

컴퓨터 비전과 딥러닝 라이브러리 기반 골퍼 자세 판단 및 코칭 시스템

변우진*, 심영선*, 유혜승*, 강석훈**

*인천대학교 임베디드시스템공학과

**인천대학교 임베디드시스템공학과 지도교수

assent123@naver.com, vb03090@gmail.com, hyeseung0124@gmail.com, hana@inu.ac.kr

Implementation of Computer Vision and Deep Learning-Based Golfer Pose-Estimation System And Coaching System

Woo-Jin Byeon*, Young-Seon Shim*, Hye-Seung You*, Seokhun Kang**

*Dept. of Embedded Engineering, In-Cheon University

**Dept. of Embedded Engineering, In-Cheon University Adviser: Prof.

요 약

본 논문에서는 골퍼의 자세 교정을 위해 레슨 프로 혹은 코치가 수행하는 교육을 담당하는 시스템을 구현한다. 이 시스템은 골프를 배우고자 하는 골퍼와 자세를 교정하고자 하는 골퍼를 대상으로 한다. 프로 골퍼의 스윙자세 영상을 촬영하고 딥러닝 라이브러리로 관절, 클럽의 위치를 디지털로 식별하여 표준 자세 정보를 입수한다. 그리고 사용자의 영상을 촬영하여 표준자세 정보와 비교 후 올바른 자세를 도표 및 시각적으로 제공 할 수 있도록 한다. 사람이 하는 방식 보다 객관적이고, 센서 방식 보다 경제적인 시스템으로 골프교육산업의 활성화에 기여 할 수 있을 것이다.

1. 서론

본 논문에서는 골퍼의 자세의 교정을 위해 레슨 프로 혹은 코치가 수행하는 기존의 교육을 이미지 마이닝과 인공지능 기술을 활용하여 구현한다.

이 시스템은 골프를 학습하거나 자세를 교정하고자 하는 골퍼의 자세를 카메라로 영상을 촬영하여 분석한다. 딥러닝 라이브러리로 관절과 클럽의 이미지 객체를 디지털로 X, Y 위치를 식별한 후 표준 자세 정보 및 유명 골퍼의 영상 속 자세 정보를 통해 만들어진 판단 알고리즘을 거치게 된다. 촬영된 골퍼의 자세와 비교하여 디지털 판독하고 차이를 도표 및 그래프 등 시각화하여 사용자의 영상과 피드백 데이터를 데이터베이스에 저장하고 현장에서도 피드백 결과를 제공해준다. 나아가 이를 Application 내 커뮤니티를 활용해 다양한 참여자에게 해당원인과 해결방안을 공유 할 수 있도록 하고 해당 App에서 체계적으로 분석하여 서비스하는 시스템이다. 이로써 인간의 시각의 한계를 극복하여 다수의 개선 의견을 수렴하고 센서를 활용한 방식보다 경제적인 시스템으로 골프 교육 산업의 활성화에 기여 할 수 있을 것이다.

2. 본론

2.1 시스템 개요

본 논문은 실제 골퍼의 자세 영상 데이터를 영상 처리를 통해 디지털화 하여 컴퓨터 비전과 딥러닝 라이브러리를 이용한 골퍼 자세 판단 및 코칭 시스템이다. ‘컴퓨터 비전과 딥러닝 라이브러리 기반 골퍼 자세 판단 및 코칭 시스템’은 고가의 센서에 기반을 둔 기존 제품들과 차이를 둔다. 골퍼의 정면, 측면에 2대의 카메라를 설치하여 영상 데이터를 획득한다. 해당 데이터를 딥러닝 기반의 이미지처리 라이브러리를 통해 각 관절과, 클럽의 위치 데이터를 얻고, 자세 판단 알고리즘을 통해 사용자의 자세를 분석한다. 분석 결과는 영상과 피드백 글로 이루어져 있으며, 현장 모니터 화면과 어플리케이션을 통해 제공한다. 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해 어플리케이션 내에서 과거의 사용자 스윙 영상을 피드백과 함께 다시 볼 수 있도록 하고, 골프 대회 일정 및 골프 관련 유튜브 영상, 커뮤니티 등의 서비스를 제공한다.

2.2 시스템 구성

(그림 1)

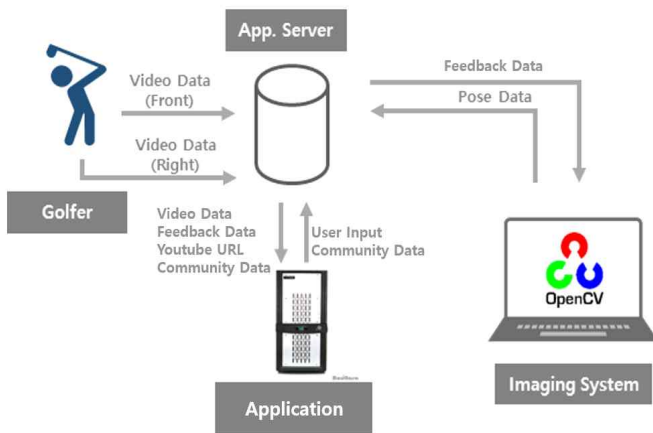


그림 1은 전체 시스템 구성도이다. 이미지 시스템은 OpenPose, YOLO를 이용하여 Ubuntu 18.04인 PC에서 Python 언어로 딥러닝 기반의 자세 판단 알고리즘을 구현하였다. 어플리케이션은 Android Studio, Retrofit을 이용하여 Java 언어로 구현하였고 내 이전영상 다시보기, 유튜브 추천영상, 커뮤니티, 대회일정 등을 서비스한다. 서버는 AWS의 EC2, RDS, MySQL DB를 이용하여 데이터를 전송 및 저장한다. 해당 시스템의 흐름은 다음과 같다. 먼저 이미지 시스템에서는 GUI로 사용자 로그인 가능하게 되어있다. 로그인 후 버튼을 누르면 사용자가 스윙 자세를 취한다. 이를 분석하여 자세 정보를 결과 값으로 산출하고, 틀린 순간 틀린 부위에 체크하여 영상을 피드백과 함께 제공한다. 이 때, 영상과 피드백 데이터는 DB에 저장된다. 나중에 사용자는 이전 영상과 피드백을 어플리케이션을 통해 DB 서버에서 가져와 화면에 출력한다. 어플리케이션 내에는 커뮤니티 서비스가 되어있어 다른 사용자와 정보를 주고 받을 수 있으며 이 데이터 들은 모두 DB 서버에 저장되어 게시글과 댓글 형태로 나타난다. 홈 화면에서는 골프대회 일정과 오늘의 커뮤니티 인기 글을 보여준다. 추천 영상으로는 골프 스윙 자세를 코칭해주는 유튜버들의 영상 URL을 연결하여 시청할 수 있도록 하였다.

2.3 시스템 설계

(그림 2)

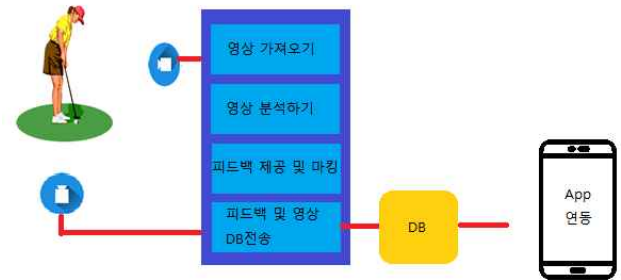


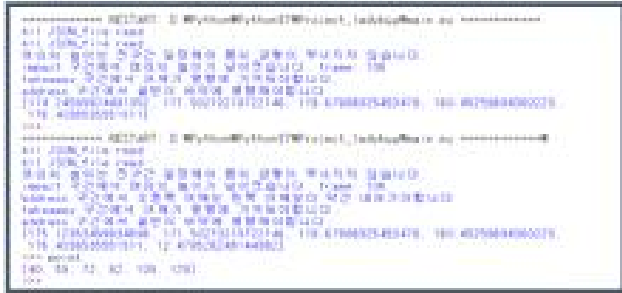
그림 2는 골퍼의 좌측과 정면에 각 1대씩의 웹 카메라를 설치하고 사용자의 스윙 자세 데이터를 수집한다. 카메라는 발판이 눌리면 골퍼의 스윙 자세를 우측과 정면에서 촬영한다. 촬영된 영상 데이터는 프레임별로 분석을 하여 사용자에게 피드백과 마킹을 한 영상을 제공한다.

(그림 3)



그림 3은 OpenPose 라이브러리를 영상에 입힌 결과이다. OpenPose 라이브러리를 사용하여 해당 사진 데이터에서 골퍼의 몸의 특징점 25개를 추출한다. 각 프레임마다 관절의 좌표 값을 가진 JSON형식의 파일이 나오면 그것을 각 관절마다 파일로 나누고, 손목관절의 데이터를 가져와서 구간(Address, Takeaway, BackSwing, Top, Impact, Finish)을 나눈다. 그 후 공이 위치할 좌표 값을 얻고, YOLO 라이브러리를 이용하여 클럽의 위치를 얻는다.

(그림 4)



본 논문에서는 라이브러리에서 추출한 데이터를 표준자세 정보와 비교하여 사용자의 자세를 판단한다. 상기 OpenPose 라이브러리는 학습된 알고리즘에 의해 예측에 의한 관절등의 위치를 추출하므로 사용자의 몸에 의해 관절이 가려졌을 경우에는 실제 관절의 위치와는 오차가 발생하였다. 이 사항을 고려해서 표준 자세 정보를 조정하여 잡을 줄이고자 노력하였고, 손목 관절값을 이용한 구간을 나눌 시에는 비정상적인 값에 대해 median filtering, linear filtering을 적용하였다. 향후 보다 정확한 골격 인식 라이브러리를 활용한다면 더 정확한 데이터 추출이 가능 하리라 본다. 그림 4는 이렇게 해서 나온 피드백결과이다. 본 논문에서는 7번 아이언[2]을 사용하여 사용자의 자세를 판단한다. 아래 글은 프로 골퍼들의 영상을 분석하여 얻은 표준 자세 정보이다.

Address

1. 정면에서 공과 코의 x축은 같아야한다.
2. 정면에서 오른쪽 어깨는 왼쪽 어깨보다 처진다.
3. 측면에서 무릎을 가볍게 구부린다.
4. 정면에서 오른발의 발끝을 목표라인과 거의 직각이 되도록 한다.
5. 왼쪽 겨드랑이를 죄어준다.

TakeAway

1. 머리는 똑같은 높이를 유지해야한다.
2. 테이크어웨이 지점까지는 팔이 퍼져있어야한다.
3. 두 무릎의 모양은 어드레스와 같은 상태이다.
4. 골반과 어깨는 일정각도 이상 돌아가야한다.

BackSwing

1. 왼팔은 뻗어있는 상태를 유지해야한다.
2. 머리는 똑같은 높이를 유지해야한다.

3. 측면에서 척추는 똑같은 각도를 유지한다.
4. 왼쪽 무릎은 차츰 안쪽으로 들어온다.
5. 골반과 어깨는 일정각도 이상 돌아가야한다.

Top

1. 왼팔은 뻗어있는 상태를 유지한다.
2. 오른쪽 팔꿈치가 땅바닥과 거의 수평이 된다.
3. 골반과 어깨는 일정각도 이상 돌아가야한다.
4. 왼쪽 어깨는 턱 밑에 와있다.
5. 등은 목표를 향하고 있다.

DownSwing

1. 두 무릎은 목표를 향해 간다.
2. 손목은 뻗지 않는다.
3. 왼팔은 뻗어있는 상태를 유지한다.
4. 돌려진 허리가 제자리로 돌아간다.
5. 오른쪽 팔꿈치를 옆구리에 붙인다.

Impact

1. 오른쪽 무릎이 아래로 억눌린다.
2. 머리는 공의 위치보다 x축으로 뒤에 와있다.
3. 왼다리는 뻗어있다.
4. 왼팔은 뻗어있는 상태를 유지한다.
5. 측면에서 바라볼 때 오른발의 발뒤꿈치가 들린다.

Finish

1. 허리와 어깨를 동시에 왼쪽으로 돌린다.
2. 왼발이 안쪽으로 들린다.
3. 골반과 어깨는 일정각도 이상 돌아가는다.

위의 표준 자세 정보를 기반으로 공, 클럽, 관절의 위치를 분석하여 각각의 자세를 판단할 수 있는 알고리즘[3]을 구현한다. 이 자세가 올바른 자세인지 판단하기 위해서는 적정범위에 있는 학습된 값과 비교하여 범위를 벗어나면 잘못된 자세로 판정하고, 범위 안에 있으면 올바른 자세로 판정한다. 자세를 판단한 후 사용자에게 틀린 자세의 피드백과 잘못된 부분을 영상에 마킹한 후 GUI에 보여준다. 그 후 피드백과 마킹된 영상을 DB서버에 전송하여 추후 Application에서도 사용자가 볼 수 있도록 한다.

단, 학습된 값인 적정범위는 여러 프로 선수들의

자세의 객체(관절 등)의 위치 정보를 추출하여 표준 자세의 자료로 활용하였다.

(그림 5)

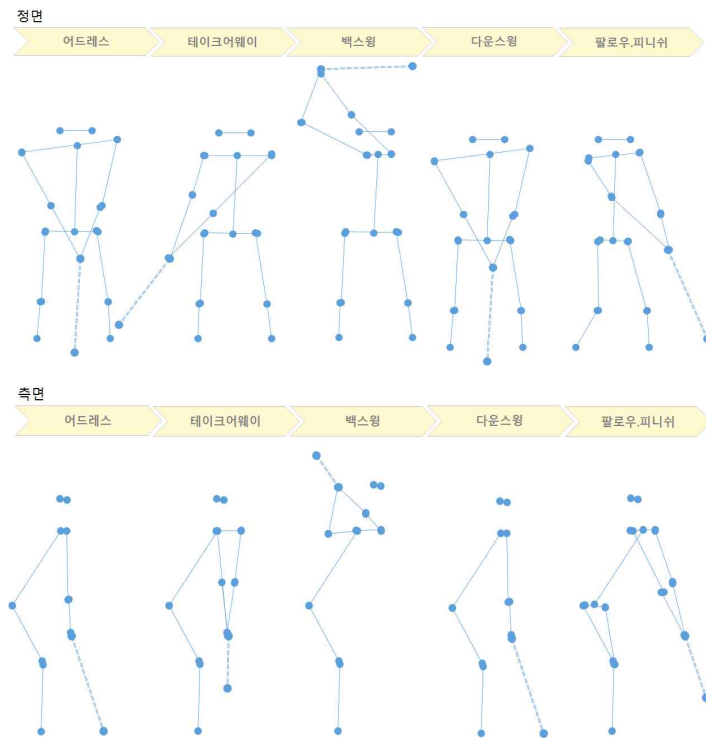


그림 5는 구간에 따른 표준 자세 정보이다. 각 관절의 데이터를 받아 사용자의 자세 포인트와 비교할 수 있다.

(그림 6)



그림 6은 Application의 예상 결과물이다. 로그인과 회원가입 기능을 통해 사용자는 본인의 영상을 Application을 통해 볼 수 있다. 두 번째 페이지에서는 국내, 국외 골프대회 일정과 커뮤니티에서 가장 인기 있었던 글, 그리고 유튜브에서 가져온 골프 관련 영상을 보여준다. 세 번째 페이지에서는 사용자가 찜했던 골프영상들과 피드백을 보여준다. 네 번째 페이지는 해당 Application에 가입한 사용자들끼리

사용할 수 있는 커뮤니티 페이지이다.

(그림 7)



그림 7은 실제 촬영을 하는 경우의 영상에 마킹을 한 결과이다. 실제 영상에 마킹을 결합하여 보여줌으로써 사용자의 영상과 자세의 문제점을 한 번에 볼 수 있도록 도와준다.

3. 결론

논문에서 OpenCV와 Open Pose, YOLO를 이용하여 골퍼 자세 판단 및 코칭 시스템을 구현했다. 본 논문에서 제시한 시스템을 실제 스크린 및 인도어 연습장에 적용한 결과 성공적으로 작동함을 알 수 있었다. 본 논문에서 제시한 골퍼 자세 판단 및 코칭 시스템은 센서에 기반 한 기존의 제품들보다 경제적이고 정확하고, 실시간으로 피드백 정보를 받아 효율적인 시스템으로써 골퍼의 자세교정에 도움을 주어 과학적인 골프 코칭 프로그램으로 골프의 대중화에 기여 할 것이라 기대한다.

사 사

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참 고 문 헌

- [1] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill
- [2] 이기광, "7번 아이언의 저탄도 컨트롤 샷에 대한 운동학적 분석", 2011, vol.22,no.1, 통권 85호
- [3] 2012 "빅데이터 분야를 위한 이미지 마이닝 기술동향 분석 및 산업동향 고찰" 보고서

all authors are equally contributed for this paper