

선정한 주제

압력센서에 의한 AI 비전 자세 교정 기술의 보완

팀 꾸바오

팀장 임베디드시스템공학과 201901752 서정인

임베디드시스템공학과 201701726 권오찬

임베디드시스템공학과 201901747 류제현

임베디드시스템공학과 202001697 박성빈

목차

1. 개요
2. 주제 선정 이유
3. 기존 제품과의 차이성
4. 기대 효과 및 장점
5. 사용 방법
6. 주제 구현 방법 및 근거 자료
7. 팀원간 업무 내용
8. 작품 제작 추진 계획 및 일정표

개요

우리나라의 경제 수준이 증가하고 웰빙, 건강, 몸짱 열풍이 불면서 개인의 건강, 육체적 미용에 관심을 가지는 사람이 많아졌습니다. 건강과 체력, 제중 조절 및 체형 관리를 위해 산책, 등산을 하는 사람이 가장 많지만 날씨, 기온, 시간, 공간 등의 이유로 헬스장 등의 실내 체육 시설을 다니는 사람도 많습니다.

운동을 오랜 기간 꾸준히 수행하여 정확한 자세를 알고 자신만의 노하우가 쌓인 사람들은 별도의 도움이 필요 없지만 운동을 처음 하는 초심자나 체육 활동 과정에서 부상을 입었던 사람들은 운동강도나 정확한 자세 등을 알려줄 누군가가 필요합니다.

특히나 갓 운동에 입문한 사람이나 운동 경력이 길지 않은 사람들은 제대로 된 스승이 반드시 필요합니다.

이를 위해 대부분의 헬스장에는 개개인의 체력 수준, 체형 등을 고려해 퍼스널 트레이닝을 진행해 줄 수 있는 트레이너가 상주하고 있으며 비용을 지불하면 트레이너에게 관리를 받을 수 있습니다.

하지만 트레이너가 모든 회원을 동시에 관리해줄 수는 없으며 트레이너가 봐주지 못하는 상황에서 운동을 할 때 경력이 없는 사람은 지금 자신이 하고 있는 것이 올바른 자세인지 확인하기 어렵습니다.

현재 카메라를 통해 자세를 분석하는 AI 비전기술을 활용한 헬스 보조용 자세 분석 프로그램과 스마트 기기가 시중에 출시되어 있지만 카메라만으로는 자세를 정확하게 파악하고 분석하기 어려운 상황입니다.

각종 센서를 활용한 헬스 기구들도 헬스 머신에 치중되어 있어 정작 부상 위험이 높은 프리 웨이트 운동은 트레이너에게 배우지 않는 사람들은 어깨 너머로 배우거나 유튜브를 보고 따라해 자신의 몸에 맞지 않는 부정확한 자세를 배우게 되는 경우가 많습니다.

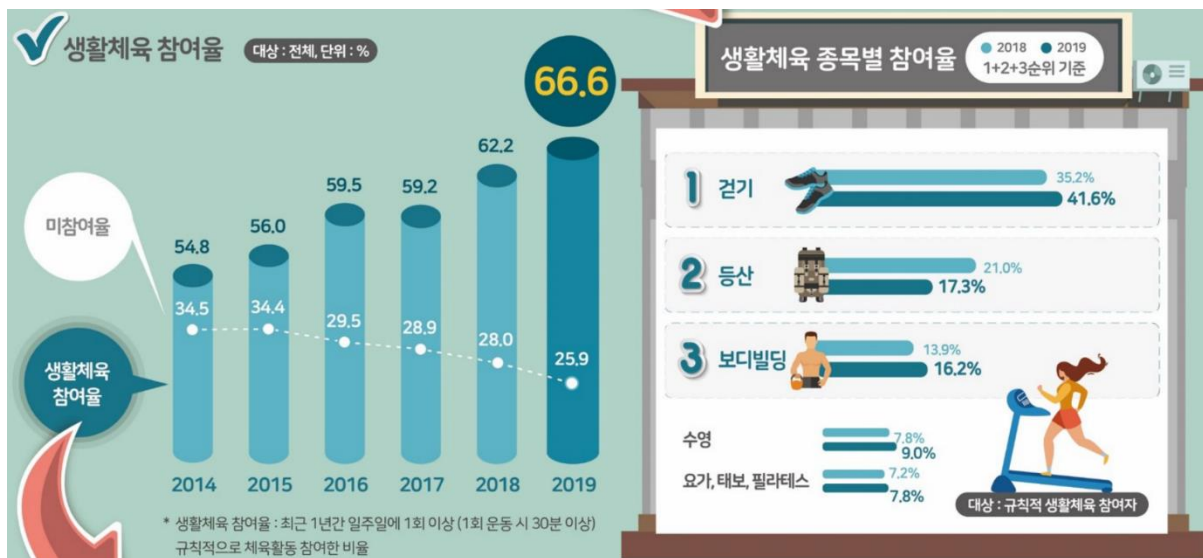
저희는 이런 부분을 고려하여 센서를 활용해 기존의 AI 비전기술을 통한 프리웨이트 운동 자세 분석의 정확성을 높이하고자 하였습니다.

압력 센서와 압력 분포 확인 알고리즘을 활용하면 카메라와 AI만 사용했을 때보다 더 정확하게 자세를 측정할 수 있습니다.

무게 분산과 운동을 수행하는 사람의 자세를 함께 측정하여 트레이너가 없는 동안 어떻게 운동을 하는지 수치로 나타내어 트레이너로 하여금 더 세밀한 트레이닝을 가능하게 하며 스스로 자신의 자세를 체크할 수 있는 중급자 이상의 헬스 및 운동 경력자, 수치를 통한 세밀한 신체 분석과 운동이 요구되는 엘리트 운동선수들에게도 더 자세한 피드백을 도와줍니다.

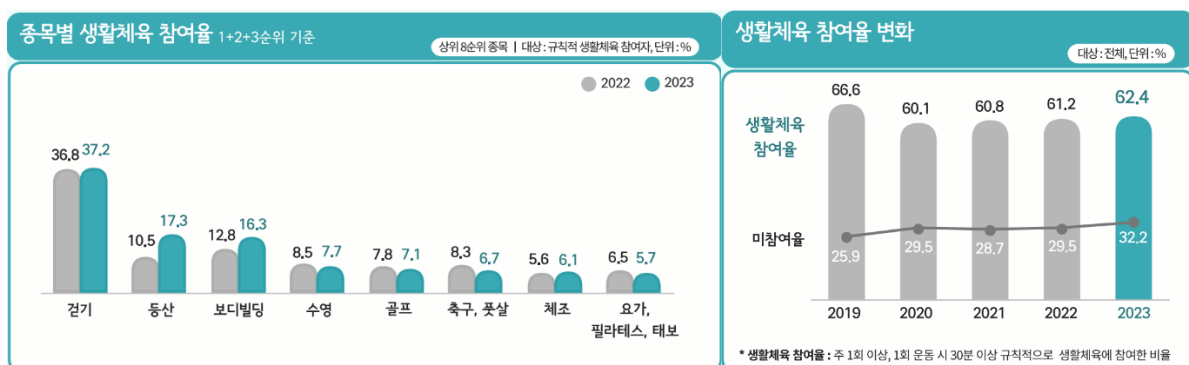
주제 선정 이유

2014년 54.8%던 대한민국 국민의 생활체육 참여율은 점차 증가하여 2019년에는 66.6퍼센트까지 증가하였습니다. 생활체육 인구가 모두 헬스나 보디빌딩을 하는 것은 아니지만 2019년 기준 전체 생활체육 참여자중 16.2%의 참여자가 보디빌딩 및 헬스를 한다고 응답했으며 이는 2018년도 대비 2.3%가 증가한 수치입니다. 생활체육 참여자가 증가함에 따라 헬스와 보디빌딩을 하는 사람들도 함께 많아지는 것을 알 수 있습니다. COVID-19로 인해 생활체육 참여 인구가 60.1%로 크게 줄어들어 헬스장 등의 체육시설들이 타격을 입기는 했지만 2023년 기준 62.4%로 다시 증가하고 있으며 2023년 기준 전체 참여 인구 중 16.3%가 생활체육으로 보디빌딩 및 헬스를 한다고 응답하여 COVID-19 이전의 헬스 참여 인구를 회복한 것을 알 수 있습니다.



출처: 문화체육관광부, 「국민생활체육조사」

* 자료: 문화체육관광부, 「2019국민생활체육조사 보고서」



출처: 문화체육관광부, 「국민생활체육조사」

* 자료: 문화체육관광부, 「2023국민생활체육조사 보고서」

헬스장에서 웨이트 트레이닝을 수행할 때 가장 중요한 것은 부상을 방지하고 효율 높게 근육을 키우기 위해 정확한 자세로 운동을 수행하는 것입니다.

대부분의 헬스장은 운동 시 본인의 자세를 확인할 수 있게 하기 위해서 벽면이 거울로 덮여있는 곳이 많으며 헬스장에 따라 천장 일부에도 거울이 붙어있는 경우도 있습니다.

오랜 기간동안 웨이트 트레이닝을 하며 경험과 노하우가 많이 쌓인 사람들은 자신의 몸에 맞고 부상을 방지하며 운동효과가 좋은 정확한 운동 자세들을 알고 있지만 운동 기간이 길지 않거나 운동 경험이 없이 헬스장에 처음 가는 입문자들은 정확한 자세와 운동에 대한 지식이 없기 때문에 정확한 자세와 운동 방법을 가르쳐주는 스승이 필요합니다.

요즘엔 유튜브나 인터넷에 운동 방법과 자세를 설명해주는 영상이 많이 올라와있지만 무작정 따라하가는 오히려 잘못된 습관을 형성할수도 있고 개개인의 체력이나 근력의 수준, 체형의 특징 등을 고려하지 않은 영상들이기 때문에 실력있는 트레이너와 직접 대면해 코칭을 받는 것보다 큰 효과를 기대할 수는 없습니다.

때문에 유료PT를 신청하여 퍼스널 트레이닝을 받는 것이 초보자에게는 가장 좋지만 이 경우에도 문제는 존재합니다.

우선 가장 먼저 비용의 부담이 큼니다.

트레이너가 1대1, 혹은 1대 다수로 운동을 지도해주는 퍼스널 트레이닝은 일반적으로 1회당 4~6만원 정도의 금액을 요구하며 검증되고 유명한 트레이너의 경우 1회에 10만원도 가볍게 넘는 금액을 요구하는 경우도 있기 때문에 많은 사람들이 PT를 신청하지 않고 혼자 잘못된 자세로 운동을 수행하다가 부상을 입습니다.

트레이너를 믿을 수 없는 경우도 있습니다.

헬스트레이너라는 직업의 특성상 자격이나 전과를 확인하지 않고도 자격 제한이 거의 없이 할 수 있기 때문에 생활스포츠지도사, 건강운동관리사 자격증 등의 전문적인 교육을 받지 않거나 전문 보디빌딩 경력이 없는 사람이 생각보다 많습니다. 또한 본인의 몸을 만드는 것과 타인의 몸을 만들어주는 것은 전혀 다른 자질을 요구하기 때문에 트레이너 본인의 몸이 매우 좋더라도 남에게 운동을 가르치는 것은 잘 하지 못해 PT를 받다가 오히려 부상을 입는 경우도 있습니다.

또한, 운동을 하는 모든 순간에 트레이너가 옆에서 봐줄 수는 없습니다.

돈이 많아 헬스를 갈 때마다 옆에 트레이너를 붙일 수 있을 정도의 재력이 있거나 스스로 자신의 자

세를 확인하고 피드백이 가능한 수준이라면 상관이 없겠지만 많은 경우 트레이너의 스케줄이나 금전적 한계때문에 PT때 배운 내용대로 혼자 운동을 수행하고, 그 다음 PT때 다시 배우거나 자세를 확인합니다.

스쿼트, 데드리프트, 덤벨 프레스, 숄더 프레스, 바벨로우 등의 프리웨이트 운동은 중량과 운동 부위, 범위를 자신이 자유롭게 조절할 수 있기 때문에 많은 사람들이 헬스장에서 수행하는 대표적인 무산소 운동이며 덤벨, 케틀벨 등 비교적 저렴한 기구로 수행이 가능하기 때문에 집에 기구를 사놓고 홈트레이닝을 하는 사람도 있습니다.

자유도가 높은 만큼 전문적인 코치 없이 정확한 운동 자세를 터득하기 어렵고 무거운 기구를 안전장비 없이 들기 때문에 자세를 잡아주는 사람이나 트레이너가 필요한 운동이기도 합니다.

스마트 미러나 각종 자세 추정 AI 모델을 사용한 제품들로 자세를 분석해주고 운동을 보조할 수 있다며 나오는 제품들이 많지만 정확도를 늘리려면 가격이 기하급수적으로 상승하게 되며 저렴한 가격으로 가벼운 AI 모델을 사용하게 되면 정확도를 보장할 수 없습니다.

따라서 저희는 기존 AI 비전 기술을 저렴한 가격으로 보완하는 방법으로 압력 센서를 활용한 기기를 사용하는 방법을 고안하였습니다. 저렴한 가격으로 정확도가 보완될 수 있다면 초심자부터 엘리트 운동선수까지 폭 넓게 사용하는 것을 기대할 수 있습니다.

기존 제품 소개 및 차이점

헬스와 건강 관련 관심이 증가하도 AI 비전 관련 기술이 발달하면서 운동기구에 AI와 센서기술을 접목한 기기들이 많이 개발되었습니다.

- 스마트 헬스 머신: 온핏 웨이트 장비

https://www.onfit.com/solution_OnFitWeight

헬스장에 있는 머신들에 AI기술을 접목하여 운동 목표를 안내해주고 운동과정과 동작을 기록하고 분석해줍니다. 하지만 헬스장에서 사용하는 머신은 대부분 사용법과 자극부위가 안내되어 있으며 머신의 이동에 따라 운동을 수행하면 초심자도 무리없이 수행할 수 있으며 부상의 위험을 줄이고 특정 부위의 근육의 근비대를 쉽게 이루는 것을 목적으로 하는 것이기 때문에 간단한 사용 방법만 알면 특별한 분석과 안내가 필요 없습니다. 또한 헬스장의 전체 머신을 교체해야 하기 때문에 비용이 매우 비싸며 관리도 어렵다는 단점이 있습니다.



- 스마트 헬스케어 어플: 헬스네비

<https://www.healthnavi.co.kr/index.html>

헬스장, 회원, 트레이너의 편의성을 위한 어플리케이션입니다. 운동 모니터링, 수업과 스케줄 관리, PT예약, 회원권과 락커 관리 등의 기능을 제공하여 헬스장을 이용하는 회원, 헬스장을 관리하는 관리자, 트레이닝을 진행하는 강사가 모두 사용할 수 있지만 트레이너의 회원 관리에 더 중점을 둔 기능들입니다. 회원은 이 어플을 통해 운동 속도, 횟수, 쉬는 시간 등을 모니터링 할 수 있지만 정확한 자세는 분석할 수 없습니다.

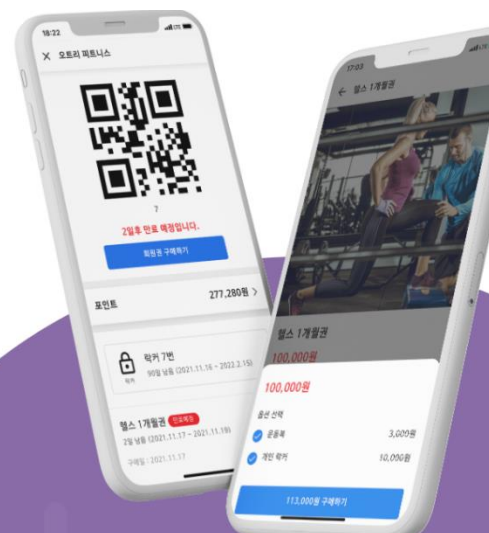
health navi

스마트 센터 운영은 NO.1 헬스네비

자동 출입 관리, 모바일 결제, 수업 예약,
그리고 센싱을 이용한 운동 기록까지
센터 운영에 필요한 모든 서비스를 혁신합니다.

가맹 문의

Contact Us



- AI 피트니스 트레이너

<https://www.wadiz.kr/web/campaign/detail/130015>

기기를 설치하면 기기에 부착된 카메라와 센서가 사용자의 자세를 정밀 분석하여 사용자의 체형과 체력에 맞는 운동 프로그램을 추천해주고 올바른 자세를 알려주며 운동 기록까지 해주는 AI 트레이너입니다. 기초체력 측정 후 사용자의 수준에 맞는 운동을 자동으로 추천해줄 뿐 아니라 기록과 분석까지 해주기에 기능적으로만 보면 트레이너의 대면 관리와 큰 차이가 없다고도 할 수 있습니다. 집에서도 운동을 체계적으로 할 수 있기 때문에 좋아보이지만 기기의 크기가 상당히 크기 때문에 운동 공간 + 기기 공간 + 모니터의 공간까지 고려했을 때 공간적인 한계가 있을 수밖에 없으며 기기와 1년 구독권을 결제할 경우 440만원 가량이 필요합니다. 헬스장 수준의 기구가 없이는 운동 난이도 조절에 한계가 있기 때문에 운동 레벨이 일정 수준을 넘게 되면 결국 헬스장을 가거나 추가 운동 기구를 구매해야 하는 추가 비용까지 발생할 수 있어 금전적으로 상당히 부담된다는 단점이 존재합니다. 이러한 이유로 2021년에 펀딩을 진행하였지만 목표금액을 달성하지 못한 채 종료된 제품입니다.



- 스마트 미러

<http://mitness.kr/index.php>

거울에 AI비전 기술을 사용해 헬스케어 기능을 탑재한 IoT 스마트 운동 보조 기기입니다. 레벨에 맞는 운동 커리큘럼을 추천해주고 집에서 운동을 진행할 수 있으며 온라인 트레이닝도 가능

합니다. 운동 목적으로 사용하지 않을 때는 전신거울로도 사용할 수 있지만 기기 비용과 콘텐츠 비용을 합하여 455만원이라는 다소 부담이 되는 비용이 필요하며 별도의 운동 기구 구매로 인한 추가 비용까지 발생할 수 있습니다. 또한 지속적으로 이슈가 되어 왔던 IoT 해킹 등 개인정보 유출과 사생활 침해 문제에서 자유롭지 못할 수도 있다는 단점이 있습니다.



비용과 공간의 문제도 있고 정확한 자세 교정과 확실한 운동 효과, 부상 방지를 위해서는 전문성을 인정받은 트레이너에게 대면으로 트레이닝을 받는 것이 가장 좋습니다. 기초체력테스트와 카메라로는 쉽게 드러나지 않는 뼈나 관절 등 신체 내부의 문제나 피로도, 개인의 성격이나 성향, 회원 자신도 몰랐던 신체적 문제 등의 조건들을 AI가 분석하기는 쉽지 않으며 이는 전문적인 트레이너가 회원과 일정 기간동안 트레이닝을 진행하며 분석해야 합니다.

전문적인 트레이너에게 받는 PT는 정서적인 교감과 신뢰를 바탕으로 더 좋은 운동 효과와 동기 부여를 제공할 수 있으며 카메라로는 확인할 수 없는 개개인의 신체 특성이나 성격, 습관 등을 고려하여 세밀하게 트레이닝이 가능합니다. 이는 AI로는 구현하기 힘든 것입니다. 따라서 저희는 기존에 사용되던 AI 비전 기술에 압력 분포 감지기술을 더해 트레이너가 없는 상황에서 운동을 하는 상황에 올바른 자세로 수행하고 있는지 보다 정확하게 자세를 검사하고 운동을 보조하는 기기를 고안하였습니다. 압력 센서를 통해 신체와 기구의 무게를 지탱하는 양 발에 고르게 무게가 분산되고 있는지 확인하며 정면과 측면에서 촬영하는 카메라를 통해 전체적인 자세를 확인할 수 있습니다. 사용자는 운동 수행 후 나온 수치들을 트레이너에게 전달하여 트레이너가 없는 상황에 나오는 사용자의 운동 특

징, 습관 등을 알려줄 수 있고 이를 바탕으로 더 섬세하고 효과적인 트레이닝을 받을 수 있습니다. 초보자는 운동 지식이 없으니 단독 사용을 권장하지 않지만 운동을 일정 기간 이상 하여 트레이너의 보조 없이도 자신의 운동 자세 확인이 가능한 중급자 이상의 사용자는 수치를 보는 법만 알면 더 디테일한 셀프 피드백을 진행할 수 있으며 트레이너도 해당 정보를 바탕으로 더 디테일한 트레이닝을 진행할 수 있습니다.

기대 효과 및 장점

- 트레이너가 보고 있지 않을 때 수행한 운동의 피드백을 받을 수 있습니다.

운동에 대한 지식이 없고 자신감이 없는 초심자의 경우 트레이너 없이 운동을 수행하다가 부상을 입을 수 있으며 운동에 대한 흥미를 잃게 될 수 있습니다. 이 경우 트레이너는 회원이 어떻게 운동을 수행하였는지 정확히 알기 어렵습니다. 이 기술이 접목된 기기를 사용한다면 트레이너가 보고 있지 않는 상황에서도 자신이 올바른 자세로 운동을 수행하고 있는지 체크하여 습관이나 자세를 교정 받을 수 있습니다.

- 저렴한 가격으로 설치가 가능합니다.

개인의 집에 설치하기에는 살짝 부담이 있을 수 있지만 500만원대의 런닝머신, 300만원대의 파워랙 등 비싼 운동기구들이 많이 설치되어 운동기구만 1억원어치 이상이 구비되어 있는 헬스장에 40만원 이내의 장비 하나가 더 추가되는 것은 동네의 작은 헬스장이라 하더라도 큰 부담이 아닙니다. 저렴한 가격으로 초급자부터 중급자까지 자세 교정 및 점검용으로 사용이 가능하니 더 많은 고객을 모으고 유지할 수 있습니다.

- 전문성을 갖추지 못한 트레이너의 고용을 줄일 수 있습니다.

회원의 수가 많은 헬스장에는 그만큼 PT를 받는 회원도 많기 때문에 점주가 직접 운영을 한다고 해도 따로 트레이너를 뒀야 합니다. 전문적인 트레이너는 인건비가 비싸 여러 명을 고용하기 힘들 수 있으며 헬스장을 오래동안 이용하다가 점주와 친분이 생겨 아르바이트를 하는 경우나 보디빌딩과 관련이 없는 운동선수 출신을 트레이너로 고용하는 경우가 많은 문제가 있는데 좀 더 보완과 발전이 이루어진다면 소수의 전문 트레이너와 이 기기만으로 회원들을 효율적으로 관리할 수 있을 것이라 기대합니다.

- 트레이너가 보다 세심한 피드백을 제공할 수 있도록 지원합니다.

측정한 데이터 값을 트레이너가 활용하여 전문적인 시각으로 회원 개개인에게 맞춤형 교정 방안을 고안하고 제공할 수 있습니다.

세밀한 수치를 바탕으로 신체 관리와 근육 발달이 이루어져야 하는 엘리트 운동선수에게 가장 좋은 효과를 볼 수 있으며 일반인들에게도 효과가 있을 뿐 아니라 기존에 없던 기술의 도입으로 마케팅

부분에서도 이점을 볼 수 있을 것 같다는 현직 트레이너 분의 의견도 있었습니다.

현직 트레이너 인터뷰 내용

생활체육지도사 2급 바디빌딩, FISAF 국제트레이너2급, 스포츠 마사지, 스포츠 테이핑 1급 등 자격 보유

전 유아체육 강사, 전 체대입시 강사

경력 4년차 헬스트레이너 인터뷰

Q. 퍼스널 트레이닝을 진행할 때 가장 중요하게 생각하는 것과 가장 어렵다고 느껴지는 것은?

A. 개인에 최적화된 맞춤 트레이닝이라는 것이 가장 중요, 운동뿐만 아니라 심리, 기분, 체형, 경험, 생각이 개인별로 모두 다르기 때문에 회원의 니즈에 맞춰 진행해야 함. 가장 어려운 것은 사람이 모두 제각각 다르기 때문에 변수가 너무 많다는 것이 어려운 점

Q. AI기술과 센서를 활용한 스마트 헬스장에 대해 들어본 적이 있는지? 들어본 적이 있다면 어떻게 생각하는지?

A. 알고 있다. 실제로 사용해보기도 했는데 퍼스널 트레이닝과 병행이 된다면 시너지가 배가 될 것 같다. 트레이닝은 사람의 역할이 클 수밖에 없기 때문에 아직까지는 운동을 할 줄 아는 사람들 위주로 운영되면 좋을 것 같다고 생각한다.

Q. (주제를 소개하며) 이런 기기를 통해 프리웨이트 운동에 정량적 수치의 데이터가 주어진다면 트레이닝에 도움이 될 수 있을지? 어느 레벨의 사용자가 쓰기에 적합한 것 같은지?

A. 도움이 될 것 같다. 발바닥 센서를 사용하는 피티샵도 현재 있으며 엘리트 운동 선수들에게 매우 유용하게 사용되고 있다. 이 기기 역시 엘리트 운동 선수들에게 유용하게 사용될 수 있을 것 같으며 일반인이 사용하기에도 데이터의 정확성만 보장이 된다면 사용하기 좋을 것 같다.

Q. 압력센서와 AI카메라 기술이 탑재된 기기를 30~40 선에 구매할 수 있다면 헬스장에서 사용할 것 같은지?

A. 역시 데이터가 정확하다면 사용할 것 같다. 전문 피티샵은 물론 일반 헬스장에서도 부담이 되는 가격이 아니며 헬스장과 피티샵은 마케팅 경쟁이 심하기 때문에 마케팅에 활용하면 좋을 것 같기도 하다. 다만 어디까지나 트레이너의 역할과 능력이 가장 중요하다고 생각한다.

사용 방법

1. 운동을 수행하기에 앞서 기기에 연결된 모니터에서 자신이 수행하고자 하는 운동의 종류를 선택합니다.
2. 사용자는 파워랙이나 프리웨이트 존에 설치된 기기의 발판에 올라갑니다.
3. 기기에 연결되어 있는 정면 카메라 방향을 바라보며 운동을 수행합니다.
4. 정면과 측면 카메라를 통해 촬영된 영상을 바탕으로 AI가 자세를 분석하여 올바른 자세로 운동을 수행하고 있는지 확인합니다.
5. 발판에 설치된 압력 센서가 사용자의 두 발에 올바른 무게가 실리고 있는지, 균등하게 무게가 분산되고 있는지 확인해줍니다.
6. 측정된 데이터를 수치로 모니터에 띄울 수 있으며 사용자는 이 수치를 트레이너에게 제시하여 더 디테일한 트레이닝을 받을 수 있습니다. 셀프 피드백이 가능할 정도로 운동 경력이 쌓인 사용자는 수치를 바탕으로 디테일한 자가 진단을 할 수 있습니다.

주제 구현 방법 및 근거 자료

- 운동정보 입력

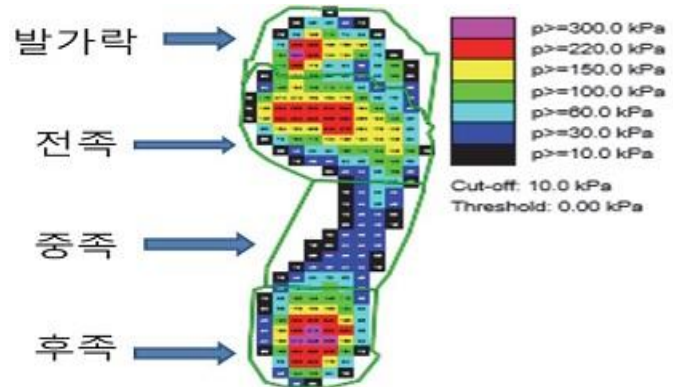
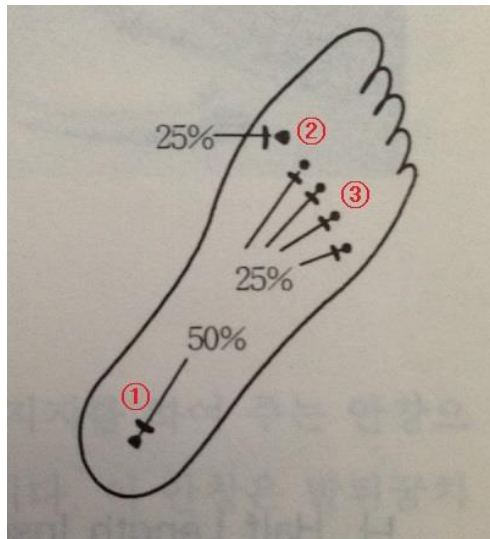
운동 시작 전에 사용자가 어떤 운동을 할 지 기기에 알려주는 역할입니다. 초기 화면에서 스쿼트, 데드리프트, 숄더프레스 중 원하는 운동을 선택할 수 있습니다. HTML, CSS, JavaScript 등의 웹 프로그래밍 기술을 활용하여 간단한 UI를 만들고 디자인을 적용할 수 있습니다.

- 압력 감지

운동 수행 중 사용자의 발을 통해 올바르게 무게가 분산되고 있는지 측정합니다. 숄더 프레스, 바벨로우, 스쿼트 등 무거운 무게로 수행하는 프리웨이트 운동의 경우 양발로 무게가 균등히 분배되지 않으면 근육 불균형이나 부상이 생길 수 있으며 덤벨 등 비교적 가벼운 무게로 수행하는 프리웨이트 운동도 서 있는 자세 등 신체의 균형이 중요합니다. 이는 카메라를 통해서도 잘 보이지 않을 수도 있기 때문에 발판에 가해지는 압력을 분석하여 올바른 자세로 운동을 수행하고 있는지 확인할 수 있습니다.

비숙련자는 숙련자에 비하여 후족의 압력분포가 높은 것을 알 수 있었고, 후족에 편중되어 무게가 실리게 될 경우, 하지 뿐 만 아니라 무릎, 골반, 척추 등에 다양한 통증을 야기 시킬 수 있으므로, 전족과 후족의 균등한 압력분포를 유지하여야 하 지 근육의 부담을 줄일 수 있으며, 전후 무게 중심 이동의 폭을 최대한 줄일 수 있을 것으로 판단되어 진다.

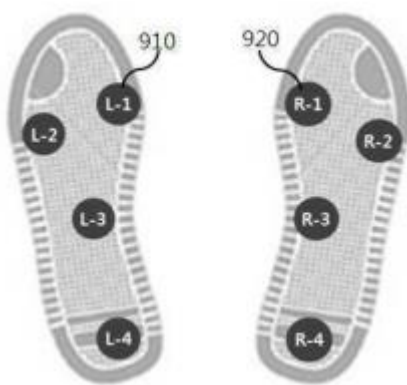
참조논문 원효현* 김민욱* 배영훈** 김용재 (* 부경대학교 **동의과학대학교), 스쿼트 운동 시 발의 압력에 미치는 영향

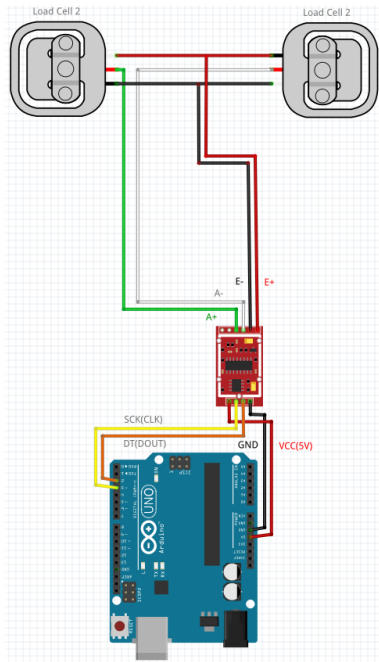


발바닥은 그 위치에 따라 전족부, 중족부, 후족부로 나눌 수 있습니다. 다른 무게가 가해지지 않은 상태에서 똑바로 서 있을 때는 그림에 표시된 것처럼 발뒤꿈치와 엄지발가락이 있는 발허리뼈 머리 위부분, 나머지 부분에 의해 체중의 50%, 25%, 25% 정도가 각각 지탱됩니다. 발의 앞부분과 뒷부분에 압력이 절반씩 나뉘다고 할 수 있습니다.

운동 시 전족 또는 후족 어느 한 쪽에 편중되어 무게가 실리게 되면, 하지 뿐만 아니라 척추 등에 다양한 통증을 야기시킬 수 있으므로, 부상 방지와 이상적인 운동을 하기 위해 압력 분포를 통한 분석을 하고자 합니다.

저희는 사용자의 운동 상태를 파악하기 위해 발바닥에 총 8개의 로드셀을 배치할 계획입니다. 한 발에 2개는 전족부, 1개는 중족부, 그리고 1개는 후족부에 배치하여 사용자의 하중 분산과 양발 균형을 파악합니다.





2개의 로드셀을 결합하여 하프 브릿지를 만들고

전측부를 구성하는 하프 브릿지 2개

중, 후측부를 구성하는 하프 브릿지 2개

총 8개의 로드셀을 4개의 브릿지로 구성하여 만들 계획입니다.

센서가 민감하기 때문에 HX711 라이브러리를 이용하여 실제 무게를 측정하기 위한 캘리브레이션 작업 통해 오차 수치를 줄여 나갑니다.

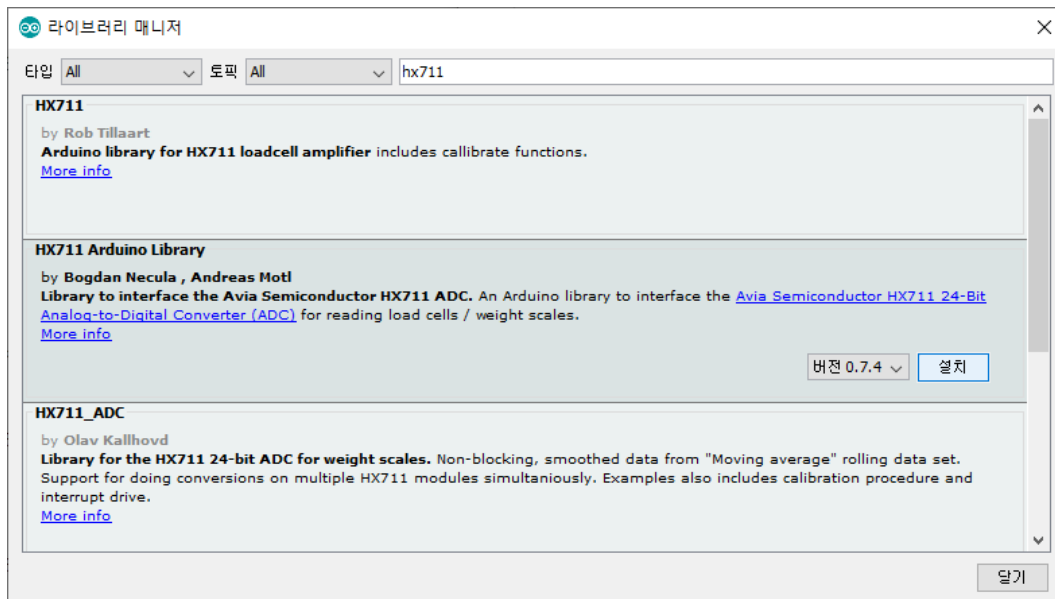
측정 방법

사용자가 운동을 할 때의 발의 압력 센서를 통해

1. 전체 압력에서 전측의 비율
2. 전체 압력에서 중, 후측의 비율
3. 왼발과 오른발의 압력 비율

을 측정하고 시각화해서 운동 트레이너가 사용자의 운동에 대한 분석을 정교하게 할 수 있도록 도와주고 더 나은 솔루션을 제공할 수 있도록 합니다.

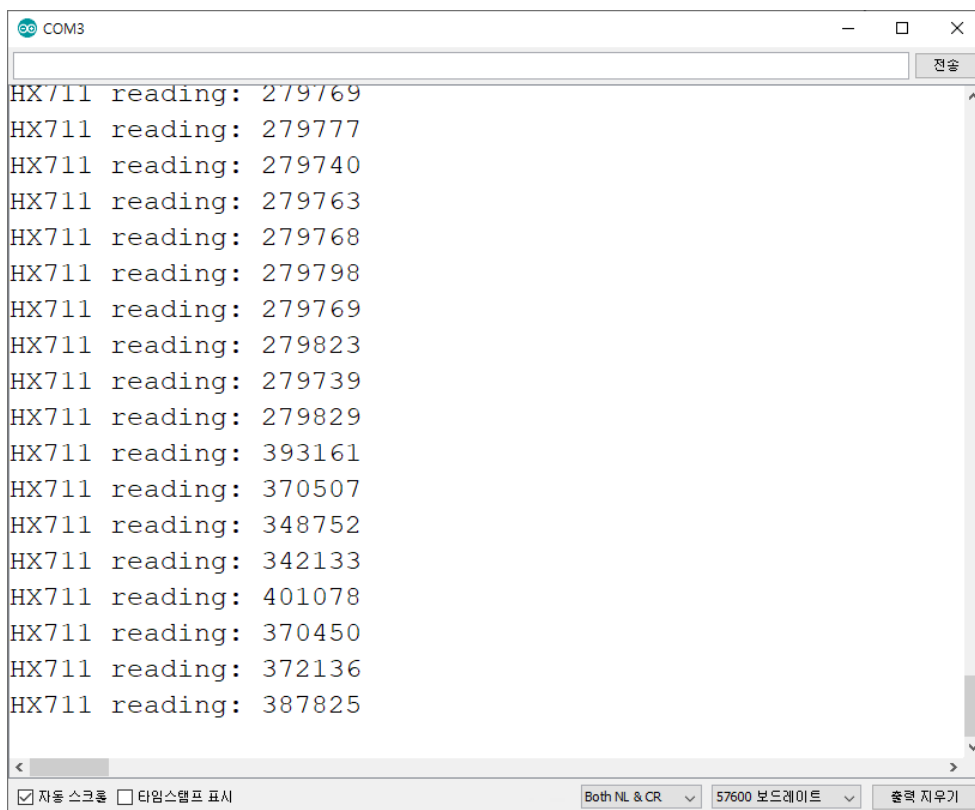
로드셀 측정 방법



라이브러리 매니저에서 HX711을 검색하고

"HX711 Arduino Library"를 설치합니다.

로드셀에 힘을 가하는 경우 센서 값이 올라가는 것을 확인할 수 있습니다.



```
COM3
HX711 Demo
Initializing the scale
Before setting up the scale:
read:          280694
read average:   280719
get value:      280743.00
get units:      280744.0
After setting up the scale:
read:          280681
read average:   280726
get value:      -52.00
get units:      -0.0
Readings:
one reading:    -0.0 | average: -0.0
one reading:    -0.1 | average: -0.1
one reading:    -0.1 | average: -0.1
one reading:    -0.1 | average: -0.1
one reading:    -0.1 | average: -0.0
one reading:     0.1 | average: 0.2
one reading:     0.3 | average: 0.3
one reading:     0.4 | average: 0.4
one reading:     0.4 | average: 0.5
one reading:     0.5 | average: 0.5
one reading:     0.4 | average: 0.5
one reading:     0.5 | average: 0.5
one reading:     0.5 | average: 0.5
```

부하가 없는 상태에서의 값을 측정하여 영점을 잡아주고 무게가 측정이 되면 단발성 측정과 10번의 평균값을 출력해줍니다. 센서가 민감하기 때문에 부하가 걸리지 않아도 수치가 계속 변합니다.

따라서 실제 무게를 측정하기 위해 캘리브레이션 작업을 합니다. 엑셀을 이용하여 실측한 무게에 대한 센서 값을 셀에 정리하고 차트를 만듭니다. 차트를 다항식 그래프로 나타내고 얻은 수식을 적용시켜 영점을 잡으면서 오차 수치를 줄이고자 합니다.

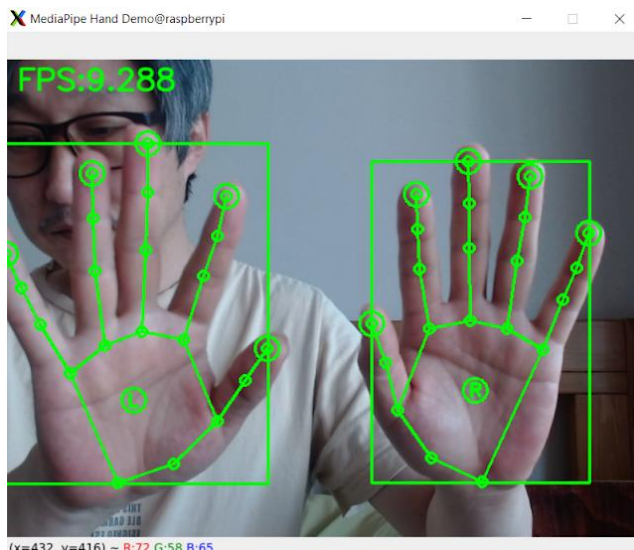
- 자세 측정

사용자의 운동 수행 자세를 분석하여 어깨, 허리, 팔, 무릎 균형 등의 정보를 제공하기 위해서 자세 예측 AI 모델을 이용하여 사용자의 움직임을 감지, 분석할 수 있습니다. 대상의 관절의 이동을 분석하면 현재 사용자의 자세가 올바른지, 올바르지 않다면 어느 부분의 개선이 필요한지 확인할 수 있습니다.

Pose Estimation(자세 예측) 기법

사용자의 운동 자세를 확인하고 분석하기 위해 여러 가지 Pose Estimation 기법이 사용될 수 있습니다. MediaPipe Pose는 라즈베리파이와 같은 SBC(Single Board Computer) 환경에서 사용하기 적합한 프레임워크입니다. 이 외에도 OpenPose, PoseNet 등 여러 P.E 기법이 존재하지만 우선은 비교적 가볍고 간단하게 테스트가 가능한 MediaPipe를 이용해 프로젝트를 진행하고 추가적으로 여러 기법을 시험해 본 후 더 높은 정확도를 보이는 AI모델을 사용할 수 있습니다.

MediaPipe 는 ML 솔루션을 제공하여 이 솔루션을 기반으로 파이프라인을 구축하고 사용할 수 있습니다. 솔루션은 사전 학습된 특정 TensorFlow 또는 TFLite 모델을 기반으로 사전 구축된 오픈 소스 예제입니다.



라즈베리파이 환경에서 MediaPipe의 성능을 테스트한 외부 자료를 통해 확인한 결과, 10FPS 정도 나오는 것을 확인할 수 있습니다.

링크: <https://spyjetson.blogspot.com/2021/06/installing-mediapipecpu-mode-on.html>

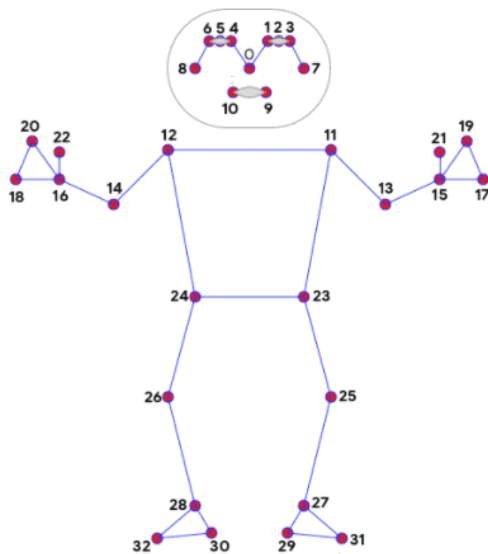
자세 분석을 위해 정면과 측면의 카메라를 통해서 X, Y, Z값을 파악합니다.

X, Y (정면 뷰), Z (측면 뷰)

정면 뷰를 사용하면 왼쪽과 오른쪽 모두에 접근할 수 있으므로 무릎-엉덩이 선과 무릎-무릎 선 사이의 각도 등 다양한 랜드마크 지점의 경사와 각도를 활용할 수 있으며 측면 뷰를 사용하면 수직 또는 수평과 관련된 다양한 기울기를 더 잘 추정할 수 있습니다.

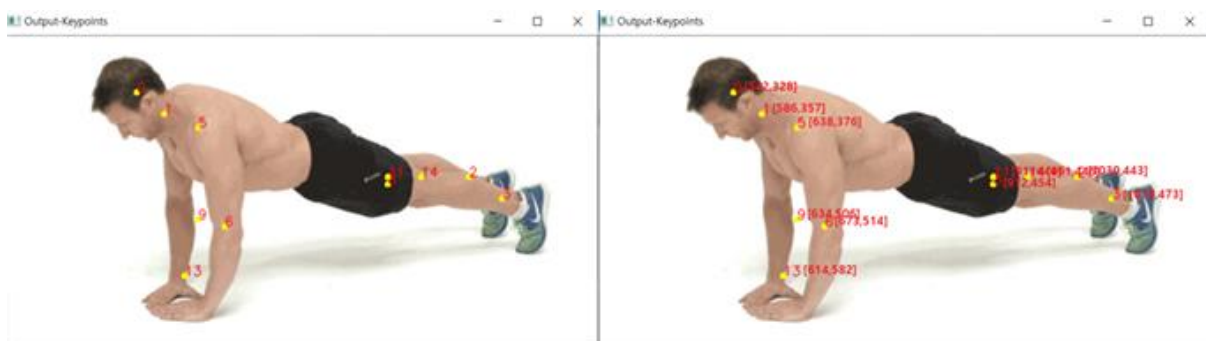
이러한 정보를 통해 프리웨이트 운동들 중 동작의 차이를 명확하게 보여줄 수 있는 데드리프트,

스쿼트, 숄더 프레스의 3가지 운동의 자세를 측정해보려 합니다.

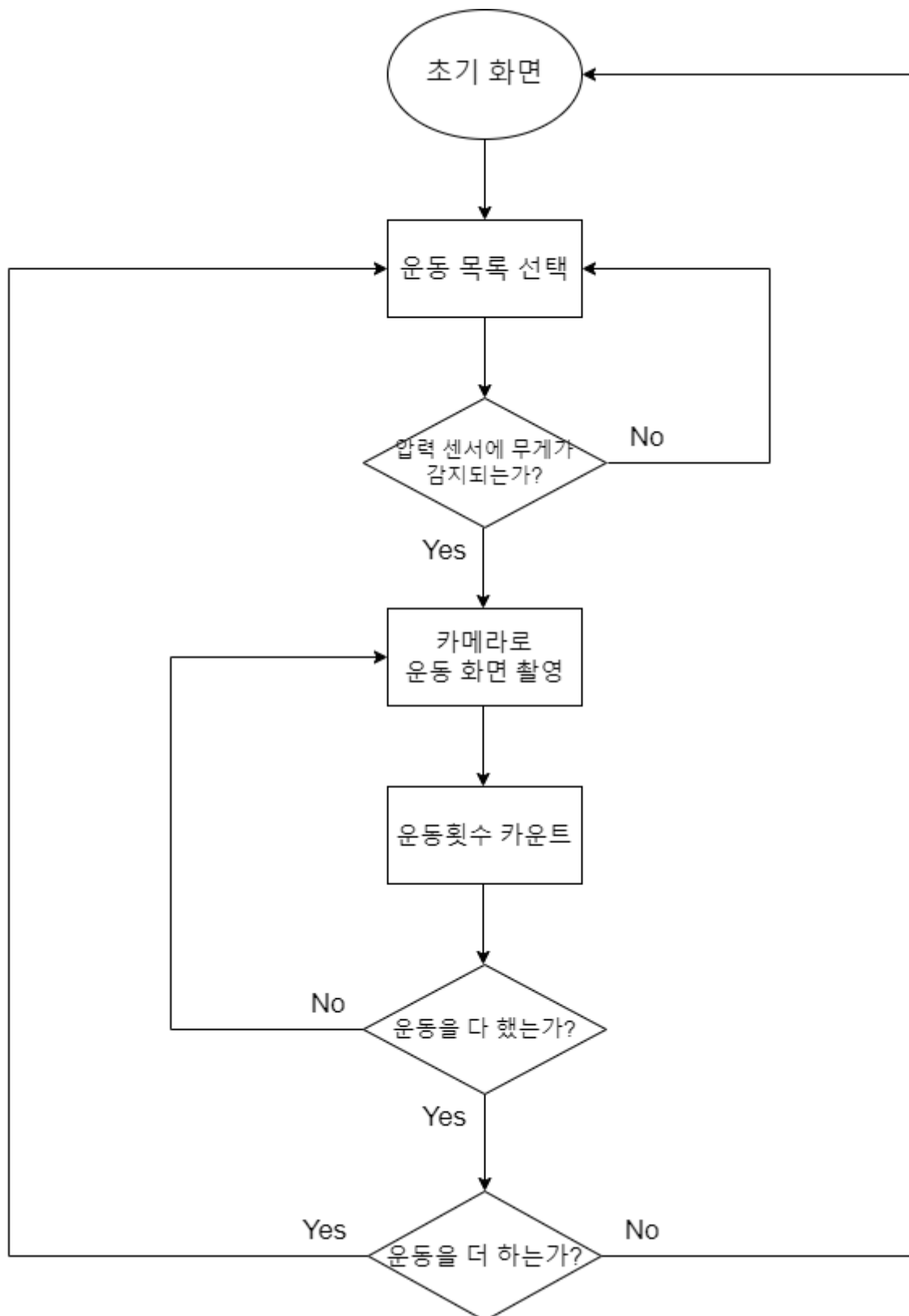


- | | |
|--------------------|----------------------|
| 0. nose | 17. left_pinky |
| 1. left_eye_inner | 18. right_pinky |
| 2. left_eye | 19. left_index |
| 3. left_eye_outer | 20. right_index |
| 4. right_eye_inner | 21. left_thumb |
| 5. right_eye | 22. right_thumb |
| 6. right_eye_outer | 23. left_hip |
| 7. left_ear | 24. right_hip |
| 8. right_ear | 25. left_knee |
| 9. mouth_left | 26. right_knee |
| 10. mouth_right | 27. left_ankle |
| 11. left_shoulder | 28. right_ankle |
| 12. right_shoulder | 29. left_heel |
| 13. left_elbow | 30. right_heel |
| 14. right_elbow | 31. left_foot_index |
| 15. left_wrist | 32. right_foot_index |
| 16. right_wrist | |

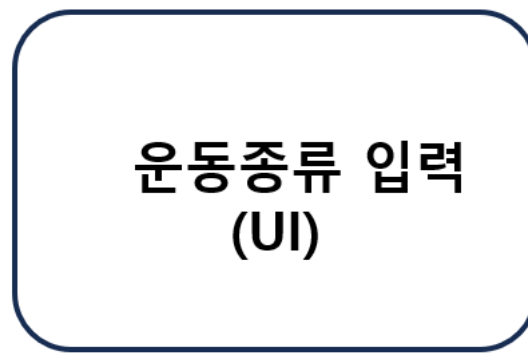
11 번 좌표와 12 번, 13 번과 14 번, 25 번과 26 번 등 대칭이 되는 관절 부위의 좌표값을 비교하여 두 포인트의 오차 범위를 출력해주는 프로그램을 통해 트레이너는 육안으로 보이는 자세를 수치화하여 평가할 수 있습니다. 예를 들어 푸시 업의 경우 양쪽 어깨, 팔꿈치 등의 좌표, 스쿼트의 경우 양쪽 무릎의 좌표가 중요한 비교 포인트가 될 수 있습니다.



Flow Chart



Architecture

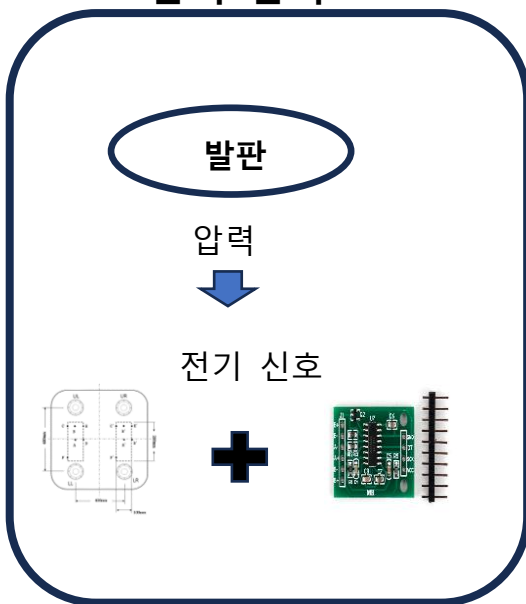


라즈베리파이5

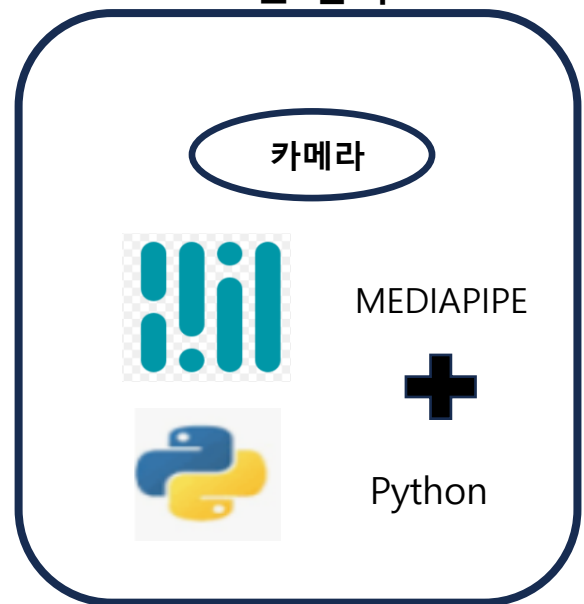


아두이노 우노

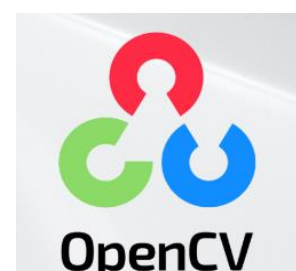
압력 감지

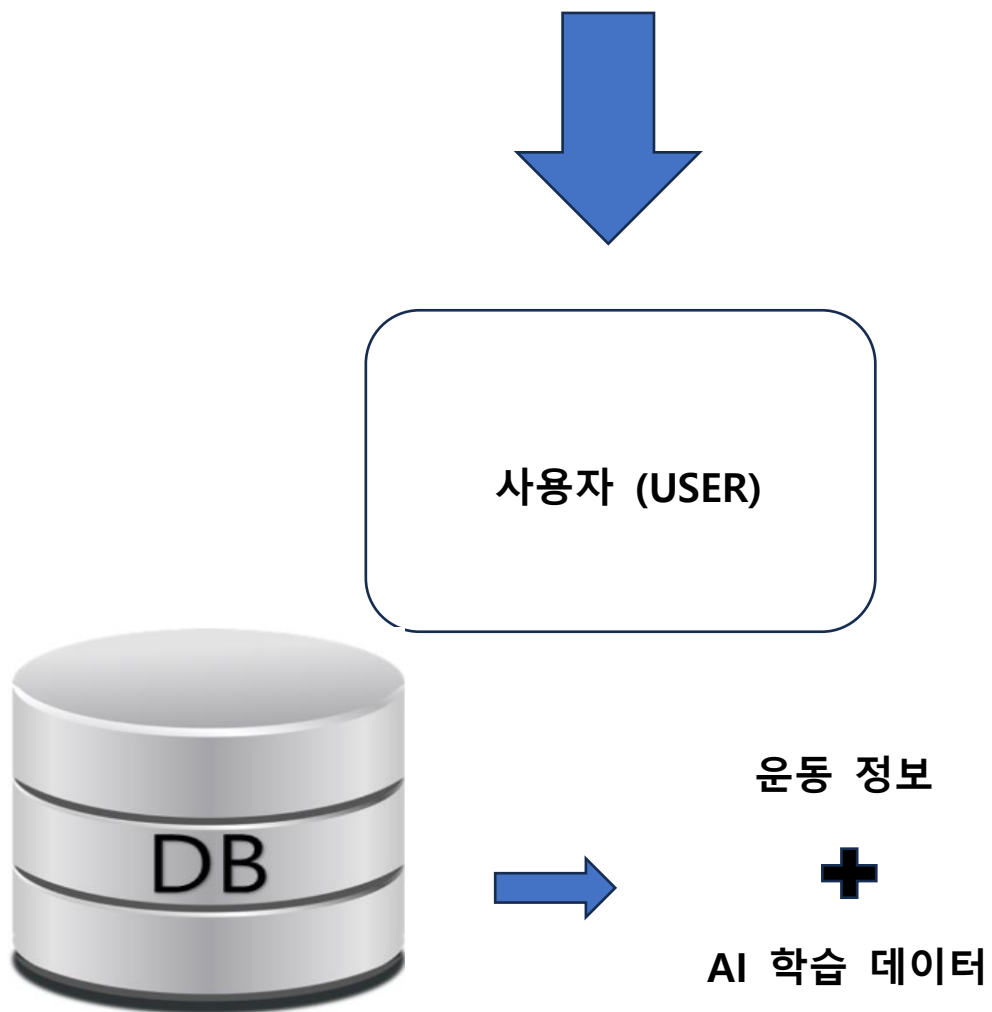


모션 감지

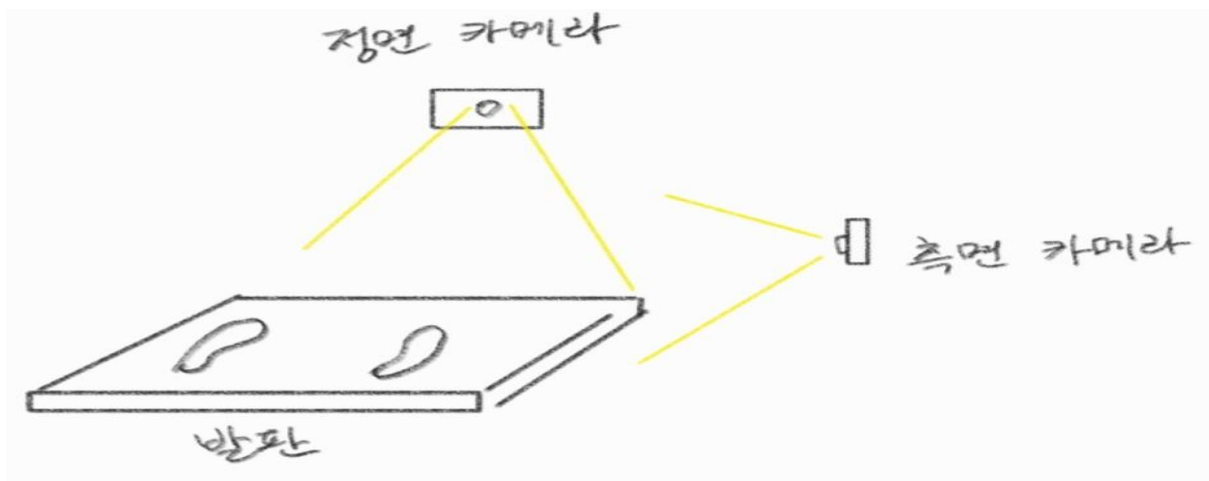


영상 처리





샘플 이미지



팀원간 업무 내용

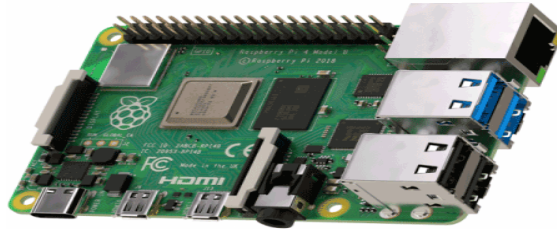
팀원	업무 내용
서정인(팀장)	<ul style="list-style-type: none">● DB 구축● 라즈베리파이 회로 설계● 압력감지 SW 설계● 모션감지 SW 설계
권오찬	<ul style="list-style-type: none">● 아두이노 회로 설계● 운동정보 입력 UI 설계● 기기 외관 제작● 모션감지 SW 설계
류제현	<ul style="list-style-type: none">● 아두이노 회로 설계● 운동정보 입력 UI 설계● 기기 외관 제작● 모션감지 SW 설계
박성빈	<ul style="list-style-type: none">● 라즈베리파이 회로 설계● 압력감지 SW 설계● DB 구축● 모션감지 SW 설계

작품 제작 추진 계획 및 일정표

[illegible]

지원 경비 예상 사용 계획

- [Raspberry Pi] 라즈베리파이 5 8GB



- [Coms] 미니(MINI) HDMI 케이블 2M [C2254] -



148,170원

- [Raspberry Pi] 라즈베리파이 카메라모듈 V2, 8MP (RPI 8MP CAMERA BOARD) - 2 개
44,000원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1077951>



- 저가형 3선식 로드셀(50Kg) – 8개

132,000원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=30593>



- [SMG] 아두이노 우노 R3 호환보드 [SZH-EK002]

9,900원

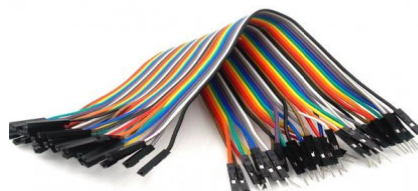
<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1245596>



- [KEYES] 테스트[CH254] 소켓 점퍼 케이블 40P (칼라) (M/F) 20CM – 2개

1,700원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1321195>



- [KEYES] 테스트[CH254] 소켓 점퍼 케이블 40P (칼라) (M/M) 20CM – 2개
1,700원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1321196>



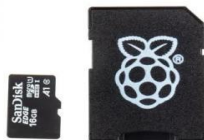
- [KEYES] 테스트[CH254] 소켓 점퍼 케이블 40P (칼라) (F/F) 20CM – 2개
1,700 원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1321192>



- [Raspberry Pi] 라즈베이파이 정품 NOOBS 내장 MicroSD 16GB - 9,700원

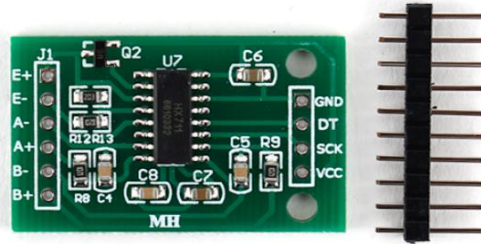
<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=12237605>



- [SMG-A] HX711 로드셀 측정 24비트 AD 컨버터 모듈 [SZH-SSBH-016] - 4 개

6,800 원

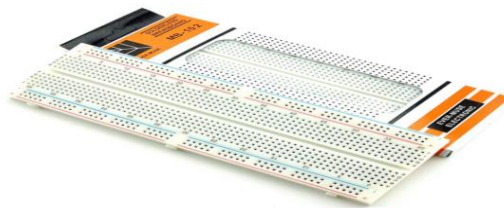
<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1327440>



- [SMG] 브레드보드 830 핀 MB-102 [SZH-BBAD-002] - 2 개

2,200 원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1322408>



- [SMG] 라즈베리파이 5, 제로 카메라 어댑터 케이블 (22pin to 15pin) 30cm -2 개

3,000 원

<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=15250419>



총합 360,870원