

## 운동자세 교정 트레이닝 프로그램 설계 및 제작

박정환 · 조세홍\*  
한성대학교 컴퓨터공학부

# Design and Implementation of Correcting Posture Program for Fitness

Jung-Hwan Park · Sae-Hong Cho\*  
School of Computer Engineering, Hansung University, Seoul 02876, Korea

### [요 약]

영상처리 기술은 현대 사회에서 다양한 분야에 응용될 수 있다. 현대인들이 관심을 가지고 있는 헬스케어도 그 분야 중 하나이다. 운동기구등을 가지고 하는 헬스케어는 정확한 동작이 우선시 되어야 하는데, 일반인들은 비용의 문제 등으로 혼자서 운동을 하고 있는 실정이다. 이러한 경우에는 운동의 효율성을 보장할 수 없고, 때에 따라서는 운동자에게 역효과가 나기도 한다. 본 논문에서는 영상처리 기술을 이용하여 일반인이 혼자서 운동을 할 때 자세를 잡아 주고 교정해 주는 프로그램을 개발하였다. 사용자들은 운동 시 본 프로그램을 통하여 정확한 자세를 가르치는 개인트레이너를 고용하는 효과를 얻을 것으로 기대한다.

### [Abstract]

Ab Image Processing can be applied to the various fields nowadays. The healthcare, which people may have interest, is one of those fields. The healthcare program which fitness equipments are used requires the correct posture of body. However, people usually does exercise by oneself with various reasons such as cost to hiring personal trainer. In this case, the effectiveness of training should not be guaranteed. Moreover, reverse effect may be produced. This paper is an implementing a correcting posture program by using image processing techniques, which people can use exercise training by oneself. It is expected that people can have a personal trainer who coaches the correct postur through this program.

색인어 : 운동자세 교정, 개인운동, 영상처리

Key word : Correcting Posture, Personal Training Program, Image Processing

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2018.19.2.245>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 19 February 2018; Revised 26 February 2018

Accepted 28 February 2018

\*Corresponding Author; Sae-Hong Cho

Tel: +82-2-760-4210

E-mail: [chosh@hansung.ac.kr](mailto:chosh@hansung.ac.kr)

## I. 서론

최근 영상처리 기술에 관한 연구와 더불어 영상 추적 기술의 응용이 활발히 진행되고 있다. 다양한 분야에 적용 및 응용이 가능해진 이유는 컴퓨터 하드웨어의 비약적인 발전으로 객체를 검출 해내는 과정에서의 많은 연산 처리 과정을 부담없이 처리 할 수 있기 때문이다. 영상처리 기술을 이용한 디지털 헬스케어 분야에 접목한 운동 자세 교정 프로그램을 개발하고자 하는 것이 이 논문의 목적이다. 디지털 헬스케어는 유헬스(u-Health), 스마트 헬스(s-Health), 모바일 헬스(m-Health) 등 IT 기술 혁신에 따라 의료 패러다임의 변화로 맞춤의료, 정밀의학, 예방관리 등 다양한 단계에서 활용되고 있다.[1] 스마트폰을 이용한 헬스케어 서비스는 집에서 운동하는 현대 성인남녀들에게 도움이 될 것이다. 혼자 운동하는 대다수의 사람들은 운동을 시작할 때 올바른 운동 자세를 배우지 못한 채 운동을 시작하여 운동을 하여도 운동 효과를 보지 못하거나 부상을 입는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 실시간 운동 자세를 분석하는 프로그램을 개발하여 사용자가 자신의 운동 자세를 직접 보면서 자세를 교정 할 수 있도록 설계하였다. 즉, 정확한 운동 자세를 모르는 사용자를 위해 올바른 운동 자세로 운동이 진행될 수 있도록 도와주는 트레이닝 프로그램을 구현 하였다.

클라이언트 구축과 UI를 설계하기 위해서 Cocos2D를 사용하여 전반적인 시스템을 구성하였고, 전체 프로그램은 Visual Studio를 사용하여 연동하였다. 사용자가 자신의 운동자세를 객관적으로 볼 수 있도록 사용자의 팔의 움직임에 맞추어 캐릭터를 움직이도록 표현하였다. 캐릭터는 마야(Maya)를 통해 구현하였다. 사용자의 팔의 움직임을 감지하기 위해 특정 색의 밴드 3개를 팔에 감싼 후 색을 인지하는 OpenCV의 Color Detecting 및 Tracking을 이용하였다. 그 후 3개의 밴드를 통하여 획득한 각도 데이터를 토대로 캐릭터 팔의 움직임을 구현하였다. 추가적으로 Boost를 이용하여 비동기적 서버를 구현하여 다른 사용자와 같이 운동을 할 수 있도록 하였다.

## II. 관련 연구

영상을 통해서 객체를 탐지 후 특징을 찾는 방법에는 다양한 기술이 사용되고 있다. 외곽선 정보를 이용하는 방법, 기계학습을 이용한 검출기를 이용하는 방법 및 색상 정보를 이용하는 방법 등이 대표적인 방법으로 볼 수 있다.

Cascade 트레이닝은 영상에서 특정 형태의 물체를 찾거나 할 때 사용할 수 있는 대표적인 방법 중 하나이다. 해당 방법은 얻고자 하는 특징을 트레이닝 데이터를 이용하여 학습 시킨다. 학습시키기 위해서 Positive 샘플과 Negative 샘플이 모두 필요하다. Positive 샘플이란 검출하고자 하는 대상 물체에 대한 샘플 영상이며 Negative 샘플은 대상 물

체가 포함되지 않은 일반 이미지들이다. 학습 과정은 다양한 수많은 특징들 중에서 Positive 샘플과 Negative 샘플들을 가장 잘 구분시킬 수 있는 영상의 특징들을 찾고 이 특징들을 잘 조합하여 강력한 검출기를 얻을 수 있다. 학습된 검출기를 제작하면 xml 형태의 파일을 얻을 수 있다. 이 방법에서도 문제점은 있다. 많은 샘플 데이터와 많은 단계에 거쳐 검출기를 제작한다면 영상에서 특징을 검출 할 때 많은 연산 작업에 따라 현저하게 프레임이 느려지게 된다. 또한 찾으려는 특징점이 뚜렷한 특징이 없다면 검출한 특징들의 정확도 또한 현저하게 떨어지는 문제점이 있다.[2]

본 논문은 특정 색상을 찾는 방법을 이용하여 사용자의 움직임을 감지하고자 하였다. 외곽선을 통해 검출할 경우 외곽선 정보를 기반으로 분리 근거를 획득하고 이전 프레임과 현재 프레임의 영역 정보를 이용하여 객체 간 분리를 수행한다. 이 방법은 움직임을 갖는 객체 영상에서 이전 프레임과 현재 프레임의 객체 간 중복되는 영역이 반드시 존재함에 있어서 근접 객체를 분리한다. 전후 프레임 간 중복 영역에만 의존하여 현재 프레임의 근접 객체를 분리하면 근접 객체의 움직임이 빠르거나 근접 객체간 근접 면적이 넓을수록 정확한 객체를 검출할 확률이 저하되는 문제가 발생 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제를 고려하여 특정 컬러 데이터에 해당 하는 영역을 외곽선을 적용 하여 실험 하였다.[3]

## III. 본론

### 3-1 운동자세 교정 프로그램 구현

운동자세 인식은 카메라를 통해서 생성한 입력 영상으로 운동을 하는 팔에 부착한 특정한 색 영역을 색상정보와 비교한 뒤 추출한다. 추출된 영역간의 각도와 기울기를 계산하여 운동여부를 판단한다. (그림1)은 마야(MAYA) 3D 모델링 개발 프로그램으로 제작한 캐릭터이다. 해당 캐릭터를 통해 계산 된 각도와 기울기를 따른 캐릭터의 움직임으로 콘텐츠를 보다 더 쉽게 이해 하도록 한다. 이 과정을 COCOS2D 모바일 게임 전문 개발 툴을 이용해서 캐릭터의 움직임을 보다 더 사실적으로 표현 하였다.

운동자세 교정 프로그램을 구현하기 위하여 사용한 개발 도구는 Visual Studio, OPENCV 및 BOOST.ASIO이다. Visual Studio 2015 는 마이크로소프트에서 제작 된 멀티 플랫폼이 지원되는 IDE이다. 다양한 언어를 지원 하며 COCOS2D 및 OPENCV 라이브러리, BOOST 라이브러리를 사용하기 위해 해당 개발 프로그램을 선택하였다. COCOS2D는 대표적인 오픈 소스 2D 게임 엔진이다. WINDOW, MAC OS, LINUX, ANDROID, IOS등 다양한



그림 1. 3D 모델링 캐릭터  
Fig. 1. 3D modeling character

플랫폼을 지원하고 있다. OPENCV 라이브러리는 오픈 소스 컴퓨터 비전 라이브러리이다. 여러 플랫폼에서 사용 가능하며 해당 라이브러리를 통해 물체 인식 색상 추적 기능을 이용하였다. BOOST.ASIO는 C++으로 구현된 네트워크 라이브러리이다. 해당 라이브러리를 통해 네트워크 통신은 구현 했으며 콘텐츠의 완성도를 높여주었다.

### 3-2 컬러 데이터 변환

최초 생성한 입력영상 RGB컬러 데이터 값 영상을 HSV 컬러 데이터 값 영상으로 바꾸어 사용한다. RGB 컬러 공간은 빨강, 초록, 파랑의 가산 원색(additive primary)을 사용하는 데 기반을 두고 있다. RGB 컬러 공간은 보통 디지털 영상의 기본 컬러 공간이다. RGB 컬러 공간을 이용해 색상 간의 거리를 계산하는 것이 주어진 두 컬러 간의 유사도를 측정하는 가장 좋은 방법은 아니다. 이런 문제를 해결하기 위해서 HSV 컬러 공간으로 변환해 주어야 한다. 이는 컬러를 색상 성분과 채도 성분 명도나 광도 성분을 분해 할 수 있기 때문에 사람이 컬러를 설명하기 적합하다. 그러나 화이트 밸런싱과 조명 조건 같은 많은 요소가 영상 촬영 시 컬러 렌더링에 영향을 미치기 때문에 각기 다른 설정을 해주어야 좋은 결과물을 제공 받을 수 있다.[4] HSV 컬러 영상으로 변환한 영상을 가지고 검출하고 싶은 객체 색상 값과 채도 값 영역을 설정하여 임계값을 적용하여 이진 영상 변환을 수행한다. (그림2)와 (그림3)은 RGB 영상을 HSV 영상으로 변환했을 때 보여지는 영상이다.

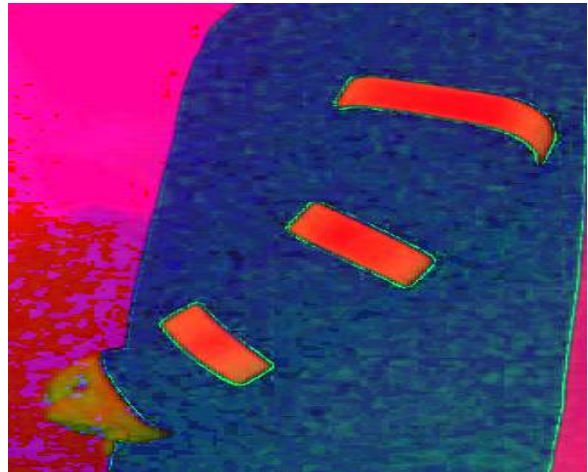


그림 2. HSV 영상  
Fig. 2. HSVimage



그림 3. RGB 영상  
Fig. 3. RGB image



그림 4. 이진화 영상  
Fig. 4. Binary image

(그림 4)에서 보이는 이진화된 영상을 열림 필터(침식 후 팽창)를 통해서 얻으려는 객체의 크기보다 작은 덩어리를 제거한다. 열림 필터를 통해 필터링 된 이미지를 다시 opencv 라이브러리에서 제공되는 findContours()를 이용해 영상을 이진화한 후 모든 외곽선을 검출 한다. 외곽선이 그려진 영역의 크기 중 가장 큰 영역을 얻고자 하는 객체로 판단하여 리스트에 저장한다.

### 3-3 운동 자세 판단

검출된 객체들의 외곽선의 중심의 x,y좌표 값에 따라 정렬한다. 저장된 객체들 중에서 이두 운동 시 측면에서 보았을 때 특정한 색상 마커 3개가 이루는 길이를 구할 수 있다. 해당 객체 간의 거리 값을 이용하여 역 탄젠트 값을 구해 각도를 구한다. 운동을 행 했을 때의 측면에서의 각도를 미리 설정 지정하여 운동 여부를 판단한다.

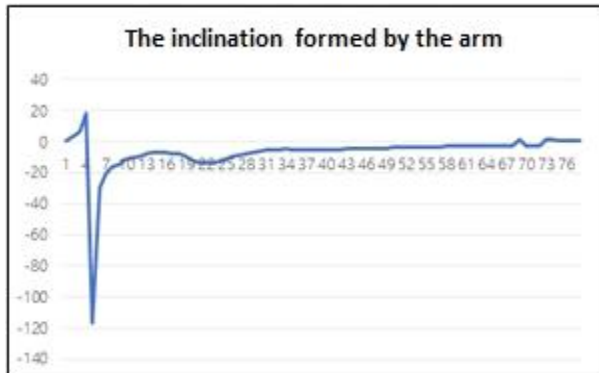


그림 5. 어깨 운동 시 형성 하는 상박 기울기 그래프  
Fig. 5. Arm tilt graph formed during shoulder motion

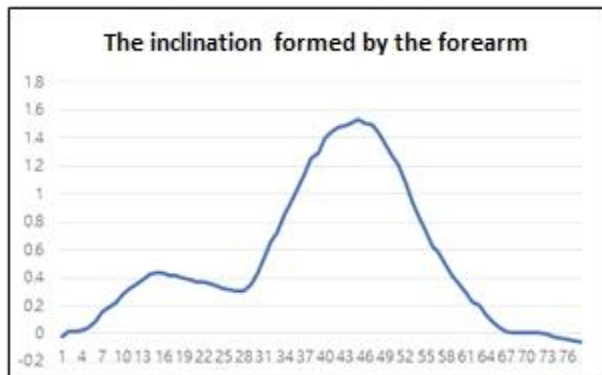


그림 6. 어깨 운동 시 형성 하는 하박 기울기 그래프  
Fig. 6. Forearm tilt graph formed during shoulder motion

(그림 5)와 (그림 6)은 어깨 운동 1회 시 나타나는 팔 하박과 상박 각각이 형성하는 기울기를 데이터화해 가시화 하였다. (그림 5의) 그래프는 하박이 형성하는 기울기의 주기이며 측정을 위해 하박 양쪽 끝선에 색상을 측정하는 마커를

부착하여 해당 마커의 중심 x, y좌표를 이어 나타나는 기울기를 곡선 그래프로 가시적으로 보여준다. (그림 6)의 그래프는 상박이 형성하는 기울기의 주기이며 측정 시 상박 양쪽 끝선에 색상을 측정하는 마커를 부착하여 위와 동일하게 실험했다. 영상처리 기술을 통해 운동의 정확한 자세를 데이터화함으로써 보다 더 정확한 자세를 이끌어 판단하는 지표로 사용 할 수 있다.

### IV. 기대효과 및 활용

기존 모션 인식 프로그램의 경우 영상의 프레임이 사용자의 실제 움직임을 따라가지 못하는 경우가 많고 큰 동작에 대한 모션 인식에 대해 어려운 점이 많았다. 그러나 인식률을 조금 낮추고 속도를 지향한 이 프로그램은 큰 동작이나 빠른 움직임에 대해 제한이 적다. 물론 텡모션, Kinect 등 다양한 모션인식 하드웨어가 개발되었지만 부가적인 비용이 발생하는 점에서 HSV Color 값을 사용하여 모션을 추적하는 개발 방법이 효율적이라고 보았다. 또한 내부 openCV 라이브러리를 사용한 것이 모바일 기기로 확장 및 개발하는데 있어 좋은 호환성을 가질 것이라고 본다.

본 프로그램은 아령과 밴드를 통해 바른 운동 자세를 유도하여 처음 운동을 접하는 사람이나 운동을 가르쳐주는 사람에게 길잡이 및 자세 교정 자료로 사용될 수 있다. 운동은 멈춤이 없고 계속 진행된다는 특징이 있다. 그러므로 프로그램의 운동 동작을 따라하는데 있어 영상의 끊김을 최소화하는 것은 매우 중요한 부분이었다. 본 프로그램에서는 영상이 끊기는 것을 줄이기 위해 모션인식 방법을 컴퓨터 러닝 대신 HSV Color 값을 사용하여 색을 추적하였다. 색의 추적 또한, 밴드와 아령의 색을 따로 구분하여 각각의 각도와 높이를 판단해 정확한 자세를 유도하였다. 프로그램에서 제시된 운동과정의 구성은 세트와 횟수, 쉬는 시간이다. 운동에는 여러 가지 원칙이 존재하는데, 가장 기본이 되는 점진적 과부하 원칙을 적용하였다. 프로그램에서는 이를 세트와 횟수로서, 사용자가 직접 늘릴 수 있도록 설계하였다. 또한 운동중이나 쉬는 시간에 화면 밖으로 나갈 수 있는 상황을 대비하여 나갔다면 다시 자세를 교정할 수 있도록 설계하였다. 현재 이 프로그램에서는 간단한 이두 운동과 어깨 운동을 할 수 있도록 구현되었으며, 안내되는 멘트에 따라 자세를 잡으면 사용자의 자세를 판단하고 운동을 시작할 수 있다. 아령의 색과 밴드의 색은 프로그램 내에서 변경이 가능하여 사용자는 아령과 밴드만 있으면 언제 어디서든지 개인PT를 할 수 있을 것으로 기대한다.

### V. 결 론

현대 성인 남녀 57%가 집에서 운동을 한다는 기사를 접했

다.[5] 헬스케어 분야에서 사용자가 인지할 수 있는 유용한 틀은 사용자의 행위(트레이닝)에 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 연구도 있다.[6] 본 논문에서 개발된 콘텐츠는 디지털 헬스케어를 실생활에 적용되는데 하나의 예시가 될 수 있으며 사용자가 누구냐에 따라서 프로그램 활용을 달리 할 수 있다. 배움이 필요한 사용자는 이 프로그램을 통해 바른 운동 자세로 교정할 수 있으며, 퍼스널트레이너 같은 경우 올바른 자세를 제시해주는 멘토 역할을 통해 디지털 헬스케어의 확산에 기여와 교육의 질을 높일 수 있을 것이라 기대한다. 향후 개발 과제는 더 많은 운동 자세를 연구하여 트레이너로서의 역할을 가질 수 있도록 하며, 단순히 웨이트 트레이닝이 아닌 요가 동작 및 스트레칭 동작 인식을 구현할 수 있도록 할 예정이다.

## 감사의 글

This research was financially supported by Hansung University.

## 참고문헌

- [1] S. H. Kim, "Health IT Technology Trends," *The Magazine of the IEEE*, Vol. 43, No. 2, pp. 18-24, 2016.
- [2] Roberts Laganière, "*OpenCV 3 Computer Vision Application Programming Cookbook - Third Edition*", pp 511~534 February 2017
- [3] Roberts Laganière, "*OpenCV 3 Computer Vision Application Programming Cookbook - Third Edition*", pp 269~298 February 2017
- [4] Roberts Laganière, "*OpenCV 3 Computer Vision Application Programming Cookbook - Third Edition*", pp 103~129 February 2017
- [5] Articles of International newspaper, "57% of adults, home training", [Internet]. Available: <http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?code=0300&key=20171114.99099006598>
- [6] Mincheol Kim, Young-Bae Yang, Tai-Hyun Ha, "Application of TRA in u-health system focusing on moderating effect of health privacy information" *Journal of Digital Contents Society*, vol.17, No.6, pp. 537-543, December 2016.





**박정환**(Jung-Hwan Park)

2013년 - 현재: 한성대학교 컴퓨터공학부

관심분야 : 영상처리(Image Processing), 가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality), 디지털콘텐츠(Digital Contents)



**조세홍**(Sae-Hong Cho)

1980년 ~ 1983년 : 연세대학교

1987년 ~ 1991년 : California State University, CS 학사

1992년 ~ 1997년 : Arizona State University, CSE 석사

1997년 ~ 1999년 : Arizona State University, CSE 공학박사

1999년~2001년 2월: 대구대학교 정보통신공학부

2002년~현재: 한성대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality), 디지털콘텐츠(Digital Contents), 기상정보응용