

유유김치 캡스톤 디자인 계획서

유승태, 유지원, 김태수 최수용

목차

1. 선정한 주제
 - a. 주제 설명
 - b. 배경 및 동기
 - c. 실험
 - d. 실제 시각장애인의 안약 투여 시 불편함(기사)
 - e. 주요 사용자
 - f. 목표
 - g. 기대 효과
 - h. 기존 유사 제품과의 차별성
2. 주제 구현 방법 및 해당 근거 자료
 - a. Flow Chart
 - b. 문제의 핵심 요소
 - c. 문제 해결 방법에 대한 설명 및 해결 근거, 근거 자료
3. 경비 사용 계획
4. 팀원 간 업무 내용
5. 작품 제작 일정표
6. 협업 전략
 - a. 커밋 메시지 전략
 - b. Branch 전략

1. 선정된 주제

자동 점안액 투여기

사용자가 지정한 의자에 착석 후 고개를 젖힌 뒤, 스위치를 누르면 카메라 모듈로 눈의 위치를 인식하여 음성 안내에 따라 미리 세팅해놓은 안약(인공눈물)을 로봇팔이 자동으로 투약해 주는 시스템.

배경 및 동기

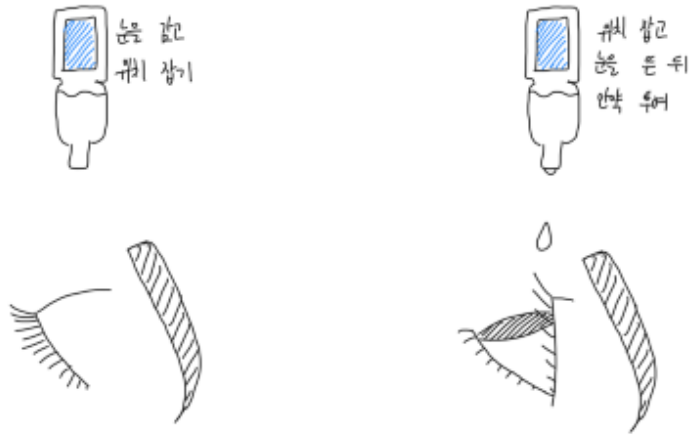
평소에 안약을 넣을 때, 눈이 아닌 다른 위치에 안약을 투여할 때가 있다. 눈으로 안약을 볼 수 있음에도 불구하고 이러한 어려움이 있었는데 눈이 보이지 않는 시각장애인은 안약을 투약하는 것에 더 큰 어려움을 느끼고 있을 것 같다고 생각해 **자동 점안액 투여기**를 개발하고자 하게 되었다.

실험

시각장애인이 느끼는 어려움을 직접 경험해보기 위해 눈을 감고 눈 위치를 어림잡아 인공 눈물을 넣어보는 실험을 진행해 보았다.

- 실험 내용

눈을 감고 눈의 위치라고 생각하는 곳 위에 인공 눈물을 위치하고 눈을 떴서 인공 눈물을 투여하는 방식으로 총 5번 진행.



• 실험 결과

첫 번째 시도: 윗눈꺼풀에 떨어져 실패

두 번째 시도: 눈 앞머리에 떨어져 실패

세 번째 시도: 속눈썹에 떨어져 흘러내려 실패

네 번째 시도: 윗눈꺼풀에 떨어져 실패

다섯 번째 시도: 속눈썹에 떨어져 눈에 흐르긴 했으나 애매

• 실험 후 느낀 점

1. 눈이 어디에 위치하고 있는지 가늠이 되지 않음.

2. 눈물이 속눈썹이나 피부를 타고 눈으로 들어갈 때 위생이 신경쓰임.

3. 투여 할 위치를 찾다가 용기로 피부를 찌름.

4. 계속된 실패로 얼굴과 머리카락, 옷이 젖음.

5. 실패해도 안약이 흘러 들어가서 정확한 투여량을 지키기 어려움.

→ 눈이 보이지 않는 상태에서 점안액을 투여하는 것은 생각보다 더 많은 불편함을 가져옴.

실제 시각장애인의 안약 투여 시 불편함(기사)

시각장애인, 약 복용과 안약 사용 어려워

모든 시각장애인이 그런 건 아니지만, 상당수가 외출을 꺼린다. 혼자 보행하다 보면 다칠 위험이 있기 때문이다. 그렇다 보니 활동량이 부족해 질병에 걸리는 경우도 많다. 당뇨병을 비롯한 녹내장, 소화기 질환 등으

<https://www.ablenews.co.kr/news/articleView.html?idxno=98343>



실제 시각장애인 기자가 작성한 기사이다.

시각장애인의 활동지원사 근무 시간은 5~6시간으로 다른 장애 유형보다 짧아 활동지원사가 없는 시간에는 혼자 안약을 넣어야 한다. 그러나 혼자 투여 중에 약의 입구에 눈을 찔리거나 약을 제대로 투여하지 못해 안과를 다시 찾아야 했으며, 이러한 이유로 혼자 약을 투여하는 일이 두렵게 느껴진다고 한다.

우리는 이 불편함을 당연한 불편함으로 넘기지 않고 해결하기 위해서 자동으로 안약을 투여해주는 **자동 점안액 투여기**를 생각하게 되었다.

주요 사용자

1. 시각 장애인
2. 직접 점안액을 넣기에 어려움을 느끼는 사람

목표

1. 시각장애인에게 다른 사람의 도움 없이 안전하고 정확한 안약 투여를 제공하여 안약 사용의 불편함과 두려움을 감소시키는 것.
2. 시각장애인뿐만 아니라 안약 사용을 어려워하는 환자들에게도 투여에 도움을 주는 것.

기대 효과

1. 시각 장애인이 다른 사람의 도움 없이 점안액을 투여할 수 있게 된다.
 - a. 활동지원사가 미리 점안액을 세팅해 두기만 하면, 이후에 다른 누군가의 도움이 필요 없이 시각장애인이 스스로 점안액을 안전하게 투여할 수 있게 된다.
2. 정확한 용량 투여
 - a. 약에 맞는 정확한 용량을 제공하여, 실패나 실수로 인한 과다 투여 또는 용량 부족을 방지하여 치료 효과를 극대화한다.
3. 시간 절약

- a. 투어 실패로 인한 시간과, 버려진 약물을 재구매하기 위해 다시 내원해야 하는 시간 절감 효과를 가진다.

4. 비용 절약

- a. 투어 실패로 인해 약물을 재구매하는 비용 절감 효과를 가진다.

5. 안전 향상

- a. 과다 투어 또는 점안액 용기로 인한 부상 방지 효과를 가진다.

6. 위생 향상

- a. 점안액 입구를 손으로 만지거나, 점안액이 피부를 타고 눈에 흘러 들어갔을 때의 세균 침투 방지 효과를 가진다.

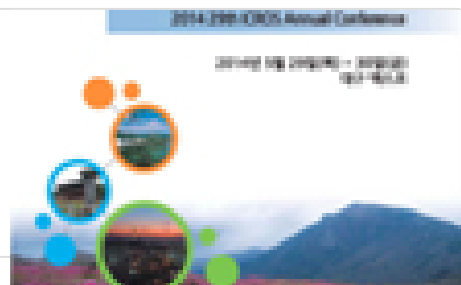
기존 유사 제품과의 차별성

2D 카메라를 이용한 물체 인식 및 로봇 팔 제어

2D 카메라를 이용한 물체인식 및 로봇팔 제어 | DBpia

오현찬, 강태구, 배동성, 유성용, 전태진, Carlos Guilherme Souza Koehler, 박상규, 임묘택 | 제어로봇시스템학회 국내학술대회 논문집 | 2014.5

DB <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02434697>



2D 카메라 기반 물체 인식 및 로봇팔 제어 기법.

- 차별성

‘2D 카메라를 이용한 물체 인식 및 로봇 팔 제어’는 로봇 팔이 단순 공을 이동 시키는 작업만 수행한다.

우리가 기획한 ‘자동 점안액 투여기’는 단순 물체를 움직이는 작업이 아닌, 실제 시각 장애인에게 점안액을 투여함으로써 실제 도움이 필요한 사람에게 도움이 되어 사회적 가치를 창출한다.

자동 수술 보조 로봇 팔

자동 수술 보조 로봇 팔 | DBpia

주민석, 김현수, 윤대희, 이동희, 김성걸 | 한국생산제조학회 학술발표대회 논문집 | 2017.12

DB <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NOD07285603>



로봇 팔과 카메라를 통해 수술을 보조 하는 기구.

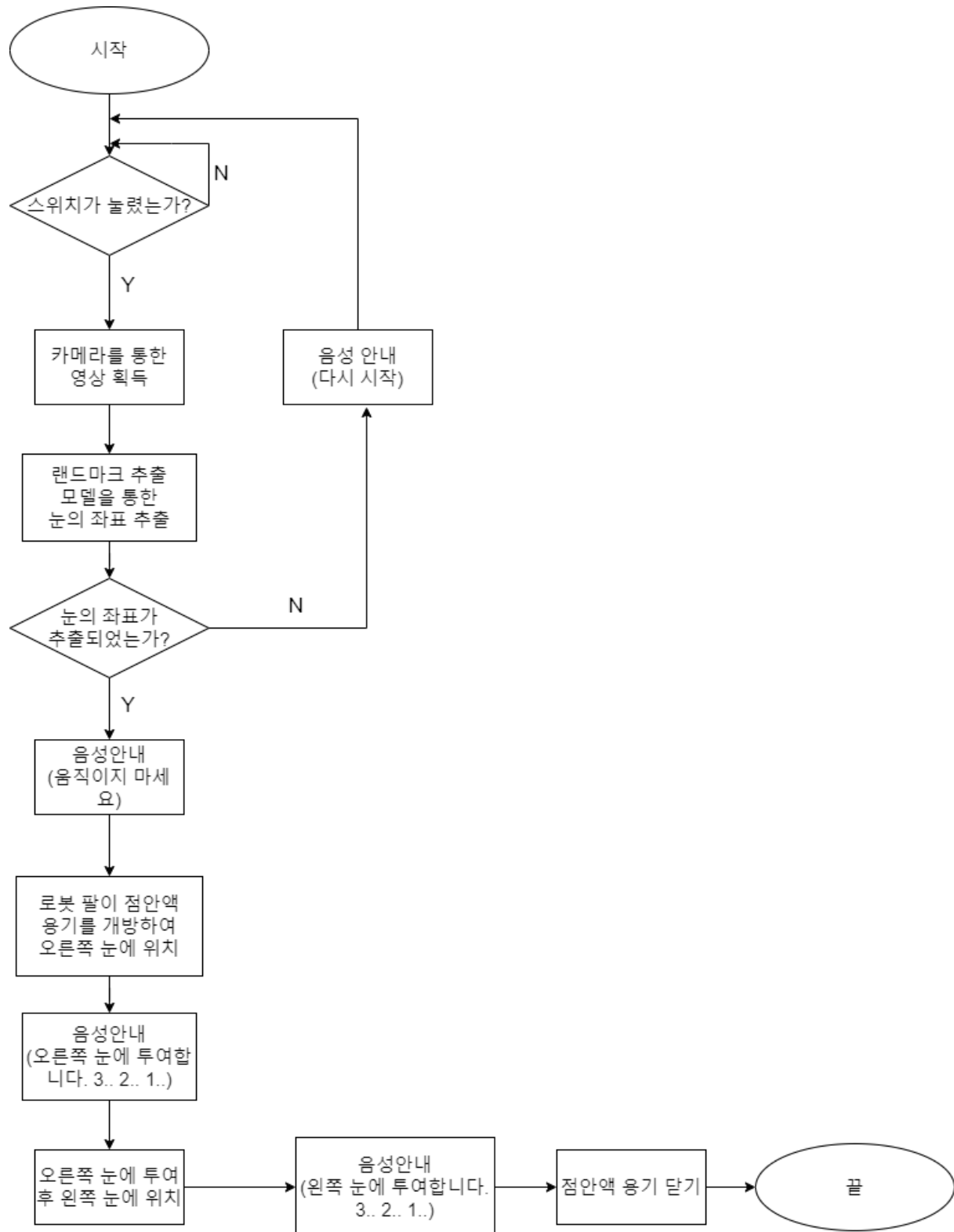
- 차별성

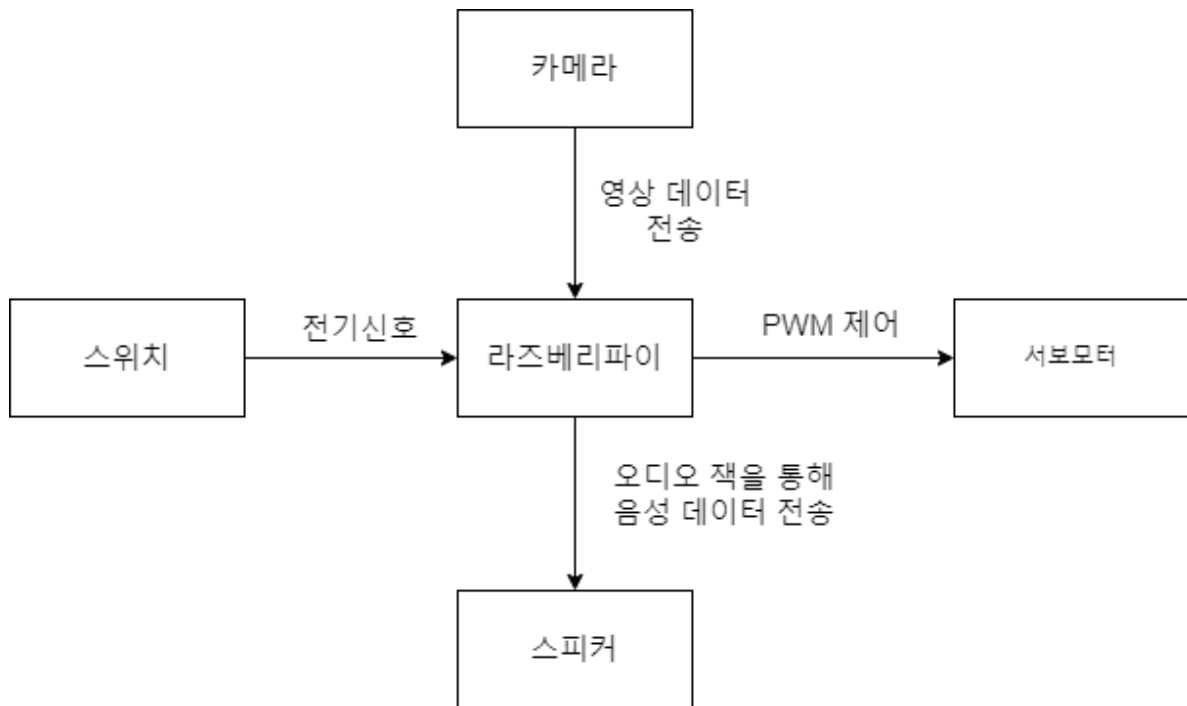
'자동 수술 보조 로봇 팔'은 전문적으로 의료계에 종사하는 이들을 대상으로 만들어 진 것이며, 일반인이 사용하기에는 어려움이 있다.

우리가 기획한 ‘자동 점안액 투여기’는 시각장애인 또는 점안액을 넣기에 어려움이 있는 사람이 주요 대상으로, 전문 의료인이 아닌 시각장애인 및 일반인에게 더 유용한 기술이 될 것이다.

2. 주제 구현 방법 및 해당 근거 자료

Flow Chart





문제의 핵심 요소

1. 정확한 Inverse Kinematics 수식을 통한 로봇 팔 제어.
2. 눈의 좌표 추출을 위한 랜드마크 추출 모델의 정확도.

를 통해 정확한 눈의 위치에 점안액을 투여하는 것이 핵심 요소.

문제 해결 방법에 대한 설명 및 해결 근거, 근거자료

로봇 팔

- 로봇 팔 제어 방법
1. 원하는 좌표로 로봇 팔을 움직이기 위한 모터들의 각도를 도출하기 위해 Inverse Kinematics를 통한 수식 계산.

2. MatLab 시뮬레이션을 통해 수식이 올바르게 작동하는지 테스트.
3. 올바르게 작동할 시 라즈베리파이와 모터를 연결하여 산출된 수식을 통한 모터의 각도 제어.

- 사용 할 로봇 팔 모델

6 관절의 해당 모델링 파일을 3D프린터로 출력, 조립하여 사용.

New 🔥 - Robot arm with arduino - 6 DOF 💪

3D Cad Peru Hello Friends, This is a ROBOTIC ARM with Arduino controlled with an application but this time we will be able to use it autonomously since we can save and reproduce
<https://cults3d.com/en/3d-model/gadget/new-robot-arm-for-everyone-6-dof>



구성	역할
1번 관절	z축을 중심으로 회전하여 방향을 제어.
2번 관절	x축 또는 y축을 중심으로 회전하여 높이, 길이 제어.
3번 관절	x축 또는 y축을 중심으로 회전하여 높이, 길이 제어.

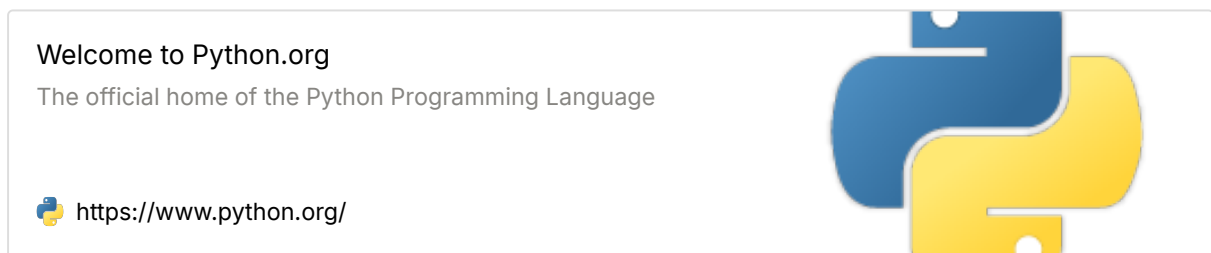
4번 관절	그리퍼를 회전하게 하는 관절 (점안액 용기를 여닫기 위해)
5번 관절	x축 또는 y축을 중심으로 회전하여 그리퍼의 수평 제어.
6번 관절	점안액 용기를 집거나 놓을 수 있게 그리퍼 제어.

로봇 팔은 얼굴보다 높게 위치 시켜 물리적으로 로봇 팔이 얼굴에 직접 닿을 수 없도록 하여 안전사고 예방한다.

소프트웨어

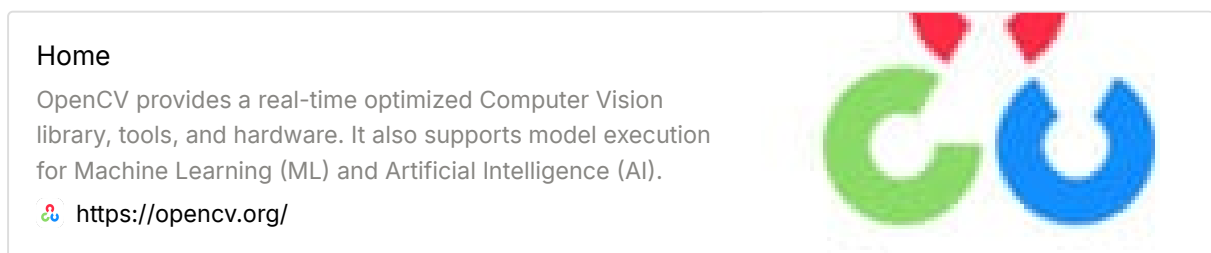
• 개발 언어

다양한 오픈소스 라이브러리를 이용하기 위해 파이썬 사용.



• 사용할 라이브러리

1. OpenCV




실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리.

영상 전 처리를 위해 사용.

2. dlib

dlib C++ Library

Dlib is a modern C++ toolkit containing machine learning algorithms and tools for creating complex software in C++ to solve real

 <http://dlib.net/>



얼굴 랜드마크 추출 모델 사용을 위해 사용.

3. pygame

Pygame Front Page — pygame v2.6.0 documentation

Most useful stuff:

[Color](#) |

[display](#) |



<https://www.pygame.org/docs/>

mp3파일 재생을 위해 사용.

- 사용할 모델

shape_predictor_5_face_landmarks

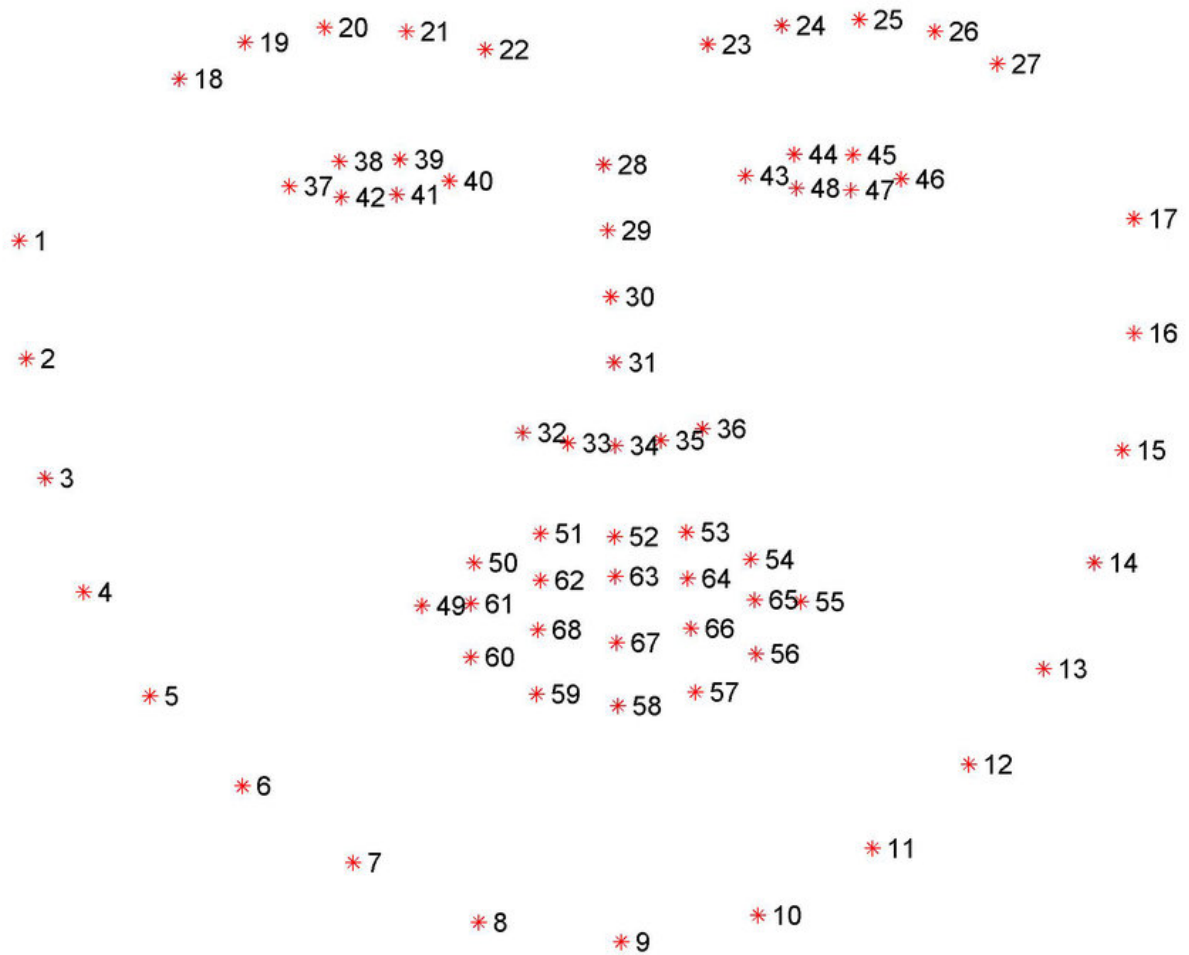
<https://github.com/davisking/dlib-models>

사람의 얼굴에서 양쪽 눈가를 식별하는 랜드마크 모델.

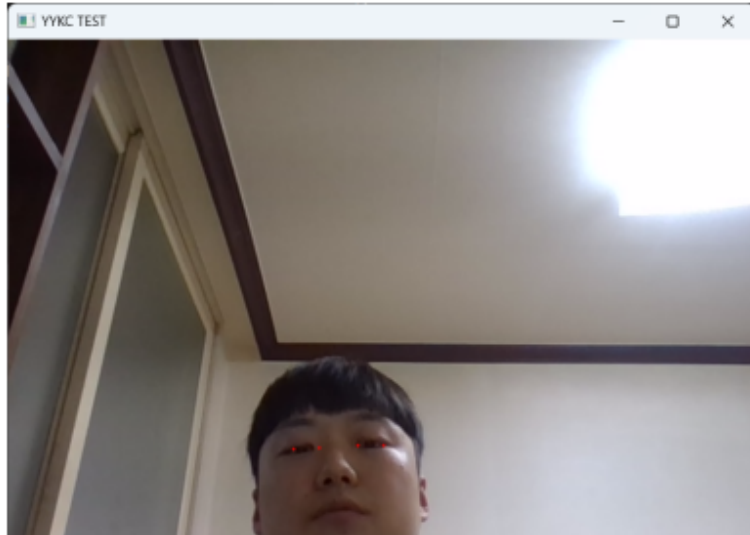
라즈베리파이 환경에서 구동 되어야 하며, 우리는 눈의 좌표만 검출하면 된다.

따라서 기존 shape_predictor_68_face_landmarks 보다 8~10% 빠르며, 90% 용량이 작은 shape_predictor_5_face_landmarks 사용한다.

shape_predictor_68_face_landmarks



shape_predictor_5_face_landmarks



라즈베리파이에서 dlib이 구동가능한 근거자료

Install dlib on the Raspberry Pi - PyImageSearch

Installing dlib on the Raspberry Pi can be tricky. Let me show you my foolproof method to install dlib on the Raspberry Pi with Python bindings.

<https://pyimagesearch.com/2017/05/01/install-dlib-raspberry-pi/>



• 음성 안내

1. 안내 텍스트를 TTS를 통해 mp3 파일로 변환.
2. 적절한 타이밍에 라즈베리파이와 연결된 스피커로 음성 파일 출력

위의 라이브러리들과 모델을 원활하게 구동시키기 위해 충분한 8GB의 램과 32GB 저장장치를 가진 라즈베리파이를 사용하기로 함.

개발 환경

• OS

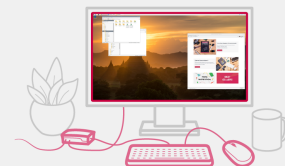
라즈베리파이의 기본 OS인 Raspberri Pi OS 사용.

Raspberry Pi OS – Raspberry Pi

From industries large and small, to the kitchen table tinkerer, to the classroom coder, we make computing accessible and affordable for everybody.

 <https://www.raspberrypi.com/software/>

Raspberry Pi OS



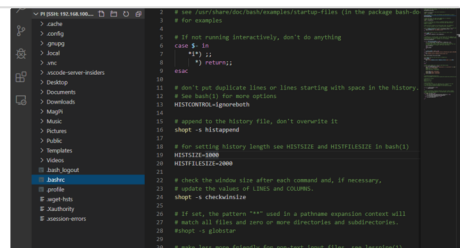
• 노트북의 VScode로 라즈베리파이에 원격 접속하여 개발 진행

- 별도의 모니터, 키보드, 마우스 없이 개발 가능.
- 익숙한 에디터를 사용함으로써 개발의 생산성 증가.

VScode로 라즈베리파이에 원격 접속 및 개발 환경 구축하기

PC에서 라즈베리파이(Raspberry Pi)에 접속하는 원격 라즈베리파이 개발 환경 구축에는 다양한 방법이 ...

 <https://m.blog.naver.com/elepartsblog/221733804381>



3. 경비 사용 계획

재료 카테고리	구매 사유	수량	단가	재료 구매 링크
라즈베리파이	랜드마크 모델 구	1	110,000원	라즈베리파이4 (Raspberry Pi 4 Model B) 8GB + 가

	등 및 로봇 팔 제어			이드북 + 방열판 / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
전원 어댑터	라즈베리파이 전원 공급 용	1	7,040원	5V 3A 라즈베리파이 3 Micro-USB 5P 아답터 KC인증 [SZH-PSU02] / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
SD카드	라즈베리파이 저장장치	1	6,600원	Ultra microSDXC 32GB [SDSQUA4-032G-GN6MN] / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
서보 모터	로봇 팔 제어 용	3	4,620원	TowerPro 호환 서보모터 MG90S / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
서보 모터	로봇 팔 제어 용	3	7,150원	TowerPro 호환 서보모터 MG996R / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
카메라 모듈	영상 처리를 위한 시각 데이터 추출 용	1	24,200원	라즈베리파이 카메라 모듈 V2, 8MP (RPI 8MP CAMERA BOARD) / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
너트	로봇 팔 조립 용	10	77원	육각 너트 (스텐) M3 / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
볼트	로봇 팔 조립 용	100	11원	PCB서포트용 나사 (니켈) M3X5 / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
볼트	로봇 팔 조립 용	10	66원	스텐 둥근머리 십자 볼트 M3×20 / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)

케이블 타이	하드웨어 선 정리 용	1	550원	케이블메이트 케이블 타이, 100개, UN- 100MB [소/100mm].[블랙] / 디바이스마트 (devicemart.co.kr)
점퍼 와이어	하드웨어 조립 용	1	2200원	4종 점퍼와이어 키트 65PCS/SET [OR0012] / 디바이 스마트 (devicemart.co.kr)
총합			188,430원	

이 외에 의자, 스피커, 점안액 용기 등 디바이스 마트에서 구할 수 없는 장비는 사비 구매.

4. 팀원 간 업무 내용

이름	업무 내용
유승태(팀장)	개발환경 세팅 로봇 팔 프레임 출력 로봇 팔 조립 하드웨어 구성 및 연결 스켈레톤 코드 작성
유지원	로봇 팔 프레임 출력 로봇 팔 조립 하드웨어 구성 및 연결 모터 제어 소프트웨어 개발(점안액 용기를 여닫기 위한 모터 제어)
김태수	Inverse Kinematics 수식 계산 MATLAB 시뮬레이션 2D 좌표를 로봇 팔 좌표계로 변환

	모터 제어 소프트웨어 개발 (점안액 용기를 눈의 위치로 이동시키기 위한 모터 제어)
최수용	Inverse Kinematics 수식 계산 MATLAB 시뮬레이션 랜드마크 모델 테스트 모터 제어 소프트웨어 개발 (점안액 적정량 투여를 위한 모터 제어)

5. 작품 제작 일정표

주차	내용
1주차	로봇 팔 프레임 출력/ Inverse Kinematics 계산/ 부품 주문
2주차	로봇 팔 프레임 출력/ Inverse Kinematics 계산 / 라즈베리파이 세팅
3주차	로봇 팔 프레임 출력/ MATLAB 시뮬레이션/ 하드웨어 테스트
4주차	로봇 팔 조립/ 하드웨어 구성도 작성/ MATLAB 시뮬레이션
5주차	로봇 팔 조립/ 하드웨어 연결 / MATLAB 시뮬레이션
6주차	랜드마크 모델 테스트/ 2D 좌표를 로봇 팔 좌표계로 변환
7주차	랜드마크 모델 테스트/ 2D 좌표를 로봇 팔 좌표계로 변환
8주차	중간고사 기간으로 인한 활동 보류.
9주차	스켈레톤 코드 작성
10주차	모터 제어 소프트웨어 개발
11주차	모터 제어 소프트웨어 개발
12주차	프로토 타입 완성
13주차	테스트 및 코드 리팩토링
14주차	최종 완성
15주차	전시회

6. 협업 전략

프로젝트 흐름을 이해하고 작업 참여를 수월하게 하기위한 협업 전략을 작성

커밋 메시지 전략

[커밋 타입] - [간단한 메시지]

[자세한 설명]

- [커밋 타입]

카테고리	설명
Feat	새로운 기능 추가
Fix	버그 수정
Style	코드 스타일 수정
Refactor	코드 리팩토링
Comment	주석 추가 및 수정
Rename	파일 및 폴더 명 수정
Remove	파일 삭제

- [간단한 메시지]

커밋에 대한 간단한 한 줄 설명

70자 이내로 작성

- [자세한 설명]

커밋에 대한 자세한 내용 기술

무엇을, 왜 변경했는지 작성

버그 수정의 경우 어떤 문제가 있었는지 작성

어떤 부분이 수정되었는지 언급

- 예시

[Feat] - [Inverse Kinematics 수식 함수 작성]

[모터 제어를 위해 x, y, z 좌표값을 파라미터로 받아 각 모터들의 제어각도를 리턴하는 함수 작성.]

Branch 전략

작은 규모의 팀, 빠른 개발과 업데이트가 중요하므로 **Github Flow** 전략 사용

- 브랜치 종류

브랜치 종류	설명
main	메인 브랜치
feature	기능 개발 브랜치

- main
 - Approve된 내용만 담고있는 브랜치
 - main 브랜치에서 작업하지 않도록 주의
 - Pull request받는 브랜치: feature
- feature
 - 단위 기능을 개발하는 브랜치
 - 새로운 기능 개발 및 버그 수정이 필요할 때마다 main 브랜치로부터 분기
 - 자신의 로컬 저장소에서 관리
 - 개발이 완료되면 main 브랜치로 Pull request
 - merge될 경우 해당 feature 브랜치는 삭제
 - Pull request 나가는 브랜치 : main
 - 예시

```
$ git checkout main
$ git pull origin main
$ git branch feature/voidce-guidance
$ git checkout feature/voidce-guidance
$ git push origin feature/voidce-guidance
$ git remote add feature/voidce-guidance [remoteBranchName]
$ git add .
$ git commit -m "message" # add commit 반복하면서 작업.
```

회의 규칙

주 1회 디스코드 회의 진행

- 장소
 - 디스코드 음성채팅방
- 시간
 - 매주 금요일 19:00
- 진행 시간
 - 1시간 이하
- 내용
 - 진행 상황 공유
 - 그 주의 이슈 공유
 - 수정할 사항 의논
- 회의록 작성자
 - 유승태(팀장)
- 기본적으로 온라인 회의로 진행하나, 미리 공지가 있을 경우 오프라인으로 진행
- 참여가 불가능 할 경우 디스코드에 미리 연락

개발 일지 작성 규칙

주 5시간 연구 및 개발 후 주 1회 개발 일지 작성

- docs Repository에 각자 작성
- 기간
 - 매주 금요일 22:00까지 작성
- 내용
 - 진행 상황
 - 개발 내용
 - 버그 등의 이슈
- 주의사항
 - 2주연속 문서화 누락/부실 시 이수 실패
 - 총 3회 문서화 누락/부실 시 이수 실패