



An Electronic Attendance-absence Recording System using AIDC(Automatic Identification and Data Capture) Technique and Face Recognition

Jun-Hyuk Lee*

Department of Medical Information, Sahmyook Health University College

ABSTRACT

In this paper, we designed and implemented an electronic attendance-absence recording system using automatic identification and data capture technology, and face recognition. AIDC(Automatic identification and data capture) techniques provide fast, easy and accurate data collection methods. AIDC methods in general do not require human involvement in order to capture data, these methods include technologies like: barcodes, biometrics, RFID(Radio Frequency IDenfitation), NFC(Near Field Communication) and others. It has recently introduced the electronic attendance-absence system using NFC core technologies of automatic identification of student and data collection technology in schools. NFC is a set of short-range wireless technologies, typically requiring a distance of 4cm or less to initiate a connection. NFC allows you to share small payloads of data between an NFC tag and an reader device. However, an electronic attendance-absence recording system using NFC can not prevent unauthorized attendance, and has disadvantages that limit the movement. In this paper, we implemented an electronic attendance-absence system with face recognition technology and NFC to prevent unauthorized attendance. The proposed system will increase the accuracy of this feature out to build a new database through learning not only to detect a student to take a photograph. In addition, it is possible to carry a smaller size by using a small devices that are raspberry pi and arduino.

© 2015 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Automatic identification, Face recognition, NFC, Machine learning, Electronic Attendance-absence recording system

ARTICLE INFO: Received 19 November 2015, Revised 11 December 2015, Accepted 11 December 2015.

*Corresponding author is with the Department of Medical Information, Sahmyook Health University, 82

Manguro Dongdaemoon-gu Seoul, 02500, KOREA.
E-mail address: jhlee@shu.ac.kr

1. 서 론

기정보통신기술의 발전으로 오프라인으로 처리 하던 정보를 온라인으로 처리하는 시대가 빠르게 진행되고 있다. 또한 이에 대한 기반기술로서 자동화 방식을 통해 컴퓨터에서 정보를 자동으로 수집하고 고속으로 분석 및 가공하는 기술이 필수적이다. 이를 위해서는 사람의 개입을 최소화하고 고속으로 정보를 전달하는 분석하는 자동식별 및 데이터 수집(Automatic Identification and Data Capture) 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1].

자동식별 및 데이터 수집 기술은 빠르고 쉽고 정확하게 정보를 수집하기 위한 방법이다. 수집된 데이터는 저장된 컴퓨터나 다른 디바이스에 의해 분석된다. 일반적으로 자동식별 및 데이터 수집을 위해서 사람의 개입이 필요 없는 바코드, RFID(Radio Frequency IDentification), NFC(Near Field Communication) 등과 같은 기술을 사용한다. 산업 분야의 재고 관리, 품질 관리를 비롯하여 다양한 분야에서 응용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다[2].

학교에서도 자동식별 및 데이터 수집 기술을 응용하여 수업에 적용하려는 방안이 논의되고 있지만 널리 사용되는 디바이스인 스마트폰에서 모든 기술이 적용되는 것은 아니기 때문에 부분적으로 밖에 적용되지 못하고 있는 것이 현실이다[3-6]. 본 논문에서는 NFC 및 얼굴 인식 기술, 임베디드 시스템 기반의 소형 디바이스를 이용하여 휴대가 가능하며 출결관리 및 학습능력 재고를 위한 도구로서 학교에서 사용가능한 전자출결시스템을 설계 및 구현하였다.

출결관리를 위해서 NFC 정보와 얼굴 인식 기술을 이용하며 정보 수집을 위해 사용되는 저전력 싱글 보드인 라즈베리 파이와 아두이노를 활용하면 교실 내에서 원하는 위치에 부착하여 사용할

수 있을 뿐 아니라 휴대가 가능하여 야외에서 수업을 진행할 때도 사용할 수 있다. 전자출결시스템은 수업 진행자가 원할 경우 주기적으로 사진을 찍어 학생들이 강의실을 벗어나거나 수업에 불성실하게 참여할 경우 해당 시간을 기록하여 학습능률 재고를 위한 도구로 활용 가능하다. 개발에 사용된 언어는 운영체제에 상관없이 범용적인 시스템에서 호환가능 하도록 파이썬으로 제작되어 라즈베리 파이 시스템이 아니더라도 강의실에 배치된 강의용 컴퓨터에 언서도 사용 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 기술에 대해서 살펴본다. 제 3장에서는 제안 시스템 설계 및 구현에 대해서 살펴보고, 제 4장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련 이론

2.1 NFC(Near Field Communication)

NFC는 신분증과 신용카드를 대체할 수 있는 차세대 모바일 기술로 13.56MHz 주파수를 사용하여 10cm 이내 거리에서 낮은 전력으로 전자 기기 간의 무선통신을 가능하게 하는 비접촉 근거리 무선통신 규격으로, 2002년 네덜란드 NXP 반도체와 일본 소니가 공동 개발했다. NFC의 전송 속도는 최대 42Kbps이며 근접성의 특성과 암호화 기술이 보장되어 보안성이 뛰어나다. NFC는 RFID 기술을 활용한 스마트카드 방식의 비접촉 무선통신 기술로서 양방향성, 저장 공간의 활용성 등 다양하고 적용 가능한 서비스의 폭이 넓은 장점을 가지고 있다[7].

NFC 표준은 ISO/IEC 14443은 근접형 비접촉 IC 카드의 규격으로 교신 속도도 106Kbps 이상으로 고속이며 특히 여권이나 면허증 또는 전자머니를 비롯한 고도의 보안성을 요구하는 비접촉 IC 카

드에서 채용하고 있다.

NFC Forum에서는 태그 제조사들 간의 호환성을 보장하기 위해 NFC에 사용되는 태그의 종류를 4가지로 분류하여 정의하였다. <표 1>은 4가지 타입의 NFC 태그와 이에 대한 주요 특징을 나타낸다.

표 1. NFC 태그 분류
Table 1. NFC Tag Type

분류	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
표준	ISO/IEC 14443 A		ISO/IEC 18092	ISO/IEC 14443 A/B
제품	Topaz	Mifare	Felica	DESFire
메모리	< 1KB	< 2KB	< 1MB	< 64KB
속도 (Kbps)	106		212	106, 212, 424
프로토콜	Proprietary		Felica	ISO/IEC 14443-4 7816-4
데이터접근	R/W, Read Only			

NFC의 통신은 RFID에서의 단 방향 통신뿐만 아니라 능동형(Active) 디바이스간의 양방향 통신을 지원하며 운용 방법에 따라 3가지 모드로 동작할 수 있다.

Card Emulation 모드는 교통카드 및 상품 결제를 위해 적용되는 모드로서 비접촉 IC 카드 방식의 수동형 태그 형식으로 동작하며 기기 내에 저장하고 있는 정보를 외부의 능동형 디바이스에 전달하는 역할을 수행한다.

Reader/Writer 모드는 외부 전자 태그 상에 존재하는 정보를 획득하여 이에 해당하는 정보를 제시한다. RFID 태그의 제품 정보, 가격 등의 정보를 읽고 쓰기 위해 고안된 것으로 스마트폰에 NFC 내장되면서 칩 기반 태그의 읽기 기능을 사용할 수 있을 뿐 아니라 인쇄된 코드를 스캔하여 NFC 포맷

으로 변환하여 기록할 수 있다.

P2P 모드는 NFC 기능이 내장된 두 대의 스마트 디바이스가 능동 모드로 통신하는 방식으로 디바이스간의 멀티미디어 데이터와 같은 정보를 송신 및 수신할 수 있는 기능을 수행할 수 있다. 그러나 능동 모드로 데이터를 전송하기 위해서는 RF 필드 생성과 같은 과정에서 전력 소모량이 큰 단점이 존재한다.

2.2 얼굴 인식 기술

얼굴 인식은 공학, 심리학, 신경과학 분야 등 다양한 분야에서 폭넓게 연구가 진행되고 있다. 얼굴 인식 연구는 1990년대 후반부터 상업화에 성공하여 전 세계적으로 다양한 분야에서 적용이 되고 있다.

얼굴 인식에서 입력 영상은 정지 영상, 동영상, 칼라 영상과 흑백영상으로 나눌 수 있다. 얼굴 인식 과정은 얼굴검출 기술과 특징 추출 및 매칭을 통한 얼굴 인식 기술로 나눌 수 있다. 인식 대상이 되는 영상을 획득 후 영상에서 인식하고자 하는 얼굴 영역만을 따로 분리하는 과정이 필요하다. 얼굴 영역이 정확히 추출 되어야 높은 인식률의 얼굴 인식 시스템을 구축할 수 있다. 얼굴 검출 이후 조명 및 변형에 대한 보상이 이루어지는 정규화 과정을 거친 후 최종적으로 얼굴의 대상이 누구인지를 판별한다. <그림 1>은 얼굴 인식 시스템 구성도를 나타낸다[8].

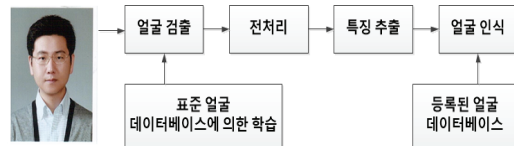


그림 1. 얼굴 인식 시스템 구성도
Figure 1. Face Recognition System Configuration

2.3 전자 출결 시스템

전자출결시스템(Electronic attendance-absence recording systems)이란 오프라인의 강의실 수업방식에 있어 혼합학습을 위한 강의 지원 시스템 중 하나로, 많은 수강인원이 참석하는 수업에서 기존의 호명식 출결처리 대신 지문 또는 RFID, 블루투스를 장착한 학생증을 이용하여 신속하고 정확하게 출결처리를 하는 최적의 시스템이다. 주요기능으로 강의시간 설정, 과목별 출석현황과 학생출석상태를 확인할 수 있는 전자출석부, 출석기록조회, 출석통계를 이용한 다양한 분석, 학사성적연계 등이 있다.

기대효과로는 출결시스템과 학사시스템의 통합으로 대학교 학사시스템 통합관리, 정확한 출결관리를 통한 학생들의 수업참여도 향상, 대리출석방지를 통한 학생들의 불만 최소화, 신속한 출결처리로 강의시간 확보, 대단위 강의실 출결 자동체크, 학생출결관리에 소모되는 인력감축, 학교 이미지 향상 등이 있다.

시스템의 구성은 전자출결서버를 중심으로 출결 단말기, 출석대상, 학사운영시스템을 동기화하여, 웹을 통해 실시간 출결상황을 조회할 수 있도록 되어있다. 전자 출결 시스템의 주요 기능은 <표 2>와 같다.

학생증 단말기 접촉 후 수업을 불참하거나, 한 학생이 여러 학생증을 이용하여 대리출석이 가능한 단점이 있어, RF단말기에 카메라와 위조지문 판별센서를 장착하고, 학생이 강의실을 입·퇴장할 시 RF단말기와 반응하도록 하는 등의 여러 기술이 접목되고 있다. 최근에는 스마트폰을 이용한 온라인 출결 관리 시스템이 등장하여, 기존 출결시스템의 높은 초기 투자 비용 등의 단점을 해결하였다.

표 2. 전자출결시스템 주요 기능
Table 2. Electronic Attendance System Features

메뉴	기능
전자출석부	과목별 출결조회, 강의시간표조회
수업관리	강의관리, 출결관리, 휴강조회, 보강조회, 공휴일관리, 교/강사 정보조회
강의실관리	강의실관리, 단말기관리
출석통계	과목별 출석통계, 교수별 출석통계, 교수/강사 출근현황
게시판	공지사항, 문의게시판, 단말기 관련 공지

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 시스템 구성

본 논문에서는 자동식별 및 데이터 수집 기술과 얼굴 인식 기술을 이용한 전자 출결 시스템을 제안하였다.

<그림 2>는 제안 네트워크 모델을 나타낸다. NFC 태그 리더와 웹 카메라를 연동한 라즈베리파이를 통해 태그 사용자의 얼굴을 인식한다. 인식한 얼굴을 기존 정보와 비교하여 부정 출결의 유무를 확인하고 출석이 처리되면 사용자의 새로운 얼굴을 학습하여 얼굴 인식률을 높인다. 또한 다른 사용자의 정보도 함께 학습하여 판별 오차 범위를 좁힌다.

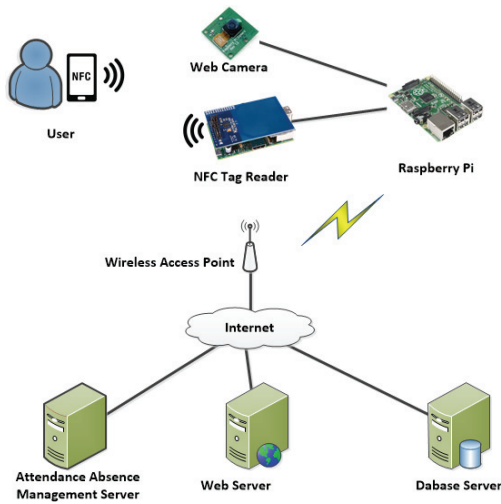


그림 2. 제안 네트워크 모델
Figure 2. Proposed Network Model

제안하는 시스템은 사용자가 많을수록 출석횟수가 늘어날수록 인식률이 증가하는 특징을 가지고 있다. 수업 중에는 웹 카메라를 통해 주기적으로 사진을 찍어 장시간 자리를 비우는 학생을 찾아낼 수 있다.

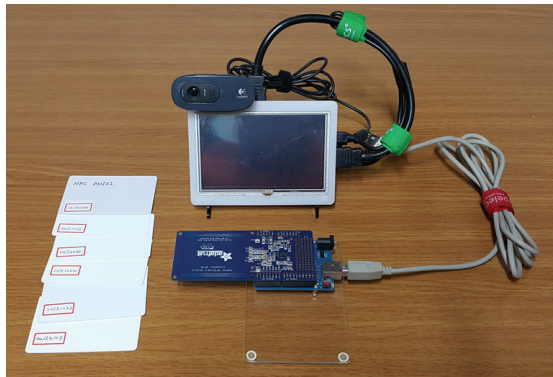


그림 3. 시스템 구성
Figure 3. System Configuration

제안 시스템은 NFC 태그 리더 및 웹 카메라를 연동한 라즈베리 파이, 얼굴인식 데이터 및 출결

상황 저장을 위한 데이터베이스 서버, 웹과 애플리케이션에서 출결을 확인하기 위한 웹 서버로 구성된다. <그림 3>은 본 논문을 위해 구성된 시스템 사진이다.

3.2 시스템 동작

제안 시스템의 동작도는 <그림 4>와 같다. 제안 전자 출결 시스템은 다음과 같이 동작한다.

① 학습 참여자가 스마트 디바이스를 이용해서 라즈베리 파이와 연동한 NFC 태그 리더에 NFC 태그 정보를 인식 시킨다.

② 라즈베리 파이의 카메라를 통해 학습 참여자의 얼굴 사진을 찍은 후 출결 관리 서버로 사진을 전송한다. 찍힌 사진에서 얼굴을 감지하지 못하거나 얼굴이 2개 이상 감지될 경우 재촬영을 요청한다. 얼굴 검출과 출결 관리 서버로 전송할 사진 용량을 줄이기 위해서 필터링 및 얼굴만 잘라내는 작업을 진행한다.

③ 출결 관리 서버에서 학습 데이터베이스와 비교하여 학습 참여자를 찾아낸다.

- 학생을 찾아서 인증이 완료될 경우 인증 완료 시간 및 출결 상황을 데이터베이스로 전송하고 인증 완료 메시지를 학습 참여자와 학습 진행자의 스마트 디바이스로 전송한다.

- 학습 참여자를 찾아내지 못하거나 NFC 태그 정보로 읽어 들인 학생 정보가 일치하지 않을 경우 인증 오류 메시지를 학습 참여자와 학습 진행자의 스마트 디바이스로 전송한다.

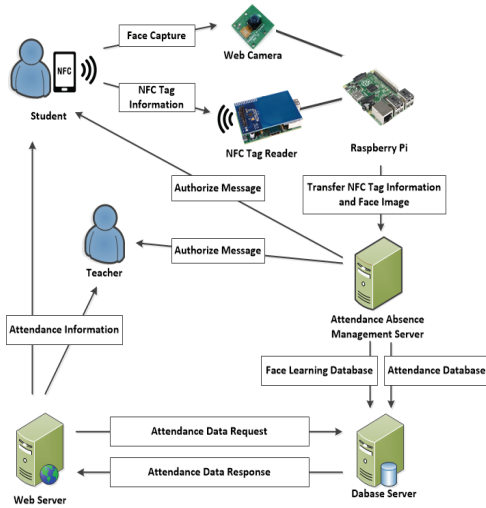


그림 4. 제안 시스템 동작
Figure 4. Proposed System Process

④ 수업이 시작되면 웹 카메라를 이용해서 주기적으로 학생들 얼굴을 찍고 이를 서버로 전송하여 현재 수업에 참여중인 학생들의 정보를 분석한다. 수업 중 학생들 사진을 분석하는 이유는 다음과 같다.

- 출석 확인을 한 후 수업에 참석하지 않는 부정행위 방지
- 수업이 진행된 이후에 도착하여 지각 확인을 올바르게 하지 못한 학생을 검출

- 학생들이 수업 시간에 얼마나 자리를 비우는 지 확인하거나 수업에 참여하지 않는 학생 정보를 확인하여 수업 참여도 분석 및 학습 능률 재고에 활용하기 위한 목적

<그림 5>는 출석 관리 시스템에서 이루어지는 프로세스를 나타낸다.

⑤ 제안 전자 출결 시스템은 스케줄러를 통해 수업 이외의 시간에 새로 추가한 사진과 태그 정보를 학습한다. 학습 방법은 해당 학생의 얼굴 사진 학습인 긍정 학습(Positive face learning)과 해당 학생을 제외한 사진 학습인 부정 학습(Negative face learning)을 진행한다. 수업 이외의 시간에 해당 교과목의 학습을 진행하는 이유는 학습에 걸리는 시간으로 인해 출결 처리에서 발생하는 지연을 방지하기 위해서이다. <그림 6>은 스케줄러를 통한 얼굴 인식 학습을 진행한 결과 로그의 일부본이다.

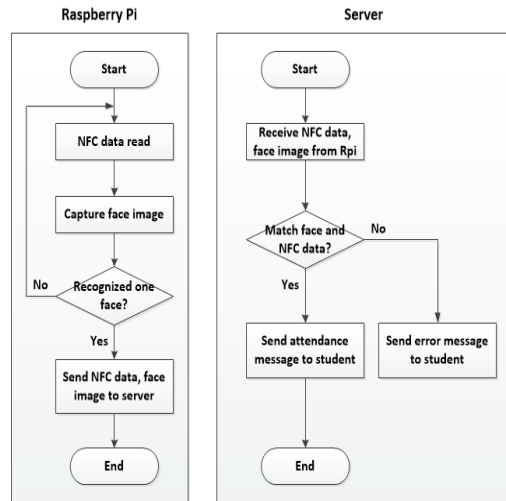


그림 5. 출결 관리 동작
Figure 5. Attendance-absence Management Process

⑥ 제안 전자 출결 시스템은 스케줄러를 통해 정해진 시간 단위로 수업에 참여중인 학생들을 촬영한다. 정해진 횟수 이상으로 출석으로 인정된 학생의 얼굴이 검출되지 않을 경우 학생의 자리 비움 알림 또는 학습 참여도 재고를 학습 진행자의 스마트폰으로 메시지를 전송한다.

```

1_sung2ne@ibetter:~/eletronic-attendance-absence-system (ssh)
28-Oct-2015 10:14:32 facerecognizer.server.py writeCache
INFO: wrote cache
28-Oct-2015 10:14:34 facerecognizer.server.py reconstructFaces
INFO: reconstruction over
28-Oct-2015 10:14:40 facerecognizer.server.py reconstructFaces
INFO: reconstruction over
28-Oct-2015 10:14:52 facerecognizer.server.py reconstructFaces
INFO: reconstruction over
28-Oct-2015 10:14:58 facerecognizer.server.py reconstructFaces
INFO: reconstruction over
28-Oct-2015 10:15:04 facerecognizer.server.py reconstructFaces
INFO: reconstruction over
28-Oct-2015 10:15:15 facerecognizer.server.py reconstructFaces

```

그림 6. 얼굴 학습 결과 로그
Figure 6. Learning Face Recognition Log

<그림 7>은 스케줄러를 통해 촬영한 이미지와 정규화를 거쳐 얼굴을 검출해낸 이미지이다. 서버에서는 정규화 이후 얼굴이 검출된 사용자의 학번과 출석으로 인정된 학생의 학번을 비교한다. 사진에서 모자를 쓴 학생과 얼굴을 가린 학생은 검출이 되지 않는데 이는 학생의 정면 사진에 대한 학습만 이루어 졌기 때문이며 다양한 각도에서 학습을 통해 정확도를 개선할 수 있다.

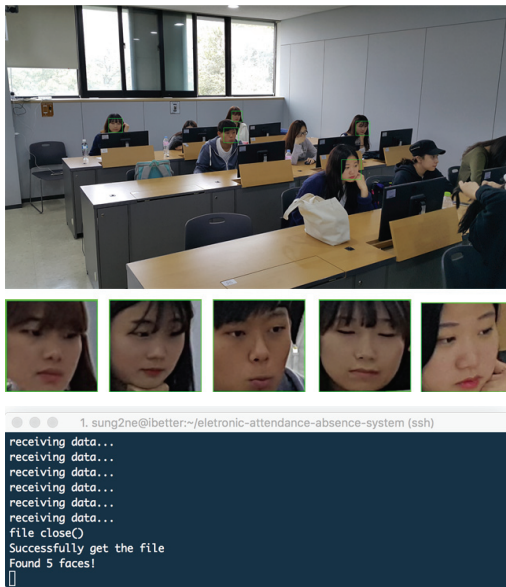


그림 7. 스케줄러를 통한 얼굴 인식
Figure 7. Face Recognition on Scheduling

<그림 8>은 테스트를 위해 구성된 전자 출결 시스템의 전자 출결을 결과를 모바일 애플리케이션을 통해 확인하는 화면이다.

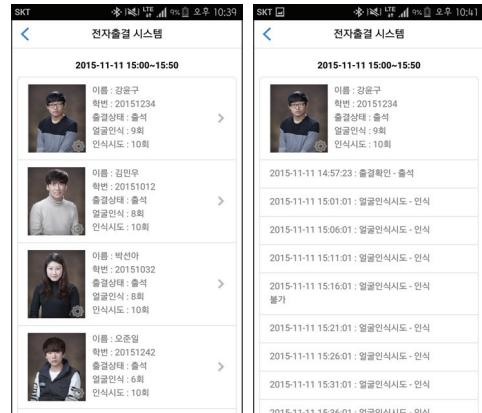


그림 8. 전자 출결 결과 화면
Figure 8. Electronic Attendance-absence Recording Result Screen

4. 결 론

본 논문에서는 자동식별 및 데이터 수집 기술과 얼굴 인식 기술을 이용한 전자 출결 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현된 시스템은 NFC를 이용한 전자출결 시스템의 단점인 부정출결을 방지하기 위해서 얼굴인식 기술을 적용하여 NFC 태그를 시도하는 학생의 얼굴을 같이 확인함으로써 부정출결을 방지한다. 또한 얼굴을 인식을 위해 사용된 얼굴사진을 학습에 사용함으로써 얼굴인식의 정확도를 높이고 머리모양의 변화나 안경과 같은 액세서리에 대해서 강건하게 대처할 수 있도록 설계하였다. 제안된 시스템은 opencv를 통해 이미지를 처리하기 위해서 파이썬을 이용하여 구현되었기 때문에 범용적인 컴퓨터 뿐만아니라 라즈베리 파이와 같은 저전력 싱글보드에서도 동작하므로 휴대가 가능하여 야외에서도 활동 가능하다. 향후 좀 더 정확한 출결확인이 가능하도록 NFC 이외에

도 RFID, QR 코드, 블루투스, Wi-Fi 인식기술 등을 이용하여 다양한 출결 인식 기술을 적용할 예정이다. 또한 GPS나 무선AP를 이용한 위치 기반의 인증을 추가하여 특정 장소나 특정 범위 내에서만 애플리케이션이 실행 가능하도록 하여 야외에서의 부정출결을 방지할 수 있는 기능을 추가할 예정이다.

References

- [1] M. V. Briseno, F. I. Hirata, J. D. S. Lopez, E. J. Garcia, C. N. Cota, and J. I. N. Hipolito, *Using RFID/NFC and QR-code in mobile phones to link the physical and the digital world*, Journal Interactive Multimedia, pp. 219-242, 2012.
- [2] Y. L. Lee, and W. H. Tsai, *Signal rich art image-A new tool for automatic identification and data capture applications using mobile phones*, IEEE International Conference on Acoust, Speech Signal Processing, pp. 1942-1946, 2013.
- [3] Y. S. Cho, and K. M. Kim, *NFC-based attendance checking system for institutions of higher education*, KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 21, No. 4, pp. 283-289, 2015.
- [4] T. S. Ham, J. H. Kim, S. I. Kim, H. J. Jeon, K. H. Park, and Y. H. Kim, *Smart phone-serial authentication based the attendance management system for the prevention of proxy attendance*, Proceedings of KIIT Summer Conference, pp. 207-210, 2013.
- [5] L. J. Hyuk, *A mobile electronic attendance-absence recording system using smart device*, Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 1449-1450, 2015.
- [6] W. B. Lee, *A attendance-absence checking system using the self-organizing face recognition*, Journal of the Korea Contents Association, Vol. 10, No. 3, pp. 72-79, 2010.
- [7] D. S. Cho, *An implementation of attendance management system using NFC*, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, pp. 1639-1644, 2013.
- [8] H. S. Lee, Y. S. Chung, J. Y. Kim, and H. S. Cho, *A survey of face recognition technologies and standards*, Journal of the Korea Institute of Information Technology, Vol. 8, No. 1, pp. 33-41, 2010.
- [9] OpenCV, <http://opencv.org/>
- [10] Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/>

자동식별 및 데이터 수집 기술과 얼굴 인식 기술을 적용한 전자출결 시스템

이준혁

삼육보건대학교 의료정보과

요 약

본 논문에서는 자동식별 및 데이터 수집 기술과 얼굴인식 기술을 적용한 전자출결 시스템을 설계 및 구현하였다. 자동식별 및 데이터 수집 기술은 빠르고 쉽고 정확하게 정보를 수집하기 위한 방법이다. 최근에는 학교에서 자동식별 및 데이터 수집 기술의 핵심 기술인 NFC를 이용하여 전자출결에 도입하고 있다.

하지만 NFC를 이용한 전자출결 시스템은 부정출결 방지가 어렵고 시스템의 크기가 크기 때문에 이동에 제한이 있다는 단점이 존재한다. 본 논문에서는 NFC와 함께 얼굴인식 기술을 적용하여 부정출결을 방지하는 전자출결 시스템을 설계 및 구현하였다. 제안된 시스템은 얼굴 사진을 찍어 학생을 검출하는 것뿐만 아니라 기계 학습을 통해 새로운 데이터베이스를 구축해 나가는 기능을 추가하여 판별의 정확도를 증가시켰다.

감사의 글

본 논문은 삼육보건대학교의 2015학년도 학술연구 조성비를 지원 받음.



Jun Hyuk Lee received the bachelor's degree in the Department of Electronic & Communication Engineering from the Dong-Eui University in 1993.

He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Electronic & Communication Engineering from Kwang Woon University in 1997 and 2009. He was a professor in the Department of Information & Communication Engineering at ICT Polytechnic College from 1999 to 2013. He has been a professor in the Department of Medical Information at Sahmyook University College since 2014. His current research interests include Hospital Network System, IoT, Network Reliability. He is a regular member of the KKITS.

E-mail address: jhlee@shu.ac.kr