

AI 기반의 배드민턴 셔틀콕 수집 및 자동 정리로봇

기민성¹, 박유혁¹, 이현우¹
¹ 전남대학교 전자공학과 학부생

chopinkcc@gmail.com, scqkrdbgur@naver.com, curio0507@naver.com

AI-based shuttlecock collection and organizing robot

Ki-Min Seong¹, Park-Yu Hyuk¹, Lee-Hyun Woo¹
¹ Dept. of Electronic Engineering, Chonnam National University

요 약

최근 배드민턴 동호인의 증가와 함께 경기 후 셔틀콕 수집 작업의 번거로움이 문제로 제기되고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 AI 기반의 셔틀콕 자동 수집 로봇 시스템을 제안한다. 효과적인 작동을 위해 YOLOv8 모델을 이용해 셔틀콕을 빠르게 인식하고, Turtlebot3 를 활용하여 자동으로 셔틀콕을 수집하는 하드웨어 시스템을 구축하였다. 모델 학습에는 1295 장의 데이터를 사용하여 mAP50-95 0.963 수준의 셔틀콕 인식 성능을 달성했으며, 실제 테스트에서 셔틀콕을 정확하게 인식하고 수집하는 결과를 얻었다.

1. 서론

2017년 대한체육회 통계에 따르면, 약 35만 4천여 명의 동호인들이 배드민턴을 정기적으로 즐기고 있으며, 생활 체육 종목 중에서도 3위에 해당하는 인기 스포츠로 나타났다[1]. 한편, 2023년 국민생활체육 조사에 따르면, 50대의 16.1%, 60대의 19.2%가 배드민턴 동호회에 가입하고 활동한다고 응답하여 나이와 관계 없이 즐기는 대표적인 생활 스포츠로 자리 잡았음을 알 수 있다[2].

하지만 배드민턴 경기 후 셔틀콕을 줍는 것은 여전히 수작업에 의존하고 있어 번거롭다는 인식이 있으며, 특히 고령이거나 신체적으로 불편한 사람들에게 허리를 숙이는 수집 과정이 큰 부담으로 작용할 수도 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 셔틀콕을 자동으로 수집하고 정리하는 로봇을 개발하고자 한다. 이를 위해 카메라와 YOLO 모델을 이용하여 셔틀콕을 실시간으로 인식하고, 해당 위치로 이동하여 자동으로 셔틀콕을 수집하는 시스템을 구현한다.

2. YOLO 기반 셔틀콕 인식 시스템

YOLO(You Only Look Once)는 CNN 기반의 이미지 인식 모델로, 다른 알고리즘 대비 빠른 속도가 특징이며 미리 학습된 상황과 크게 달라진 환경에서도 높은 이미지 인식 정확도를 보인다.[3] YOLO의 8번째 버전인 YOLOv8은 총 다섯 종류의 사이즈로 배포되며, 본 연구에서는 그중 가장 사이즈가 작은 YOLOv8n 모델을 선정하여 빠른 속도로 셔틀콕을 인

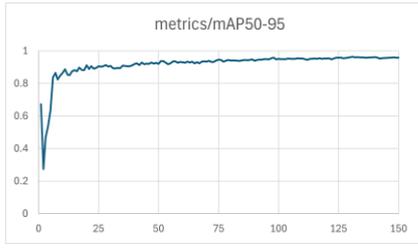
식하는 것을 목표로 했다.

학습에 사용된 데이터셋은 Roboflow 에 공개된 'badminton' 셋으로, 총 1,295 장의 이미지로 구성되어 있다. 이 데이터셋은 YOLOv8 모델의 요구사항을 만족하도록 구성되어 있으며, 데이터 증강 기법인 Mosaic 이 미리 적용되어 별도의 전처리 과정 없이 사용할 수 있었다.

학습에 사용된 하드웨어는 RTX3080Ti GPU 가 장착된 PC 이며, 이미지 1,295 장 중 1146 장을 Train, 116 장을 Validation, 33 장을 Test 로 분류하여 학습하였다.

모델 성능을 최적화하기 위해 학습 반복 횟수 (epoch)별로 mAP(mean Average Precision)50-95 값을 분석하였다. 그 결과, epoch=110 을 기점으로 성능 향상이 미미해졌으며, 과도한 epoch 값은 학습 시간 대비 효율이 낮아짐을 확인했다. 따라서, 최적의 성능을 보인 epoch=150 에서 학습을 종료하고 학습 중 가장 높은 성능을 보인 'best.pt' 모델을 추출하여 실험을 진행하였다.

(그림 2)는 직접 촬영한 사진으로 모델을 실험한 결과이다. 플라스틱 셔틀콕과 비슷한 색상의 물체를 여러 개 배치했음에도 셔틀콕을 정확하게 인식했다. 구석에 셔틀콕이 있을 경우를 가정한 저조도 환경 실험에서도 정확하게 인식했다. 이를 통해 모델의 높은 정확도를 확인했다.



(그림 1) epoch 값에 따른 mAP50-95 결과



(그림 4) 셔틀콕 수집장치 시험제작



(그림 2) 셔틀콕 인식 실험

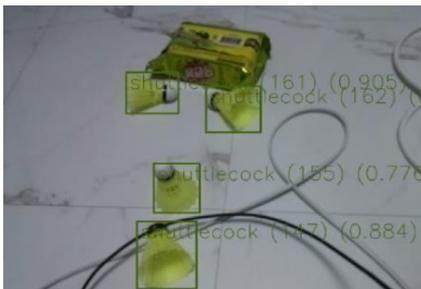
3. 하드웨어 구현

셔틀콕을 수집하는 하드웨어는 TurtleBot3 Burger 로봇을 기반으로 구성했다. 터틀봇은 라즈베리파이 4B로 제어되고, 여기에 라즈베리파이 카메라 모듈 V2를 연결하여 영상을 촬영한다. 이 영상을 같은 네트워크상의 컴퓨터에 실시간 무선으로 전송한 뒤, 컴퓨터에서 YOLOv8 모델을 구동한다. 여기서 셔틀콕이 발견되면 터틀봇을 제어한다.

셔틀콕을 수집하는 부분은 터틀봇 전방에 브러시를 장착하고, 그 뒤에 폴리와 고무줄을 연결해 구성했다. 브러시는 회전하며 셔틀콕을 고무줄이 연결된 경사로로 밀어내고, 고무줄을 회전시켜 셔틀콕을 보관함으로 옮긴다. 이를 통해 셔틀콕을 신속하게 수집 및 보관할 수 있다.

(그림 3)은 터틀봇에 연결된 카메라로 촬영한 실시간 영상이다. 앞선 실험에서 학습시킨 YOLO 모델을 적용하여 셔틀콕을 성공적으로 인식하였고, 그 결과를 초록색 박스로 출력했다.

(그림 4)는 셔틀콕 수집 장치 시제품의 사진이다. 터틀봇에 브러시와 고무줄과 같은 요소를 연결하여 셔틀콕을 기타 이물질과 분리해 수집할 수 있도록 설계했다.



(그림 3) 실시간 인식 실험

4. 효용성 및 기대효과

체육관에서 단체로 배드민턴을 즐기는 경우 셔틀콕을 네트 주변이나 손이 닿는 곳에 쌓아두고 치는 경우가 많다. 선수는 보통 경기 중 더 이상 사용하지 않는 공을 한쪽으로 밀어내고 나중에 정리하기 때문에 이를 미리 로봇으로 수거하면 경기 흐름을 더욱 원활하게 하면서도 특히 고령자와 장애인 선수들의 신체적 부담을 줄일 수 있을 것이다.

나아가, 모델 학습 데이터를 적절히 변경한다면 셔틀콕이 아닌 다른 물체도 인식할 수 있으므로 탁구, 테니스 등 배드민턴이 아닌 다른 스포츠에도 같은 기술을 적용할 수 있다. 이를 통해 공을 줍는 단순 반복작업을 줄여 운동을 즐기는 사람들의 부담을 덜어 줄 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 AI 기반 셔틀콕 수집 시스템을 구현하고, 실험을 통해 그 성능을 검증하였다. YOLOv8 모델은 적은 학습 횟수에도 불구하고 높은 정확도를 보였으며, 빠른 인식 속도와 뛰어난 실시간 영상 처리 성능을 발휘했다. 이를 TurtleBot3와 결합하여 셔틀콕을 성공적으로 인식하고 수집할 수 있었다.

향후 연구에서는 연구 결과를 배드민턴 이외의 다른 종목에도 적용하기 위한 하드웨어 장치를 고안할 예정이다. 기본 뼈대는 유지하고, 각 스포츠에 맞는 수집 장치를 상황에 따라 변경할 수 있도록 해 장비 수거의 번거로움을 줄여 더욱 편리하게 스포츠를 즐길 수 있는 환경을 만들 수 있을 것으로 기대된다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 이유진, “생활체육 대세...우리 동네 ‘배드민턴’”, KBS 뉴스, 2017. [Online]. Available: news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=3412042.
- [2] 문화체육관광부, “2023년 국민생활체육조사,” 2023. [Online]. Available: <https://www.mcst.go.kr/>.
- [3] Redmon, J.; Divvala, S.; Girshick, R.; Farhadi, A. You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, 27–30 June 2016; pp. 779–788