

영상후처리를 통한 ArucoMarker 위치 및 자세 추정 알고리즘 개선

부산대학교 항공우주공학과 항공우주종합설계

박유경 201725171
정대현 201527137
지도교수 : 이대우 교수



목차

1. 서론

2. 본론

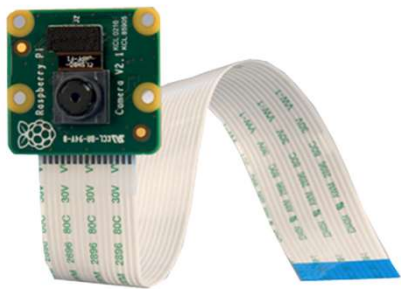
3. 결론



과제 배경 및 문제 인식

- 컴퓨터 비전이란?

컴퓨터를 이용하여 정지된 영상 또는 동영상으로부터 의미있는 정보를 추출하는 방법을 연구하는 학문

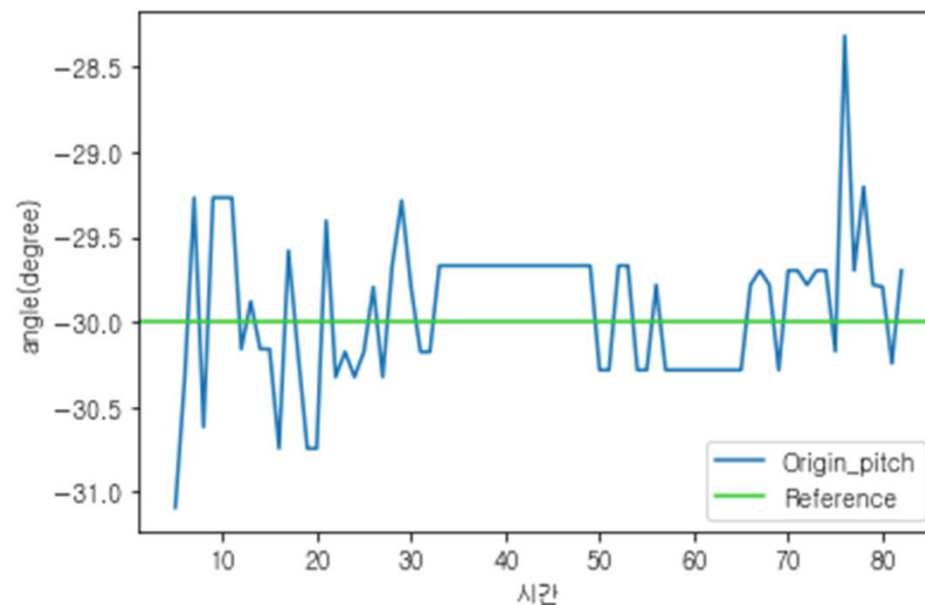


Raspberry Pi
카메라



ArucoMarker

시간에 따른 Pitch 측정 값



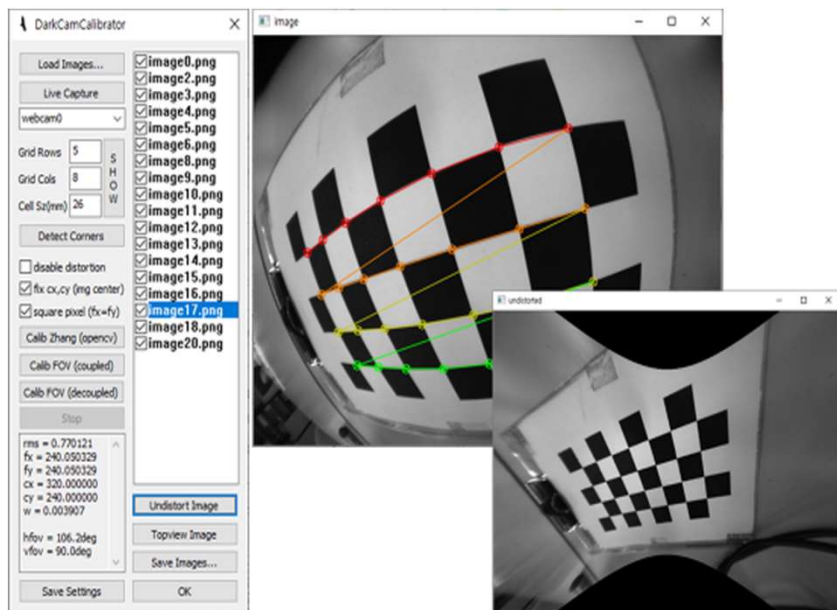
02 서론

설계 목표 설정

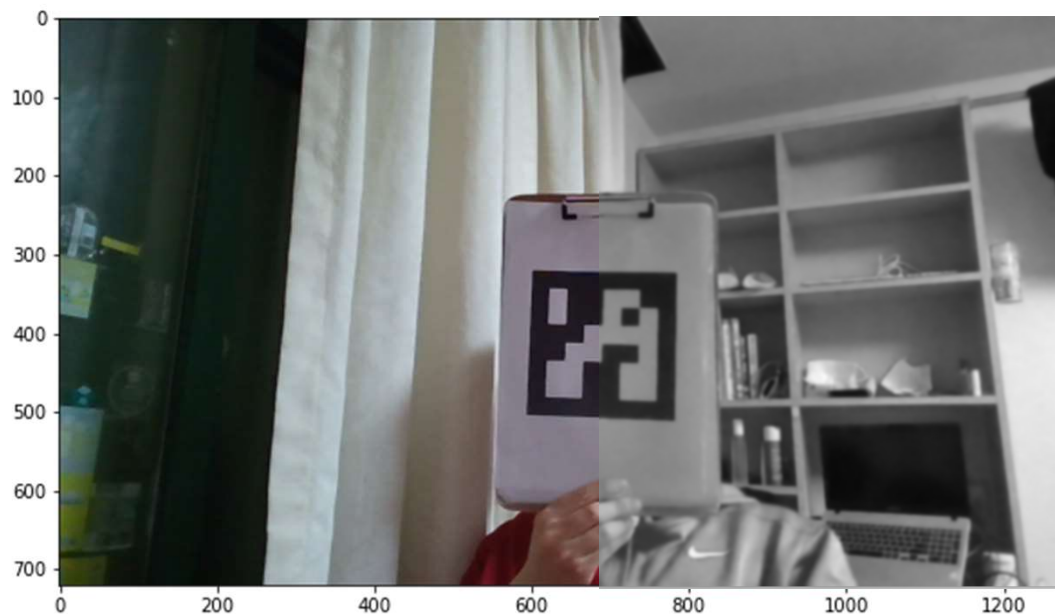
영상 후처리를 통한 ArucoMarker 위치 및 자세 추정 알고리즘 개선

→ pitch의 범위를 1도 이내로 개선

01 카메라 캘리브레이션을 통한
기구적 왜곡 최소화

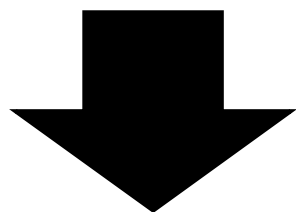


02 영상 후처리를 통한 노이즈 제거



카메라 캘리브레이션

- 카메라 캘리브레이션이란?
: 카메라의 내부 파라미터, 외부 파라미터, 왜곡계수를 찾는 과정
- 카메라 왜곡은 카메라의 내부파라미터와 외부파라미터에 의해 발생
- 내부파라미터: 카메라의 초점, 주점, 비대칭 계수
- 외부파라미터: 카메라 좌표계와 실제세계 좌표계 사이 회전 및 평행이동 변환



내부파라미터와 외부파라미터를 구하는
것으로 왜곡을 보정할 수 있음

02 본론

카메라 캘리브레이션



접선왜곡



방사왜곡



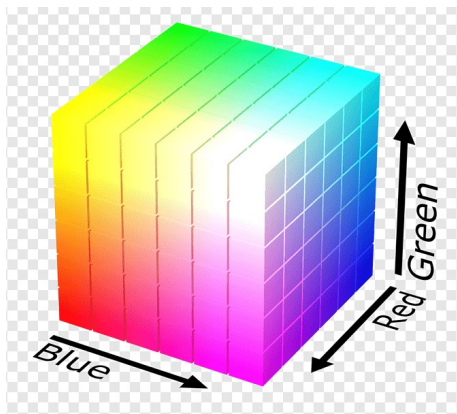
카메라
캘리브레이션 후

$$s \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 914.426678 & 0 & 640 \\ 0 & 914.426678 & 360 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} = A[R|t] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

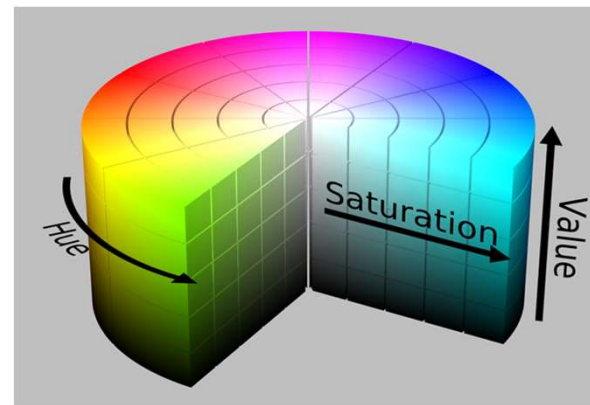
02 본론 과제 해결 방안 2

영상의 후처리 설정 1단계 색상 공간 재설정

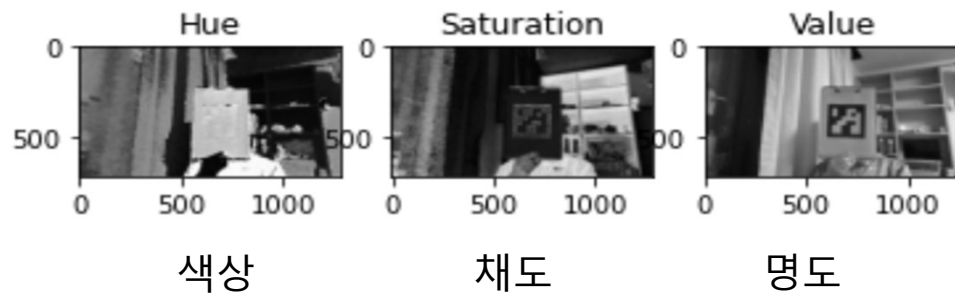
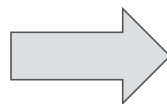
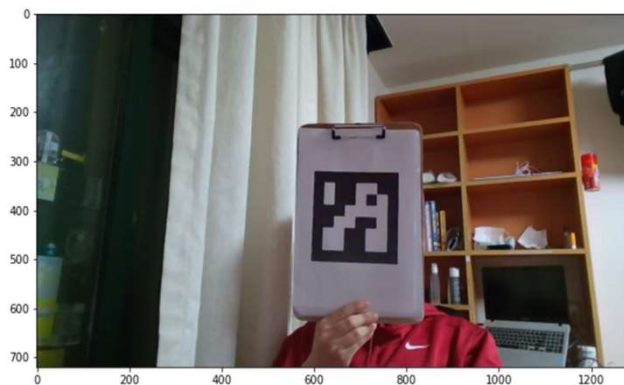
01 색상공간 변환



RGB 색상공간



HSV 색상공간



색의 3원색을 조합한 RGB색상공간을 사용하는 대신 가시광선을 스펙트럼 형태로 표현한 HSV색상공간으로 전환한 다음 **명암비의 값을 가지는 V값만** 사용합니다.

02 본론 과제 해결 방안 2

영상의 후처리 설정 2단계 임계값 적용

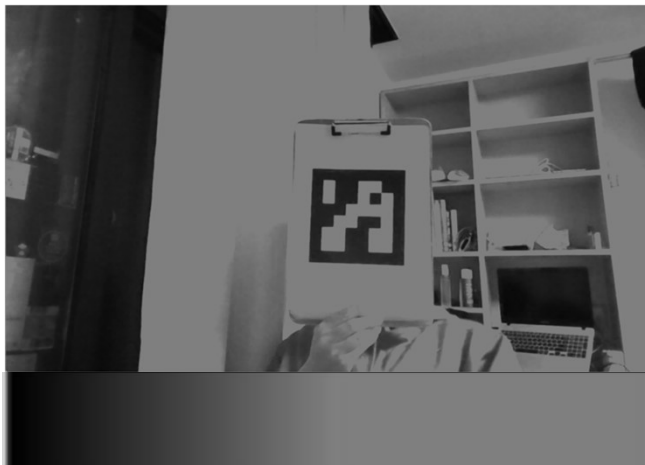
02 임계값 적용 방식 설정

cv2.THRESH_BINARY



Binary 처리 예시

cv2.THRESH_TRUNC



Trunc 처리 예시

cv2.THRESH_TOZERO



ToZero 처리 예시

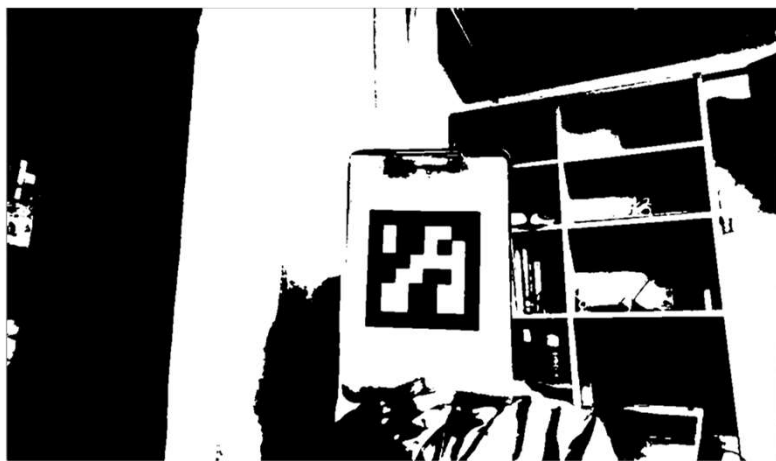
OpenCV에서 제공하는 6가지 임계값 처리 방법 중 목표에 부합하는 3가지를 선정

1. Binary : 모든 값을 임계값을 기준으로 0(흑) 255(백)으로 반환
2. Trunc : 임계값 기준으로 작으면 그대로 두며, 보다 크면 임계값으로 반환
3. ToZero : 임계값 기준으로 작으면 0으로 설정, 크면 그대로 반환

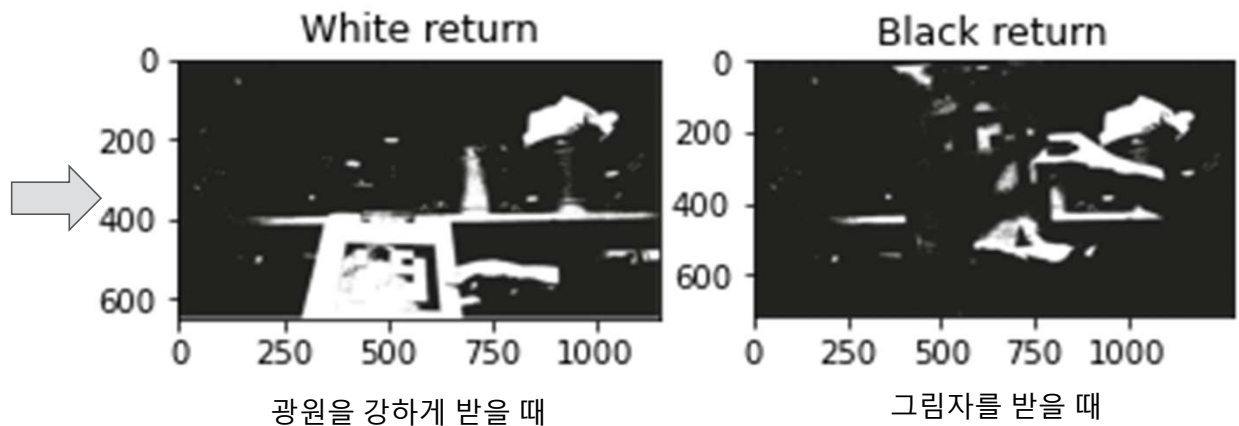
02 본론 과제 해결 방안 2

영상의 후처리 설정 2단계 임계값 적용

03 임계값 적용 방식의 문제점



Binary 처리 예시

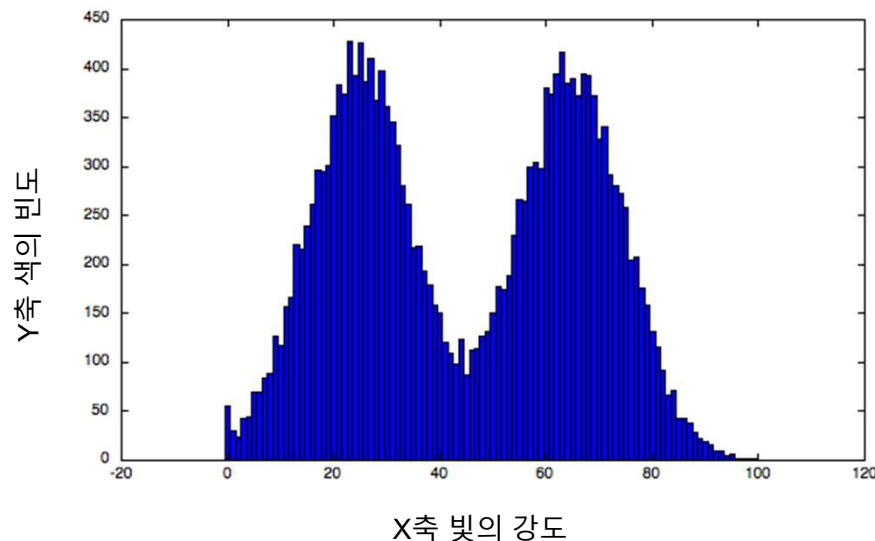


임계값을 이미지 전체 일괄적으로 처리하기 때문에 하나의 이미지에 음영이
다르면 일부 영역이 모두 흰색 또는 검정색으로 보여지게 되는 문제가 발생합니다.
이를 해결 하기 위한 adaptiveThreshold 또는 **Otsu 이진화 기법을 도입합니다.**

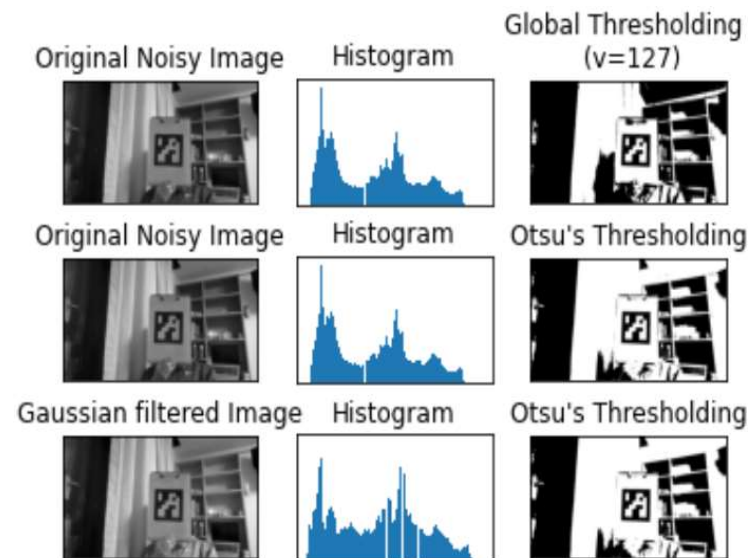
02 본론 과제 해결 방안 2

영상의 후처리 설정 3단계 Otsu's Binarization

03 Otsu's Binarization 적용



Bimodal Image 예시



Otsu's 처리 예시

임계값 결정 방법은 0~255의 중간 값인 127을 사용하거나 실험과 반복으로 사용자가 직접 적절한 값을 전달 해주었습니다. 대신 자동으로 적절한 임계값을 결정하는 알고리즘인 Otsu's Binarization을 적용합니다.

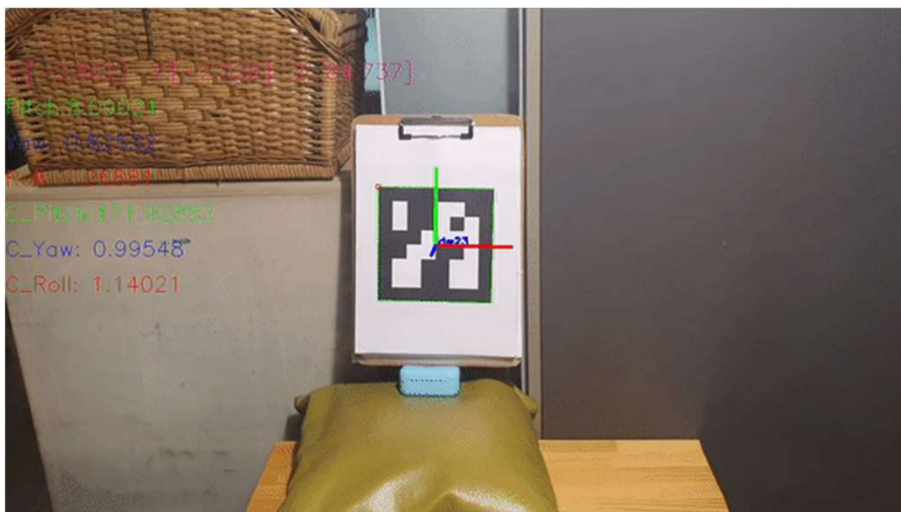
Otsu's Binarization은 임계값을 임의로 정해 픽셀을 두 분류로 나누고 명암분포를 구하는 작업을 반복하여 **명암 분포가 가장 균일 할 때 임계값을 자동으로 선택합니다.**

03 결론

원본과 영상 후처리 결과 비교

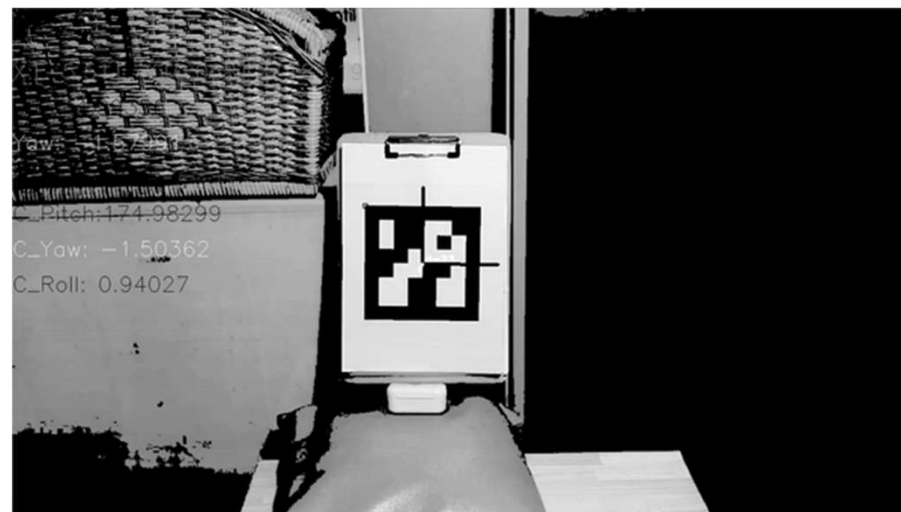
01 영상 처리 결과 비교

RGB Color



RGB 색상공간에서의 마커 검출

ToZero + Otsu



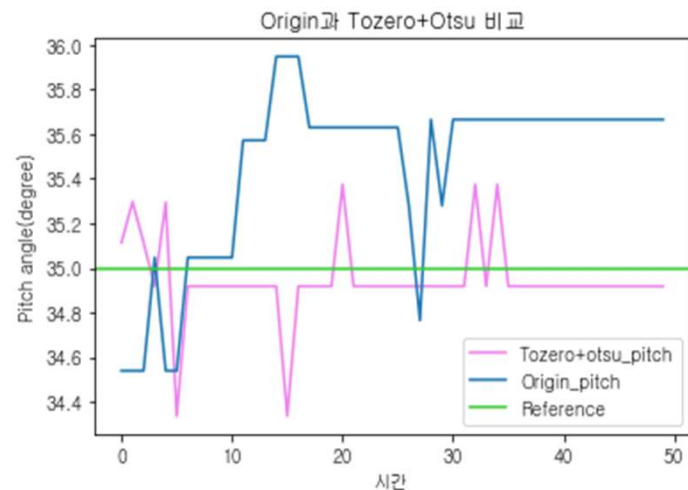
후처리 영상에서의 마커 검출

RGB원본 색상일때와 ToZero + Otsu일 때 식별마커의 측정을 비교한 영상입니다. 후처리를 하는 과정에서 색의 대비가 극대화 된 것을 확인 할 수 있습니다. 이 과정에서 **노이즈도 제거와 마커의 경계점은 분명해진 것**을 확인 할 수 있습니다.

03 결론

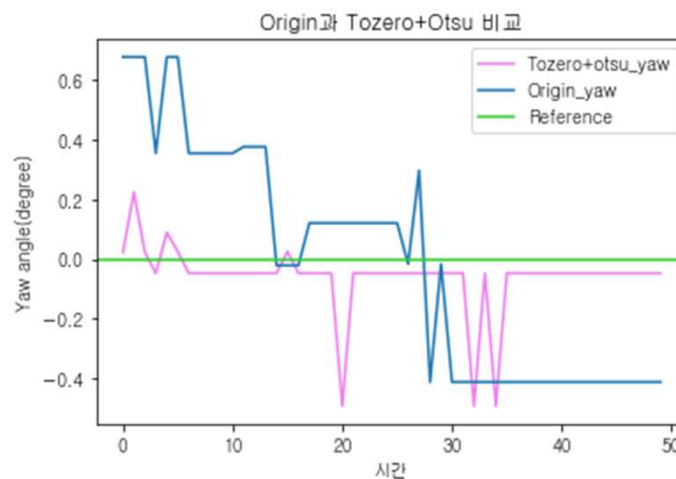
원본과 영상 후처리 결과 비교

02 결과 그래프 비교



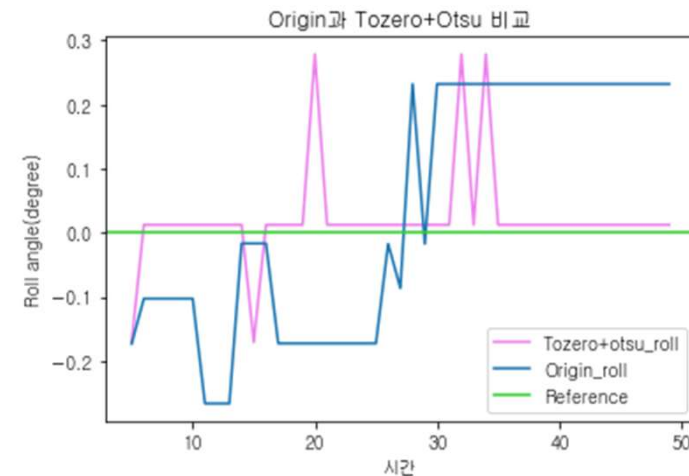
Pitch에서의 검출 결과 비교

	Origin	ToZero +Otsu
최대	35.947427	35.373756
최소	34.539111	34.336581
평균	35.449721	34.944739



Yaw에서의 검출 결과 비교

	Origin	ToZero +Otsu
최대	0.676166	0.223698
최소	-0.411887	-0.493162
평균	0.056422	-0.060568



Roll에서의 검출 결과 비교

	Origin	ToZero +Otsu
최대	0.231949	0.278428
최소	-0.266323	-0.170736
평균	0.056422	0.012432

RGB원본 영상대비 후처리 결과 Yaw, Pitch, Roll 모두 떨림 현상 개선으로 목표하는 측정 결과를 얻을 수 있습니다.

03 결론

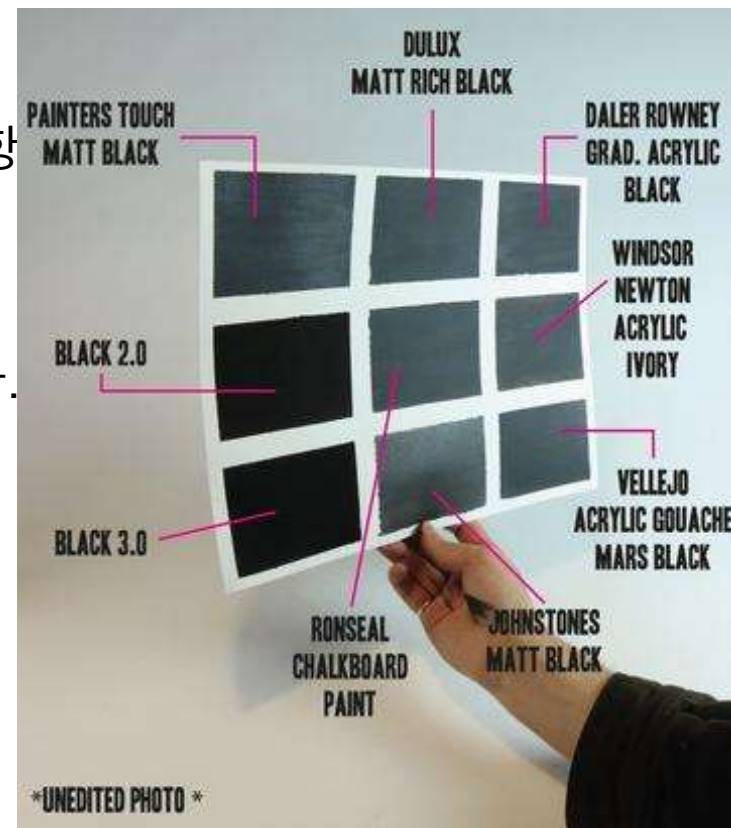
결론 부합 여부와 피드백

03 Future Work

영상 처리

색온도 조정, 화이트 밸런스 설정, color consistency(색 항화를 이용한 밝기 조정 기법을 도입합니다.

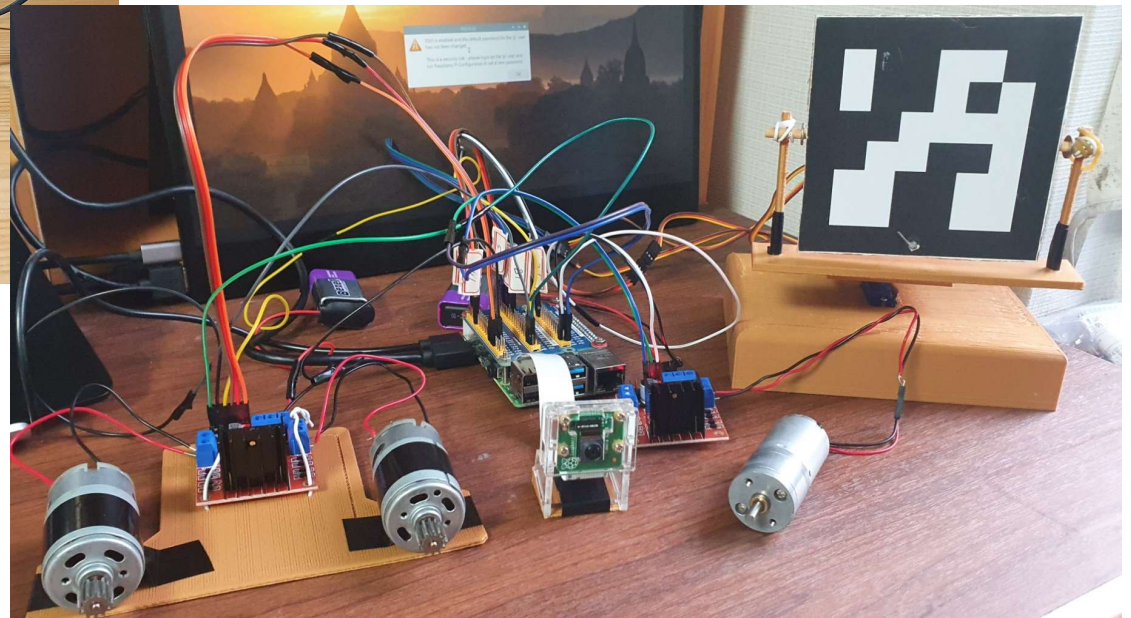
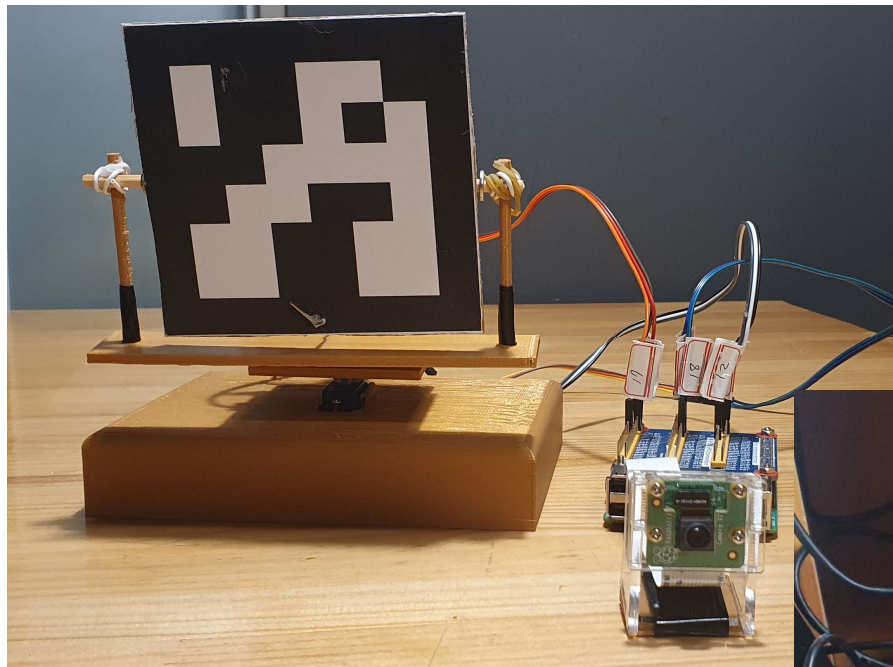
빛 흡수율을 극도로 높인 BLACK 3.0 같은 잉크를 마커에
으로 밝기에 대한 광원에 대한 저항성 강화를 확인합니다.



03 결론

OpenCV와 Raspberry Pi를 이용한 제어 모델 구축

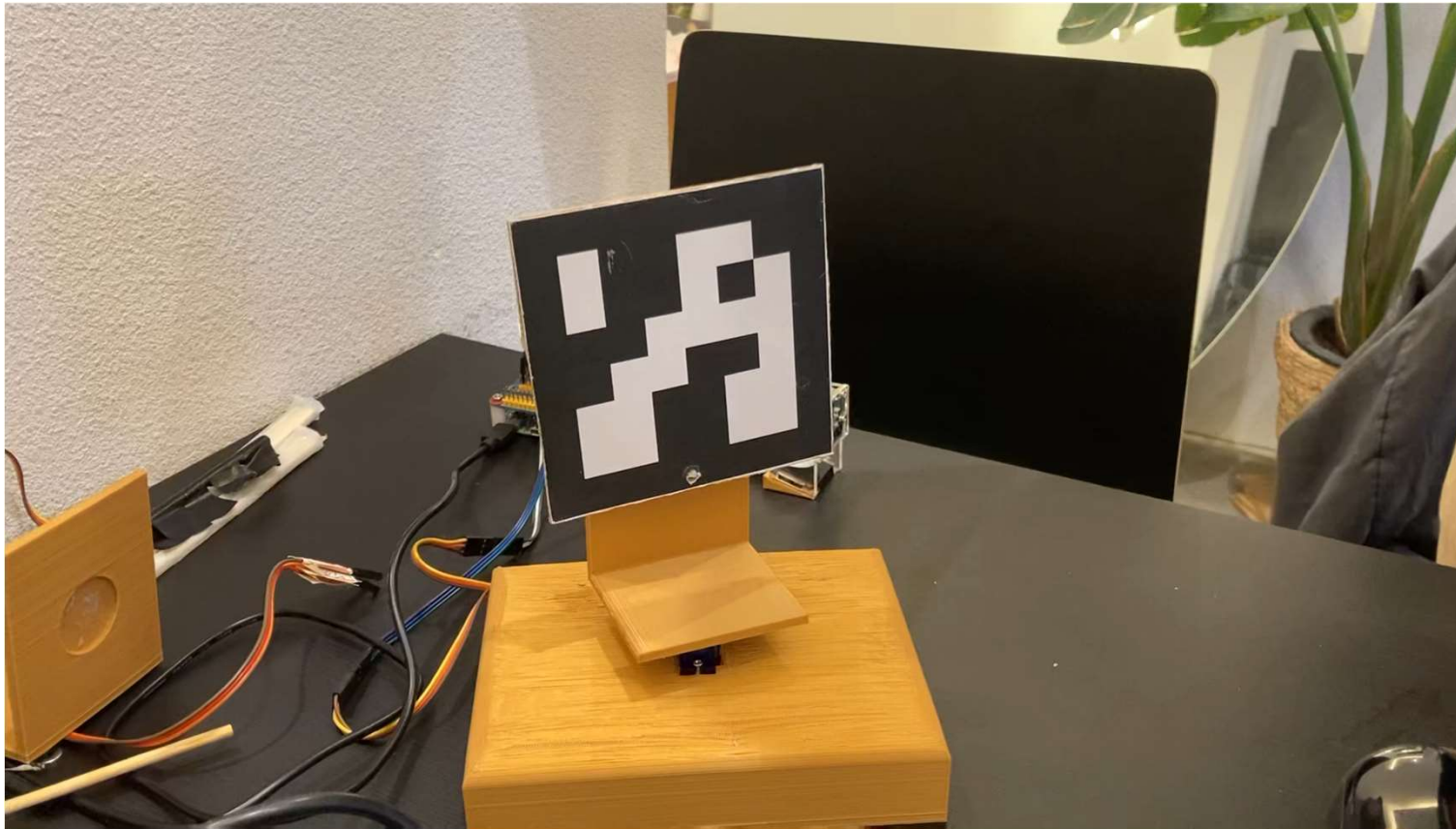
최종 모델



04 결론

작동 결과 시험

02 제어 모델 작동 시험



3D프린터로 제작한 파트에 서보모터와 모형 마커를 부착한 다음 작동하는 모습입니다. 각 Yaw, Pitch, Roll의 값 중 현재 결과가 잘 나오는 Yaw와 Roll값을 적용하여 실시간으로 서보모터를 제어하는 모습입니다.

04 팀원 역할 및 기타

팀원 역할 소개

정대현

ArucoMarker의 특성 / 단안카메라의 특징과, 카메라 캘리브레이션	1.2 기존 문제점 및 새로운 요구사항
라즈베리파이의 성능과, 효과적인 마커 검출 방법 / 마커 검출을 위한 엣지 탐색 방법	3.2.1 흑백이미지 사용 및 RGB 영상 후처리
3차원의 물체를 2차원으로 이동하는 과정에서 왜곡 현상 / 카메라 캘리브레이션을 위한 보정 과정 학습	3.1 카메라 캘리브레이션을 이용한 왜곡 보정
영상 후처리에 따른 임계값 영상처리 기법	3.2.4 임계값(threshold) 설정

박유경

물체 운동을 표현을 위한 6가지 표현 / 물체의 운동 이해	4.2.1 회전벡터의 각도 변환 추출
SG-90 서보모터는 각도가 아니라 지정된 위치로 이동 / pigpio 라이브러리의 작동 원리	2.2.a 라즈베리파이 서보모터 구축
DC모터를 연결하기 위해서는 모터드라이브가 필요 / DC모터 드라이버 회로도 이해	2.2.b 라즈베리파이 DC모터 구축

참고 문헌

- [1] [KR101863196B1 - 딥러닝 기반 표면 결함 검출장치 및 방법](#)
- [2] Minhua Ma; Lakhmi C. Jain; Paul Anderson (25 April 2014). Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare 1. Springer Science & Business. ISBN 978-3-642-54816-1.
- [2] S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas, and M. J. Marín-Jiménez. 2014. "Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion". Pattern Recogn. 47, 6 (June 2014), 2280-2292. DOI=10.1016/j.patcog.2014.01.005
- [3] Optical Flow-Based Marker Tracking Algorithm for Collaboration Between Drone and Ground Vehicle KIPS Tr. Software and Data Eng. Vol.7, No.3 pp.107~112 pISSN: 2287-5905
- [4] https://github.com/opencv/opencv/wiki/C_hangeLog#version453
- [5] <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- [6] <https://pypi.org/project/opencv-python/>
- [7] [Hobby Servo Fundamentals BY: DARREN SAWICZ](#)
- [8] Hanbury, Allan; Serra, Jean (December 2002). A 3D-polar Coordinate Colour Representation Suitable for Image Analysis. Pattern Recognition and Image Processing Group Technical Report 77. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.
- [9] J. W. Song, Content-based Image Retrieval Using HSV Color and Edge Orientation, Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 16, No. 5, pp. 113-118, Nov. 2018.
- [10] Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2003), Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, pp. 111–114, ISBN 0-13-790395-2
- [11] Canny, J., [A Computational Approach To Edge Detection](#), IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8(6):679–698, 1986
- [12] Nalini Rizkyta Nusantara; Xiaoguang Hu; Jin Xiao (2021), Improvement Canny Edge Detection for the UAV Icing Monitoring of Transmission Line Icing IEEE ISBN 978-1-6654-2248-2
- [13] https://docs.opencv.org/master/d7/d1b/g_roup_imgproc_misc.html#gae8a4a146d1ca78c62_6a53577199e9c57
- [14] https://docs.opencv.org/master/d7/d1b/gro_up_imgproc_misc.html#gae8a4a146d1ca78c626a53577199e9c57
- [15] Generalization of Otsu's binarization into recursive colour image segmentation by Acuna, R.G.G.1; Tao, J.2; Klette, R.2 In: International Conference Image and Vision Computing New Zealand, 2015 International Conference on Image and Vision Computing New Zealand, IVCNZ 2015. (International Conference Image and Vision Computing New Zealand, 28 November 2016, 2016-November)
- [16] <http://abyz.me.uk/rpi/pigpio/index.html>
- [17] RECURSIVE FUNCTIONS OF SYMBOLIC EXPRESSIONS AND THEIR COMPUTATION BY MACHINE (Part I) in Communications of the ACM in April 1960
- [18] Guillermo Gallego and Anthony J. Yezzi. A compact formula for the derivative of a 3-d rotation in exponential coordinates. Journal of Mathematical Imaging and Vision, 51:378–384, 2014.
- [19] Novi Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae 20, 1776, pp. 189–207 (E478)
- [20] Henderson, D. M. (1977-06-09). "Euler angles, quaternions, and transformation matrices for space shuttle analysis": 12–24.
- [21] Poynton, Charles A. "Rehabilitation of gamma." Photonics West'98 Electronic Imaging. International Society of Optics and Photonics, 1998.

Q&A

감사합니다