

Development of Portable Weight Scale and Body Pressure Monitoring System for Wheelchair Users

Kyeong-wan Lee, Do-hoon Koo, Kyung-bae Jang

Department of Rehabilitative Assistive Technology, National Rehabilitation Center,

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to develop portable weight scale and body pressure monitoring system for wheelchair users. **Background:** Wheelchair users have limitation of activity because of their lives on wheelchairs with fixed sitting position for long time. Therefore, obesity of wheelchair users is much higher than normal people. Also, continuous pressure on hip make bed sore occurs frequently. Thus, purpose of this study is that to develop portable device which is able to measure the wheelchair users' weight and body pressure to prevent obesity and bed sore. **Method:** The portable device measuring weight and body pressure is composed of strain gauge and FSR sensors. This device makes it possible to measure weight and body pressure on wheelchair. **Result:** The monitoring system which checks the users' weight scale and body pressure in real time is developed. **Conclusion:** The device gives critical information of wheelchair users to help them can control obesity and bed sore. **Application:** This device will have a positive effect on preventing obesity and bed sore for disabled people living on wheelchair.

Keywords: Wheelchair, Weight, Body pressure, Load cell, FSR sensor

1. Introduction

장애 인구의 증가와 노령화로 인하여 이동수단인 휠체어의 사용이 증가하고 있다. 휠체어를 사용하는 척수 장애인 들이나 노인들은 활동성의 저하와 장시간의 좌식 생활로 인해 비만이나 욕창 발생의 위험성에 노출되어 있다.

휠체어 사용자의 비만은 대사질환 등의 이유로 신체활동을 효율적으로 수행할 수 없을 뿐만 아니라 심장질환, 동맥 경화, 고혈압, 뇌졸중, 당뇨병 등과 같은 순환계 퇴행성 질환 발생률이 일반인보다도 높은 수준이며, 이와 더불어 성인병 발생도 증가 추세를 보이고 있다(Valent, Dallemijer, Houdjik, Talsm & Wonde, 2007). 그리고 척수장애인의 66% 이상이 과체중 혹은 비만으로 나타나(Rajan, McNeely, Warms & Goldstein, 2008) 일반인의 비만문제보다 심각한 수준이다.

또한 신체 일부가 마비된 환자나 노인의 경우 휠체어에서 장시간 생활을 하므로 욕창이 발생하기 쉽다. 욕창은 신체의 뼈와 같은 돌출부에 지속적이고 반복적인 압력 또는 마찰 등에 의해 조직의 혈액 순환의 장애로 조직의 괴사가 일어나는 것을 말한다(Kartes, 1996). 욕창을 가지고 있는 이들 대부분이 신경학적 손상으로 편마비, 감각기능의 손실

이나 저하, 기동성 상실, 의사소통의 저하, 의식장애 등으로 인한 관리의 어려움으로 인하여 항상 비만과 욕창의 위험에 노출되어 있다.

그러나 휠체어 사용자를 위해 비만과 욕창을 관리해 줄 수 있는 장치나 시스템은 매우 미비한 실정이다. 휠체어 사용자들의 비만과 둔부 욕창 발생을 방지하기 위해서는 지속적인 체중관리와 둔부 압력확인 이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 로드셀과 FSR(Force Sensing Resistor) 센서를 활용한 저가격의 고정밀 이동형 측정 장치를 개발하고자 한다. FSR 센서의 정밀도는 다른 종류의 센서보다는 떨어지나 굽힐 수 있는 필름체로 만들어져 여러 형태의 배열로 제작할 수 있으며 전도성의 고무와 비교해 볼 때 전기적 이력현상이 거의 없고 가격이 저가라는 장점을 가진다. 로드셀은 설치가 용이하고 활용의 범위가 크고 경제적 이점이 있기 때문에 저가형 이동형 장치 개발에 유용하다.

따라서 본 연구의 목적은 언급된 장치와 센서를 활용하여 휠체어에서 좌식생활을 하는 장애인들이 실시간으로 자신들의 체중과 체압을 모니터링 하여 비만을 관리하고 욕창 발생을 예방할 수 있는 이동형 체중·체압 측정 장치를 개발하는데 있다.

2. Method

2.1 Weight scale monitoring system

체중 측정 모니터링 시스템은 장애인의 체중 측정을 목적으로 하며, 휠체어 바퀴에 로드셀을 장착<Figure 1>하고 무게를 측정하여 전용 단말기로 모니터링 할 수 있도록 개발하였다.

시스템은 크게 무게 값을 전송해주는 transmitter 모듈과 전송된 무게 값을 표현해 주는 receiver 모듈로 구성하였다. transmitter 모듈은 로드셀을 통해 mV/V 값으로 입력된 신호를 A/D 컨버터를 통해 디지털 값으로 변환하여, 마이크로프로세서에 입력된 체중 측정 알고리즘을 통해 필터링, 정지 상태 인식, 체중계산을 수행하도록 하였다. receiver 모듈은 모션통신 모듈을 통해 transmitter에서 출력한 값을 전용단말기로 전송하여 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다. 또한 데이터 저장장치를 통해서 자신의 과거와 현재 몸무게를 비교함으로써 지속적인 체중관리가 가능하도록 하였다.

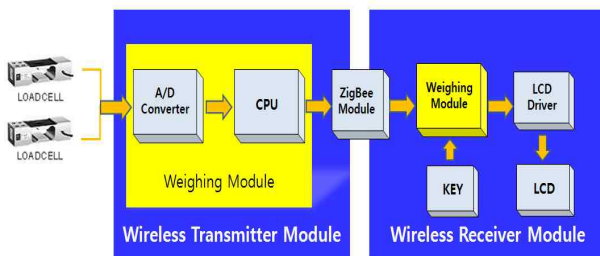


Figure 1. Weight monitoring system block diagram

2.2 Body pressure monitoring system

체압 측정 모니터링 시스템은 압력패드<Figure 3>에서 수집한 자료를 무선 모듈을 이용하여 디스플레이 장치로 전송하도록 하고 전송된 자료는 자동 저장되어 후에 2차 분석이 가능하도록 하였다. 사용자의 휴대용 단말기와 압력패드는 FSR 센서 패드의 끝에 연결된 컨트롤러에 의하여 호환된다. 단말기로 전송된 데이터는 체압 측정 모니터링 프로그램에 의해 실시간으로 사용자의 체압 정보를 볼 수 있게 하였다. 사용자의 단말기에 사용자의 체압이 10단계의 각기 다른 색으로 나뉘어 표현하여 체압을 쉽게 확인하도록 하였다. 오랜 시간 같은 부위에 일정 압력 이상이 가해지게 된다면 욕창의 발생 위험이 커지므로, 압력의 크기와 지속 시간에 대해 설정하여, 설정된 압력의 크기 이상이 일정 시간 지속될 경우에 경고음과 경고 표시 메시지를 띄우도록 하였다<Figure 2>.

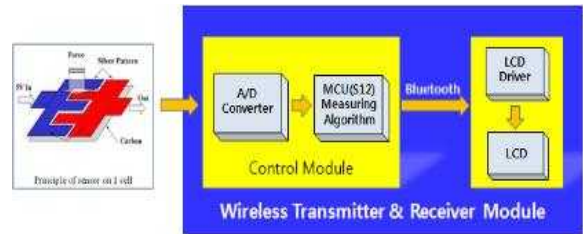


Figure 2. Body pressure monitoring system block diagram



Figure 3. Load cell installation(left), Pressure sensor installation(right)

3. Results

본 연구 결과 4개의 로드 셀을 사용한 체중 측정 장치와 400개의 FSR 센서로 이루어진 압력패드를 개발하여 휴대용 모바일 기기와 연동한 실시간 체중·체압 측정 장치를 개발하였다. 개발된 장치의 기능성 평가는 다음과 같다.

첫째, 체중 측정 실험결과 실제 체중과 비교하였을 때, 비장애인의 경우 측정오차가 약 $\pm 0.75\text{kg}$, 장애인의 경우 $\pm 1.02\text{kg}$ 이 나타났다<Table 1>. 장애인의 경우 자세 유동성이 크기 때문에 체중 측정 시 비장애인보다 오차가 크게 나타났다.

Table 1. Comparison of True Weight and Measured weight(unit : kg)

Normal people			Disabled people		
Subject	True weight	Measured weight	Subject	True weight	Measured weight
N1	77.5	77.5	D1	71.8	74
N2	86.5	84	D2	57.7	59
N3	63.6	63.5	D3	74.6	54.5
N4	70.8	71	D4	63.7	65.5
N5	76.5	76	D5	55.9	55
N6	60	61.5	D6	81.6	81.5
N7	62.2	63	D7	60.3	60.5
N8	81.4	81	D8	54.3	55.5
N9	80.7	80.5	D9	76.3	75.5
N10	87.8	86.5	D10	64.1	62.5

둘째, 체압 측정 장치의 동작은 <Figure 4>와 같이 이루어진다. 본 장치는 휠체어 사용자와 보호자에게 압력의 위험 수준을 경고하여 즉각적인 조치를 가능하게 한다. 휠체어에 설치된 압력 패드와 단말기를 연동하여 압력 범위와 시간을 설정하고, 정상 범위 이상의 압력이 지속될 경우 단말기를 통하여 청각적, 촉각적, 시각적 경고를 준다.



Figure 4. Body pressure monitoring system on smart phone

4. Conclusion

본 연구에서는 휠체어에 장착이 가능한 이동형 체중·체압 측정 장치를 개발하였다. 휠체어에 장착된 장치와 휴대용 단말기를 연동하여 사용자가 자신의 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다. 이러한 시스템은 휠체어 사용자가 자신의 체중을 실시간으로 확인하여 자신의 비만상태를 확인하여 관리토록 하고, 또한 욕창의 위험성에 노출되어 있는 휠체어 사용자에게 욕창을 예방할 수 있도록 도움을 줄 것이라 생각된다. 따라서 개발된 체중·체압 측정 장치는 휠체어를 사용하는 장애인 및 노인들의 건강을 유지하고 관리하는데 필요한 정보를 제공함으로써 그들의 삶의 질을 향상 시켜주는 역할을 수행할 것으로 사료된다.

Acknowledgements

본 논문은 2010년 국립재활원 내부연구사업(과제번호 : 09-D-02, 10-A-02)으로 수행되었습니다.

References

- Kartes, S.K., A team approach for risk assessment, prevention and treatment of pressure ulcers in nursing home patients, *Journal of Nursing Care Quality*, 10(3), 34-45, 1996.
- Kim, J.B., Cho, S.Y. and Kim, S.J., "Preliminary studies to develop a ubiquitous computing and health-monitoring system for wheelchair users", *Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering*, Brussels, Belgium, 2008.
- Rajan, S., McNeely, M.J., Warms, C. and Goldstein, B., Clinical assessment and management of obesity in individuals with spinal cord injury: A review, *Journal of Spinal Cord Injury*, 31(4), 361-372, 2008.
- Valent, L., Dallemijer, A., Houdijk, H., Talsm, E. and Woude, V.D.L., The effects of upper body exercise on the physical capacity of people with a spinal cord injury: A systematic review, *Clinical Rehabilitation*, 21, 315-330, 2007.

Author listings

Kyoeng-wan Lee: sincerely4u@nate.com

Highest degree: Bachelor, Department of Biomedical Engineering, CBNU

Position Title: Researcher, Department of Rehabilitative Assistive Technology, National Rehabilitation Center

Areas of Interest: Biomedical Engineering

Do-hoon Koo: dhkoo4155@gmail.com

Highest degree: MS, Department of Physical Education, SNU

Position Title: Researcher, Department of Rehabilitative Assistive Technology, National Rehabilitation Center

Areas of Interest: Biomechanics, Assistive Technology

Kyung-bae Jang: kbjang@korea.kr

Highest degree: PhD, Department of Electrical Engineering, Korea Univ.

Position Title: Senior Research Officer, Department of Rehabilitative Assistive Technology, National Rehabilitation Center

Areas of Interest: Assistive Technology