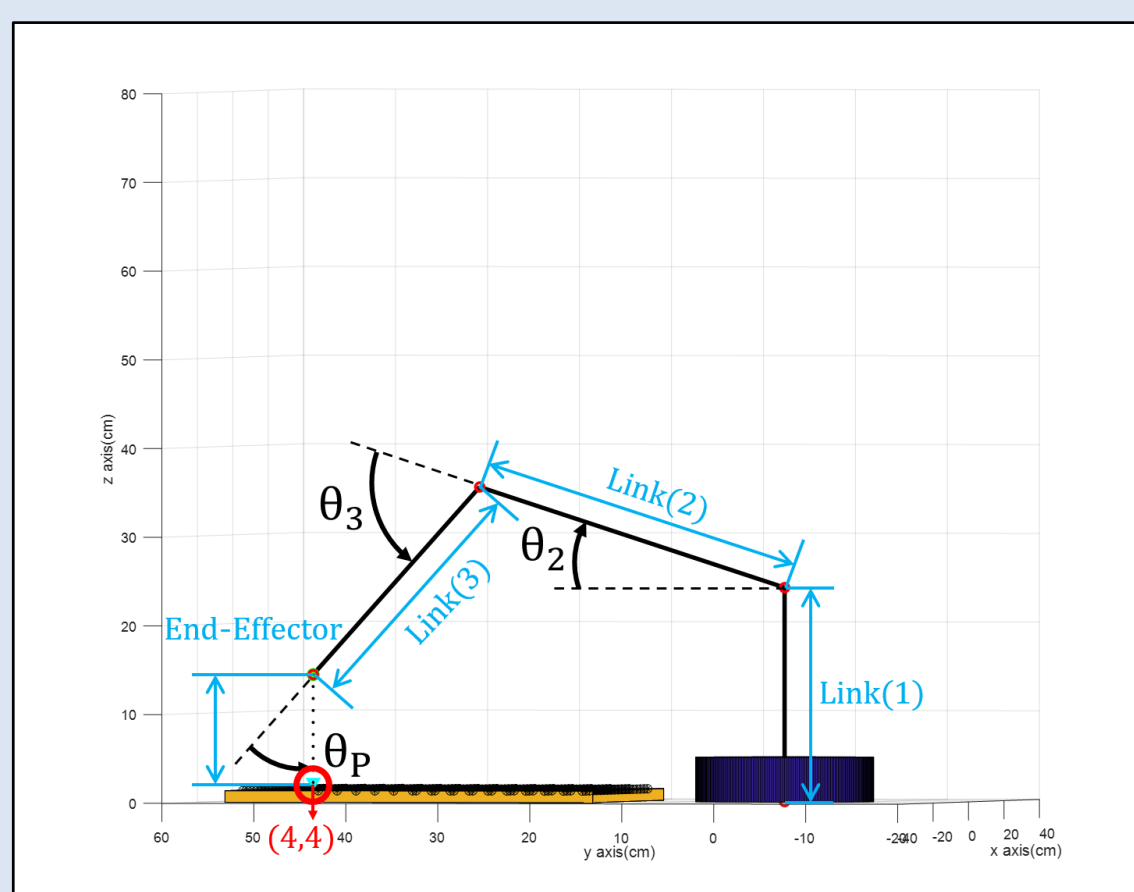
서론

- 오목판 모든 좌표에 돌을 둘 수 있는 5축 로봇팔 설계
 - ✓ DH 파라미터와 매트랩 시뮬레이션을 통한 로봇팔 길이 선정
 - ✓ 유성기어를 활용한 정밀성 및 토크 향상
- 다이나믹셀을 활용한 5축 로봇팔 제어
 - ✓ PID 제어기 설계를 통한 포지션 제어
 - ✓ 5축 로봇팔 제어를 통한 정확한 좌표로의 이동
- CV(Computer Vision)를 활용한 오목판 위의 돌의 좌표 추출
 - ✓ Sobel연산을 이용한 격자무늬 포인트 추출
 - ✓ Template Matching을 이용한 오목돌 감지
- CNN(Convolution Neural)을 활용한 오목 AI 모델 생성
 - ✓ FreeStyle Rule을 적용한 오목 AI 모델 생성
- Pygame을 활용한 UI(User Interface)제작
 - ✓ 승패 판정 및 마우스 클릭 이벤트가 가능한 UI 제공

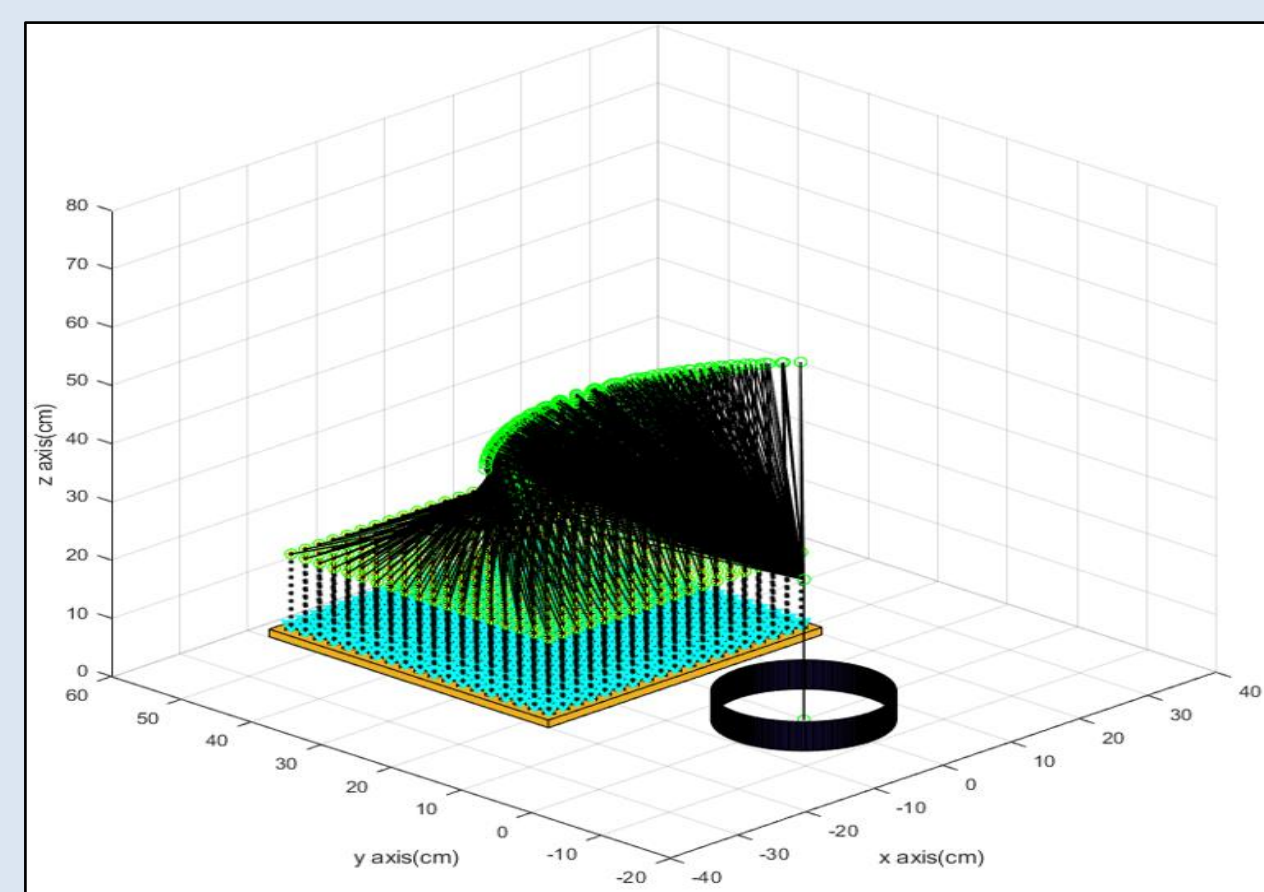
Kinematics



<그림 1>



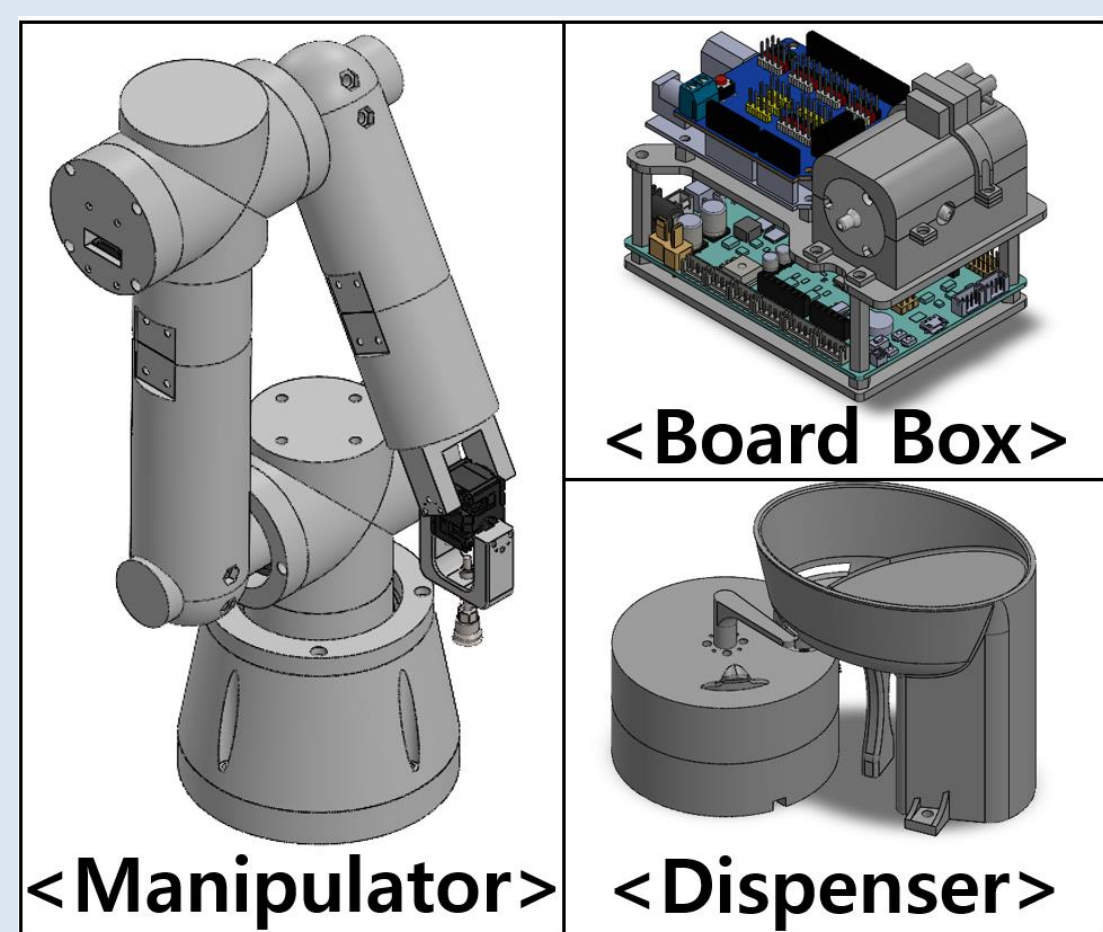
<그림 2>



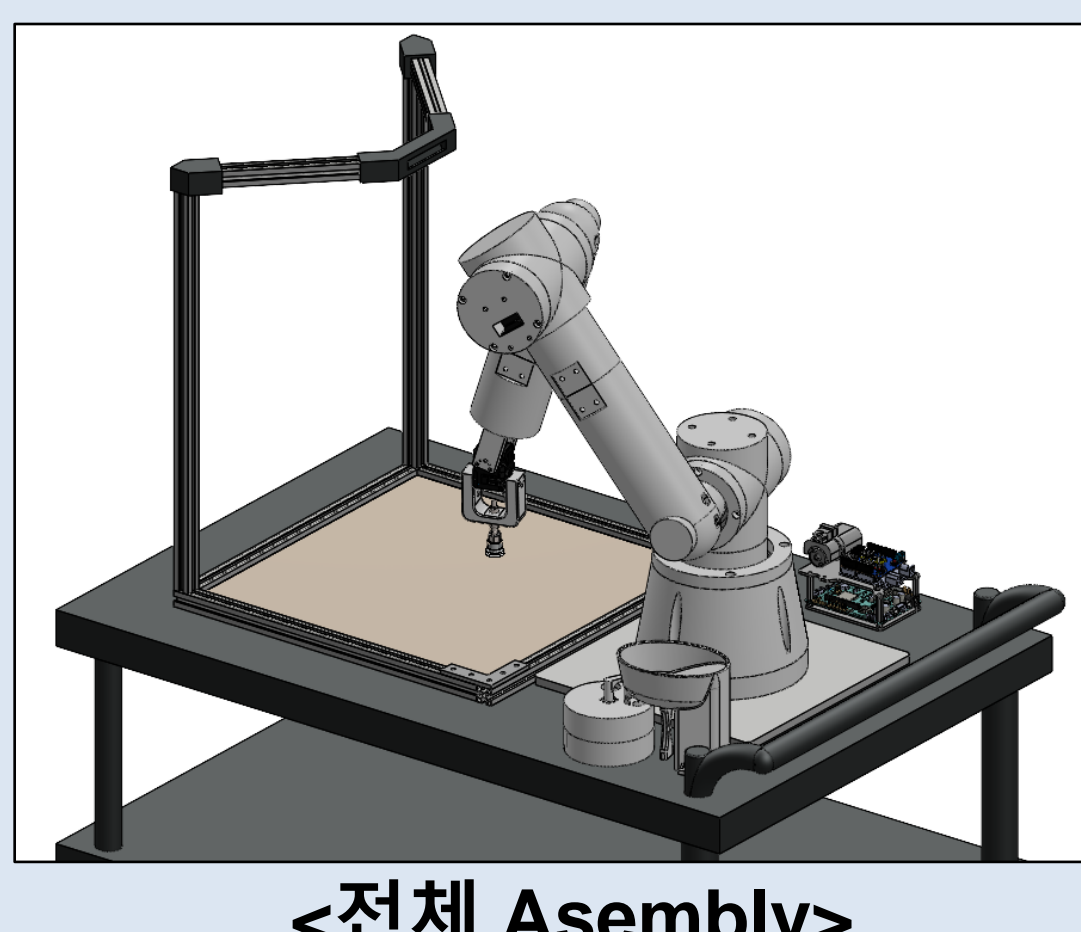
<그림 3>

1. Matlab을 이용하여 경기장에서 구동 가능한 수직 다관절형 로봇팔의 DH 파라미터를 선정
2. 그림1과 2는 오목판 좌표(4,4)의 역기구학 분석을 진행한 뒤, 그 결과를 순기구학을 이용하여 오목판, 로봇팔의 형태를 plot에 시각화
3. 그림 3은 제작된 로봇팔로 오목판의 모든 좌표에 오목돌 착수 가능여부를 시각화

Hardware



<Manipulator> <Dispenser>



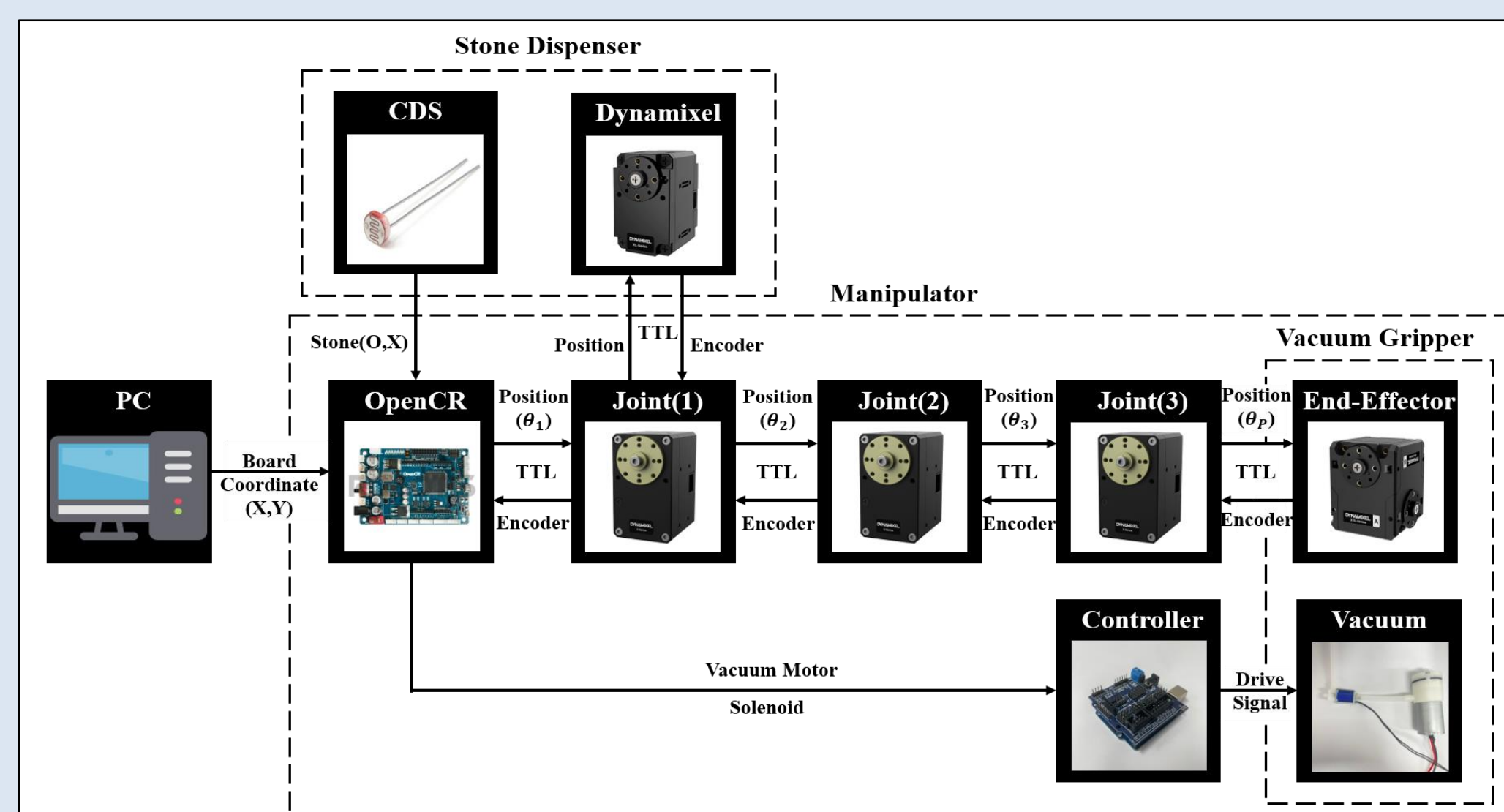
<전체 Assembly>



<실제 외형>

1. 오목돌의 Pick & Place를 위해 5-axis Manipulator를 제작
2. 전체 내부의 구성은 모터와 모터 연결 축이 Manipulator 각 링크에 다이렉트로 연결
3. Joint 2번만 모터 토크 부족으로 Sun gear 기준 6:1 비율의 유성기어를 장착하여 토크 향상
4. Board Box, Dispenser와 함께 오목로봇 전체구성

Firmware



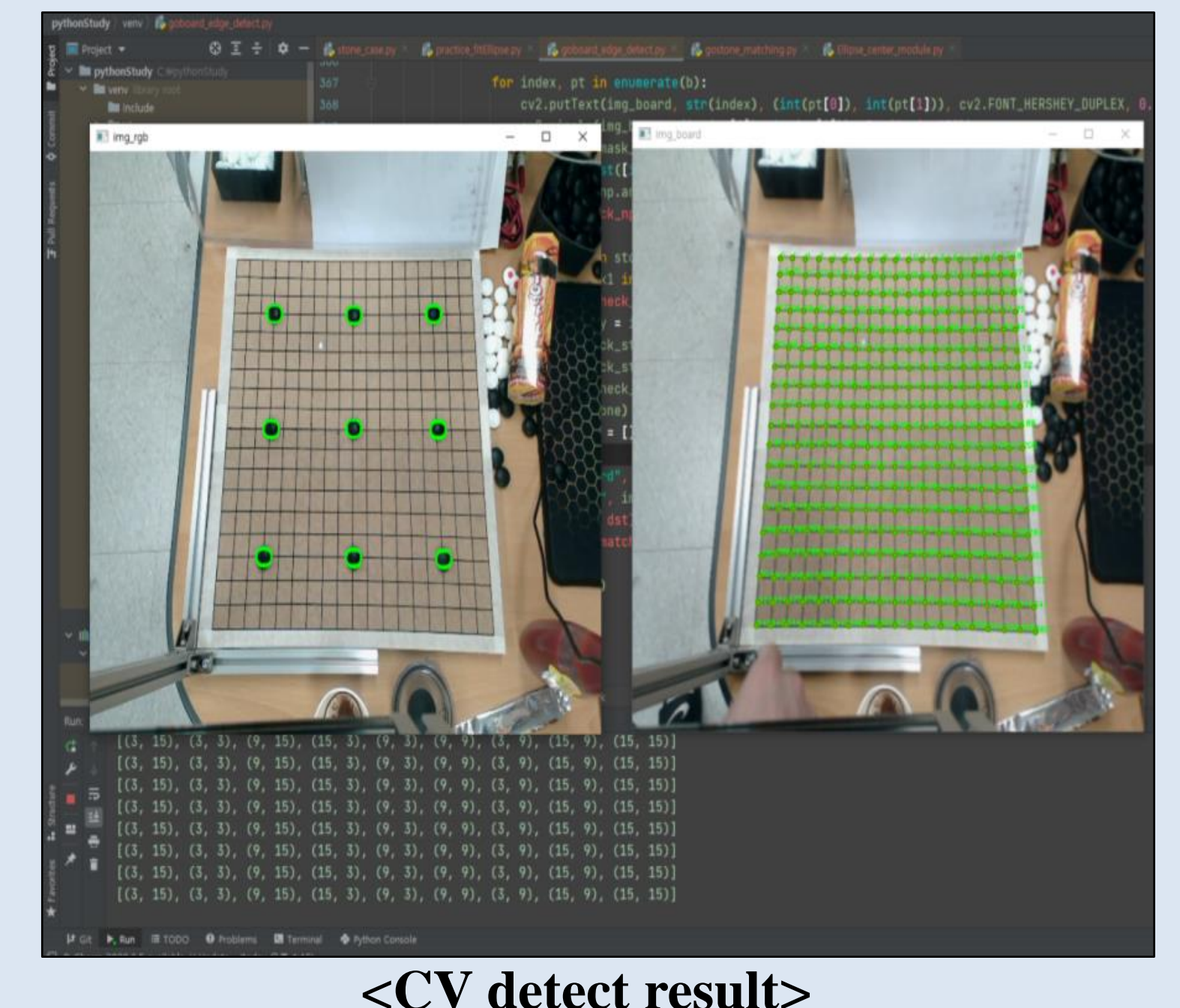
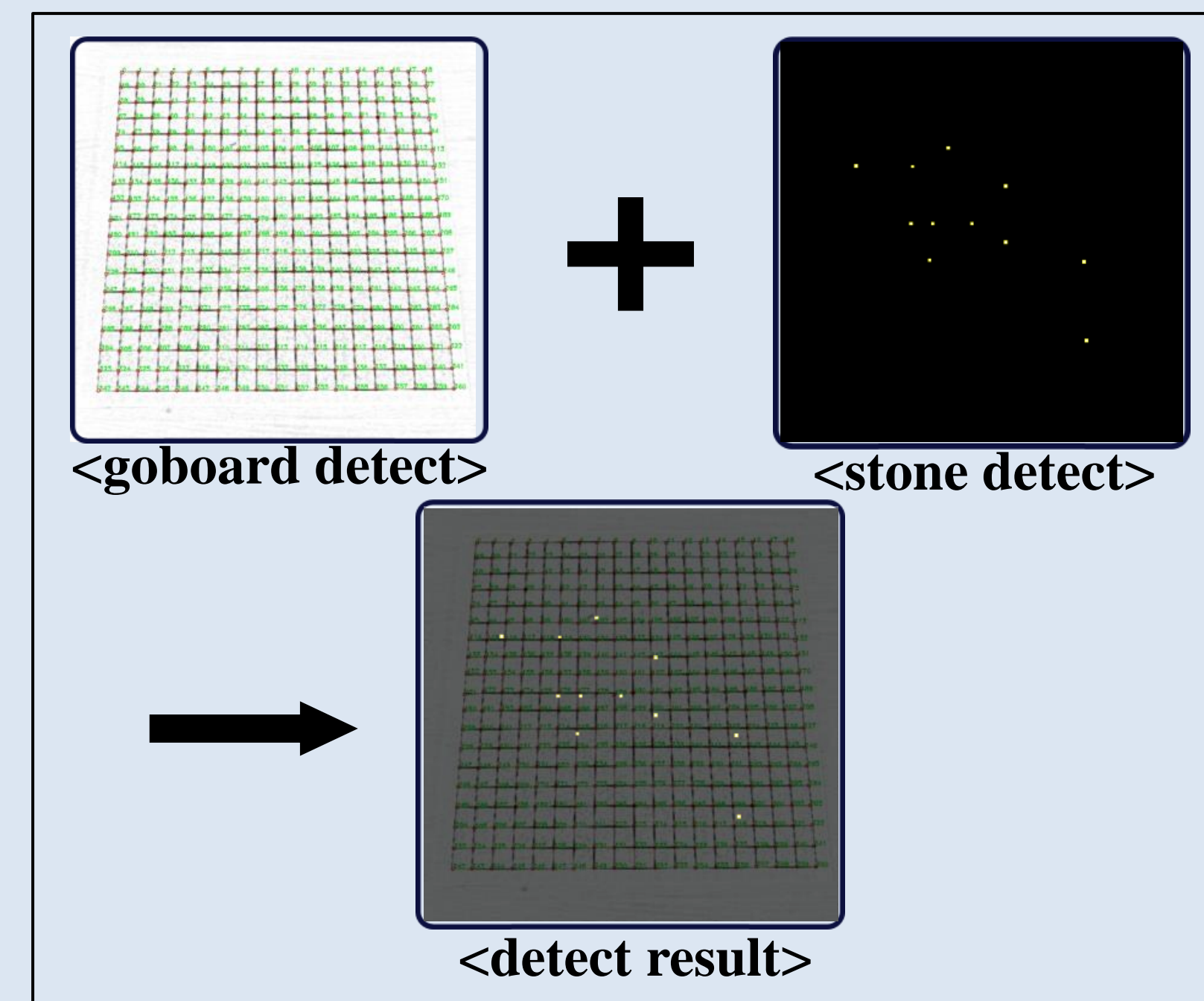
<그림 4>



<그림 5>

1. 그림 4는 오목돌을 착수할 5축 로봇팔과 경기장의 자동화를 위한 오목돌 디스펜서의 전체적인 시스템 개략도
2. 그림 5는 오목 로봇을 구성하는데 사용된 DYNAMIXEL의 정보
3. 로봇팔의 돌 착수에는 다른 좌표에 두어진 오목돌을 피해 지나갈 수 있도록 End-Effector가 지정된 경로를 따라 진행하도록 경로설계를 진행

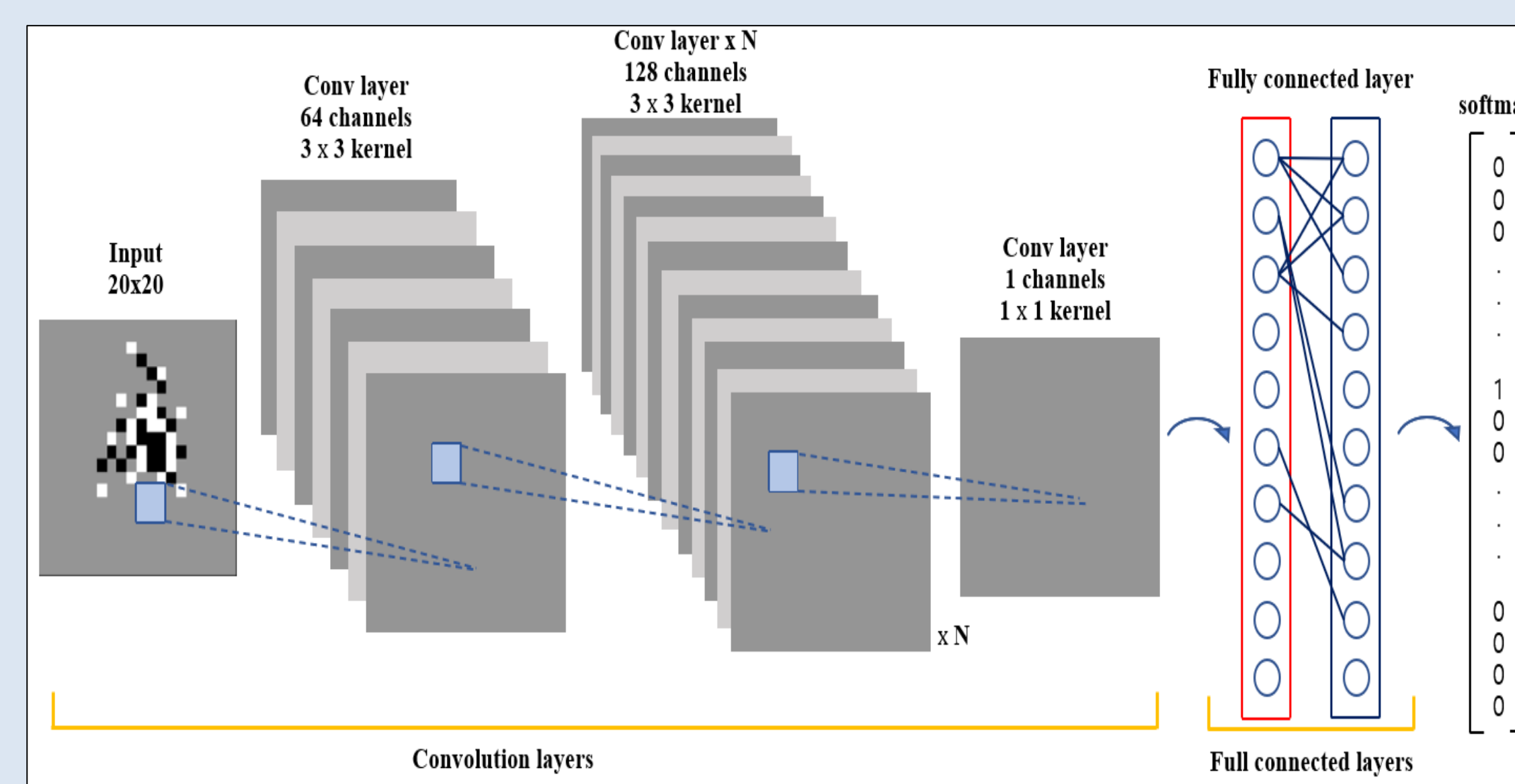
Computer Vision



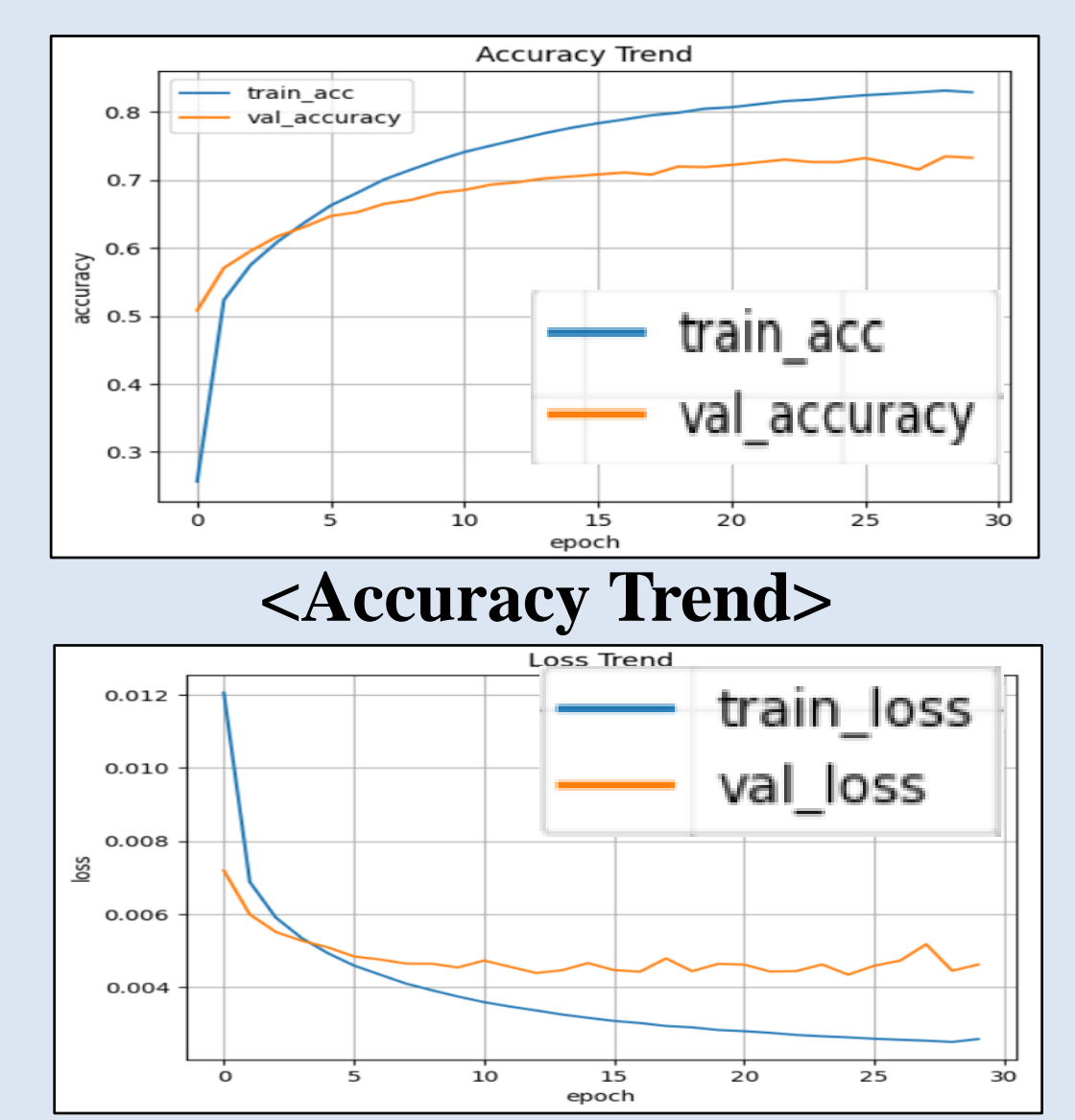
<CV detect result>

1. Sobel연산을 이용한 오목판의 격자무늬 포인트 좌표 탐지
2. Template Matching을 이용한 오목돌 좌표 탐지
3. 포인트와 오목돌 좌표를 비교 연산하여 실제 돌의 착수 좌표 검출

CNN based AI



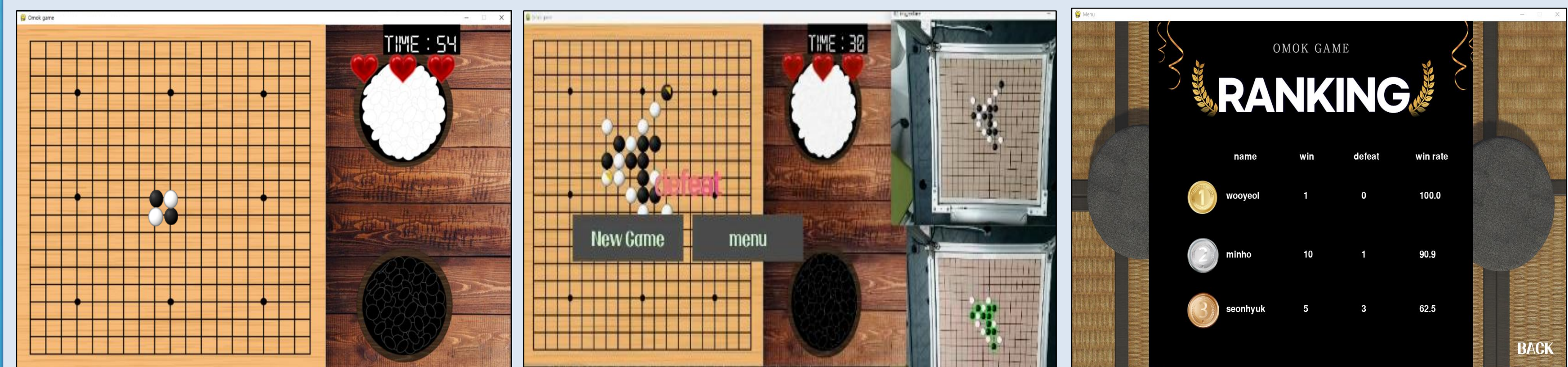
<AI model Layer Configuration>



<Loss Trend>

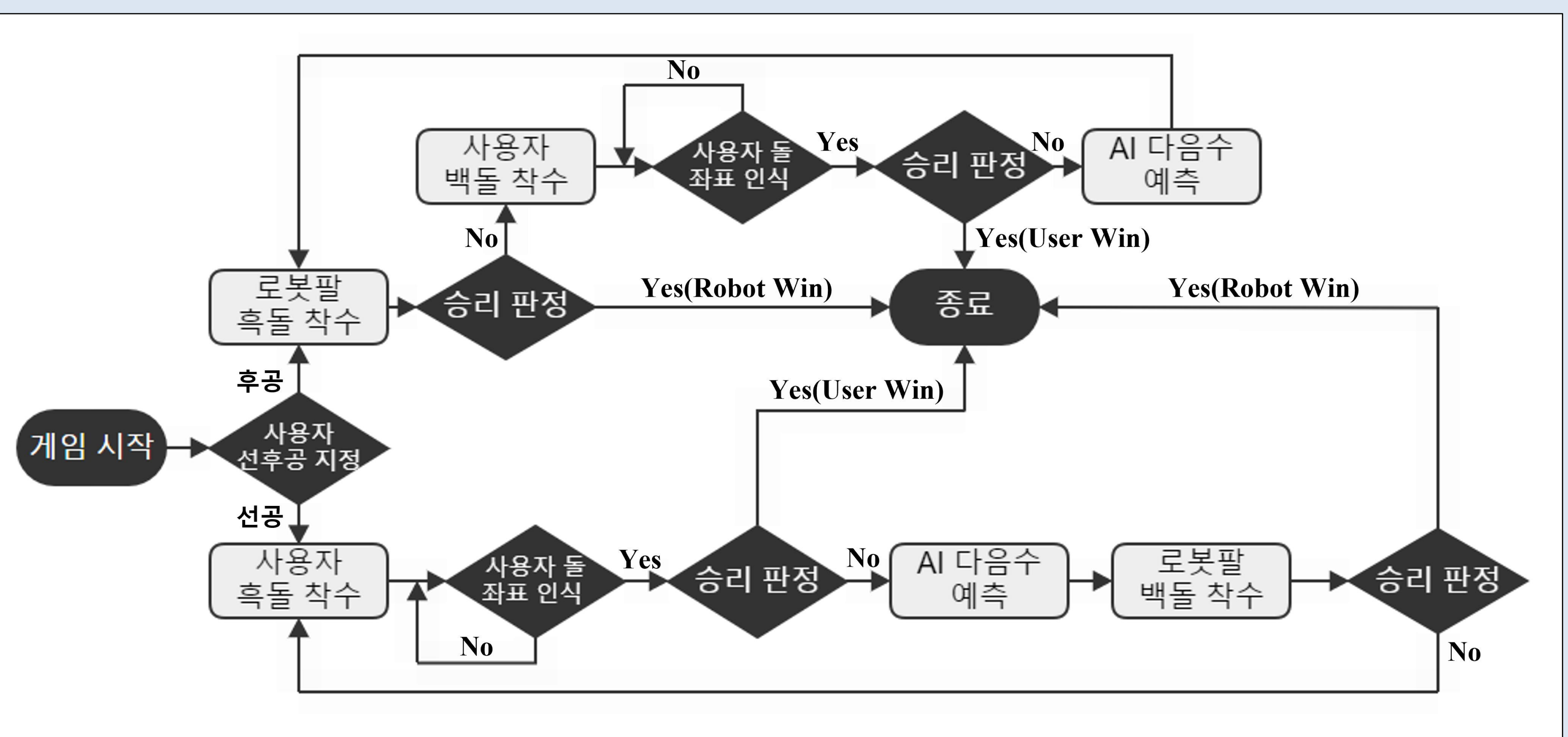
1. Gomocup Freestyle data 전처리를 통한 데이터 확보
2. CNN(Convolution Neural Network)을 활용한 오목 AI 모델 학습 진행
3. 실제 오목이 진행되는 배열을 입력으로 한 AI 모델 성능 검증

Pygame based UI



1. 사용자가 착수한 돌과 AI가 착수한 돌을 UI상에 출력
2. 턴이 끝나면 마다 오목 룰 알고리즘으로 게임 종료 판단
3. 사용자로부터 이름을 입력 받아 ranking system 구현

Omok Robot System



결론

- 오목로봇의 각각의 요소인 Hardware, Firmware, CV, AI, UI를 완성 & 연동
- 로봇과 사용자가 대결이 가능한 오목 로봇 플랫폼 완성
- AI가 융합된 교육 로봇 플랫폼 개발 가능성 제시
- 현재 개발된 모델과 매우 흡사한 바둑과 체스 등 다양한 시스템에 적용 가능