

사용자 얼굴인식을 통한 자동출석체크 시스템

Automated Attendance Checking System based on User Face Recognition

저자 (Authors)	양현모, 강진구, 림애령, 최용식, 임동우, 김인환, 강현욱, 신예지, 정진우 Hyun-Mo Yang, Jin-Gu Kang, Ailing Lin, Yong-Sik Choi, Dong-Woo Lim, In-Hwan Kim, Hyunwook Kang, Yeji Shin, Jin-Woo Jung
출처 (Source)	한국지능시스템학회 논문지 29(5) , 2019.10, 379-384(6 pages) Journal of Korean Institute of Intelligent Systems 29(5) , 2019.10, 379-384(6 pages)
발행처 (Publisher)	한국지능시스템학회 Korean Institute of Intelligent Systems
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09225689
APA Style	양현모, 강진구, 림애령, 최용식, 임동우, 김인환, 강현욱, 신예지, 정진우 (2019). 사용자 얼굴인식을 통한 자동출석체크 시스템. 한국지능시스템학회 논문지, 29(5), 379-384
이용정보 (Accessed)	송실대학교 219.255.***.171 2020/06/15 16:23 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.



사용자 얼굴인식을 통한 자동출석체크 시스템

Automated Attendance Checking System based on User Face Recognition

양현모·강진구·림애령·최용식·임동우·김인환·강현욱·신예지·정진우[†] 

Hyun-Mo Yang, Jin-Gu Kang, Ailing Lin, Yong-Sik Choi, Dong-Woo Lim, In-Hwan Kim, Hyunwook Kang, Yeji Shin, and Jin-Woo Jung[†]

동국대학교 컴퓨터공학과

Department of Computer Science and Engineering, Dongguk University, Seoul, Korea.

요약

본 논문은 입력 영상으로부터 사용자들의 얼굴을 찾아내고 찾아낸 얼굴을 바탕으로 사용자를 인식해 출석을 확인할 수 있는 방법에 대한 연구이다. 우선 기계학습 이론에 기초한 얼굴 찾기 방법을 통해 얼굴인식이 이루어진다. 제안된 시스템은 특징 값들이 분명한 각 얼굴에 대해서는 기존 데이터베이스에 존재하는 등록된 얼굴 사진과의 비교를 통해 자동으로 출석 체크를 해주고, 특징 값들이 불분명한 얼굴에 대해서는 추후 필요시 수동으로 출석 체크가 가능하도록 미처리 얼굴로 별도 분류해준다. 제안한 알고리즘에 대한 사용자 인식 실험 결과 정확도가 매우 높진 않았지만 성공적으로 인식을 하였으며 이에 따른 정확도 문제를 개선하기 위해 성능 분석을 진행하여 향후 필요한 연구에 대하여 논하였다.

키워드: 사용자인식, 얼굴인식, 하르 캐스케이드, 기계학습.

Abstract

This paper proposes a method to identify users by recognizing users' faces from input images and recognizing users based on detected faces. Facial recognition is done through face finding method based on machine learning theory. The proposed system automatically checks attendance by comparing the registered facial photographs existing in the database for each face with clear feature values, and can check the attendance manually if necessary for faces whose characteristic values are unclear. Although the accuracy of the user recognition experiment for the proposed algorithm is not very high, but this paper have successfully recognized it. To solve the accuracy problem, performance analysis was conducted and necessary researches were discussed.

Key Words: User recognition, Face recognition, Haar Cascade, Machine learning.

Received: Dec. 28, 2018

Revised: Sep. 18, 2019

Accepted: Sep. 20, 2019

[†]Corresponding authors

jwjang@dongguk.edu

본 논문은 산업통상자원부 산업전문 인력역량강화사업의 재원으로 한국산업 기술진흥원(KIAT)의 지원(2019년 임베 디드SW 전문인력양성사업, 과제번호: N0001884), 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원(IITP)의 SW중심대학지원 사업(2016-0-00017)의 지원, 중소벤처기업부 중소기업연구인력지원사업의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원(2019년 기업연계형연구개발인력양성사업, 과제번호: S2755615)을 받아 수행된 연구결과입니다.

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.

1. 서론

인간의 얼굴을 기계가 인식하는 문제는 이미지 처리, 패턴 인식, 신경망, 컴퓨터 비전, 컴퓨터 그래픽 및 심리학과 같은 분야의 연구자들을 계속 끌어들이고 있다. 이미지 처리 분야에서 가장 성공적인 분야 중 하나인 얼굴인식은 지난 10년간 매우 활발한 연구 분야이다. 현재까지도 많은 연구자들에 의해 얼굴 검출과 인식에 관련된 연구가 진행되었다[1-3].

학생 개개인의 출석을 확인할 때 예전에는 출석부에 수기로 출결상황을 관리하는 방법을 많이 사용하였지만, 최근에는 RFID[4]를 이용하거나 블루투스 비콘[5] 기반으로 출결상황을 관리하는 등 많은 시스템들이 존재하고 있다. 이러한 시스템들은 출결 확인을 위한 시간이 단축되고 자동적으로 출결을 처리해주지만 대리출석 등으로 악용을 할 수 있는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 실시간으로 카메라를 이용하여 출결상황을 관리하는 알고리즘을 제시한다.

본 논문의 구성은 먼저 2절에서 얼굴인식과정에 대하여 설명하고, 3절에서는 2절에서 설명한 얼굴인식 과정에 대한 알고리즘을 실험한 내용을 설명하였다. 그리고 4절에서는 3절의 실험내용을 토대로 실험하여 나온 결과를 설명한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 얼굴인식을 통한 자동출결 알고리즘

자동 출결을 위해 우선 입력 영상에서 사용자의 얼굴을 검출하고 검출된 얼굴을 인식하는 일련의 과정이 필요하다.

얼굴 검출(Face Detection)이란 영상처리의 한 분야로 사람이 존재하는 입력 영상에서 얼굴이 존재하는 위치를 찾아주는 기술이다. 입력 영상에서 사용자의 얼굴을 찾기 위해 본 논문에서는 하르(Haar)의 학습데이터를 이용하였으며, 기본적으로 제공해주는 얼굴 학습데이터를 활용하여 얼굴을 간편하게 찾을 수 있도록 구성하였다.

기본적으로 얼굴 검출 기술은 본 논문에서 제안한 알고리즘 내에서 필수적으로 사용되는 기술이며 주로 사용자에 대한 얼굴 이미지 데이터를 저장하거나 저장된 데이터와 실시간 영상내의 얼굴 이미지와 비교를 할 때 사용된다.

얼굴 검출을 통해 찾아진 얼굴 영상에 대해 저장된 얼굴 이미지 데이터와 비교하여 어떤 사용자의 얼굴인지 찾아내려면 얼굴인식(Face Recognition)기술이 추가적으로 필요하다.

얼굴인식이란 찾아진 얼굴에 대해 누구의 얼굴인지 비교 분석할 때 사용되는 기술이다. 기존 데이터베이스에 저장된 얼굴 이미지 데이터를 활용하여 실시간 영상내의 얼굴 영상과 비교하는 과정은 다양한 기술들이 존재한다.

본 논문에서는 템플릿 매칭(Template Matching) 기술을 이용하여 사용자의 얼굴 이미지와 기존에 저장되어있는 사용자의 얼굴 요소

이미지 데이터와의 유사도를 측정하여 일정 기준 값 이상의 유사도가 측정될 경우 동일한 사용자임을 결과로 출력한다.

자동출결 시스템은 이와 같은 기술을 통합하여 얼굴 검출을 통해 찾아진 얼굴에 대해 얼굴인식을 통해 누구의 얼굴인지 인식하여 자동으로 출결이 이루어지도록 시스템을 아래 그림 1과 같이 구성하였다.

2.1. 하르 학습 데이터를 이용한 얼굴 검출

얼굴 검출을 하는 과정은 사용자의 얼굴을 등록하는 과정, 얼굴을 인식하는 과정 총 두 번 사용된다. 얼굴 검출에 사용한 기계학습 알고리즘은 하르 캐스케이드(Haar Cascade) 기술이다.

하르 캐스케이드 기술의 경우, HoG(Histogram of oriented Gradient) [8], SVM(Support Vector Machine) [9] 기술 등 얼굴 검출 및 인식에 적용할 수 있는 대표적인 다른 기술에 비해 정확도는 다소 떨어지나 처리시간은 그 특성상 월등히 빠른 편이다.

이를 확인하기 위해 간단한 비교실험을 해보았으며, 결과는 아래 표 1과 같다. 서로 다른 사람 10명에 대해 각 하르 캐스케이드와 HoG 및 SVM을 이용한 얼굴검출 및 인식하는 데까지 걸리는 처리 시간(초)을 비교한 것이며, 확인한 결과, 하르 캐스케이드가 HoG 및 SVM에 비해 10 배가량 월등히 빠른 것을 볼 수 있다. 이는 하르 캐스케이드 특성상 벡터 계산 등 연산 양이 많은 HoG, 머신러닝 기반의 SVM에 비해 정확도는 떨어지나 실시간 처리에는 매우 용이함을 보여준다.

그러므로 본 논문에서 제안하는 시스템은 정확도보다 실시간 처리에 주안점을 두기 때문에 하르 캐스케이드 기술을 이용하고자 한다.

표 1. 다른 사용자 10명에 대한 하르 캐스케이드와 HoG 및 SVM을 이용한 처리속도 비교

Table 1. Comparison processing time between Haar Cascade and HoG+SVM

	Haar	HoG +SVM		Haar	HoG +SVM
User1	0,033624	0,431023	User6	0,035797	0,418496
User2	0,039406	0,420188	User7	0,037763	0,421448
User3	0,038641	0,42141	User8	0,040264	0,424412
User4	0,039292	0,420077	User9	0,037871	0,422894
User5	0,03903	0,423137	User10	0,041148	0,414912
(단위: 초)			평균	0,038284	0,4218

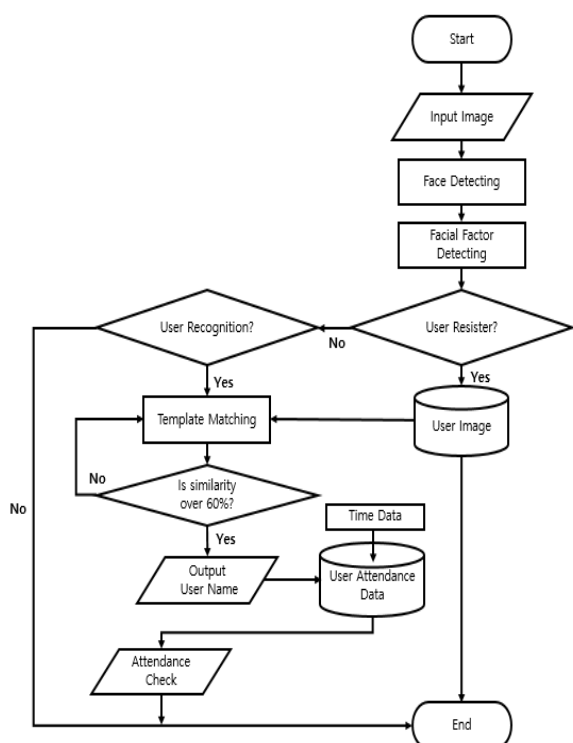


그림 1. 제안하는 자동출석체크 시스템 순서도

Fig. 1. Proposed Automated Attendance System

그림 2와 같이 하르 학습 데이터를 이용해 입력 영상에서 사용자의 얼굴 영역을 찾아내어 찾아진 얼굴의 위치정보를 결과 값으로 출력하며, 위치정보를 바탕으로 현재 영상에서 얼굴 영역만 추출하여 저장할 수 있다. 추출된 얼굴 영역 이미지는 현재 사용자의 ID를 파일명으로 JPG 이미지파일 형태로 저장된다.



그림 2. 하르 캐스케이드를 이용한 얼굴 검출
Fig. 2. Face Detection with Haar Cascade

2.2. 하르 학습 데이터를 이용한 눈 검출

눈 검출을 하는 과정은 2.1절에서 소개한 얼굴 검출 과정과 동일하게 학습된 눈 데이터를 이용하여 실시간으로 아래 그림 3과 같이 사용자의 눈의 위치를 찾아내어 위치정보를 결과 값으로 출력하며, 추출된 눈 영역 이미지는 현재 사용자의 ID를 파일명으로 JPG 이미지파일 형태로 저장된다.

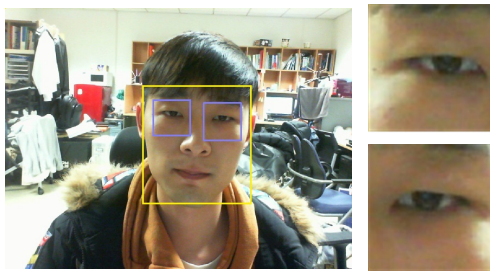


그림 3. 하르 캐스케이드를 이용한 눈 검출
Fig. 3. Eyes Detection with Haar Cascade

2.3. 검출된 얼굴 및 눈의 위치정보를 이용한 코와 입 영역 검출

코와 입 검출을 하는 과정은 2.1절과 2.2절에서 찾아진 얼굴 영역과 눈 영역의 위치정보를 기반으로 아래 그림 4와 같이 일정 영역 기준으로 코와 입의 영역을 가정한다.

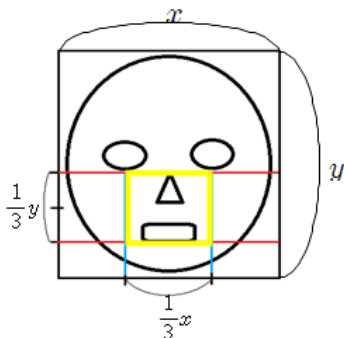


그림 4. 검출된 얼굴 및 눈 위치정보에 의해 코와 입 영역 위치
Fig. 4. Nose and Mouth Area Position by Detected Face and Eyes Position Information

아래 그림 5와 같이 추출된 코와 입 영역 이미지는 현재 사용자의 ID를 파일명으로 JPG 이미지파일 형태로 저장된다.

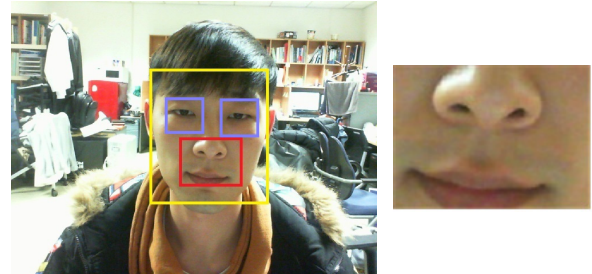


그림 5. 검출된 얼굴 및 눈 위치정보에 의한 코와 입 영역 검출
Fig. 5. Nose and Mouth Detection with Haar Cascade

2.4. 템플릿 매칭 기반 사용자 인식

얼굴인식을 수행하기 위해 아래 그림 6과 같이 기존에 저장된 양쪽 눈 이미지 데이터와 코와 입 이미지 데이터를 템플릿(Template) 이미지로 활용하여 입력된 사용자들의 얼굴 이미지와 템플릿 매칭을 진행한다.

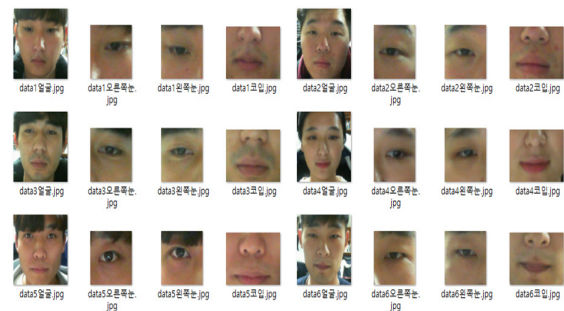


그림 6. 각 사용자 ID로 파일명이 지정된 얼굴 요소 이미지
Fig. 6. Facial Element Data Using each User ID Filename

그림 7과 같은 구조로 카메라를 통해 입력된 사용자의 얼굴 이미지와 그림 6과 같이 저장된 각각의 얼굴 요소 이미지의 유사도가 가장 높게 나오는 사용자의 아이디 값을 출력하도록 한다.

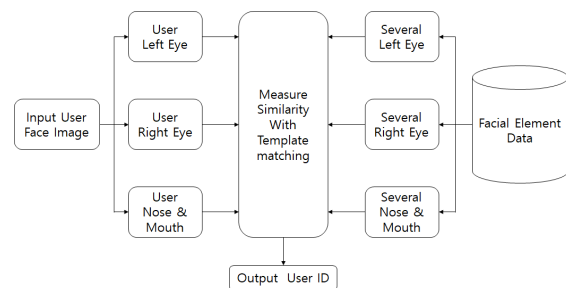


그림 7. 템플릿 매칭 기술을 이용한 사용자 인식 과정
Fig. 7. Process of User recognition using Template Matching

3. 실험 및 결과분석

본 논문에서 제안한 알고리즘으로 구현된 얼굴인식 시스템의 정확도를 측정하기 위해 소규모 수업으로 가정하여 총 6명의 데이터를 사용하였다.

3.1. 실험환경

위의 그림 6과 같이 1명당 1장씩 템플릿 이미지로 사용될 데이터와 각 5장의 밝은 조명 아래에서 촬영된 이미지, 중간 밝기의 조명 아래에서 촬영된 이미지, 어두운 밝기의 조명 아래에서 촬영된 이미지로 총 90장의 정확도 측정에 사용될 이미지를 준비하였다.

제안한 알고리즘을 바탕으로 마이크로소프트 비주얼 스튜디오 (Microsoft Visual Studio) 2017에서 C++ 환경으로 구성하였으며, 영상처리 부분에서는 OpenCV Library(3.4.0)를 이용하여 구현하였다.

실시간 영상 촬영 및 실험 데이터로 사용될 영상 촬영을 위해 카메라는 마이크로소프트 LifeCam Cinema 장비를 사용하였다.

3.2. 실험결과

본 논문에서 제안한 자동출석체크 시스템은 현재 기존에 등록된 사용자의 얼굴 데이터를 이용하여 실시간으로 입력받은 영상 내의 얼굴과 유사도 측정을 통해 등록된 사용자의 출석 여부를 알 수 있다.

따라서 저장된 사용자의 템플릿 이미지를 기준으로 실시간으로

```

왼쪽은 13 번째 파일
1 번째와의 유사도 = 0.976692
2 번째와의 유사도 = 0.980834
3 번째와의 유사도 = 0.974537
4 번째와의 유사도 = 0.978742
5 번째와의 유사도 = 0.936068
6 번째와의 유사도 = 0.996684
data 6번째 연구원과 유사함

오른쪽은 13 번째 파일
1 번째와의 유사도 = 0.965848
2 번째와의 유사도 = 0.968731
3 번째와의 유사도 = 0.979827
4 번째와의 유사도 = 0.977229
5 번째와의 유사도 = 0.980423
6 번째와의 유사도 = 0.958622
data 5번째 연구원과 유사함

코입 13 번째 파일
1 번째와의 유사도 = 0.978973
2 번째와의 유사도 = 0.985027
3 번째와의 유사도 = 0.986317
4 번째와의 유사도 = 0.984556
5 번째와의 유사도 = 0.983891
6 번째와의 유사도 = 0.979538
data 3번째 연구원과 유사함

정확도 = 33.333336
6, 5, 3
3데이터 중 유사도가 가장 높은 6번째 사람으로 추정
  
```

그림 8. 시스템에서 얼굴 요소별 인식 결과가 모두 다른 경우

Fig. 8. When Face Recognition Results are Different from each other in System

촬영되는 입력영상과 템플릿 매칭을 진행하였을 때 가장 정확도가 높은 비교방법을 선택하고자 아래와 같은 방법으로 실험을 진행하였다.

먼저 템플릿 이미지로 저장된 이미지 데이터를 이용하여 조명 밝기가 다른 총 15장의 이미지 데이터와 유사도를 측정하였으며, 사용된 사용자의 이미지와 구현한 시스템 내에서 템플릿 매칭 결과로 출력된 사용자 정보와 동일한지 실험하였다.

또한, 3가지의 얼굴 요소 실험 결과에 대한 다수결의 원칙을 이용하여 득표가 많은 사용자로 인식하도록 하였으며 아래 그림 8과 같이 3가지의 얼굴 요소가 각각 인식하는 사용자가 다른 경우 각 얼굴 요소별 측정된 유사도가 가장 높은 얼굴 요소의 인식 결과로 사용자를 인식하도록 하였다.

총 90장의 이미지 데이터를 이용하여 템플릿 매칭 기술을 이용한 얼굴인식 시스템 실험 결과 아래 표 1과 같은 결과가 도출되었다. 얼굴 요소별 인식된 결과의 정확도는 평균적으로 왼쪽 눈에 대한 정확도가 높은 편이었으며 요소별로 다양한 정확도 결과를 알 수 있었다.

또한, 인식된 결과에 대한 다수결 방식으로 출력된 결과는 평균 86%의 정확도를 확인할 수 있었다. 따라서 얼굴 요소별 인식 결과의 불일치한 부분을 다수결 방식을 통해 보완할 수 있다.

표 2. 각 사용자의 얼굴 요소의 유사도를 이용한 정확도

Table 2. Accuracy Results of each User's Similarity to Facial Image Data

	왼쪽 눈	오른쪽 눈	코 입	다수결 투표
User1	100%	46%	53%	100%
User2	80%	33%	26%	60%
User3	100%	0%	53%	80%
User4	100%	100%	26%	100%
User5	40%	100%	86%	100%
User6	66%	0%	66%	80%
평균	81%	47%	52%	86%

5. 결론

본 연구에서는 기계학습 이론에 바탕을 둔 사용자의 얼굴 인식을 이용한 자동출석체크 알고리즘을 제안했다. 제안한 방법은 하르 학습 데이터를 이용한 사용자의 얼굴 검출, 템플릿 매칭을 이용한 사용자의 얼굴인식을 진행하여 사용자의 출석여부를 체크한다.

현재 구현된 시스템은 실시간 얼굴 요소 이미지 데이터를 이용하여 인식된 사용자를 확인할 수 있으며 비교방법으로는 제안된 다수결 방식으로 86%의 높은 정확도를 확인할 수 있었다.

이를 바탕으로 사용자의 자동 출석 체크가 이루어 질 수 있도록 적합한 데이터베이스를 구축하여 자동화된 출석체크 시스템 구현이 가능하다.

References

- [1] Galbally, J., Sébastien M., and Julian, F., "Biometric Antispoofing Methods: A Survey in Face Recognition," *IEEE Access*, vol. 2, pp. 1530-1552, 2014.
- [2] Xu, Y., Li, Z., Yang, J., and Zhang, D., "A survey of dictionary learning algorithms for face recognition," *IEEE Access*, vol. 5, pp. 8502-8514, 2017.
- [3] Ding, C., and Tao, D., "A comprehensive survey on pose-invariant face recognition," *ACM Transactions on intelligent systems and technology*, vol. 7, Issue. 3, No. 37, 2016.
- [4] So-Hee Park, Byeong-Cheoul Moon, "The Development of Attendance Management System Using the RFID," *Journal of The Korean Association of Information Education*, vol. 11, No. 2, pp. 139-146, 2007.
- [5] Yonghua Park, Jaeyeong Baek, Gabor Proksa, Kyungsoo Bae, Kyuhyung Do, Jungjoon Kim, "Attendance check system based on Bluetooth beacons," *Proceedings of the Korean Institute of Communication Sciences Conference, The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, pp. 406-407, 2005.
- [6] Lienhart, R. and Mayd, J., "An extended set of Haar-like features for rapid object detection," *Proceedings of International Conference on image processing, IEEE*, vol. 1, pp. 900-903, 2002.
- [7] Hunki Kim, Jinhyung Lee, Seongwon Cho, Sun-Tae Chung, Jaemin Kim, "Object Tracking Using Template Based on Adaptive 3-Frame Difference," *Journal of Korean institute of intelligent systems*, vol. 17, No. 3, pp. 349-354, 2007.
- [8] Jeonghyun Baek, Jisu Kim, Changyoung Yoon, Dong-yon Kim, Euntai Kim, "Part-based Hand Detection Using HOG," *Journal of Korean institute of intelligent systems*, vol. 23, No. 6, pp. 511-557, 2013.
- [9] Hyung-Keun Jee, Kyung-Hee Lee, Sung-Bum pan, "Real-time Face Detection Method using SVM Classifier," *The autumn Annual Conference, The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol.26, No. 2, pp. 529-532, 2003.
- [10] OpenCV library document, <https://docs.opencv.org/3.4.0/> (2018.11.23.)

저자 소개



양현모(Hyun-Mo Yang)

2019년 : 동국대학교 컴퓨터공학과 공학석사

관심분야 : 영상처리, 패턴인식

E-mail : cldcksemf@naver.com



강진구(Jin-Gu Kang)

2019년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : MAC프로토콜, 로봇경로계획

E-mail : kanggu12@dongguk.edu



림애령(Ailing Lin)

2018년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 딥러닝

E-mail : lweimo@foxmail.com



최용식(Yong-Sik Choi)

2017년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 인공지능, 자연어처리

E-mail : sik2230@dongguk.edu



임동우(Dong-Woo Lim)

2018년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 영상처리, 경로계획
E-mail : aehddn@gmail.com



신예지(Yeji Shin)

2016년~현재 : 동국대학교 컴퓨터공학과 학사과정

관심분야 : 임베디드 시스템, 영상처리
E-mail : gjsld1@naver.com



김인환(In-Hwan Kim)

2016년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 경로계획, 인공지능
E-mail : dlsghks199@naver.com



정진우(Jin-Woo Jung)

2006년~현재 : 동국대학교 컴퓨터공학 교수
2004년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과
공학박사

관심분야 : 인간로봇상호작용, 다개체협력로봇
E-mail : jwjung@dongguk.edu



강현욱(Hyunwook Kang)

2018년~현재 : 동국대학교 일반대학원
컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 딥러닝, 질의 처리
E-mail : kangtaepoong@naver.com