

# 체간 안정성을 위한 전동침대의 제어시스템 설계

## Control System Design of Electric Operated Adjustable Bed for Body Posture Stability

배주환, 문인혁\*

J. H. Bae and I. Moon

### 요 약

본 논문에서는 하나의 접촉식 리미트스위치(limit switch)를 사용하여 등판과 대퇴판의 사잇각을 항상 90도 이상으로 유지할 수 있는 자세제어시스템을 제안한다. 이를 위해 등판 기구와 대퇴판 기구의 기구학 해석을 수행하고, 설계에 필요한 최적설계변수를 결정한다. 이 해석 결과를 이용하여 프로토타입 자세제어시스템을 제작한다. 시뮬레이션과 실험을 통해 등판과 대퇴판 중 하나가 상승하더라도 등판과 대퇴판의 사잇각이 항상 90도 이상 유지되는 것을 보인다. 이 결과로부터 본 연구에서 제안하는 자세제어 방법이 사용자의 체간 자세안정성을 유지할 수 있음을 보인다.

### ABSTRACT

In this paper we propose a control system to preserve the interior angle between back section and upper leg section to be larger than 90 degrees using a single limit switch. To design the control system we analyze the kinematics of actuation mechanisms for the back section and the upper leg section, and find out an optimal solution for the controller design. Using a prototype control system we perform experiments to test the controller performance, and show that the interior angle between the back section and the upper leg section is always preserved larger than 90 degree. From the experimental results, we show the proposed control system is feasible to keep the body posture stability.

**Keyword :** Posture Control, Electric Adjustable Bed, Body Posture stability

## 1. 서론

전동침대(electric adjustable bed)는 노인과 장애인의 간병을 위한 대표적인 보조기기이며, 요양침대(care-bed)라고도 한다[1]. 전동침대는 상반신의 각도, 무릎관절의 굴절각도 또는 침대의 높이를 전동으로 조절가능하다. 그리고 트렌델렌버그(trendelenburg)와 역트렌델렌버그(reverse trendelenburg) 등 다양한 자세 전환이 가능한 기능을 가진 전동침대

도 있다[2]. 이러한 전동침대를 사용하면, 식사를 하기 위해 몸을 일으키거나, 휠체어로 이동을 위해 몸을 일으켜 세우는 등의 일상적인 활동을 지원할 수 있다. 그러나 침대에서 장시간 생활하는 환자들은, 신체의 돌출부위에 집중되는 압력에 의해 욕창으로 발전할 수 있기 때문에, 피부아래의 압력을 완화시켜 욕창을 예방하기 위해 지속적으로 환자의 자세를 전환할 필요가 있다[3, 4]. 그래서 욕창예방을 위해 별도의 자세 전환기능이 구현된 침대가 개발되기도 하였다. Kawakami[5]는 침대의 분절을 세로로 3분절로 설계하여 환자의 자세를 좌우로 움직이도록 하는 자세전환 메커니즘을 설계하였다. Peng[6]은 침대시트를 움직여 사용자의 자세를 전환할 수 있도록 하는 침대 기구를 제안하였다.

자세전환을 하는데 있어서 고려되어야 할 점은 사용자의 근골격계 자세이다. 침대 표준에 따르면 이러한 기준에 의해 등판의 각도와 대퇴판의 각도

접 수 일 : 2012.11.16

심사완료일 : 2012.11.30

게재확정일 : 2012.12.28

배주환 : 동의대학교 지능시스템공학과 박사과정

jhbae@arms.deu.ac.kr

\*문인혁 : 동의대학교 메카트로닉스공학과 교수

ihmoon@deu.ac.kr (교신저자)

※ 본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제고유번호 : A120125)

를 정하고 있다. 특히 국제표준에 따르면 등판과 대퇴판 사이의 각도는 항상 90도 이상으로 유지하도록 규정하고 있다[2]. 환자의 상체와 대퇴의 각도가 지나치게 굽혀질 경우 복부 압박이 발생하게 되어 호흡곤란이나 소변량 감소 등의 질환을 유발 시킬 수 있으며, 심한 경우 환자가 사망이 이를 수 있다[7]. 현재 국내에서 유통되는 침대는 표준에 준수하여 제조되고 있다. 그러나 대부분은 등판과 대퇴판이 최대로 상승하였을 때 90도가 넘지 않도록 단순히 기계적인 구조로 설계되어 있다. 이러한 설계는 등판이나 대퇴판의 최대 상승각도가 제한되어 사용자에게 불편함을 줄 수 있다. 즉, 등판과 대퇴판의 사잇각을 90도 이상으로 유지하기 위해서 각 파트가 일정이상 각도를 상승하지 못하게 되는 것이다. 이것을 해결하기 위해서는 등판과 대퇴판을 구동하는 각 기구부에 별도의 센서를 장착하여 그 사이각이 항상 90도 이상을 유지하면서 각 파트를 구동하면 된다. 그러나 각도 제어를 위한 별도의 센서와 제어기를 부착하는 것은 비용의 문제로 인해 대부분의 전통침대에는 구현되어 있지 않다.

본 논문에서는 하나의 접촉식 리미트스위치(limit switch)를 사용하여 등판과 대퇴판의 사잇각을 항상 90도 이상으로 유지할 수 있는 제어시스템을 제안한다. 각 구동기구의 설계를 위해 기구학 해석을 수행하고, 모의실험을 수행한다. 이를 이용하여 프로토타입 제어시스템을 설계 및 제작하고, 실험을 통해 제안한 자세제어시스템의 성능을 확인한다. 실험은 3차원 동작측정 카메라를 이용하여 측정하고, 그 결과 등판과 대퇴판 중 하나가 상승하더라도 그 사잇각이 항상 90도 이상 유지되는 것을 보인다. 이 결과로부터 본 연구에서 제안하는 자세제어 방법이 사용자의 자세안정성을 유지할 수 있음을 보인다.

## 2. 전동침대

그림 1은 국제표준[2]에서 제시하는 침대의 동작 범위이다. 그림 1(a)는 4분절 침대이고, 그림 1(b)는 5분절 침대의 설계 파라미터의 각도이다.  $\alpha$ 는 등판(back section)이 수평면과 이루는 각도이며,  $\beta$ 는 대퇴판(upper leg section)이 수평면과 이루는 각도이다.  $\beta$ 는 등판의 회전중심으로부터 대퇴판과 하퇴판(lower leg section)의 굴절부까지 있는 가상선의 각도를 나타낸다. 그리고  $\gamma$ 는 등판과 대퇴판의 가상선과의 사잇각이다. 여기서  $\gamma$ 는 항상 90도 이상으로 유지하도록 한다. 등판의 가동각도  $\alpha$ 는 0~70도의 범위를 가지나, 최대 85도까지 움직일 수 있도록 정

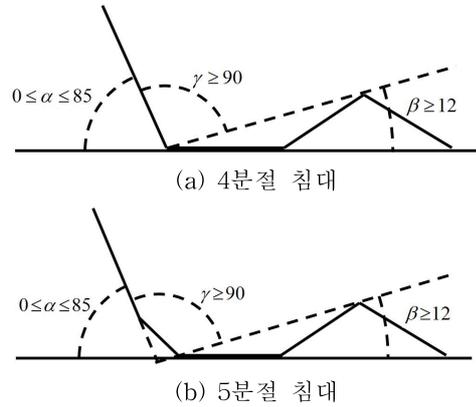


그림 1. 침대 매트리스지지대의 가동범위[2]

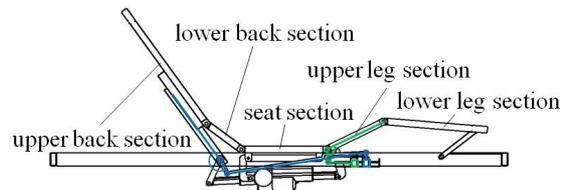


그림 2. 설계된 침대 구조

의하였다. 그리고 대퇴판의 각도  $\beta$ 는 12도 이상으로 상승하도록 정의하였다. 본 연구에서는 5분절 구조인, 상위 등판(upper back section), 하위 등판(lower back section), 둔부판(seat section), 대퇴판, 하퇴판 구조로 설계하였다.

그림 2는 본 연구에서 제안한 침대 기구 설계이다. 등판과 대퇴판의 상승을 위해 두 개의 선형구동기가 사용되었다. 선형구동기는 좌면 아래에 설치되어 등판과 대퇴판을 밀어 올린다. 그리고 등판과 대퇴판에는 각각 직선으로 이동하는 슬라이더(slides)가 링크구조로 연결되어, 등판과 대퇴판의 각도에 따라 슬라이더의 직선위치가 변화하도록 설계하였다. 그리고 그 슬라이더의 끝에 리미트스วิต치를 부착하였다. 즉, 등판과 대퇴판의 움직이는 각도를 슬라이더에 의해 직선위치로 변환하여 사잇각  $\gamma$ 가 90도보다 작지 않도록 하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 최적설계방법을 이용하여 등판부와 대퇴판부에 연결된 슬라이더에 설치된 센서접촉이 등판과 대퇴판의 사잇각  $\gamma$ 가 90도가 되도록 침대의 설계치수를 구하였다. 이를 위해 등판기구(back section mechanism)와 대퇴판 기구(upper leg section mechanism)에 대해 기구학 해석을 수행하였다.

### 2.1 등판 기구 설계

그림 3은 등판 기구의 모델이다.  $l_{a1}$ 는 선형구동

기에 연결되어 선형구동기의 길이변화에 따라서 회전하여 등판을 밀어 올리는 구동링크이다. 이  $l_{a1}$  은 링크  $l_{13}$ 과 연결되어 있다. 이때 그 사이각은  $a_1$ 로 고정되어 있다. 그리고  $l_{13}$ 은 링크  $l_{14}$ 로 연결되어 있으며, 이 링크 끝에 slider1이 연결되어 있다. 결국 선형구동기에 의해 등판이 움직이게 되면, slider1의 수평위치가 변하게 된다.  $l_{t4}$ 는 좌면과 등판이 연결된 지점에서 slider1까지의 거리이다. 등판은 등판을 구동하는 링크  $l_{a1}$ 과 평행하도록 설계되었다.

등판각도는  $\alpha$ 라 하면,  $\alpha$ 와 slider1의 위치  $l_{t4}$ 는 비선형의 관계에 있다. 이 관계는 다음의 벡터식으로부터 구할 수 있다.

$$\vec{l}_{13} + \vec{l}_{14} = \vec{l}_{t1} + \vec{l}_{t4} + \vec{h}_1 \quad (1)$$

식(1)에서  $\vec{l}_{13}$ 는 등판구동링크의 아래쪽에 연결된 링크  $l_{13}$ 의 벡터이고,  $\vec{l}_{14}$ 는 slider1의 위치를 나타내는 벡터이다.  $\vec{l}_{t1}$ 은 등판 구동 회전축과 하위 등판  $l_{12}$ 의 회전축을 잇는 벡터이다.

식(1)을 정리하여  $x$ 와  $y$ 의 위치로 분리하여 정리하면 다음과 같다.

$$\sum x = 0 = l_{13} \cos(\theta_1 - a_1) + l_{14} \cos \theta_{14} - l_{t1} - l_{t1} \cos \theta_{t1} \quad (2)$$

$$\sum y = 0 = l_{13} \sin(\theta_1 - a_1) + l_{14} \sin \theta_{14} - l_{t1} \sin \theta_{t1} + h_1 \quad (3)$$

식(2)과 식(3)을 연립하면 다음의 식으로 정리할 수 있다.

$$\theta_{14} = \sin^{-1} \left( \frac{-l_{13} \sin(\theta_1 - a_1) + l_{t1} \sin \theta_{t1} - h_1}{l_{14}} \right) \quad (4)$$

$$l_{t4} = l_{13} \cos(\theta_1 - a_1) + l_{14} \cos(\theta_{14}) - l_{t1} \cos \theta_{t1} \quad (5)$$

식(4)(5)로부터 등판의 각도  $\theta_1$ 에 따라 슬라이더의 위치  $l_{t4}$ 를 계산할 수 있다. 그런데  $\alpha$ 와  $\theta_1$ 은  $\alpha = 180 - \theta_1$ 의 관계가 있으므로,  $\alpha$ 의 각도에 따른 slider1의 위치는 구할 수 있는 것이다.

## 2.2 대퇴관 기구 설계

그림 3은 대퇴관 기구의 설계모델이다. 그림 1의

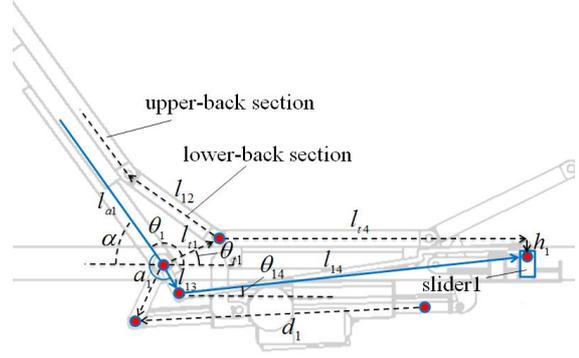


그림 3. 등판 기구 모델

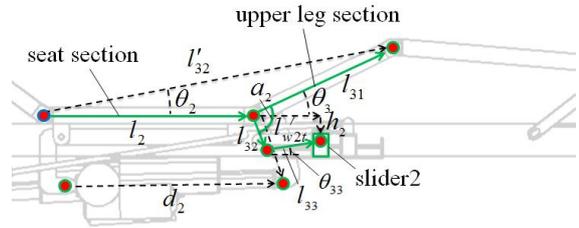


그림 4. 대퇴관 기구 모델

대퇴관의 각도  $\beta$ 는 등판의 회전축과 대퇴관의 끝점을 잇는 선분의 각도로 정의한다. 따라서 이것은 그림 3에서 벡터  $\vec{l}_{32}$ 의 각도인  $\theta_2$ 와 같다.  $\theta_2$ 로부터 대퇴관과 수평면 사이의 각도  $\theta_3$ 는 식(6)과 같이 이각을 이루는 벡터  $\vec{l}_{31}$ 를 구함으로써 계산할 수 있다.

$$\vec{l}_{31} = \frac{[(-\vec{l}_2) + (\vec{l}'_{32} \times \vec{k})][(\vec{l}'_{32} \times \vec{k})]}{\sqrt{(-l_{31})^2 - [(-\vec{l}_2)(\vec{l}'_{32} \times \vec{k})]^2}} (\vec{l}'_{32}) \quad (6)$$

여기서  $\vec{l}'_{32}$ 는 대퇴관 각도를 이루는 선분의 벡터에 단위 벡터이다. 다음으로 slider2의 위치  $l_{w2t}$ 을 구하기 위해 대퇴관  $l_{31}$ 과 연결된 링크  $l_{32}$ 의 벡터를 이용하여 다음의 벡터방정식을 세울 수 있다.

$$\vec{l}_{32} + \vec{l}_{33} = \vec{l}_{w2t} + \vec{h}_2 \quad (7)$$

그리고 식(7)을  $x$ 축 성분과  $y$ 축 성분으로 나누어 계산하면 다음의 두 식으로 나타낼 수 있다.

$$\sum x = 0 = l_{32} \cos(\theta_3 - a_2) + l_{33} \cos \theta_{33} - l_{w2t} \quad (8)$$

$$\sum y = 0 = l_{32} \sin(\theta_3 - a_2) + l_{33} \sin \theta_{33} + h_2 \quad (9)$$

식(8)과 (9)를 정리하면 다음과 같이 slider2의 각도  $\theta_{33}$ 와 위치  $l_{w2t}$ 를 구할 수 있다.

$$\theta_{33} = \sin^{-1}\left(\frac{l_{32}\sin(\theta_3 - a_2) + h_2}{l_{33}}\right) \quad (10)$$

$$l_{w2t} = l_{32}\cos(\theta_3 - a_2) + l_{33}\cos\theta_{33} \quad (11)$$

식(10)과 (11)를 이용하여  $\theta_3$ 와  $l_{w2t}$  간의 관계를 정의할 수 있으며,  $\theta_2$ 와  $\theta_3$ 의 관계는 식(6)의 벡터식으로부터 정의할 수 있다. 따라서 대퇴판의 각도에 따른 slider2의 위치는 식(6)(10)(11)을 이용하여 구할 수 있다. 역으로 slider2의 위치  $l_{w2t}$ 로부터 각도  $\theta_2$ 도 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \vec{l}_{32} = & \left[ l_{33}^2 - \left( \frac{l_{t4}^2 + l_{33}^2 - l_{32}^2}{2l_{t4}} \right) \right] \left( \vec{l}_{t4} \times \vec{k} \right) \\ & + \left[ \left( \frac{l_{t4}^2 + l_{33}^2 - l_{32}^2}{2l_{t4}} \right) - l_{t4} \right] \vec{l}_{t4} \end{aligned} \quad (12)$$

이 식에서  $\vec{l}_{t4}$ 는  $-l_{w2t} - h_2$ 와 같고,  $\vec{l}_{t4}^u$ 는 벡터  $\vec{l}_{t4}$ 의 단위벡터이다. 대퇴판의 각도  $\theta_2$ 는 식(12)에서 구해진 벡터  $\vec{l}_{32}$ 와 다음의 벡터식을 이용하여 구할 수 있다. 여기서  $\vec{l}_2$ 는 둔부판에 해당하는 벡터이다.

$$\vec{l}_{32}' = \vec{l}_{32} + \vec{l}_2 \quad (13)$$

### 2.3 침대 기구부의 최적설계

본 연구에서 설계한 침대는 등판이 상승하는 최대각도가 85도이고, 대퇴판의 상승 최대각도는 20도로 정하였다. 따라서 등판이 70도 이하이거나, 대퇴판이 5도이하일 경우에는 등판과 대퇴판의 사잇각은 항상 90도 보다 크기 때문에 문제가 없다. 그러나 등판 각도가 70도를 초과하거나 대퇴판의 각도가 5도를 초과하게 되면 사잇각이 90도보다 작아질 수 있기 때문에 이를 방지할 수 있는 설계가 필요하다. 본 연구에서는 2.1절과 2.2절에서 설계한 슬라이더의 위치관계로부터 등판과 대퇴판의 사잇각이 90도를 추정할 수 있는 설계를 제안한다.

먼저 앞절의 등판 기구와 대퇴판 기구의 설계해석을 이용하기 위해, 등판 및 대퇴판의 각도와 slider1,2의 위치에 영향을 주는 구동링크의 각도  $a_1$

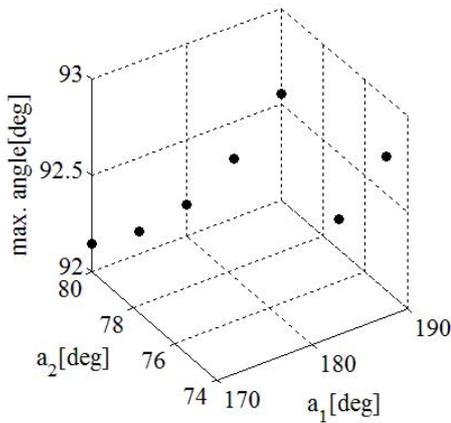
과  $a_2$ , 그리고 길이  $l_{13}$ 과  $l_{32}$ 를 설계변수로 정하였다. 그리고 설계변수는 다음과 같은 과정으로 구하였다. 먼저 각 설계변수를 임의의 초기값으로 설정해두고, 등판의 각도를 70도부터 85도로, 동시에 대퇴판의 각도를 20도에서부터 5도까지 변화시킨다. 단, 등판과 대퇴판의 사잇각은 90도를 유지한다. 여기서 길이 설계변수  $l_{13}$ 과  $l_{32}$ 은 임의로 30mm부터 200mm까지 5mm 단위로 변화시켜 입력하였고, 각도 설계변수  $a_1$ 과  $a_2$ 은 각각 90도부터 170도까지 그리고 40도부터 130도까지 2도 단위로 변화시켜 입력하였다. 등판과 대퇴판의 각도변화에 따라 slider1,2의 위치는 바뀌게 되고, 두 슬라이더 사이의 간격을 구할 수 있다. 단, 최적설계의 조건으로, 먼저 등판과 대퇴판이 초기위치에 있을 시 등판기구의 회전축에서 slider1까지의 거리  $l_{t4}$ 가 590mm를 초과하지 않으며, slider2의 거리  $l_2 + l_{w2t}$ 가 460mm보다 작아지지 않도록 하였다. 이것은 각 슬라이더의 가동범위를 제한하기 위함이다. 두 번째로는 등판과 대퇴판의 슬라이더 간격이 30mm이상으로 유지하도록 조건을 주었다. 이는 슬라이더간에 충돌을 방지함과 동시에 리미트스위치 센서를 부착할 수 있는 간격을 두었다. 마지막으로 등판의 각도를 70도에서 85도로 변화하더라도, 등판과 대퇴판의 사잇각이 90도 이상이 되면서 두 슬라이더의 간격이 일정하게 유지되는 조건을 주었다. 이것은 두 슬라이더 간격만으로도 사잇각을 90도 이상인 것을 추정할 수 있기 위함이다.

그림 5는 위의 세 조건을 만족하는 설계변수의 집합을 나타낸 그래프이다. 그림 5(a)의  $x$ 축과  $y$ 축은 각도  $a_1$ 과  $a_2$  그림 5(b)의  $x$ 축과  $y$ 축은 길이  $l_{13}$ 와  $l_{32}$ 를 나타낸다. 그리고  $z$ 축은 세 조건에 따른 등판과 대퇴판의 최대 사잇각이다. 그러나 그래프에서는 최대변화 각도가 93도 이하의 결과만을 표시하였다. 본 연구에서는 이 결과에서 변화각도가 가장 작은 값, 즉 최대변화 각도가 90도에 가장 가깝게 나타내는 설계변수를 선택하였다. 이러한 과정에 의해 선택한 설계 변수값은  $l_{13}=40\text{mm}$ ,  $l_{32}=30\text{mm}$ ,  $a_1=175^\circ$ ,  $a_2=80^\circ$ 이었으며, 이때 슬라이더간의 간격은 30mm를 유지하면서, 등판과 대퇴판의 사잇각은 90도에서 최대 92.1도가 되었다. 이러한 최적설계 값에 따라 본 연구에서는 프로토타입 침대의 자세제어시스템을 제작하였다.

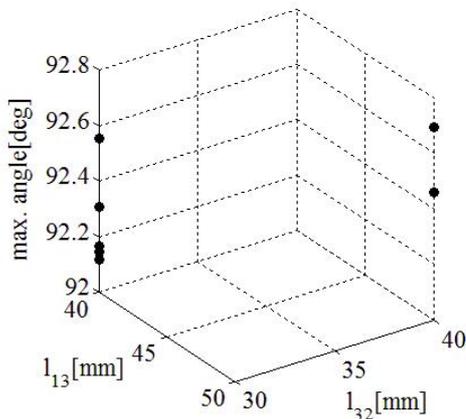
### 3. 자세제어시스템 설계

등판과 대퇴판의 사잇각은 설정된 두 슬라이더의

더 이상 등판이 상승되지 않도록 하였다. 이것은 등



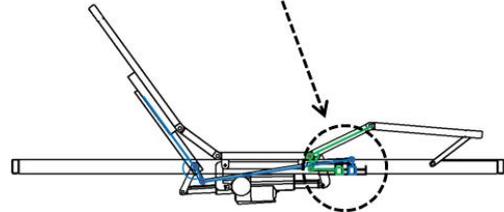
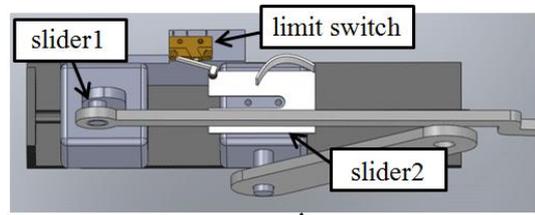
(a) 각도변수값에 따른 사잇각



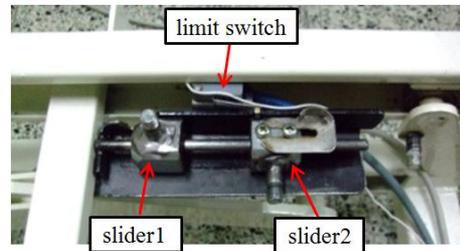
(b) 길이변수값에 따른 사잇각

그림 5. 설계변수값에 따른 사잇각

간격으로 추정할 수 있다. 이를 위해 한 개의 접촉식 리미트스위치를 사용하여 슬라이더 간격을 측정하였다(그림 6 참조). 2.3절에서 찾아낸 최적설계값에 의하면, 두 슬라이더의 간격은 30mm일 때 등판과 대퇴판의 사잇각은  $90+2.1$ 도가 되었다. 따라서 이 간격에 해당하는 길이의 링크를 slider1에 설치하고, 그 끝에 리미트스위치를 부착하였다. slider2에는 리미트스위치와 접촉할 수 있는 팁을 부착하여, 두 슬라이더의 접촉여부를 한 개의 리미트스위치로 검출하도록 하였다(그림 6 참조). 따라서 등판과 대퇴판이 동시에 움직이게 되면 slider1과 slider2가 동시에 움직이게 되고, 센서가 접촉하게 되면 등판과 대퇴판의 사잇각이 90도가 되었다고 추정할 수 있다. 본 연구에서는 대퇴판의 상승하는 것을 등판각도 유지하는 것보다 우선으로 정하였다. 즉 등판이 일정각도 이상인 상태에서 대퇴판이 상승하면 사잇각을 90도 이상 유지하도록 등판이 자동으로 하강하도록 하였다. 그러나 대퇴판이 일정각도 유지한 상태에서 등판이 상승하면, 사잇각이 90도가 되면



(a) 센서 설계도



(b) 부착사진

그림 6. 사잇각도 검출센서 부착 구조

판을 상승시키는 것은 대퇴판을 상승시키는 것에 비해 인체에 미치는 영향이 커기 때문이다.

#### 4. 실험 및 결과

먼저 슬라이더의 간격을 30mm로 일정하게 유지하는 조건에서 등판과 대퇴판의 각도변화에 따른 사잇각을 시뮬레이션하였다. 그림 7은 시뮬레이션결과이다. 등판이 70도에서 90도로 변함에 따라 슬라이더의 간격을 30mm로 유지하기 위해 대퇴판의 각도가 변하게 된다. 그 때 다리판의 각도와 사잇각은 90도에서 최대 92.1도까지 변하는 것을 보여주었다.

제작한 자세제어시스템을 실제 전동침대에 부착하여 가동하는 실험을 수행하였다. 가동각도는 3차원 동작측정시스템을 이용하여 측정하였다. 그림 8(a)는 침대에 부착한 마크의 위치를 나타내고, 그림 8(b)는 측정된 마크로부터 재구성한 침대의 프레임의 각도를 보여준다. 실험에는 총 6대의 적외선카메라를 사용하였으며, 적외선 마크의 위치는 각도를 측정하기 좋은 위치에 부착하였다(그림 8 참조).

실험은 두 가지 경우에 대하여 실시하였다. 첫 번째 실험은 대퇴판을 20도 각도로 상승시켜두고, 등판을 상승하였을 때 그 결과를 측정하였다. 그림 9

는 이 실험의 결과이다. 대퇴관이 20도로 유지되어

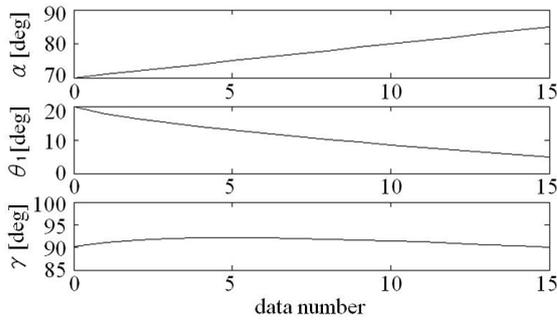
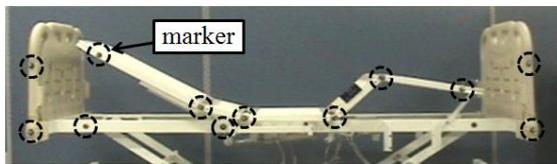


그림 7. 자세제어 시뮬레이션



(a) 마크부착 위치



(b) 침대 각도 측정결과

그림 8. 침대 프레임 각도 측정

있는 상태에서 등판이 상승하면, 그에 따라 사잇각이 줄어든다. 그러나 사잇각이 90도가 되면 리미트 스위치에 의해 그 사잇각이 90도 상태인 것을 검출하고, 등판의 상승동작은 멈추게 된다. 그런 후 실험자가 스위치를 이용하여 대퇴관을 하강시키면 등판과 대퇴관의 사잇각은 90도보다 커지게 되어 다시 등판이 상승시킬 수 있게 된다. 그림 10은 침대의 프레임을 측정된 결과이며, 그림 11은 등판이 들어 올리는 시간인 22초부터 2초 간격으로 실제동작을 촬영한 사진이다.

두 번째 실험은 등판을 85도로 상승시킨 상태에서 대퇴관을 상승할 때의 자세제어시스템의 동작을 측정하였다. 그림 12는 이 실험의 결과이다. 등판이 상승하여 등판과 대퇴관의 사잇각이 90도가 되면 등판이 하강하여 90도 이상을 유지하려고 한다. 그 후 대퇴관이 계속 상승하므로 등판은 계속 하강하다가, 대퇴관이 18도가 되면 이때 등판의 각도는 68도이고, 그 결과 사잇각은 94도이다. 그림 13과 그림 14는 침대의 동작을 등판이 들어 올리는 시간인 22초부터 2초 간격으로 각각 마커의 변화와 실제동작의 변화로 나타낸 것이다. 이러한 실험의 결과로부터 우리는 본 논문에서 제안하는 자세제어시스템이 등판과 대퇴관의 사잇각을 90도 이상을 유지하

는데 유용하다는 것을 확인할 수 있었다.

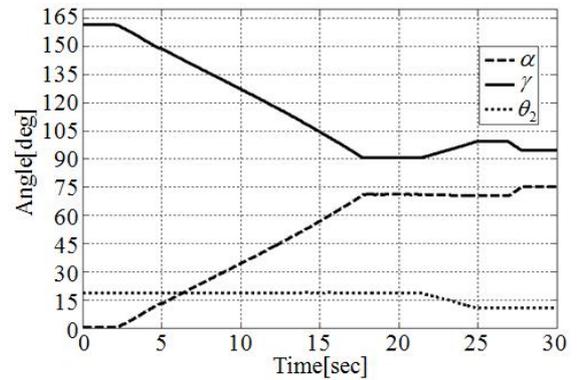


그림 9. 실험결과: 대퇴관 20도고정후 등판상승

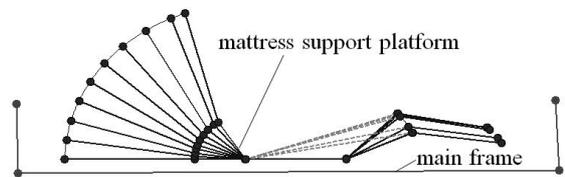


그림 10. 3차원 동작측정결과

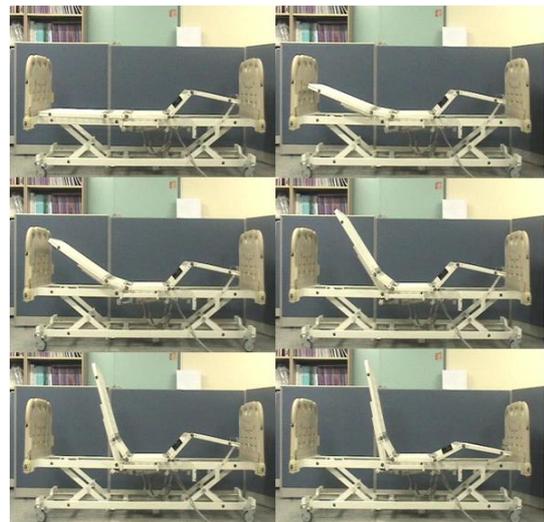


그림 11. 실험결과: 동작사진

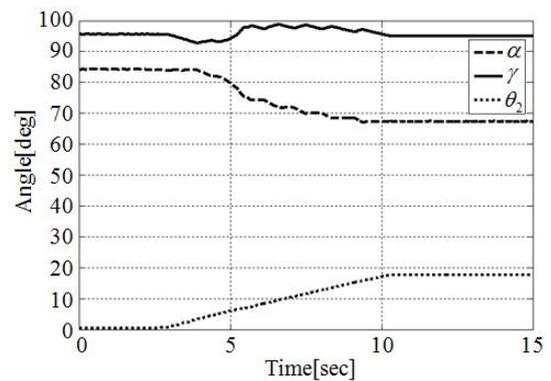


그림 12. 실험결과: 등판 85도고정후 대퇴판 상승

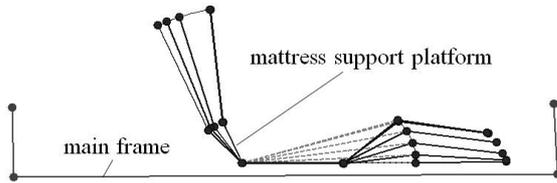


그림 13. 3차원 동작측정결과

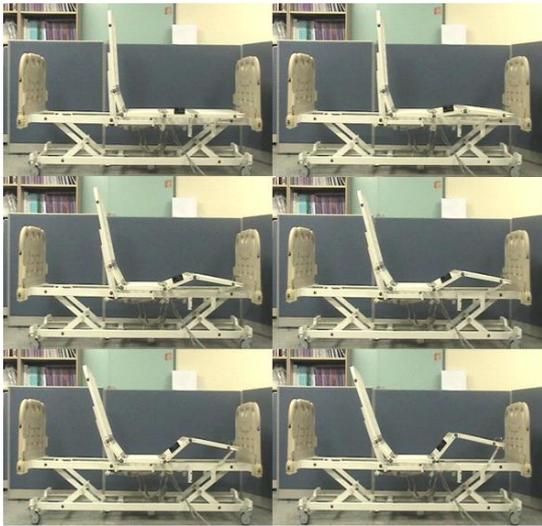


그림 14. 실험결과: 동작사진

5. 결론

본 연구에서는 전동침대에서 등판과 대퇴판이 동시에 구동되더라도 그 사잇각이 항상 90도 이상을 유지할 수 있는 자세제어시스템을 제안하였다. 특히 많은 센서를 사용하기보다는 하나의 접촉식 리미트 스위치로 검출할 수 있도록 기구부를 해석하고 이를 이용한 최적설계방법을 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 슬라이더 간격으로부터 등판과 대퇴판의 사잇각이 90도가 되는 것을 확인하였으며, 프로토타입 제어시스템을 이용하여 실제 전동침대의 대퇴판과 등판의 사잇각이 항상 90도 이상으로 유지되는 것을 확인하였다. 향후에는 매트리스를 적용하였을 때 이에 대한 사용자의 신체에 각 분절 각도를 측정하고 평가할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] International Organization for Standardization (ISO), ISO 9999 Assistive products for persons with disability - Classification and terminology, 2007

[2] International Electrotechnical Commission, IEC 60601-2-38 Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of electrically operated hospital beds, 1999.

[3] J. B. Reswick and J. E. Rogers, Experience at Rancho Los Amigos Hospital with devices and techniques to prevent pressure sores, in *Bedsore Biomechanics*, 1975.

[4] M. Kosiak, Etiology of Decubitus Ulcers, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1961.

[5] Hideo Kawakami, Hiroshi Abe, Masashi Morikawa, Kenji Taguchi, Atsushi Ogawa, and Masashi Yasuda, "Development of the "hist" postural change long-term care bed," in *Proc. of the 8th International Conference on Rehabilitation Robotics*, 2003.

[6] Shin-Wei Peng, Feng-Li Lian and Li-Chen Fu, "Mechanism Design and Mechatronic Control of a Multifunctional Test Bed for Bedridden Healthcare," *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 2009.

[7] D.D. Backer, "Abdominal compartment syndrome", *Critical Care*, Vol 3, No. 6, pp.103-104, 2009



배 주 환

2008년 2월 동의대학교 메카트로닉스공학과 졸업 (학사)

2011년 2월 동의대학교 대학원 지능시스템공학과 졸업 (석사)

2011년 3월 - 현재 동의대학교 대학원 지능시스템공학과 재학중 (박사)

관심분야 : 바이오메카트로닉스, 재활복지로봇



**문 인 혁**

1999년 일본 Osaka 대학  
전자제어기계공학과  
졸업 (공학박사)

2002년-2005년 재활공학연  
구소 책임연구원

2005년 - 현재 동의대학교  
교수

관심분야 : 재활복지시스템, 바이오메카트로닉스, 생체신호인터페이스