Journal of Digital Convergence
Vol. 19. No. 8, pp. 195-203, 2021

ISSN 2713-6434 / eISSN 2713-6442
https://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.8.195

운동 트레이닝 시스템 구축 방안에 관한 연구

오은열
성결대학교 도시디자인정보공학과 조교수

A Study on the Establishment of Exercise Training System

Eun-Yeol Oh
Assistant Professor, Department of Urban Design Information Engineering, Sungkyul University

요 약 본 연구는 사람의 사용자 전신을 촬영한 이미지를 분석하여, 사용자별 움직임에 대한 정상 가동 범위를 영상으로 디스플레이(display)하는 운동 트레이닝 시스템 구축에 관한 것이다. 본 연구는 입점(立點, standing point)을 기준으로 사용자 전신의 정면과 측면을 촬영하는 카메라부(C), 그리고 카메라부의 촬영 이미지를 분석하여 인체의 관절 위치에 노드(node)를 설정하고, 입점을 원점으로 하는 공간좌표계에 노드를 배치하여 그 사용자의 노드 좌표값을 도출하는 이미지 분석부(I·A)와 이미 설정된 표준 노드 좌표값에 매칭된 운동 동작별 정상 노드 가동범위를 사용자 노드 좌표값에 맞추어 보정하여, 상기에서 언급한 사용자 노드 정상 가동 상태를 정면 영상과 측면 영상으로 생성하여 디스플레이하는 재생부(R·P)를 포함하고 있는 시스템으로 구성된다. 따라서 연구의 방법으로는 주요선행연구와 자료조사를 통해 선행연구와의 차별성을 기할 수 있는 방법을 제시했으며, 이에 따른 운동 트레이닝 시스템을 구축하고자 하는데 연구의 목적을 둔 것이다.

주제어 : 입점, 카메라부, 이미지 분석부, 재생부, 공간좌표계, 운동 트레이닝 시스템

Abstract This study is about building an exercise training system that analyzes images taken of a person's whole body and displays the normal operating range for user-specific movements as images. This study analyzes the front and side of the user's body based on the standing point, sets the node in the joint position of the human body, and places the node in the spatial coordinate system from the point of entry, and calibrates the normal node operating range according to the set standard node coordinate. Therefore, the method of the study presented a method to select differentiation from this study through prior technical research and literature research, and the purpose of the study is to establish a exercise training system accordingly.

Key Words : standing point, section of camera, section of image analysis, section of reclaim, space coordinate system, exercise training system

*This paper amended and supplemented the invention registered with the Korean Intellectual Property Office as an inventor (Oh Eun-Yeol) on May 6, 2021.

*Corresponding Author : Eun-Yeol Oh(oesh21@naver.com)

Received March 2, 2021 Revised August 5, 2021
Accepted August 20, 2021 Published August 28, 2021

1. 서론

사람이 규칙적인 운동은 영양섭취와 휴식과 더불어 현대인에게는 건강유지를 위한 3대 요건 중 하나이다. 건강한 생활을 영위하기 위해 운동에 대한 현대인들의 관심은 날로 증가하고 있으나, 시간이나 비용 등의 문제로 전문운동센터 방문이나 전문 트레이너의 지도가 모든 사람들에게 동등하게 적용되지는 못하고 있는 실정이다.

이런 관점에서 우선적인 대안으로 검토한 바 최근 스마트폰을 이용하여 다양한 어플리케이션을 통해 '홈트레이닝'으로 운동을 하는 사람들이 증가하고 있다. 어플리케이션 설치만으로 간단히 운동을 시작할 수 있지만 이 경우의 대부분은 시연영상을 볼 수만 있고, 자신의 자세에 대해 교정을 받을 수 없는 일방적인 진행 시스템으로써 개인의 신장과 관절 등 신체조건에 대한 이해가 없는 동일한 운동법에 대한 안내는 오히려 사용자의 부상을 초래할 수 있다.

이러한 문제점을 보완하여 최근 운동 마니아(mania)들을 위해서 개인의 신체 조건을 파악하기에 용이한 별도의 마커를 몸에 부착하거나, 기기를 별도 소지하여 운영되는 운동 시스템이 보급 중이나, 운동에 앞서 부수적인 과정이 요구되어 번거로움이 있을 것으로 판단된다.

또한 닌텐도 피트니스 복싱이나 PS 저스트 댄스 등의 기존 운동 시스템은 사용자가 추구해야 할 운동 형태를 단면적으로 인식시킬 수는 있으나, 화면에 미처 표현되지 못한 다른 관절의 가동범위를 안내하는데 미비할 수 있다. 그런 측면에서 상기와 같은 문제점이 발생하고 있는 점을 들어 본 연구에서는 최근에 사용자별 움직임의 정상 가동 범위를 영상으로 디스플레이하는 운동 트레이닝 시스템에 대한 필요성을 고려하였다.

따라서 본 연구는 전술한 배경과 필요성을 바탕으로 사용자의 전신을 촬영한 이미지를 분석하여 사용자별 움직임의 정상 가동 범위를 전체적으로 분석하고 이를 영상으로 디스플레이 되는 운동 트레이닝 시스템 구축방안을 제공함에 연구의 목적을 두고 있다.

2. 주요선행기술연구

Fig. 1은 '인체의 관절구조를 추정하기 위한 장치 및 방법'에 관한 연구(한국전자통신연구원, 2018)로써, 특정한 공간에서 임의의 자세를 취하고 있는 인체 주변에 배치된 다중 카메라를 통해 획득된 다시점영상을 이용하여 해당 인체의 골격구조를 추정할 수 있는 인체의 관절구조를 측정하기 위한 디바이스 및 방법에 관한 것이다. 이를 위해 인체의 관절구조를 측정하기 위한 장치는, 인체를 촬영한 다시점 영상들을 입력받는 다시점 영상 획득부(acquisition part)와 획득된 다시점 영상들로부터 인체에 해당하는 전경 영역을 추출하는 인체 전경 분리부, 그리고 인체에 해당하는 전경 영역을 이용하여 인체의 기하학적 공간 점유 정보를 나타내는 복셀(voxel)들을 복원함으로써 복셀 기반의 인체의 3D 형상정보를 생성하는 인체 형상 복원부(restoration part)와 생성된 복셀 기반의 인체의 3D 형상정보로부터 3D 골격(skeleton) 정보를 생성하는 골격정보 추출부, 그리고 생성된 3D 골격 정보와 인체계측 정보를 이용하여 인체의 골격구조에서 각 관절의 위치를 추정하는 골격구조 추정부(estimation part)를 포함하고 있다.

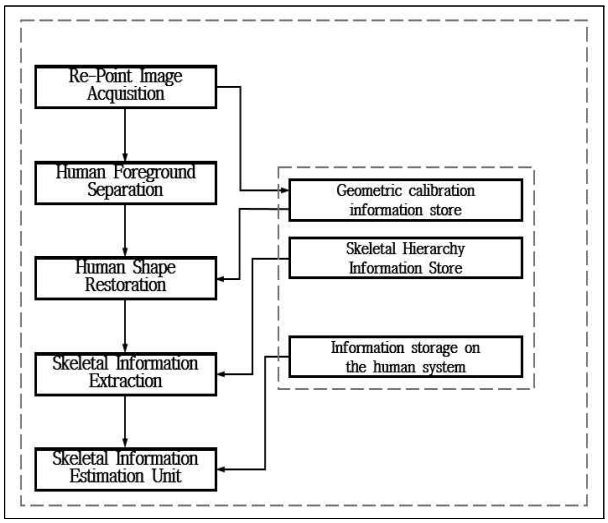


Fig. 1. Skeleton structure of Human Body block diagram

특히 골격계에 기반하여 개체의 골격구조를 modeling하는 기술은 관절의 움직임에 따라 개체의 표면 pattern이 변형된 information로부터 실제 골격계의 관절 위치, 골격 구조 및 자세 정보 등을 추정하기 위해 사용되는 것이다. 또한 computer vision 분야에서는 개체의 motion capture를 통한 행동 인식을 위해 개체의 움직임에 따른 3D pattern의 변형 정보를 다양한 카메라 센서를 통해 획득하고, 얻어진 영상 정보에서 개체의 3D 형상 정보를 추정하고, 추정된 개체의 3D 형상 정보에서 미리 정의된 개체의 골격 구조를 기반으로 골격 구조 내의 각 관절의 위치와 자세를 추정하여 개체의 행동을 분석하고 있다. 상기의 2가지 방식은 모두 개체의

골격 구조를 추정한다는 점에서 공통적이나, 골격 구조의 추정에 사용되는 형상 정보나 골격 구조의 특성을 정의하는 부분에서는 한계가 있다[1].

Fig. 2는 '개인 맞춤형 운동 관리 방법 및 시스템'에 관한 연구(HealthConnect Co., LTD, 2014)로서, 현대인들은 과학기술 문명이 고도로 발달하면서 생활환경이 윤택해지고 편리해진 반면에 신체활동과 운동 부족으로 인해 고혈압, 당뇨, 심혈관계질환, 만성피로 등 만성적인 증상으로서 성인병으로 고통 받고 있다.

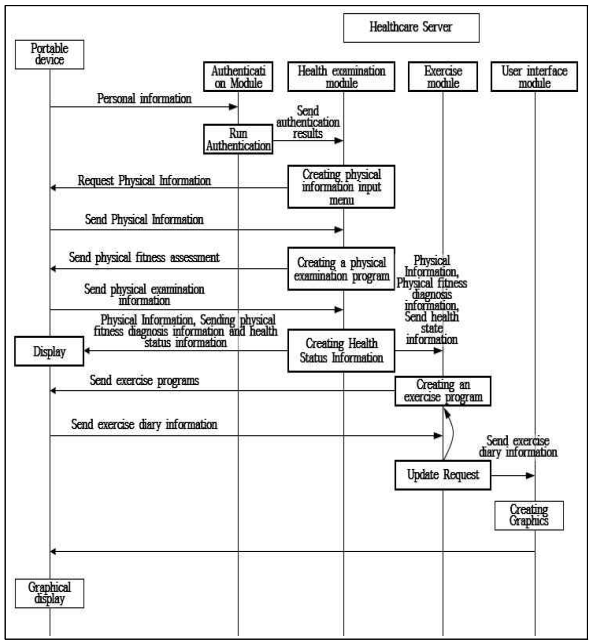


Fig. 2. Customized healthcare behavioral order chart

근래에 와서 사회전반에 걸쳐 건강증진을 위한 운동의 필요성을 깊이 인식하게 되었고, 이에 따라 실제로 많은 사람들이 운동을 하고 있다. 이러한 운동은 건강증진을 위해 자신의 건강 및 체력 수준에 적절한 운동을 시행해야 운동 상해를 예방하고 건강증진의 효과를 도출할 수 있기 때문에 반드시 과학적으로 처방된 운동에 따라 실시해야 한다.

최근 들어 컴퓨터의 급속한 발달과 인터넷 환경이 발전함에도 불구하고, 사용자들이 처해있는 환경에서 자신에게 맞는 운동을 처방 받을 수 있는 기회가 없었으며, 여전히 체력 진단 및 그에 따른 운동 처방은 직접방문하는 상태에서 사용자가 직접 병원이나 전문체력센터를 찾아가야 하는 불편함을 야기하였고, 경제적인 부담으로 인해 일부 소수의 사용자들만이 이용하고 있는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로 개인 맞춤형 운동 시스템은 건강 관리 서비스 가입자의 신체정보를 바탕으로 개념화된 체력 진단 프로그램을 web 기반으로 건강 관리 서비스 가입자의 모바일 기기로 공급함으로써 건강 관리 서비스 가입자의 체력을 전문가로부터 정확하게 진단을 받을 수 있고, 건강 관리 서비스 가입자의 체력 진단 정보를 바탕으로 전문가에 의해 처방된 운동 프로그램을 휴대 단말기로 공급하여 장소 및 시간과 무관하게 편리하게 운동 프로그램을 제공받을 수 있으며, 처방된 운동 프로그램에 따라 향상된 체력 결과를 개인별 아바타를 통해 그래픽 형태로 휴대 단말기로 전달하여 지루해 질 수 있는 운동에 대한 동기 부여와 운동에 대한 흥미성을 더욱 향상시킬 수 있으나 일방적인 웹을 기반으로 하는 개인 맞춤형 운동 관리 시스템 및 방법이라는데 연구의 한계가 있다[2].

세 번째는 '맞춤형 개인 트레이닝 관리 시스템 및 방법'에 관한 연구(장재윤, 2016)에서는, 다양한 분야의 전문 트레이너(professional trainer)의 전문적인 지식과 다양한 smart 기술을 이용하여 사용자 개개인에게 최적화된 운동을 제공하여 자신에게 알맞은 운동과 목표를 설정해 주고, 이를 올바른 방법으로 운동을 할 수 있게 도와줄 수 있다.

사용자 개인이 선호하는 다양한 방식의 운동을 선택하여 진행할 수 있는 맞춤형 개인 트레이닝 관리 시스템 및 방법에 관한 것으로 사용자의 욕구(needs)에 따라 다양한 운동종목별 복수의 professional trainer들이 기준 데이터를 작성하고 사용자의 신체정보는 물론, 개인의 상세 정보와 운동을 수행함으로써 변화되는 과정에 따라 얻어지는 다양한 데이터를 trainer가 직접 제공받는다.

이 data를 바탕으로 개인에게 최적화된 운동플랜과 식단제공, 트레이너와 사용자 양방향 sensor data log를 바탕으로 개인 사용자가 간과하기 쉬운 흡연이나 알콜섭취 유무, 운동자세 교정이나 다양한 운동을 수행함으로써 발생할 수 있는 다양한 feedback을 즉시 제공하여 사용자 개개인에게 최적화된 올바른 운동을 수행하는데 효용적으로 활용할 수 있다.

또한 다양한 분야의 professional trainer들로 하여금 장소에 구애받지 않고, 개인이 선호하는 다양한 방식의 운동을 선택하여 진행할 수 있고, 일반 헬스클럽에서도 작은 변화에 따른 보다 효율적인 방법으로 이용자를 관리할 수 있는 smart health club으로 변모시킬 수는 있으나, 개인의 신체정보와 상세정보와 운동을 수행함에 있어 개인의 운동상황에 대한 전반적인 정상 가동 범위

를 디스플레이하는데는 한계가 있다[3].

3. 운동 트레이닝 시스템 구성 및 실험 평가 과정

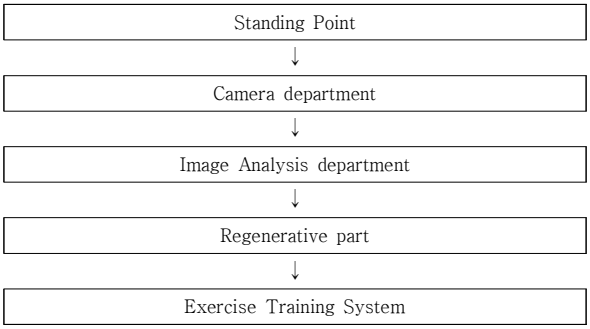
3.1 운동 트레이닝 시스템 구성 흐름도

Table 1.는 이 연구에서 나타내고자 하는 운동 트레이닝 시스템의 전반적인 구성에 대해 시스템 구축을 위한 구성도의 흐름을 제시한 것이다[4].

본 연구의 목적에 부합하기 위해 시스템의 구성을 파악해 볼 필요가 있다. 먼저 입점(立點,StandingPoint)을 기준으로 사용자 전신의 정면과 측면을 촬영하는 카메리부, 상기 카메라부의 촬영 이미지를 분석하여 인체 관절 위치에 노드(node)를 설정하고, 입점을 원점으로 하는 공간좌표계에 노드를 배치하여 사용자 노드 좌표값을 도출하는 이미지 분석부, 그리고 기 설정된 표준 노드 좌표값에 매칭된 운동 동작별 정상 노드 가동범위를 사용자 노드 좌표값에 맞추어 보정하여, 사용자 노드 정상 가동 상태를 정면 영상과 측면 영상으로 생성하여 디스플레이(display)하는 재생부를 포함하여 구성된 운동 트레이닝 시스템을 제시한다[5-7].

여기서 운동 동작별 정상 노드 가동범위는 노드별 시간-공간좌표 매칭 데이터로 설정된 것을 적용할 수 있다. 카메라부에서 촬영한 사용자의 실시간 운동 영상과 재생부에서 생성한 사용자 노드 정상 가동 상태를 대조하여 사용자 운동자세의 정·오를 판별하는 판독부를 더 포함하여 구성한다. 그 판독부의 판별 결과에 따라 정·오 메시지를 송출하는 안내부를 더 포함하여 구성할 수 있다. 또한 재생부에서 생성한 사용자 노드 정상 가동 상태의 정면 영상과 측면 영상은 입점의 정면과 측면에 설치된 거울에 구비된 투명 패널에 디스플레이 되어 거울에 비친 사용자 상(象)에 오버랩핑(overlapping) 되도록 구성할 수가 있다[8-10].

Table 1. Exercise Training System Configuration Chart



3.2 운동 트레이닝 시스템의 실험 평가 과정

본 운동 트레이닝 시스템 성능에 대한 실험 결과를 도출하기 위해 실험평가를 위한 기준을 제시한다. Table 2.에서 운동 트레이닝 시스템의 구현가능성 및 운영 가능성을 평가하기 위해서 세 가지의 실험평가요소를 확인해 볼 수가 있다. 즉 실용성, 편리성, 안전성이다.

Table 2. Exercise training system experimental evaluation factors

Experimental Evaluation Element	Evaluation result
Practicality	• Professional exercise without visiting a professional exercise center and guidance from experts;
Safety	• Set joint operating range to meet user physical conditions to prevent injury
Convenience	• Convenient to use by quantifying joint nodes without attaching separate markers to users

상기 Table 2.에서 제시한 실험평가요소를 바탕으로 기존 방식에 비해 본 시스템의 효과로는 첫째, 사용자 노드 정상 가동 범위를 정면과 측면 영상으로 재생하여 2D 운동 프로그램보다 더 정확한 안내를 할 수 있다는 점이다. 둘째, 사용자의 운동자세를 판별 후 정·오 메시지를 송출하여 즉각적인 자세교정의 효과를 얻을 수 있다는 점이다. 셋째, 전문운동센터 방문 및 전문가의 지도 없이도 쉽게 전문적으로 운동할 수 있다. 넷째, 사용자의 신체조건에 맞추어 사용자 노드 좌표값이 보정되어 적절한 관절 가동범위가 설정되기 때문에 부상을 방지할 수가 있다. 다섯째, 별도의 마커를 사용자에게 부착하지 않고 관절 노드를 수치화하여 편리하게 사용할 수가 있다.

따라서 평가 대상이 된 운동 트레이닝 시스템의 실험은 성능 평가에 대한 실험 방법으로 1)실험을 위한 장비(카메라부, 이미지분석부, 재생부, 판독부, 안내부)를 설치한다. 2) 탐색기능을 실행한다. 이는 주어진 좌표에 따라 현재 위치에서 즉 정면과 측면의 지정된 목표 위치로 이동하게 된다. 3)허용 오차범위를 초과하는 일정 한계선을 설정하여 '교정범위'로 설정하고, 교정범위를 넘는 영역은 오류범위로 인식하도록 구성한다.

4)설치된 거울과 구비된 투명 패널이 1개씩일 경우, 1개의 카메라부가 정면 영상을 촬영하고, 측면에 별도로 설치된 외부 카메라 영상을 촬영하여 1개의 투명 패널로

정면과 측면 영상 및 정면과 측면 사용자 노드 정상 가동 상태를 확인하도록 설정한다. 5)운동 트레이닝 시스템을 실행한다. 이와 같은 실험평가 과정을 거쳐 시스템을 적용한다.

4. 운동 트레이닝 시스템 구축방안

4.1 기존시스템과 제안 시스템 차이점

4장에서는 운동 트레이닝 시스템의 구축방안을 제시하기 전에 전술한 주요선행기술연구 시스템과 본 연구에서 제안한 시스템의 차이점을 제시함으로써 본 연구만의 차별성을 갖고자 하였다. 이러한 두 가지 시스템에 대한 차이점을 Table 3.에 제시하였다.

Table 3. Differences between existing and proposed systems

Existing system	Proposed system
• Home Training Exercise through Various Applications using Smartphones • Mostly only demonstration videos available • A one-way progression system that cannot be corrected for individual posture. • Attach a separate marker to the body to determine the physical condition of the individual. • An exercise system operated with a separate device. • Lack of guidance on the range of motion of other joints that have not been shown on the screen.	• Analysis of images taken throughout the user • A system in which the normal range of operation of each user is displayed as an image. • Normal node operation range for each exercise operation is applied with time-space coordinate matching data for each node. • Determination of user movement posture by definition and error • Displayed on transparent panels mounted on mirrors installed on the front and side, user-image overlap reflected in the mirror

Table 3.에 제시한 차이점에 있어 기존 시스템은 스마트폰을 이용하여 다양한 애플리케이션을 통해 홈트레이닝 운동과 대부분 시연영상만 볼 수 있다는 데 있다. 또한 개인의 자세에 대해 교정을 받을 수 없는 일방적인 진행시스템을 보여주고 있다. 개인의 신체조건을 파악하기 위한 별도의 마커를 몸에 부착하거나 화면에 미처 표현되지 못한 다른 관절의 가동범위에 대한 안내가 미비하다는 점을 갖고 있다.

하지만 제안 시스템은 기존 시스템을 보완하여 사용자 전신을 촬영한 이미지를 분석한다는 점, 이를 통해 사용자별 움직임의 정상 가동범위가 영상으로 디스플레이 되는 시스템을 지니고 있다. 또한 사용자 운동자세에 대해 정·오를 판별할 수 있으며, 정면과 측면에 설치된 거울에 구비된 투명 패널에 디스플레이되어 거울에 비친 사용자의 이미지(象)를 오버랩핑할 수 있다는 점이 기존 시스템과 차이를 보이고 있다.

4.2 운동 트레이닝 시스템 구축방안

앞서 3장에서 제시한 운동 트레이닝 시스템 구성과 실험 평가과정을 통해 구성도(블록도와 사시도)를 Fig.3.~Fig.6에 제시하고 구체적인 설명을 부가하였으며, 이를 바탕으로 운동 트레이닝 시스템 구축방안으로 네 가지를 제시하였다.

한편, 본 장에서 사용하는 부호 및 표기는 10(입점), 20(거울), 30(투명 패널), 카메라부(C)와 외부 카메라(O·C), 이미지 분석부(I·A)와 210(노드), 220(공간좌표계), 재생부(R·P), 판독부(D·P), 안내부(I·P)로 설명된다.

4.2.1 운동 트레이닝 시스템 구성 블록도

Fig. 3. 에 제시한 운동 트레이닝 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다. 입점(立點, standing point)을 기준으로 사용자 전신의 정면과 측면을 촬영하는 카메라부(C), 카메라부(C)의 촬영 이미지를 분석하여 인체 관절 위치에 노드(node)(210)를 설정하고, 입점(10)을 원점으로 하는 공간좌표계(220)에 노드를 배치하여 사용자 노드 좌표값을 도출하는 이미지 분석부(I·A), 기 설정된 표준 노드 좌표값에 맞추어 보정하여 사용자 노드 정상 가동 상태를 정면 영상과 측면 영상으로 생성하여 디스플레이하는 재생부(R·P)를 포함하여 구성된 시스템을 제시한다.

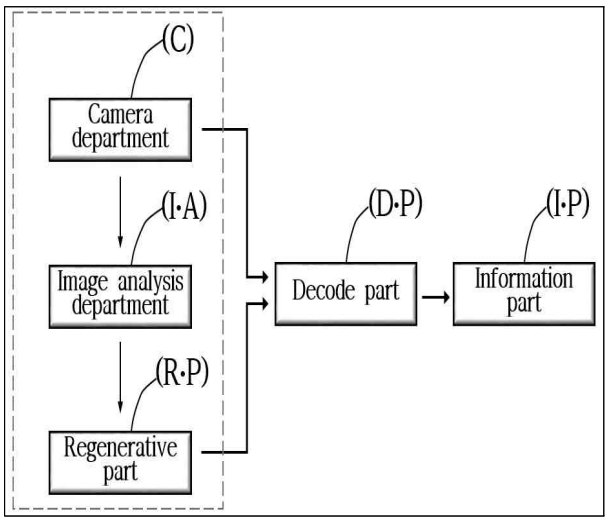


Fig. 3. Exercise Training System Block Diagram

여기서 입점(10)을 기준으로 사용자 전신의 정면과 측

면을 촬영할 수 있다. 카메라부(C)는 서로 마주보게 배치된 거울(20) 및 투명 패널(30)에 형성되거나 거울 및 투명 패널의 외부에 부착되거나, 별도의 지지대를 조립하여 사용자 주변에 구비될 수 있다.

이미지 분석부(I·A)는 카메라부(C)에서 수신된 촬영 이미지를 분석하여 인체 주요 관절을 기준점으로 추출하여 노드로 설정할 수 있다. 또한 입점을 원점으로 하는 공간좌표계(220)에 노드를 배치하여 사용자 노드 좌표값을 도출할 수 있다.

또한 이미지 분석부는 사용자가 별도의 마커를 부착하거나 기기를 소지하지 않아도 사용자의 노드를 추출할 수 있고, 촬영된 이미지를 분석하여 사용자의 신체 이미지를 머리, 몸통, 팔, 다리로 분류하고, 각 신체 분류의 범위를 특정하여 사용자의 신체 범위를 도출할 수 있다. 도출된 신체 범위는 도출된 노드와 매칭되어 사용자의 동작 범위를 정확하게 측정할 수 있다.

여기서 사용자 노드 좌표값은 입점을 원점(0,0,0)으로 하는 가상의 X-Y-Z축으로 이루어진 공간좌표계(220)상의 값으로 이미지 분석부에서 사용자의 주요 관절의 위치정보를 추출하여 공간좌표계상에 좌표값으로 환산한 것이다. 공간좌표계는 가상의 X-Y-Z축으로 이루어진 좌표계로 구성될 수 있다. 본 운동 트레이닝 시스템이 가동되고 사용자가 입점에 위치한 경우 이미지 분석부가 공간좌표계 내에서 사용자의 신체에 해당하는 부위의 X, Y, Z 좌표값을 추출할 수 있다.

4.2.2 운동 트레이닝 시스템 좌표설정 과정 도시

Fig. 4.는 운동 트레이닝 시스템의 좌표설정 과정을 도시한 것으로 이미지 분석부(I·A)는 사용자가 입점(10)에 위치할 경우, 가상의 X-Y-Z 축으로 구성된 공간좌표계(220)를 형성하고 사용자의 주요 관절 부위(노드)의 X, Y, Z 좌표값을 추출하여, 사용자 노드 좌표값으로 도출할 수 있다. 사용자의 주요 관절 부위는 머리, 어깨, 팔꿈치, 손목, 허리, 고관절, 무릎, 발목 등 운동 시 가동되는 기준점으로 주요한 관절을 포함 할 수 있다.

재생부(R·P)는 기 설정된 표준 노드 좌표값에 매칭된 운동 동작별 정상 노드 가동범위를 사용자 노드 좌표값에 맞추어 보정하여, 사용자 노드(210)의 정상 가동 상태를 정면 영상과 측면 영상으로 생성하여 디스플레이 할 수 있다.

여기서 표준 노드 좌표값은 대한민국 표준 남·여 나이를 기준으로 하여 머리, 어깨, 팔꿈치, 손목, 허리, 고관절, 무릎, 발목 등 신체 주요 관절 위치를 좌표화한 값으로 운동 트레이닝 시스템 작동시 기본값이 될 수 있다. 운동 동작별 정상 노드 가동범위는 사용자 노드 좌표값을 기준으로 노드별 시간-공간좌표 매칭 데이터를 참고하여 사용자의 신체 조건에 맞게 관절 움직임의 좌표값이 보정된 것을 특징으로 할 수 있다.

사용자의 신체 조건과 체형에 맞춘 관절의 허용 가동범위로 동작을 유도하여 부상의 위험을 감소시키며, 최적의 운동 효과를 유도할 수 있다. 여기서 시간-공간좌표 매칭 데이터는 표준 노드 좌표값을 기준으로 머리, 어깨, 팔꿈치, 손목, 허리, 고관절, 무릎, 발목 등 운동 시 동작에 관여하는 주요한 관절의 허용 가동범위가 설정된 데이터를 포함할 수 있다.

시간-공간좌표 매칭 데이터는 운동의 단계별로 설정된 정상 노드 가동범위를 순서대로 저장한 것으로 각각의 운동별로 단계별 동작의 시간 및 가동범위가 각 노드별 좌표값과 매칭되어 저장되어 있다. 스쿼트 동작에 대한 시간-공간좌표 매칭 데이터를 예를 들면, 스쿼트의 준비단계에서 양 발을 어깨 넓이로 벌리고 서는 동작을 취하는데 이때의 양 발목의 관절 노드를 비롯한 주요 관절 노드의 허용범위가 설정된 좌표값이 입력되고, 그 후 무릎을 굽히는 동작의 단계에서 무릎관절의 노드가 시간의 순서에 따라 굽혀지는 위치의 허용범위가 설정된 좌표값을 입력하는 방식으로 시간-공간좌표 매칭 데이터 값을 설정할 수 있다[11-13].

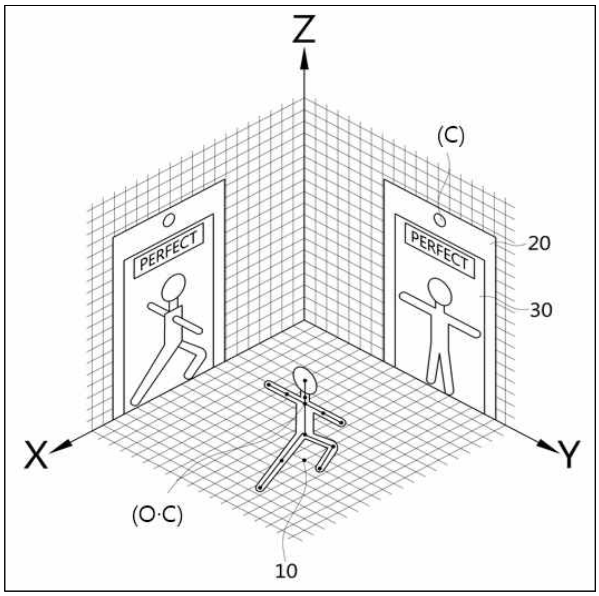


Fig. 4. Coordinate Chart

상기 운동 동작은 Fig. 5 이미지처럼 제자리 기본 동작, 맨손운동, 기구운동 등을 포함할 수 있다. 또한 운동

트레이닝 시스템이 인터넷에 연결된 상태인 경우, 이미지 분석부(I·A)가 인터넷에 접속하여 새로운 운동영상을 스트리밍 및 다운로드하여 운동 동작을 단계적으로 분석할 수 있고, 분석한 동작을 운동 트레이닝 시스템에 추가 적용하여 사용할 수 있다. 사용자 노드 정상 가동상태는 정상 노드 가동범위를 사용자의 신체에 맞게 영상화한 것으로, 정면 영상과 측면 영상으로 생성되어 재생부(R·P)에서 디스플레이 될 수 있다.

Fig. 5. Coordinate Chart Image

재생부에서 생성한 사용자 노드 정상 가동상태의 정면 영상과 측면 영상은 입점(10)의 정면과 측면에 설치되니 거울(20)에 구비된 투명 패널(30)에 디스플레이 되어 거울에 비친 사용자 상(象)에 오버랩핑 할 수 있도록 구축된 것을 특징으로 할 수 있다. 사용자는 거울에 비친 사용자 상과 사용자 노드 정상 가동상태를 동시에 확인할 수 있기 때문에 전문 트레이너의 지도 없이 올바른 자세로 운동을 시도할 수 있다. 이때 거울에 투영되는 사용자 상은 좌우가 반전되어 투영되므로 노드의 정상 가동태 역시 좌우가 반전된 상태로 표시 될 수 있다.

또한 카메라부(C)에서 촬영한 사용자의 실시간 운동 영상과 재생부(R·P)에서 생성한 사용자 노드 정상 가동상태를 대조하여, 사용자 운동자세의 정·오를 판별하는 판독부(D·P)를 더 삽입하여 구성되도록 하는 것을 특징으로 하는 운동 트레이닝 시스템을 함께 제시한다. 판독부는 카메라부에서 촬영한 사용자의 실시간 운동 영상과 재생부에서 생성한 사용자 노드 정상 가동상태를 비교하여 사용자 운동자세의 정·오를 판별할 수 있다. 이때 판독부는 사용자의 실시간 운동 영상과 사용자 노드 정상 가동상태로 허용되는 오차범위(이하, '허용범위')에 따라 사용자 운동 자세의 정확도를 분석할 수 있다. 판독부에서 판독한 사용자의 자세가 허용 오차범위 내에 있는 경우, 현재 사용자의 자세가 적정 수준에 해당한다고 판별할 수 있다.

또한 판독부는 상기 허용 오차범위를 초과하는 일정 한계선을 설정하여 '교정범위'로 설정하고, 교정범위를 넘는 영역은 오류범위로 인식하도록 구성할 수 있다. 이에 따라 사용자의 자세가 허용 오차범위를 초과하지만 교정범위 내에 있는 경우에는 현재 사용자의 자세가 적정 수준을 벗어난 경우로 판별하여 사용자의 자세 교정을 요청하는 신호를 생성할 수 있다. 사용자의 자세가 교정범위를 넘는 경우에는 임계 오차를 벗어난 경우로 판별하여 잘못된 운동 자세임을 알려 주는 신호를 생성할 수 있다.

또한 설치된 거울(20)과 구비된 투명 패널(30)이 1개씩일 경우, 1개의 카메라부(C)가 정면 영상을 촬영할 수 있고, 측면에 별도로 설치된 외부 카메라(O·C) 영상을 촬영하여 1개의 투명 패널로 정면과 측면 영상 및 정면과 측면 사용자 노드 정상 가동상태를 확인하도록 설정할 수 있다.

4.2.3 운동 트레이닝 시스템 구성별 특성

Fig. 6.는 운동 트레이닝 시스템이 설치된 거울(20)과 구비된 투명 패널(30)이 1개씩일 경우, 1개의 카메라부(C)가 사용자의 정면을 촬영할 수 있고, 측면의 외부 카메라부(O·C)는 사용자의 측면을 촬영할 수 있으며, 정면과 측면의 영상 및 사용자 노드 정상 가동상태를 1개의 거울(20)과 투명 패널(30)에서 동시에 재생되는 것을 확인할 수 있다. 또한 판독부(D·P)의 판별 결과에 따라 정·오 메시지를 송출하는 안내부(I·P)를 더 삽입하여 구성되

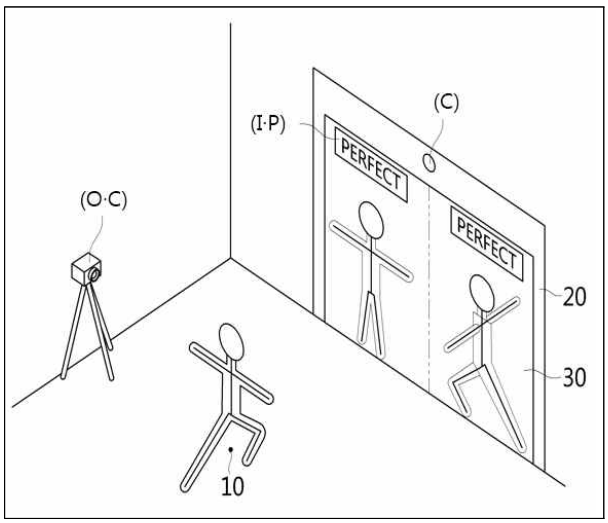


Fig. 6. Replay Perspective View

는 것을 특징으로 하는 운동 트레이닝 시스템을 함께 제시하고 있다.

안내부(I·P)는 판독부(D·P)의 판별 결과에 따라 투명 패널(30)에 정·오 메시지를 송출 할 수 있다. 안내부는 판독부로부터 전달받은 사용자의 자세 정보가 허용 오차범위 이내인 경우 'PERFECT', 허용 오차범위를 초과하지만 교정범위 이내인 경우 'MISS', 교정범위를 초과한 경우 'FAIL'신호를 송출 할 수 있다. 'PERFECT', 'MISS', 'FAIL' 신호는 문자, 음성, 빛 등을 매개로 송출 할 수 있다.

Fig. 7. Replay Perspective & Correct·Incorrect Perspective View Image

여기서 Fig. 7.과 Fig. 8.의 이미지는 사용자의 정면과 측면을 촬영할 수 있으며, 사용자의 운동자세를 판별 후 정·오 메시지를 송출하는 모습을 나타내 보이고 있다.

4.2.4 운동 트레이닝 시스템의 정·오 메시지 송출

Fig. 8. 는 본 연구에 따른 운동 트레이닝 시스템이 사용자의 운동자세를 판별 후 정·오 메시지를 송출하는 사시도이다.

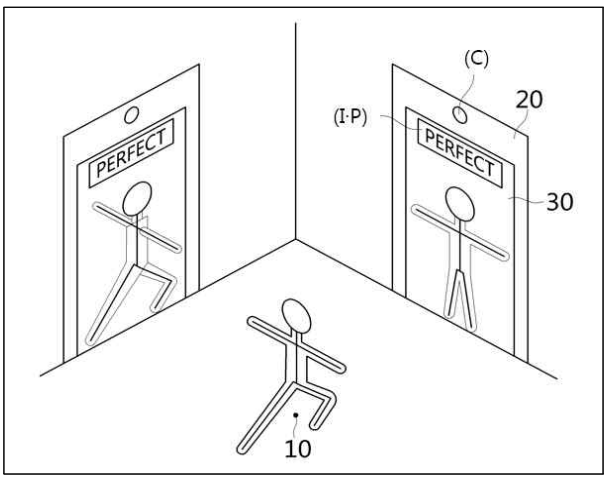


Fig. 8. Correct·Incorrect Perspective View

사용자의 자세 정보가 허용 오차범위 이내인 경우 안내부(I·P)에서 'PERFECT' message가 송출되는 것을 확인해 볼 수가 있다. 또한 안내부는 운동 트레이닝 시스템 시작 및 종료할 경우, 안내 문구를 출력할 수 있으며, 운동 동작명과 운동 자세 시작 전 준비단계 카운트다운, 운동 자세 시작 후 유지동작 카운트다운 등을 포함하여 송출 할 수 있다.

5. 결론

최근 스마트폰을 이용하여 다양한 애플리케이션을 통해 '홈트레이닝'으로 운동을 하는 사람들이 증가하고 있다. 애플리케이션 설치만으로 간단히 운동을 시작할 수 있지만 이 경우의 대부분은 시연영상을 볼 수만 있고, 자신의 자세에 대해 교정을 받을 수 없는 일방적인 진행 시스템으로써 개인의 신장과 관절 등 신체조건에 대한 이해가 없는 동일한 운동법에 대한 안내는 오히려 사용자의 부상을 초래할 수 있다.

이러한 문제점을 보완하여 최근 운동 마니아(mania)들을 위해서 개인의 신체 조건을 파악하기에 용이한 별도의 마커를 몸에 부착하거나, 기기를 별도 소지하여 운영되는 운동 시스템이 보급 중이나, 운동에 앞서 부수적인 과정이 요구되어 번거로움이 있는 단점이 있다.

또한 닌텐도 피트니스 복싱이나 PS 저스트 댄스 등의 기존 운동 시스템은 사용자가 추구해야 할 운동 형태를 단면적으로 인식시킬 수는 있으나, 화면에 미처 표현되지 못한 다른 관절의 가동범위를 안내하는데 미비할 수 있다.

그런 측면에서 상기와 같은 문제점이 발생하고 있는 점을 이유로 본 연구에서는 최근에 사용자별 움직임의 정상 가동 범위를 영상으로 디스플레이 하는 운동 트레이닝 시스템에 대한 필요성을 고려하였다[14, 15].

따라서 본 연구는 전술한 배경과 필요성을 바탕으로 사용자의 전신을 촬영한 이미지를 분석하여 사용자별 움직임의 정상 가동 범위를 전체적으로 분석하고 이를 영상으로 디스플레이 되는 운동 트레이닝 시스템 구축방안을 제공함에 연구의 목적을 두었다.

이러한 연구의 목적에 부합하기 위해 입점(立點, stand point)을 기준으로 사용자 전신의 정면과 측면을 촬영하는 카메라부와 카메라부의 촬영 이미지를 분석하여 인체 관절 위치에 노드(node)를 설정하고, 입점을 원점으로 하는 공간좌표계에 노드를 배치하여 사용자 노드 좌표값을 도출하는 이미지 분석부가 포함돼 있다.

그리고 기 설정된 표준 노드 좌표값에 매칭된 운동 동작별 정상 노드 가동범위를 사용자 노드 좌표값에 맞추어 보정하고 사용자 노드 정상 가동상태를 정면 영상과 측면 영상으로 생성하여 디스플레이하는 재생부를 포함하도록 구성된 운동 트레이닝 시스템의 구축방안을 제시한 것이다.

REFERENCES

[1] Electronics and Telecommunications Research Institute.(2018). Apparatus and method for estimating skeleton structure of human body, *018493730000 (2018.04.10.) http://www.kipris.or.kr*

[2] HealthConnect Co., Ltd(2014). Custom-made individual health service method and system thereof*1020130028097 (2013.03.15.) http://www.kipris.or.kr*

[3] J.Y.Jang(2016). Management system and the method for customized personal training, *1016872520000(2016.12.12) http://www.kipris.or.kr*

[4] Electronics and Telecommunications Research Institute.(2007). Apparatus and method for immediately creationg and controlling, *1007222290000(2007.05.21.) http://www.kipris.or.kr*

[5] Y. H. Noh. (2014). A Personal Health-Care Portal System and A Driving Method of the Same, *1014623130000(2014.11.10.) http://www.kipris.or.kr*

[6] J.H.Oh, D.K.Kwon, C.U.Hong, & Y.C.Lee, J.Y.Min.(2018). Development of the IoT sonic vibration with sling exercise therapy system for training and rehabilitation, *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 244-245.*

[7] H.J.Ha, H.G.Seo, J.Y.Min(2016), Design of Sonic Wave Vibration-based Sling Exercise System, *The Journal of Korean Institute of Information Technology, 14(11), 17-24.*

[8] J.H.Jeong,G.S.Kim, K.J.Lee & H.S.Kim, T.K.Hong (2015), Development of Algorithm for a Wrist Bending Muscle Strengthening Rehabilitation, *Korean Society for Precision Engineering, 506.*

[9] Y.T.Jun, S.W.Kim (2018), A motion recognition technology for rehabilitation using integrated pose sensors, *Society for Computational Design and Engineering, 1060-1062.*

[10] K.S.Noh, Y.S.Park, H.W.Shin & W.Kim, S.K.Kang, D.S.Kim (2008). Effect of Tailored Therapy Program for Work-related Musculoskeletal Disorders of Employees in SMEs-Small and Medium Enterprises, *Ergonomics Society of Korea, 395-400.*

[11] T. H. Kim.(2015). The Effectof Customized Training on the Level of Physical Fitness Among the Disabled Player, *Major in physics, Graduate School of Education Jeju National University*

[12] T. Y. Ha. (2020). A Study on the Smart Healthcare through Human Pose Estimation Based on Artificial Intelligence, *Major in Smart Convergence Product Dept. of Smart Convergence Consulting The Graduate School Hansung University*

[13] A. K. Triantafyllidis, V. G. Koutkias, and I. Chouvarda. (2013). A Pervasive Health System Integrating Patient Monitoring, Status Logging and Social Sharing, *Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal, 17(1), 30-37.*

[14] H. R. Shin, S. K. Kim. Y.S.Kim (2020). Effect of self-efficacy of middle-aged and elderly on the intention to use digital health devices: focusing on the difference between middle-aged and elderly, *Journal of Digital Convergence, 18(10), 13-22.*

[15] J.H.Kim.(2020).The Effects of Neck Extensor Vibration Stimulation on Neglect and Balance of Stroke Patients, *Journal of Digital Convergence,18(11), 303-309.*

오 은 열(Eun-Yeol Oh) [정회원]

· 2000년 2월 : 전남대학교 지역개발학과(도시계획학석사)
· 2013년 2월 : 전남대학교 지역개발학과(도시·지역개발학박사)
· 2014년 4월 ~ 현재 : 성결대학교 도시디자인정보공학과 조교수
· 관심분야 : 도시공간정보분석, 도시계량분석, 축소도시개발기법
· E-Mail : oesh21@naver.com