

Haar Cascade 결괏값 선별 알고리즘을 통한 마스크 착용 여부와 발열 체크

김의정*

The Use of Haar Cascade Result selection algorithm to check Wearing Masks and Fever Abnormality

Eui-Jeong Kim*

*Professor, Department of Computer Education, Kongju University, Kongju, 32588 Korea

요 약

최근 코로나19를 예방하기 위해 마스크 착용 유무와 체온을 확인하는 곳이 많아졌다. 그러나 이러한 것은 사람이 수동으로 측정하거나 한 명씩 기계 앞에서 측정하는 방식이 대부분이므로 측정 방식에 따라 결과가 달라지고 인력 낭비가 발생한다. 또한 기계는 일반적으로 최고 온도만을 측정하므로 발열의 기준 또한 신뢰할 수 없다. 입구에 사람이 몰려 병목이 발생할 수 있으며 측정 장소는 대부분 입구 하나이므로 확진자의 동선 추적시에도 불편하다.

따라서 본 연구에서는 발열자와 마스크 미착용자를 카메라, 열화상 카메라, Haar Cascade 및 결괏값 선별 알고리즘을 활용하여 자동으로 분류하고 실시간으로 알려 전염병 확산을 억제하는 방법에 대해 제안하고자 한다.

ABSTRACT

Recently, place that you need to check wearing mask and body temperature to prevent the proliferation of COVID-19 increased. But these things often measured by man manually or by machine one by one, result may be different by measuring ways, so it wastes workforce.

Also, the machine generally just measures the highest temperature of the face, criteria for fever can't be trusted too.

A bottleneck may occur due to crowding of people at the entrance, and because most of the measurement sites are at one entrance, it is inconvenient to track the movement of COVID-19 Confirmed cases.

Thus, in this study, we intend to propose a method for suppressing the spread of infection by automatically classifying and displaying in real time using camera, thermal camera, Haar Cascade, and result selection algorithm.

키워드 : 인공지능, 코로나-19, Haar Cascade, 이미지 인식, 프로그래밍

Keywords : A.I, COVID-19, Haar Cascade, Image recognition, Programming

Received 29 November 2021, Revised 8 December 2021, Accepted 12 December 2021

* Corresponding Author Eui-Jeong Kim(E-mail:ejkim@kongju.ac.kr, Tel:+82-41-850-8823)

Professor, Department of Computer Education, Kongju University, Kongju, 32588 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.2.193>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

2020년을 시작으로 코로나19가 급속히 퍼지며 마스크 착용과 유증상자의 사전 발견의 중요성이 높아지고 있다.

대부분의 국가에서는 밀집장소에서의 체온 확인, 마스크 착용을 의무화하고 있다[1]. 그러나 측정 방식, 측정자의 재량에 따라 결과가 달라지며 측정인력 낭비가 발생한다. 특히 사람이 많은 장소에서는 병목현상이 일어나 사람을 밀집시켜 감염병의 전파 위험을 높이고[2], 통행이 어려워지는 역효과 또한 일어날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 카메라와 열화상 카메라에 값 선별 알고리즘을 적용하여 마스크 미착용자와 체온 이상자를 자동으로 분류하고, 측정 결과를 실시간으로 나타내 전염병 확산을 억제하는 방법에 대하여 제안하고, 구현해보는 것을 목표로 한다.

본 연구에서는 Haar Cascade로 영상을 분석하고 아래에서 제안할 값 선별 알고리즘으로 선별하여 마스크 여부와 눈의 위치를 확인한다. 눈의 온도를 측정하며 눈과 마스크의 인식을 통계를 구체적으로 제시하여 연구 검증을 시행할 것이다.

II. 이론적 배경

2.1. Haar 특징 분류기(Haar feature-based cascade classifiers)

Haar 특징 분류기는 영상의 명암을 통해 오브젝트를 검출한다[3].

오브젝트의 특징은 직사각형으로 구성되어 있으므로 그러므로 적분 이미지(integral image)로 최적화 시 자원 대비 성능이 높은 편이다[4]. 영역 간 밝기차를 이용한 특성[5]으로 밝기 차이, 그림자가 많은 얼굴 인식에 적합하므로 본 연구에서는 Haar 특징 분류기알고리즘을 사용할 것이다.

2.2. Confusion matrix(혼동 행렬)

Confusion matrix 알고리즘은 프로그램의 정확도를 시각화하고 성능을 평가하는 테이블이며 표 1과 같이 나타낼 수 있다[6].

Table. 1 The appearance of the confusion matrix

		reality	
		Positive	Negative
prediction	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN

TP=True Positive, FP=False Positive, TN=True Negative, FN=False Negative

위 지표들을 통해 데이터의 시각화가 가능하며 방법은 다음과 같다.

1. 4개 지표 표준화(최댓값 1).
2. 표 2와 같은 표 제작.
3. 각각의 값으로 투명도 설정(예: TP 0.5 > TP의 투명도 50%).

위와 같이 데이터를 시각화시 그림 1과 같은 형태가 된다.

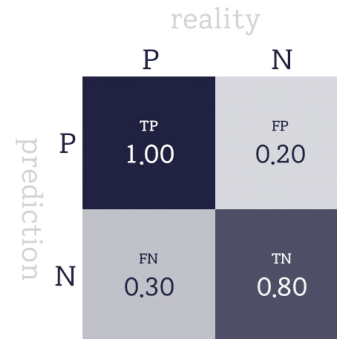


Fig. 1 Visualization example through confusion matrix

또한, Confusion Matrix를 기반으로 하여 아래 지표를 측정할 수 있다.

- Accuracy(정확도): 전체에서 사실의 비율

$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$
- Sensitivity(민감도): 긍정적 사실과 부정적 거짓 중 사실의 비율

$$\frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$
- Precision(정밀도): 긍정적 예측 중 사실의 비율

$$\frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$
- Specificity(특이도): 부정적 사실과 긍정적 거짓 중 사실의 비율

$$\frac{TN}{TN + FP} \quad (4)$$

III. 연구 방법

3.1. 측정 방법

3.1.1. 얼굴, 눈, 마스크 검출

마스크를 검출하는 데에는 표 2에서 요약 비교한 것과 같이 직접 인식과 간접 인식이 있다.

직접 인식은 마스크를 직접 인식하는 방법으로 자원은 적게 소모하나 마스크 형태와 관계가 있어 예상치 못한 마스크의 형태일 경우 인식하지 못할 수 있다.

간접 인식은 눈으로 얼굴의 존재를 인식하고 코로 마스크 여부를 인식하는 방법으로 사용 자원은 비교적 많지만, 형태와 관계없고 턱에 걸렸을 경우에도 인식이 가능하여 본 연구에서는 이 방법을 사용하였다.

Table. 2 Comparison of mask direct recognition and indirect recognition

	direct recognition	indirect recognition
recognition	mask	mouth, eyes
resource	less	lot
separate learning	necessary	unnecessary
Differences in results by mask shape	yes	no

3.1.2. 체온 감지

본 연구에서는 외부 요인의 변화가 적으며 심부와 온도가 비슷한 눈의[7] 좌표를 받은 후 열화상 카메라로 측정하여 체온을 측정한다.

- 카메라와 열화상 카메라의 연동

본 연구에서는 카메라로 눈을 인식한 후 열화상 카메라로 그 부분을 측정하므로 카메라와 열화상 카메라 간



Fig. 2 The result of synthesizing the image of the thermal imaging camera and the camera after positioning and cropping

의 위치 오차를 줄이는 것이 중요하다.

이를 위해 카메라 센서의 크기와 초점거리를 이용하여 비례식을 세우고 그에 맞게 위치를 보정한다. 그 후 센서를 크롭하고 위치를 조정하여 열화상과 카메라를 유기적으로 연결할 수 있게 하였으며 작동 예시는 그림 2와 같다.

3.2. 마스크, 체온 인식

3.2.1. 측정 순서

본 연구의 마스크 인식 시스템은 그림 3과 같이 눈만 감지 시 마스크의 착용으로, 코가 함께 감지될 시 마스크 미착용으로 판단하였다. OpenCV에서 Haar 알고리즘으로 동작하며 예시는 그림 4와 같다.

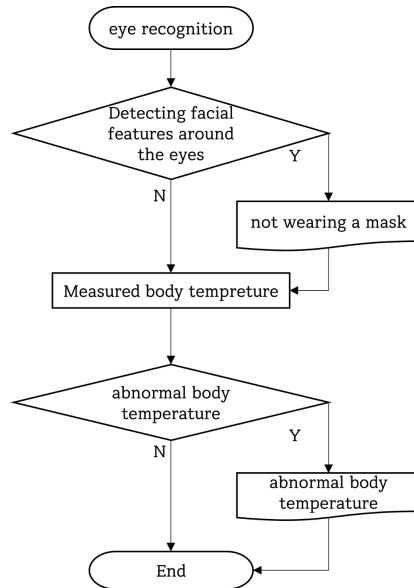


Fig. 3 Program algorithm

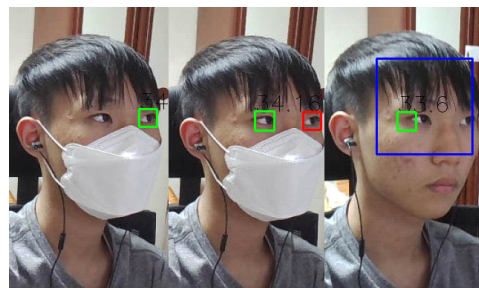


Fig. 4 Measurement result. From left, face recognition with a mask, recognition as two people, face recognition without a mask

3.2.2. 결괏값 선별

Haar 알고리즘은 상대적으로 타 알고리즘보다 속도가 빠르고, 사용 자원이 적다는 장점이 있다. 하지만 딥러닝 등의 정교한 알고리즘을 사용하는 것보다는 정확도가 낮다는 단점 또한 존재한다.

따라서 본 연구에서는 크기와 간격, 온도를 활용한 값 선별 알고리즘을 추가로 적용하였다. 그림 5와 같이 본 알고리즘은 값이 주변에 여러 개 있을 경우 처음 인식된 값 이외의 모든 주변 값을 제외하며, 선별 물체의 크기가 과도하게 클 때, 입은 인식하였지만 이와 맞는 눈이 존재하지 않을 때, 체온이 너무 높거나 낮을 때 값을 아예 제외하여 Haar 알고리즘의 오인식률을 극복하기 위해 노력하였다.

- 체온 확인

사진 인식 방지를 위해 저체온증 평균 온도인 35°C[8], 고열증 기준 온도 40°C[9]를 참고하여 인간의 정상 체온 범위를 35°C~40°C로 설정하고 예외일 시 제외한다.

- 물체 크기 확인

전체적인 배경을 통해 도출한 결과를 제외하기 위해

(640*480px 기준) 가로, 세로 중 50px을 넘는 값이 있을 시 값을 제외한다.

- 주변 동일 물체 확인

Haar 알고리즘의 특성상 제외 훈련이 부족하거나, 복잡한 배경이 있을 시 비슷한 특징들을 기반으로 여러 개의 값을 출력하는 것을 해결하기 위해 인식 박스의 가로로 3배, 세로로 2배 범위 안에 같은 물체가 있을 시 제외한다.

- 얼굴 내부의 코 영역으로 마스크 인식

위 방법을 통하여 제외하지 못하는 다른 이상값들의 제외를 위해 눈 영역 박스를 기반으로 얼굴 크기를 계산 후, 그 범위 내에서만 코 영역을 인식한다.

IV. 연구 결과

본 장의 실험은 Haar 알고리즘만 사용한 원본(Original)과 결괏값 선별 알고리즘(Application of Result selection algorithm, ARSA)을 추가로 적용하였을 때의 정확도를 비교하였다.

4.1. 실험용 데이터셋 제작

실험 당시에는 코로나-19의 대유행으로 대면이 어려운 상황이었으므로 배경과 얼굴을 합성한 영상에 임의로 마스크를 추가 합성하여 만든 영상으로 테스트 데이터셋을 제작하여 연구의 검증을 시행할 것이다.

4.2. 실험 환경 구성

정보는 다음과 같이 분류하였다.

TP=마스크 착용		예측 성공
FP=마스크 착용		예측 실패
TN=마스크 미착용		예측 성공
FN=마스크 미착용		예측 실패

원본 알고리즘은 다음과 같이 동작한다.

1. (사람)=(눈의 개수)/2 (소수점 생략)
2. (마스크 착용)=(사람)-(코의 개수) => 음수일 경우 0
3. (마스크 미착용)=(사람)-(마스크 미착용자)

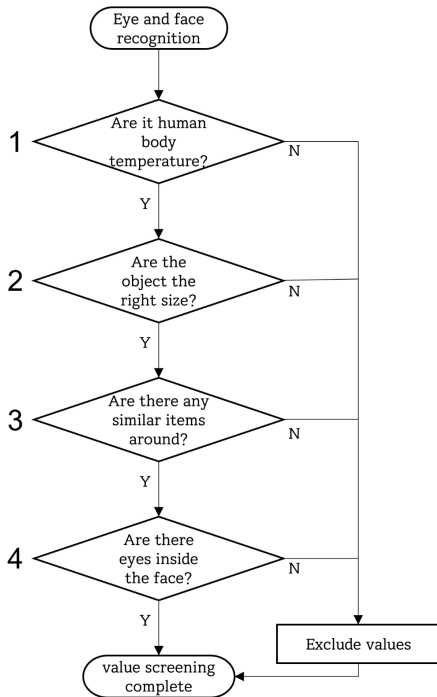


Fig. 5 Result selection algorithm

4.3. 분석

원본, 결괏값 선별 알고리즘 실행본을 각각 표준화 후 시각화할 시 그림 6, 그림 7과 같다.

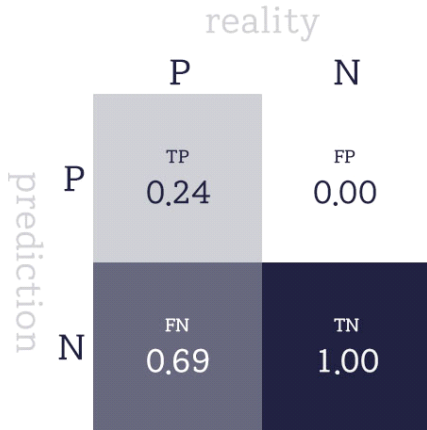


Fig. 6 Original

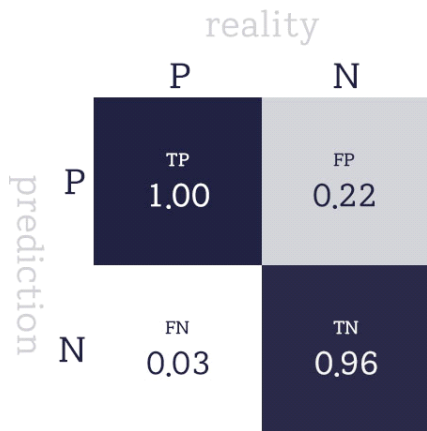


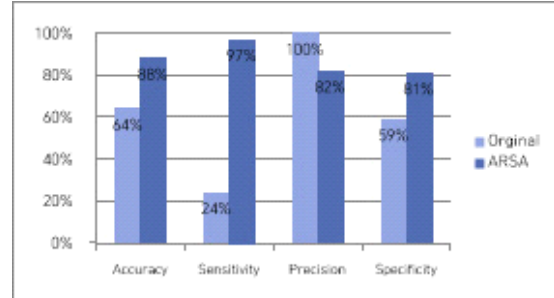
Fig. 7 ARSA

원본은 코를 인식할 경우 이상값이 크게 많아 실제 사실과 관계없이 마스크를 쓰지 않은 쪽(예측 N)으로 결과가 치우쳐져 있는 반면, 결괏값 선별 알고리즘 실행본은 데이터를 고르며 정확하게 인식하여 사실(TP, TN) 쪽의 값이 큰 모습을 확인할 수 있다.

본 연구에 사용된 Confusion matrix를 통해 각종 지표를 측정시 표 3과 같다.

(%로 표시하여 소수점 첫째 자리 반올림)

Table. 3 Algorithm Indicator Graph



원본은 알고리즘 적용 대비 Accuracy 또한 크게 떨어지는 모습을 보인다. 또한 Sensitivity는 특히 실사용이 불가능할 정도로 떨어지는 모습을 볼 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 영상 데이터에 Haar 알고리즘, 값 선별 알고리즘을 적용하여 이상 체온과 마스크 착용을 분류하는 방법에 대하여 설명하였고, 실제 상황에서 구현하는 것에 성공하였다.

본 연구에서 제안한 값 선별 알고리즘은 Haar 알고리즘과 함께 작동 시 Accuracy의 약 24% 상승, Sensitivity의 약 73% 상승 등의 결과를 보여 매우 높은 성능을 보였다.

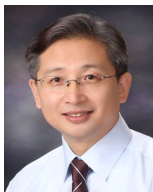
4K 해상도보다 27배, FHD 해상도보다 6.75배 작은 640x480의 해상도로 성능이 높지 않은 싱글 보드 컴퓨터(라즈베리파이)에서 성능 검증 테스트를 수행함으로써 큰 비용을 들이지 않더라도 마스크와 체온 인식이 동시에 가능하다는 것을 보였다.

또한 추후 CCTV 또는 드론 등에 장착할 경우 역학조사, 밀집장소 내부의 마스크와 체온 감지 등의 여러 용도로 사용이 가능할 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] J. Ryu, "Comparison Study of 6 nations' responding measures to COVID 19 and implications," Ph. D. dissertation, Yonsei University, Seoul, MA, 2021.

- [2] J. F. W. Chan, S. Yuan, K. H. Kok, K. K. W. To, H. Chu, J. Yang, F. Xing, J. Liu, C. C. Y. Yip, R. W. S. Poon, H. W. Tsoi, S. K. F. Lo, K. H. Chan, V. K. M. Poon, W. M. Chan, J. P. Cai, V. C. C. Cheng, P. H. Chen, C. K. M. Hui, and K. Y. Yuen, "A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster," *The lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 514-523, Feb. 2020.
- [3] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features," in *Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition, CVPR 2001*, vol. 1, pp. I-I, Dec. 2001.
- [4] D. T. P. Hapsari, C. G. Berliana, P. Winda, and M. A. Soeleman, "Face Detection Using Haar Cascade in Difference Illumination," in *2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, Semarang, Indonesia, pp. 555-559, Sep. 2018.
- [5] B. J. Park, W. T. Kim, and H. S. Kim, "A study on face area detection using face features," *The Journal of Korea Institute of Information Electronics and Communication Technology*, vol. 13, no. 3, pp. 206-211, 2020.
- [6] S. V. Stehman, "Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy," *Remote sensing of Environment*, vol. 62, no. 1, pp. 77-89, Apr. 1997.
- [7] FDA(U.S. Food & Drug Administration). Thermal Imaging Systems [Internet]. Available: <https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/thermal-imagging-systems-infrared-thermographic-systems-thermal-imagging-cameras>.
- [8] J. Marx, R. Hockberger, and R. Walls, *Rosen's emergency medicine: concepts and clinical practice*, Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier, pp. 2239, 2006.
- [9] B. E. Grunau, M. O. Wiens, and J. R. Brubacher, "Dantrolene in the treatment of MDMA-related hyperpyrexia: a systematic review," *Canadian Journal of Emergency Medicine*, vol. 12, no. 5, pp. 435-442, Sep. 2010.



김의정(Eui-Jeong Kim)

1997년2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1997년3월~1998년2월 : 전자통신연구원 연구원
1998년3월~현재 : 공주대학교 컴퓨터교육과 교수
※관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 생체인식