

# 이미지 인식 기반의 컵 오염 여부 측정 시스템의 설계 및 구현

이태준\* · 채희석 · 이상원 · 김재민 · 정회경

배재대학교

## Design and Implementation of Dangerous of Image Recognition based Cup Contamination Measurement System

Taejun Lee\* · Heeseok Chae · Sangwon Lee · Jaemin Kim · Hoekyung Jung

Paichai University

E-mail : marlrero@kakao.com / chaes@pcu.ac.kr / yhair@midion.co.kr /

kjm@didion.co.kr / hkjung@pcu.ac.kr

### 요 약

최근 이미지를 처리하는 딥러닝 기술이 화재 감지나 자율주행, 불량품 검출 등에서 다양하게 활용되고 있다. 특히, 제품이 오염되었는지 아닌지를 파악하기 위해 기존 센서 데이터에서 넘어온 오염물질을 통해 파악할 수 있지만, 제품의 균열이나 오염물질 자체를 이미지로 인식하는 기술도 다양한 분야에서 활발히 연구되고 있다. 본 논문에서는 오염되지 않은 정상적인 컵과 오염된 컵을 이미지를 통해 분류하는 시스템을 설계하고 이를 구현하였다. 이미지는 오픈 이미지와 촬영한 이미지를 사용하였고, 3D 객체 인식을 위한 Google Objectron을 활용해 컵 이미지의 상단 부분을 추출하여 이미지를 분석하였다. 본 연구를 통해 위생 분야에서 필요한 제품의 오염도를 이미지 기반으로 추출할 수 있는 연구에 다각도로 활용할 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

Recently, deep learning technology that processes images has been widely used in fire detection, autonomous driving, and defective product detection. In particular, in order to determine whether a product is contaminated or not, it can be identified through the contaminants passed from the existing sensor data, but technologies for recognizing cracks in products or contaminants themselves as images are being actively studied in various fields. In this paper, a system for classifying uncontaminated normal cups and contaminated cups through images was designed and implemented. The image was analyzed using an open image and a photographed image, and the image was analyzed by extracting the upper part of the cup image using Google Objectron for 3D object recognition. Through this study, it is thought that it will be used in various ways for research that can extract the contamination level of products required in the hygiene field based on images.

### 키워드

Artificial intelligence, Contamination, Cup, Object detection, Image analysis

### 1. 서 론

최근 생산 공장 설비에서 불량품, 균열, 오염도 여부를 판별하는 기술이 이미지 처리 알고리즘과 딥러닝을 활용하여 적용하는 사례가 늘고 있다. 특

히, 오염 여부를 확인하기 위해서, 오염물질이 있는 여부나 농도와 같은 데이터를 사용해서 실내외 미세먼지 농도 관측에 활용되고 있으며, 고해상도 CCTV에서 가시거리를 예측하는 방법도 연구되고 있다[1, 2].

본 논문에서는 컵의 오염도를 측정하기 위해 라

---

\* speaker

활용하여 Google Objectron으로 컵의 상단을 추출하고 이를 잡음(noise) 분석과 히스토그램 유사도(histogram similarity) 분석을 활용해 오염 여부를 측정하고자 한다. 이를 통해 위생 분야에서 식기의 오염도를 확인하는 초기 연구 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

## II. 본 론

### 2.1 데이터셋 수집

본 연구에서는 다량의 오염된 컵 이미지를 수집하기에 어려움이 있어 퍼블릭 도메인 이미지인 Pixabay에서 수집한 이미지와 Google에서 크리에이티브 커먼즈 라이선스에서 변형이나 공유가 가능한 이미지, 직접 촬영한 이미지를 함께 사용하였다[3, 4]. 후술할 컵의 상단을 추출하기 위한 Google Objectron에서 제공하는 데이터셋도 활용되었다[5]. 본 연구에서 사용한 이미지 데이터셋의 라이선스에 대한 설명과 수는 아래 표 1과 같다.

표 1. Number of datasets used in this study

Source	License	Number
Pixabay[3]	Public domain	50
Google[4]	Creative Commons License (CC BY 4.0)	4
Google Objectron[5]	Computational Use of Data Agreement 1.0 (C-UDA-1.0)	546,000 (Video: 2204)
Direct collection		5

### 2.2 Google Objectron

Google Objectron은 증강 현실(augmented reality) 분야에 활용하기 위해 객체의 이미지와 3D 바운딩 박스(bounding box)를 함께 제공하는 데이터 셋이자 감지 모델이다[5]. 자전거, 책, 병과 같은 여러 클래스가 존재하며, 3D 바운딩 박스가 어노테이션(annotation)되어 있다. 아울러 안드로이드와 같은 다양한 플랫폼에서 활용할 수 있도록 프레임워크(framework) 형태로 제공되고 있다.

### 2.3 잡음 분석과 히스토그램 유사도 측정 결과

Google Objectron을 거친 이미지는 3D 바운딩 박스 좌표가 생성되어 해당 객체의 중심점과 상단 좌표를 구할 수 있게 된다. 객체의 중심점을 기준으로 컵의 상단을 잘랐다. 컵의 상단 부분만을 이용한 이유는 전체 사진에서 잡음을 검출할 수 있기 때문이다. 컵에 대한 3D 바운딩 박스 이미지는 그림 1과 같다.

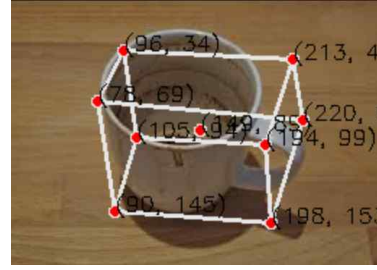


그림 1. Result from Google Objectron

잡음 분석은 양방향 필터(bilateral filter)를 사용했으며 이미지의 한 픽셀과 이와 이웃한 픽셀 간의 거리와 값의 차이를 가우시안 필터(Gaussian filter)에 넣은 방식이다. 이에 관한 수식은 수식 1과 같다[6].

$$g_p = \frac{1}{W_p} \sum_{q \in S} G_{\sigma_s}(\|p - q\|) G_{\sigma_r}(|f_p - f_q|) f_q \quad (1)$$

위에서 가우시안 필터를 2번 적용했을 때, 좌표 공간에서 가우시안 필터링 표준편차는 10을 사용했고 색 공간에서 가우시안 필터링 표준편차는 70을 사용하였다.

위에서 얻은 필터가 적용된 이미지와 기존 이미지 각각의 히스토그램은 기존 이미지의 RGB 공간에서 HSV 공간으로 변환하였고, H(hue) 채널과 S(saturation) 채널에 대해서만 히스토그램을 계산하였다. 이후 정규화(normalization)를 진행하였다.

유사도는 OpenCV에서 제공하는 5가지 방법 중 바타차야 거리(bhattacharyya distance)를 사용했다. 기존 컵 이미지 히스토그램  $H_1$ 과 양방향 필터를 적용한 이미지 히스토그램  $H_2$ 에 대해 다음 수식 2는 바타차야 거리를 의미한다.

$$d(H_1, H_2) = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{H_1 H_2 N^2}} \sum_I \sqrt{H_1(I) \cdot H_2(I)}} \quad (2)$$

바타차야 거리의 결과는 0부터 1 사이의 값이며, 0에 가까우면 두 이미지가 일치하지 않은 것이고, 1에 가까우면 두 이미지가 일치하는 것이다. 두 이미지가 일치하지 않다는 의미는, 그만큼 컵 상단의 이미지에서 드러나는 잡음이 많았다는 의미로 잡음을 많이 제거했다는 의미이다. 만약 깨끗한 컵이었다면 그만큼 잡음을 덜 제거했을 것이고 두 히스토그램의 유사도가 0에 가까울 것이다. 유사도 임계값(threshold)은 0.5로 하였다. 오염된 컵의 이미지 잡음을 제거한 중간 결과는 그림 2와 같다.



그림 2. Before(left) and after(right) filtering of a contaminated cup

위에서 설명한 내용을 순서대로 표현하면 그림 3과 같다.

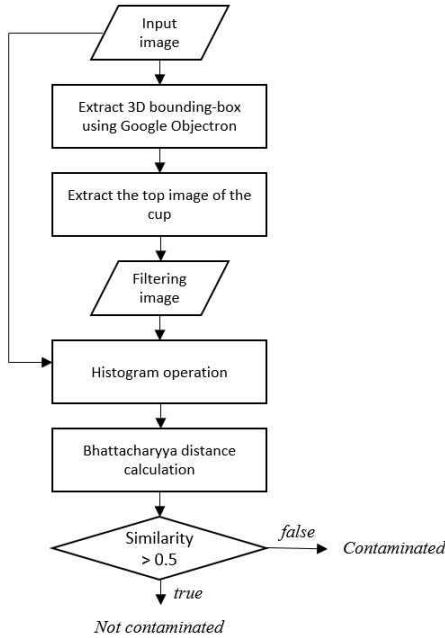


그림 3. Flow chart

### III. 결 론

본 논문에서는 컵의 오염 여부를 판정하기 위해 오픈 이미지와 Google Objectron의 데이터셋을 활용하여 필터링과 히스토그램 유사도를 활용한 연구를 진행하였다. Google Objectron은 컵의 상단 이미지를 추출하기 위해 3D 바운딩 박스를 추출하기 위해 사용하였고, 오염된 컵에 관한 이미지 데이터셋이 많지 않아 오픈 이미지를 수집하여 사용하였다. 본 연구에서 부족한 점은 오염 여부에 관한 정량적인 수치를 표현하지 못한다는 점과 오염된 컵에 대한 데이터가 부족한 점이다. 향후 오염된 컵에 관한 데이터 수집과 이에 관한 오염도를 라벨링하여 딥러닝에 적용해 보는 연구를 수행하고자 한다.

### Acknowledgement

This research was supported by the MIST (Ministry of Science and ICT), Korea, under the Innovative Human Resource Development for Local Intellectualization support program (IITP-2022-RS-2022-00156334) supervised by the IITP (Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

### References

- [1] S. Yi, E. Noh, and S. Hong, "Development of a CNN-based Cross Point Detection Algorithm for an Air Duct Cleaning Robot," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 21, no. 8, pp. 1-8, Aug. 2020.
- [2] B. Kim, I. Chang, and G. Lee, "Real-time Road -Visibility Measurement Using CCTV Camera," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 29, no. 4, pp. 125-138, Aug. 2011.
- [3] Pixabay. Pixabay Open Image [Internet]. Available: <https://pixabay.com/ko/>.
- [4] Google. Google Image (Creative Commons License) [Internet]. Available: <https://www.google.co.kr/imghp?hl=ko>.
- [5] Google Research Team. Objectron Dataset [Internet]. Available: <https://github.com/google-research-datasets/Objectron>.
- [6] C. Tomasi, and R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images," in *Proceedings of Sixth International Conference on Computer Vision (IEEE Cat. No.98CH36271)*, pp. 839-846, Jan. 1998.