

저해상도 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템 개발

김현덕, 이상헌, 손명규

대구경북과학기술원

hyunduk00@dgist.ac.kr, pobbylee@dgist.ac.kr, smk@dgist.ac.kr

Development of Electronic Attendance-Absence Recording System based on Low-Resolution Face Recognition

Hyunduk Kim, Sang-Heon Lee, Myoung-Kyu Sohn

DGIST

요약

본 논문에서는 기존의 바코드, 와이파이, 블루투스, 비콘, RFID, NFC 등의 별도의 장치를 이용한 전자 출결 시스템이 가지고 있는 사용의 불편함 및 부정 출석이 가능하다는 단점을 해결하기 위하여 학생의 얼굴 인식을 통하여 평리하고 자동으로 출결을 확인하고 관리하는 저해상도 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위하여 딥러닝 기반의 저해상도 얼굴 인식 알고리즘을 개발하고 TensorRT를 적용하여 추론 속도를 향상시켜 강의실 내에 설치된 카메라를 이용하여 한꺼번에 다수의 학생 얼굴을 실시간으로 인식하여 빠르게 출결을 확인하는 시스템을 개발하였다.

I. 서론

최근 들어 전통적인 수업 방식에서 이루어지던 출석부를 이용한 호명 방식에서 벗어나 스마트 기기 및 센서를 이용하여 자동으로 출결을 처리하고 관리하는 전자 출결 시스템이 개발되고 있는 추세이다. 하지만, 기존의 바코드, 와이파이, 블루투스, 비콘, RFID, NFC 등의 센서 기반의 전자 출결 시스템은 비용 및 부정 출결과 같은 다양한 문제점이 발견되고 있으며, 이로 인하여 시스템 도입의 효과가 거의 없는 문제점을 안고 있다. 특히, RFID 및 NFC를 이용하는 방식의 경우 이용 장소의 한계와 인증 수단 분실에 따른 재발급 비용과 리더기 불량으로 인한 출석 체크 지연의 문제점이 발생하며, 태그의 대여를 통한 대리 출석이 가능하다는 단점이 존재하고, 블루투스 및 와이파이를 이용하는 방식의 경우 해당 신호를 인지하여 특정 범위 내에 있을 경우에만 출결이 이루어지도록 설계가 되어 있지만 단말기 대여 또는 차명폰을 통한 대리 출석이 가능하며, 스마트 기기 미보유 혹은 전원 차단, 네트워크 연결 오류로 인하여 정상 동작의 어려움이 존재한다. 또한, 모바일 및 GPS를 이용하는 방식의 경우 실내 위치 정보 오류에 따른 오인식 및 스마트 기기 대여 및 인증번호 공유를 통한 대리 출석 등의 문제가 발생한다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 최근 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템의 개발 및 시범 사업이 이루어지고 있는 상황이나, 현재 개발된 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템은 강의실 및 교문 입구에 설치된 카메라에 직접 얼굴을 갖다 대어 출결을 확인 하는 방식이 대부분으로, 교사가 일일이 호명하는 방식에 비하여 빠르게 출결을 확인 할 수 는 있으나, 여전히 출결 확인의 지연에 따른 문제점이 존재 한다.

따라서, 본 논문에서는 2차적인 인증 행위 없이 강의실에 착석하여 학생의 얼굴을 인식함으로써 출석 처리가 가능한 얼굴 인식 기반의 전자 출결 서비스를 개발하고자 한다. 이를 위해 딥러닝 기반의 저해상도 얼굴 인식 알고리즘을 개발하고 TensorRT를 적용하여 추론속도를 향상 시켜 강의실 내에 설치된 카메라를 이용하여 한꺼번에 다수의 학생 얼굴을 실시간으로 인식하여 빠르게 출결을 확인하는 시스템을 개발하고자 한다.

II. 본론

저해상도 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템은 크게 사용자 얼굴 인식 모듈과 전자 출결 서비스 플랫폼으로 구성이 된다. 사용자 얼굴 인식 모듈은 세부적으로 얼굴 검출, 저해상도 얼굴 영상 복원, 얼굴 인식 모듈로 구분된다. 얼굴 검출은 최근 WIDER FACE 벤치마크 등에서 우수한 성능을 보여준 RetinaFace[1] 알고리즘을 제안한 시스템에 맞게 최적화 및 재학습을 하였고, 저해상도 얼굴 영상 복원은 기존 사물 영상의 저해상도 영상 복원 기술인 A2F-SR[2] 알고리즘을 저해상도 얼굴 영상 복원에 맞게 수정 및 재학습을 하였으며, 얼굴 인식은 대규모 영상 데이터셋을 포함한 여러 얼굴 인식 벤치마크에서 우수한 성능을 보여준 SphereFace[3], CosFace[4], ArcFace[5]를 결합하여 최적화 및 재학습하여 사용하였다.

모든 알고리즘들은 PyTorch[6] 프레임워크를 사용하여 모델을 학습하였으며, TensorRT[7]를 통해 최적화 과정을 수행하였다. TensorRT는 학습된 딥러닝 모델을 최적화 하여 NVIDIA GPU 상에서의 추론 속도를 수배~수십배까지 향상 시켜 딥러닝 서비스를 개선하는데 도움을 줄 수 있는 모델 최적화 엔진으로 NVIDIA 플랫폼에서 최적의 추론 성능을 낼 수 있도록 Network compression, Network optimization, GPU 최적화 기술들을 딥러닝 모델에 자동 적용해 준다. 본 논문에서는 정확도의 하락을 방지한 채 그래프 최적화 및 커널 자동 튜닝 등의 기능을 통해 추론 속도를 향상시켰다.

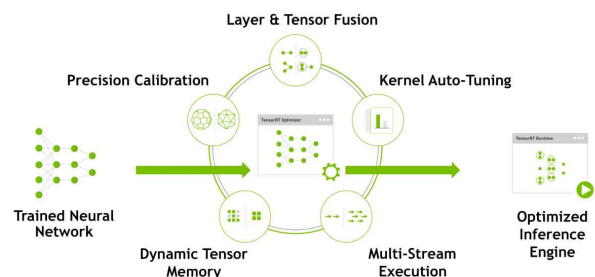


그림. 1. TensorRT를 이용한 딥러닝 네트워크 추론 최적화

한편, 사용자 얼굴 인식 모듈은 기능적으로 등록 단계와 인식 단계로 구분된다. 등록 단계에서는 전자 출결 서비스 플랫폼에서 이벤트 키(0)와 학생이 모바일 단말에서 등록한 본인 얼굴 사진을 사용자 얼굴 인식 모듈로 전달하게 되고, 사용자 얼굴 인식 모듈에서는 얼굴 검출 및 얼굴 임베딩 벡터를 추출하여 서버에 저장 한 후, 성공/실패 여부를 전자 출결 서비스 플랫폼으로 전달하게 된다. 인식 단계에서는 전자 출결 서비스 플랫폼에서 이벤트 키(1)와 강의실 내 설치된 카메라의 IP 및 학생 정보를 전달 받아 카메라에 연결하여 현재 프레임을 가져온 뒤, 얼굴 검출, 저해상도 얼굴 영상 복원, 얼굴 인식의 과정을 거쳐 인식된 정보를 전자 출결 서비스 플랫폼으로 전달하게 된다. 그림 2는 본 논문에서 제안한 저해상도 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템의 구성도를 보여 준다.

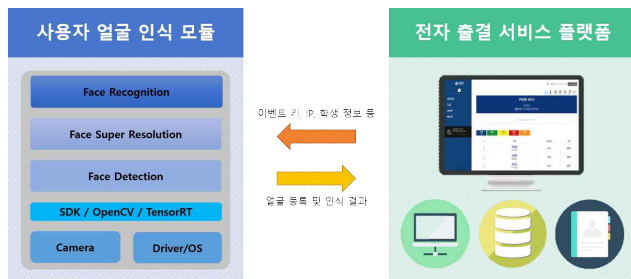


그림. 2. 저해상도 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템 구성도

전자 출결 서비스 플랫폼은 Hypertext Preprocessor(PHP)를 통해 웹 형태로 구현이 되었으며, 사용자 얼굴 인식 모듈과 전자 출결 서비스 플랫폼 간의 통신은 JSON 포맷을 활용하여 데이터를 정의하였으며, TCP SOCKET을 이용하여 통신하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 NVIDIA TITAN RTX GPU를 활용하였으며, HIKVision 사의 IP카메라를 이용하여 테스트를 진행하였다. 그림 3은 제안한 사용자 얼굴 인식 모듈의 수행 결과를 보여준다. 얼굴 검출부터 인식까지 전 과정이 약 50ms 속도로 동작하는 것을 확인 할 수 있다.

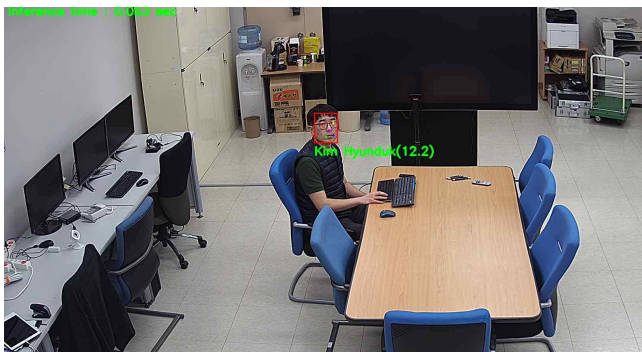


그림. 3. 사용자 얼굴 인식 모듈 수행 결과

III. 결론

본 논문에서는 기존의 전자 출결 시스템이 가지고 있는 불편함 및 부정 출결의 문제점을 해결하기 위하여 얼굴 인식 기반의 전자 출결 시스템을 개발하였다. 기존에 우수한 성능을 보여주는 딥러닝 기반 알고리즘들을 PyTorch 프레임워크를 활용하여 제안한 시스템에 맞게 최적화 및 재학습을 하였으며, 딥러닝 모델 추론 최적화 라이브러리인 TensorRT를 이용하여 인식 모델을 최적화 하였다. 추가적으로 정확도 손실을 최소화하며 양자화 기법을 적용하여 추론 속도 향상을 최대화 한 뒤, 성능 고도화 작업을 수행할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 중소기업벤처부의 기술개발사업(S2860101)과 과학기술정보통신부에서 지원하는 대구경북과학기술원 기관고유사업 (21-IT-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Deng, J., Guo, J., Zhou, Y., Yu, J., Kotsia, I., and Zafeiriou, S. "Retinaface: Single-stage dense face localisation in the wild," arXiv preprint arXiv:1905.00641, 2019.
- [2] Wang, X., Wang, Q., Zhao, Y., Yan, J., Fan, L., and Chen, L. "Lightweight single-image super-resolution network with attentive auxiliary feature learning," In Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision, 2020.
- [3] Liu, W., Wen, Y., Yu, Z., Li, M., Raj, B., and Song, L. "Sphereface: Deep hypersphere embedding for face recognition," In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 212-220, 2017.
- [4] Wang, H., Wang, Y., Zhou, Z., Ji, X., Gong, D., Zhou, J., and Liu, W. "Cosface: Large margin cosine loss for deep face recognition," In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 5265-5274, 2018.
- [5] Deng, J., Guo, J., Xue, N., and Zafeiriou, S. "Arcface: Additive angular margin loss for deep face recognition," In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 4690-4699, 2019.
- [6] pytorch.org
- [7] NVIDIA Corporation, TENSORRT Developer's Guide, 2019.