
저자 (Authors)	이민혁, 서그림, 남혜민, 김건우, 김영훈 Minhyeok Lee, Geurim Seo, Hyemin Nam, Keonwoo Kim, Younghoon Kim
출처 (Source)	한국정보과학회 학술발표논문집 , 2019.6, 1645-1647(3 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보과학회 The Korean Institute of Information Scientists and Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08763618
APA Style	이민혁, 서그림, 남혜민, 김건우, 김영훈 (2019). 이미지의 객체 검출을 이용한 자동 출석 체크 시스템. 한국정보과학회 학술발표논문집, 1645-1647
이용정보 (Accessed)	송실대학교 219.255.***.171 2020/06/15 16:24 (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.

이미지의 객체 검출을 이용한 자동 출석 체크 시스템

이민혁¹ 서그림² 남혜민³ 김건우⁴ 김영훈⁵한양대학교 컴퓨터공학과¹²³⁴, 소프트웨어학부⁵{rhodochrosited¹, geulims², kdbml314⁴ nongaussian⁵}@gmail.com, iwiall@naver.com³

An Automated Seat Checking Using Image Object Detection

Minhyeok Lee¹, Geurim Seo², Hyemin Nam³, Keonwoo Kim⁴, Younghoon Kim⁵Hanyang University, Dept. of Computer Science & Engineering¹²³⁴Hanyang University, Division of Computer Science⁵

요 약

수기 출석 체크 방식은 시간 및 정확성 측면에서 많은 단점을 가지고 있다. 이를 개선하기 위해 다양한 출석 체크 방법이 제안되고 있다. 하지만 새로 제시된 출석 체크 방법에도 부정출석 문제, 인프라 구축 비용, 출석 체크의 정확도 등의 문제점이 계속해서 제시되고 있다. 본 논문에서는 지정 좌석을 통해 출석을 확인하는 경우 교실을 촬영한 사진으로부터 착석여부를 인식해 자동으로 출석을 체크하는 시스템을 제안한다. 착석여부를 확인하기 위한 기술로는 딥러닝을 이용한 객체인식 시스템을 차용하였으며 실제 구현 및 테스트를 통해 성능을 확인하였다.

1. 서 론

요즘 대학 수업에서 수기 출석 체크 방식의 불편함을 개선하기 위해 전자 출석 체크 시스템이 많이 사용되고 있다. 출석 체크에 소요되는 시간이 줄어들 뿐만 아니라 전자출석부를 통해 출결 데이터가 바로 입력되어 전산에 일일이 옮겨야 하는 번거로움도 덜어주었다. 하지만 학생이 전자 출결 인증 후 수업을 불참하거나, 대리 출석을 할 수 있다는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위한 전통적인 출석 체크 방법으로 지정 좌석제 제도가 있다. 지정 좌석제 제도는 좌석을 미리 지정해 그 좌석에 학생이 앉아있는지 확인하여 출석 체크를 하는 방식이다. 이 방법은 착석 여부로 출석 여부를 판단하기 때문에 출석 후 수업 불참, 대리 출석을 하는 등의 문제를 방지할 수 있다. 이처럼 정확하게 출석 체크를 진행할 수 있지만, 수기 출석 체크 방식이기 때문에 여전히 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다.

본 논문에서는 현 출석 제도를 보완할 수 있는 방안으로, 좌석 착석 여부 자동 인식 시스템을 제안한다. 우리가 제안하는 시스템은 지정 좌석제의 장점과 자동 출석 체크의 장점을 결합하여 부정 출석을 방지하고, 빠른 출석 체크가 가능한 시스템을 목표로 한다. 사용자는 좌석에 모두 착석 한 학생의 사진을 찍어 프로그램에 올리고, 프로그램은 지정된 좌석에 학생이 앉아 있는지의 여부를 자동으로 검사하여 출석을 체크한다. 이를 통해 출석 체크에 쓰이는 시간과 비용을 절약하고 학생들의 부정 출석 가능성을 줄이고자 한다.

2. 관련 연구

출석 체크에 걸리는 시간 및 비용을 줄이기 위한 전자 출결 시스템이 많이 개발되었다. 논문[1]에서는 얼굴 인식 기반의 모바일 출석 관리 시스템을 제안하였다.

기존의 얼굴 인식 출석 관리 시스템은 정확도는 높을 수 있으나 설치 비용이 높다는 단점을 가지고 있어 [1]은 모바일 애플리케이션을 활용하고자 했으나 얼굴 인식의 성능을 향상시키기 위한 데이터 수집 등의 비용은 여전히 높으며 초상권 침해의 문제도 발생할 수 있다.

[2]에서는 블루투스 신호 세기를 이용한 모바일 출결 시스템을 제시하였다. 블루투스 신호 세기를 이용해 학생들의 위치를 지속적으로 좌석 배치도 화면으로 제공하여 부정 출석 문제를 완전히 해결할 방안을 보여주었다. 하지만 신호가 불안정하면 정확도가 떨어질 수 있고, 출석 체크를 위해서는 강의실별로 블루투스 신호 범위를 측정할 필요가 있다는 단점이 있다.

스마트폰의 블루투스 기반 앱을 이용한 전자 출결 시스템[3]은 본인이 사용 중인 스마트폰에 앱을 설치하고 강사가 블루투스를 통해 메시지를 전달하면 학생이 출석을 확인하는 방식으로 출석 체크를 진행한다. 이 방식은 쉽고 빠르게 출석 체크가 가능하지만 강사 및 모든 학생이 스마트폰을 소지해야 하고 앱을 설치해야 하는 단점이 있다.

본 논문에서는 간단하고 적은 비용으로 출석 체크가 가능한 지정좌석 자동 출석 시스템을 개발한다. 제안된 시스템에서는 간단한 지정 좌석제의 좌석 정보와 사진만으로 자동으로 출석 체크가 가능하도록 하였다.

3. 문제 정의

지정좌석제로 운영되는 강의의 학생들이 착석한 상태에서 촬영된 이미지 데이터 S 가 주어진다. 촬영 이미지는 출석 체크를 하고자 하는 $n \times m$ 개의 강의실 좌석을 포함한다. 본 연구에서는 이미지 $X \in S$ 에 대해 각 $n \times m$ 개 좌석의 학생 착석 여부 행렬 M 를 추론하는 학습시스템을 개발하고자 한다. 여기서 M 은 i 번째 행 j 번째 열의 좌석에 학생이 착석하면 $M_{i,j}$ 는 1 이며

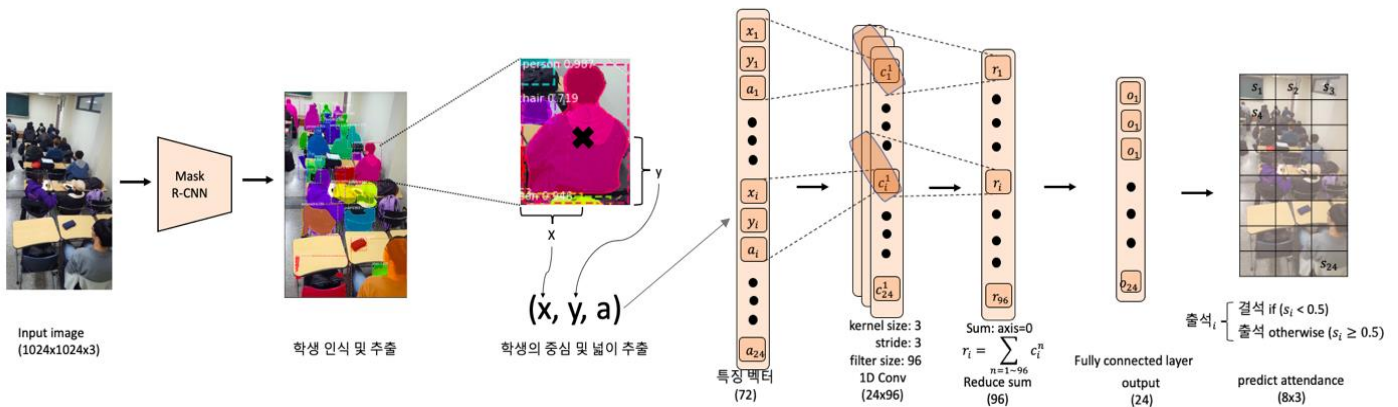


그림 2 객체인식을 통한 지정좌석 출석체크 알고리즘의 흐름도

아니면 0 인 행렬이다. 학생들의 지정 좌석 위치를 나타내는 행렬 M_r 과 촬영 이미지로부터 지정 좌석 별 출석 여부를 예측한 행렬 M_s 를 비교하여 학생이 지정 좌석에 앉아있는지 여부를 검사하고자 한다.

문제정의: 주어진 이미지 데이터 S 에서 추론한 지정 좌석 별 출석 여부 행렬 M_s 를 통해, 학생의 출석 체크를 진행한다.

4. 딥러닝 기반 좌석 착석 여부 추론 방법론

4.1. 데이터 수집

지정 좌석제 강의에서 6 번의 수업동안 스마트폰을 이용하여 학생 출결 이미지 데이터를 수집하였다. 초상권 보호를 위해 학생들의 뒷모습을 촬영하였다. 좌석 배치는 8 행 3 열의 고정된 구조를 가지고 있다. 더 많은 데이터 수집을 위해 수업 전, 후 및 시험 이후 착석 상태의 변화가 있을 때마다 촬영하여 약 50 장의 출석 이미지를 수집하였다.

4.2. 데이터 전처리

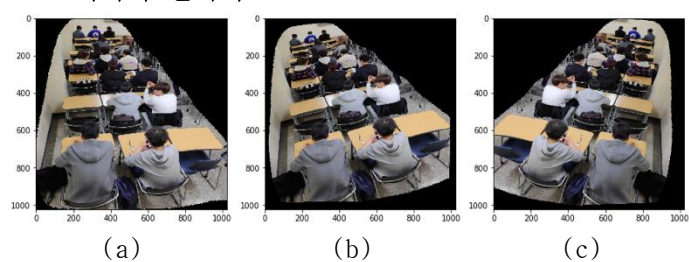


그림 1 전처리 데이터

수집된 이미지 데이터 중에는, 출석 여부와는 관계없이 서있는 사람이나 다른 분단의 사람들이 찍힌 경우가 있다. 그런 이미지들은 그림 1-(a)와 같이 이미지 편집 도구를 사용해 제거하였다. 또한 모든 이미지는 1024x1024 크기로 이미지 크기를 변환시켰다.

4.3. 데이터 증강

수집한 이미지 파일은 약 50 여장으로 모델을 학습시키기에 충분하지 않다. 우리는 이미지 증강을 통해 데이터 양을 늘렸다. 이미지를 좌우로 이미지를 반전하고, 4°, 7°, 10°, 13° 회전하여 이미지 한 장당 16 장의 이미지 데이터를 증강하였다. 그림 1-(b), (c)는 그림

1-(a)의 이미지를 증강한 예시를 보여준다. 이미지 증강을 통해 총 약 800 장의 이미지를 확보하였다.

4.3. 알고리즘

본 논문에서 제안하는 지정좌석 출석체크 알고리즘은 크게 객체 검출 알고리즘과 출석 체크 알고리즘으로 나뉜다. 그림 2은 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 전체 흐름도를 보여준다. 먼저 객체 검출 모델을 통해 주어진 이미지 데이터 S 에 있는 학생 객체를 추출한다. 그 다음, 추출한 학생 객체를 이용하여 출석 예측 알고리즘이 좌석 별 출석 여부를 예측한다.



(a) YOLOv3 (b) Mask R-CNN
그림 1 객체 검출 모델별 객체 검출 결과 비교

객체 검출 알고리즘: 출석 체크를 위해 수집한 1024x1024 크기의 이미지는 3,145,728 개의 0~255 범위의 정수 데이터로 표현이 된다. 이는 매우 많은 데이터로, 학습에 많은 연산이 필요하게 될 뿐만 아니라, 과적합이 일어나기 쉽다. 그러므로 데이터 중에서 핵심 특징만을 사용하기 위해 객체 검출 알고리즘을 이용하여 학생 객체만 추출하여 사용하고자 한다. 학생들의 위치를 추출하기 위해 기존의 딥러닝 기반의 객체 검출 알고리즘 YOLOv3[4]와 Mask R-CNN[5]을 이용하여 객체 추출을 시도하였다. YOLOv3 의 경우 실시간 객체 추출에 최적화되어 있으며, 지원하는 최대 해상도가 608x608 이다. Mask R-CNN 이 지원하는 최대 해상도는

1024x1024 이다. 수집한 이미지를 각 모델이 지원하는 최대 해상도로 변환한 뒤, 객체 인식을 수행하였다. 그림 3은 두 객체 검출 알고리즘을 이용한 객체 검출 예제를 보여준다. Mask R-CNN이 YOLOv3보다 수행 시간이 평균 2배 이상 걸렸지만 그림 3-(b)에서 볼 수 있듯이 맨 앞줄의 작게 찍힌 사람들에 대해서도 잘 검출하는 것을 볼 수 있다. 본 논문에서 제안하는 자동 출석 체크 방식은 수업 시간에 찍은 이미지를 이용해 출석 체크를 하기 때문에 빠른 수행시간 보다는 객체 인식의 정확도가 더 중요하다. 따라서 시간이 걸리더라도 더 정확히 객체 인식을 하는 Mask R-CNN을 객체 검출 모델로 사용하였다.

출석 예측 알고리즘: 좌석 별 출석 여부 예측을 위해, 검출 알고리즘을 이용하여 추출한 학생 객체의 중심점 좌표 (x, y) 와 객체의 넓이 a 를 이용한다. 우리는 넓이 a 를 통해 객체 간의 넓이 차이를 이용, 출석 예측 알고리즘이 원근감을 학습하도록 유도하여 예측 정확도를 향상시키고자 하였다. (x, y, a) 를 모두 하나의 벡터로 연결하여 좌석 별 출석 여부를 나타내는 벡터와 함께 출석 예측 알고리즘의 학습 데이터로 사용하였다. 신경망의 출력 값 M_s 의 s_i 는 실수 값 o_i 를 자리에 착석했을 확률로 대응하도록 만들어 주는 시그모이드(sigmoid) 함수를 통해 만들어 진다.

$$s_i = \frac{1}{1 + e^{-o_i}}$$

생성된 M_s 를 사용하여 크로스 엔트로피(cross entropy) 손실 함수 $L(M_s, M_r)$ 를 구하고 최소화하였다.

$$L(M_s, M_r) = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \log s_i + (1 - r_i) \log (1 - s_i)$$

5. 실험 결과

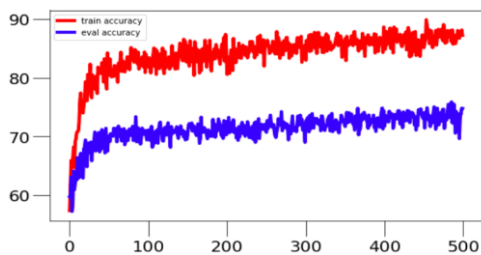


그림 4 학습과 평가 데이터의 예측 정확도

실험 환경은 Xeon E5-2620 2.1GHz, 16GB RAM, Ubuntu 16.04 LTS, GTX1080 Ti에서 수행하였다. 본 논문에서는 학습비율 0.0025, 세대(epoch) 500, 배치 크기 50으로 실험을 수행하였으며, 활성화함수는 ReLU를, 합성곱의 채널 수는 48개를 사용하였다. 그림 4는 학습 데이터와 평가 데이터의 예측 정확도를 보여준다. 학습셋에서의 정확도는 약 90%, 평가 데이터에서는 약 75% 정도의 정확도를 보였다.

그림 5는 제안한 모델의 좌석 별 출석 예측에 대한 컨퓨전 행렬을 보여준다. 참 양성(True positive)과 참 음성(True negative)이 각각 약 76%, 72%가 있음을 확인할 수 있다. 참 음성이 더 낮게 나오는 이유는 객체 검출

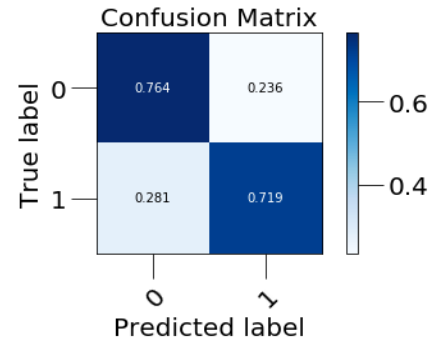


그림 5 자동 출석 시스템의 컨퓨전(confusion) 행렬

알고리즘에서 학생 객체를 전부 탐지하지 못했기 때문으로 파악된다. 또한 두 평가지표의 값이 큰 차이가 없는 것을 보아 본 논문에서 제안한 모델이 한쪽에 치우친 결과를 출력하지 않는다는 것을 확인할 수 있다.

6. 결 론

본 논문은 지정 좌석을 통해 출석을 확인하는 경우 교실을 촬영한 사진으로부터 착석여부를 인식해 자동으로 출석을 체크하는 시스템을 제안하였다. 실제 수업에서 촬영한 출석 이미지를 통해 제안한 시스템을 검증하였으며, 참 양성, 참 음성 각각에 대해 약 76%, 72%의 예측 정확도를 얻을 수 있었다. 또한 참 양성과 참 음성 사이에 약간의 정확도 차이가 남을 확인하였다. 이를 통해 객체 검출 알고리즘의 성능을 높이면 더 높은 출석 예측 성능을 기대해 볼 수 있다.

7. 사사의 글

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2017M3C4A7063570)

참 고 문 헌

- [1] Refik Samet, Muhammed Tanriverdi, "Face Recognition-Based Mobile Automatic Classroom Attendance Management System", International Conference on Cyberworlds (CW), pp. 253-256, 2017
- [2] 임범재, 정병훈, 김정선, "블루투스 신호 세기를 이용한 모바일 출결 시스템(Mobile Attendance System using Bluetooth Signal Strength)", KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 24, No. 6, pp. 307-311, 2018
- [3] 이준혁, "스마트폰의 BLE 광고 기능을 이용한 전자출결 시스템", 한국융합학회논문지, Vol. 8, No. 1, pp. 7-12, 2017
- [4] REDMON, Joseph; FARHADI, Ali. Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767, 2018.
- [5] HE, Kaiming, et al. "Mask r-cnn." In: Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. p. 2961-2969. 2017.