

한국인 안면 이미지를 활용한 마스크 착용 데이터 증강 및 마스크 착용 얼굴 인식

Mask Face Augmentation and Mask Face Verification using K-face data

요 약

최근 딥러닝 기법의 발달로 얼굴 인식의 성능이 크게 향상되었고, 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다. 그러나 COVID-19 사태로 공공장소에서의 마스크 착용이 생활화되면서 기존 기술을 활용한 얼굴 인식에 어려움이 생겼다. 본 연구는 마스크 착용 얼굴 인식을 위해 한국인 안면 이미지를 활용하여 마스크 착용 데이터 증강을 시도하였고, 마스크 착용 동일한 조회 모델을 구현함으로써 공공장소에서의 본인 인증 시 사용자 불편을 해소하면서도 COVID-19 사태에 대비하여 바이러스 전염의 위험을 완화하는데 기여하고자 한다.

1. 서 론

최근 생체 인식 기술은 생활의 다양한 부분에서 활발히 활용되고 있다. 특히 얼굴 인식은 인간이 다른 사람을 인지할 때 사용하는 가장 자연스러운 인식 방법이다. 또한, 인식을 위한 카메라 외 고가의 인식 기기가 불필요하고, 판독을 위한 이미지를 기록으로 남길 수 있어 유사시 손쉽게 사후 추적이 가능하다는 장점이 있다[1].

최근 딥러닝 기법의 발달로 얼굴 인식 성능이 크게 향상되었고, 특히 세계 최고 수준으로 알려진 중국의 경우 약 13억 인구의 방대한 얼굴 이미지에 딥러닝 기술을 적용하여 얼굴 인식 성능의 큰 향상을 주도하고 있다. 또한, 단일 서버로 5천만 개의 얼굴 데이터베이스에서 수 초 이내에 빠른 검색이 가능하고, 비디오의 경우에도 실시간으로 얼굴 인식을 지원하는 등 속도 면에서도 큰 향상을 보이고 있다. 실제로 중국 공안(Ministry of Public Security)에서는 2016년부터 딥러닝 기반 얼굴 인식 기술을 범죄자 검거에 활용, 4,000명 이상의 범죄자를 검거하였다고 밝힌 바 있다[3].

한국 사회에서 가장 손쉽게 찾아볼 수 있는 얼굴 인식 기술 적용 분야는 개인 전자 기기에서의 본인 인증이다. 대표적으로 스마트폰 잠금 해제를 위한 얼굴 인식을 들 수 있고, 이외에도 카메라가 내장된 랩탑이나 태블릿PC 등에서 본인 인증 방법으로 얼굴 인식을 활용하고 있다.

그러나 COVID-19 사태로 공공장소에서의 마스크 착용이 생활화되면서 기존 기술을 활용한 얼굴 인식에 어려움이 생겼다. 따라서 공공장소에서 개인 전자 기기의 본인 인증을 위해 일시적으로 마스크를 벗어야

하는 상황이 발생하고 있다. 이는 사용자가 인증 과정에서 번거로움을 느낄 뿐 아니라 바이러스의 전염 위험성 증가를 유발하는 상황으로 개선이 필요하다.

이에 따라 본 연구는 한국인 안면 이미지[3]를 활용하여 마스크 미착용 얼굴 이미지에 마스크를 합성하는 방식으로 데이터를 증강하고, 증강된 마스크 착용 얼굴 이미지를 활용하여 동일한 조회(Face Verification) 모델을 구현, 공공장소에서의 본인 인증 시 일시적으로 마스크를 벗어야 하는 사용자 불편을 해소하면서도 COVID-19 사태에 대비하여 바이러스 전염의 위험을 완화하는데 기여하고자 한다.

2. 관련 연구

얼굴 인식(Face Identification) 기술은 크게 신원 확인(Face Recognition)과 동일한 조회(Face Verification) 문제로 구분할 수 있다. 그중에서 본 연구를 통해 개선하고자 하는 개인 기기에서의 본인 인증은 본인의 얼굴 이미지를 앵커(Anchor) 이미지로 등록하고, 인식이 필요할 때마다 앵커 이미지와의 동일한 여부를 판단하는 일대일(One-to-One) 매칭 문제로 동일한 조회(Face Verification)에 해당한다.

현존하는 동일한 조회(Face Verification) 모델의 경우 다양한 데이터 셋에서 99%를 웃도는 높은 성능을 보이고 있지만, 모자, 안경 등 인식 방해 요소들이 여전히 성능에 영향을 미친다. 특히, Figure 1과 같이 마스크를 착용하는 경우 턱, 코, 입 등 얼굴 특징점 좌표의 대부분이 가려지는 만큼 얼굴 인식(Face Identification)에 상당한 어려움이 있다. 얼굴 인식 오픈소스 애플리케이션 DeepFace 도 마스크를 착용한 경우에는 얼굴을 인식하지 못한다.



Figure1. Face Recognition 라이브러리를 활용하여 추출한 얼굴 특징점 좌표

하지만 COVID-19 현상으로 인해 마스크 착용 얼굴 인식의 필요성이 대두되었고, 이와 관련하여 다양한 연구가 시도되고 있다. [4]와 같이 얼굴 이미지에서 마스크 착용 여부를 분류(Mask Face Classification)하거나, [5]와 같이 마스크 착용/미착용 얼굴을 검출(Mask Face Detection)하는 방식의 경우 이미 높은 성능을 보이고 있지만, [6]과 같이 마스크 착용 이미지를 얼굴 인식(Face Identification)에 적용한 연구는 찾아보기 어렵고, 관련 데이터의 부족으로 인식 성능 향상 및 검증에도 한계가 있다.

또한, 기존 연구에 활용된 얼굴 데이터 셋(MS-Celeb, VGG face, LFW 등)들은 주로 서양인을 대상으로 하여 동양인 얼굴 이미지와는 간극이 존재하며, 연구에 적용한 마스크의 종류(N95, 패턴 마스크 등) 역시 국내에서 주로 착용하는 마스크와는 차이가 있다.

3. 연구 본문

본 연구는 마스크 착용 얼굴 인식을 시도하여 COVID-19 상황에서의 기존 얼굴 인식의 불편함을 해소하기 위해 고안되었다. 특히 서양인의 얼굴 데이터 위주로 학습되어온 기존 얼굴 인식 연구의 한계점을 극복하기 위해 한국인 안면 이미지를 도입하였고, 이때, 안경, 모자 등 다양한 액세서리 착용 이미지를 함께 활용함으로써 모델의 일반화 성능을 강화하였다.

또한, 마스크 착용 동일인 조회(Face Verification)의 성능 향상을 위해 마스크 미착용 얼굴 이미지에 마스크를 합성하는 방식으로 데이터를 증강하였으며, 이때, 한국인들이 주로 착용하는 KF94 마스크와 Surgical 마스크를 증강에 활용하였다. 이어서 증강된 마스크 착용 이미지를 활용하여 동일인 조회(Face Verification) 모델을 학습하였고, 인식 성능을 검증하였다. 따라서 본 연구는 다음 두 가지 단계로 구성된다.

- Step 1 : 한국인 안면 이미지 활용, 마스크 미착용 얼굴 이미지로 마스크 착용 얼굴 이미지 증강
- Step 2 : Step 1에서 생성된 마스크 착용 이미지를 활용, 동일인 조회(Face Verification) 모델 학습 및 검증

3.1 마스크 착용 데이터 증강

마스크 착용 동일인 조회(Face Verification)의 성능 향상을 위해서는 마스크를 착용한 얼굴 이미지를 학습에 활용해야 한다. 이를 위해 실제 마스크 착용 이미지 데이터 셋을 확보하여 레이블을 부여하기는 쉽지 않다. 그러나 마스크 미착용 이미지에 마스크를 합성하는 방식의 시뮬레이션을 통해 마스크 착용 이미지를 생성할 수 있다.

3.1.1 한국인 안면 이미지

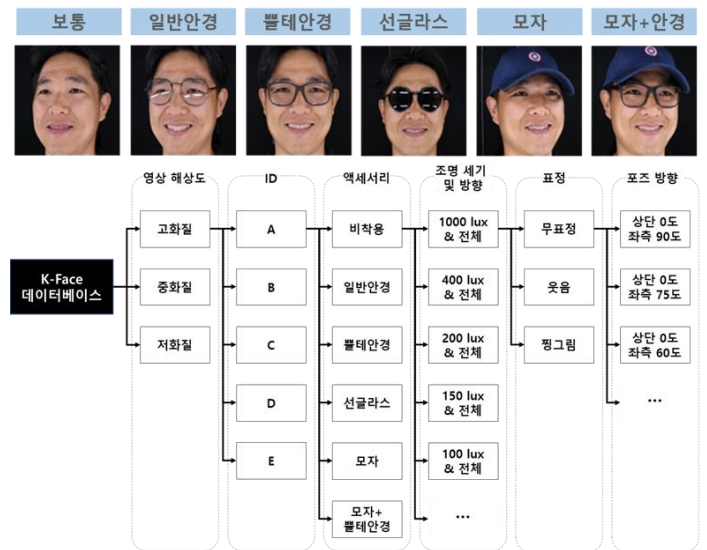


Figure2. K-Face 데이터 분포

Figure 2의 한국인 안면 이미지는 한국인을 대상으로 다양한 연령과 성별을 고려하여 촬영된 안면 이미지 데이터이다. 해당 데이터는 총 400명의 인원에게 대해 촬영 각도 20종, 조명 30종, 액세서리 6종, 표정 3종으로 다양하게 구성되어 있다.

다만, 본 연구에서는 개인 기기에서의 얼굴 인식 상황을 가정하여 해당 이미지 중 촬영 각도의 경우 정면($\pm 15^\circ$), 조명은 가장 밝은 조명(1000 lux)의 데이터로 한정하였고, 이외 액세서리와 표정은 제한 없이 구성하여 인당 18장, 총 7,200장의 이미지로 선별하여 활용하였다.

3.1.2 마스크 착용 시뮬레이션

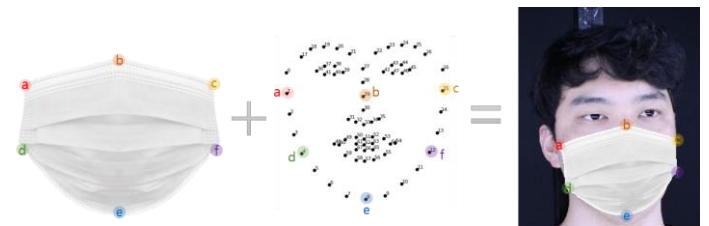


Figure3. 마스크와 얼굴 특징점의 6개 좌표를 기준으로 원근 변환하여 마스크 합성

마스크 착용 시뮬레이션은 Figure3과 같이 마스크와 얼굴 특징점 좌표에서 각각 6개의 점을 기준으로 원근 변환(Perspective Transformation)을 시행하여 마스크 착용 얼굴 이미지를 생성하였다. 본 과정을 통해 인당 18장이었던 얼굴 이미지는 인당 36장, 총 14,400장의 이미지로 증강되었다. 데이터 구성은 [표 1]과 같다.

[표1] 학습/검증 데이터 구성

	Identity	Non-mask	Mask	Total
Train	300명	5,400장	5,400장	10,800장
Test	100명	1,800장	1,800장	3,600장
Total	400명	7,200장	7,200장	14,400장

3.2 마스크 착용 동일인 조회(Face verification)

동일인 조회(Face Verification)모델 학습을 위해 Train, Test 데이터를 각 300명, 100명으로 분리하였고, 성능 평가를 위해 마스크 미착용 이미지(Non_mask)와 마스크 착용 이미지(Mask)를 한 쌍의 페어(Pair)로 만들어 총 4만 페어를 구성하였다.

학습 모델은 모델의 정확도와 속도를 모두 고려하기 위해 ArcFace[9](약 43.7백만 개의 파라미터)와 MobileFaceNets[10](약 1.2백만 개의 파라미터)를 각각 활용하였고, 증강된 마스크 이미지를 학습에 활용했는지에 따라 ①과 ②로 나누어 학습한 후 결과를 비교하였다.

[표2] 얼굴 인식 모델 학습 결과

	Train Dataset	Test dataset		
		A*	B*	A+B
ArcFace ①	Non_mask only	95.41%	85.35%	90.61%
ArcFace ②	Non_mask+Mask	96.44%	96.20%	96.32%
MobileFaceNet ①	Non_mask only	92.92%	80.22%	86.97%
MobileFaceNet ②	Non_mask+Mask	96.48%	96.43%	96.46%

- A* : Non_Mask 데이터로 구성된 20,000쌍의 이미지
- B* : Non_Mask & Mask 데이터로 구성된 20,000쌍의 이미지
(위 데이터 모두 True, False 페어의 비율은 1:1로 구성)

[표2]와 같이 동일인 조회 모델로 학습 및 추론해 본 결과, 본 연구에서 제안한 마스크 착용 시뮬레이션을 통해 증강된 이미지를 학습에 활용한 모델(①)이 그렇지 않은 모델(②)보다 ArcFace에서 약 1~11% MobileFaceNet에서 약 4~16% 높은 동일인 조회(Face Verification) 성능을 보였다.

4. 결 론

본 연구는 전 세계적인 COVID-19 상황에서 기존 얼굴 인식의 불편함 해소와 전염 위험성의 완화를 목적으로 시도되었다. 한국인 안면 데이터를 활용하여 마스크 미착용 얼굴 이미지에서 마스크 착용 얼굴

이미지를 증강하였고, 이를 동일인 조회(Face Verification) 모델에 활용함으로써 마스크 착용 얼굴 인식의 가능성을 확인하였다. 특히 서양인의 얼굴 데이터 위주로 학습되어온 기존 얼굴 인식 모델에서 벗어나 한국인 안면 데이터를 활용하였고, 마스크 착용 데이터 증강에는 국내에서 주로 착용하는 Surgical 마스크와 KF94 마스크를 활용함으로써 국내 활용 용이성을 도모하였다. 또한, 안경, 모자 등 다양한 액세서리 착용 이미지가 포함된 이미지를 동시에 적용하여 모델의 일반화 가능성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

마스크 착용 시뮬레이션으로 구축한 이미지를 활용하여 마스크 착용 얼굴 인식 성능 모델을 구현한 결과, 그렇지 않은 모델에 비해 최대 16% 이상의 인식 성능 향상을 보였다.

향후 연구 과제로는 현재 학습에 활용된 400명 이상의 더 많은 데이터를 확보하여 학습에 적용하거나 실제 마스크 착용 데이터를 학습 및 검증에 활용한다면 얼굴 인식 서비스의 적용이 용이할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] 생명공학정책연구센터, 생체인식 기술 및 시장동향 (2016.2 vol.39).
- [2] 중국, 이미 세계 최고 기술로 도약한 '인공지능(AI) 얼굴 인식 기술', <인공지능신문>, 2018.06.14.
- [3] 한국인 안면 이미지 : <http://kface.kist.re.kr/>
- [4] G. Jignesh Chowdary., Narinder Singh Punni., Sanjay Kumar Sonbhadra., Sonali Agarwal., Face Mask Detection using Transfer Learning of InceptionV3, arXiv, 2020.
- [5] Amit Chavda., Jason Dsouza., Sumeet Badgujar., Ankit Damani., Multi-Stage CNN Architecture for Face Mask Detection, arXiv, 2020.
- [6] Adnane Cabani., Karim Hammoudi., Halim Benhabiles., Mahmoud Melkemi., MASKEDFACE-NET - A DATASET OF CORRECTLY/INCORRECTLY MASKED FACE IMAGES, arXiv, 2020.
- [7] Aqeel Anwar., Arijit Raychowdhury., Masked Face Recognition for Secure Authentication, arXiv, 2020.
- [8] Jiankang Deng., Jia Guo., Niannan Xue., Stefanos Zafeiriou., ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition, arXiv, 2019.
- [9] Sheng Chen., Yang Liu, Xiang Gao., Zhen Han., MobileFaceNets: Efficient CNNs for Accurate Real-Time Face Verification on Mobile Devices, arXiv, 2018.