

KITness : 키넥트 센서를 활용한 인터랙티브 운동 자세 분석 시스템

송다솔, 김현지, 김 명
이화여자대학교 컴퓨터공학과

14chloe@naver.com, keemyunzi@naver.com, mkim@ewha.ac.kr

KITness : An Interactive Workout Posture Analysis System Using Kinect sensors

Dasol Song, Hyunji Kim, Myung Kim

Dept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

요 약

현대인의 생활과 의식 수준이 향상되면서 건강한 삶을 영위하기 위해 홈 트레이닝에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 전문가의 지도를 받지 않고 혼자 운동하는 홈 트레이닝의 경우, 자신의 운동 자세에 대한 피드백을 받을 수 없다는 제약이 있다. 운동은 바른 자세로 할 때 그 효과를 볼 수 있고, 잘못된 자세로 운동을 지속하는 경우에는 부상을 당할 수 있기 때문이다. 이에 본 논문에서는 키넥트 센서를 이용하여 실시간으로 사용자의 운동 자세를 분석하고 그 결과를 인터랙티브하게 제공해주는 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 다음과 같은 장점을 지닌다. 첫째, 기존의 패치 등을 이용한 자세 교정 시스템과 달리 실시간으로 사용자의 동작에 대한 피드백을 준다. 둘째, 과거 운동 데이터 분석 결과를 수치와 차트로 제공하므로 사용자가 자신의 운동 추이와 운동 자세 개선 정도를 쉽게 파악할 수 있다. 셋째, 다양한 운동자세나 스포츠 자세에 대한 연구가 이루어진다면 스포츠 트레이닝 시스템으로 확장될 수 있다. 넷째, 정확한 자세를 요하는 다양한 분야로 콘텐츠를 확장 시킨다면 댄스 트레이닝이나 재활 트레이닝 분야에도 활용 가능할 것이다.

I. 서 론

2000년대 중반 이후 고령화가 급속히 진행됨과 동시에 사람들의 생활 수준과 의식 수준이 향상되면서 현대인들의 건강에 대한 관심이 높아졌다. 다양한 스포츠 활동을 통해 건강 관리 및 몸매 가꾸기를 하는 것이 많은 사람들의 일상이 되었다. 그 중에서 헬스 운동은 가장 쉽게 접할 수 있고 비교적 진입 장벽이 낮아 많은 현대인들이 이를 통해 건강과 삶의 질을 높이고 있다.

헬스 운동은 크게 유산소 운동과 무산소 운동으로 나뉜다. 대표적인 무산소 운동인 웨이트 트레이닝의 경우 유산소 운동에 비해 좀 더 전문적인 지식이 요구된다. 이를 위해 퍼스널 트레이너를 고용할 경우 고가의 비용을 부담해야 하며, 보통 한 명의 트레이너가 동시에 여러 명의 회원을 관리하기 때문에 개개인이 지속적인 자세 교정 서비스를 받기는 힘들다. 혼자서 근력 운동을 할 경우에는 잘못된 자세로 하게 될 가능성이 크고, 이 경우 해당 운동의 효과를 보기 어려울 뿐만 아니라, 부상 등의 부작용을 초래할 수도 있다[1].

바른 운동 자세에 대한 중요성과 운동 자세 분석 시스템의 필요성이 부각되면서 이와 관련된 다수의 연구결과가 도출되었지만, 운동이 끝난 후에만 자세 분석 결과를 확인할 수 있다는 한계점이 있었다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 본 논문에서는 키넥트 센서를 이용하여 실시간으로 사용자의 웨이트 트레이닝 운동을 돕는 KITness 시스템을 개발하였다. 본 연구에서는 웨이트 트레이닝 종목 중에 런지와 와이드 스쿼트 운동 자세를 일차적으로 분석하고 그 결과를 인터랙티브하게 제공해주도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 운동 자세 분석에 관한 선행 연구들을 살펴보고, III장에서는 본

논문에서 연구한 KITness 시스템에 대해 자세히 기술한다. 끝으로 IV장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 관련연구

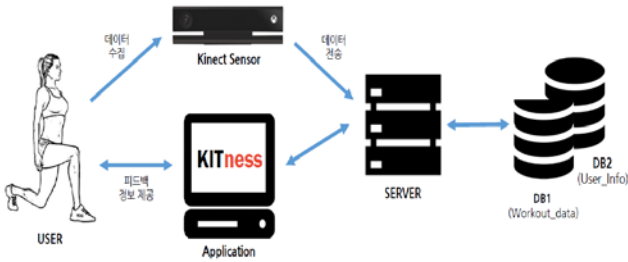
운동 자세 분석에 대한 다양한 선행 연구가 수행되었고, 그 중에서 패치형 디바이스에 대해 특히 활발한 연구가 진행되어 많은 제품이 출시되었다[2]. ZEPP[3]은 골프 스윙 자세를 분석해주는 패치형 디바이스로 프로 선수들과 사용자의 스윙을 비교 분석하여 제공해 준다. 하지만 매번 운동 시 신체에 착용을 해야 한다는 번거로움이 있으며 운동 중에는 피드백을 기대하기 어렵고 자세 정확도나 기타 분석 결과를 운동이 끝난 후에 알 수 있다는 단점이 있다.

또 다른 예로 스마트 웨어 제품인 입고 운동을 할 수 있는 Athos[4]가 있다. 근력 강화 운동이나 요가, 필라테스와 같이 자세가 중요한 운동을 할 때 유용하다. 근전도 측정을 통해 특정 부위의 근육을 얼마나 사용하고 있는지 알려주고, 스마트 폰을 통해 운동 자세 피드백을 제공한다. 하지만 이는 센서가 부착된 착용형 디바이스로 현재 가격이 600 달러에 달하는 고가 장비이며, 여러 번 착용 시 옷이 늘어나 측정 정확도가 떨어질 수 있다는 한계가 있다.

III. KITness 시스템

본 논문에서는 XBOX ONE 키넥트 센서를 활용한 인터랙티브 운동 자세 분석 시스템 KITness 를 구현하였다. 본 시스템 구현에는 Kinect for windows SDK 와 .NET Framework 를 사용하였고, 시스템 운영시 발생하는 데이터 저장을 위해서는 MySQL 을 사용하였다.

KITness 시스템은 그림 1 과 같은 구조로 개발되었다. 사용자의 운동 자세는 키넥트 센서를 통해 수집되고, 수집된 데이터는 운동자세 분석 알고리즘으로 분석되어 화면을 통해 사용자에게 제공된다. 운동 결과 분석 데이터와 사용자 데이터는 데이터베이스에 저장되어 차후 조회가 가능하다.



<그림 1. KITness 시스템 구조도>

본 시스템은 마이크로소프트사에서 개발한 키넥트 센서를 사용한다. 사용자 자세 인식을 위하여 센서에서 RGB data, Depth data, Feature data 를 전송 받아 영상 처리 기법을 활용하여 Depth 이미지에서 사람의 영역만을 추출한다. 추출된 영역을 기반으로 사용자의 관절 정보인 skeleton 정보를 추출한다.

KITness 시스템에는 현재 런지 (lunge)와 와이드 스쿼트 (wide squat) 자세 분석 알고리즘이 구현 되어있다. 다음은 그 중에서 와이드 스쿼트 자세 분석 알고리즘에 대한 설명이다. 알고리즘은 다음 4 가지 조건을 점검한다. (1) 허리는 편 상태로 유지해야 한다. 어깨와 허리가 만나는 관절의 좌표가 $SS_L(x_{spinshoulL}, y_{spinshoulL})$ 이고 골반과 허리가 만나는 관절의 좌표가 $SB_L(x_{spinbaselL}, y_{spinbaselL})$ 라고 할 때 $|x_{spinshoulL}| * 1.128 < |x_{spinbaselL}|$ 를 만족해야 한다. (2) 양 발이 어깨보다 넓게 벌려져야 한다. 왼쪽 어깨의 좌표가 $S_L(x_{shoulL}, y_{shoulL})$ 이고 왼쪽 발목의 좌표가 $A_L(x_{ankleL}, y_{ankleL})$ 라고 할 때, $|x_{shoulL}| * 1.1 < |x_{ankleL}|$ 여야 한다. 오른쪽에도 동일하게 적용된다. (3) 무릎이 발 끝을 넘지 않아야 한다. 왼쪽 무릎의 좌표가 $K_L(x_{kneelL}, y_{kneelL})$ 이고 왼쪽 발의 좌표가 $F_L(x_{footL}, y_{footL})$ 라고 할 때 $|x_{kneelL}| < |x_{ankleL}|$ 여야 한다. 오른쪽에도 동일하게 적용된다. (4) 내려가는 동작에서 엉덩이와 무릎이 이루는 각도가 110° 이하 여야 한다. 왼쪽 무릎과 엉덩이의 거리가 $\overline{K_L H_C}$, 왼쪽 무릎과 왼발과의 거리가 $\overline{F_L K_L}$, 왼발과 엉덩이와의 거리가 $\overline{F_L H_C}$ 일 때,

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\overline{K_L H_C} \cdot \overline{K_L F_L} - \overline{K_L H_C} \cdot \overline{K_L F_L}}{\overline{K_L H_C} \cdot \overline{K_L F_L}} \right) < 110^\circ$$

를 만족해야 한다. 알고리즘은 이 4 가지 조건들이 충족되지 못하는 경우, 해당 관절 정보의 색을 빨간색으로 표시하여 경고를 해 준다.

그림 2 는 KITness 의 실제 구현 화면이다. 프로그램 실행 시 사용자의 기본 관절 정보는 화면에 초록색으로 디스플레이 된다. 운동 자세 분석 알고리즘에 의해 바르지 못한 자세라고 판단될 경우 해당 관절 정보가 빨간색으로 처리되어 사용자가 바로 확인하고 자신의 자세를 고칠 수 있다. 런지와 와이드 스쿼트의 경우 무릎 사이 관절 각도가 중요하므로, 화면 좌측 상단에 각도가 디스플레이 되고 바른 자세에 해당하는 각도를 취했을 시 글자 색이 초록색으로 바뀐다. 매 세트 운동 시 운동 횟수와 운동 정확도가 계산되고 해당 데이터를 저장할 수 있다. 저장된 데이터는 Daily, Weekly, Monthly 별 수치와 차트로 제공되어 사용자가 자신의 운동량 추이와 운동 자세 개선 정도를 손쉽게 파악할 수 있게 도와준다.



<그림 2. KITness 구현 화면>

IV. 결 론

본 논문에서는 사용자가 전문가의 코치 없이 혼자서도 바른 자세로 운동 할 수 있도록 도움을 주는 인터랙티브 운동 자세 분석 시스템 KITness 를 구현하였다. 본 시스템은 사용자의 운동 자세에 대한 분석 결과를 실시간으로 화면에 디스플레이 하여 기존의 시스템들 보다 효과적으로 사용자에게 자세 교정 피드백을 제공할 수 있다. 또한 과거 운동 데이터 분석 결과를 제공하여 사용자가 자신의 운동 자세 개선 정도를 손쉽게 파악할 수 있다. 본 시스템에서는 런지와 와이드 스쿼트에 대해서 일차적으로 알고리즘을 개발하였지만, 다른 운동 자세나 스포츠 자세에 대한 연구가 이루어진다면 다양한 스포츠 트레이닝 시스템으로 확장 될 수 있다. 또한 정확한 자세를 요하는 다양한 분야로 콘텐츠를 확장 시킨다면 댄스 트레이닝이나 재활 트레이닝 분야에도 활용 가능할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터 (IITP)의 서울어코드활성화지원사업(IITP-2016-R06131610040001002)의 연구결과로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] 현진희, “패치형 웨어러블 디바이스를 활용한 운동자세교정 사용자 시나리오 연구,” 이화여자대학교 디자인대학원 석사학위논문, pp. 11~12, 2015.
- [2] 김선태 외 4 명, “IoT 디바이스 플랫폼 기술 동향 - 웨어러블 디바이스 개발기술 중심으로,” 한국산업기술평가관리원, pp. 3~4, 2016
- [3] “골프, 야구를 위한 스윙 코치 웨어러블 ‘ZEPP2’ 출시”, 리뷰조선, 2016.06.20, http://review.chosun.com/site/data/html_dir/2016/06/20/2016062001385.html.
- [4] “입고 운동하면 정보가 기록된다, 스마트 운동복 등장,” KBS NEWS, 2013.12.13, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ref=A&ncd=2771444>