

선정한 주제

프리웨이트 운동량 측정

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

근력 향상과 자세 교정, 신체 미용을 위해 많은 사람이 하는 운동인 웨이트 트레이닝은 프리웨이트 트레이닝과 머신 웨이트 트레이닝으로 구분됩니다.

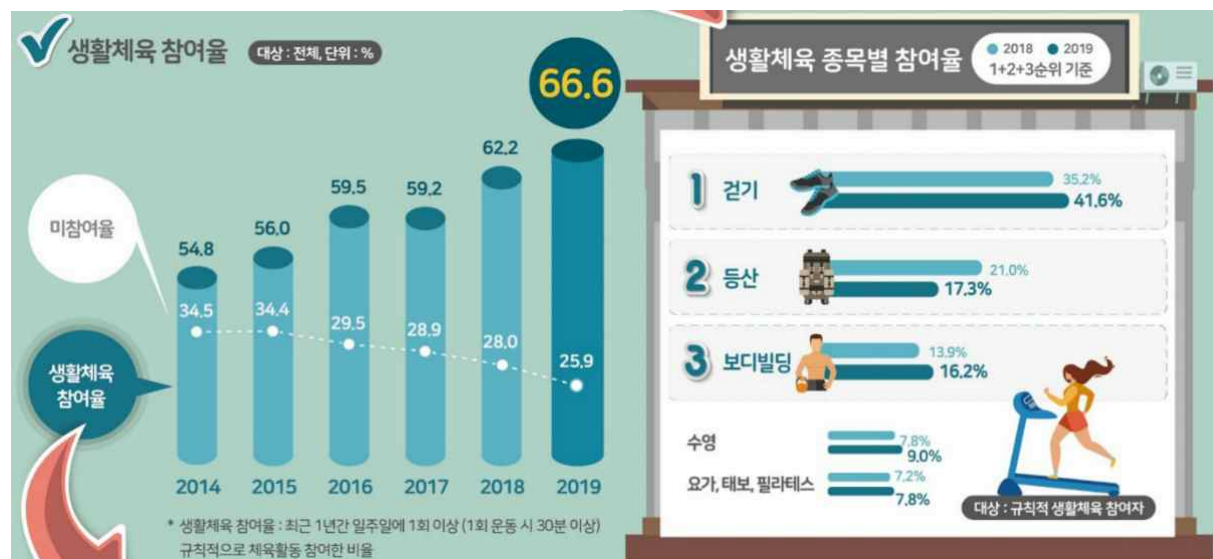
머신 웨이트 트레이닝, 머신 운동은 정해진 운동을 수행할 수 있도록 제작된 머신을 사용하여 운동을 수행하는 것입니다. 헬스장의 공간은 대부분 여러가지 머신들로 채워져 있으며 머신을 사용해 운동을 할 경우 사용자의 몸이 정해진 경로에 따라서만 움직이기 때문에 움직임을 파악하기 쉽고 난이도가 낮으며 부상의 위험이 상대적으로 적다는 장점이 있습니다. 대부분의 머신이 앉아서 운동을 수행할 수 있는 형태로 만들어져 있기 때문에 허리와 코어에 부담이 적으며 원하는 부위의 근육을 타겟으로 운동하기 쉽다는 특징도 있습니다.

프리웨이트 운동은 덤벨, 바벨, 케틀벨 등 중량을 가진 도구를 사용해 운동을 수행하는 것입니다. 대부분의 경우 앉거나 서서 머신의 도움 없이 무게를 몸으로 버티며 동작을 수행하기 때문에 인간 신체에 가장 중요한 근육 부위인 코어의 근육을 단련하는데 유리하며 몸이 근육을 효과적으로 사용하고 조화롭게 움직이도록 하는 협응력을 기르는데 매우 좋다는 장점이 있습니다. 값비싼 머신이 있어야 하는 머신 운동에 비해서 저렴한 도구만 있으면 되기 때문에 홈 트레이닝에도 많이 이용되지만 운동 자세와 범위에 제한이 없기 때문에 전문적인 트레이닝 없이는 정확한 자세를 체득하기 비교적 어렵고 부상의 위험이 높다는 특징이 있습니다.

머신은 운동 범위가 제한되어 있어 정확한 동작으로 수행하기 쉽지만 프리웨이트 운동은 정확한 동작을 수행하고 있는지 알기 쉽지 않습니다. 그렇기 때문에 프리웨이트 운동의 운동량을 정량적으로 측정할 수 있는 기기를 최대한 간단하게 구현할 수 있는 방법을 찾기 위해 이 기기를 고안하였습니다.

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.

운동을 하는 모든 순간에 트레이너가 옆에서 봐줄 수는 없습니다.

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

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.

자세 교정학과 운동 건강학, 스포츠 의학 등에 기반한 퍼스널 트레이닝은 헬스장에 소속된 트레이너에게 유료로 배울 수 있는 개인 혹은 다수의 운동 강의를 말하며 웨이트 트레이닝과 물리치료, 재활치료, 자세 교정 등을 포함하고 있습니다. 부정확한 동작의 반복이나 비정상적인 체중의 분산은 신체

의 균형을 무너뜨리고 부상을 초래할 수 있기 때문에 각각 다른 신체적 특징과 자세, 습관을 가진 사람들을 맞춤형으로 지도해주어야 하는 퍼스널 트레이닝은 정확한 수치 기반의 관리가 이루어지면 더 좋은 효과를 볼 수 있습니다.

각종 센서들과 AI기술을 활용한 기기들이 개발되어 운동량을 측정할 수 있게 되었지만 현재 머신 운동 위주로만 이런 기구들이 집중되어 만들어지고, 사용되고 있습니다. 반면 프리웨이트 운동의 운동량을 측정할 수 있는 장치들은 구조가 복잡하고 가격이 매우 높게 형성되어 있어 범용적으로 사용되지 못하고 있습니다.

프리웨이트 운동의 운동량 측정 장치를 사용하여 올바른 자세를 만들기 위해 필요한 데이터를 얻을 수 있다면 트레이너의 트레이닝에도 도움을 줄 수 있습니다. 적은 횟수의 PT로도 더 효과적인 자세 교정과 운동 효과를 얻을 수 있어 자격없는 트레이너의 고용을 줄일 수 있을 것이며 PT를 받지 않는 사용자들도 기존보다 더 정확한 운동 효과를 얻을 수 있을 것이라 기대했기에 이 기기를 고안하게 되었습니다.

기존 제품 소개 및 차이점

헬스와 건강 관련 관심이 증가하고 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 있습니다. 또한 머신 운동은 부상의 위험을 줄이고 특정 부위의 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 확인할 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.

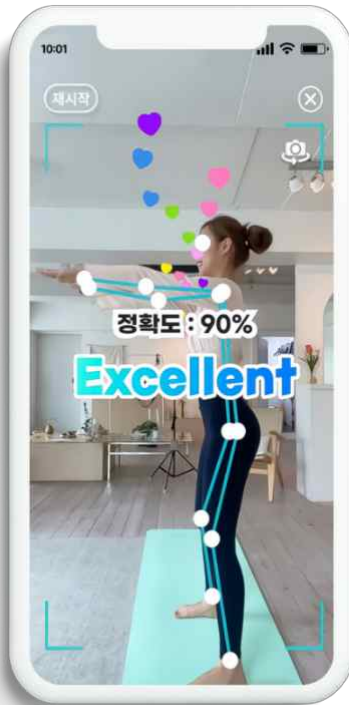
레벨에 맞는 운동 커리큘럼을 추천해주고 집에서 운동을 진행할 수 있으며 온라인 트레이닝도 가능합니다. 운동 목적으로 사용하지 않을 때는 전신거울로도 사용할 수 있지만 기기 비용과 콘텐츠 비용을 합하여 455만원이라는 다소 부담이 되는 비용이 필요하며 별도의 운동 기구 구매로 인한 추가 비용까지 발생할 수 있습니다. 또한 지속적으로 이슈가 되어 왔던 IoT 해킹 등 개인정보 유출과 사생활 침해 문제에서 자유롭지 못할 수도 있다는 단점이 있습니다.



- AI 스쿼트 코칭 어플

[A-SQUAT | Groovworks](#)

스마트폰 카메라를 통해 스쿼트 자세를 코칭받을 수 있는 어플리케이션입니다. 전신을 촬영할 수 있는 위치에 카메라를 비치할 공간만 있다면 언제 어디서든 AI에게 스쿼트 자세를 코칭받을 수 있다는 장점이 있지만 개인의 신체적 특성이나 운동 레벨을 고려할 수 없으며 단 한가지 운동밖에 측정할 수 없다는 한계점이 있습니다.



- 스마트 헬스장

머신과 회원용 팔찌, 신발 등에 IoT 등의 기술을 접목시킨 스마트 헬스장입니다. 데이터만을 제공하여 트레이너의 보조 형태로 활용되고 있는 곳도 있고 상주 트레이너 없이 무인으로 운영되며 비대면 트레이닝을 진행하는 곳도 있습니다. 하지만 무인으로 운영하는 곳은 대면 트레이닝에 비해 정밀한 트레이닝을 받을 수 없어 부상이나 잘못된 습관 형성 위험이 높기 때문에 운동 초보자에게 권장되지 않고 주로 운동 경력이 어느정도 있는 숙련자에게 권장되는 시설입니다. 트레이너가 상주하는 곳도 대부분 머신 운동에만 스마트 기기가 제대로 사용되고 있으며 카메라를 활용한 스마트 미러를 설치한 곳도 있지만 설치 가격이 비쌉니다.



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

자격이 있는 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 카메라와 AI만으로는 구현하기 힘든 것입니다.

하지만 머신 운동에 접목한 스마트 헬스 기기에서 효과를 증명했듯이 스마트 기기를 통해 측정한 정량적 운동량을 트레이닝에 접목한다면 기존의 인간이 단독으로 진행하던 트레이닝 이상의 시너지를 낼 수 있습니다.

프리웨이트 트레이닝은 코어 근육으로 중량을 버티며 수행하는 운동이기 때문에 정확한 자세와 가해지는 무게의 균형이 가장 중요합니다. 덤벨이나 바벨의 속도, 가동 범위, 무게 등의 데이터는 정량적인 수치보다는 체득이 중요하며 트레이너나 회원이 육안으로 쉽게 확인이 가능한 데이터이기 때문에 무게 분산과 자세 데이터를 측정해야 할 운동량으로 지정하였습니다.

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 특징, 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 있습니다. 이 경우 트레이너는 회원이 어떻게 운동을 수행하였는지 정확히 알기 어렵습니다. 이 기기를 사용한다면 트레이너는 회원이 혼자 운동을 할 때 트레이닝을 받을 때와 어떤 부분이 다른지, 어느 부분의 개선이 필요한 지 더 명확하게 알 수 있으며 더 세밀한 트레이닝이 가능해집니다.

- 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 뒤편해야 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. 무인으로 운영되는 곳을 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 선수들의 신체 밸런스 확인에 매우 유용하게 사용되고 있다. 다만 중량을 들 때 사용하는 것은 아니라서 이 기기가 나온다면 일반인이나 엘리트 선수를 가리지 않고 데이터의 정확성이 보장된다는 가정 하에 사용하기 좋을 것 같다. 프리웨이트 운동을 진행할 때는 아무래도 회원님의 신체 균형이나 자세가 중요하기 때문에 몸 상태를 체크하기 위해 여러가지 측정 기술이나 스트레칭 등의 방법을 사용한다. 이 기기를 사용한다면 상태 체크가 더 간편해질 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 현재 사용되는 발바닥 센서는 상당히 비싼 걸로 알고 있다. 헬스장과 피티샵은 마케팅 경쟁이 심하기 때문에 마케팅에 활용하면 좋을 것 같기도 하다. 다만 어디까지나 트레이너의 역

활과 능력이 가장 중요하다고 생각한다.

사용 방법

1. 운동을 수행하기에 앞서 기기에 연결된 모니터에서 자신이 수행하고자 하는 운동의 종류와 수행할 횟수를 선택합니다.
2. 사용자는 파워랙이나 프리웨이트 존에 설치된 기기의 발판에 올라갑니다.
3. 정면을 바라보며 운동을 수행하면 후면에 설치된 카메라가 자세를 촬영합니다.
4. 카메라를 통해 촬영된 영상을 바탕으로 AI가 자세를 분석하여 올바른 자세로 운동을 수행하고 있는지 트레이너가 확인할 수 있도록 데이터를 추출합니다.
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 선택하고 횟수를 지정해 몇 회 운동을 수행할 것인지 정할 수 있습니다. HTML, CSS, JavaScript 등의 웹 프로그래밍 기술을 활용하여 간단한 UI를 만들고 디자인을 적용할 수 있습니다.

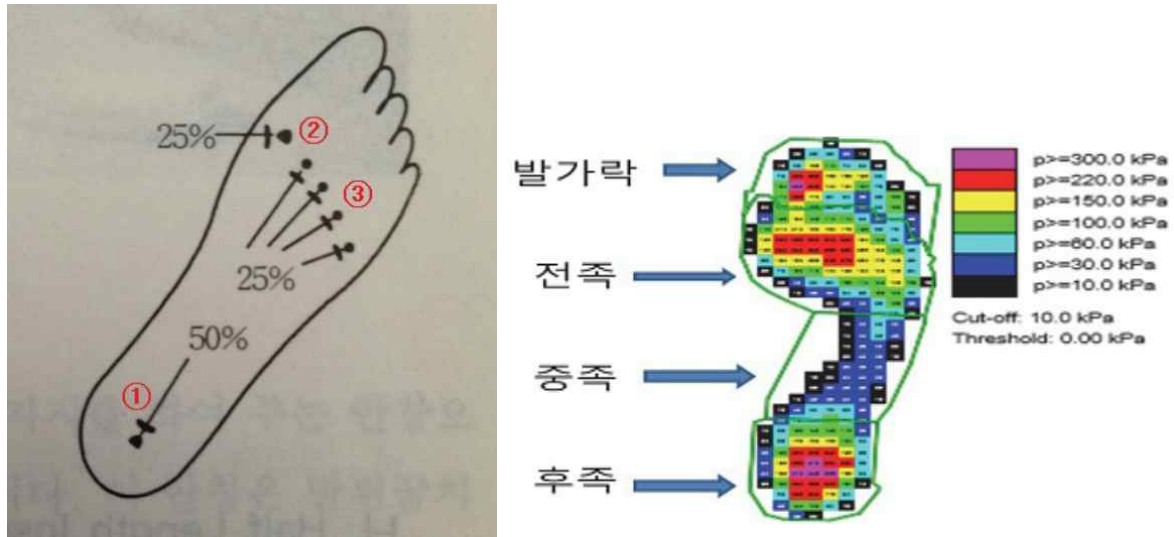
- 압력 감지

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 집니다.

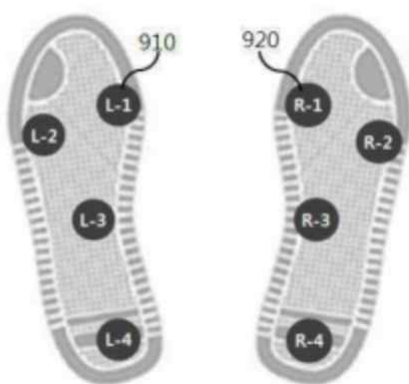
참조논문 원효현* 김민욱* 배영훈** 김용재 (* 부경대학교 **동의과학대학교), 스쿼트 운동 시 발의 압력에 미치는 영향

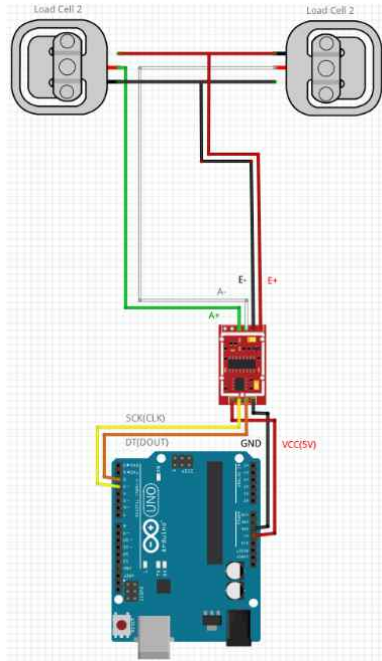


발바닥은 그 위치에 따라 전족부, 중족부, 후족부로 나눌 수 있습니다. 다른 무게가 가해지지 않은 상태에서 똑바로 서 있을 때는 그림에 표시된 것처럼 발뒤꿈치와 엄지발가락이 있는 발허리뼈 머리 윗부분, 나머지 부분에 의해 체중의 50%, 25%, 25% 정도가 각각 지탱됩니다. 발의 앞부분과 뒷부분에 압력이 절반씩 나뉘다고 할 수 있습니다.

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.

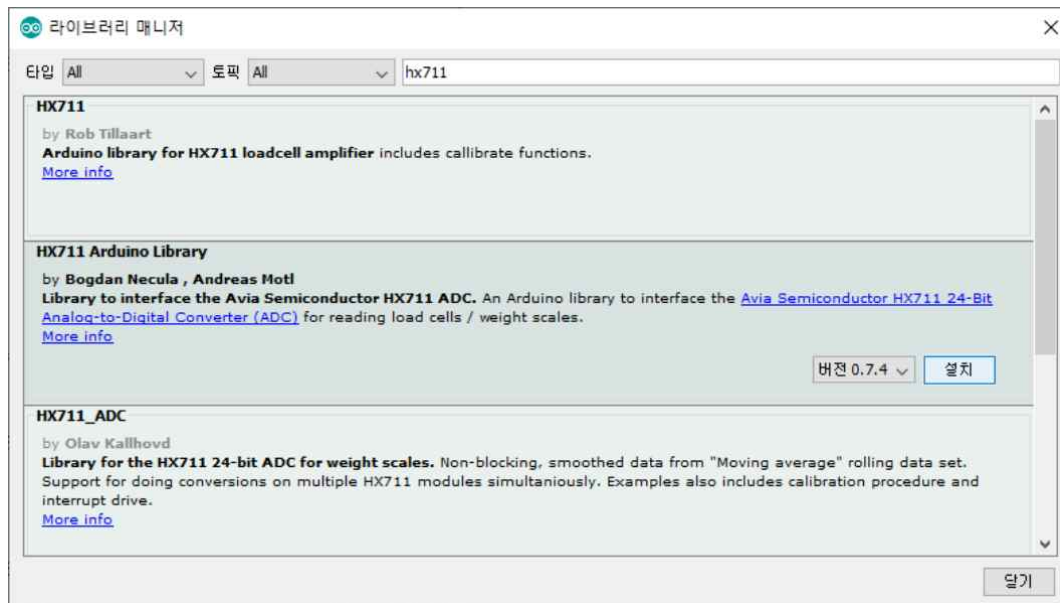
측정 방법

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.

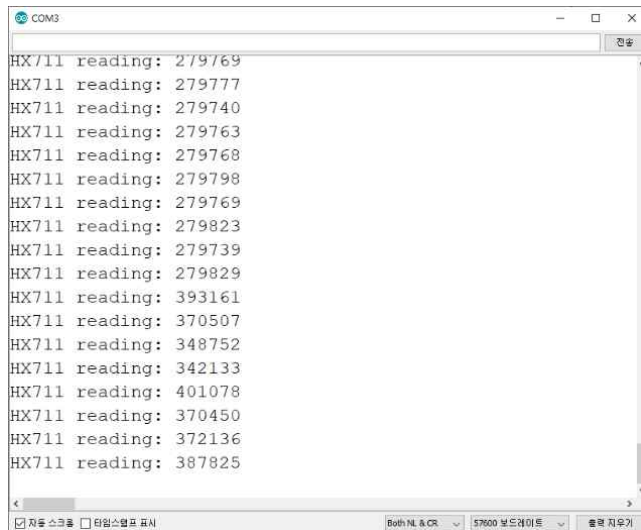
로드셀 측정 방법



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.

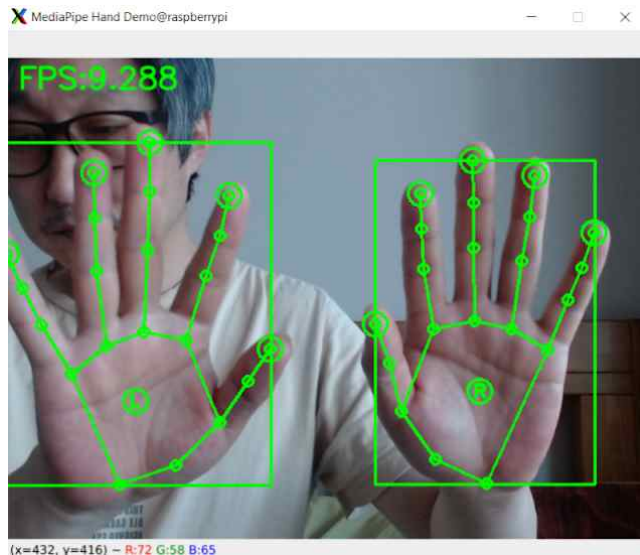
- 자세 측정

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 관절 이동, 자세의 균형 등을 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.

MediaPipe는 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.

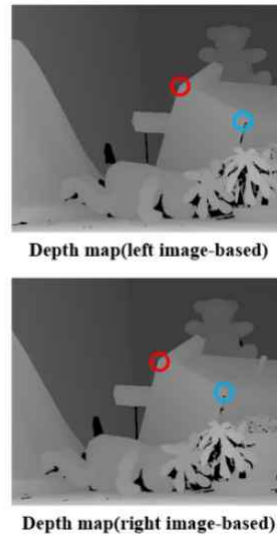
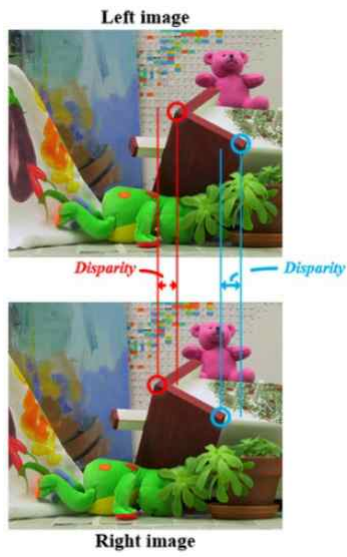


라즈베리파이 환경에서 MediaPipe의 성능을 테스트한 외부 자료를 통해 확인한 결과, 10FPS 정도 나오는 것을 확인할 수 있습니다.

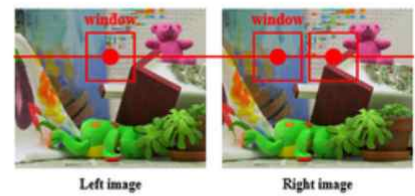
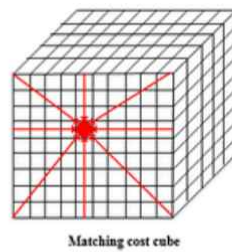
링크: <https://spyjetson.blogspot.com/2021/06/installing-mediapipecpu-mode-on.html>

자세 분석을 위해 스테레오 카메라를 통해서 X, Y, Z값을 파악합니다.

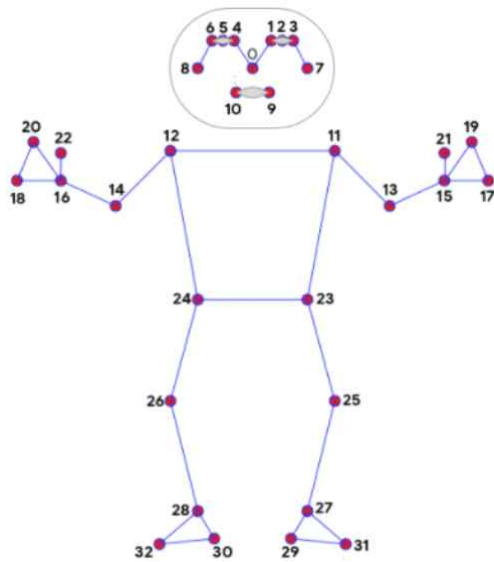
스테레오 비전은 두 대의 카메라를 사용하여 촬영된 사진의 시차(X좌표의 차이)를 통해 깊이 값을 추출할 수 있는 기술로 보드에 가벼운 비용으로 돌리기 위해 로컬 매칭 형태의 비전을 적용한 뒤 Left-right consistency check 등의 후처리 알고리즘을 통해 정확도를 보상할 수 있습니다.



Global matcing



Local matcing



- | | |
|--------------------|----------------------|
| 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 | |

11번 좌표와 12번, 13번과 14번, 25번과 26번 등 대칭이 되는 관절 부위의 좌표값을 비교하여 두 포인트의 오차 범위를 출력해주는 프로그램을 통해 트레이너는 육안으로 보이는 자세를 수치화하여 평가할 수 있습니다. 예를 들어 스쿼트 프레스의 경우 양쪽 어깨와 양쪽 팔꿈치의 x,y좌표나 가, 스쿼트의 경우 측면에서 촬영하여 허리와 다리가 이루는 각도가 중요한 좌표가 될 수 있습니다.

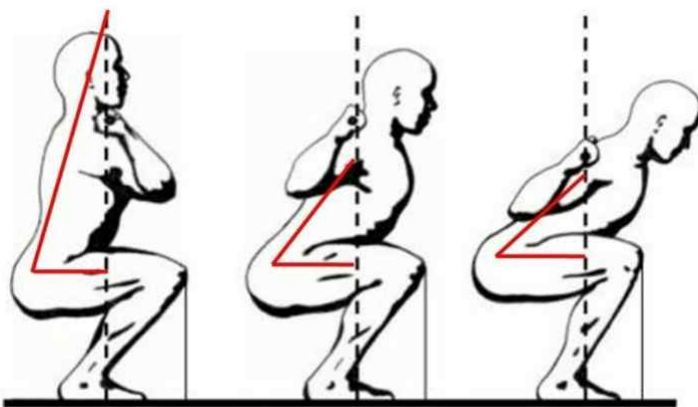
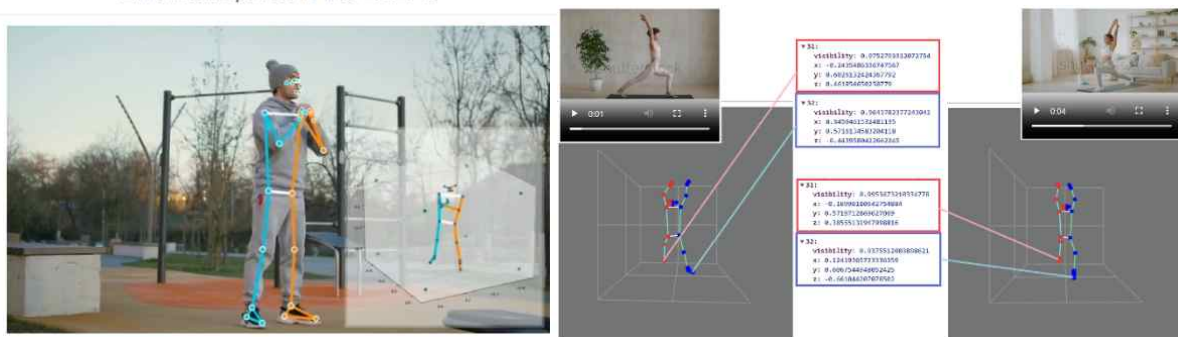
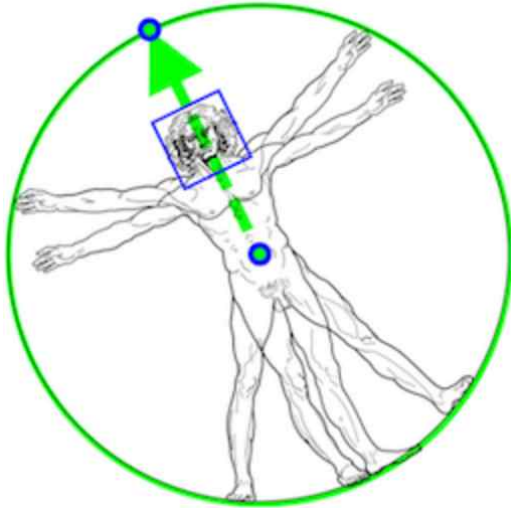


Figure 2-31. Bar position ultimately determines back angle, as seen in this comparison of the front squat, the

그림 5. MediaPipe Pose 실제 3D 좌표의 예.



Mediapipe의 pose estimation 기능은 3가지 데이터를 추출하여 결과값으로 활용할 수 있습니다. pose_landmarks, pose_world_landmarks, segmentation_mask 중 x, y, z의 좌표값과 visibility 4가지 데이터를 받아 한 사진의 포즈에서 skeleton 정보를 33개 뽑을 수 있으니 33 point의 132가지 정보를 추출할 수 있습니다. 엉덩이를 중심 좌표로 정하고 사람 전체를 둘러싸는 원의 반지름, 어깨와 엉덩이 중간점을 연결하는 선의 경사각 등을 이용해 보이지 않는, 즉 visibility값이 낮은 랜드마크도 예상할 수 있습니다.



분석 시간을 줄이기 위한 방법도 고안될 수 있습니다. MediaPipe는 실시간 영상 데이터를 활용하여 분석 결과를 보여주는데, 운동을 마친 후 데이터를 확인하기 위해 분석을 기다리는 시간이 길어지면 운동 사이의 간격이 길어지게 되어서 세트 사이의 휴식시간을 중요하게 생각하는 사람의 경우 운동 루틴이 깨질 수도 있습니다.



```
INFO frame : 37 , time : 3.312881
INFO frame : 38 , time : 3.400485
INFO frame : 39 , time : 3.479125
INFO frame : 40 , time : 3.544157
INFO frame : 41 , time : 3.621878
INFO frame : 42 , time : 3.645533
INFO frame : 43 , time : 3.645533
```

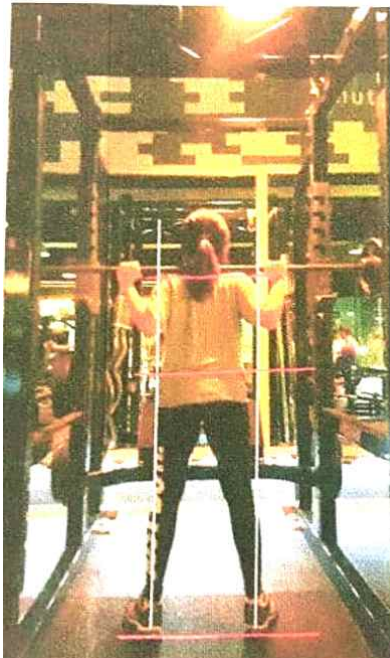
1배속 영상을 2배속으로 늘린 뒤 프레임 사이의 중간값을 사용해 중간 프레임을 구하면 더 빠른 분석 시간을 소모하면서도 부드러운 프레임 값을 얻을 수 있습니다.



```
INFO frame : 30 , time : 1.499999 size = 88
INFO frame : 31 , time : 1.549999 size = 91
INFO frame : 32 , time : 1.599999 size = 94
INFO frame : 33 , time : 1.649999 size = 97
INFO frame : 34 , time : 1.699999 size = 100
INFO frame : 35 , time : 1.749999 size = 103
INFO frame : 36 , time : 1.799999 size = 106
INFO frame : 37 , time : 1.811157 size = 109
```

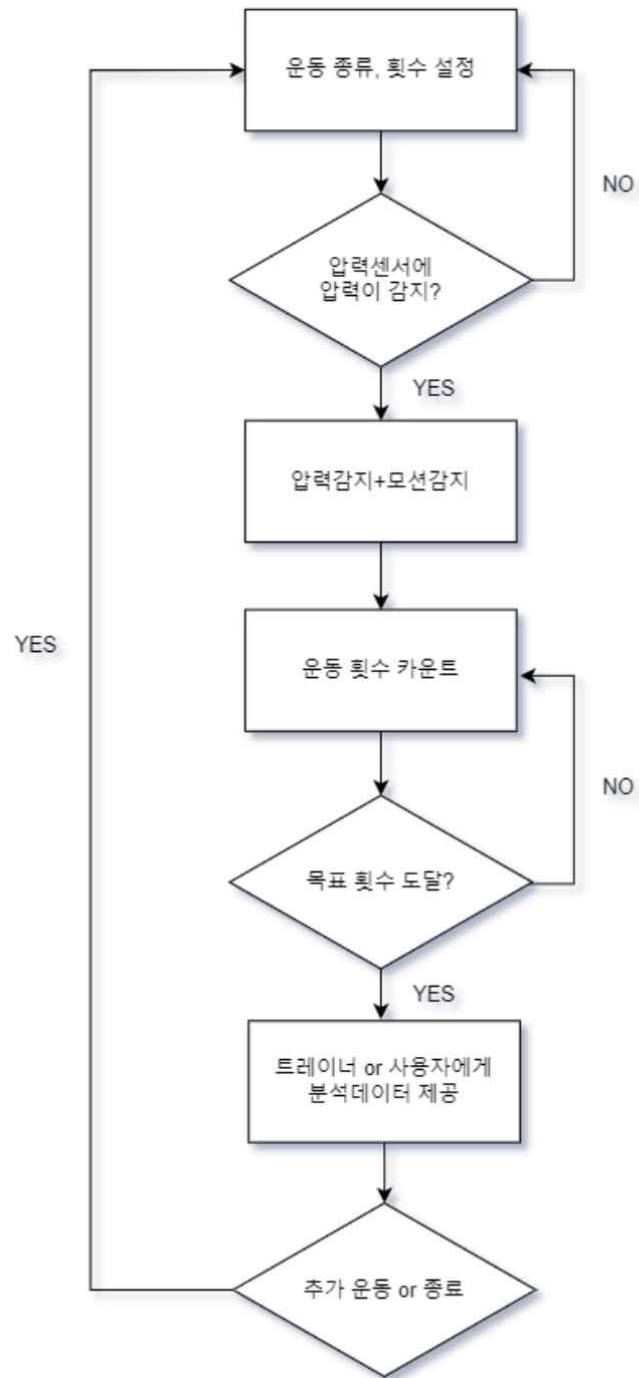
[Pose Estimation] Mediapipe 2배속 분석과 분석 결과 중간 부족한 프레임 채우기 (tistory.com)

분석한 데이터를 바탕으로 자세에 기준선을 그어주고, 좌표값을 데이터로 변환하여 출력해주어 트레이너나 사용자가 육안으로 데이터를 분석할 수 있도록 합니다.

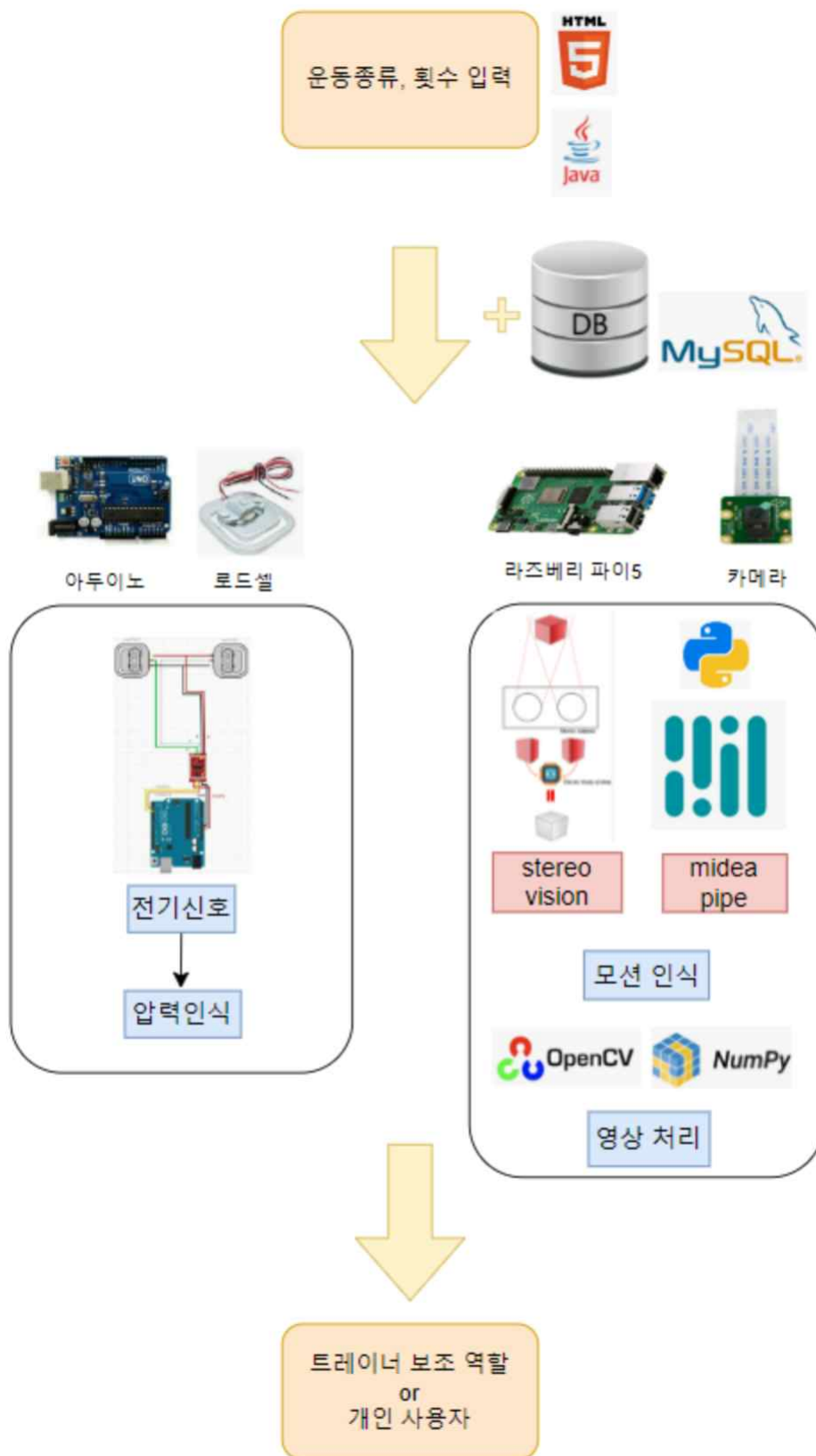


이미지 출력 예시

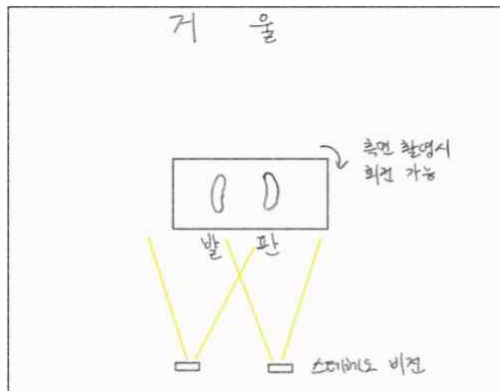
Flow Chart



Architecture



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] 라즈베리파이58GB



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



148,170원

- [Raspberry Pi] 라즈베리파이 카메라모듈 V2, 8MP (RPI8MP CAMERA BOARD) - 2개
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

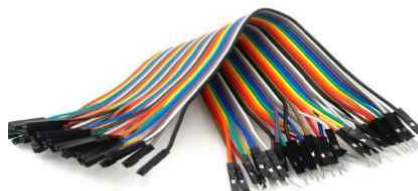
<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=1245596>



- [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

1,700원

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



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

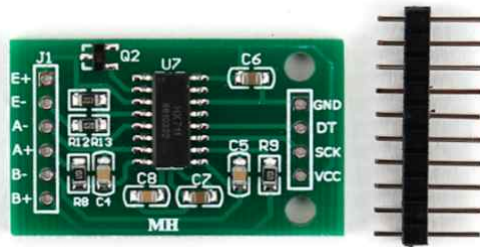
<https://www.devicemart.co.kr/goods/view?no=12237605>



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

6,800원

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



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

2,200원

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



- [SMG] 라즈베리파이5, 제로 카메라 어댑터 케이블 (22pin to 15pin) 30cm -2개

3,000원

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



총합 360,870원