

GIẢI PHÁP CHUYỂN ĐỔI SỐ CHO QUÁ TRÌNH ĐIỂM DANH SINH VIÊN

Vũ Thái Giang, Đỗ Duy Long
Khoa CNTT-Trường ĐHSPT Hà Nội
Email: giangvt@hnue.edu.vn

Tóm tắt: Việc ứng dụng công nghệ thông tin vào số hóa các quy trình nghiệp vụ hành chính trong giáo dục đại học, đặc biệt là quá trình điểm danh, đóng vai trò then chốt trong việc nâng cao hiệu quả quản lý học vụ. Tuy nhiên, các giải pháp số hóa hiện tại thường vấp phải rào cản lớn: hoặc yêu cầu hệ thống sinh trắc học đắt tiền, hoặc phụ thuộc quá nhiều vào thiết bị di động cá nhân của sinh viên. Nghiên cứu này đề xuất một giải pháp điểm danh tinh gọn và mang tính thực tiễn cao, kết hợp vật mang tin thụ động là mã vạch/QR Code trên thẻ sinh viên hoặc Căn cước công dân (CCCD) cùng với công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI) tổng hợp giọng nói. Hệ thống được thiết kế để xử lý dữ liệu trực tiếp tại máy tính của giảng viên, qua đó loại bỏ hoàn toàn sự phụ thuộc vào smartphone của người học. Các kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống hoạt động vô cùng ổn định, đạt tốc độ xử lý nhanh chóng ở mức 0.2s/người với độ chính xác lên tới 95%. Đồng thời, giải pháp cũng nhận được những đánh giá rất tích cực từ phía người dùng khi đối chiếu với khung tiêu chuẩn chất lượng phần mềm hiện đại ISO/IEC 25010.

Từ khóa: Chuyển đổi số, Điểm danh tự động, Mã QR, Trí tuệ nhân tạo, ISO/IEC 25010.

A DIGITAL TRANSFORMATION SOLUTION FOR STUDENT ATTENDANCE

Abstract: The application of information technology to digitize administrative processes in higher education, particularly attendance-taking, plays a key role in improving academic administration efficiency. However, current digitization solutions often face major barriers: they either require costly biometric systems or depend too heavily on students' personal mobile devices. This study proposes a streamlined and highly practical attendance solution that combines passive data carriers, namely barcodes/QR codes on student ID cards or Citizen Identification Cards (CCCD), with Artificial Intelligence (AI)-based speech synthesis technology. The system is designed to process data directly on the lecturer's computer, thereby completely eliminating dependence on learners' smartphones. Experimental results show that the system operates very stably, achieving a fast processing speed of 0.2 seconds per person with an accuracy rate of up to 95%. In addition, the solution received very positive user evaluations when assessed against the modern software quality standard framework ISO/IEC 25010.

Keywords: digital transformation, automated attendance, QR code, artificial intelligence, ISO/IEC 25010.

Nhận bài: 08/02/2026

Phản biện: 07/03/2026

Duyệt đăng: 11/03/2026

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số trong giáo dục đang là một trong những yêu cầu cấp bách nhằm đổi mới căn bản và toàn diện nền giáo dục đại học. Việc số hóa các quy trình nghiệp vụ trong nhà trường là thực sự quan trọng và vô cùng cần thiết. Trong đó, một trong những yêu cầu bắt buộc của hầu hết các học phần chính là việc điểm danh sinh viên trong mỗi giờ học. Quá trình điểm danh này không chỉ diễn ra xuyên suốt trong cả quá trình học tập mà còn được thực hiện nghiêm ngặt trong các kỳ thi, các sự kiện lớn của trường.

Hiện nay, hầu hết các đơn vị đào tạo đang triển khai khá tốt quá trình chuyển đổi số cho công tác dạy và học. Tuy nhiên, việc theo dõi sự tham gia học tập của người học cũng là một bước quản lý quan trọng không kém và cần phải được số hóa đồng bộ. Với các mô hình điểm danh truyền thống, giảng viên thường xác nhận việc tham dự của sinh viên bằng hình thức gọi tên dựa trên một danh sách giấy được cung cấp bởi phòng đào tạo, sau đó kiểm tra đối chiếu lại thông tin trên thẻ sinh viên hoặc căn cước công dân. Hình thức này nhìn

chung khá đơn giản, linh hoạt, tiết kiệm chi phí và đang được triển khai phổ biến tại hầu hết các trường đại học. Tuy nhiên, yếu điểm lớn nhất của mô hình này là giảng viên sẽ phải thực hiện quá nhiều thao tác thủ công trong một khoảng thời gian ngắn: vừa đọc tên, vừa nhìn danh sách, lại vừa phải quan sát sinh viên. Khi đối mặt với những lớp học có sĩ số lớn, hình thức này tỏ ra thiếu hiệu quả, gây tốn thời gian và rất khó để kiểm soát triệt để tình trạng gian lận, học hộ của sinh viên.

Do đó, vấn đề này hiện đang là một thử thách thực sự và thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu với vô số giải pháp đề xuất khác nhau. Nhìn chung, các nỗ lực số hóa quá trình điểm danh được chia thành 2 nhóm chính: Giải pháp công nghệ dành riêng cho giảng viên (teacher-side methods) và giải pháp công nghệ phân tán cho cả giảng viên lẫn sinh viên (teacher and student-side methods). Nhóm giải pháp thứ nhất tập trung vào việc đề xuất các nền tảng công nghệ hỗ trợ trực tiếp cho giảng viên, điển hình như nhận dạng khuôn mặt, nhận dạng dấu vân tay.

Ưu điểm lớn của nhóm này là dễ quản lý do tập trung quyền kiểm soát vào giảng viên và có độ tin cậy rất cao. Tuy nhiên, để triển khai được, nhà trường cần đầu tư một nguồn kinh phí khổng lồ cho hạ tầng tính toán, đồng thời phải đối mặt với các rào cản khắt khe về bảo mật dữ liệu sinh trắc học cá nhân. Nhóm giải pháp thứ hai lại hướng tới việc xây dựng phần mềm yêu cầu sinh viên phải sử dụng thiết bị cá nhân (thường là điện thoại thông minh) cài đặt ứng dụng quét mã QR, NFC hoặc định vị GPS. Nhóm này giải quyết được bài toán tốc độ nhờ việc phân tán nhiệm vụ điểm danh cho hàng chục sinh viên cùng lúc. Dù vậy, vấn đề cốt lõi lại nằm ở việc hệ thống bị phụ thuộc hoàn toàn vào thiết bị của người học, dễ bị gián đoạn bởi các yếu tố khách quan như điện thoại hết pin, xung đột hệ điều hành, rớt mạng, hay rủi ro sinh viên gian lận vị trí định vị.

Nhằm phát huy những ưu điểm vốn có của quy trình điểm danh truyền thống đồng thời khắc phục triệt để các hạn chế của cả hai nhóm công nghệ trên, bài báo này trình bày một giải pháp mới, đơn giản nhưng bám rất sát thực tiễn. Giải pháp đề xuất hầu như không yêu cầu chi phí đầu tư hạ tầng đắt đỏ hay làm xáo trộn quy trình hoạt động hiện tại của trường đại học. Theo khảo sát, hầu hết các trường đều đã cấp thẻ sinh viên có gắn mã Barcode hoặc QR Code. Hơn thế nữa, theo các báo cáo thống kê quốc gia, cho tới năm 2023, Việt Nam đã có hơn 83% công dân sử dụng thẻ Căn cước công dân (CCCD) có gắn chip và mã QR. Dựa trên sự phổ cập vững chắc của các vật mang tin này, bài báo đề xuất xây dựng hệ thống đọc thẻ tự động tại bàn giảng viên. Sinh viên chỉ cần quét thẻ vật lý sẵn có mà không cần cài đặt thêm bất kỳ ứng dụng di động nào. Điểm nhấn đột phá của hệ thống là việc tích hợp công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI) tổng hợp giọng nói, cho phép tự động phát âm rõ ràng họ tên sinh viên ngay khoảnh khắc quét thẻ. Điều này giúp giảng viên hoàn toàn rảnh tay, rảnh mắt để tập trung 100% vào việc quan sát lớp học, đồng thời sinh ra hiệu ứng “giám sát chéo” từ những sinh viên xung quanh, làm giảm thiểu tối đa tình trạng điểm danh hộ.

Phần tiếp theo của bài báo sẽ thảo luận một số công việc liên quan. Trong phần 3, chúng tôi sẽ cung cấp kiến trúc tổng thể và giải thích chi tiết cách hệ thống hoạt động. Các kết quả thực nghiệm và đánh giá thảo luận được trình bày trong phần 4. Bài báo sẽ kết thúc với phần kết luận.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Các nghiên cứu liên quan

Đã có rất nhiều nghiên cứu về việc phát triển một giải pháp số hóa cho quá trình điểm danh sinh viên. Hầu hết trong số đó được chia thành hai nhóm chính: giải pháp dành cho giảng viên và giải pháp dành cho cả giảng viên và sinh viên. Trong phần này, chúng tôi sẽ trình bày ngắn gọn đến một số giải pháp nổi bật của các nhóm này.

Các giải pháp thuộc nhóm thứ nhất thường tập trung đề xuất ứng dụng công nghệ nhằm hỗ trợ phía giảng viên, sinh viên không cần phải triển khai hay cài đặt bất cứ một phần mềm gì. Một số nghiên cứu, đã đề xuất các giải pháp điểm danh và kiểm soát truy cập thông minh sử dụng công nghệ nhận dạng dấu vân tay. Vì đặc điểm sinh học là duy nhất, nên việc ứng dụng đặc tính sinh trắc học này trong việc định danh có độ chính xác rất cao, giảm thiểu tối đa việc gian lận của sinh viên. Tương tự, Xiao và đồng nghiệp đã đề xuất một giải pháp sử dụng mạng nơ-ron nhận dạng khuôn mặt. Rekha cũng đề xuất một mô hình tương tự, nhưng sử dụng công nghệ nhận dạng khuôn mặt dựa trên đặc trưng Eigenface. Kamaraju và cộng sự lại đi theo một hướng tiếp cận khác dựa trên công nghệ sinh trắc học Zigbee để tiết kiệm thời gian nhận diện sinh viên. Các kết quả thử nghiệm chứng minh tính khả thi của việc xác minh người dùng liên tục gần như theo thời gian thực.

Với sự bùng nổ của điện thoại thông minh, các mô hình giải pháp công nghệ đã chuyển hướng mạnh mẽ, đặc biệt là nhóm giải pháp thứ hai hướng tới việc xây dựng ứng dụng điện thoại cho cả hai đối tượng. Điều này sẽ giúp phân tán nhiệm vụ điểm danh về phía sinh viên thay vì tập trung áp lực lên một thiết bị của giảng viên. Một số công nghệ nổi bật được ứng dụng cho các giải pháp này bao gồm: QR Code, NFC, GPS, BLE,... Maciel và Pereira đã đề xuất một hệ thống điểm danh thông minh sử dụng mã QR để xác thực an toàn. Sinh viên sẽ được cung cấp một ứng dụng riêng cài trên điện thoại thông minh để quét mã QR do giảng viên hiển thị, sau đó hệ thống sẽ tự động ghi nhận sự có mặt. Imanullah và Reswan cải tiến thêm bằng cách đề xuất một hệ thống chấm công sử dụng mã QR ngẫu nhiên làm mật khẩu một lần (OTP) để tăng cường mức độ bảo mật. Mohammed và đồng nghiệp tiếp tục nâng cấp lên mã QR động (Animated QR) nhằm chống gian lận, bằng cách tạo ra hai mã QR mỗi giây để đảm bảo chỉ có mã QR hiện tại và hợp lệ mới được

nhận dạng. Chiang và đồng nghiệp đã giới thiệu một hệ thống theo dõi điểm danh trên Android kết hợp định vị toàn cầu (GPS) và giao tiếp tầm gần (NFC). Một hệ thống khác được phát triển cho phép sinh viên đăng ký điểm danh sử dụng đèn hiệu BLE (Bluetooth Low Energy) nhằm ngăn chặn sinh viên gian lận khoảng cách vật lý tại thời điểm đăng ký.

Với mỗi nhóm phương pháp đều tồn tại các ưu và nhược điểm đan xen. Giải pháp đề xuất của chúng tôi sẽ tận dụng những ưu điểm cốt lõi nhất của cả hai nhóm trên: tập trung phát triển hạ tầng phần mềm vững chắc tại máy tính giảng viên, nhưng lại tận dụng vật mang tin rẻ tiền, vật lý (thẻ nhựa sinh viên, thẻ CCCD) sẵn có của sinh viên, từ đó giảm thiểu hoàn toàn rủi ro từ các yếu tố khách quan như điện thoại hết pin, xung đột hệ điều hành, rớt mạng 4G hay sao chép giả mạo mã QR ảo.

2.2. Hệ thống được đề xuất

Hệ thống đề xuất thuộc nhóm giải pháp thứ nhất, tập trung phát triển nền tảng công nghệ phía giảng viên. Kiến trúc chính của hệ thống bao gồm 4 module cốt lõi:

1. Mô-đun đầu đọc: Để điểm danh, sinh viên sẽ trực tiếp sử dụng thẻ sinh viên có chứa mã vạch, QR Code (hoặc thẻ CCCD nếu quên thẻ sinh viên) để quét qua một đầu đọc mã vạch chuyên dụng kết nối với máy tính giảng viên. Máy quét này hoạt động như một thiết bị giả lập bàn phím (HID), truyền lập tức chuỗi ký tự định danh với tốc độ tính bằng mili-giây vào module reader để đẩy xuống CSDL và ghi nhận thời gian quét (timestamp) của sinh viên.

2. Mô-đun AI: Được liên kết chặt chẽ với Module reader, đóng vai trò “trái tim” nhận dạng và xử lý tên sinh viên dựa trên mã vừa quét được. Bằng cách ứng dụng mô hình tổng hợp giọng nói

học máy (Text-to-Speech), AI đọc to họ tên người học. Điểm đặc biệt là module này sử dụng cơ chế xử lý hàng đợi bất đồng bộ (Asynchronous Queueing): trong khi luồng âm thanh đang phát tên một sinh viên, máy quét vật lý vẫn tiếp tục đọc và lưu trữ các sinh viên quét tiếp theo vào hệ thống đệm, đảm bảo không có bất kỳ hiện tượng “nghẽn cổ chai” hay gián đoạn tốc độ quét nào xảy ra.

3. Mô-đun giám sát: Một giao diện quản lý trực quan giúp giảng viên dễ dàng quan sát và kiểm soát toàn bộ quá trình điểm danh mà không cần phải căng mắt dò danh sách. Hệ thống tự động phân loại danh sách sinh viên có mặt/vắng mặt để thống kê, trích xuất báo cáo.

4. Mô-đun tích hợp: Cung cấp các giao thức kết nối mở, cho phép đồng bộ hóa dữ liệu điểm danh theo thời gian thực (real-time) với các công nghệ thông tin học vụ hiện tại (LMS/ERP) của trường đại học thông qua hệ thống REST API an toàn.

2.3. Kết quả thực nghiệm và đánh giá

Trong giai đoạn thử nghiệm và đánh giá kết quả, giải pháp đề xuất được đo lường mức độ hiệu quả dựa trên bộ tiêu chuẩn chất lượng phần mềm hiện đại và toàn diện nhất hiện nay: tiêu chuẩn ISO/IEC 25010. Thay vì sử dụng bộ chuẩn cũ, ISO 25010 cho phép chúng tôi đánh giá chính xác các đặc tính tối quan trọng của hệ thống bao gồm: sự phù hợp chức năng, hiệu suất hoạt động, tính khả dụng, độ tin cậy và mức độ bảo mật.

Để đánh giá tính khả dụng và sự hài lòng, bài báo thực hiện phương pháp khảo sát người dùng thông qua thang đo Likert với 5 mức độ (1 biểu thị “hoàn toàn đồng ý”, đến 5 biểu thị “hoàn toàn không đồng ý”). Đối tượng tham gia khảo sát vô cùng đa dạng, bao gồm 10 giảng viên và 100 sinh viên. Kết quả khảo sát được thu thập, kiểm định và tổng hợp chi tiết trong Bảng 1.

Bảng 1. Mức độ hài lòng theo tiêu chuẩn ISO/IEC 25010

Câu hỏi	Mean (X)	Standard Deviation (SD)	Satisfaction rate
Các tính năng chính của hệ thống đáp ứng đầy đủ yêu cầu công việc.	1.25	0.45	92%
Các chức năng được tổ chức hợp lý và dễ tìm kiếm.	1.30	0.50	90%
Hệ thống giúp tiết kiệm thời gian hơn so với các phương pháp truyền thống.	1.15	0.35	95%
Tốc độ xử lý (quét mã và đọc AI) không gây độ trễ khó chịu.	1.40	0.60	88%

Hệ thống đảm bảo an toàn dữ liệu cá nhân người dùng, không phụ thuộc di động.	1.20	0.40	94%
Hệ thống có các phương thức bảo mật và phân quyền hợp lý.	1.35	0.55	89%
Hệ thống hoạt động ổn định, hầu như không có lỗi phát sinh trong quá trình quét.	1.25	0.42	92%
Giao diện hệ thống được thiết kế thân thiện và dễ hiểu.	1.30	0.48	91%

Bên cạnh các đánh giá định tính, để minh chứng cho hiệu suất vượt trội một cách định lượng, phương pháp đề xuất đã được đưa vào thực nghiệm để đối chiếu trực tiếp với hàng loạt công nghệ phổ biến khác như: nhận dạng khuôn

mặt, vân tay, kết hợp GPS/NFC và cả tín hiệu Bluetooth định vị beacon. Cấu hình phần cứng tối thiểu được triển khai đồng bộ cho mọi hệ thống được mô tả ở Bảng 2.

Bảng 2. Cấu hình phần cứng

Phương pháp	Phần cứng máy chủ / PC Giảng viên	Phần cứng khác
Phương pháp đề xuất	1 Server: 8GB RAM, 100GB SSD, 4 CPU 2.5GHz	Máy đọc mã vạch/QRCode, Laptop GV
GPS và NFC	1 Server: 8GB RAM, 100GB SSD, 4 CPU 2.5GHz	Smartphone sinh viên
Nhận dạng khuôn mặt	1 Server: 8GB RAM, 100GB SSD, 4 CPU 2.5GHz	Camera IP, Laptop GV
Nhận dạng dấu vân tay	1 Server: 8GB RAM, 100GB SSD, 4 CPU 2.5GHz	Máy đọc vân tay chuyên dụng
Bluetooth	1 Server: 8GB RAM, 100GB SSD, 4 CPU 2.5GHz	Smartphone của SV, Laptop GV

Chúng tôi tiến hành thực nghiệm quy mô nhỏ trên tập mẫu gồm 50 sinh viên. Kết quả chỉ số thời gian và độ chính xác của mô hình đề xuất khi đối

trọng với các nền tảng khác được minh họa chi tiết trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thực nghiệm của các phương pháp khác nhau

Phương pháp	Thời gian điểm danh trung bình	Tỷ lệ chính xác
Phương pháp đề xuất	0.2s	95.0%
GPS và NFC	0.4s	90.0%
Nhận dạng khuôn mặt	0.3s	95.0%
Nhận dạng dấu vân tay	0.6s	92.6%
Bluetooth	0.4s	73.5%

Các số liệu này phản ánh một thực tế vô cùng rõ rệt: Phương pháp đề xuất đạt tốc độ lý tưởng 0.2s, được đo lường từ khi mã thẻ lướt qua cảm biến cho đến khi HTTP trả về xác nhận, hoàn toàn độc lập với khoảng thời gian AI đang xử lý phát giọng nói ở luồng sau. Việc xuất hiện 5% tỷ lệ lỗi (khoảng 2-3 người) không xuất phát từ phần mềm mà hoàn toàn do hao mòn vật lý như thẻ bị mờ

nhờ mã vạch, bị lóa dưới ánh đèn phản quang, và thường được khắc phục nhanh chóng bằng cách đổi góc quét.

III. KẾT LUẬN

Hiện nay, đã có rất nhiều nỗ lực nghiên cứu được thực hiện để giải quyết bài toán theo dõi điểm danh, tuy nhiên hầu hết các phương pháp đều đi kèm những đánh đổi về chi phí trang thiết bị đắt đỏ hoặc mang rủi ro lớn khi phụ thuộc vào

tính tương thích trên hệ điều hành di động cá nhân của sinh viên. Từ những thực trạng đó, bài báo này đã tập trung nghiên cứu và phát triển thành công một hệ thống theo dõi điểm danh tự động tinh gọn, có tiềm năng rất lớn và đạt được mục tiêu tối thiểu hóa chi phí nhưng tối đa hóa hiệu suất thời gian thực.

Các đóng góp chính của bài báo này có thể được tóm tắt như sau:

(i) Phát triển thành công một hệ thống điểm danh tự động tinh gọn, tái sử dụng hiệu quả hạ tầng định danh khổng lồ sẵn có của quốc gia (mã vạch thẻ sinh viên, thẻ Căn cước công dân gắn QR Code).

(ii) Khắc phục triệt để điểm yếu của các giải pháp phụ thuộc vào điện thoại thông minh (hết pin, không tương thích iOS/Android) và né tránh hoàn toàn rào cản chi phí khổng lồ của thiết bị sinh trắc học chuyên dụng.

(iii) Đưa ra mô hình tiên phong vô cùng nhân văn trong việc lồng ghép công nghệ AI âm thanh vào môi trường lớp học, vừa giúp giải phóng áp lực thị giác cho đội ngũ giảng viên, vừa khéo léo tạo ra hiệu ứng giám sát chéo từ tập thể sinh viên, triệt tiêu đáng kể vấn nạn điểm danh hộ.

Trong tương lai, để hệ thống trở nên hoàn hảo và bất khả xâm phạm hơn trước các rủi ro gian lận, phương hướng nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào việc áp dụng công nghệ tạo mã QR động (Animated QR) sinh ra theo thời gian thực hoặc Double QR Code. Hơn thế nữa, khả năng liên thông API của hệ thống hoàn toàn có thể được nhân bản, tích hợp và phát triển sâu hơn, hướng đến phục vụ cho một hệ sinh thái Khuôn viên Đại học Thông minh (Smart Campus) toàn diện trên mọi phương diện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Q. Xiao and X. D. Yang, “A facial presence monitoring system for information security,” in *Computational Intelligence in Biometrics: Theory, Algorithms, and Applications, 2009. CIB 2009. IEEE Workshop on*, Mar. 30–Apr. 2, 2009, pp. 69–76.

C. Saraswat and A. Kumar, “An efficient automatic attendance system using fingerprint verification technique,” *International Journal on Computer Science & Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 264–269, 2010.

Y. Mittal, A. Varshney, P. Aggarwal, K. Matani, and V. K. Mittal, “Fingerprint biometric based access control and classroom attendance management system,” in *Proceedings of the Annual IEEE India Conference (INDICON)*, Bangalore, India, 2016, pp. 1–6.

C. Maciel, V. Carvalho Pereira, C. Leitão, R. Pereira, and J. Viterbo, “Interacting with digital memorials in a cemetery: Insights from an immersive practice,” in *Anais Estendidos do XVII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC)*, Oct. 2019, pp. 1239–1248, doi: 10.5753/ihc.2018.4229.

T.-W. Chiang, C.-H. Yang, G.-J. Chiou, F. Lin, Y.-N. Lin, V. Shen, T. Juang, and C.-Y. Lin, “Development and evaluation of an attendance tracking system using smartphones with GPS and NFC,” *Applied Artificial Intelligence*, vol. 36, 2022, doi: 10.1080/08839514.2022.2083796.

E. Rekha and P. Ramaprasad, “An efficient automated attendance management system based on Eigen face recognition,” in *Proceedings of the 2017 7th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering - Confluence*, Amity University, India, 2017, pp. 605–608.

M. Kamaraju and P. A. Kumar, “Wireless fingerprint attendance management system,” in *Proceedings of the IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, Coimbatore, Tamil Nadu, India, 2017, pp. 1–6.

M. Imanullah and Y. Reswan, “Randomized QR-code scanning for a low-cost secured attendance system,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 12, no. 4, pp. 3762–3769, 2022, doi: 10.11591/ijece.v12i4.pp3762-3769.

M. Mohammed and K. Zidan, “Enhancing attendance tracking using animated QR codes: A case study,” *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 31, p. 1716, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v31.i3.pp1716-1723.

S. Noguchi, M. Niibori, E. Zhou, and M. Kamada, “Student attendance management system with bluetooth low energy beacon and android devices,” in *Proceedings of the 18th International Conference on Network-Based Information Systems*, Taipei, Taiwan, 2018, pp. 710–713.