

# QR code를 이용한 수시 출석 인증시스템 설계

조재현\* 김현진\* 허송이\*

\*중부대학교 (Joongbu University)

## Design of Continuous Attendance Certification System

using QR code

Jaehyeon Cho\* Hyeonjin Kim\* Songyi Heo\*

\*Joongbu University

### 요 약

최근 바이러스와 같은 다양한 요인으로 인해 초연결 사회가 한층 빨리 다가오고 있다. 이에 비대면으로 교육, 회의, 업무 등을 진행하는 시대에 돌입하였으며 온라인을 통해 여러 문제를 해결한다. 그러나 출석에 대한 문제가 존재하는데 초기 출석 이후 자리를 비우거나, 다른 행동을 하여도 이를 파악하기 힘들다는 문제가 있다. 본 논문에선 이러한 문제를 해결하기 위해 QR(Quick Response) code를 이용하여 수시 출석 인증 시스템을 설계, 개발하기 위한 연구를 진행한다. 수시 인증에 대한 불편함이 없도록 연결성을 고려하고, 인증이 가능한 만료 시간을 이용하여 위 시스템 설계를 진행할 것이다. 이를 통해 비대면 사회에서 일어날 수 있는 업무 집중도 저하와 같은 문제를 해결하며 이를 이용한 다양한 시도에 대한 발판을 만들고자 한다.

### I. 서론

비대면 사회에 들어서면서 교육, 회의, 업무 등 다양한 문제를 온라인으로 처리한다. 하지만 온라인에선 해당 인원이 자리에 있는지 확인하는 것은 실질적으로 힘들다. 이에 SNS 메신저나 QR(Quick Response) code를 이용한 출석[1] 등 다양한 방법을 사용하고 있는데 이와 같은 방법은 첫 출석 작업 이후 관리/감독이 힘들다. 현재 지속적인 출석 인증에 관한 연구는 거의 이루어지고 있지 않으며 이러한 문제를 여전히 사람 간의 신뢰에 의존해야 한다. 그러나 이러한 부분을 시스템적으로 설계하여 개발해둔다면 정확한 수치화를 통해 온라인 교육, 회의, 업무 등에 대한 더 정확하고 명확한 인원 관리/감독이 가능해질 것이다.

따라서 본 논문에선 만료 시간을 정해둔 QR code 촬영을 통해 지속적으로 출석을 확인할

수 있는 인증 시스템을 설계하여 위와 같은 문제를 해결하고자 한다. 그리고 이러한 과정에서 QR code 수시 인증에 대한 불편함이 생길 수 있는데, 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에선 두 가지 방식을 제안한다. 첫 번째는 클라이언트 측에서 상시 패턴 분석을 통해 수업, 업무 등을 정상적으로 수행하고 있다고 판단되면 QR code 상시 인증을 수행하지 않아도 되도록 한다. 두 번째는 최초 인증 시 각 사용자에게 만료가 되는 키를 부여하여 이후 인증 시엔 추가 인증 없이 QR code 인식만 하면 되도록 설계하여 편리성과 효율성을 함께 높일 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 QR code를 통하여 인증 시스템을 설계한 선행 연구들을 알아본다. 3장에서는 제안 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 결과를 보여주고, 5장에서는 결론을 내며 본 논문을 마치고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 전자 출결 시스템

출결 시스템은 지금까지도 계속해서 발달하며 다양한 기술을 이용하고 있다. 스마트폰을 이용하여 전자 출석을 진행하는 과정을 설명한 연구[2]부터 나아가 QR code를 이용한 출석체크로 로그인이란 불편한 과정을 간소화시킨 연구[3]도 존재한다. 단, 관련 연구들은 일회성 출석체크에 초점을 두어 진행하므로 사용자가 자리를 이탈하거나 수업 외의 행동을 하는 것을 방지하지 못하는 한계점이 있다. 그래서 본 연구에선 QR code 기반의 자동 출결 시스템 연구[1]에서 나아가 사용자에게 대한 수시 출결 시스템을 설계하고자 한다.

### 2.2 QR code 인증 방식

QR code 촬영은 모바일 기기를 통해 이루어진다. QR code 출석체크를 위해선 QR code를 촬영할 기기의 사용자와 client 사용자가 서로 일치되어야 하며, 인증 서버를 통해 상호인증이 되어야 할 것이다. 관련해서 QR code와 스마트 기기를 이용하여 Two-Factor 기반 상호인증 시스템을 설계한 연구[4]가 존재한다. 이러한 상호인증을 통하여 사용자와 해당 모바일 기기를 일치시키고 이후 모바일 기기에 토큰을 부여하여 일정 시간 동안 재인증 과정 없이 출석체크가 가능토록 만들 것이다.

### 2.3 QR code에 담은 정보

QR code는 바코드와 달리 100배 이상의 정보 저장에 가능[5]하다. 기록 가능한 정보량은 버전 40 기준으로 최대 23,648비트이다. QR code는 단지 출결에 대한 주소 정보뿐만 아니라 인증과 관련된 다양한 정보를 담을 수 있다. 관련하여 QR code에 다양한 정보를 담아 출석체크를 하는 방식에 관해 연구한 연구[6]가 있다. 해당 연구에선 QR code에 수업 이름, 강사, 날짜, 시간과 패스워드 등의 정보를 QR code에 함께 담아 인증하는 방식을 설명한다. 이처럼 본 연구에서도 QR code에 인증과 관련된 주소뿐만 아닌 추가적인 정보를 GET 방식의

Key-Value 방식으로 전송해 인증할 수 있도록 시스템을 설계하고자 한다.

### 2.4 사용자 행동 패턴 분석

주기적으로 수시 출석을 할 시 사용자의 집중도를 떨어뜨릴 우려가 있다. 따라서 사용자가 자리에 위치하여 있다고 판단할만한 패턴을 분석해 수시 출석 빈도를 최대한 줄이고자 한다.

이전부터 최근까지 웹캠을 이용하여 사용자의 행동을 파악하려는 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 웹캠이란 개인용 컴퓨터에 다는 화상채팅용 비디오카메라로, 이더넷, 와이파이 등을 통해 실시간으로 컴퓨터나 네트워크에 이미지를 공급하는 것을 말한다.

웹캠을 통해 얻은 영상을 바탕으로 손동작을 인식하는 연구가 진행되었으며[7][8], 사용자의 시선을 추적하는 연구[9][10], 그리고 OpenPose(영상에서 실시간 사람의 몸동작을 키 형태, 포인트로 추출할 수 있는 라이브러리)를 이용하여 사람의 동작을 파악하는 연구[11][12]도 진행되었다. 각종 연구들이 선행되어 우리는 마우스 추적, 시선의 흐름, 각도 정보 등을 사용자 패턴으로 선정하여 학생들의 강의 집중도를 판단할 수 있다고 생각한다. 그 중 사용자의 행위를 면밀하게 관찰하기 위해 세부 행위별 관찰 방법을 제안하는 연구[10]도 진행되었었는데 사용자의 지각행위(상태의 감지)에는 시선추적이 적합하며, 행동 행위의 관찰에는 마우스 추적이 적합하단 것을 알 수 있었다.

따라서 우리는 웹캠을 통한 시선 추적과 마우스 추적을 바탕으로 사용자의 패턴을 분석하며 수시 출석의 빈도를 조절할 것이다.

### 2.5 동공 검출 기술

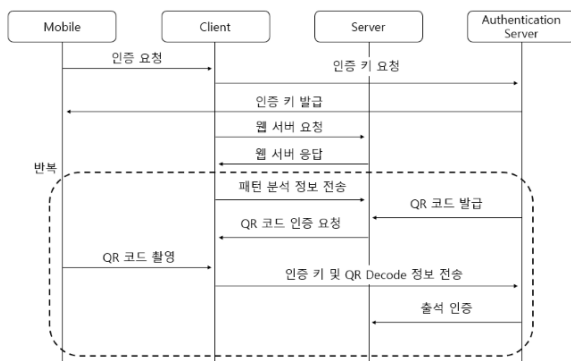
본 논문에서 시선 추적을 위한 동공 검출 기술 역시 분석해보았다. 일반적인 시선 추적 기술은 동공 위치 검출 과정과 좌표시스템 변환 과정으로 구성된다. [18] 논문의 경우 모델 기반 기법을 이용하며 사전에 2차원(2D) 혹은 3차원(3D) 형태의 눈 모델링을 하고 각 모델링 형태에 따라 적합한 장비를 사용하여 입력을 받는

다. 그리고 모델링 방식에 따라 동공의 위치를 추정한다. [19] 논문은 외형 기반 기법을 이용하며 동공이나 홍채로부터 소정의 특징을 추출하고 이를 이용하여 동공 위치를 추정하는 방식으로 시선 추적 기술을 활용하였다. 이뿐 아니라 정확도를 높이기 위하여 최근엔 머신러닝 기반[20][21][22][24][25], 혹은 딥러닝 기반의 시선 추적 기술[26][27][28] 역시 연구되고 있다. 본 연구에선 이러한 기술 중 본 시스템 적용을 위한 최적화된 기술을 선택하여 적용할 것이다.

### III. 제안 방법

#### 3.1 시스템 구성도

본 논문에서 제안하는 시스템 동작 과정은 다음 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 수시 출석인증 시스템 동작 과정

#### 3.2 동작 과정

우선 QR code를 촬영할 수 있는 모바일 기기에서 Web Client로 인증을 요청한다. 그럼 Web Client는 Web Server와 Authentication Server를 통해 사용자 인증 키를 발급받아 모바일기기에 전송한다. 이 키의 만료 시간은 하루 수업(혹은 업무) 시간과 같다. 이후 Web Client는 Web Server로부터 필요한 서비스를 제공한다. 이후 Web Client 측에서 자체 패턴 분석을 시작한다. 패턴 분석엔 다양한 방법이 존재하나 본 연구에선 2.4에서 설명한 시선 추적 기술을 이용하여 진행하였다. 시선 추적 기술은 웹캠과 같은 장비를 이용하여 사용자 정보를 획득, 분석하는 행위인 만큼 우선 사용자

동의를 얻는다. 이후 사용자 시선이 할당 범위에서 일정 시간 이상 벗어나 있는지 판단하여 해당 사용자가 수업 혹은 업무 등을 정상적으로 수행하고 있는지 1차 적으로 판단한다. 이러한 정보는 클라이언트 단에서 처리하게 되므로 영상 처리 정보는 서버로 전송되지 않는다. 만약 이 과정에서 정상 패턴과 벗어났다고 판단이 되면 Authentication Server에서 Web Server로 QR code를 발급해 준다. 이 QR code는 3분간 인증이 유효하게 된다. Web Server는 이 QR code를 해당 만료 시간 동안 Web Client에 팝업 형식으로 띄워준다. 이후 만약 자리에 위치해 있는 사용자가 해당 팝업을 발견하고 모바일 기기로 QR code를 촬영한다면 모바일 기기에 있는 사용자 인증 키와 QR code를 Decode 한 정보를 Authentication Server로 전송하게 된다. 그럼 해당 Authentication Server는 사용자와 인증정보를 검증하여 Server에게 출석인증 정보를 전송한다. 이후 서비스를 제공받는 동안 [그림 1] 반복 구간이 계속되며, 이 같은 과정으로 수시 출석이 이루어지게 된다.

#### 3.3 사용자 행동 패턴 분석

본 논문에선 사용자의 행동 패턴을 파악하기 위하여 시선 추적과 마우스 추적 기법을 사용할 것이다. 시선추적으로는 시선의 시작 위치, 흐름, 머무는 정도를 수집할 것이고, 이를 데이터화시켜 패턴 분석에 적용하려 한다. 먼저, 강의 콘텐츠의 움직임을 시각화한 데이터를 저장하고 사용자의 시선 데이터(시선의 시작위치, 흐름, 머무는 정도) 또한 시각화하여 저장한다. 이후 두 데이터를 비교한 결과를 바탕으로 사용자가 실제로 강의를 시청하고 있는지에 대한 판단을 진행한다. 또한 마우스를 사용하는 수업에서는 마우스를 사용하는 구간과 그렇지 않은 구간에서의 사용자 데이터를 수집하여 사용자의 행동 패턴을 파악할 수 있다, 강의에 방해되지 않으면서 사용자의 집중력을 판단하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 행동패턴 분석을 시선추적과 마우스 추적 이 2가지 기술을 이용하기로 결정하였고, 두

기술을 통해 얻은 데이터를 종합하여 사용자의 집중도를 판단할 것이다.

### 3.4 수시 출석 인증

본 서버에 접속하기 위해서 발급되는 인증용 QR코드는 접속 시 1회 발급된다. 이후 재인증 을 위한 QR코드 발급은 강의가 시작된 후 패턴 분석 외에 기본적으로 최소 1회 QR코드를 발급 하여 재인증을 시도하며, 패턴 분석을 통해 수업에 참여하지 않는다고 판단할 경우, QR코드는 최대 10분당 1회 QR코드를 발급한다. 본 논문에선 2가지 패턴 분석의 결과를 토대로 두 항목 모두 기준치에 미달했을 경우 QR코드의 발급 여부가 결정되며, 실제 강의를 듣고 있다고 판단하면 QR코드는 강의 시간 중 랜덤으로 1회 발급된다. QR코드는 이전에 인증하지 못했던 QR코드와 동일하다. 이후 QR코드를 통한 인증 정보는 서버로 전송되어 출석 인증에 대한 정보로 기록된다. 남은 강의 시간동안 패턴 분석을 지속적으로 진행하여 분석 결과에 따라 수시적으로(최대 10분당 1회) QR코드의 발급 여부를 결정한다. 집중도 평가 지표에 따른 QR 코드 최대 발급 횟수에 대한 수식을 정의해보

았다. N은 1시간당 최대 QR코드 발급 횟수이며 X가 0부터 100 사이의 Eye Tracking을 통한 집중도 평가 점수, Y가 0부터 100 사이의 Mouse Tracking을 통한 집중도 평가 점수라고 가정하였을 때, 최대 QR코드 발급 횟수는 다음과 같이 정의할 수 있다. 해당 수식에서 X와 Y는 0에 수렴할수록 집중도가 높다고 평가한다. 만약 사용자의 집중도가 높다고 평가될 경우 N은 0에 가까울 것이며, 집중도가 매우 낮다고 평가될 경우 최대 10이 될 것이다.

$$N = [(X * Y) / 1000]$$

## IV. 비교 검증

본 연구에 대한 실효성을 검증하기 타 연구와의 비교 검증을 진행하였다. 총 9개의 연구를 대상으로 비교하였으며 출결 시스템에서는 A[15], B[16], C[17] 논문, QR 코드 부분에서는 D[1], E[3], F[4] 논문, 행동 패턴 부분에서는 G[8], H[10], I[12] 논문을 비교 검증 대상으로 선정하여 [표 1]로 정리해보았다. 우선 출결 시스템 부분이다. 출결 시스템 부분에서 A 논문

구분	체크 항목	비교			
		본 논문	A	B	C
출결 시스템	수시성	○	○	○	X
	보안성	○	△	○	○
	편의성(학생)	△	○	○	△
	편의성(교수)	○	△	○	○
	자유성(시공간)	○	○	X	○
	적은 비용	○	○	X	○
구분	체크 항목	본 논문	D	E	F
QR 코드	수시성	○	X	X	X
	보안성	○	△	△	○
	편의성(학생)	○	○	○	○
	편의성(교수)	○	○	○	○
구분	체크 항목	본 논문	G	H	I
행동 패턴	수시성	○	△	△	X
	보안성	△	X	X	X
	편의성	○	○	○	○

[표 1] 타 연구들과의 비교 검증

의 경우 BLE 비콘 신호 검출 방식, B 논문의 경우 블루투스 모듈을 이용해 수시성을 만족하지만, C 논문의 경우 수시성을 가지고 있지 않다. 보안성의 경우 A 논문에서 학생들 사진을 데이터베이스에 따로 저장해 관리하는 면에서 세모를 주었다. 학생 편의성 면에서는 인증번호를 매번 입력해야 한다는 점에서 C 논문이 세모, 교수 편의성 면에서는 퀴즈 부분에 대해서 A 논문에 세모를 주었다. 자율성에 있어선 B 논문이 시간과 공간에 제약을 받았다. 또 블루투스 모듈, 아두이노 등을 구매 해야 된다는 점에서 적지 않은 비용이 소비된다는 특징이 있었다. QR코드 부분에선 D, E, F 논문은 한번에 인증만 거친다는 점에서 수시성이 없고, 본 논문은 특정 상황에서의 추가 촬영이 필요하다는 점에서 수시성을 보인다. 보안성에선 D, E 논문에서 보안적인 면을 고려하지 않고 설계하였다는 점에서 세모를 주었다. 편의성 면에선 모든 논문이 기준을 충족하였다. 마지막은 행동 패턴 부분이다. 해당 부분은 D와 H 논문의 경우 수시성을 보이고 있진 않으나 연속성이 있으므로 세모를 주었다. 보안성은 웹캠을 통해 직접적인 이미지 처리를 진행한다는 특징을 지녀 D, H, I 논문이 점수를 얻지 못하였으나 본 논문은 움직임 데이터만 처리하므로 세모를 주었다. 편의성의 경우 모든 논문이 충족하였다.

## V. 결론

초연결 사회에 빠르게 진입하고 있는 이 시점에서 사회는 다양한 문제와 마주치고 있다. 이러한 문제 중 하나인 비대면 환경에서의 집중도 저하 문제와 명확한 인원 관리/감독이 힘들다는 문제를 해결하기 위해 이와 같은 시스템을 제안해 보았다. 이러한 시스템이 현재 시장에 공개되어있는 비대면 서비스 플랫폼에 적용된다면 기존에 직면해있었던 비대면에서 일어날 수 있는 다양한 문제를 해결할 수 있을 것이다. 출석에 대한 편리성, QR코드를 통한 인증방식과 행동 패턴에 관한 다양한 연구는 다수 존재하였으나, 본 시스템에 요구되는 모든 항목을 갖춘 연구는 존재하지 않았다. 이같이

문제에 맞닿은 부분에 대하여 원인을 계속해서 파악하고 해결해나간다면 비대면 사회에 맞닿아 있는 문제를 하나씩 해결해나갈 수 있을 것이다.

## [참고문헌]

- [1] 배미영, 조대제, 임한규 “QR코드를 활용한 스마트폰 기반 자동 출결 시스템” 한국정보기술학회 논문지, pp. 256-258, 5, 2014.
- [2] 최준일, 윤달석, 장충혁 “스마트폰을 이용한 전자 출석 인증 시스템” 한국산학기술학회 논문지, pp. 4160-4168, 9, 2011.
- [3] 이재혁, 박선호, 김대균, 임소라, 장용희, 권용진, “스마트폰 기반의 QRCode를 활용한 정보제공 시스템” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 258-259, 2, 2011.
- [4] 박지예, 김정인, 신민수, 김남희, “QR 코드와 스마트폰을 이용한 상호 인증 시스템 설계” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 169-170, 1, 2014.
- [5] 주현식, “바코드와 QR 코드의 비교와 활용” 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, pp. 1269-270, 1, 2013.
- [6] Fadi Masalha, Nael Hirzallah, “A Student Attendance System Using QR Code” International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 5, pp. 75-79, 2014.
- [7] 웹캠을 이용한 손동작인식에 관한 연구, pp. 657-660, 5, 2007.
- [8] 웹캠을 이용한 실시간 영상에서 손과 손가락의 추출, pp. 1-6, 9, 2018.
- [9] Eye Tracking 시스템 현황 및 활용, pp. 9-14, 12, 2012.
- [10] 일반적인 웹 카메라를 이용한 시선추적 및 응용, pp. 1925-1927, 6, 2014.
- [11] 감시 영상을 활용한 OpenPose 기반 아동

- 학대 판단시스템, pp. 282-290, 3, 2019.
- [12] 인체 자세 인식 딥러닝을 이용한 운동 자세 훈련 시스템 개발, 7, 2020.
- [13] 김병주, 이진표 “웹 사용성 평가를 위한 통합평가모형 제안 및 도구개발 - 시선추적, 마우스추적, 회상적 발생사고법을 중심으로” 한국디자인학회, 39-50, 11, 2007.
- [14] PC 카메라 기반 원격교육 학습자 출석 확인 시스템의 설계 및 구현
- [15] 얼굴 검출 및 인식 기술을 이용한 실시간 전자 출결 시스템
- [16] 블루투스 신호 세기를 이용한 모바일 출결 시스템
- [17] 대리출석 방지를 위한 스마트 폰-시리얼 인증 기반의 출결관리 시스템
- [18] J. G. Daugman, “How iris recognition works,” IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol, Vol(14), No.1, Jan. 2004, pp.21-30.
- [19] A.Haro, M.Flickner, I.Essa, “Detecting and tracking eyes by using their physiological properties, dynamics, and appearance,” in CVPR, 2000.
- [20] A. Larumbe, R. Cabeza, A.Villanueva, “Supervised descent method(SDM) applied to accurate pupil detection in off-the-shelf eye tracking systems,” In ETRA, 2018
- [21] Xuehan Xiong and Fernando De la Torre, “Supervised descent method and its applications to face alignment,” In CVPR, 2013.
- [22] N. Dalal and B. Triggs, Histograms of oriented gradients for human detection, In CVPR, 2005.
- [23] H. Cai, B.Liu, Z.Ju, S.Thill, T.Belpaeme, B.Vanderborght, H.Liu, “Accurate eye center localization via hierarchical adaptive convolution,” In BMVC, 2018.
- [24] Daniel F Dementhon and Larry S Davis, “Model-Based Object Pos
- [25] YH Yiu, M. Aboulatta, T.Raiser, L.Ophey, V.L.Flanagin, P.Eulenburger, S.Ahmadi, “DeepVOG: Open-Source pupil segmentation and gaze estimation in neuroscience using deep learning,” Journal of Neuroscience Methods, Vol(324), Article 108307, 2019.
- [26] O.Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, “U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation,” In MICCAI, 2015
- [27] Y.Xia, H.Yu, F.Wang, “Accurate and Robust Eye Center Localization via Fully Convolutional Networks,” IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, Vol(6), 2019, pp.1127-1138.
- [28] J.H.Choi, K.I.Lee, Y.C.Kim, B.C.Song, “Accurate Eye pupil localization using HETEROGENEOUS CNN MODELS,” In ICIP, 2019.