

대한기계학회 주최

제71회 전국학생설계경진대회(2021년)

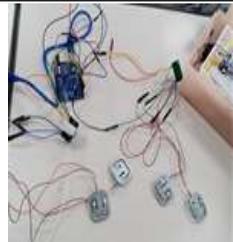
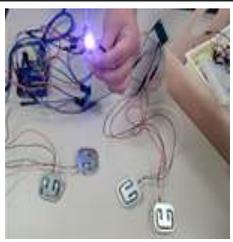
설계 최종 보고서

참가부	고등부				
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()				
참가팀명	7th - Spine				
설계제목	압력센서를 이용한 자세교정 피드백 및 전기절약 스탠드-방석 연동 시스템				
지도교수/교사	(소속)충남삼성고등학교 (성명)이대석				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	노유민	충남삼성고등학교 2학년			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	노유민	충남삼성고등학교 / 2학년	
2	이다은	충남삼성고등학교 / 2학년	
3			
4			
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()
참가팀명	7th - Spine
설계제목	압력센서를 이용한 자세교정 피드백 및 전기절약 스탠드-방석 연동 시스템
대표자명	노유민
요약문	<p>(1) 설계의 필요성 및 목적</p> <p>자리에 앉아있는 시간이 길어지면 혈관기능 저하, 척추 및 골반 통증 유발, 대사증후군 발생 등의 질병이 발생할 가능성이 높다. 본 설계에서 방석 속 load cell은 사용자의 잘못된 자세를 인식하여 스탠드 불빛의 색을 변화시켜 이를 통해 사용자가 피드백을 전달받아 궁극적으로 바른 자세를 유지할 수 있도록 함을 목적으로 한다.</p> <p>(2) 설계 방법</p> <p>하프브릿지(half-bridge)로 연결된 load cell 모듈을 좌우로 각각 배치하여 좌우에 실리는 압력을 감지하도록 하였다. 좌우에 비슷한 압력이 감지될 시 (나)와 같이 흰 불빛, 어느 한쪽에 큰 압력이 감지되면 (다)와 (라)와 같이 붉고 푸른 색으로 LED가 변화한다. 앞뒤 방향 또한 같은 방식을 이용할 예정이다. (가)는 아두이노 장치의 전체적인 모습이며 해당 장치가 방석 속에 들어간다.</p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">     </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> (가) (나) (다) (라) </div>
	<p>(3) 활용방안 및 기대효과</p> <p>건강보험심사평가원 통계에 따르면 척추측만증으로 병원을 방문한 환자 가운데 10대가 43%로 가장 많은 것으로 집계됐다. 장시간 앉아 공부를 하는 수험생, 사무직 직장인 등 비교적 젊은 사람의 허리디스크 비율이 높아져가는 가운데, 본 보고서의 제품은 일상 속에서 습관처럼 허리 건강을 지킬 수 있게 한다. 하루의 많은 시간을 보내는 의자와 책상에 본 제품을 사용한다면, 본인이 매 순간 신경 쓰지 않아도 자세에 대한 피드백을 받을 수 있어 지속적으로 허리 건강을 지킬 수 있다. 독서실, 학교 자습실 등 다양한 곳에서 본 제품을 활용할 것으로 예상된다. 또한 단기적인 효과보다 장기적인 효과가 클 것으로 예상된다.</p>

1. 설계의 필요성 및 목적

2015년 실시된 국민건강통계에 따르면, 남성의 경우 평균 8시간, 여성의 경우 7.8시간 정도 좌식생활을 한다. 이는 성인 전 연령대가 평균 7시간 이상 좌식생활을 한다는 이야기로, 수면시간을 제외해도 하루의 절반 이상인 51~68%의 시간을 현대인들은 앉은 채로 생활한다는 것을 의미한다. 자리에 앉아있는 시간이 길어지면 혈관기능 저하, 척추 및 골반 통증 유발, 대사증후군 발생 등의 질병이 발생할 가능성이 높다. 앉아있는 시간 동안 바른 자세를 유지할 경우 위 질병들의 발생률을 저하시킬 수 있다. 학교에서 생활하며 면학시간이 끝난 후 허리 통증을 호소하는 친구들을 많이 보았다. 위에 서술된 사실들을 알게 된 후, 청소년기의 잘못된 자세를 피드백 할 수 있는 장치의 필요성을 느끼게 되었다. 이에 따라 본 설계는 방식 속 load cell이 사용자가 일정 시간 동안 잘못된 자세를 유지할 경우, 이를 인식하고 사용자에게 스탠드 불빛의 색 변화를 통해 피드백을 전달하여 바른 자세를 유지할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

현재 시장에서 주로 판매되는 자세 교정 장치는 사용자가 객관적인 피드백을 받기 어려운 제품들이 많다. 본 설계는 사용자의 자세변화에 대해 즉각적이며 객관적인 피드백을 받을 수 있는 것이 목적이다. 위에 서술한 바에 의해 현대인들은 하루의 절반 이상인 51~68%의 시간 동안 좌식 생활을 한다. 논문 ‘압력센서를 이용한 실시간 앉은 자세 모니터링 시스템’에 나와 있는 내용은 다음과 같다. ‘앉은 자세는 누워 있을 때보다 7 배, 서있을 때보다 3 배 이상 허리에 가해지는 부담이 크며, 이 때 잘못된 자세는 체중이 골고루 분산되지 않아 신체에 더욱 큰 무리를 초래한다. 따라서 올바르게 앉은 자세로 오랜 시간 유지하게 되면 쉽게 피로를 느끼게 되고 요추에 스트레스를 증가시켜 요통이 발생하기 쉽다. 2012년 건강보험심사평가원에 따르면 국내 척추측만증 환자의 46.5%가 불안정하게 앉은 자세가 원인이었으며, 2014년 미국의 Steelcase사에서 11개국 2,000 명의 직장인을 대상으로 조사하여 9가지 나쁜 자세를 소개하면서 올바른 앉은 자세의 중요성을 강조했다. 이런 이유로 최근 척추 전문병원이 급격하게 늘어나고 이에 비례하여 척추 수술 비율이 증가하는 추세지만, 이러한 수술을 통한 치료는 요통의 근본적인 원인 해결에 한계점을 보이고 있다.’ 위 내용을 통해 자세를 바르게 잡아 줄 수 있는 일상적인 물건이 필요해지고 있음을 알 수 있다. 해당 논문에서 사용된 자세 피드백 방법은 스마트 기기를 통한 피드백이다. 하지만 이 방법은 사용자의 학습 등을 방해할 수 있으므로 이에 대한 해결책이 필요하다. 본 보고서에서 사용한 자세 피드백 방법은 학습 시 사용하게 되는 스탠드 등의 불빛 색 변화이다. 사용자가 의자에 바르지 못한 자세로 앉아있을 경우, 방식 속 load cell이 자세불량을 감지하여 스탠드의 불빛의 색을 변화시키는 방식으로 설계를 구상하였다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

설계방법에 앞서, 사용한 재료로는 load cell, 증폭기 그리고 아두이노 등이 있다. load cell은 4선과 3선의 두 종류가 있으나, 우리가 선정한 것은 비교적 저렴한 3선 load cell으로, 2개(half-bridge) 또는 4개(full-bridge)를 함께 사용하는 형태이다. 납땜을 통해 증폭기와 2개의 load cell을 연결하였고, 이를 아두이노에 연결하여 작동함을 확인하였다. 증폭기 1개와 2개의 load cell이 하나의 모듈로 이용된다.

위에 제시된 설계 방법은 4가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 문제는 ‘일상적 물건으로의 디자인’, 두 번째 문제는 ‘자세 측정 방법’, ‘피드백 방법’ 그리고 ‘전기절약 방법’이다. 이 세 가지 설계 방법에 대한 내용은 아래 표와 같다.

1. 일상적 물건으로의 디자인

좌식생활을 할 때 가장 많이 신체에 영향을 주는 것은 ‘의자 상판’이다. 오른쪽 그림과 같이 의자에 사람이 앉아있는 의자의 윗면에 방석을 올려 최대한 많은 종류의 의자에서 사용이 가능하도록 디자인하였다. ‘그림 1’은 처음 구상도이며 그림 2는 SketchUp으로 제작한 모델링이다. a, b, c, d 차례대로 후면, 앞면, 왼쪽, 오른쪽이다. 센서는 둔부의 위치를 고려하여 배치하였다.

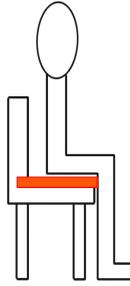


그림 1

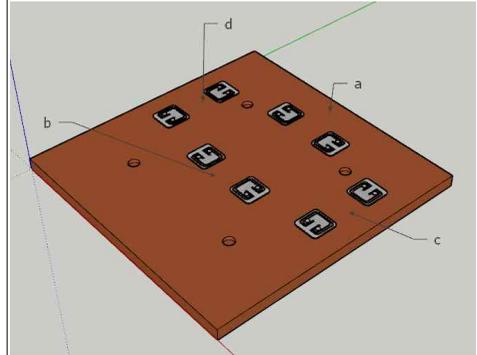


그림 2

2. 자세 측정 방법

단순히 각 부분에 가해지는 무게로만 자세를 측정할 경우, 개인의 몸무게 차이를 저렴한 가격대에서는 고려하기 어렵다. 이에 따라 적절한 자세를 판별하기 위해 의자에 가해지는 무게의 분포와 비율을 이용하는 것이 본 제품에 적합하다고 판단하였다.

오른쪽 그림은 본 제품에 사용될 자세 측정 프로그램 구동 장면이다. 아두이노와 load cell을 이용하였으며 구동 순서는 번호 순서대로 그림 3, 4, 5, 6이다.



그림 3

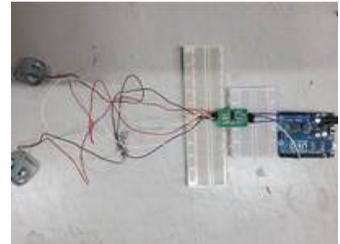


그림 4



그림 5

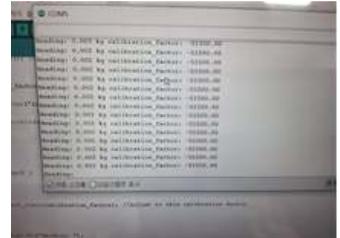


그림 5

3. 피드백 방법

적절한 자세를 취하고 있지 않을 경우, 연동된 스탠드의 불빛이 변화한다. 일상생활에서 안전에 대한 습관을 녹이기 위해 차량의 엑셀과 브레이크 방향을 참고하였다. 차량을 운전할 때 엑셀이 오른쪽, 브레이크가 왼쪽에 있는 점에서 모티브를 얻어 오른쪽에 무게가 많이 실릴 경우 초록색, 왼쪽의 경우 붉은색으로 불빛이 변화하며 앞쪽과 뒤쪽 중 한곳에만 압력이 높은 비율로 가해질 경우, 노란색으로 불빛이 변화한다. 오른쪽 ‘그림 7’이 각 위치에 따라 어떠한 색상으로 불빛이 변화하는지 표현한 그림이다. a가 등받이, b가 의자 앞쪽이다. ‘그림 8’은 제작 전 방식의 실제 사진이다. 제작 후 방식의 사진은 아래 ‘그림 14’이다.

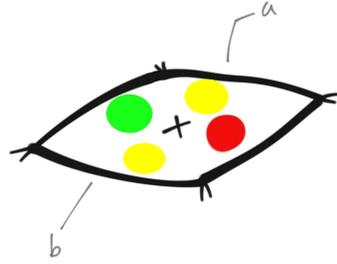


그림 7



그림 8

4. 전기절약 방법

전기절약 방법은 간단하다. 오른쪽 ‘그림 9’와 같이 사람이 의자에 앉지 않았을 경우 스탠드의 불빛을 소등하는 것이다. 무게가 느껴지지 않았을 경우를 사람이 없는 것으로 인식하여 전기절약 프로그램을 본 시스템에서 진행하였다.

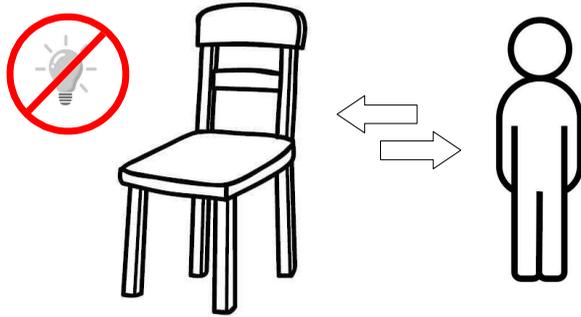


그림 9

2) 설계의 독창성

먼저, 논문 ‘압력센서를 이용한 자세 교정 유도 스마트 방석 개발(김민창, 서태영, 이주협, 허웅, 유홍석)’에서는 스마트 기기를 통해 사용자에게 자세에 관한 경보를 전달했다. 10분마다 경보가 울리는 방식을 채택했다. 우리는 이와 달리, 학습에 방해가 될 수 있는 스마트 기기 대신 스탠드를 사용하여 사용자가 학습에 더욱 집중할 수 있도록 하였다. 또한 경보가 10분마다 경보가 전달될 경우, 자세 교정에 대한 효과가 미미할 수 있다는 점으로 고려하여 실시간으로 스탠드의 불빛을 통해 경보를 전달하고자 한다. 두 번째로, ‘압력센서를 이용한 실시간 앉은 자세 모니터링 시스템(정화영, 지준근, 민세동)’에서는 ‘FSR-406’ 센서를 사용하였다. 이 센서는 가격이 약 14000원으로 우리가 탐색한 load cell 가격의 약 14배이다. 가격에서의 차이를 두기 위해 더 저렴한 load cell을 사용하여 가격측면에서 대중성을 확보하였다. 세 번째로, ‘자세 진단용 스마트 의자(박상

민, 최민성, 박선영, 남수민, 온병원)’에서는 사용자의 무게 차로 자세를 측정하였다. 단순히 무게를 사용하여 자세의 정확도를 측정하는 것에는 한계가 있다고 판단하여 본 최종보고서에서는 양쪽 load cell에서 측정되는 압력의 비로 자세를 측정한다. 마지막으로 논문 ‘Development of Postural Control Evaluation System Loadcell(엄희준, 김지원, 권유리, 박상훈, 허재훈, 엄광문, 이승현, 이전형, 권영민)’에 따르면, 시중에서 사용되는 고가의 압력 측정 센서와 상대적으로 저가인 load cell을 비교했을 때 압력 측정 결과 상 큰 차이가 없다고 한다. 이에 따라 저렴한 가격을 가진 대중적인 제품 제작을 위해 load cell을 사용하여 원가 절감 측면에서 긍정적인 효과를 거두었다.

정리하자면, 위에 제시된 논문들을 분석했을 때 사용자에게 자세 피드백을 전달할 경우 학습에 방해가 되는 스마트 기기를 사용하여 피드백을 전달하는 경우가 대다수였다. 본 최종 보고서의 작품은 사용자의 학습 환경에 해가 되지 않는 선에서 스탠드의 불빛을 약 실시간으로 변화하여 피드백을 전달한다. 또한 센서를 사용할 때 ‘FSR-406’ 센서와 같이 값이 상대적으로 비싼 센서를 사용한 제품들이 있었다. 가격 절감은 대중화를 위한 확신이라고 생각하기 때문에 상대적으로 저렴한 load cell을 사용하여 가격 측면에서 소비자의 마음을 사로잡을 수 있도록 하였다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

본 연구의 주요 제약 조건은 주 기능이 자세 측정이니만큼, 센서에 대한 것이다. 이는 크게 ‘센서의 가격’, ‘센서의 개수’, ‘사용자의 제약’, 3가지로 구분할 수 있다. 각 제약에 따른 세부사항은 아래 표와 같다.

* 제약조건 *	
1. 센서의 가격	- 기존 무게 측정용 센서들은 보통 가격이 비싸 설계에 제약이 있음. - 시중가로 제작 시 완성품의 가격이 올라가 대중적인 이용이 불가능해짐.
2. 센서의 개수	많은 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 가격이 올라감 - 착용감이 불편함 - 안전성이 떨어짐 - 전체적인 작품의 무게가 증가함
	적은 경우 <ul style="list-style-type: none"> - 정확한 자세 측정이 불가능하다.
3. 사용자의 제약	- 개개인의 체형차이를 구분하기 어렵다. - 몸무게가 극단적인 경우(극단적인 가벼움 또는 극단적인 무거움), 체형이 특이한 경우 등의 경우에는 측정 오류, 혹은 기기 고장의 우려가 있어 해당 작품을 사용하는 것에 제약이 있다.

각 제약을 해결하기 위한 해결방안은 아래 표와 같다.

* 해결방안 *

<p>1. 센서의 가격</p>	<p>-논문 ‘Development of Postural Control Evaluation System Loadcell’ 에 따르면 load cell의 무게 측정 기능과 시중에서 판매되는 고가의 무게 측정 기구들의 기능이 차이가 거의 없다고 한다. 이에 따라 가격이 저렴한 load cell을 사용하여 가격 부분의 문제를 해결하였다.</p> <p>-4선 load cell보다 가격이 더 저렴한 3선 load cell을 사용하여 센서를 보다 충분히 사용할 수 있게 되었다.</p> <p>-저렴하지만 본 제품에 사용될 성능은 충분히 괜찮은 센서를 사용하여 제품의 가격대를 낮추어 대중성을 확보하였다.</p>	
<p>2. 센서의 개수</p>	<p>-센서는 각 방향 당 1개의 모듈을 사용하여 더 정확한 측정이 가능하게 한다. 모듈은 동서남북 4방향 당 1개씩 들어갈 예정이다. 센서를 각 방향마다 사용함으로써 필요한 부분에 대한 압력을 최소한의 센서 개수로 측정할 수 있게 되었다.</p> <p>-방식의 사용 목적을 편안함으로 판단하여 각 방향에 센서를 최소한으로 사용하였다. 센서의 최소한의 사용을 통해 사용자가 방식 사용 시 편안함을 최대한 느낄 수 있도록 하였다.</p>	
<p>3. 사용자의 제약</p>	<p>-시중에 존재하는 무게 측정 기구들 대다수가 한계 무게가 존재한다. 본 제품 또한 한계 무게가 존재한다. 이에 따라 약 100kg을 넘어가지 않는 적당한 무게를 측정할 수 있는 센서를 사용하여 최대한 다수의 사용자들이 본 제품을 사용할 수 있게 되었다.</p> <p>-체형 차이에 따른 바른 자세를 인식하는 것이 아닌, 한쪽으로 치우치지 않은 자세를 피드백 하는 것을 목표로 하여 본 제품을 제작하였다.</p> <p>-인식되는 무게의 비율로 자세를 피드백 하여 다양한 체중의 사용이 가능하다.</p> <p>-본 장치를 사용하여 0.5kg의 물체를 측정할 결과 측정이 가능했다. 이를 통해 1kg미만의 가벼운 물체 또한 측정이 가능하며, 체형에 따른 제약은 크게 문제가 되지 않음을 확인하였다. 오른쪽 ‘그림 9’ 와 ‘그림 10’ 이 약 0.5kg의 물병을 측정했을 때의 시리얼 모니터와 센서 사진이다. 물병을 올리자, ‘그림 9’ 를 통해 시리얼 모니터로 들어오는 센서의 값이 변화한 것을 알 수 있다.</p>	<div data-bbox="989 872 1268 1030" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1089 1070 1168 1098" style="text-align: center;">그림 9</p> <div data-bbox="989 1104 1268 1477" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1082 1483 1175 1512" style="text-align: center;">그림 10</p>

(3) 설계 내용

1) 일상적 물건으로의 디자인

앉는 것과 가장 많이 관련된 일상적인 물건은 의자이다. 다만 의자의 경우, 고가격대의 제품은 쉽게 바꿀 수가 없다는 점을 인식하여 의자와 관련된 방식을 본 제품에 사용하였다. 의자의 구조 중 사람의 하중을 지지하는 가장 중요한 부분은 의자의 뒷부분이다. 이에 따라 이곳에 올라가는 방식에 사용자의 무

계를 인식할 수 있는 load cell을 삽입하여 압력의 비율을 측정하는 방향으로 설계를 진행하였다.

2) 자세 측정 및 전기 절약 방법

자세 측정은 인간의 몸무게와 무게 분산을 고려하여, 최대 측정 중량이 50kg에서 100kg 사이인 load cell을 사용하였다. 또한 사용자가 불편함을 느끼지 않도록 최대한 얇은 원주형 load cell들을 적절히 방식에 설치하여 앉은 사람의 자세를 측정하는 방식으로 설계를 진행하였다. 자세 측정을 할 경우, 개인의 몸무게 차이 등으로 인해 단순히 각각의 load cell에 가해지는 무게로만 자세를 인식할 시 정확한 판별이 불가능하다. 이에 따라 각각의 load cell에 가해지는 무게들의 비율을 이용하여 파악한 무게 분포를 기반으로 사용자의 자세를 판별하여 피드백을 진행하는 방식이 알맞을 것으로 예상된다. load cell은 방식의 앞, 뒤, 왼쪽, 오른쪽 4방면에 설치하여 사용될 예정이며 위 ‘그림 8’ 이 방식에 설치될 load cell의 구상도이다. 무게 비율의 측정 방법은 아두이노에 load cell을 연결한 후 측정량을 변수에 저장한 뒤 계산을 진행하는 형식으로 구현하는 것을 계획하였다. 아래 ‘그림 11’ 가 본 제품에 활용될 load cell 회로도이며 ‘그림 12’ 는 아두이노 코딩 화면이다. RGB LED와 2개의 load cell 모듈을 이용하여 좌-우 무게 쏠림을 측정할 수 있도록 하였다. load cell 센서가 민감하므로 사소한 오차를 무시할 수 있게끔 캘리브레이션 값을 조정하였다. 다양한 체형의 사용자들이 다리를 꼬는 자세 등 올바르게 못한 자세를 취했을 때 좌우 load cell 센서 값의 차이를 실험하였고, 0.9¹⁾정도의 차가 자세 구분에 적절하다고 판단하였다. 따라서 이를 기준으로 하여 코딩을 진행하였다. 왼쪽 모듈에서 측정된 값과 오른쪽에서 측정된 값의 차이가 0.9를 초과할 경우, 시리얼 모니터에는 ‘left h’ 라는 문구가 출력되고, RGB LED의 R에만 255의 값을 주어 빨간색이 나오게끔 하였다. 오른쪽도 마찬가지로 방법을 사용하였고, 만약 0.9 이상의 차가 발생하지 않을 경우에는 적절한 자세에서 크게 벗어나지 않은 것이라 판단하여 원래의 LED 색인 하얀색이 나오도록 하였다. 앞뒤의 무게 쏠림 또한 이와 같은 방식으로 구현할 수 있다.

3) 피드백 방법

논문 ‘압력센서를 이용한 실시간 앉은 자세 모니터링 시스템’

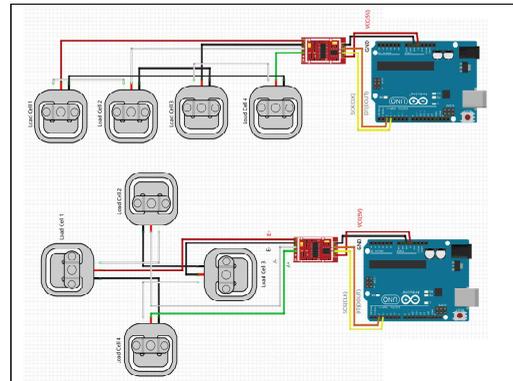


그림 11

```
#include "HX711.h"

int r = 9;
int g = 10;
int b = 11;
HX711 scale1;
HX711 scale2;

float calibration_factor = -51500;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale1.begin(2,3);
  scale2.begin(4,5);

  scale1.set_scale();
  scale2.set_scale();

  scale1.tare(); //Reset the scale to 0
  scale2.tare();
}

void loop() {
  scale1.set_scale(calibration_factor);
  scale2.set_scale(calibration_factor);

  if(scale1.get_units()-scale2.get_units()>0.9)
  {
    analogWrite(r,255);
    analogWrite(g,0);
    analogWrite(b,0);
    Serial.println("left h");
  }
  else if(scale2.get_units()-scale1.get_units()>0.9)
  {
    analogWrite(r,0);
    analogWrite(g,255);
    analogWrite(b,0);
    Serial.println("right h");
  }
  else
  {
    analogWrite(r,255);
    analogWrite(g,255);
    analogWrite(b,255);
    Serial.println("no h");
  }
}
```

그림 12

1) 캘리브레이션 후 값을 기준으로 하였다. 캘리브레이션 변수가 바뀌면 이 값 또한 바뀌어야 한다.

템’ 등 다수의 논문에서 자세 피드백 방법으로 스마트 기기의 애플리케이션을 이용하였다. 하지만 이 경우 사용자의 학습 등을 방해할 수 있으며 스마트 기기가 없는 경우 이용이 어렵다는 단점이 있다. 본 설계를 진행하며 의자와 가까이 있으며, 인식이 쉬운 시각적 혹은 청각적 장치가 필요하다고 판단하였다. 이에 따라 사용자를 방해하지 않을 정도의 세기를 가진 피드백 장치로 스탠드를 선정하여 의자와 연동된 스탠드 불빛의 색변화를 통해 사용자의 자세에 대한 피드백을 진행하기로 하였다. 왼쪽에 무게가 많이 실릴 경우 빨간색, 오른쪽의 경우 파란색 불빛으로 스탠드 불빛이 변화하며, 전체 무게가 0에 근접하는 값이 측정되면 스탠드가 자동 소등된다.

3. 설계 수행 일정

현재 설계 진행 순서는 다음과 같다. ‘(6) 보완 및 완성’ 전 단계들은 완료를 하였으며 소프트웨어와 센서의 위치를 중점적으로 보완을 진행 중이다.

- (1) 설계 계획서 작성 (완료)
- (2) 압력센서 구조 제작 (완료)
- (3) 간이 스탠드(LED) 제작 (완료)
- (4) 아두이노 코딩 (완료)
- (5) 방석에 센서 삽입 (완료)
- (6) 시제품 제작 (완료)
- (7) 보완 및 완성 (진행 중)

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월	
설계 계획서 작성	██████████						
압력센서 구조 제작 및 보완			██████████				
간이 스탠드(LED) 제작				██████████			
아두이노 코딩				██████████			
방석에 센서 삽입 및 보완					██████████		
시제품 제작						██████████	
보완 및 완성							██████████

4. 설계 결과물

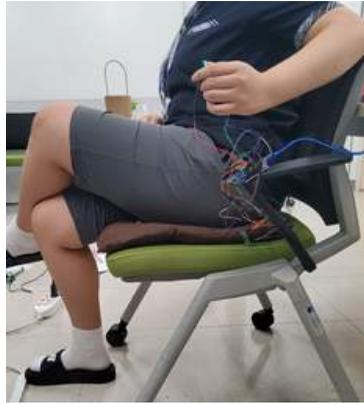
(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

바르지 않은 자세의 기준은 아래 표와 같이 3가지로 나누었다. 바른 자세의 경우, 아래와 같이 의자 등받이에

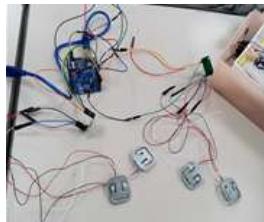
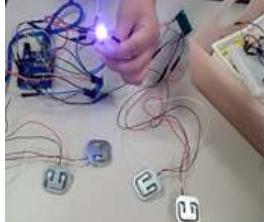
허리를 기대고 둔부를 등받이 쪽에 가까이 하여 앉은 모습이다.

바르지 않은 자세			바른 자세
둔부의 무게중심을 앞으로 한 자세	2)한쪽으로 압력은 가하며 앉은 자세(양쪽)	둔부의 무게중심을 지나치게 뒤로 한 경우	의자 등받이에 허리를 기대고 둔부를 등받이 쪽에 적절히 가까이 한 자세

본 모듈을 사용하여 한쪽으로 압력을 가하여 앉은 자세를 취해 본 결과, LED 색상이 아래 사진과 같이 변화하였다. 또한 위에서 정의한 바른 자세를 취한 결과, 아래 사진과 같이 LED 색상이 흰색으로 변화하였다.

바르지 않은 자세		바른 자세
		
한쪽으로 압력은 가하며 앉은 자세(오른쪽)	한쪽으로 압력은 가하며 앉은 자세(왼쪽)	의자 등받이에 허리를 기대고 둔부를 등받이 쪽에 적절히 가까이 한 자세

하프브릿지(half-bridge)로 연결된 load cell 모듈을 좌우로 각각 배치하여 좌우에 실리는 압력을 감지하도록 하였다. 좌우에 압력이 비슷한 정도로 감지되면 (나)와 같이 하얀색 불빛이 나오고, 어느 한쪽에 큰 압력이 감지되면 (다)와 (라)와 같이 LED의 색상이 변화한다. 앞뒤 방향의 무게 불균형도 이와 같은 방식을 이용할 예정이다. (가)는 아두이노 장치의 전체적인 모습이며 해당 장치가 방식 속에 들어간다.

			
(가)	(나)	(다)	(라)

2) 사진에서는 다리를 꼬아 앉아 압력을 가했다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

본 설계의 목적은 사용자가 자신의 자세를 피드백 받아 바른 자세를 유지할 수 있음을 목적으로 한다. 바른 자세의 유지를 위한 장치 시중에 다양하게 나와 있지만 아직까지 크게 대중화 된 제품을 얼마 존재하지 않는다. 본 장치를 기획하며, 일상적인 물건으로 허리 건강을 챙길 수 있어야 한다는 필요성을 느끼게 되었다. 본 장치는 학생, 직장인 등 하루의 대부분을 앉아서 생활하는 사람들에게 일상적으로 사용되는 방식과 스탠드를 통해 간편하고 친근한 방법으로 허리 건강을 챙길 수 있도록 한다.

본 장치에 사용된 센서는 load cell로, 시중에서 압력 측정용으로 많이 사용 중인 고가의 센서와 비슷한 효능의 결과를 저렴한 가격으로 낼 수 있도록 하여 가격을 절감했다. 또한 일상적으로 사용되는 물건이 저렴한 가격에 허리건강을 챙길 수 있는 기능까지 포함되어 판매된다는 점을 고려했을 때 제품 ‘커블’ 과 같이 학생층에게 효과적으로 상용화가 될 수 있을 것이라고 예측한다. 위의 ‘설계의 독창성’ 에 제시한 바와 같이 스마트 기기를 통해 피드백을 지원하는 타 기기와 달리, 학습에 방해가 되는 기기가 아닌, 스탠드 불빛을 통해 피드백을 지원했다. 갑작스럽게 밖을 나가게 되거나 공용 독서실을 사용할 경우 미처 끄지 못한 스탠드를 많이 볼 수 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 제품은 약 5분간 하중이 0과 가깝게 측정될 경우, 스탠드를 소등하여 전기 절약 측면에 있어서도 효과적인 기능을 수행할 수 있도록 할 것이다.

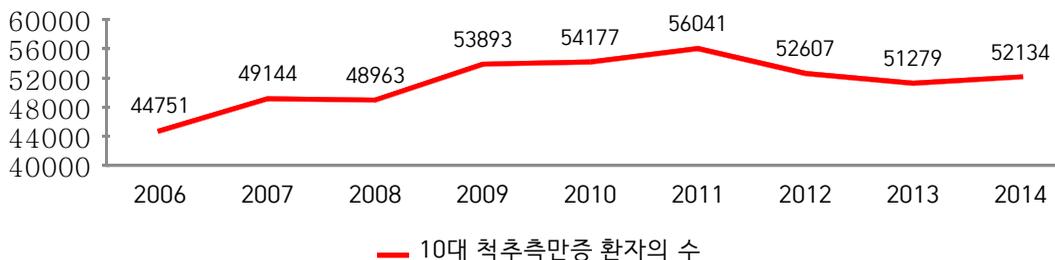
본 제품의 가장 큰 단점은 의자가 지나치게 폭신할 경우, 아두이노가 제대로 작동하지 않는다는 점이다. load cell은 압력을 받아 제품이 휘어 압력을 측정하므로 바닥면이 충분히 단단하지 않을 경우, 제대로 된 값을 측정하지 못해 본 제품을 활용하기 어려워진다. 본 문제를 해결하기 위해 방식의 아래 면에 부드러운 판을 보강하였다. 이에 따라 대다수의 의자에서 측정이 가능했지만 한계가 존재할 것으로 예상된다.

현재 본 제품에서 LED와 load cell은 유선 연결로 이어져있다. 유선 제품의 경우, 사용에 불편함이 있을 것이라 예상되지만 이 부분은 추후 시스템상의 보완이 마무리되면 블루투스 연결로 바꾸는 방식으로 개발을 계획하고 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

10대 척추측만증 환자 증가 추이(2006~2014)

(단위 : 명)



중앙일보(2016. 6. 8). [데이터로 본 청소년 건강] 10대 척추측만증 환자 10년간 8000명 증가

건강보험심사평가원 통계에 따르면 척추측만증으로 병원을 방문한 환자 가운데 10대가 43%로 가장 많은 것으로 집계됐다. 위 그래프에서도 알 수 있듯이, 10대 척추측만증 환자의 수는 지속적으로 증가하고 있다. 척추질

환으로 병원을 찾는 환자는 매년 증가하고 있는 추세이다. 건강보험심사평가원의 국민관심질병통계에 따르면, 척추질환으로 병원을 찾은 환자는 2016년 8,397,832명에서 2019년 9,200,737명으로 매년 2~3%씩 증가하고 있다. 연령대별로 보면 30대부터 많아져 50~60대 환자가 가장 많았다. 강동경희대병원 김용찬 교수는 이에 대해 “선천적인 척추질환도 있지만, 대부분 척추질환은 하루아침에 오는 것이 아니다. 오랜 시간 척추에 안 좋은 영향이 축적되면서 질환이 나타나는 것” 이라고 설명했다. 또한 건강보험심사평가원 통계에 따르면, 2019년 기준 허리디스크 환자는 206만 3806명으로 2015년 189만 688명보다 9.15% 늘어났다고 한다. 통계에서도 알 수 있듯 대부분의 시간을 앉아서 생활하는 현대인에게 허리디스크는 흔한 질병이 되었다. 이와 더불어 보건 의료 빅데이터 개방시스템에 공개된 국민관심질병통계에 따르면 2019년 기준 40대 이하 젊은 허리디스크 환자 수는 총 238,442명에 달했다. 30~39세는 137,056명, 20~29세는 84,067명이었으며 10~19세는 17,057명, 0~9세는 262명으로 집계됐다. 전체 허리디스크 환자 가운데 10명 중 1.15명이 40대 이하이다. 허리통증은 노화뿐 아니라 잘못된 자세, 과격한 운동에 의해서도 생길 수 있다. 이에 따라 장시간 앉아 공부를 하는 수험생, 사무직 직장인 등 비교적 젊은 사람의 허리디스크 비율이 높아져가고 있다.

본 보고서의 제품은 일상 속에서 습관처럼 허리 건강을 지킬 수 있는 보조 기구의 역할을 수행한다. 허리에 매 순간 신경을 쓰고 있지 않는 한, 앉아 있는 시간 대다수를 많은 사람들이 구부정한 거북이 자세로 보내고 있을 것이다. 하루의 많은 시간을 보내는 의자와 책상에 본 제품을 사용한다면, 본인이 매 순간 신경 쓰지 않아도 5분마다 자세에 대한 피드백을 받을 수 있어 지속적으로 허리 건강을 지킬 수 있다. 독서실, 학교 자습실 등 다양한 곳에서 본 제품을 활용할 것으로 예상된다.

일상생활 속에서 허리건강을 챙길 수 있는 본 제품이 대중화가 된다면, 단기적인 효과보다 장기적인 효과가 클 것으로 예상된다. 허리디스크나 척추측만증은 하루아침에 발생하는 것이 아닌, 지속적인 바르지 못한 자세로부터 나타나는 것이다. 이에 따라 본 제품을 가장 많이 사용할 현재의 10, 20대들이 40, 50대가 되었을 즈음에 허리 질병 환자의 수와 현재의 허리 질병 환자 수를 비교한다면 현저히 환자의 수가 줄어들었을 것으로 예상된다.

<참고문헌>

압력센서를 이용한 실시간 앉은 자세 모니터링 시스템 (정화영, 지준근, 민세동) (2015)
 운동습관에 따른 좌식생활 근로자들의 기초체력, 근육량 및 등속성 비교 연구 (최재희, 김아람, 최승욱) - 한국체육과학회지 (2021)
 압력센서를 이용한 자세 교정 유도 스마트 방석 개발 (김민창, 서태영, 이주협, 허웅, 유홍석) (2019)
 아두이노와 압력센서를 이용한 자세 교정 유도 시스템 (신유정, 오경희, 반효경, 강효정) (2014)
 대사적 건강 및 비만상태에 따른 신체활동과 좌식생활의 차이 비교 (사석은, 김원현, 조규권, 이지영) (2017)
 자세 진단용 스마트 의자(박상민, 최민성, 박선영, 남수민, 운병원) (2017)
 Development of Postural Control Evaluation System Loadcell (엄희준, 김지원, 권유리, 박상훈, 허재훈, 엄광문, 이승현, 이정현, 권영민) (2013)
 중앙일보(2016. 6. 8). [데이터로 본 청소년 건강] 10대 척추측만증 환자 10년간 8000명 증가