

앉은 자세 교정을 위한 키넥트 센서 기반 자세 측정값 모델 및 시스템

유현우, 김동관, 김태욱
서강대학교 컴퓨터공학과

e-mail : hyoo0014@naver.com, lydiskim@gmail.com, taeugi323@naver.com

Measurement Value Model and System based on Kinect Sensor for Sitting Position Calibration

Hyunwoo Yoo, Dongkwan Kim, Taeuk Kim
Dept. of Computer Science and Engineering, Sogang University

요 약

최근 스마트 기기의 사용 증가로 인해 자세 관련 질환도 크게 증가하고 있다. 이는 올바르게 앉은 자세로 스마트 기기를 사용하는 것에 기인한 것으로 많은 사람들이 자신의 자세를 인식하지 못한 채 올바르게 앉은 자세로 스마트 기기를 사용한다. 본 연구에서는 컴퓨터 및 스마트폰의 사용자가 자신의 앉은 자세 정보를 데이터로 인식하기 위해서 키넥트 센서에서 제공하는 골격 모델의 특징점을 추출하여 사용하였다. 이를 바탕으로 앉은 자세의 각도를 계산하여 자세의 올바름의 정도를 알려주는 앉은 자세 측정값 모델 방법과 이 모델에 기반한 시스템을 제안하였다. 본 논문에서는 제안하는 자세 측정 모델 및 시스템의 설계 및 구현을 설명하였고, 실험을 통해서 제안된 모델의 상용화 가능성을 살펴보았다.

1. 서론

최근 스마트 기기의 사용 증가로 인해 자세 관련 질환도 크게 증가하고 있다. 특히 인터넷, 스마트폰 사용 증가에 따라 10~30 대 거북목 증후군 환자 늘어났는데[1] 이는 올바르게 앉은 자세의 탓이 크다. 또 직장인들의 경우 업무 등으로 인한 긴 컴퓨터 사용시간을 가지는데 자세가 올바르게 앉을 경우 잘못된 자세를 오랫동안 유지하게 되어 문제가 된다. 즉, 많은 사람들이 자신의 자세를 인식하지 못한 채 올바르게 앉은 자세로 스마트 기기를 사용하여 질환을 겪는다.

이 논문에서는 사람들이 자신의 자세를 인식하고 올바른 자세를 유지하여 자세 관련 질환을 예방하거나 완화하는 모델과 시스템을 제안하고자 한다. 이를 위해 시중에 나와있는 자세 교정 제품들 및 관련 연구의 현황과 특징, 장단점을 다룬다. 그리고 시중 제품들과 연구들의 단점을 보완할 수 있는 앉은 자세 교정을 위한 키넥트 센서 기반의 앉은 자세 측정값 모델을 소개한다. 이를 바탕으로 본 모델의 설계와 구현에 대해 설명하고 실험을 통한 모델의 검증 및 모델 기반의 시스템에 대하여 서술한다.

2. 동향

2.1 시판 제품 및 관련 연구

자세를 바로잡고 목이나 허리에 주는 부담만 줄여도 통증 및 거북목 증후군이 완화될 수 있다. 자연히 사무실에서 간단히 사용할 수 있는 오피스 자세 교정 도구의 수요는 증가하였고, 이에 따라 업계에서도 많은 관련 제품들을 내놓고 있다. 시중의 제품으로는 자세 교정 밸런스 체어 코리아테크 ‘바디 메이크 시트 스타일(Body Make Seat ‘Style’) (코리아테크)와 목에 장착하여 거북목 증후군에 도움을 주는 웨어러블 디바이스 ‘알렉스(ALEX)’ (자이글), 다양한 자세 연출이 가능한 목 쿠션, 자이글 ‘넥시블’, 손목을 보호해주는 마우스패드 ‘플러쉬터치’ 등이 있다. 코리아테크의 경우 매출이 2014 년 319 억원에서 2015 년 445 억원으로 39.5% 증가하였고[2] 자이글의 경우 매출이 2013 년 267 억에서 2014 년 647 억으로 142.32% 증가, 2015 년 1019 억원으로 전년 대비 57.32% 증가하였다[3]. 이처럼 자세 교정 보조 기구 시장은 각광받고 있으며 시장 규모도 커지고 있다.

자세와 교정 관련 다양한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 특히 응용분야에서 활발하게 진행되고 있는데 압력 센서와 같은 접촉식 센서를 이용하였거나 키넥트와 같은 비접촉식 센싱기술을 이용한 경우가

많다. 압력 센서를 이용하는 경우 의자의 주요 부위에 센서를 부착하여 압력의 값을 구해 이를 바탕으로 자세 교정을 유도하는 것이 주가 된다[4-5]. 비접촉식 센싱기술을 이용하는 연구들은 대부분 키넥트를 사용하였는데 자세를 분석하고 평가하는 시스템으로 키넥트를 사용하여 위치데이터를 얻고 고유의 알고리즘으로 데이터 분석을 한다는 공통점이 있다[6-7].

2.2 시중 제품 및 기존 연구의 한계점

시중에 나와 있는 제품들은 고유의 방식으로 자세의 교정을 유도한다. 하지만 이 제품들은 특정 부위의 자세만 측정, 교정하고 전반적인 자세를 데이터화하여 활용하지 않는 한계점이 있다. 자세 교정 밸런스 체어인 ‘바디 메이크 시트 스타일’은 인체공학적인 의자로 골격 교정 메소드를 응용할 뿐, 자세를 측정하거나 데이터를 기록하지 않는다. 목에 장착하여 거북목 증후군에 도움을 주는 웨어러블 디바이스 ‘알렉스(ALEX)’는 자세를 데이터화하고 이를 활용하기는 하나, 데이터화하는 범위가 목에 한정되어 있다. 그 외의 제품들 역시 자세를 데이터화하지 않고 단순히 제품의 형태를 통해 교정을 유도하는 정도에 그치고 있다.

기존의 연구들은 시중 제품들 보다는 자세를 데이터화하여 활용하는 경우가 많았다. 하지만 이 연구들은 전반적인 자세를 분석하지 않거나 안정성이 떨어지는 한계가 있었다. 특히 앉아있는 자세에서 척추 및 목의 자세에 대한 정확한 데이터화에 중점을 둔 경우가 적었다. 접촉식 센서를 사용한 경우 목 및 척추의 윗부분의 데이터를 얻기 힘든 단점이 있었고 키넥트를 사용하는 경우의 연구들은 각각 좌표의 데이터를 이용할 뿐 각도를 이용하는 경우는 찾기 어려웠다. 앞서 소개한 운동자세를 평가, 분석하는 경우는 특정 운동을 수행할 때 나타나는 모습에만 집중하였고 피아노 자세 피드백의 경우 어깨 관절과 팔 관절에만 포커스를 맞추었다. 이는 전반적인 자세, 특히 앉은 자세의 올바름을 측정하지 못함을 의미한다. 키넥트를 통해 목과 척추 부분의 좌표값을 얻고 좌표값의 변화를 감지하는 연구[8]의 경우 목과 척추 데이터를 활용한다는 점에서 장점이 있으나 키넥트가 제공하는 좌표값이 키넥트의 위치에 따라 바뀐다는 점을 감안하면 데이터의 안정성이 다소 떨어졌다. 여기서 데이터의 안정성이 떨어짐은 키넥트에서 제공하는 스켈레톤의 좌표값이 키넥트가 놓여있는 위치가 변할 때마다 값의 크기가 유지되지 않고 바뀔 수 있음을 뜻한다.

3. 키넥트 센서 기반 앉은 자세 측정값 모델

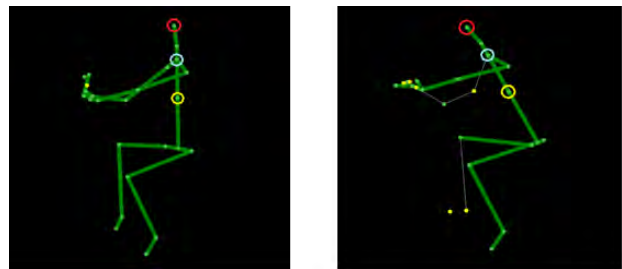
3.1 키넥트의 사용

시중의 제품들 및 기존 연구들을 살펴보았을 때, 비접촉식으로 센싱이 가능한 키넥트는 이번 연구에 알맞은 도구라고 판단되었다. 키넥트는 2010년 11월 마이크로소프트에서 XBOX-360 게임 디바이스의 새로운 입력장치로 출시 되었는데 ‘키네틱(Kinetic)’과 ‘커넥트(Connect)’의 합성어로 사람의 동작을 인지

하여 컴퓨터 시스템에 연결하는 장치를 의미한다. 키보드, 마우스, 조이스틱 같은 입력장치를 떠나서 사람의 움직임을 실시간으로 감지한다. 키넥트는 Color(RGB)카메라, Depth(3D)센서, 4개의 마이크로폰 어레이 그리고 센서를 상하로 움직일 수 있도록 틸트 모터 등으로 구성된다. 키넥트는 핵심데이터인 Color Image Data 와 3D 맵스(Depth) 이미지 데이터를 기반으로 사용자의 골격(Skeleton) 정보도 제공한다[9]. 특히 사용자의 골격 정보와 골격 접합 부분의 좌표값은 자세 측정에 핵심으로 사용될 수 있다.

3.2 키넥트 센서 기반 앉은 자세 측정값 모델

본 연구에서는 자세를 데이터화하기 위해서 몸의 각도를 이용한다. 키넥트는 위치의 변화에 따라 좌표값이 변하는데 모든 좌표들이 일정하게 증가하거나 감소하는 경향이 있다. 그러므로 각도를 이용하면 키넥트의 위치 변동에 따른 좌표값 변화로부터 자유로워 안정성을 높일 수 있다. 데이터화 과정은 다음과 같다. 우선 각도를 측정하기 위해 지표면을 기준으로 수직 방향의 일자 자세라는 기준을 설정한다. 그리고 대상이 컴퓨터를 이용하는 자세에서 실질적으로 필요한 유효 각도를 대상의 측면을 기준으로 목과 경추의 각도, 경추와 흉추의 각도를 이용하여 계산한다.



(그림 1) 측정값 모델에서 사용하는 키넥트 스켈레톤, 표기된 점의 의미는 다음과 같다.

● H :머리 ● Ss : 경추 ● Sm : 흉추)

유효각도는 다음의 과정을 통해 얻는다. 흉추와 머리를 연결한 직선 \vec{SsH} 와 연직축(y 축)의 각도를 θ_1 , 이라 하고 경추와 흉추를 연결한 직선 \vec{SmSs} 와 연직축의 각도를 θ_2 라 하면 유효각도 $\theta_{effective}$ 는

$$\theta_{effective} = 0.6 * \theta_1 + 0.4 * \theta_2 \quad <식 1>$$

유효각도 $\theta_{effective}$ 는 실제 목과 허리에 가해지는 하중에 직접적으로 관계되는 각도로 두명의 정형외과 전문의의 자문을 거쳐 결정되었다.

좌표값을 유효각도의 식에 적용하기 위해서 H, Ss, Sm 을 각각 H(Hx, Hy), Ss(Sx, Sy), Sm(Mx, My)라 정의한다. 머리와 경추, 경추와 흉추 사이의 거리는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} |\vec{SsH}| &= \sqrt{(H_x - S_x)^2 + (H_y - S_y)^2} , \\ |\vec{SmSs}| &= \sqrt{(S_x - M_x)^2 + (S_y - M_y)^2} \quad <식 2> \end{aligned}$$

<식 2>는 cos 법칙을 통해 다음과 같이 표현되고

$$\left| \begin{matrix} \vec{S_1H} \\ \vec{S_1M} \end{matrix} \right| \cos \theta_1 = H_y - S_y, \quad \left| \begin{matrix} \vec{S_1M} \\ \vec{S_1S_2} \end{matrix} \right| \cos \theta_2 = S_y - M_y \quad \text{<식 3>}$$

<식 3>을 각도에 관하여 나타내면 아래와 같다.

$$\theta_1 = \arccos \left(\frac{H_y - S_y}{\sqrt{(H_x - S_x)^2 + (H_y - S_y)^2}} \right) \text{ (radian),}$$

$$\theta_2 = \arccos \left(\frac{S_y - M_y}{\sqrt{(S_x - M_x)^2 + (S_y - M_y)^2}} \right) \text{ (radian) <식 4>}$$

<식 4>은 θ_1 과 θ_2 의 각도를 좌표값으로 표현한 식으로 <식 1>에 대입하여 좌표값으로 표현된 유효각도의 식을 얻는다.

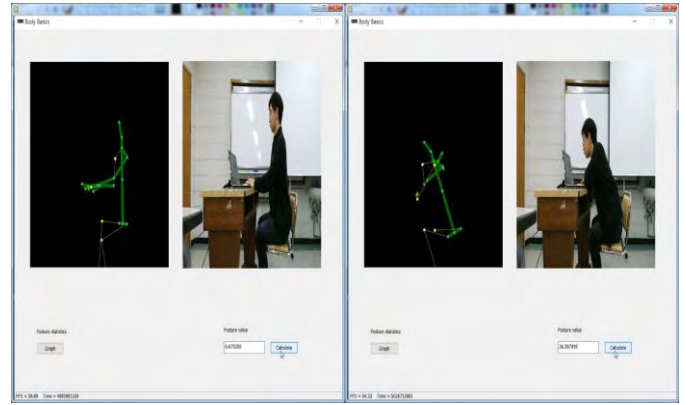
$$\theta_{\text{effective}} = 0.6 * \arccos \left(\frac{H_y - S_y}{\sqrt{(H_x - S_x)^2 + (H_y - S_y)^2}} \right) * \frac{180}{\pi} + 0.4 * \arccos \left(\frac{S_y - M_y}{\sqrt{(S_x - M_x)^2 + (S_y - M_y)^2}} \right) * \frac{180}{\pi} \quad \text{<식 5>}$$

본 모델에서는 좌표값으로 표현된 유효각도의 식인 <식 5>를 사용하여 앉은 자세를 데이터화한다.

위의 각도들을 측정하기 위해서는 카메라에 대상의 인체를 인식하는 기능이 필요하고, 카메라 기준에서 대상의 머리, 경추, 흉추의 x, y 좌표를 추출하는 기능뿐만 아니라 깊이 좌표까지 추출할 수 있는 기능이 필요하다. 또한, 사람을 인식하는 작업과 x, y, z 좌표값을 계산하는 작업이 연구에 요구되는 최소한의 단위 시간 내에 이루어져야 한다. 위 조건들을 충족하기 위해 본 연구에서는 키넥트 센서를 사용하는데 보다 효과적인 키넥트 제공 SDK[10]를 사용하였다. 키넥트와 키넥트 제공 SDK 를 통해 위의 요구 조건들을 모두 충족시킬 수 있었고 각도의 사용으로 안정성도 높일 수 있었다.

4. 실험

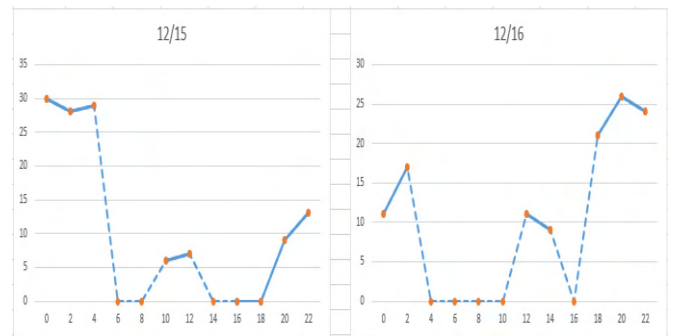
유효각도 공식을 평가하기 위해 Win32 Application 프로젝트로 자세를 측정하는 프로그램을 구현했다. 실험에 사용한 기기는 i7-6500u 2.5GHz CPU, 8GB RAM, Intel HD 520 그래픽카드, Windows 10 노트북과 키넥트 센서 2.0 이다. 이 프로그램은 사용자의 자세와 스켈레톤 화면을 출력하며, 우측 하단에 해당 공식으로 자세 측정값을 계산한 결과를 출력한다.



(그림 2) 모범 자세 케이스(측정값 6.67)와 비교 자세 케이스(측정값 36.587)

머리, 경추, 흉추가 일자인 모범적인 자세와 목과 허리를 구부린 비교 자세를 각각 측정해본 결과, <그림 2>의 좌측과 같은 모범적인 자세였을 때는 측정값이 평균 10.26287 이 나왔다. 그림 2의 우측과 같은 비교 자세였을 때는 측정값이 평균 27.94469 로 측정되었다. 실험은 모범 자세와 비교 자세를 각각 100 회씩 실시하였다.

실생활에서의 적용 가능 여부를 실험하기 위해 12월 15일, 12월 16일 이틀간 컴퓨터를 사용할 때마다 자세를 전부 프로그램으로 측정하였다. 프로그램은 2시간 간격으로 자세를 측정하여 DB에 저장하도록 설정하였다. 아래는 이틀간의 측정값을 그래프로 표현한 것이다.



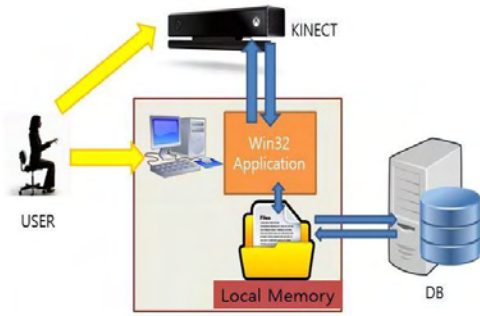
(그림 3) 모델이 측정한 하루 단위 데이터 그래프

<그림 3>의 실선은 컴퓨터를 사용한 시간, 점선은 컴퓨터를 사용하지 않은 시간이다. 그래프를 통해 오전 일과 도중에는 바른 자세를 유지하였지만, 저녁, 밤 시간대에는 올바르게 못한 자세로 컴퓨터를 사용하였음을 확인할 수 있다. 또한 그래프를 통해 자세에 패턴이 존재한다는 것도 파악할 수 있다.

5. 키넥트 센서 기반 앉은 자세 교정 시스템

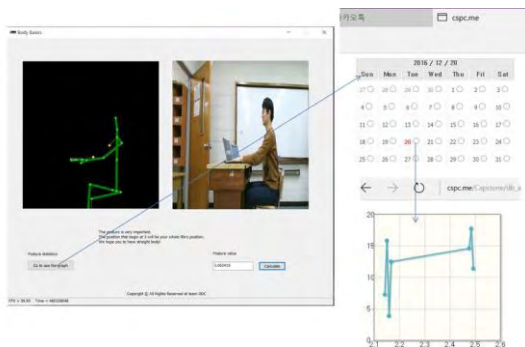
본 논문에서는 키넥트 센서 기반 자세 교정 측정값 모델 기반하여 키넥트 센서 기반 자세 교정 시스템을 구현하였다. 시스템의 구현에는 kinect for Windows SDK와 MySQL로 구현된 DB를 사용하였다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 중심대학 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2015-0-00910)



(그림 4) 키넥트 센서 기반 앉은 자세 교정 시스템 구조도

키넥트 센서 기반 자세 교정 시스템은 <그림 4>와 같은 구조로 개발되었다. 사용자의 앉은 자세는 키넥트 센서를 통해 데이터화되고 이 데이터는 앞서 소개된 키넥트 센서 기반 자세 교정 모델을 통해 분석되어 사용자에게 화면을 통해 제공된다. 이 데이터는 로컬 메모리와 데이터베이스에 저장되어 사용자에게 하루 단위의 그래프를 통해 제공된다.



(그림 5) 키넥트 센서 기반 앉은 자세 교정 시스템 구현 화면

6. 요약 및 향후 발전 방향

많은 수의 현대인들은 다양한 자세 질환을 겪고 있다. 이는 안 좋은 자세에 기인한 것으로 스마트기기의 보급 및 사용의 증가가 큰 원인 중 하나이다. 현대인들은 증상의 완화를 위해 자세를 교정하는 여러 가지 도구를 이용하지만 정작 자신의 이용 자세, 특히 앉은 자세가 어떠 한지는 알지 못한다. 이에 본 연구에서는 키넥트를 이용하여 대상의 머리, 경추, 흉추의 좌표를 구하고, 이를 설계한 유효 각도 공식에 대입하여 실질적으로 필요한 자세의 각도를 데이터화하였다. 이를 이용하면 다른 연구 혹은 시중의 제품들과는 달리 대상의 현재 자세가 바람직한지를 수치로 파악할 수도 있고, DB에 축적하여 대상의 자세 패턴을 분석할 수도 있다. 또한, 자세 데이터를 축적함으로써 최근에 많이 연구되고 있는 빅데이터 분석에 이용할 수 있다. 대상에게 필요한 의료 서비스나 운동을 추천하는 등 향후 대상의 자세를 활용할 수 있는 가능성을 증대시킬 수 있다.

참고문헌

- [1] 방송통신위원회, “방송매체 이용행태 조사”, 2015
- [2] 연지공인회계사감사반(제 410 호), 주식회사 코리아테크 재무제표에 대한 감사보고서
- [3] 효림회계법인, 자이글 주식회사 재무제표에 대한 감사보고서
- [4] Hwa-Young Jung, Jun-Keun Ji, Se Dong Min, “Real-time Sitting Posture Monitoring System using Pressure Sensor”, The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 64, No. 6, pp.940-947, 2015
- [5] Minseob Jeong, Jiyeon Lee, Hwangnam Kim, “A Study of Designing a Sitting Posture Correction System Using Sitting Posture Sensing”, Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp.1056-1057, 2016.1
- [6] Dasol Song, Hyunji Kim, Myung Kim, “KITness : An Interactive Workout Posture Analysis System Using Kinect sensors”, Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, pp.46-47, 2016.11,
- [7] So Hyun Park, Sun Young Ihm, Eun Young Park, Jong Seo Son, Young Ho Park, “A Study on a Feedback-Centric Piano Education System Using Kinect Sensors”, KIPS Tr. Software and Data Eng. Vol.4, No.9, pp.403-408, 2015
- [8] Jaehoon Lee, Min Hong, “Posture Correction Monitoring System using Kinect”, Korean Society For Internet Information, pp.167-168, 2014.10,
- [9] 김현준, “임베디드 디바이스의 혁신적인 사용자 인터페이스 구현을 위한 Kinect for Windows 1”, 임베디드 월드 Embedded World, 2012.4
- [10] Kyoung Shin Park, “Development of Kinect-Based Pose Recognition Model for Exercise Game”, KIPS Tr. Comp. and Comm. Sys, Vol.5, No.10, pp.303-310, 2016