

컴퓨터 비전을 활용한 배드민턴 스윙 진단 서비스*

유창현⁰, 박상근

경희대학교 소프트웨어융합학과

jakey1110@naver.com, sk.park@khu.ac.kr

Badminton Swing Diagnosis Service Using Computer Vision

Changhyun Yoo⁰, Sangkeun Park

Department of Software Convergence, Kyung Hee University

요 약

배드민턴은 누구나 쉽게 즐길 수 있는 스포츠로 인기 있는 종목이다. 하지만 올바른 자세로 스윙하지 않으면 부상의 위험이 있다. 올바른 자세를 위해서 개인 지도를 받기에는 비용과 시간이 소모된다. 따라서 본 연구에서는 자세 추정 모델과 객체 인식 모델을 활용해 배드민턴 스윙에 대한 개인화된 진단을 제공하는 웹서비스를 구현했으며, 사용자 스테디를 통해 본 연구에서 제시한 스윙 진단 모델이 본인의 자세 교정을 통한 배드민턴 실력 향상에 도움이 될 수 있음을 확인했다.

1. 서 론

2018년 기준, 국내 배드민턴 인구가 약 320만 명에 달할 정도로, 배드민턴은 생활 스포츠로 깊이 자리 잡고 있다[1]. 배드민턴은 라켓과 셔틀콕만 있다면 어디서든 즐길 수 있다. 하지만 셔틀콕을 향해 팔을 크게 휘두르는 동작을 장시간 반복하면 어깨에 과부하가 걸릴 수 있으며, 셔틀콕을 스윙하는 과정에서 잘못된 스윙 동작으로 허리 부상도 흔히 발생한다[2]. 부상을 방지하기 위해서 올바른 배드민턴 스윙의 기본기를 다지는 것은 매우 중요하다.

올바른 배드민턴 자세 학습 등, 실력 향상을 위해 배드민턴 유튜브 콘텐츠를 즐겨 찾는 사람도 나날이 증가하고 있다[3]. 유튜브를 통한 학습은 쉽게 무료로 접할 수 있다는 장점이 있지만, 본인의 자세에 대한 개인화된 진단을 받을 수 없다. 실력 향상을 위해 개인 지도를 받는 방법도 있지만, 개인 지도는 큰 비용이 들며, 정기적으로 시간을 투자해야 한다는 단점이 있다.

본인의 운동 영상을 직접 촬영하고, 이를 통해 스스로 자세 교정 효과를 거두는 데 도움을 주기 위한 다양한 연구가 수행되었다. 특히 요가, 야구, 배드민턴, 배구 등 다양한 종목에서 자세 추정 모델로 추정된 관절 좌표를 활용해 자세를 진단하는 연구가 수행되었다[4, 5, 6, 7]. 하지만 시각적인 피드백을 제공하지 않아서, 사용자가 본인의 어떤 부분을 개선해야 하는지 쉽게 이해하기 어려우며, 공이 타격 또는 타구 되는 순간의 자세를 정확하게 잡아내기보다는 전체적인 흐름 속에서 자세를 진단한다는 한계가 존재한다.

따라서 본 연구에서는 셔틀콕 인식 모델과 알고리즘, 자세 추정 모델을 활용해, 비용과 시간을 크게 들이지 않고도 본인의 스윙 자세를 진단하여 부상을 방지할 수 있는 배드민턴 스윙 진단 웹서비스를 구현했으며, 사용자 스테디를 통해 본 연구에서 제안하는 스윙 진단에 대한 활용성을 검증한다.

2. 관련 연구

자세 추정 모델을 스포츠에 접목하여 올바른 자세를 진단하는 다양한 연구가 수행되었다. Chiddarwar et al. [4]은 실시간으로 정적인 요가 자세를 추정해 올바른 자세인지 알려주는 연구를 수행했으며, Yung-Che Li et al. [5]은 야구에서 동적인 스윙 영상을 자세 추정해 스윙이 올바르게 이루어졌는지 진단했다. Promrit and Waijanya[6]는 배드민턴에서 동적인 스윙에 대한 실시간 자세 추정을 통해 해당 스윙 자세가 올바르게 수행되었는지 알려준다.

자세 추정 모델을 활용해서 스포츠의 올바른 자세를 교육하기 위한 연구도 존재한다. 예를 들어, 앱을 활용해 배구 영상을 촬영하면서, “무릎을 낮춰서 다시 노력해 봐” 등의 실시간 음성 피드백을 제공하여 자세를 교정하는 연구가 있다[7].

사용자가 본인의 잘못된 자세를 스스로 확인하면 자세 교정에 큰 도움이 될 수 있다. 하지만 기존 연구들은 동적인 스포츠 스윙에서 어떤 부분이 잘못됐는지 사용자에게 시각화하여 제공하지 않아서 자세 교정에 어려움이 있다. 배드민턴과 같이, 빠른 공(셔틀콕)을 타격하는 경우 타격 순간의 자세도 중요하다. 기존의 스포츠 자세 진단 연구는 공을 타격 또는 타구하는 순간보다 전체적인 흐름 속에서 자세를 진단한다는 한계점이 있다.

본 연구에서는 배드민턴 스윙에서 사용자가 더 직관적으로 자기 스윙의 문제점을 인식하고, 개선이 필요한 부분을 이해함으로써 빠르게 스윙의 문제점을 개선할 수 있도록 진단 항목에 대한 사용자의 스윙 상태를 보여주는 스윙 프레임을 찾아 보여주었다. 또한, 셔틀콕 인식 모델을 구축하고, 이를 활용해 알고리즘을 구현하여 전체적인 흐름 속에서 자세를 진단하지 않고, 셔틀콕이 타격 되는 순간을 인식하여 그 순간의 자세를 진단했다.

* “본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 2024년도 SW중심대학사업의 결과로 수행되었음”(2023-0-00042)

3. 시스템 설계 및 구현

3.1. 진단 항목 선정

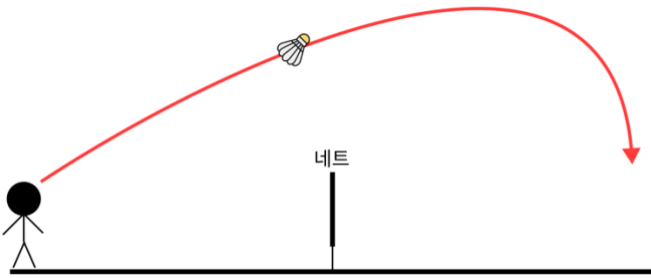


그림 1. 배드민턴 하이클리어 스트로크

배드민턴의 기본 스트로크 방법으로 하이클리어, 스매시, 헤어핀, 드롭, 드라이브, 푸시까지 총 6가지가 있다. 이 중 하이클리어는 [그림 1]과 같이 셔틀콕을 상대에게 최대한 높게, 멀리 보내는 배드민턴 스트로크로 가장 기본이 되는 스트로크이다. 하이클리어의 질을 높이는 것이 배드민턴 실력에 있어 가장 중요하기 때문에 본 연구에서는 배드민턴 스윙 자세 진단 대상으로 하이클리어 스트로크를 선정했다. 본 연구에서는 송주호[8]가 제안한 스트로크 구분 동작 단계를 기반으로 7가지 진단 항목을 선정했다. 진단 항목은 ① 스윙 어깨와 팔의 삼각형 유지, ② 보조 팔동작, ③ 백스윙 자세, ④ 타격 위치, ⑤ 타격 시 팔꿈치 펴짐 여부, ⑥ 타격 후 팔꿈치 펴짐 여부, ⑦ 타격 시 손목 사용 여부이다.

3.2. 유사도 기반 자세 진단

표 1. 유사도 기반 자세 진단 방법

진단 항목	정답 사진	평가 방법
① 스윙 어깨와 팔의 삼각형 유지	라켓을 머리 위로 올리는 동작	관절 유사도
② 보조 팔동작		관절 위치 관계
③ 백스윙 자세	라켓이 최대로 백스윙 된 순간	관절 유사도

위에서 제시한 진단 항목 중 ① 스윙 어깨와 팔의 삼각형 유지, ② 보조 팔동작, ③ 백스윙 자세는 셔틀콕 타격이 이루어지기 전의 자세이다. 따라서 유사도를 기반으로 자세를 진단했다. 먼저, [표 1]과 같이 진단 항목을 진단하기 위한 두 개의 정답 사진을 전 배드민턴 국가대표인 장수영 선수의 강영상¹에서 추출했다.

사용자의 스윙 영상에서 두 정답 사진과 유사한 프레임을 찾기 위해 사용자 스윙 영상의 각 프레임과 추출했던 두 정답

사진 프레임을 자세 추정 오픈소스 프레임워크인 MediaPipe²를 활용해 관절 위치를 추정했고, 각 프레임 중 두 정답 자세와 가장 유사한 두 프레임을 찾았다. 그리고 사용자의 스윙 영상에서 찾은 두 프레임에 대해 [표 1]의 각 진단 항목에 대한 평가 방법을 활용해 각 항목을 진단했다. 진단 항목 ①, ③은 유사도가 70 초과 100 이하면 ‘좋아요’, 40 초과 70 이하면 ‘아쉬워요’, 40 이하면 ‘나빠요’로, 진단 항목 ②는 보조 팔의 어깨 높이가 손목과 팔꿈치 높이의 평균보다 높으면 ‘좋아요’, 낮으면 ‘나빠요’로 평가했다.

유사도 기반 자세 진단의 경우 일반적으로 정답 자세와 유사한 자세를 잘 찾아냈지만, 빠른 동작 또는 기타 요인으로 인해 관절의 위치가 제대로 식별되지 않는 경우 정답 자세와 거리가 먼 자세를 유사한 자세로 판단하기도 했다.

3.3. 셔틀콕 인식 모델을 활용한 자세 진단

표 2. 셔틀콕 인식 모델을 활용한 자세 진단 방법

진단 항목	진단 사진	평가 방법
④ 타격 위치	타격 순간 프레임	관절 각도
⑤ 타격 시 팔꿈치 펴짐 여부		
⑥ 타격 후 팔꿈치 펴짐 여부	타격 후 프레임	
⑦ 타격 시 손목 사용 여부		

제시한 진단 항목 중 ④ 타격 위치, ⑤ 타격 시 팔꿈치 펴짐 여부, ⑥ 타격 후 팔꿈치 펴짐 여부, ⑦ 타격 시 손목 사용 여부는 셔틀콕의 타격 순간과 관련이 있다. 따라서 셔틀콕의 타격 순간을 인식하기 위해서 셔틀콕 및 라켓 인식 모델을 구축했다. 모델을 구축하기 위해서 자유 낙하하는 셔틀콕과 실제 하이클리어 스트로크 영상을 직접 촬영해 4,302장의 프레임으로 전처리했고, 전처리한 프레임의 셔틀콕과 라켓을 사진 데이터를 활용해 객체를 라벨링, 훈련, 배포할 수 있는 솔루션을 제공하는 Roboflow³를 활용해 라벨링 했다. 라벨링 한 데이터를 Train, Test, Validation Set으로 8:1:1로 분할하고, YOLOv8⁴ 모델을 활용해 훈련을 진행했다. Test Set에 대한 모델의 셔틀콕에 대한 F1-score는 0.968로, 셔틀콕을 예측하는 데 좋은 성능을 보임을 확인했다.

사용자의 스윙 영상에서 찾은 타격 순간, 타격 후 프레임에 대해 [표 2]의 각 진단 항목에 대한 평가 방법으로 각 진단 항목을 진단했다. 진단 항목 ④, ⑤, ⑥의 경우 세 관절의 각도가 특정 각도보다 크면 ‘좋아요’, 그렇지 않으면 ‘나빠요’로 평가했고, 진단 항목 ⑦의 경우 타격 전과 후에 관절이 이루는 각도의 방향이 변했으면 ‘좋아요’, 그렇지 않으면 ‘나빠요’로 진단했다.

¹ <https://youtu.be/NncMe2-IEIQ?si=zJSmHn2259W80FGv>

² <https://developers.google.com/mediapipe>

³ <https://roboflow.com>

⁴ <https://docs.ultralytics.com/ko>

3.4. 배드민턴 스윙 자세 진단 웹서비스 구현

자세 진단 모델의 활용성을 검증하기 위해 배드민턴 스윙 진단 서비스를 개발했다. Flask⁵와 Vue.js⁶, 자세 추정 모델, 셔틀콕 인식 모델을 활용해 입력한 스윙 영상에 대한 진단 결과를 사용자에게 보여줄 수 있도록 웹서비스를 구현했다.

사용자의 스윙에 대한 평가뿐만 아니라, [그림 3]과 같이 각 진단 항목에 대한 ‘자세히 보기’ 기능을 통해 각 진단 항목에 대한 사용자의 스윙 상태를 사진으로, 올바른 스윙 예시를 동영상으로 보여준다.

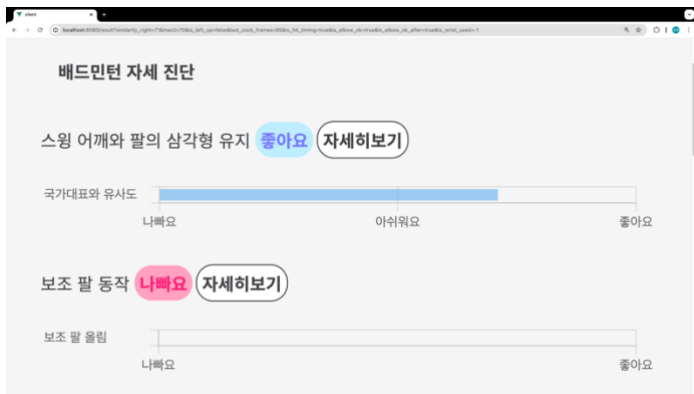


그림 2. 진단 결과 화면



그림 3. 자세히 보기 화면

4. 사용자 스터디

대학생과 직장인 20대 남자 3명을 대상으로 사용자 스터디를 진행했다. 참여자별로 하이클리어 스트로크를 10번 수행하는 동영상을 촬영한 후, 해당 장면만 편집해 스윙 자세를 진단받도록 하고, 서비스 사용 경험을 인터뷰했다.

참여자 모두 진단 결과가 합리적이라는 것에 동의했다. 그 이유로 “실제 스윙 시 셔틀콕이 원하는 위치로 잘 가거나 라켓에 정확히 맞은 스윙에는 좋은 판단을 줘 합리적으로 느꼈다.”, “충분한 근거를 들어 문제점을 파악하고 지적해주는 점이 좋다.” 등이 있었다. 서비스의 진단이 배드민턴

실력을 향상하는데 도움이 된다는 것에도 모두 동의했다. 그 이유로는, “개인별로 문제점을 알려주고, 올바른 예시와 본인의 자세를 비교해 주는 것이 자세를 교정하는데 도움이 된다.”, “진단이 세분되어 내가 신경 쓰지 못한 부분, 모르고 있었던 부분을 알게 됐다.” 등이 있었다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구를 통해 기존 연구에서 제시하지 못한 스윙 순서에 따른 각 진단 결과를 시각화하여 제시할 수 있었으며, 셔틀콕 인식 모델과 알고리즘을 통해 스윙의 전체적인 흐름 속에서 진단하지 않고, 타격 순간에서의 진단을 제시하였다. 웹서비스 구현을 통해 사용자의 스윙 분석 결과를 제시하고, 사용자 스터디를 통해 이 연구의 활용성을 확인하였다. 추후 연구로, 셔틀콕 객체 추적, 자세 추정 정확도 향상 등을 통해 보다 개선된 사용자의 자세 학습 기능을 제공할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 주승호, “배드민턴 시장은 작다? 320만 노리는 스타트업”, 2018, <https://www.venturesquare.net/769080>
- [2] 한희준, “배드민턴 즐기는 여성 늘었다던데... 주의해야할 점 뭘까?”, 2024, https://m.health.chosun.com/svc/news_view.html?contid=2024032600934
- [3] 최문정, “[인플루언서 프리즘] “기본기 알려줄게”... 배드민턴 유튜브 ‘인기’”, 2023, <https://news.tf.co.kr/read/livingculture/1996519.htm>
- [4] Chiddarwar et al., “AI-Based Yoga Pose Estimation for Android Application”, International Journal of Innovative Science and Research Technology, Vol. 5, No. 9, pp. 1070-1073, 2020.
- [5] Yung-Che Li et al., “Baseball Swing Pose Estimation Using OpenPose”, 2021 IEEE International Conference on Robotics, Automation and Artificial Intelligence, pp. 6-9, 2021.
- [6] Promrit and Waijanya, “Model for Practice Badminton Basic Skills by using Motion Posture Detection from Video Posture Embedding and One-Shot Learning Technique”, AICCC '19: Proceedings of the 2019 2nd Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference, pp. 117-124, 2019.
- [7] 이원익, “초등학교 배구 수업에서 인공지능 자세추정 앱을 적용한 교육적 효과 탐색”, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문, 2023.
- [8] 송주호, “배드민턴 클리어와 드롭 동작에 대한 운동학적 분석”, 한국운동역학회지, Vol. 13, No. 3, pp. 217-229, 2003.

⁵ <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>

⁶ <https://vuejs.org>