

신체 교정을 위한 보조 시스템에 관한 연구

김 호 준*, 정 재 필**

A Study on the Assistive System for Body Correction

Ho-Joon Kim*, Jae-Pil Chung**

요 약

최근 올바르지 못한 자세로 인하여 척추 측만증 등의 질환을 가지고 생활하는 사람의 수가 늘고 있다. 이러한 다양한 질환의 치료를 위한 자세 교정은 시간과 비용이 소요되며 지속적인 관찰이 필요하다. 본 논문에서는 소형 기울기 센서를 목과 허리에 장착하여 신체의 기울기를 실시간으로 관찰함으로써 자세 이상을 기록하고 경고하여 불편한 자세를 교정하는 보조 시스템을 제안하였다. 가속도와 자이로 센서를 이용하여 신체의 올바르지 못한 자세의 기울임을 감지하여 경고 신호를 내 보내고 시간에 따른 자세의 변화를 외장 메모리에 기록하여 분석할 수 있도록 하였다.

Abstract

In these day, the number of people who have an abnormal posture caused by bad habit are increasing. Therefore, people suffer various disease and symptoms. For correcting the posture to cure, we need continuous monitor, expenditure of time and money. In this study, we develop a posture correcting aid system in other to monitor a posture continuously and leads to pose correctly and records postural variation which are attached to the neck and the waist. The devised system showed good potential for the correct posture guide and a cure of postural defect.

Key words : Posture correction, Medical aids, Upper body slope, Tilt sensor, Postural defect

1. 서 론

최근 정보화 사회가 급속도로 발전함으로 인하여 모든 분야에서 극히 편리성을 추구하게 되었다. 오늘날 모든 일상 생활 및 모든 습관이 책상 위에서 온라인으로 생활하는 자세로 바뀌어져 가

고 있다. 따라서 책상에 앉아 있는 비정상적인 자세를 갖고 있는 사람의 수가 늘고 있다. TV 앞의 어린이, 책상 앞의 수험생, 사무실의 직장인, 그리고 가정주부들은 자세 불량으로 경추, 척추, 고관절의 이상 증상에 의한 통증으로 고통 받고 있다. 이렇듯 비정상적인 자세로 인하여 척추가 변형되

* 전주대학교 전기전자정보통신공학부 교수 (junekim@jj.ac.kr)

** 교신저자 : 가천의과학대학교 정보공학부 교수 (jpchung@gachon.ac.kr)

접수일자 : 2011년 10월 20일, 수정일자 : 2011년 11월 15일, 심사완료일자 : 2011년 11월 20일

어 비정상적으로 휘어지는 질병인 척추 측만증 환자가 성장기 어린이부터 노년층까지 다양하게 급속도로 증가하고 있다. 이러한 비정상적인 자세로 인한 척추 측만증에 대한 부분은 사회적으로도 문제가 되고 있으며, 모든 사람들에게 이를 교정하는 시스템이 필요한 부분임을 인지하면서도 이를 위한 제품이 별로 없는 것이 현실이다.

단지 교정용 의자, 바른 자세 관리자 등을 접할 수 있으나 실시간으로 구체적인 측정 자료를 알 수 없다. 현재 자세를 측정하기 위해서는 병원을 방문하여 X-Ray 나 MRI와 같은 영상기기로 측정을 해야 하며 또한 측정하는데도 많은 시간이 소요된다. 또한 순간 자세는 측정할 수 있으나 시간에 따른 변화를 연속적으로 모니터링 할 수 없다. 최근 저가의 관성 센서를 이용한 자세 추정 장치가 유용하게 사용될 수 있음이 보고되었다[1-3].

본 논문에서는 척추 측만증 등의 질환에 대하여 조기 진단 및 실시간으로 자세를 교정할 수 있는 기기를 설계 및 구현하기 위한 방법을 제안하고자 한다. 특히 시간 및 장소에 구애받지 않고 착용이 간편하며 누구나 활용할 수 있는 디자인 및 작동법을 구현하고자 한다. 또한 계속적으로 움직이는 상태에서 정확한 각도를 산출하는 방법을 제시하고자 한다.

II. 신체의 기울기 측정

신체의 자세 각은 자이로 센서의 출력 값을 적분해 측정할 수 있으나, 시간 경과에 따른 오차의 누적 및 센서의 드리프트 현상으로 인한 오차 발생 등의 문제점을 가지고 있다 반면에 가속도 센서는 자세각 측정에 있어 오차의 누적이나 드리프트 현상은 없으나, 순간적인 각도 측정에서는 자이로 센서에 비해 더 큰 오차를 가지며 진동 및 소음 등의 외란에 약한 단점을 가진다. 이는 가속도 센서를 이용한 자세각 측정에서는 중력 가속도만 물체에 작용하는 것으로 가정하므로 물체에 작용하는 가속도에 의해 자세각 측정 오차가 발생하기 때문이다 이러한 두 센서의 단점의 상호 보완을 위해 자이로와 가속도계의 혼합 알

고리즘 적용 및 측정 알고리즘의 개선을 통해 자세각 측정 장치의 성능을 개선하는 방법에 대한 연구가 진행되어왔다.

대부분의 연구에서는 자이로와 가속도계의 단점을 상호 보완하기 위해, 칼만 필터를 이용한 자이로 센서와 가속도 센서의 혼합 알고리즘을 통해 자세각을 측정하는 방법을 제시하였다[4-6]. 칼만 필터를 이용한 혼합 알고리즘에서는 가속도 센서를 이용한 자세각 측정 시 발생하는 진동 및 소음 등의 외란에 의한 순간적인 잡음에 대해서는 보완이 가능하나 물체에 작용하는 지속적인 가속도에 의한 잡음에 대해서는 보완이 어렵다. 하지만 자세 측정 장치는 대부분 이동하는 물체의 자세를 측정하는데 사용되므로 이러한 잡음의 제거 방법에 대한 연구가 필요하다[7-8].

III. 시스템의 구성

본 시스템은 휴대용이며 허리 벨트에 착용하는 메인 장치와 뒷목 부분에 부착하는 서브 장치로 구성 된다. 서브 장치는 Bluetooth 통신 방식으로 메인 장치와 통신하여 기울기 데이터를 전송하고 메인 시스템은 자신의 기울기 정보와 서브 시스템의 기울기 정보를 종합하여 상체의 기울기를 기준값과 비교하여 허용 범위를 벗어날 경우 경보음을 발생한다.

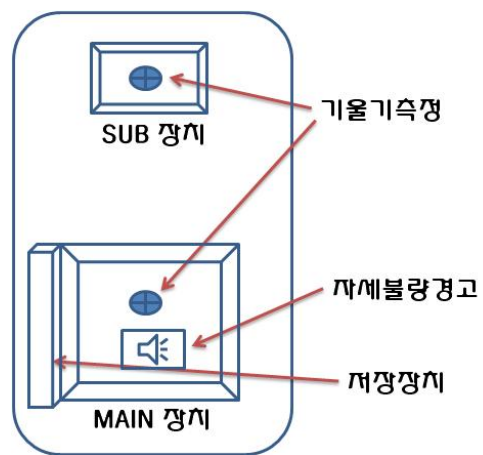


그림 1. 시스템의 구성도
Fig. 1. Configuration of System

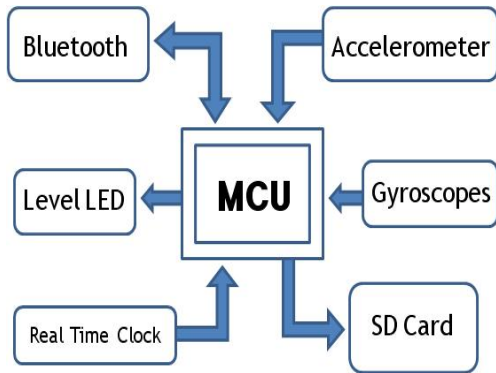


그림 2. 메인 시스템의 구성도
Fig. 2 Block diagram of main system

그림1은 메인 및 서브 시스템의 구성과 기능이며, 그림2는 메인 시스템의 회로 구성도이다. 메인 시스템에서는 일정 주기로 기울기를 측정하며 동시에 서브 시스템의 기울기 측정을 요청한다. 메인 시스템에서는 두 시스템의 기울기를 분석하여 현재의 신체의 척추 상태를 판단한다. 신체의 척추가 올바르게 못한 불량 자세일 경우에는 MAIN 장치에 설치된 부저 및 진동을 통하여 불량 상태를 알려준다. MAIN 장치의 저장 시스템에 측정 데이터를 저장한 후 이를 PC에 연결했을 경우 일정기간 동안의 관측자의 상태를 모니터링 할 수 있다.

MAIN 시스템의 Bluetooth Module은 SUB시스템, PC 또는 스마트폰 무선 통신을 위한 RF통신을 위한 모듈이다. Gyroscopes는 기울기 측정으로 변화된 각도를 얻을 수 있으며, 이 값을 보정하여 좀 더 정확한 각도를 얻을 수 있도록 하기 위하여 Accelerometer를 추가로 이용하여 측정된 각도를 보정하였다.

이러한 MAIN 시스템은 MCU에 의해서 프로그램을 동작시키게 되며, 각 데이터 값을 연산하여 가공하게 된다. 또한 각각의 SUB 시스템들은 MCU에 의해 컨트롤 된다. LED 표시부는 설정한 각도의 표시와 배터리 잔량을 나타내는 LED로 표시된다. 각도는 15°, 30°, 45°, 60°, 75° 로 설정할 수 있다. RTC를 이용하여 시계를 만들 수 있으며, 이 시계를 가지고 각 데이터를 시간별로 저장할 수 있으며, 이러한 데이터를 메모리 카드인 SD-CARD에 데이터를 저장할 수도 있다.

IV. 실험결과 및 검토

그림 3은 자세각이 변화하는 경우 가속도 센서의 2축 벡터를 이용한 기울기 검출 방식에 비해 본연구의 자이로 및 가속도 센서의 기울기 벡터와 검출된 시간으로 보정된 칼만 필터를 적용한 방식이 안정된 출력을 얻어냄을 알 수 있다.

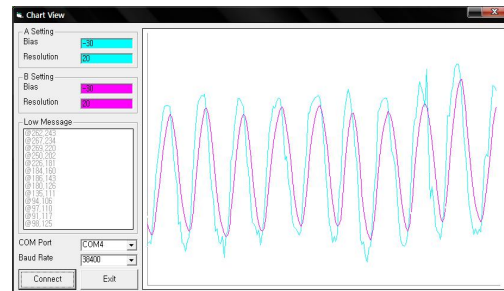


그림 3. 회전운동의 결과
Fig. 3 Result of circular movement

그림 4는 자세각은 일정하고 수평 이동을 한 경우 2축 벡터를 이용한 방식은 잡음이 심한 반면 본 연구의 방식의 경우 깨끗한 신호가 검출됨을 알 수 있다.

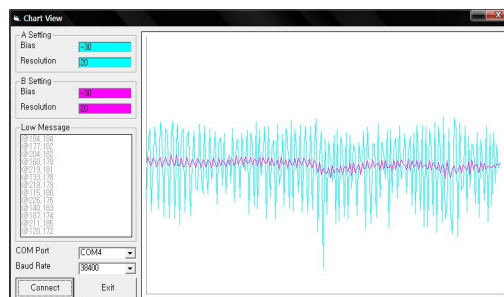


그림 4. 수평이동의 결과
Fig. 4 Result of horizontal movement

메인 모듈은 1초 마다 가속도 및 자이로 센서를 이용하여 기울기를 측정하고 서버 모듈에 기울기 측정 명령을 전송한다. 두 모듈의 기울기를 분석하여 기준 각도에서 벗어나는 지를 판단하고 자세불량일 경우 진동과 소리로서 경고 신호를 내 보낸다.

사람 또는 복장의 다양함으로 인해 허리와 목의 기울기 편차가 발생한다. 사람과 복장의 차이

에 맞게 올바른 자세에서 기본적인 기울기 차이의 한계를 단계로 설정한다. 시스템은 각 단계별 검출 기울기 기준을 스마트폰 접속으로 수정이 가능하며 초기 설정 값으로는 1단계 15도, 2단계 30도, 3단계 45도, 4단계 60도, 5단계 75도로 설정되어 있다.

시스템이 불량 자세 검출을 성능을 알아보기 위해 각 단계별 메인을 고정 한 상태에서 서브를 기울여 메인과 서브의 기울기 차이가 단계 설정 값을 넘었을 때 알람이 울리는지 확인 하였다. 이때 메인 모듈과 서브모듈의 수직 고정 축이 이상적으로 배열될 경우(0도 오류) 그리고 어긋날 경우(10도 오류, 30도 오류)를 5단계별로 30회의 측정을 하여 검출 확률을 계산하였다. 그 결과는 그림 5와 같으며 메인 모듈과 서브 모듈의 기준 축의 변화가 클수록 불량 자세 검출율이 감소하나 30도 이내일 경우는 큰 영향이 없음을 알 수 있다.

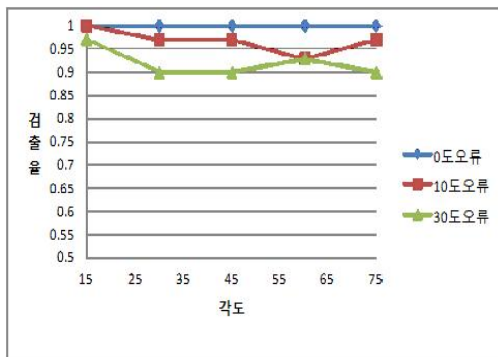


그림 5. 각도 이탈 검출율
Fig. 5 Detection Ratio of Angle Outage

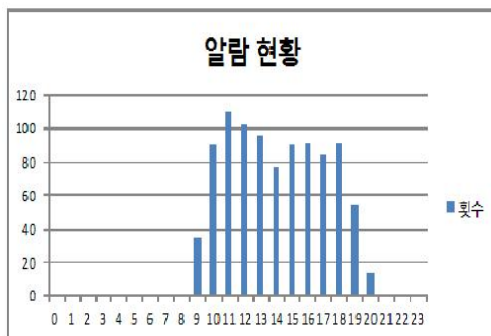


그림 6. 일일 분석
Fig. 6 Daily Analysis

그림 6은 본 시스템을 한 사람이 하루 동안 사용하여 수집된 데이터를 분석한 결과이다. 활동 시간인 09시부터 20시 까지 이상 자세 검출 횟수가 나타나며 1초 마다 측정하는 것을 고려하면 최고로 11시 구간에 36초 동안 자세 이상이 있었음을 알 수 있다. 이와 같이 본 시스템은 개인들에게 실시간으로 이상 자세를 경고를 주며 장 시간 동안의 데이터 축적과 분석을 통해 개선 경과를 제공해줄 수 있다.

V. 결 론

본 논문은 가속도와 자이로 센서를 이용하여 신체의 올바른 자세를 유도할 수 있는 자세 교정을 위한 시스템을 제안하였다. 또한 스마트폰과의 연계를 통해 측정 데이터의 통계 자료를 표기할 수 있도록 무선 통신을 이용하였다. 이는 CT, MRI와 같은 의료 장비와 데이터를 비교 검토하면 보다 더 효율적인 치료 방법이 될 것 같다. 본 논문은 가속도와 자이로 센서를 이용하여 신체의 올바른 자세를 유도할 수 있는 자세 교정을 위한 시스템을 제안하였다, 또한 스마트폰과의 연계를 통해 측정 데이터의 통계 자료를 표기할 수 있도록 무선 통신을 이용하였다. 이는 CT, MRI와 같은 의료 장비와 데이터를 비교 검토하면 보다 더 효율적인 치료 방법이 될 것 같다. 또한 실시간 자세 측정을 통해 자세 교정이 절실히 필요한 척추 측만증 등의 질환자 또는 척추 측만증이 의심되는 사람의 신체 교정을 위한 시스템으로 치료 및 재활의 목적으로 사용이 가능하며, 각종 디스크 질환의 환자에게 치료를 목적으로 신체의 올바른 자세를 가질 수 있도록 도움을 주는 시스템으로 활용할 수 있으며 측정 데이터(불량자세 시간, 휘어진 각도)를 활용하여 환자의 치료방향을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 정도운, 정완영, “3축 가속도 센서를 이용한 자세 및 활동 모니터링,” 센서학회지 Vol. 16, No. 6, pp. 4678-474, 2007.

[2] 양철오, 이대성, 오민석 외, “3축 가속도 센서를 이용한 이동 물체의 자세각 측정”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집 pp. 1728 ~ 1729, 2010.

[3] 박은정, 정주영, 배철수, 이상식, “X-ray 영상을 이용한 척추측만증 영상처리 알고리즘 개발”, 한국정보전자통신기술학회 논문지 Vol. 4, No. 2, pp 88-95, June 2011.

[4] E. Lou, M. Bazzarelli, D. Hill, and N. Durdle, “A low power accelerometer used to improve posture,” ECE Canadian Conference, Vol. 2. pp. 1385-1389, 2001.

[5] Chul Woo Kang and Chan Gook Park, “Attitude Wximation with Accelerometers and Gyros Using Fuzzy Using Fuzzy Tuned Kalman Filter,” European Control Conference 2009 Budapest, Hungary, August, pp. 3713-33718, 2009.

[6] Hyung-Jik Lee and Seul Jung, “Gyro Sensor Drift Compensation by Kalman Filter to Control a Mobile Inverted Pendulum Robot System,” ICIT 2009, pp. 1-6, Feb. 2009.

[7] 안양수, 김거식, 서정환, 송철규, “3축 가속도 센서를 이용한 자세 교정 유도 시스템,” 전기학회 논문지 제59권 제1호, pp. 1-224, 2010.

[8] E. Lou, C. Chan, V.J. Raso, D.L. Moreau, J.K. Mahood, A. Donauer “A Smart Orthosis for the Trearment of Scoliosis”, IEEE Engeering in Medicine and Biology Society 27th Annual International Coference. pp. 1008-1011, Jan. 2006.

저자약력

김 호 준 (Ho-Joon Kim)

중신회원



1986년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학사)
 1988년 2월 : 연세대학교 전기공학과(공학석사)
 1998년 8월 : 연세대학교 전기공학과(공학박사)
 1988년 2월 : 삼성종합기술원 주임연구원
 1999. 4월 : 삼성전자 통신연구소 수석연구원

2001년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 전기전자정보통신공학부 부교수

<관심분야> 이동통신, 센서네트워크, 유비쿼터스 홈네트워크

정 재 필 (Jae-Pil Chung)

중신회원



1985년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학사)
 1989년 8월 : 단국대학교 전자공학과(공학석사)
 2000년 8월 : 한국항공대학교 통신정보공학과(공학박사)
 1990년 12월 : (주)동양전자통신 중앙연구소 연구원
 1992년 3월 : (주)케피코 기술연구소 연구원

1994년 2월 ~ 현재 : 가천의과학대학교 정보공학부 교수

<관심분야> 이동통신, WBAN, 신호처리, 유비쿼터스 홈 네트워크