

## Health-monitoring을 위한 휠체어 기반 체중측정 장치 개발

강동원\*, 김경명\*, 장경배\*\*  
국립재활원 재활연구소\*

### Development of the weighing scale device based on wheelchair for health-monitoring

Dong-Won Kang\*, Kyoung-Myoung Kim\*, Kyung-Bae Jang\*\*  
National Rehabilitation Center Research Institute\*

**Abstract** - The number and percentage of people in need of a wheelchair are increasing every year, both manual and power wheelchair users express an interest in monitoring their weight. However, frequent measurements are not possible when relying on hospital scales and models designed for home use are expensive. So the goals of this study became to create a product that's relatively inexpensive, portable, and precise, which means varying little between measurements. Secondary goals were ease of use, compatibility with different kinds of wheelchairs, and accuracy, which means achieving proximity to an actual value and isn't as important when trying to monitor increases or decreases in weight.

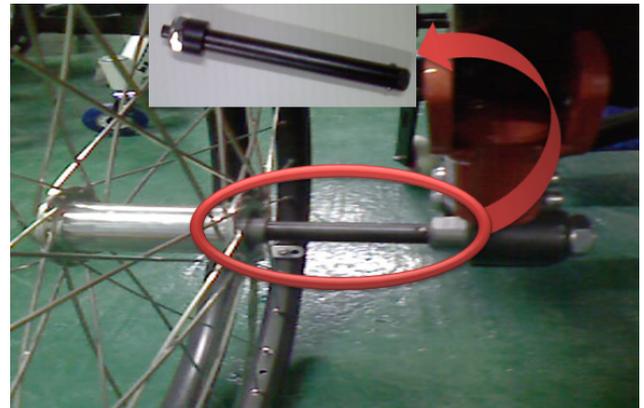
실리게 된다. 따라서 휠체어 차체와 바퀴를 연결해주는 각 프레임 사이에 로드셀 4개를 삽입함으로써 체중을 측정할 수 있도록 설계하였다. 일반체중계에는 크게 두가지 형식의 로드셀이 사용된다. 첫 번째는 스트레인게이지형식의 로드셀로 게이지의 응력에 대한 저항값의 변화를 원리로 물체에 대해 받은 중량을 계산하는 방식이다. 두 번째로는 모놀리딕셀, 또는 모노블락의 로드셀로 단일 합금으로 만들어진 금속들을 가지고 전기적 오차를 통해 체중을 계산하며 이는 고가 저울에만 쓰인다. 본 연구에서는 저가의 스트레인게이지 로드셀(CAS Inc., Korea)을 사용하여 휠체어의 개조 없이 쉽게 적용할 수 있도록 빔 형태로 제작하였다.

#### 1. 서 론

우리나라의 경우 2005년 국민건강영양조사에 의하면 비만 유행률(20세 이상)은 전체 31.7%로 점차 증가되는 추세이다[1]. 비만은 과잉의 열량이 축적되어 발생하며 영양적으로 조절이 된 식사를 통해 열량의 섭취를 제한하고 규칙적인 운동을 병행함으로써 과학적인 방법을 통해서 체중감량을 실시해야 한다[2]. 그러나 몸이 불편한 중증 장애인의 경우 지속적인 운동과 보행 또는 주행과 같은 중강도 운동을 통한 과학적인 방법이 어려운 실정이다. 따라서 체중측정을 통한 건강관리가 필수적이라 하겠다.

Kim(2008)의 연구에서는 97명의 장애인들을 대상으로 가장 선호하는 건강모니터링 정보에 관한 설문조사를 한 결과, 혈압(68%), 체중(65%), 혈당(36%)등의 순서를 나타내었다[3]. 이는 건강관리에 기본이 되는 체중조차 몸이 불편한 장애인들로서는 측정하기 어렵다는 것을 단적으로 보여주고 있다. 현재 시판중인 장애인을 위한 플랫폼형태의 휠체어저울이나 침대저울이 있지만 개인이 구입하기에는 가격이 비싸며(약150~2000만원) 장애인들의 체중관리에 대한 인식이 적어 보건소나 병원에서 조차 장비가 없어 체중측정에 어려움을 겪고 있다.

Hendershot(2006)은 환자의 건강관리를 제공하는 주치의, 레지던트, 간호사를 대상으로 각자 담당하는 장애1급 외상 환자 110명에 대한 몸무게를 예측하도록 하였으며 환자 본인에게도 설문을 통해 본인의 몸무게를 적도록 하였다. 주치의, 레지던트, 간호사의 환자에 대한 몸무게 예측 정확도는 실제 몸무게와의 허용오차 ±10%에서 53%를 나타내었으며 환자 본인의 몸무게에 대한 설문 정확도는 92%를 나타내었다[4]. 이는 응답을 할 수 없는 환자의 경우 건강관리자나 주변 가족들의 예측에 따라 몸무게가 달라지며 BMI(Body Mass Index)를 통한 비만 척도에 대한 오류도 발생하게 되어 잘못된 건강관리가 이루어 질 수 있다. 또한 응답이 가능한 환자일지라도 결과적으로 몸무게 변동에 대한 판단이 어렵다는 것을 보여주고 있다. 장애인들을 위한 건강관리자의 체중관리의 중요성에 대한 인식 부족과 몸이 불편한 장애인들을 위한 체중측정 장비의 미비로 장애인들의 건강관리는 소외되고 있는 것이다. 이에 비교적 가격이 저렴하여 쉽게 구입할 수 있고 몸이 불편한 장애인들이 휠체어를 착용한 상태로 언제 어디서나 체중을 모니터링 할 수 있는 휠체어 기반 체중측정 장치를 개발하고자 한다.



<그림 1> 휠체어의 차체와 바퀴를 연결하는 빔 형태의 로드셀

본 연구에서 사용되는 스트레인게이지 로드셀은 다른 센서에 비해 선형성이 좋으며 온도나 습기와 같은 여러 가지 변인에 대한 히스테리시스오차가 적다는 장점을 가지고 있다. 로드셀의 하중측정 범위는 지면의 충격에 파괴되지 않도록 200kg으로 설정하였다. 일반적으로 로드셀의 하중범위는 센서의 개수와 최대하중에 의해 결정되며 다음과 같은 공식에 따라 로드셀의 측정범위를 결정할 수 있다.

$$L \geq ((F1 \times W1 + W2) \times F2 \times F3) / N$$

- F1 : 충격계수 (1.2)
- F2 : 하중편심계수 (1.2)
- F3 : 하중불균형 계수 (1.2)
- W1 : 부가하중(측정할 대상물의 최대 하중)
- W2 : 초기하중(자중, 저울 자체 무게)
- N : 사용할 로드셀 개수

휠체어 기반 체중측정 장치는 센서부, 측정부, 인터페이스 부분으로 구성되며 측정된 몸무게는 무선통신을 통해 핸드폰이나 PDA로 전송하여 사용자가 쉽고 편리하게 체중을 알 수 있도록 설계하였다.

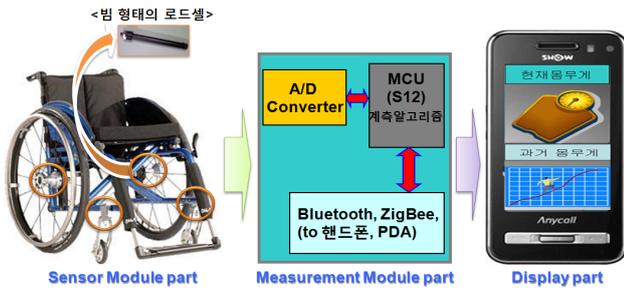
#### 2. 본 론

##### 2.1 휠체어 기반 체중측정 장치

일반적으로 많이 사용되는 후륜 구동 휠체어의 경우 주축이 되는 뒷바퀴 2개와 보조바퀴 2개인 4 지점에서 대부분의 하중이

### 3. 결 론

현재 개발하고자 하는 휠체어 기반 체중측정 장치는 몸이 불편한 장애인들이 휠체어에 탑승한 상태로 언제 어디서나 체중을 모니터링 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 휠체어를 개조하는 비용이 들지 않아 30만원 이하의 저가에 판매 될 수 있을 것이라 예상된다. 이는 저가의 체중측정 장치를 널리 사용하게 함으로써 지속적인 운동이 어려운 중증 장애인들에게 건강을 유지하는데 매우 중요한 체중의 정보를 제공할 수 있다. 체중에 대한 정보는 비만인 환자의 식사조절을 통해 체중감량을 실시할 수 있으며 체중 변화를 통한 질병의 유추 및 진료에 활용될 수 있겠다. 또한 비만으로 생기는 질병의 예방을 통해서 얻어지는 의료비절감에 대한 효과를 이룰 수 있다고 예상된다. 따라서 고안된 휠체어 기반 체중측정 장치는 장애인들의 건강을 유지하는데 필요한 정보로 활용됨으로써 장애인의 삶의 질을 향상시켜주는 역할을 수행할 것이다. 또한 휠체어 기반의 체중측정 뿐만 아니라 장애인들이 선호하는 건강모니터링 정보인 혈압, 혈당, 심전도, 체지방 등의 여러 가지 건강정보에 대한 모니터링을 수행할 수 있는 u-Health 개념의 건강관리시스템을 개발하는데 있어서 기초연구로서 활용될 수 있다. 이는 이동장애를 가지는 장애인들에게 있어서 원격 진료서비스를 통해 병원을 찾아가는 어려움을 덜어 줌으로써 보다 편리하고 신속한 건강관리시스템이 될 것이다.



〈그림 2〉 휠체어 기반 체중측정 장치

#### 2.2 체중측정 방법

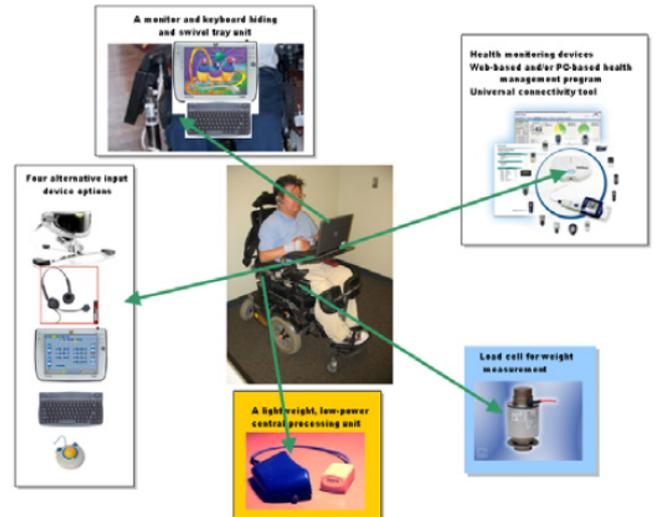
휠체어 기반 체중측정 장치는 일반체중계와 다르게 앉은 자세에서 체중을 측정해야 한다. 또한 휠체어의 무게는 사용자가 편리하도록 휠체어에 손잡이를 부착하거나 물건을 올려놓는 등으로 인해서 수시로 변경될 수 있다. 따라서 휠체어 기반 체중측정 장치 구동 시에 변경된 휠체어 무게를 상쇄시킴으로써 사용자가 휠체어 탑승 시에 정확한 체중을 측정할 수 있도록 설계하였다. 또한 로드셀 센서에서 나오는 신호는 필터링을 거쳐 사용자의 정지 상태를 확인함으로써 보다 정확한 체중을 측정할 수 있도록 알고리즘을 개발하였다. 정지 상태는 로드셀에서 측정되는 신호의 기울기 값을 계산함으로써(DSMA, Differential Signal Magnitude Area) 고정된 역치값을 정하고 신호의 상태가 정지상태인지 활동상태인지를 판단하도록 하였다.

$$DSMA = \frac{1}{t} \int_0^t |L_i - L_{i-1}| dt$$

일반체중계와 같은 원리로 몸무게 측정은 4개의 로드셀에서 측정되는 신호의 평균을 계산하고 이 값을 몸무게로 환산하여 나타내었다.

$$Weight = \frac{1}{4}(L_a + L_b + L_c + L_d)$$

로드셀에서 측정된 신호는 A/D컨버터를 통해 아날로그 신호를 디지털로 변환하게 되고 마이크로프로세서에 입력된 체중측정 알고리즘 통해 필터링, 정지상태 인식, 체중계산을 수행하게 된다. 측정된 몸무게는 핸드폰으로 전송되어 실시간으로 확인할 수 있으며 데이터 저장을 통해서 자신의 과거 몸무게와의 비교도 가능하겠다.



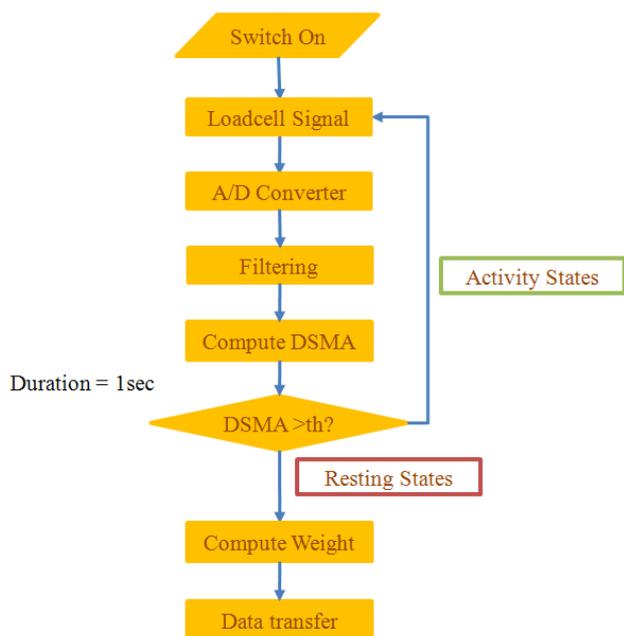
〈그림 4〉 휠체어 기반의 U-Health 시스템 모식도

#### [감사의 글]

본 연구는 국립재활원 내부연구사업(과제번호: 09-A-02)으로 수행되었습니다.

#### [참고 문헌]

[1] Ministry of Health and Welfare, "Report on 2005 National health and nutrition survey," 2006.  
 [2] M. K. Kim and G. C. Lee, "Weight reduction dieting survey and satisfaction degree and diet related knowledge among adult women by age.," J. Korean Soc. Food Sci. Nurt. Vol. 35, No. 5, pp. 572-582, 2006.  
 [3] J. B. Kim, S. Y. Cho and S. J. Kim, "Preliminary studies to develop a ubiquitous computing and health-monitoring system for wheelchair users," ICST 3rd international conf., 2008.  
 [4] K. M. Kimberly, L. Robinson, J. Roland, K. Vaziri, A. G. Rizzo, S. R. Fakhry, "Estimated height, weight, and Body Mass Index : Implications for research and patient safety," Journal of the American College of Surgeons, Vol. 203, No. 6, pp. 887-893, 2006.



〈그림 3〉 체중측정 알고리즘