Haar Cascade 필터링을 통한 마스크 착용 여부와 발열 체크

김의정[1] · 김인중[2,*]

[1]공주대학교 · [2]천성중학교

A Study on the Use of Haar Cascade Filtering to check Wearing Masks and Fever Abnormality

Eui-Jeong Kim[1] · In-Jung Kim[2,*]

[1]Kong-ju University · [2]Cheonseong Middle School

E-mail : ejkim@kongju.ac.kr / quincy0430@gmail.com

요 약

최근 2020년부터 본격적으로 유행한 코로나19를 예방하기 위해 발열 체크, 마스크 착용 유무를 확인하는 곳이 많아졌다. 그러나 마스크 착용과 발열 체크는 일반적으로 사람이 직접 측정하거나 한명씩 기계 앞에 서서 측정하는 방식이 대부분이며 일반적으로 발열 체크시 피부의 최고 온도를 측정하므로 정확도가 떨어지고 대량의 인원 측정시 병목이 나타날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 마스크 미착용자와 발열자를 일반 카메라와 열화상 카메라, 인공지능 알고리즘을 통하여 실시간으로 정확하게 자동 분류하고 표시하여 전염병 확산을 막는 방법에 대하여 제안하고자 한다.

ABSTRACT

Recently, in order to prevent the proliferation of COVID-19, which began in earnest in 2020, an increasing number of places have been measuring the temperature and required to wear a mask.

However, as wearing a mask and checking the temperature are typically measured directly by a person or by a single individual positioned in front of the machine, standards may vary based on the person's manual measurement method, wasting workforce. While standing in front of a device often measures the maximum temperature of the face, the standard of fever is also unclear.

Both approaches can create bottleneck situations when checking large numbers of people. Furthermore, it is unable to conduct periodic measurements and tracking because the measuring machines are generally put only at the entrance.

Thus, this study suggests a method for preventing the spread of infectious diseases by automatically identifying and displaying unmasked people and those with fever in real-time using a general camera, a thermal imaging camera, and an artificial intelligence algorithm.

키워드

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

Ⅰ. 서 론

2020년부터 본격적으로 코로나19가 퍼지면서 유증상자의 사전 발견, 감염병 예방을 위한 마스크 착용의 필요성이 높아지고 있다.

대부분의 국가에서는 공공장소에서의 마스크 착용과 체온 확인을 의무화하고있지만 측정 방식에 따른 외부 요인, 사람의 재량에 따라 결과가 달라질 수 있으며 인력이 낭비된다. 또한 측정 장소에 사람이 몰려 병목현상이 일어나 사람을 밀집시켜 감염병의 전파 위험을 높이고 통행이 어려워진다.

따라서 본 연구에서는 열화상 카메라 및 카메라

* corresponding author

에 값 선별 알고리즘을 적용하여 발열자, 마스크 미착용자를 자동 분류하고, 실시간으로 측정 결과를 나타냄으로써 전염병 확산을 막는 방법에 대하여 제안하고, 구현하는 것을 목표로 한다.

본 연구에서는 영상을 Haar Cascade로 인식하고 값 선별 알고리즘으로 필터링하여 마스크 여부를 확인한다. 눈의 체온을 측정하며 눈, 마스크 인식률 통계를 제시함으로서 연구를 검증할 것이다.

II. 이론적 배경

1) 영상인식 알고리즘의 이해

가) Haar 특징 분류기(Haar feature-based cascade classifiers)[1]

Haar 특징 분류기(이하 Haar 알고리즘)는 영상의 명암을 통해 오브젝트를 검출하는 알고리즘이다.

오브젝트 특징이 직사각형 영역으로 구성되어있기 때문에 적분 이미지(integral image)로 최적화했을때 대채적으로 자원 대비 성능이 높다. 영역 간 밝기 차이를 이용한 특성 덕분에 그림자가 많고 밝기 차이가 많은 얼굴을 인식하는데에 적합하므로 본 연구에서는 이 알고리즘을 사용한다.

2) 알고리즘의 성능 평가 방법 이해

가) Confusion matrix(혼동 행렬)[2]

Confusion matrix는 알고리즘의 성능을 시각화할 수 있는 테이블이며 다음과 같은 표로 나타낼 수 있다.

표 1. Confusion matrix의 생김새

		실제	
		P	N
예측	P	TP	FP
	N	FN	TN

<P = Positive, N = Negative,
TP = True Positive, FP = False Positive,
TN = True Negative, FN = False Negative>

위 지표들을 기반으로 데이터를 시각화 할 수 있으며 방법은 다음과 같다.

1. 4개의 지표를 표준화한다.(최댓값 1)
2. (표 1.)과 같이 표를 만든다.
3. 각 셀의 값으로 투명도를 설정한다. (예. TP가 0.5면 투명도는 50%)

위와 같은 방법으로 데이터를 시각화하면 다음과 같은 형태가 된다.

그림 1. Confusion matrix를 통한 시각화 예시
(TP = 1, FP = 0.2, TN = 0.8, FN = 0.3)

또한, Confusion Matrix를 기반으로 아래의 지표를 측정할 수 있다.

- Accuracy(정확도) : 전체 중 정확한 예측의 사실 비율 $\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$ ... 식 1.
- Sensitivity(민감도) : 긍정적 사실 중 정확한 예측의 비율 $\frac{TP}{TP+FN}$ ..... 식 2.
- Precision(정밀도) : 긍정적 예측 중 사실의 비율 $\frac{TP}{TP+FP}$ ..... 식 3.
- Specificity(특이도) : 부정적 사실 중 정확한 예측의 비율 $\frac{TN}{TN+FP}$ ..... 식 4.

III. 연구방법

1) 측정 방법

가) 얼굴, 눈, 마스크 검출

눈으로 얼굴의 존재를 인식하고 주변의 코로 마스크 여부를 인식한다.

마스크의 형태와 관계 없고 턱에 걸쳤을때도 인식이 가능하다.

나) 체온 감지

본 연구에서는 심부의 온도와 가장 비슷한 눈[3]의 좌표를 받은 후 열화상 카메라에 대입하여 온도를 측정한다.

2) 마스크, 체온 인식

가) 측정 순서

본 연구의 얼굴 인식 시스템은 눈만 감지되면 마스크 착용, 코가 함께 감지되면 마스크 미착용으로 판단하였고 Open CV에서 Haar 알고리즘으로 동작한다.

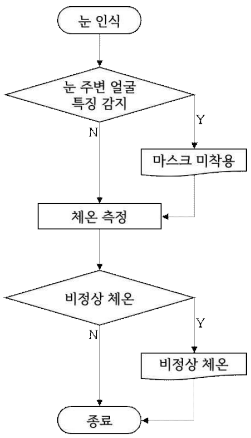


그림 2. 전체적인 프로그램 알고리즘

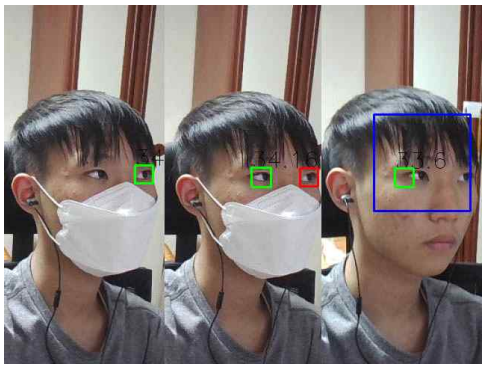


그림 3. 측정 결과. 왼쪽부터 마스크를 쓴 얼굴 인식, 사람 2명으로 인식, 마스크를 쓰지 않은 얼굴 인식

나) 결괏값 선별

Haar 알고리즘은 다른 알고리즘보다 대체로 속도가 빠르고 사용 자원이 적다는 장점이 있지만, 딥러닝이나 등의 더 정교한 알고리즘을 사용하는 라이브러리보다는 정확도가 떨어진다.

따라서 본 연구에서는 이를 극복하기 위하여 크기, 간격, 온도를 이용한 선별 알고리즘을 별도로 적용하였다. 이 알고리즘은 값이 주변에 여러 개가 있을 때는 제일 처음 인식된 값 외에 주변에 있는 모든 값을 제외하며, 선별한 물체의 크기가 너무 클 때, 얼굴을 인식하였는데 주변에 눈이 없을 때, 온도가 너무 낮거나 높다면 값을 제외함으로써 학습 부족 또는 Haar 알고리즘 자체의 한계를 극복하려고 노력하였다.

(1) 사람의 체온 확인

사람의 사진을 인식하지 않기 위해 저체온증 평균 온도(35°C)[4]와 고열증 기준 온도(40°C)[5]를 참고하여 35°C ~ 40°C를 사람의 체온 범위로 설정하고 이를 벗어나면 제외한다.

(2) 물체의 크기 확인

얼굴이 아닌 전체적인 배경을 보고 특징을 분석한 경우를 제외하기 위해 640*480px 기준 가로, 세로중 한 개의 값이라도 50px을 넘을 경우 값을 제외한다.

(3) 주변의 같은 물체 확인

Haar 알고리즘 특성상 훈련이 잘 되어있지 않거나 배경이 복잡한 경우 비슷한 좌표에서 미세하게 다른 특징을 기반으로 여러 개의 이상값을 출력한다는 점을 해결하고자 인식한 박스의 가로 3배, 세로 2배 범위 내에 같은 인식체가 있을 경우 제외한다.

(4) 얼굴 내부에 코 존재 확인

기타 이상값들을 제외하기 위해 눈을 기반으로 얼굴의 크기를 계산하고, 그 범위 내에서만 코를 인식한다.

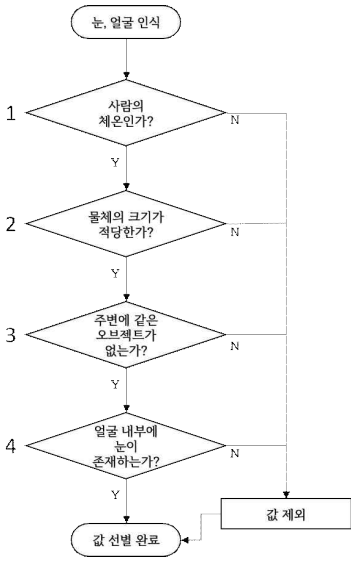


그림 4. 결괏값 선별 알고리즘

Ⅳ. 연구 결과

1) 실험 환경

이 실험은 Haar 알고리즘에 결괏값 선별 알고리즘을 적용하였을때의 정확도를 비교하였다.

가) 테스트 데이터셋 제작

테스트 데이터셋은 실험 당시 COVID-19의 유행으로 인해 대면이 어려웠으므로 배경과 사람의 얼굴, 마스크를 임의로 합성하여 만든 영상으로 연구의 검증을 시행 할 것이다.

나) 테스트 환경 구성

정보는 다음과 같이 분류하였다.

TP = 마스크를 썼다, 예측 성공
FP = 마스크를 썼다, 예측 실패
TN = 마스크를 안 썼다, 예측 성공
FN = 마스크를 안 썼다, 예측 실패

원본 알고리즘은 다음과 같이 구동된다.

1. (사람)은 (눈의 개수)/2로 정한다(소수점 버림)
2. (마스크를 쓴 사람)은 (사람) - (코의 개수)로 정한다(음수가 나올 시에는 0)
3. (마스크를 안 쓴 사람)은 (사람) - (마스크를 쓴 사람)으로 정한다.

다) 분석

원본과 알고리즘 실행 본을 각각 표준화하여 시각화하면 다음과 같다.

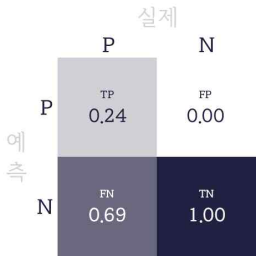


그림 5. 원본

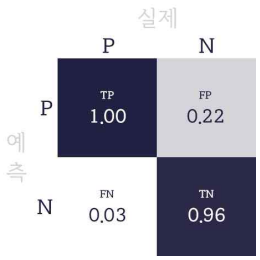


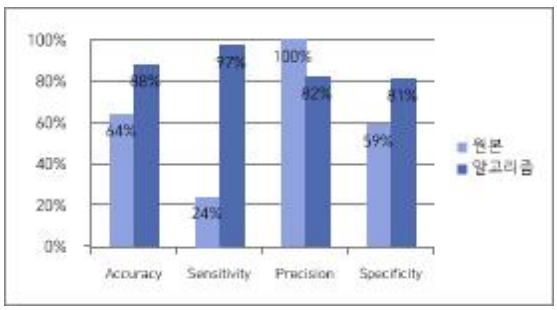
그림 6. 결괏값 선별 알고리즘 적용본

원본은 코를 원래보다 과도하게 많이 인식하여 실제 사실과 관계 없이 결과가 마스크를 쓰지 않은 쪽(예측 N)에 치우쳐져 있지만 알고리즘 실행 본은 데이터를 정확하고 고르게 인식하여 실제 사실(TP, TN)쪽에 값이 집중된 모습을 볼 수 있다.

본 연구에서 사용된 Confusion matrix로 지표를 측정하면 다음과 같다.

(퍼센트로 표시, 소수점 첫째 자리 반올림)

표 2. 지표 그래프



원본은 Accuracy로만 보아도 알고리즘 적용 본보다 떨어지는 모습을 보이나, 특히 Sensitivity가 떨어져 실제로 사용하기에는 무리가 있다.

Ⅴ. 결 론

본 연구에서는 영상 데이터에 값 선별 알고리즘을 적용하여 발열 및 마스크 착용을 분류하는 것에 대하여 설명하고 실제로 구현하였다.

본 연구에서 제작한 값 선별 알고리즘은 실제로 Haar 알고리즘과 함께 작동하였을 때 Accuracy가 24% 가량 상승하고 Sensitivity를 73%가량 향상시키는 등의 결과를 통해 매우 높은 성능을 보였다.

4K보다는 27배, FHD보다는 6.75배 작은 화소수인 640x480의 해상도로 싱글 보드 컴퓨터인 라즈베리 파이에서 테스트를 수행함으로써 큰 비용을 들이지 않고도 마스크, 얼굴, 체온 인식을 동시에 할 수 있다는 것을 보였다.

추후 CCTV, 드론 등에 장착 시 역학조사, 공공장소 내부에서의 마스크 및 체온 감지 등의 여러 용도로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

[1] Viola, Paul, and Michael Jones., “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features.”, *Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition*, CVPR 2001, Vol. 1, pp. I-I 2001.

[2] Stehman, Stephen V., “Selecting and interpreting measures of thematic classification accuracy.”, *Remote sensing of Environment*, Vol. 62, No. 1, pp. 77-89, 1997

[3] FDA (U.S. Food & Drug Administration). Thermal Imaging Systems (Infrared Thermographic Systems / Thermal Imaging Cameras) [Internet]. Available : https://www.fda.gov/medical-devices/general-hospital-devices-and-supplies/thermal-imaging-systems-infrared-thermographic-systems-thermal-imaging-cameras.

[4] Marx, John, *Rosen’s emergency medicine: concepts and clinical practice*, Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier, pp. 2239, 2006

[5] Grunau, Brian E., Matthew O. Wiens, and Jeffrey 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, 2010.