كلية الهندسة

قسم الهندسة المعلوماتية

هندسة أمن النظم والشبكات الحاسوبية

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

Secure Networked Software Architecture for University Electronic-Attendance Systems

بنية شبكية برمجية آمنة لنظام الحضور والتفقد الالكتروني للجامعات

إعداد :
بيان محمد سفيان النصاري
تالا فراس المسالمه
شوق علي الخشمان

باشراف:
م.محمد يامن الحلاق

يناير- 2026

الملخص

مع التطور المتسارع في تقنيات التحول الرقمي واعتماد المؤسسات التعليمية على الأنظمة الذكية، برزت الحاجة إلى إيجاد حلول تقنية فعّالة لمعالجة المشكلات المرتبطة بالأنظمة التقليدية لتفقد الحضور، مثل إهدار الوقت، وقابلية التلاعب، وعدم الدقة في تسجيل البيانات. يهدف هذا المشروع إلى تصميم وتنفيذ نظام تفقد حضور إلكتروني جامعي ذكي يعتمد على تقنية التعرّف على الوجه (Face Recognition)، مدعومًا ببنية شبكية وبرمجية متكاملة تضمن الدقة، السرعة، وأمن البيانات.

يقوم النظام المقترح على التقاط صور الطلبة داخل القاعات الدراسية باستخدام أجهزة مخصصة، ثم معالجة هذه الصور ومقارنتها مع قاعدة بيانات مركزية تحتوي على بيانات الوجوه المسجلة مسبقًا، ليتم تسجيل الحضور تلقائيًا دون تدخل بشري. تم تصميم البنية البرمجية للنظام بحيث تضمن سهولة الإدارة، وقابلية التوسع، والتكامل مع الأنظمة الجامعية الأخرى، في حين تم بناء بنية شبكية محاكية لبيئة جامعية حقيقية باستخدام أدوات محاكاة متقدمة تتيح ربط أجهزة القاعات مع الخادم المركزي بشكل آمن وفعّال

Abstract

With the rapid advancement of digital transformation technologies and the increasing adoption of smart systems in educational institutions, there has been a growing need for effective technological solutions to address the limitations of traditional attendance methods. Conventional attendance systems, such as manual sign-in sheets or verbal roll calls, are often time-consuming, prone to human error, and vulnerable to manipulation. This project aims to design and implement a smart electronic attendance system for universities based on face recognition technology, supported by a secure and integrated network and software architecture.

The proposed system operates by capturing students' facial images within lecture halls and automatically matching them against a centralized database containing pre-registered facial data. Upon successful identification, attendance records are generated without human intervention. The software architecture of the system is designed to ensure scalability, reliability, and ease of management, while the network architecture is implemented to securely connect classroom devices to a central server, ensuring efficient data transmission and protection of sensitive information.

Table of Contents

1.1 مقدمة الفصل

شهد قطاع التعليم العالي خلال السنوات الأخيرة تطورًا متسارعًا نتيجة التقدم الكبير في تقنيات المعلومات والاتصالات، الأمر الذي دفع الجامعات والمؤسسات التعليمية إلى تبنّي أنظمة إلكترونية حديثة تهدف إلى تحسين جودة العملية التعليمية والإدارية على حد سواء. وقد أصبح الاعتماد على الحلول الرقمية ضرورة ملحّة لمواجهة التحديات المتزايدة المرتبطة بإدارة أعداد كبيرة من الطلبة، وضمان دقة البيانات، وتسريع الإجراءات الإدارية المختلفة. ويأتي هذا التوجه ضمن إطار التحول الرقمي في التعليم العالي، الذي أشارت إليه عدة دراسات باعتباره عاملًا رئيسيًا في تحسين كفاءة المؤسسات التعليمية ورفع مستوى الاعتمادية في خدماتها الأكاديمية والإدارية [1][2].

تُعد عملية تفقد حضور الطلبة من العناصر الأساسية في النظام الأكاديمي الجامعي، لما لها من تأثير مباشر على تقييم التزام الطلبة بالمساقات الدراسية، ومتابعة انتظامهم داخل القاعات الدراسية، واتخاذ القرارات الأكاديمية المناسبة. إلا أن الأساليب التقليدية المستخدمة في تسجيل الحضور، مثل التوقيع اليدوي أو النداء الشفهي، تعاني من العديد من أوجه القصور، من أبرزها استهلاك وقت المحاضرة، وزيادة العبء الإداري على أعضاء الهيئة التدريسية، إضافة إلى احتمالية وقوع أخطاء بشرية أو حالات تلاعب وانتحال شخصية. وقد أكدت دراسات متعددة أن هذه الأساليب تفتقر إلى الدقة والموثوقية، خصوصًا في البيئات التعليمية ذات الأعداد الكبيرة من الطلبة [3][4].

ومع التطور الملحوظ في مجال الذكاء الاصطناعي ومعالجة الصور، برزت تقنيات القياسات الحيوية كحلول تقنية متقدمة لمعالجة هذه المشكلات، حيث تُعد تقنية التعرّف على الوجه من أكثر هذه التقنيات شيوعًا وانتشارًا في الأنظمة التعليمية الحديثة. ويعود ذلك إلى ما توفره من سهولة في الاستخدام، ودقة عالية في التحقق من الهوية، وعدم الحاجة إلى تفاعل مباشر من المستخدم أو استخدام أدوات إضافية. وقد بينت دراسات حديثة أن أنظمة الحضور المعتمدة على التعرف على الوجه تسهم بشكل كبير في تقليل حالات التلاعب وتحسين موثوقية سجلات الحضور [5][6]. إلا أن هذه الدراسات تشير أيضًا إلى أن نجاح هذه الأنظمة يتطلب تصميم بنية برمجية منظمة ومتكاملة مع بنية شبكية آمنة، تضمن حماية البيانات الحساسة ومنع الوصول غير المصرح به، وهو ما يشكل الأساس العلمي لهذا المشروع [7][8].

1.2 المشكلة العلمية

تركز العديد من الدراسات على تطوير أنظمة حضور تعتمد على التعرف على الوجه من الناحية البرمجية، مع التركيز على دقة الخوارزميات وسرعة المعالجة [4]. إلا أن جزءًا كبيرًا من هذه الأنظمة يتم نشره ضمن بيئات شبكية غير مدروسة، حيث يتم كشف خوادم التطبيقات أو قواعد البيانات مباشرة للمستخدمين، مما يزيد من المخاطر الأمنية ويجعل النظام عرضة للهجمات أو إساءة الاستخدام [5].

تتمثل المشكلة العلمية في الحاجة إلى تصميم نظام حضور إلكتروني لا يقتصر على دقة التعرف على الوجه فقط، بل يعتمد على بنية برمجية منظمة ومتكاملة مع بنية شبكية آمنة تضمن الفصل بين المستخدمين والخدمات الحساسة، وتدعم مبدأ أقل صلاحية، وتوفر قابلية التتبع والتدقيق [6].

1.3 الهدف

يهدف هذا المشروع إلى تصميم وتنفيذ بنية شبكية برمجية آمنة لنظام تفقد الحضور الإلكتروني في الجامعات، بما يحقق تكاملًا فعّالًا بين الجوانب البرمجية والشبكية للنظام. ويسعى المشروع إلى بناء نظام حضور إلكتروني يعتمد على تقنية التعرف على الوجه للحد من حالات التلاعب والانتحال وضمان موثوقية تسجيل الحضور . كما يهدف إلى تصميم بنية برمجية خدمية (Service-Oriented Architecture) تعتمد على واجهات برمجية (APIs) لفصل واجهة المستخدم عن منطق النظام، بما يسهم في تحسين القابلية للتوسع وسهولة الصيانة والتطوير المستقبلي .

ومن الناحية الشبكية، يهدف المشروع إلى تصميم بنية متعددة الطبقات (Three-Tier Architecture) تضمن عزل المستخدمين عن خوادم التطبيقات وقواعد البيانات الحساسة، وتعزز مستوى الأمان العام للنظام ويشمل ذلك استخدام منطقة منزوعة السلاح (DMZ) كنقطة دخول وحيدة للنظام بهدف حماية الموارد الداخلية ومنع الوصول المباشر إليها . كما يسعى المشروع إلى تطبيق سياسات التحكم بالوصول باستخدام قوائم التحكم (Access Control Lists) وفق مبدأ أقل صلاحية (Least Privilege) للحد من سطح الهجوم وتقليل المخاطر الأمنية . إضافة إلى ذلك، يهدف النظام إلى دعم آليات التسجيل المركزي للأحداث (Centralized Logging) بما يعزز قابلية المراقبة والتدقيق وتتبع الأنشطة، ويساعد في الكشف المبكر عن السلوكيات غير الطبيعية وتحليل الحوادث الأمنية المحتمل .

1.4 أهمية المشروع

تكمن أهمية هذا المشروع في كونه يجمع بين ثلاثة مجالات رئيسية: الذكاء الاصطناعي، هندسة البرمجيات، وهندسة الشبكات. فقد أظهرت دراسات حديثة أن أنظمة التعرف على الوجه في التعليم تسهم في تحسين دقة وموثوقية تسجيل الحضور [13]، إلا أن غياب التصميم الشبكي الآمن يُعد من الأسباب الرئيسية لفشل هذه الأنظمة عند نشرها فعليًا [14].

كما يقدم المشروع نموذجًا أكاديميًا وتطبيقيًا يوضح أن تحقيق الأمان لا يعتمد فقط على استخدام أدوات أمنية متقدمة، بل يمكن تحقيقه من خلال التصميم الصحيح والتكامل بين البنية البرمجية والبنية الشبكية، وهو ما يعزز مفهوم الأمن القائم على المعمارية (Architecture-Based Security)[15].

1.5 المراجعة الأدبية

1.5.1 تطور أنظمة تفقد الحضور في المؤسسات التعليمية

شهدت أنظمة تفقد الحضور في المؤسسات التعليمية تحولًا ملحوظًا من الأساليب التقليدية اليدوية إلى الأنظمة الإلكترونية، وذلك بهدف تحسين دقة البيانات وتقليل الاعتماد على العامل البشري. فالطرق التقليدية مثل التوقيع اليدوي أو النداء الشفهي تستهلك وقتًا كبيرًا من المحاضرات، كما أنها عرضة للأخطاء البشرية وحالات التلاعب والانتحال، خاصة في الجامعات ذات الأعداد الكبيرة من الطلبة. وقد أظهرت الدراسات أن هذه الأساليب تؤدي إلى زيادة العبء الإداري على أعضاء الهيئة التدريسية، إضافة إلى صعوبة حفظ سجلات الحضور واسترجاعها وتحليلها بشكل فعّال، مما دفع المؤسسات التعليمية إلى البحث عن حلول تقنية أكثر كفاءة لإدارة الحضور [1][2].

1.5.2 أنظمة الحضور المعتمدة على التعرف على الوجه

مع التقدم في مجال الذكاء الاصطناعي ومعالجة الصور، برزت تقنيات القياسات الحيوية كحلول فعّالة لمعالجة مشكلات أنظمة الحضور التقليدية، وتُعد تقنية التعرف على الوجه من أكثر هذه التقنيات استخدامًا في البيئات التعليمية. ويعود ذلك إلى قدرتها على التحقق من هوية الأفراد دون الحاجة إلى أدوات إضافية أو تفاعل مباشر من المستخدم، مما يقلل من حالات التلاعب والانتحال. وقد بينت دراسات عديدة أن أنظمة الحضور المعتمدة على التعرف على الوجه تسهم في تحسين موثوقية تسجيل الحضور ورفع دقته،

خصوصًا في القاعات الدراسية الذكية، إلا أنها أشارت أيضًا إلى وجود تحديات تتعلق بالإضاءة وزوايا التصوير وجودة الكاميرات. [3][4][5].

1.5.3 البنية البرمجية لأنظمة الحضور الذكية

تؤكد الأدبيات المتعلقة بهندسة البرمجيات على أهمية تصميم بنية برمجية واضحة ومنظمة عند تطوير الأنظمة الذكية، لما لذلك من دور في تحسين القابلية للصيانة والتوسع وضمان استقرار النظام. وتشير الدراسات إلى أن اعتماد معماريات برمجية خدمية تعتمد على واجهات برمجية (APIs) يسهم في فصل واجهة المستخدم عن منطق الأعمال، ويتيح سهولة التكامل مع أنظمة أخرى مستقبلًا. كما أن هذا النوع من البنى البرمجية يساعد في تطبيق ضوابط أمنية بشكل أفضل، خاصة عند التعامل مع بيانات حساسة مثل البيانات البيومترية، وهو ما يجعل البنية البرمجية عنصرًا أساسيًا في نجاح أنظمة الحضور الإلكترونية. [6][7].

1.5.4 البنية الشبكية وأمن أنظمة الحضور الإلكترونية

تشير الأدبيات في مجال أمن المعلومات إلى أن نجاح الأنظمة الإلكترونية لا يعتمد على الجانب البرمجي فقط، بل يتطلب أيضًا تصميم بنية شبكية آمنة تضمن حماية الموارد والخدمات الحساسة. ويُعد التقسيم الشبكي وعزل المكونات الداخلية من المبادئ الأساسية للحد من المخاطر الأمنية، حيث تسهم البنى متعددة الطبقات في تقليل سطح الهجوم ومنع الوصول غير المصرح به. كما تؤكد الدراسات على أهمية استخدام مناطق منزوعة السلاح (DMZ) كنقاط دخول وحيدة للأنظمة، وتطبيق سياسات التحكم بالوصول وفق مبدأ أقل صلاحية، إضافة إلى دور التسجيل المركزي للأحداث في تعزيز المراقبة والتدقيق والاستجابة للحوادث الأمنية. [8][9][10].

جدول 1.1 :اهم مقالات الدراسة في أنظمة تفقد الحضور الألكتروني

SL.No.	Pub Year	Author(s)	Title	Pub Title
1	2024	Ashish Jadhav; Dhwaniket .Kamble; Santosh B ;Rathod; Sumita Kumar Mohammad Dalwai	Attendance management system using face recognition	IAES Int. Journal of Artificial Intelligence
2	2024	;K. Lavanya; N. Akalyaa .S. Archana; J Pushpakala	Face Recognition-Based Attendance System	Shanlax International Journal of Arts, Science Humanities &
3	2025	Siti Aisyah	Development of a Smart Attendance System Using Face Recognition Technology	ICISTech Journal
4	2024	;Kamal G. Oladele Edidiong J. Iseh; Jamal	AI-Based Face Recognition	International Journal of Innovative Research in

		.O. Oladele; Pawan R Bhaladhare	Attendance System	Multidisciplinary Professional Studies (IJIRMPS)
5	2023	Phul Babu Jha; Arjun ;Basnet; Biraj Pokhrel Bishnu Pokhrel; Gopal Kumar Thakur; Surya Chhetri	An Automated Attendance System Using Facial Detection and Recognition Technology	Apex Journal of Business and Management
6	2025	;Divyanshu Bhardwaj Nikita; Vernika; Aarush Gupta; Tanya Chauhan	Smart Attendance System Using Face Recognition with OpenCV	Journal of Mobile ,Computing & Communication Mobile Networks
7	2024	S. A. Feroze	The Facial Recognition Technology in Academic Attendance	International Journal of Innovative Technology and Management
8	2022	.J. Patel et al	Facial Recognition Attendance System with Anti-Spoofing	Multimedia Tools and Applications
9	2023	.R. Kumar et al	Privacy-Aware Face Recognition Attendance System	IEEE Access
10	2023	.M. Alqahtani et al	AI-Based Attendance System for Higher Education	Education and Information Technologies
11	2024	.Y. Zhang et al	Robust Face Recognition in Uncontrolled Environments	Computer Vision and Image Understanding
12	2024	.S. Rose et al	Zero Trust Architecture for Distributed Web Applications	ACM Computing Surveys

1.6 التحديات

تشير الدراسات الحديثة إلى أن أنظمة تفقد الحضور الإلكتروني المعتمدة على تقنية التعرف على الوجه تواجه مجموعة من التحديات التقنية والعملية عند تطبيقها في البيئات التعليمية الواقعية. من أبرز هذه التحديات تغير ظروف الإضاءة داخل القاعات الدراسية، حيث أوضحت بعض الدراسات أن ضعف الإضاءة أو عدم تجانسها يؤدي إلى انخفاض جودة الصور الملتقطة، مما يؤثر سلبًا على

دقة نماذج التعرف على الوجه، خاصة في البيئات غير المضبوطة. كما تُعد زوايا التصوير المختلفة وحركة الطلبة أثناء الدخول أو الجلوس من العوامل التي تزيد من صعوبة استخراج الخصائص البيومترية بدقة .

1.7 التطبيقات العملية

خلال السنوات الأخيرة، ولا سيما منذ عام 2020، شهدت أنظمة تفقد الحضور الإلكتروني المعتمدة على تقنية التعرف على الوجه تطورًا ملحوظًا في التطبيقات العملية داخل المؤسسات التعليمية، حيث ركزت العديد من الدراسات على تحويل النماذج النظرية إلى أنظمة قابلة للتطبيق في البيئات الجامعية الواقعية. وقد أظهرت هذه التطبيقات قدرة عالية على أتمتة عملية تسجيل الحضور بدقة وكفاءة، مع تقليل الاعتماد على الأساليب التقليدية التي تعاني من التلاعب والأخطاء البشرية.

في هذا السياق، طُبِّقت أنظمة الحضور المعتمدة على التعرف على الوجه في القاعات الدراسية الذكية، حيث يتم التقاط صور الطلبة تلقائيًا عند دخولهم القاعة أو أثناء المحاضرة، ثم معالجتها باستخدام نماذج تعلم عميق لاستخراج الخصائص البيومترية ومطابقتها مع قواعد البيانات المخزنة مسبقًا. وأسهم هذا الأسلوب في تسريع عملية تسجيل الحضور، وتقليل الوقت المهدور، ورفع موثوقية السجلات الأكاديمية.

كما امتدت التطبيقات العملية لهذه الأنظمة لتشمل البيئات الجامعية واسعة النطاق، مثل الامتحانات الإلكترونية والتحقق من هوية الطلبة، إضافة إلى دمجها مع أنظمة إدارة التعلم والمنصات التعليمية. وأظهرت الدراسات أن الجمع بين تقنيات معالجة الصور، ونماذج التعرف المتقدمة، والبنى البرمجية الآمنة، يساهم في توفير حلول عملية قابلة للتوسع، مع الحفاظ على خصوصية البيانات وحمايتها، مما يجعل هذه الأنظمة مناسبة للتطبيق الفعلي في مؤسسات التعليم العالي.

الفصل الأول

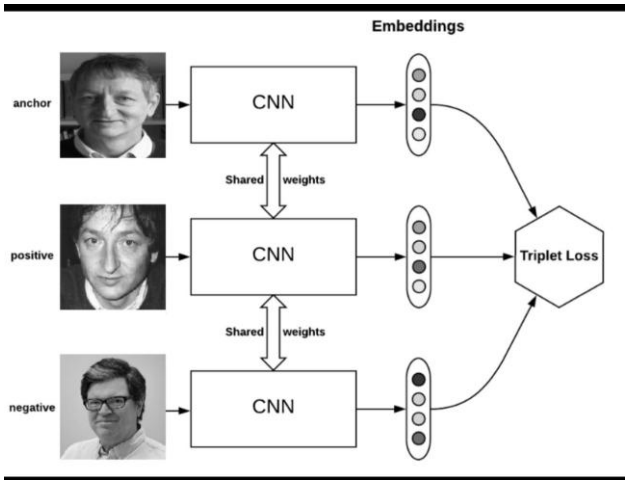
2.1 الأساس النظري

يهدف هذا الفصل إلى تقديم الإطار النظري والمفاهيمي الذي يقوم عليه تصميم وتنفيذ نظام تفقد الحضور الإلكتروني المقترح، وذلك من خلال استعراض مجموعة من المفاهيم الأساسية في مجالات التعرف على الوجه، وهندسة البرمجيات، وأمن الشبكات. ويُعد هذا الفصل أساسًا علميًا لفهم البنية البرمجية والبنية الشبكية للنظام قبل الانتقال إلى الجوانب التطبيقية والتنفيذية في الفصول اللاحقة.
كما يركّز الفصل على توضيح العلاقة التكاملية بين التقنيات البرمجية والمفاهيم الشبكية والأمنية، ودورها في تحقيق نظام حضور إلكتروني يتمتع بالدقة، والاعتمادية، وحماية البيانات الحساسة.

2.2 التعرف على الوجه (Face Recognition)

يُعد التعرف على الوجه أحد تقنيات القياسات الحيوية التي تعتمد على الخصائص الفيزيائية الفريدة لوجه الإنسان للتحقق من الهوية. وتقوم هذه التقنية على تحليل ملامح الوجه واستخراج مجموعة من الخصائص الرقمية التي تمثل بصمة فريدة لكل شخص، ثم مقارنتها مع بيانات مخزنة مسبقًا في قاعدة بيانات.

وقد أسهم التطور الكبير في نماذج التعلم العميق في تحسين دقة أنظمة التعرف على الوجه بشكل ملحوظ، خاصة في التعامل مع التغيرات في الإضاءة، وتعبيرات الوجه، وزوايا التصوير. ويُعد هذا النوع من التقنيات مناسبًا لأنظمة تفقد الحضور في الجامعات، نظرًا لكونه غير تلامسي ولا يتطلب تفاعلًا مباشرًا من المستخدم.

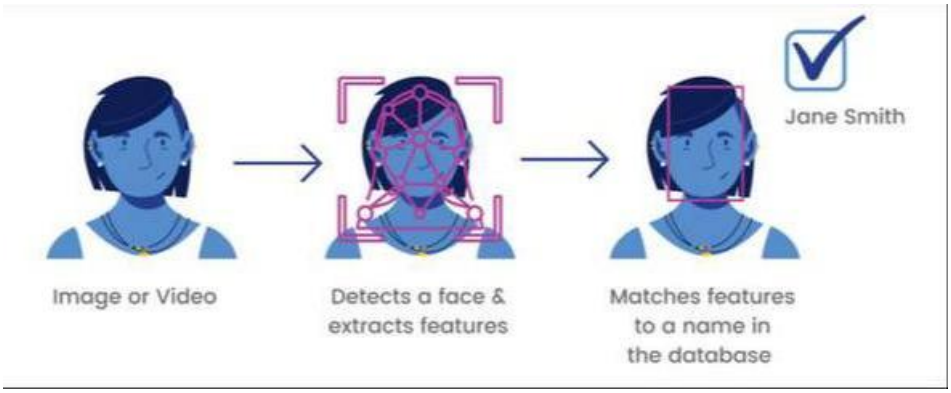


الشكل (1.1): المخطط العام لآلية عمل نظام التعرف على الوجه

2.3 كشف الوجه والتعرف عليه (Face Detection vs Face Recognition)

تمر أنظمة التعرف على الوجه بمرحلتين أساسيتين تختلفان من حيث الوظيفة والدور. تتمثل المرحلة الأولى في كشف الوجه، وتهدف إلى تحديد موقع الوجه داخل الصورة أو الفيديو دون التعرف على هوية الشخص. أما المرحلة الثانية فهي التعرف على الوجه، والتي تركز على تحديد هوية الشخص من خلال مقارنة الخصائص المستخرجة مع قاعدة البيانات.

ويُعد الفصل بين هاتين المرحلتين أمرًا ضروريًا في تصميم الأنظمة الذكية، حيث يسمح باستخدام خوارزميات متخصصة لكل مرحلة، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة العامة للنظام وزيادة دقته.



الشكل (1.2): الفرق بين كشف الوجه والتعرف على الوجه

2.4 الأنظمة المعتمدة على واجهات البرمجة (API-Based Systems)

تشير الأنظمة المعتمدة على واجهات البرمجة (APIs) إلى نمط معماري يسمح بتبادل البيانات والخدمات بين مكونات النظام المختلفة من خلال واجهات محددة وواضحة. ويُسهم هذا الأسلوب في فصل واجهة المستخدم عن منطق الأعمال، مما يعزز قابلية الصيانة والتطوير.

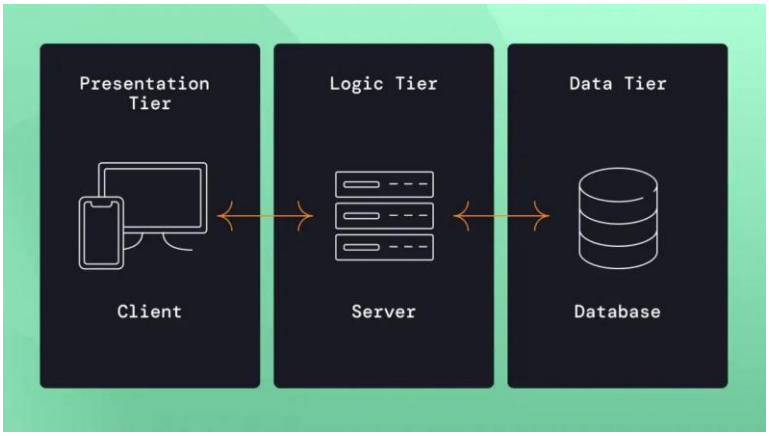
في نظام تفقد الحضور الإلكتروني، تُستخدم واجهات البرمجة لربط واجهة المستخدم بخدمات التعرف على الوجه وقواعد البيانات وأنظمة المصادقة، مما يحقق بنية مرنة وقابلة للتوسع.

2.5 البنية متعددة الطبقات (Three-Tier Architecture)

تعتمد البنية متعددة الطبقات على تقسيم النظام إلى ثلاث طبقات رئيسية:

طبقة العرض، وطبقة التطبيق، وطبقة البيانات. ويساعد هذا التقسيم على تنظيم النظام بشكل أفضل، وتقليل الاعتماد المباشر بين مكوناته، وتعزيز مستوى الأمان.

وتُعد هذه البنية مناسبة لأنظمة الحضور الجامعية التي تتطلب إدارة عدد كبير من المستخدمين، مع ضمان حماية قواعد البيانات من الوصول المباشر.

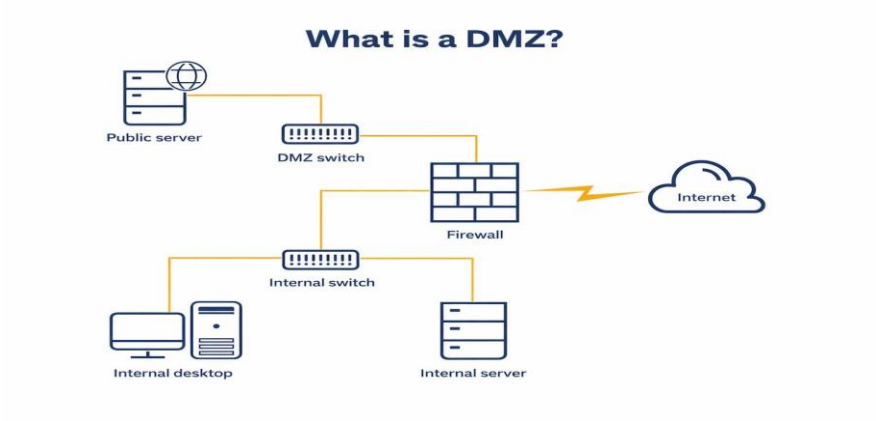


الشكل(1.3): البنية متعددة الطبقات (Three-Tier Architecture)

2.6 منطقة العزل الشبكي(Demilitarized Zone – DMZ)

تشير منطقة العزل الشبكي (DMZ) إلى طبقة وسيطة تُستخدم لعزل الخوادم التي تتعامل مع المستخدمين الخارجيين عن الشبكة الداخلية. وتُعد DMZ من المفاهيم الأساسية في تصميم الشبكات الآمنة، حيث تقلل من مخاطر الوصول غير المصرح به إلى الموارد الحساسة.

في نظام الحضور الإلكتروني، تُستخدم DMZ كنقطة دخول وحيدة لواجهات البرمجة والخدمات، مما يعزز مستوى الحماية ويحد من انتشار الهجمات داخل الشبكة.



الشكل (1.4):نموذج بنية شبكة باستخدام DMZ

الفصل الثاني

الفصل الثاني

يوثّق هذا الفصل المعمارية البرمجية التي تم تنفيذها في مشروع "نظام الحضور الجامعي المعتمد على التعرّف على الوجه". يركّز الفصل على كيفية تقسيم النظام إلى وحدات مستقلة (Modules)، وكيفية تفاعل الواجهات الأمامية مع واجهات REST API في Django، وكيف يتم تشغيل محرك التعرّف على الوجه (ArcFace عبر ONNX) لإنتاج تمثيل عددي للوجه (Embedding Face) وربطه بهوية الطالب. كما يوضح الفصل آليات التحقق من الصلاحيات داخل القاعات (Authorization) وآلية حفظ سجلات التدقيق (Audit Logs) لدعم مبدأ المحاسبة (Accounting) وإمكانية تتبّع الأحداث.

3.1 نظرة عامة على الفصل

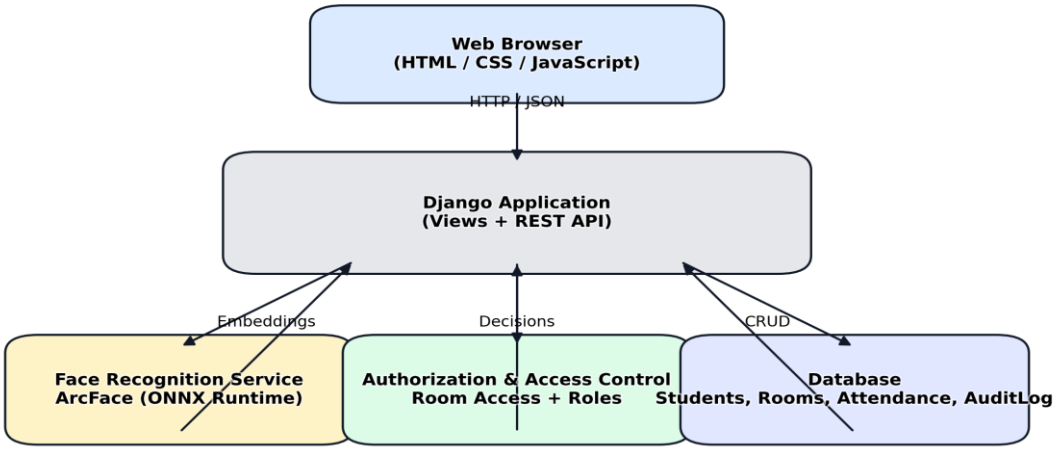
يوفّر النظام مسار عمل متكامل لإدارة الحضور داخل الجامعة. يبدأ المسار من تسجيل طالب جديد (Enrollment) عبر التقاط صورة/إطار من الكاميرا، ثم استخراج الـ Embedding وتخزينه في قاعدة البيانات. بعد ذلك، عند تنفيذ عملية التحقق داخل قاعة محددة (Live Scan)، يقوم النظام باستخراج الـ Embedding من الصورة الحالية ومقارنته مع القوالب المسجّلة للطلاب، ثم يطبّق سياسة الصلاحيات الخاصة بالقاعة (هل هذا الطالب مسموح له بالدخول لهذه القاعة/الجلسة؟). في النهاية يتم إنشاء سجل حضور منظّم (Attendance Record) وإضافة سجل تدقيق (Audit Log) يتضمن نتيجة العملية ومعلوماتها.

من الناحية الهندسية، تم تصميم النظام كبنية معيارية (Modular Design) بحيث تكون كل وظيفة رئيسية معزولة قدر الإمكان. هذا التقسيم يسهّل تطوير النظام واختباره، ويجعل توسعته لاحقًا أكثر أمانًا ووضوحًا. كما تم تضمين عناصر "المصادقة + التفويض + المحاسبة" (AAA) من خلال: التحقق من هوية المستخدم عند الحاجة، تقييم صلاحية الطالب لدخول قاعة معينة (Authorization)، وتسجيل كل العمليات الأمنية المهمة مثل تسجيل الطلاب، محاولات التحقق، وأي محاولة وصول غير مصرح بها.

.

3.2 معمارية النظام

يتبع النموذج الأولي معمارية طبقية تفصل بين: طبقة العرض (Web Pages)، وطبقة منطق الأعمال (Django Views/APIs)، وخدمات التعرّف على الوجه، ووحدة التحكم بالوصول. يتم تبادل البيانات بين المتصفح وتطبيق Django عبر HTTP/JSON، بينما يتم استدعاء محرك ArcFace داخليًا لاستخراج الـ Embedding. يوضح الشكل *2.1* نظرة شاملة على المكوّنات الأساسية ومسارات الاتصال بينها.



الشكل 2.1 : نظرة عامة على بنية النظام

تم تطوير النظام باستخدام Python وDjango مع Django REST Framework لواجهات الـ API. أثناء العرض التجريبي يتم تشغيل الخادم محليًا عبر python manage.py runserver، ويقوم المتصفح باستدعاء الصفحات ومسارات الـ API لجلب البيانات وتحديث لوحة التحكم (Dashboard) بشكل دوري.

3.3 التقنيات والأدوات المستخدمة

يعرض هذا القسم التقنيات الأساسية التي اعتمد عليها التنفيذ. يشمل ذلك: Django/DRF لإنشاء واجهات الويب وواجهات الـ API، قاعدة بيانات SQLite (في النسخة التجريبية)، مكتبات تشغيل النماذج عبر ONNX Runtime، ومعيار ArcFace لاستخراج تمثيل الوجه. كما تم استخدام HTML/CSS/JavaScript في الواجهات، وبالأخص getUserMedia للوصول إلى الكاميرا ضمن المتصفح.

الجدول 2.1: مجموعة التقنيات (تنفيذ النموذج الأولي)

Layer	Technology	Purpose
Backend Web Framework	Django	Routing, views, templates, ORM, admin panel
API Layer	Django REST Framework	JSON endpoints, authentication mechanisms, request validation
ML Inference Runtime	ONNX Runtime	Execute ArcFace embedding model efficiently on CPU/GPU
Face Embedding Model	ArcFace	Generate discriminative face embeddings for matching
Database	Relational DB (SQLite/PostgreSQL)	Persistence for students, rooms, attendance, audit logs
Frontend	HTML/CSS/JavaScript	Enrollment page, live scan view, dashboard updates
Administration	Django Admin	Create rooms, manage enrollments, inspect logs, debug data

3.4 مكوّنات النظام (تفكيك الوحدات)

من أجل قابلية الصيانة والتنظيم، قُسّم النظام إلى وحدات واضحة، بحيث تتكامل هذه الوحدات عبر واجهات محددة. الهدف من هذا التقسيم هو تقليل الترابط (Coupling) وزيادة التماسك (Cohesion) بحيث يمكن تطوير كل جزء دون كسر بقية الأجزاء. يوضح الجدول 2.2 نظرة سريعة على هذه الوحدات ومسؤولياتها.

• المصادقة وملفات المستخدم (User Profiles & Authentication): إدارة حسابات المستخدمين (مثل Admin/Teacher)، تسجيل الدخول، وإدارة بيانات الملف الشخصي الأساسية، مع إمكانية الاعتماد على جلسات الويب أو Tokens عند استخدام واجهات API.

• إدارة الطلاب (Student Management): حفظ هوية الطالب (الرقم الجامعي والاسم) وربطها بقالب الوجه المخزّن (Embedding Vector) الذي يمثل بصمة الوجه الرقمية.

• إدارة القاعات والصلاحيات (Access Management & Room): تعريف القاعات (Rooms) وسياسات الوصول المرتبطة بها، أي تحديد الطلاب المسموح لهم بالدخول إلى قاعة معينة (ويمكن توسيعها لتشمل جلسات مقرّر محددة).

• محرك الحضور (Attendance Engine): تنسيق خطوات التحقق: التقاط الإطار من الكاميرا، استخراج الـ Embedding، المقارنة مع القوالب المسجلة، دمج نتيجة التعرّف مع سياق القاعة، ثم كتابة سجل حضور في قاعدة البيانات.

• التدقيق والمحاسبة (Accounting & Auditing): تسجيل الأحداث ذات الحساسية الأمنية مثل محاولات تسجيل طالب، محاولات تحقق ناجحة/فاشلة، ومحاولات وصول غير مصرح بها. هذه السجلات تدعم تتبّع "من قام بماذا، ومتى، ومن أي عنوان IP، وما هي النتيجة".

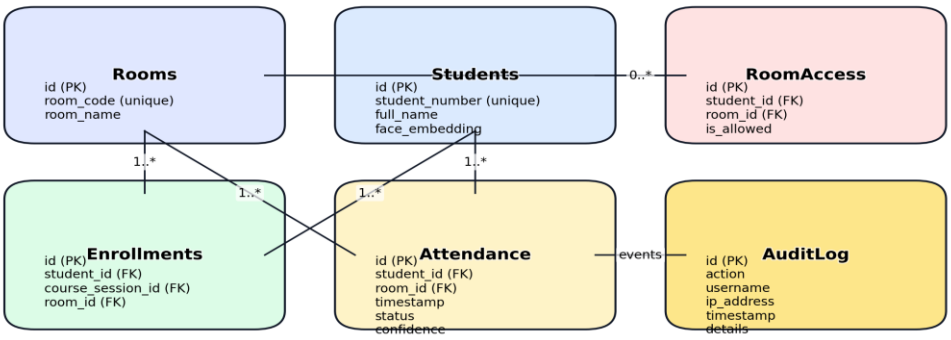
• الواجهة الأمامية ولوحة التحكم (Frontend Dashboard): توفير صفحات سهلة الاستخدام للعرض التجريبي: صفحة تسجيل طالب، صفحة التحقق المباشر (Live Scan)، ولوحة Dashboard لعرض سجلات الحضور وتحديثها دوريًا.

الجدول 2.2: المكونات الرئيسية ومسؤولياتها في**Django**

Component	Typical File(s)	Key Responsibilities
Models	models.py	Define Students, Rooms, Enrollments, RoomAccess, Attendance, AuditLog
Views (Pages)	views.py + templates	Render dashboard, enrollment page, live scan page
Views (APIs)	views.py / api views	Enrollment API, verification API, attendance list API
Serializers/Validators	serializers.py	Validate inputs (student data, images, parameters)
Face Service	face_service/*	Load ONNX model, extract embeddings, cosine similarity
Authorization	authorization.py	Decide if student is allowed in target room/session
Auditing	accounting.py	Write structured audit events for accountability

3.5 تصميم قاعدة البيانات

يعتمد النظام على مخطط علائقي (Relational Schema) يربط بين: الطلاب، القاعات، جلسات المقررات (Course Sessions)، وسجلات الحضور والتدقيق. يهدف هذا التصميم إلى ضمان التكامل المرجعي (Referential Integrity) وإتاحة الاستعلامات المهمة، مثل: عرض حضور طالب ضمن فترة زمنية، أو عرض جميع عمليات الدخول المحاولة لقاعة معينة. يوضح الشكل *2.4* العلاقات الأساسية بين الجداول.



الشكل 2.4: تصميم قاعدة البيانات وعلاقات الجداول

يحتفظ جدول Students بمعلومات الطالب الأساسية وقالب الوجه (face_embedding). بينما يعرّف جدول Rooms القاعات وأكوادها (مثل LAB-101). ويستخدم جدول Enrollments/RoomAccess لربط الطالب بالقاعات أو الجلسات المسموح بها، أما جدول Attendance فيحفظ نتيجة كل عملية تحقق (الحالة، الوقت، القاعة، ونسبة الثقة). أخيرًا، يسجل جدول AuditLog أحداث النظام لأغراض التتبع والمحاسبة.

الجدول 2.3: الجداول الأساسية والحقول الرئيسية

Table	Key Fields	Notes
Students	student_number, full_name, face_embedding	Face embedding stored as a vector/blob/encoded list
Rooms	room_code, room_name	Used to tag events by physical location
Enrollments	student_id, room_id, course_session_id	Maps student to room/session context
RoomAccess	student_id, room_id, is_allowed	Explicit allow/deny rules (can override defaults)
Attendance	student_id, room_id, timestamp,status,confidence	Status {IN,OUT,FORBIDDEN}
AuditLog	action, username, ip_address, timestamp, details	Immutable security trail

3.6 خدمة التعرّف على الوجه

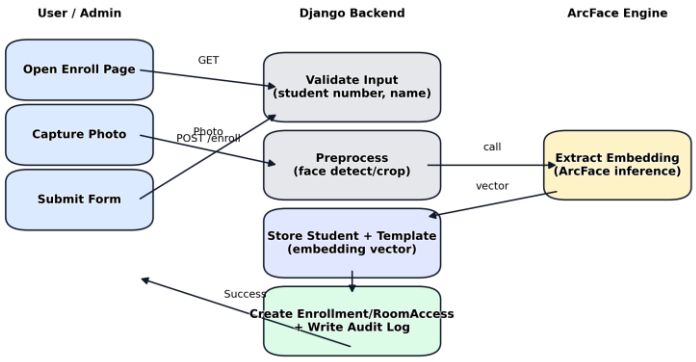
تعتمد عملية التعرّف على الوجه على استخراج تمثيل عددي ثابت الطول (Embedding) لكل وجه. في مرحلة التسجيل، تُلتقط صورة واضحة لوجه الطالب ثم تمر عبر النموذج ArcFace (بصيغة ONNX) لإنتاج Embedding. يتم تخزين هذا المتجه في قاعدة البيانات وربطه بمعرّف الطالب. هذا الأسلوب يسمح بالمطابقة لاحقًا عبر مقارنة المتجهات بدل الاعتماد على الصورة الخام.

في مرحلة التحقق، يتم استخراج Embedding من الإطار الحالي ثم حساب مقياس التشابه (Similarity) مع قوالب الطلاب المسجّلة. إذا تجاوزت أعلى درجة تشابه عتبة (Threshold) محددة، يعتبر الطالب مُعرّفًا (Recognized). بعد التعرف، تُطبق سياسة الوصول: إذا كان الطالب ضمن قائمة المسموح لهم لقاعة/جلسة معينة، تُسجّل الحالة IN، وإذا كان معروفًا لكنه غير مخوّل للقاعة تُسجّل الحالة FORBIDDEN. أما إذا لم يتم الوصول لعتبة التعرف فتعامل الحالة كـ Unknown أو OUT وفق سياسة النظام.

من أجل موثوقية النتائج، يفرض النظام قيودًا أثناء التسجيل مثل: وجود وجه واحد فقط في الإطار، إضاءة مناسبة، وعدم وجود اهتزاز كبير. كما تتم معالجة الحالات الاستثنائية مثل فشل التقاط الصورة أو عدم وجود وجه واضح، مع تسجيل الحدث في AuditLog لإظهار سبب الفشل.

3.7 عملية تسجيل الطالب (Enrollment)

تُنفّذ عملية التسجيل عبر صفحة Enrollment في الواجهة. عند إدخال رقم الطالب والاسم، يطلب المتصفح صلاحية الوصول للكاميرا ثم يلتقط صورة عند الضغط على Take Photo. ترسل الصورة إلى Django API، الذي يستدعي محرك ArcFace لاستخراج الـ Embedding ويخزنه في جدول Students. يوضح الشكل 2.2 تسلسل الخطوات من المتصفح وحتى تخزين القالب.

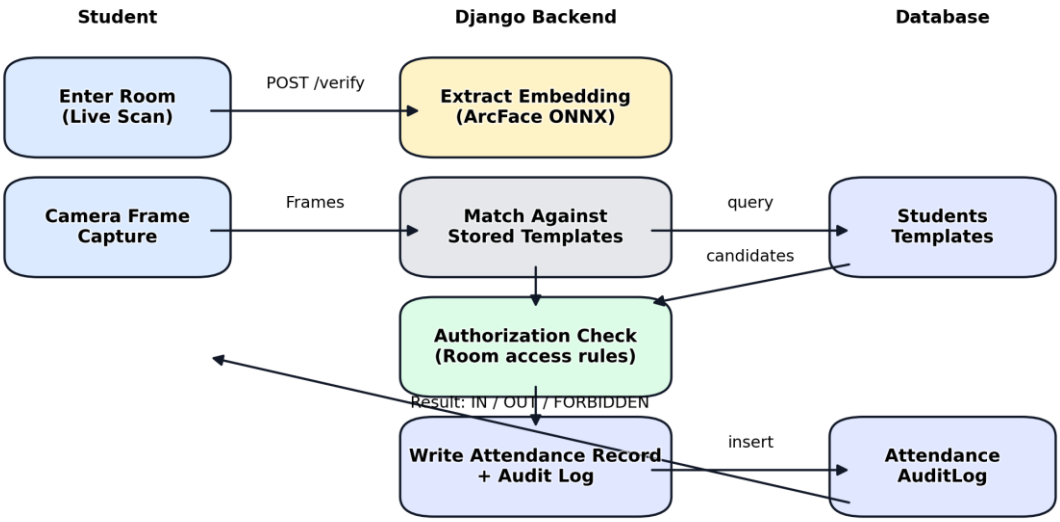


الشكل 2.2: تسلسل عملية التسجيل

لربط الطالب بقاعة محددة (لتجربة التفويض)، يتم إنشاء قيد في RoomAccess أو Enrollment يحدد أن هذا الطالب مسموح له بالدخول إلى قاعة معينة مثل Lab 1 (LAB-101). يمكن تنفيذ ذلك عبر لوحة Django Admin خلال العرض التجريبي: بعد إنشاء الطالب، نضيف علاقة RoomAccess تشير إلى الطالب والقاعة (وحالة السماح).

3.8 التحقق من الحضور (Verification)

عملية التحقق (Verification) تتم من خلال صفحة Live Scan المرتبطة بقيمة القاعة الحالية (Room Code). يتم التقاط إطار (Frame) من الكاميرا بشكل دوري وإرساله إلى مسار API مخصص للتحقق. يستخرج الخادم الـ Embedding للإطار ثم يبحث عن أفضل تطابق مع الطلاب المسجلين. بعد ذلك يطبق سياسة الوصول بناءً على القاعة: (مسموح/غير مسموح) ثم يعيد نتيجة بصيغة JSON ليتم عرضها في الواجهة. يوضح الشكل 2.3 هذا التسلسل.

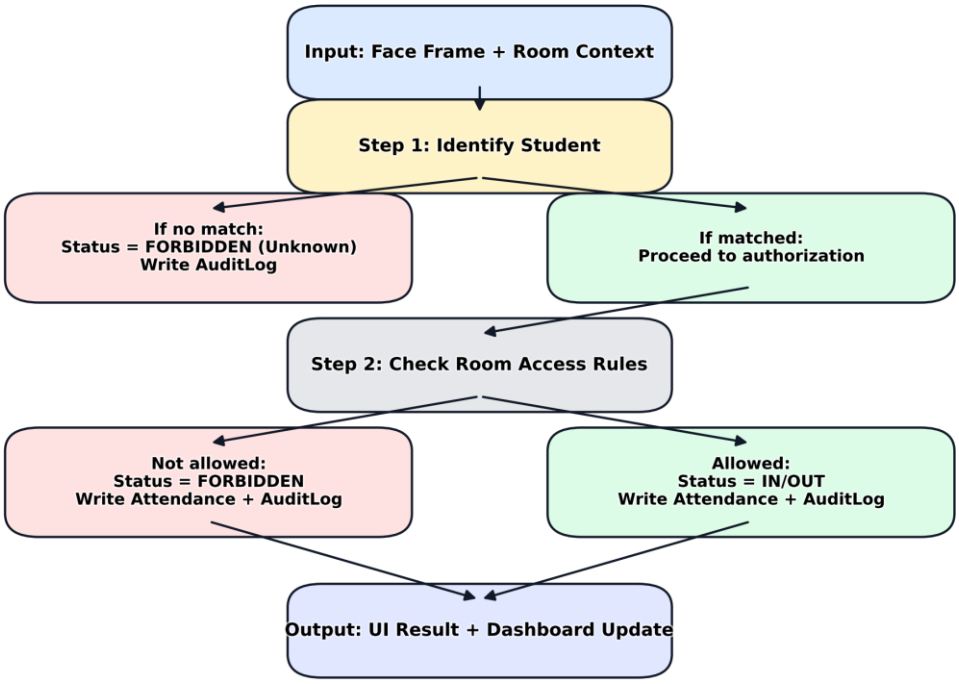


الشكل 2.3: تسلسل التحقق من الحضور

بعد اتخاذ القرار، ينشئ النظام سجل حضور جديد يحتوي على: الطالب (إن وجد)، القاعة، الوقت، الحالة (IN/OUT/FORBIDDEN) وقيمة الثقة (Confidence). يتم تحديث لوحة Dashboard بشكل دوري عبر استدعاء مسار API لعرض السجل اليومي وتلخيص النتائج.

3.9 التفويض والتحكم بالوصول (Authorization)

يطبّق النظام مبدأ التحكم بالوصول عبر قواعد واضحة تربط هوية الطالب بسياق القاعة/الجلسة. بمعنى آخر، التعرّف على الوجه وحده لا يكفي لإثبات السماح بالدخول؛ بل يجب أن يكون الطالب "مخوّلًا" لهذه القاعة وفق البيانات المخزّنة. لهذا السبب تم فصل منطق التعرف (Recognition) عن منطق الصلاحيات (Authorization) لضمان اتساق القرار وسهولة تدقيقه.



الشكل 2.5: مخطط تدفق قرار التفويض

عند التحقق، إذا تم التعرف على الطالب ثم تم إيجاد قيد RoomAccess يسمح له بالدخول، تكون النتيجة IN. أما إذا تم التعرف على الطالب لكن لا يوجد سماح لهذه القاعة، تكون النتيجة FORBIDDEN وتُسجّل كمحاولة غير مصرح بها. هذا الفصل بين "التعرّف" و"التفويض" يحمي النظام من سيناريوهات مثل تعرف صحيح ولكن في قاعة خاطئة.

3.10 التدقيق والمحاسبة (Accounting & Auditing)

يمثل التدقيق (Auditing) جزءًا أساسيًا في النظام، لأنه يوفر سجلًا زمنيًا لجميع الأحداث المهمة. ويستخدم هذا السجل أثناء العرض لإثبات ما تم تنفيذه عمليًا: إنشاء طالب جديد، محاولات تحقق ناجحة، ومحاولات مرفوضة.

يتضمن سجل التدقيق عادة حقولًا مثل: نوع العملية (action)، اسم المستخدم أو الطالب، عنوان IP، الطابع الزمني (timestamp)، وتفاصيل إضافية (details) مثل رقم القاعة أو سبب الفشل. يساعد ذلك في التحليل الجنائي (Forensics) واستكشاف الأخطاء وتحسين الضبط.

3.11 واجهات النظام ومسارات الصفحات وواجهات API

يعتمد النظام على تنظيم واضح لمسارات الصفحات (Pages) ومسارات الـ API داخل auth_app/urls.py، مع استخدام أسماء مسارات (name=...) لتمكين الدوال {% url %} داخل القوالب. خلال التطوير ظهرت مشكلة NoReverseMatch بسبب الإشارة إلى اسم مسار غير موجود (مثل 'face')، وتم حلها بتوحيد أسماء المسارات في urls.py وتحديث القوالب لتستخدم الأسماء الصحيحة (مثلاً: 'attendance', 'enroll', 'verify').

الجدول 2.4: أمثلة على نقاط النهاية المستخدمة في النموذج الأولي

Category	Endpoint (example)	Method	Purpose
Dashboard	/	GET	Main dashboard view
Enrollment Page	/enroll-page/	GET	UI for registering a new student
Live Scan Page	/attendance/	GET	UI for camera-based verification
Enroll API	/auth/enroll-face/	POST	Submit photo + student metadata to create template
Verify API	/auth/verify-face/	POST	Submit photo/frame to identify student and record status
Attendance List API	/auth/attendance/	GET	Return recent attendance records as JSON (filterable)
Admin	/admin/	GET	Administrative management interface

3.12 اعتبارات الأمان والخصوصية

على الرغم من أن النموذج الحالي تجريبي، إلا أن تصميمه أخذ بعين الاعتبار مجموعة من ضوابط الأمان الأساسية. يشمل ذلك حماية مسارات الإدارة، فرض صلاحيات الوصول للعمليات الحساسة، وتسجيل كل الأنشطة المهمة. يستعرض هذا القسم أهم الاعتبارات الأمنية والخصوصية التي تم الالتزام بها أثناء التنفيذ.

• المصادقة (Authentication): تقييد لوحة الإدارة Django Admin للمستخدمين الموثوقين فقط، وإمكانية توسيع النظام لاحقًا لاستخدام Token/JWT لمسارات الـ API عند الحاجة.

• التفويض (Authorization): تطبيق قواعد وصول دقيقة لكل قاعة عبر RoomAccess/Enrollments، بحيث لا تُقبل عملية دخول إلا إذا كانت مطابقة لهوية الطالب ومطابقة لسياسة القاعة.

• التدقيق (Auditing): تخزين AuditLog لكل حدث حساس مع بيانات السياق (IP/وقت/نتيجة)، مما يسهّل المراجعة واكتشاف السلوك غير الطبيعي.

• سلامة البيانات (Data Integrity): الاعتماد على علاقات Foreign Keys وضمان التكامل المرجعي بين الطلاب والقاعات وسجلات الحضور.

• مبدأ أقل الصلاحيات (Least Privilege): فصل الأدوار بين المستخدمين (Admins/Teachers) والطلاب، وحصر التعديلات المباشرة في البيانات الحساسة ضمن لوحة الإدارة فقط.

الجدول 2.5: ضوابط الأمان المطبقة أو التي تم النظر فيها

Control	Where Implemented	Notes
Authentication	Django/DRF	Admin/operator must log in; tokens may protect APIs
Room-based authorization	authorization module	Denies access if student not permitted in room
Audit logging	accounting module	Logs enrollment, verification, configuration changes
Thresholding	face service	Rejects low-confidence matches to reduce false accepts
Separation of concerns	architecture	Keeps ML logic separate from web and database logic

3.13 سيناريو العرض العملي (Demo)

لتنفيذ عرض عملي واضح، يمكن اتباع السيناريو التالي: (1) إنشاء قاعة داخل النظام (Lab 1) إن لم تكن موجودة. (2) تسجيل طالب جديد عبر صفحة Enrollment والتقاط صورة واضحة. (3) ربط الطالب بالقاعة عبر إضافة RoomAccess (Allowed=True). (4) فتح صفحة Live Scan وتحديد القاعة Lab 1 ثم تنفيذ التحقق. (5) ملاحظة ظهور السجل في Dashboard مع الحالة IN والثقة. (6) لإثبات التفويض، يمكن إزالة RoomAccess ثم إعادة التحقق لنحصل على FORBIDDEN، مع وجود سجل تدقيق يثبت محاولة دخول غير مصرح بها.

توفر لوحة Admin Django وسيلة فعالة لإظهار البيانات المخزنة أثناء العرض. يمكن من خلالها استعراض الطالب المُنشأ (Students)، التحقق من وجود الـ face_embedding محفوظًا، مراجعة قيود RoomAccess أو Enrollments التي تحدد السماح، وأخيرًا مراجعة جداول Attendance وAudit logs لإظهار أثر كل عملية تحقق.

3.14 القيود والتحسينات المستقبلية

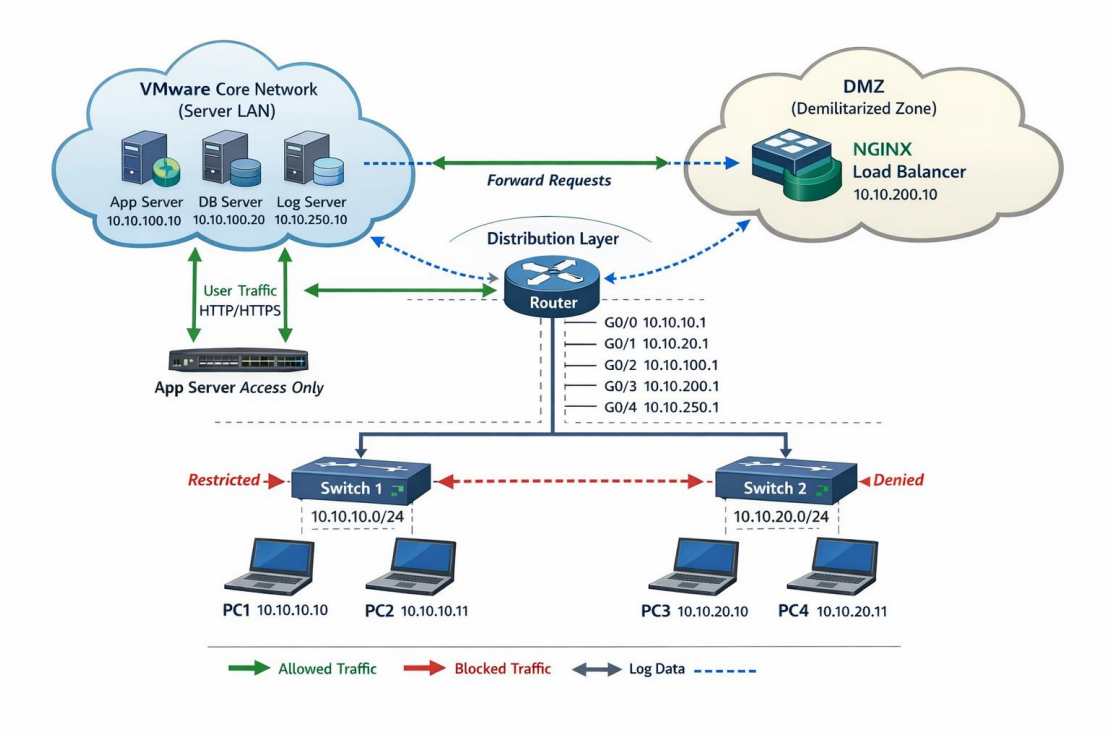
يمثل هذا النموذج نسخة أولية (Prototype) تركز على إثبات الفكرة. من التحسينات المقترحة مستقبلًا: إضافة كشف الحيوية (Liveness Detection) لمنع محاولات الخداع بالصور، استخدام قاعدة بيانات أقوى مثل PostgreSQL، تحسين إدارة الجلسات والتكامل مع جدول المحاضرات الرسمي، تشفير قوالب الوجه أو تخزينها بشكل آمن (مثل تشفير على مستوى الحقل)، وإضافة أدوات مراقبة (Monitoring) وتقارير إحصائية متقدمة.

3.15 الخلاصة

قدم هذا الفصل شرحًا تفصيليًا للبنية البرمجية لنظام الحضور، بدءًا من المعمارية العامة، مرورًا بتقسيم المكوّنات وتصميم قاعدة البيانات، وصولًا إلى آليات تسجيل الطالب والتحقق من الحضور والتحكم بالوصول وسجلات التدقيق. تشير النتائج العملية من لوحة التحكم وسجلات القاعدة إلى نجاح دمج التعرّف على الوجه مع سياسات التفويض، مما يوفر نظام حضور أكثر انضباطًا وقابلية للتتبع مقارنة بالحلول التقليدية.

الفصل الثالث

في هذا الفصل سيتم عرض بنية الشبكة المحلية ، و المكوّنات الشبكية وأدوارها ، التقسيم الشبكي المعتمد ، منهجية التنفيذ والربط والعنونة .



الشكل 3.1 : الشبكة

3.1 تصميم الشبكة

تم تصميم شبكة المشروع وفق مفهوم التقسيم الشبكي الطبقي Layered Network Segmentation بهدف تحقيق عزل منطقي بين أنواع الحركة المختلفة داخل النظام. يعكس هذا التصميم أسلوباً شائعاً في بناء أنظمة الويب ضمن بيئات المؤسسات، حيث يتم فصل شبكة المستخدمين عن منطقة الخدمات المعروضة (DMZ)، وفصل خوادم التطبيق عن طبقة العرض، وإضافة شبكة مستقلة للإدارة والمراقبة. يحقق هذا النهج هدفين رئيسيين:

1) رفع مستوى الأمان عبر تقليل مساحة التعرّض للهجمات والحد من الحركة الجانبية،
2) تبسيط التحكم بالوصول عبر سياسات واضحة قابلة للقياس والاختبار.

3.2 المكوّنات الشبكية وأدوارها

اعتمد التنفيذ على العناصر التالية:

- موجّه رئيسي (R1): يقوم بوظيفة التوجيه بين الشبكات المنفصلة (Inter-Subnet Routing) ويشكّل نقطة تطبيق سياسات التحكم بالوصول (ACL) بين المناطق.
- مبدّلات افتراضية (Switches) داخل GNS3: تُستخدم لتمثيل شبكات الطبقات المختلفة وربط الأجهزة الافتراضية ضمن كل منطقة.
- Cloud Nodes داخل GNS3: لربط شبكات GNS3 مع شبكات VMware الافتراضية (VMnet) بحيث تصبح الأجهزة الافتراضية (VMs) جزءاً فعلياً من طوبولوجيا الشبكة.
- أجهزة افتراضية (VMs): تمثل خوادم النظام (خادم التطبيق، خادم الواجهة الأمامية، خادم السجلات)، مع فصل كل دور ضمن منطقة شبكية مناسبة.
- أجهزة اختبار (VPCS): استخدمت كأطراف تمثّل مستخدمين لإجراء اختبارات الاتصال والتحقق من التوجيه والسياسات.

3.3 التقسيم الشبكي المعتمد (Segmentation Model)

تم تقسيم الشبكة إلى مناطق وظيفية مستقلة، بحيث تُدار حركة المرور بينها عبر الموجّه والسياسات:

- شبكة المستخدمين: تمثل أجهزة المستخدمين .
- منطقة DMZ: تُخصص لطبقة العرض NGINX لأنها تتعامل مع اتصالات واردة من المستخدمين.
- شبكة الخوادم الداخلية (Server LAN): تُخصص لخادم التطبيق (Django) وتُعامل كمنطقة أكثر حساسية لأنها تحتوي منطق النظام والبيانات.
- شبكة الإدارة/السجلات (Logs/MGMT): تُخصص للإدارة والتجميع المركزي للسجلات، ما يسهل المتابعة والتدقيق ويوفّر قناة إدارة منفصلة عن المستخدمين.

يمكّن هذا التقسيم من تطبيق سياسات دقيقة (على مستوى "من يسمح لمن؟") ويجعل التحقق من سلوك الشبكة قابلاً للقياس عبر اختبارات محددة.

3.4 منهجية التنفيذ والربط داخل GNS3 وVMware

تم تنفيذ الشبكة باستخدام GNS3 لمحاكاة عناصر الشبكة (موجّه/مبدّلات)، وربطها مع VMware لتشغيل خوادم حقيقية ضمن آلات افتراضية. جرى استخدام Cloud Nodes لتمثيل نقاط الربط بين عالم المحاكاة (GNS3) وعالم الخوادم (VMware) عبر واجهات VMnet. يتيح هذا الأسلوب اختباراً عملياً قريباً من الواقع، لأن خوادم المشروع تعمل كنظم تشغيل حقيقية (Ubuntu Server) وتتصل بالشبكات الافتراضية كما لو كانت ضمن بنية مادية.

ولضمان نجاح الربط، تم التحقق من:

- أن كل خادم مرتبط بالشبكة الصحيحة ضمن VMware.
- أن Cloud Nodes في GNS3 مضافة إلى واجهات VMnet المناسبة.
- أن المبدّلات تربط الأجهزة ضمن نفس المنطقة.
- أن الموجّه يوفّر التوجيه بين المناطق عند الحاجة وفق السياسات.

3.5 العنونة Addressing

تم إعداد خطة عنونة دقيقة لتغطية جميع مكوّنات النظام وضمان وضوح مسارات الاتصال بين الطبقات المختلفة. صُمّمت الخطة بحيث تعكس الفصل الوظيفي بين المناطق، مع تجنّب أي تعارض أو تداخل في نطاقات الشبكات.

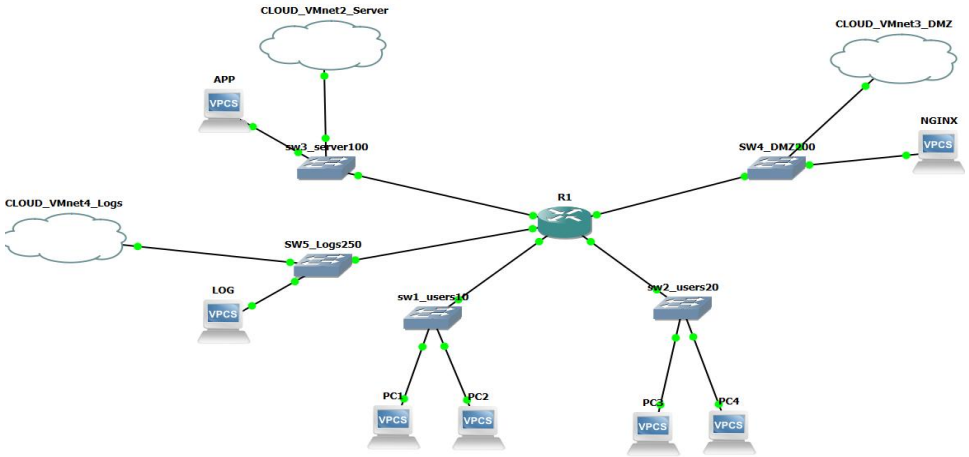
3.5.1 منهجية تصميم خطة العنونة

اعتمدت الخطة على مبدأ "شبكة فرعية لكل طبقة" (Subnet per Tier) لتبسيط الإدارة والضبط. تم اختيار عنونة خاصة (Private IPs من الفئة A وC) بحيث تكون متوافقة مع بيئات المحاكاة، وفي الوقت نفسه تعبّر عن الطوبولوجيا الشبكية المقترحة.

كما تم تخصيص عنوان 1. في كل شبكة ليكون عنوان واجهة الراوتر (Gateway)، والعنوان 10. عادة لخادم المنطقة (Server/VM)، بحيث تبقى العنونة سهلة التتبع في اختبارات ping والتحقق.

3.5.2 الشبكات المعتمدة

المنطقة الشبكية	الهدف	الشبكة الفرعية	البوابة	عنوان الخادم	ملاحظات
Server LAN	تشغيل خادم التطبيق Django	10.10.100.0/24	10.10.100.1	10.10.100.10	شبكة داخلية محمية
DMZ (Demilitarized Zone)	استضافة خادم الواجهة الأمامية (NGINX)	10.10.200.0/24	10.10.200.1	10.10.200.10	تستقبل طلبات المستخدمين
Logs/MGMT	إدارة النظام وتجميع السجلات المركزية	10.10.250.0/24	10.10.250.1	10.10.250.10	مخصصة حصراً للإدارة والتدقيق
User Network (A)	مستخدمين داخليين (طلاب/موظفين)	10.10.10.0/24	10.10.10.1	حسب الأجهزة	وصولهم فقط إلى DMZ
User Network (B)	مستخدمين خارجيين أو زوار	10.10.20.0/24	10.10.20.1	حسب الأجهزة	معزولة عن باقي الطبقات



3.5.3 المنطق في توزيع العناوين

اختيار هذا النمط من العناوين 10.10.X.X لم يكن عشوائياً؛ بل تم تقسيم الشبكات ضمن نطاق موحّد 10.10.0.0/16 لضمان سهولة التوجيه والتمييز البصري بين الطبقات.

3.5.4 ضبط العنونة على الأجهزة الافتراضية

تم تطبيق العناوين على كل آلة افتراضية داخل ملفات إعداد الشبكة (/etc/netplan/...) بحيث تكون دائمة حتى بعد إعادة التشغيل. تتضمن كل خادم واجهتين:

- الأولى (ens33): للشبكة الداخلية التي تخص دوره (Server LAN, DMZ, MGMT).
- الثانية (ens37): مخصّصة لنظام NAT في VMware لتحديث الحزم أو تحميل المكتبات من الإنترنت أثناء التطوير(ثم عزلها لاحقا عند انتهاء مرحلة التنفيذ و التطوير).

تم أيضاً تحديد المسارات الافتراضية (routes) ضمن كل خادم بحيث توجّه الشبكات الداخلية نحو البوابة الصحيحة (واجهة الراوتر ضمن شبكتها). أما على مستوى GNS3، فقد تم ربط كل شبكة بمبدّل (Switch) خاص بها، متصل بدوره بواجهة الراوتر المخصصة، بما يضمن أن كل شبكة مستقلة تماماً ولا يحدث أي تداخل بين البوابات.

3.5.5 التحقق من ثبات العنونة بعد إعادة التشغيل

تم إجراء اختبارات متعددة للتأكد من أن العنونة لا تتغير بعد إيقاف الأجهزة أو إعادة تشغيلها، وذلك بتنفيذ أوامر ip a و ip r بعد كل إعادة تشغيل، ومقارنة النتائج مع القيم الأصلية المحددة في خطة العنونة.
جميع الاختبارات أثبتت أن العنونة أصبحت ثابتة ودائمة بفضل الاعتماد على netplan بدلاً من الأوامر المؤقتة.

3.6 التحقق من الاتصال (Connectivity Verification) واختبارات التشغيل الشبكي

بعد تثبيت خطة العنونة وربط مكونات الطوبولوجيا، تم إجراء سلسلة اختبارات تحقق للتأكد من أن الشبكة تعمل كما هو مخطط لها ، وأن الاتصال بين الطبقات يتم حصراً عبر الموجّه، وبما يسمح لاحقاً بوصول المستخدمين إلى خدمة النظام (تسجيل الحضور) عبر المسار الشبكي الصحيح.

3.6.1 التحقق من حالة واجهات الموجّه (Router Interface Verification)

- للتأكد أن واجهات الراوتر تعمل فعلياً (Up/Up) وأن كل شبكة موصولة بالواجهة الصحيحة.حيث تم تنفيذ الأمر التالي على R1:

show ip interface brief

- النتيجة : ظهور واجهات الراوتر الخاصة بكل منطقة بحالة up/up وبعناوينها المحددة ضمن خطة العنونة (بوابة لكل شبكة). وبالتالي تأكيد جاهزية الراوتر للتوجيه بين الشبكات وأن كل منطقة أصبحت "متصلة" به (Connected Networks).

3.6.2 التحقق من الاتصال داخل كل شبكة إلى البوابة (Gateway Reachability)

- الهدف: التأكد من أن كل جهاز ضمن منطقته يستطيع الوصول إلى البوابة الافتراضية الخاصة به، وهو الشرط الأول قبل اختبار أي اتصال بين الشبكات.
- الاختبارات: تم تنفيذ اختبار ping من كل VM نحو بوابتها:
  - من APP VM (Server LAN) نحو 10.10.100.1
  - من NGINX VM (DMZ) نحو 10.10.200.1
  - من LOG VM (Logs/MGMT) نحو 10.10.250.1
- النتيجة : نجاح ping مع نسبة فقد 0%. وهذا يثبت أن طبقة الربط (Layer 2) ضمن كل شبكة سليمة وأن الجهاز يرى الراوتر كـ Gateway.

3.6.3 التحقق من جداول ARP على الراوتر (L2/L3 Validation via ARP)

- الهدف: التحقق أن الراوتر "يرى" الأجهزة فعلياً على المستوى الطبقي الثاني (MAC)، وليس فقط أن عناوينه مضبوطة.

- الاختبار: بعد تنفيذ ping من الأجهزة للـ Gateway، تم تنفيذ الأمر التالي على R1:

show arp

- النتيجة: ظهور entries للأجهزة (مثل APP/NGINX/LOG أو أجهزة الاختبار) ضمن الشبكات المعنية. لتأكيد أن الاتصال داخل الشبكة واقعي (VM ↔ Switch/Cloud ↔ Router).

3.6.4 اختبار التوجيه بين الشبكات (Inter-Subnet Routing)

- الهدف: إثبات أن الراوتر يقوم بالتوجيه بين المناطق وفق التصميم، وأن الوصول بين الطبقات ممكن (قبل تطبيق سياسات المنع/السماح النهائية).
- الاختبارات: تم تنفيذ ping بين الطبقات، مثال:
  - من LOG VM إلى APP VM
  - من LOG VM إلى NGINX VM
  - من NGINX VM إلى APP VM
- النتيجة: نجاح الاتصال بين الشبكات لان سياسات "سماحية" أو لم يتم تشديد ACL بعد. وهذا يثبت جاهزية البنية متعددة الشبكات للتكامل بين طبقات النظام، وهو شرط أساسي لوصول الخدمة للمستخدم النهائي.

3.6.5 التحقق من مسار الخدمة (Service Path Validation)

- الهدف: ربط نتائج الشبكة بالهدف الوظيفي النهائي: وصول المستخدم للنظام، تم تعريف "مسار الخدمة" على الشكل التالي:
  - المستخدم يصل إلى خادم الواجهة الأمامية في DMZ (NGINX).
  - NGINX يمرر الطلب إلى خادم التطبيق داخل الشبكة الداخلية (APP/Django).
  - التطبيق يرد بنتيجة الواجهة (صفحة تسجيل الدخول/واجهة الحضور).

- اختبارات تحقق المسار (على مستوى الشبكة):
  - التحقق أن المستخدم يستطيع الوصول إلى عنوان DMZ (اختبار HTTP/Connectivity).
  - التحقق أن NGINX يستطيع الوصول إلى APP على منفذ الخدمة (8000 في وضع runserver).
- النتائج :
  - وصول المستخدم إلى DMZ يعمل دائماً ضمن السياسة المسموح بها.
  - وصول NGINX إلى APP مسموح فقط لأنه يمثل قناة الخدمة، بينما يُمنع الوصول المباشر من المستخدم إلى APP عند تطبيق ACL النهائي (Strict).

عند نجاح مسار الخدمة، يصبح النظام جاهزاً وظيفياً ليتمكن الطالب من الوصول إلى صفحة النظام وإتمام عملية تسجيل الحضور عبر واجهة الويب، حيث أن الشبكة أصبحت تدعم تدفق الطلبات بشكل صحيح.

3.6.6 توثيق النتائج (Evidence Collection)

لضمان أن التحقق قابل للمراجعة من لجنة التحكيم، تم توثيق الأدلة التالية:

مخرجات show ip interface brief لإثبات حالة الواجهات.

مخرجات show arp لإثبات الرؤية الطبقية الثانية.

نتائج اختبارات ping داخل الشبكات وبينها (مع توضيح المصدر والوجهة).

(لاحقاً عند تفعيل الخدمة) نتائج curl/المتصفح لإثبات الوصول إلى التطبيق عبر DMZ.

3.7 سياسات التحكم بالوصول (ACL) وآلية التطبيق والتحقق

بعد التأكد من جاهزية الربط الشبكي والتوجيه بين الشبكات، تم الانتقال إلى مرحلة ضبط سياسات التحكم بالوصول (Access Control Lists) على الموجّه R1. تهدف هذه المرحلة إلى تحويل الشبكة من "شبكة تعمل وظيفياً" إلى "شبكة تعمل وظيفياً وبضوابط أمنية"، بحيث يتم تنظيم حركة المرور بين المناطق وفق مبدأ أقل صلاحية (Least Privilege) وبما يضمن أن مسار الخدمة الوحيد المسموح هو المسار الذي يخدم وظيفة النظام الأساسية: وصول الطالب إلى واجهة النظام ثم تنفيذ عملية تسجيل الحضور وبقية العمليات .

3.7.1 أهداف سياسة الـ ACL

تم تصميم الـ ACL لتحقيق الأهداف التالية:

- حماية الخوادم الداخلية عبر منع الوصول المباشر من شبكات المستخدمين إلى شبكة الخوادم الداخلية (Server LAN).
- اعتماد DMZ كنقطة دخول وحيدة بحيث يكون خادم الواجهة الأمامية (NGINX) هو الوجهة الوحيدة للمستخدمين.
- السماح بمسار خدمة محدد ومراقب بين DMZ وخادم التطبيق (Django) فقط، لأن هذا الاتصال يمثل وظيفة البروكسي/الواجهة الأمامية.

- عزل شبكة الإدارة والسجلات ومنع وصول المستخدمين إليها، مع السماح بما يلزم للإدارة (SSH) وجمع السجلات (Syslog).
- تجنب الانقطاعات أثناء البناء عبر تطبيق السياسة على مرحلتين (Permissive ثم Strict)، لضمان التشخيص السريع ثم الوصول إلى تشديد نهائي جاهز للعرض والتسليم.

3.7.2 منطق السياسة (Policy Logic) حسب المناطق

اعتمدت السياسة على تحديد "من يسمح له بالوصول لمن؟" وفق الأدوار وليس وفق الأجهزة فقط:

أ) شبكات المستخدمين (Users Networks):

- مسموح: الوصول إلى خادم NGINX في DMZ عبر HTTP (و/أو HTTPS عند توفره).

غير مسموح: الوصول المباشر إلى خادم التطبيق في Server LAN أو إلى شبكة Logs/MGMT أو أي منفذ إداري.

- السبب: المستخدم النهائي لا يحتاج للوصول إلى طبقة التطبيق أو الإدارة، والسماح بذلك يزيد سطح الهجوم ويخالف مبدأ أقل صلاحية.

ب) DMZ (خادم NGINX):

- مسموح: الوصول إلى خادم التطبيق داخل Server LAN على منفذ الخدمة المستخدم في العرض (8000 عند استخدام Django runserver).
- غير مسموح: فتح اتصالات غير ضرورية إلى باقي الشبكات أو استقبال اتصالات إدارية من المستخدمين.
- السبب : DMZ هي طبقة وسيطة، ويجب أن تكون اتصالاتها "محدودة" بحيث لا تصبح جسراً مفتوحاً بين المستخدمين والشبكات الحساسة.

ج) Server LAN (خادم Django)

- مسموح: استقبال الطلبات القادمة من NGINX فقط (مسار الخدمة).
- غير مسموح: استقبال طلبات مباشرة من المستخدمين.
- السبب: خادم التطبيق يحتوي منطق النظام وبياناته، لذا يجب أن يكون غير مكشوف للمستخدمين.

د) Logs/MGMT

- مسموح:وصول الإدارة عبر SSH إلى الخوادم (APP وNGINX) من شبكة الإدارة فقط، والسماح باستقبال Syslog من الخوادم.
- غير مسموح: وصول المستخدمين إلى شبكة الإدارة أو إلى خدماتها.
- السبب: فصل قناة الإدارة هو عنصر احترافي في التصاميم المؤسسية ويقلل مخاطر هجمات الإدارة ومحاولات التلاعب بالسجلات.

3.7.3 منهجية التطبيق المرحلية (Permissive ثم Strict)

- المرحلة الأولى: سياسة سماحية للاختبار (Permissive Policy)

للتحقق من أن جميع العناوين والتوجيه والربط يعمل قبل تطبيق القيود. وبالتالي السماح بحركة المرور الأساسية بين الشبكات لأغراض الاختبار (مثل ping وcurl). وتسهيل اكتشاف المشاكل المتعلقة بالـ routing أو netplan أو Cloud/VMnet.

- اختبارات التحقق في هذه المرحلة:
  - نجاح ping من كل VM إلى بوابته.
  - نجاح ping بين الخوادم (APP ↔ LOG، NGINX ↔ LOG، APP ↔ NGINX).
  - نجاح الوصول إلى خدمة Django مباشرة على 10.10.100.10:8000 من داخل الشبكات الإدارية/DMZ لأغراض التأكد.
- نتيجة هذه المرحلة:

الشبكة مثبتة وظيفياً، وأي خلل يظهر هنا غالباً يكون خللاً في الربط/العنونة وليس في السياسة.

المرحلة الثانية: سياسة التشديد النهائية (Strict Policy)

- من اجل تطبيق الضوابط الأمنية النهائية بحيث تصبح حركة المرور مطابقة لمسار الخدمة المطلوب فقط.

السياسات:

- السماح للمستخدمين بالوصول إلى DMZ فقط (HTTP/HTTPS).
- منع المستخدمين من الوصول إلى Server LAN و Logs/MGMT بشكل مباشر.
- السماح فقط لـ NGINX بالوصول إلى Django على منفذ الخدمة 8000.
- حصر SSH من شبكة Logs/MGMT فقط .
- السماح بإرسال Syslog من الخوادم إلى LOG VM فقط.
- منع أي اتصالات أخرى افتراضياً (Default Deny).

3.7.4 اختبارات التحقق النهائية المرتبطة

تمت صياغة الاختبارات بحيث تتطابق مباشرة مع هدف المشروع النهائي: تمكين الطالب من تسجيل الحضور عبر النظام دون فتح منافذ أو مسارات غير لازمة.

- اختبار (1): وصول المستخدم إلى واجهة النظام عبر DMZ
  - الإجراء: من جهاز مستخدم (أو VPCS يمثل مستخدماً) يتم طلب صفحة النظام عبر عنوان DMZ.

- النتيجة: نجاح الوصول إلى 10.10.200.10 (واجهة NGINX).
- الدلالة: المستخدم يستطيع الوصول إلى مدخل النظام الوحيد.

- اختبار (2): منع الوصول المباشر للتطبيق من المستخدمين
  - الإجراء: محاولة الوصول إلى 10.10.100.10:8000 من نفس جهاز المستخدم.
  - النتيجة: فشل الوصول (Timeout/Denied).
  - الدلالة: لا يمكن تجاوز DMZ، ما يمنع كشف خادم Django للمستخدمين.

- اختبار (3): نجاح مسار الخدمة DMZ → APP
  - الإجراء: يقوم NGINX بتمرير الطلبات إلى Django على APP VM.
  - النتيجة: ظهور صفحات النظام للمستخدم عبر NGINX بشكل طبيعي، ما يعني أن الاتصال 10.10.200.10 → 10.10.100.10:8000 يعمل.
  - الدلالة: المسار الوحيد المسموح للخدمة يعمل كما خُطط له.

- اختبار (4): الإدارة الآمنة من شبكة Logs/MGMT
  - الإجراء: تنفيذ اتصال SSH من LOG VM إلى APP/NGINX.
  - النتيجة : نجاح SSH من شبكة الإدارة فقط، وفشله من شبكات المستخدمين.
  - الدلالة: قناة الإدارة محصورة ولا تشكل سطح هجوم من المستخدمين.

- اختبار (5): (اختياري) التحقق من إرسال السجلات إلى LOG VM
  - الإجراء: توليد سجل بسيط من APP أو NGINX (مثل أمر logger).
  - النتيجة: وصول السجل إلى LOG VM وتخزينه ضمن ملفات السجلات.
  - الدلالة: دعم التدقيق (Auditing) والمراقبة.

3.7.5 ربط السياسة بالنتيجة الوظيفية النهائية (تسجيل الحضور)

تضمن سياسة الـ ACL أن المستخدم النهائي لا يحتاج إلا إلى مسار واحد للوصول إلى النظام: Users → DMZ. بعد ذلك، يقوم NGINX ضمن DMZ بإكمال الطلب عبر المسار المسموح DMZ → Server LAN للوصول إلى Django. عند نجاح هذا المسار، يستطيع الطالب فتح النظام، تسجيل الدخول إن وجد، ثم تنفيذ عملية تسجيل الحضور عبر واجهة الويب، بينما تبقى طبقة التطبيق والسجلات والإدارة معزولة عن الوصول المباشر من المستخدمين.
وبذلك تحقق السياسة توازناً بين الوظيفة والأمان: الخدمة تعمل للمستخدم، لكن الوصول غير الضروري محظور ومراقب.

3.7.6 توثيق الأدلة والنتائج (Evidence & Results)

لتقديم إثبات موضوعي أمام لجنة التحكيم، تم توثيق ما يلي:
مخرجات show access-lists على الراوتر لإظهار القواعد وعداداتها (matches).
مخرجات show ip interface لتأكيد تطبيق الـ ACL على الواجهات الصحيحة (in/out).
نتائج اختبارات ping وcurl قبل التشديد (Permissive) وبعده (Strict).
لقطات من المتصفح/الأوامر تؤكد أن الوصول يتم عبر DMZ وأن الوصول المباشر إلى APP غير متاح للمستخدمين.

3.8 التحقق النهائي من الهدف الوظيفي: تمكين الطالب من تسجيل الحضور عبر مسار شبكي آمن

تمثل هذه المرحلة "نقطة التسليم" للقسم الشبكي في المشروع، إذ لا يقتصر التحقق على نجاح الاتصال التقني (ping والتوجيه) فحسب، بل يمتد لإثبات أن الشبكة وسياسات التحكم بالوصول (ACL) تدعم الهدف الوظيفي النهائي للمشروع: تمكين الطالب من الوصول إلى النظام وتنفيذ عملية تسجيل الحضور عبر مسار صحيح ومقصود، دون فتح مسارات غير لازمة إلى الطبقات الحساسة.

3.8.1 تعريف سيناريو الاستخدام النهائي (End-to-End Scenario)

تم تعريف سيناريو التحقق النهائي بحيث يحاكي الاستخدام الحقيقي للنظام:

1. الطالب (ضمن شبكة المستخدمين) يحاول فتح النظام عبر متصفح/طلب HTTP.
2. الطلب يجب أن يصل إلى نقطة الدخول المعلنة فقط (خادم NGINX في DMZ).
3. خادم NGINX يقوم بإعادة توجيه الطلبات (Reverse Proxy) إلى خادم التطبيق Django داخل الشبكة الداخلية.
4. خادم Django يعالج الطلبات ويعرض صفحات النظام، ثم يتم تنفيذ إجراء "تسجيل الحضور".
5. يتم التأكد أن العملية تمت بنجاح وأن النظام استجاب ضمن القيود الأمنية المحددة.

هذا السيناريو يضمن أن التحقق لا يختبر مكوّناً واحداً بمعزل، بل يختبر التكامل بين الشبكة والطبقات الخدمية.

3.8.2 التحضير للاختبار النهائي (Prerequisites)

قبل تنفيذ التحقق النهائي، تم التأكد من جاهزية العناصر التالية:

أولاً – جاهزية خدمة التطبيق (APP VM):

تشغيل Django باستخدام:

python manage.py runserver 0.0.0.0:8000

نجاح الترحيلات:

python manage.py migrate

وجود قاعدة بيانات SQLite داخل APP VM (مثلاً db.sqlite3) بما يثبت أن النظام قادر على تخزين بيانات الحضور محلياً.

ثانياً – جاهزية طبقة العرض (NGINX VM):

تشغيل خدمة NGINX والتأكد من سلامة الإعداد:

nginx -t ثم systemctl restart nginx

ضبط Reverse Proxy ليحوّل طلبات المستخدمين إلى:

http://10.10.100.10:8000 (من منظور NGINX داخل DMZ)

ثالثاً – جاهزية الشبكة والسياسات (R1 + ACL):

التأكد من أن واجهات الراوتر up/up.

التأكد من تطبيق ACL على الواجهات الصحيحة (in/out) حسب سياسة التشديد النهائية.

التأكد من أن شبكات المستخدمين لا تملك مسار مباشر إلى Server LAN إلا عبر DMZ وبحسب المسموح.

3.8.3 تصميم مسار الخدمة (Service Path) كمتطلب تحقق

تم اعتبار "مسار الخدمة" شرطاً رسمياً في التحقق النهائي، وتم تعريفه من منظور الشبكة كالتالي:

المسار المسموح للمستخدم:

Users → DMZ (NGINX) عبر HTTP/HTTPS فقط.

المسار المسموح للخدمة داخلياً:

DMZ (NGINX) → Server LAN (Django) على منفذ الخدمة (TCP/8000 في وضع runserver).

المسارات غير المسموحة:

Users → Server LAN مباشرة، و Users → Logs/MGMT، وأي منافذ إدارية من المستخدمين.

هذا التعريف يجعل نجاح الاختبار النهائي ليس "وصول صفحة فقط"، بل "وصول صفحة عبر المسار الصحيح فقط".

3.8.4 خطوات التحقق العملي ونتائجها المتوقعة (Tests & Expected Results)

الاختبار (T1): وصول الطالب إلى بوابة النظام عبر DMZ

الهدف: إثبات أن الطالب يستطيع الوصول إلى نقطة الدخول الوحيدة للنظام.
الإجراء: من جهاز يمثل الطالب (VPCS أو VM ضمن شبكة المستخدمين) يتم محاولة الوصول إلى عنوان DMZ:

فتح http://10.10.200.10/ عبر المتصفح أو تنفيذ:

curl http://10.10.200.10

النتيجة المتوقعة:

الحصول على استجابة HTTP (مثل 302/200) وظهور صفحة النظام (تسجيل دخول/واجهة).
الدلالة: طبقة DMZ تعمل كنقطة دخول رسمية والطالب يستطيع بدء استخدام النظام.

الاختبار (T2): التأكد من أن الطالب لا يستطيع تجاوز DMZ والوصول مباشرة إلى Django

الهدف: إثبات أن Server LAN غير مكشوف للمستخدمين.
الإجراء: من نفس جهاز الطالب يتم محاولة الوصول مباشرة إلى خادم Django:

أو: http://10.10.100.10:8000

curl http://10.10.100.10:8000

النتيجة المتوقعة:

فشل الاتصال (Timeout/Denied) وعدم ظهور صفحة التطبيق مباشرة.
الدلالة: ACL تحقق مبدأ Least Privilege وتمنع الوصول غير المصرح به للطبقة الحساسة.

الاختبار (T3): نجاح قناة الخدمة الوحيدة DMZ → APP

الهدف: إثبات أن NGINX قادر على الوصول إلى Django داخلياً وفق السياسة.
الإجراء: من داخل NGINX VM يتم اختبار الوصول إلى Django:

curl http://10.10.100.10:8000

ثم يتم إعادة اختبار فتح الصفحة من جهاز الطالب عبر NGINX:

http://10.10.200.10/

النتيجة المتوقعة:

نجاح الوصول من NGINX إلى APP.
نجاح عرض صفحات النظام للطالب عبر NGINX.
الدلالة: الخدمة تعمل عبر المسار الآمن المسموح فقط، ولا يوجد كسر للسياسة الأمنية.

الاختبار (T4): تنفيذ عملية تسجيل الحضور والتحقق من أثرها (Functional Impact)
الهدف: ربط الشبكة بنتيجة وظيفية ملموسة (تسجيل الحضور).
الإجراء: من حساب طالب/مستخدم ضمن النظام يتم تنفيذ عملية "Attendance / Check-in" من الواجهة.
(إذا كان النظام يستخدم تسجيل دخول، يتم تسجيل الدخول أولاً، ثم تنفيذ العملية.)

النتيجة المتوقعة:

ظهور رسالة نجاح أو تحديث في الواجهة يدل على أن الحضور تم تسجيله.

إمكانية رؤية سجل حضور جديد ضمن الواجهة أو ضمن لوحة الإدارة (إن كانت مفعلة).
الدلالة: الشبكة لم تكتفِ بإيصال صفحة، بل دعمت تنفيذ عملية حساسة تتطلب اتصالاً واستجابة صحيحة من خادم التطبيق وقاعدة البيانات.

الاختبار (T5): التحقق من حفظ البيانات (Persistence) داخل SQLite

الهدف: إثبات أن بيانات الحضور لا تضيع وأنها مخزنة فعلياً.
الإجراء: بعد تنفيذ تسجيل الحضور:

إعادة تحميل الصفحة (Refresh) والتحقق أن السجل موجود.

(اختياري) إعادة تشغيل خدمة runserver ثم التحقق مجدداً.

النتيجة المتوقعة:

بقاء السجل موجوداً بعد إعادة التحميل، ما يؤكد أن البيانات محفوظة في قاعدة البيانات.
الدلالة: التكامل بين واجهة المستخدم والتطبيق والتخزين يعمل بشكل صحيح.

الاختبار (T6): أدلة السياسات أثناء التحقق (ACL Evidence)

الهدف: تقديم دليل "موضوعي" للجنة على أن النجاح لم يكن بسبب فتح كل شيء، بل بسبب تطبيق سياسة واضحة.
الإجراء: أثناء الاختبارات أو بعدها مباشرة يتم توثيق:

show access-lists (لإظهار عدّادات المطابقة matches)

<show ip interface <interface (لإظهار أن ACL مطبق inbound/outbound على الواجهة الصحيحة)

النتيجة المتوقعة:

ارتفاع counters للقواعد المرتبطة بمسار الخدمة (Users→DMZ، APP→DMZ) أثناء الاختبارات.

بقاء/ارتفاع counters لقواعد المنع عند محاولة تجاوز DMZ.
الدلالة: السياسة فعّالة ومثبتة بالأرقام، وليست مجرد وصف نظري.

3.8.5 تفسير النتائج وربطها بأهداف الأمن والوظيفة

نجاح الاختبارات السابقة يثبت أن تصميم الشبكة وACL حقق الأهداف التالية بالتزامن:

وظيفياً: الطالب يستطيع الوصول للنظام وتنفيذ عملية تسجيل الحضور بنجاح.

أمنياً: الوصول يتم عبر DMZ فقط، وخادم التطبيق غير مكشوف للمستخدمين، وقنوات الإدارة محصورة، ومسار الخدمة محدود وواضح.

تشغيلياً: التحقق موثّق بالأوامر والنتائج، ما يجعل تقييمه قابلاً للمراجعة من اللجنة دون الاعتماد على الانطباع.

3.8.6 نتائج القسم الشبكي (Network Section Outcome)

بناءً على التحقق النهائي، يمكن اعتبار البنية الشبكية "جاهزة للاستخدام ضمن نطاق المشروع" لأنها:

1. تحقق العزل الشبكي الطبقي.

2. تحقق وصول الخدمة للمستخدم النهائي عبر المسار الصحيح.

3. تدعم إثباتات واضحة (Ping/HTTP/ACL Counters).

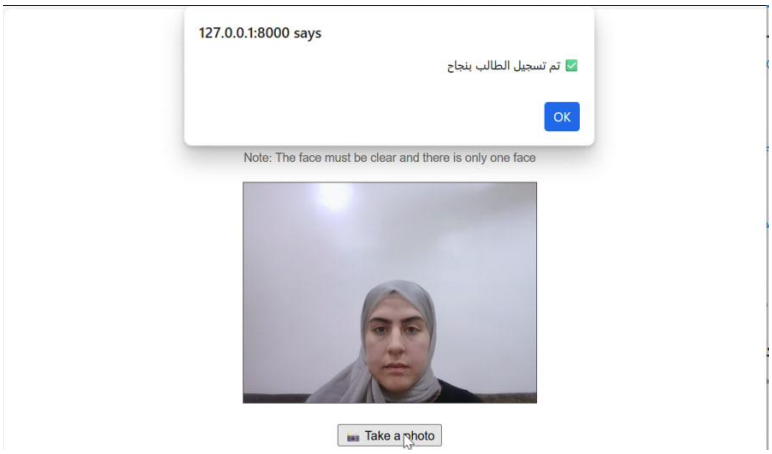
4. ترتبط مباشرة بهدف المشروع النهائي (تسجيل حضور).

الفصل الرابع

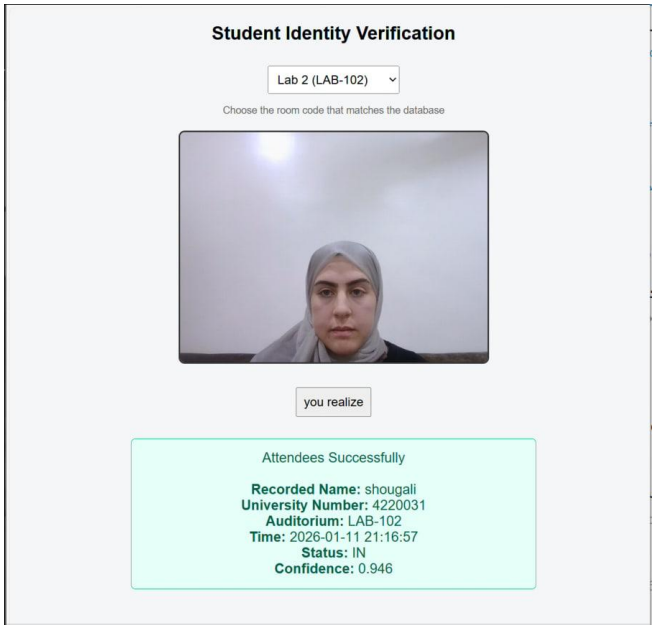
يهدف هذا الفصل إلى عرض وتحليل النتائج المتحققة من تنفيذ نظام تفقد الحضور الإلكتروني المعتمد على التعرف على الوجه، والمدعوم ببنية برمجية وشبكية آمنة. ويركّز الفصل على تقييم مدى نجاح التصميم المقترح في تحقيق أهداف المشروع، وذلك من خلال تحليل نتائج التشغيل العملي، والاختبارات الوظيفية، والاختبارات الأمنية التي أُجريت على النظام ضمن بيئة محاكاة تمثل مؤسسة تعليمية جامعية.

4.1 نتائج البنية البرمجية للنظام

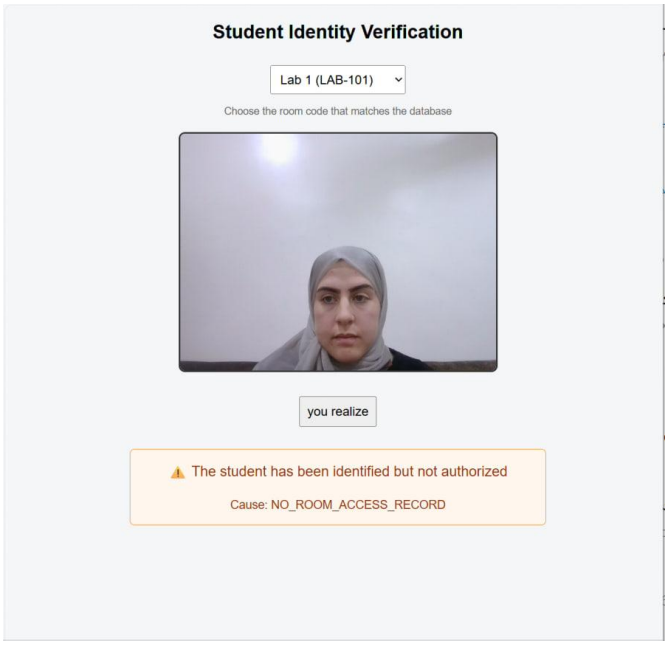
أظهرت نتائج التنفيذ أن البنية البرمجية للنظام نجحت في تحقيق الوظائف الأساسية المطلوبة بكفاءة واستقرار. فقد تمكّن النظام من تنفيذ عمليات تسجيل الطلبة (Enrollment) واستخراج بصمة الوجه الرقمية (Face Embedding) باستخدام نموذج ArcFace، وربطها بهوية الطالب داخل قاعدة البيانات بشكل صحيح. كما أثبتت آلية التحقق (Verification) قدرتها على التعرف على الطلبة المسجلين بدقة مناسبة، وتسجيل الحضور تلقائيًا دون تدخل بشري.



الشكل (4.1): نتيجة التعرف على الوجه وتسجيل الحضور بنجاح



الشكل (4.2): نتيجة عملية التحقق (Verification) وتسجيل الحضور مع قيمة الثقة



الشكل (4.3): نتيجة عملية التحقق (Verification) مع فشل التفويض (Authorization Failure)

Attendance Record

Trust	Status	The Hall	University Number	Student	Time
0.95	FORBIDDEN	Lab 1	4220031	shougali	12/01/2026, 00:17:10
0.95	IN	Lab 2	4220031	shougali	12/01/2026, 00:16:57
0.85	FORBIDDEN	Lab 2	4223311	husain ali	11/01/2026, 21:08:44
0.87	IN	Lab 1	4223311	husain ali	11/01/2026, 21:04:11

الشكل (4.4): مثال على مخرجات نظام الحضور الإلكتروني (IN / FORBIDDEN)

كما بينت نتائج التشغيل أن الفصل بين منطق التعرف على الوجه ومنطق التفويض (Authorization) أسهم في تحسين موثوقية القرار النهائي، حيث لم يقتصر النظام على التعرف على هوية الطالب فقط، بل تحقّق أيضًا من مدى أحقيته بالدخول إلى القاعة المحددة. وقد انعكس ذلك في تسجيل حالات متعددة مثل (IN، FORBIDDEN، OUT) بشكل واضح داخل لوحة التحكم.

4.2 نتائج البنية الشبكية والأمنية

أظهرت نتائج الاختبارات الشبكية أن البنية المعتمدة وفّرت مستوى جيدًا من العزل بين مكونات النظام المختلفة. فقد نجح استخدام البنية متعددة الطبقات ومنطقة العزل الشبكي (DMZ) في منع الوصول المباشر من شبكات المستخدمين إلى خوادم التطبيق وقواعد البيانات الداخلية، مما قلّل من سطح الهجوم المحتمل.

كما أثبت تطبيق سياسات التحكم بالوصول باستخدام قوائم ACL فاعليته في حصر حركة المرور بالمسارات الضرورية فقط، حيث سُمح للمستخدمين بالوصول إلى واجهة النظام عبر الخادم الوسيط (Reverse Proxy) دون تمكين أي اتصال

مباشر بالخوادم الداخلية. وأظهرت الاختبارات أن أي محاولة وصول غير مصرح بها يتم حجبها وتسجيلها، مما يعزز الجانب الأمني للنظام.

4.3 نتائج التسجيل المركزي للأحداث والتدقيق

بيّنت نتائج التطبيق أن آلية التسجيل المركزي للأحداث (Centralized Logging) أسهمت في تعزيز قابلية المراقبة والتتبع. فقد تم تسجيل جميع العمليات الحساسة، مثل تسجيل الطلبة، ومحاولات التحقق الناجحة والفاشلة، ومحاولات الوصول غير المصرح بها، ضمن سجلات تدقيق واضحة تحتوي على معلومات السياق الزمني وعنوان الشبكة والنتيجة النهائية.

وقد أتاح ذلك إمكانية تتبع "من قام بماذا ومتى"، وهو ما يدعم مبدأ المحاسبة (Accountability) ويساعد في تحليل الأخطاء والحوادث الأمنية المحتملة، ويُعد مؤشرًا مهمًا على نضج التصميم الأمني للنظام.

4.4 مقارنة النتائج مع أهداف المشروع

عند مقارنة النتائج المتحققة مع الأهداف المحددة في الفصل الأول، يتضح أن النظام نجح في تحقيق معظم أهداف المشروع. فقد تحقق هدف أتمتة عملية تفقد الحضور باستخدام التعرف على الوجه، والحد من التلاعب والانتحال، إضافة إلى بناء بنية برمجية مرنة وقابلة للتوسع. كما تحققت الأهداف الأمنية المتمثلة في عزل المكونات الحساسة، وتطبيق مبدأ أقل صلاحية، ودعم المراقبة والتدقيق.

4.5 التحديات التي ظهرت أثناء التنفيذ

على الرغم من نجاح النظام في تحقيق أهدافه الأساسية، أظهرت النتائج بعض التحديات العملية، مثل تأثر دقة التعرف على الوجه في حالات الإضاءة غير المناسبة، والحاجة إلى ضبط عتبة الثقة (Threshold) بعناية لتقليل حالات الرفض أو القبول الخاطئ. كما تطلب إعداد سياسات ACL وضبط الشبكة مراحل اختبار تدريجية لتفادي أخطاء الضبط التي قد تؤثر على استمرارية الخدمة.

الخاتمة

في ظل التطور المتسارع في التقنيات الرقمية والاعتماد المتزايد على الأنظمة الإلكترونية في المؤسسات التعليمية، برزت الحاجة إلى تطوير حلول تقنية موثوقة تسهم في تحسين الكفاءة الإدارية وضمان دقة العمليات الأكاديمية. وقد تناول هذا العمل تصميم ودراسة نظام تفقد حضور إلكتروني يعتمد على تقنية التعرف على الوجه، بوصفها إحدى تقنيات القياسات الحيوية القادرة على معالجة أوجه القصور المرتبطة بالأساليب التقليدية المعتمدة في تسجيل الحضور.

وقد ركّز العمل على دمج الجوانب النظرية والتطبيقية المتعلقة بالبنية البرمجية والبنية الشبكية الآمنة، بما يسهم في بناء نظام يتمتع بدرجة مناسبة من الدقة والاعتمادية. كما أظهرت النتائج أن اعتماد مفاهيم مثل البنية متعددة الطبقات، ومنطقة العزل الشبكي، والتحكم بالوصول، يسهم في تعزيز مستوى الأمان وحماية البيانات الحساسة.

وفي ضوء ما تم التوصل إليه، يمكن اعتبار النظام المقترح خطوة داعمة نحو تطوير أنظمة تفقد حضور إلكترونية أكثر كفاءة وقابلية للتطبيق في المؤسسات التعليمية، مع إمكانية تطويره مستقبلًا لتحسين الأداء وتوسيع نطاق الاستخدام بما يتماشى مع متطلبات التحول الرقمي في التعليم.

قائمة المصطلحات

- البنية متعددة الطبقات (Three-Tier Architecture)
- التسجيل المركزي للأحداث (Centralized Logging)
- التشفير (Encryption)
- التشفير أثناء التخزين (Encryption at Rest)
- التشفير أثناء النقل (Encryption in Transit)
- التعلم العميق (Deep Learning)
- التعرف على الوجه (Face Recognition)
- الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence – AI)
- العميل (Client)
- القياسات الحيوية (Biometrics)
- الجدار الناري (Firewall)
- الخادم (Server)
- خادم التطبيق (Application Server)
- خادم قاعدة البيانات (Database Server)
- كشف الوجه (Face Detection)
- قائمة التحكم بالوصول (ACLs – Access Control Lists)
- قاعدة البيانات (Database)
- منطقة العزل الشبكي (DMZ – Demilitarized Zone)
- نظام تفقد الحضور الإلكتروني (Electronic Attendance System)
- نموذج التعرف (Recognition Model)
- واجهة المستخدم (User Interface – UI)
- واجهة برمجة التطبيقات (API – Application Programming Interface)
- بصمة الوجه (Face Embedding)
- فصل الصلاحيات والمهام (Separation of Duties)

قائمة الاختصارات (List of Abbreviations)

- ACL — Access Control List
- AI — Artificial Intelligence
- API — Application Programming Interface
- CNN — Convolutional Neural Network
- CPU — Central Processing Unit
- DB — Database
- DMZ — Demilitarized Zone
- DNS — Domain Name System
- GUI — Graphical User Interface
- HTTP — HyperText Transfer Protocol
- HTTPS — HyperText Transfer Protocol Secure
- IAM — Identity and Access Management
- IP — Internet Protocol
- JWT — JSON Web Token
- LAN — Local Area Network
- ML — Machine Learning
- OS — Operating System
- RAM — Random Access Memory
- RBAC — Role-Based Access Control
- REST — Representational State Transfer
- SSL — Secure Sockets Layer
- TLS — Transport Layer Security
- UI — User Interface
- URL — Uniform Resource Locator
- WAN — Wide Area Network

References

1. Deng, J., Guo, J., Xue, N., & Zafeiriou, S. (2019). ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (pp. 4690–4699). https://openaccess.thecvf.com/content_CVPR_2019/html/Deng_ArcFace_Additive_Angular_Margin_Loss_for_Deep_Face_Recognition_CVPR_2019_paper.html

2. Grother, P., Ngan, M., & Hanaoka, K. (2020). Face Recognition Vendor Test (FRVT) Part 3: Demographic effects (NISTIR 8280). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8280

3. Fielding, R., & Reschke, J. (2014). Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Message Syntax and Routing (RFC 7230). RFC Editor. https://doi.org/10.17487/RFC7230

4. Rescorla, E. (2018). The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3 (RFC 8446). RFC Editor. https://doi.org/10.17487/RFC8446

5. Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). JSON Web Token (JWT) (RFC 7519). RFC Editor. https://doi.org/10.17487/RFC7519

6. Krawczyk, H., Bellare, M., & Canetti, R. (1997). HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication (RFC 2104). RFC Editor. https://doi.org/10.17487/RFC2104

7. Eby, P. J. (2010). PEP 3333 – Python Web Server Gateway Interface (WSGI) v1.0.1. Python Enhancement Proposals. https://peps.python.org/pep-3333/

8. Django Software Foundation. (n.d.). Django documentation: Settings (Security settings, ALLOWED_HOSTS, CSRF, Sessions, HSTS). Retrieved January 29, 2026, from https://docs.djangoproject.com/en/5.0/ref/settings/

9. Django REST framework. (n.d.). Authentication: TokenAuthentication. Retrieved January 29, 2026, from https://www.django-rest-framework.org/api-guide/authentication/#tokenauthentication

10. djangorestframework-simplejwt contributors. (n.d.). Simple JWT documentation (JWTAuthentication). Retrieved January 29, 2026, from https://django-rest-framework-simplejwt.readthedocs.io/en/latest/

11. Gunicorn Project. (n.d.). Gunicorn documentation: Settings (bind, workers, deployment). Retrieved January 29, 2026, from https://docs.gunicorn.org/en/stable/settings.html

12. World Wide Web Consortium (W3C). (n.d.). Media Capture and Streams (getUserMedia). Retrieved January 29, 2026, from https://www.w3.org/TR/mediacapture-streams/

13. OpenCV. (n.d.). OpenCV documentation: Color space conversions (cvtColor). Retrieved January 29, 2026, from https://docs.opencv.org/

14. ONNX Runtime. (n.d.). ONNX Runtime documentation (Python API / InferenceSession). Retrieved January 29, 2026, from https://onnxruntime.ai/docs/

15. Python Cryptographic Authority. (n.d.). cryptography documentation: Fernet (symmetric encryption). Retrieved January 29, 2026, from https://cryptography.io/en/latest/fernet/

16. OWASP Foundation. (2021). OWASP Top 10: The Ten Most Critical Web Application Security Risks. https://owasp.org/Top10/

17 . Anti-Phishing Working Group. (2025, March 10). Phishing activity trends reports. APWG. Retrieved from https://apwg.org/trendsreports /

18 . Del Pozo, I., Iturralde, M., & Restrepo, F. (2018, August). Social engineering: Application of psychology to information security. In 2018 6th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW) (pp. 108–114). IEEE. https://doi.org/10.1109/FiCloudW.2018.00027

19 . IBM. (2024, May). What is phishing? IBM. Retrieved from https://www.ibm.com/think/topics/phishing

20 .Mishra, S., & Soni, D. (2023). DSmishSMS—A system to detect smishing SMS. Neural Computing and Applications, 35(7), 4975–4992. https://doi.org/10.1007/s00521-022-07724-4

21 . Figueiredo, J., Carvalho, A., Castro, D., Gonçalves, D., & Santos, N. (2024). On the feasibility of fully AI-automated vishing attacks. arXiv preprint arXiv:2409.13793. https://arxiv.org/abs/2409.13793

22 . ISACA. (2024). State of cybersecurity 2024. ISACA. Retrieved from https://www.isaca.org/resources/reports/state-of-cybersecurity-2024

23 . Frauenstein, E. D., & Flowerday, S. (2020). Susceptibility to phishing on social

network sites: A personality information processing model. Computers & Security, 94, 101862. https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.101862

24. Yang, L., Zhang, J., Wang, X., Li, Z., Li, Z., & He, Y. (2021). An improved ELM-based and data preprocessing integrated approach for phishing detection considering comprehensive features. Expert Systems with Applications, 165, 113863. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113863

25. Basnet, R. B., Sung, A. H., & Liu, Q. (2011, July). Rule-based phishing attack detection. In Proceedings of the International Conference on Security and Management (SAM) (Vol. 1, No. 1, pp. 624–630). CSREA Press.

26. Safi, A., & Singh, S. (2023, February). A systematic literature review on phishing website detection techniques. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 35(2), 590–611. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.11.027

27. Alsariera, Y. A., Alanazi, M. H., Said, Y., & Allan, F. (2024, June). An investigation of AI-based ensemble methods for the detection of phishing attacks. Engineering, Technology & Applied Science Research, 14(3), 14266–14274. https://doi.org/10.48084/etasr.6895

7312. Rashid, H., Liaqat, H. B., Sana, M. U., Kiren, T., Karamti, H., & Ashraf, I. (2025, May). Framework for detecting phishing crimes on Twitter using selective features and machine learning. Computers & Electrical Engineering, 124, 110363. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2025.110363

28. Asiri, S., Xiao, Y., Alzahrani, S., Li, S., & Li, T. (2023). A survey of intelligent detection designs of HTML URL phishing attacks. IEEE Access, 11, 6421–6443. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3236247

29. Alazaidah, R., Al-Shaikh, A., Al-Mousa, M. R., Khafajah, H., Samara, G., Alzyoud, M., Al-Shanableh, N., & Almatarneh, S. (2023, July). Website phishing detection using machine learning techniques. Journal of Statistics Applications & Probability, 13(1), 119–129. https://doi.org/10.18576/jsap/130113

30. Mat Rani, L., Mohd Foozy, C., & Mustafa, S. (2023, January). Feature selection to enhance phishing website detection based on URL using machine learning techniques. Journal of Soft Computing and Data Mining, 4(1), 30–41.

31. Albishri, A. A., & Dessouky, M. M. (2024, December). A comparative analysis of machine learning techniques for URL phishing detection. Engineering, Technology & Applied Science Research, 14(6), 18495–18501. https://doi.org/10.48084/etasr.7267

32. Sudar, K. M., Rohan, M., & Vignesh, K. (2024, August). Detection of adversarial phishing attack using machine learning techniques. Sādhanā, 49(3), 232. https://doi.org/10.1007/s12046-024-02474-3

33. Tamal, M. A., Islam, M. K., Bhuiyan, T., Sattar, A., & Prince, N. U. (2024, July). Unveiling suspicious phishing attacks: Enhancing detection with an optimal feature vectorization algorithm and supervised machine learning. Frontiers in

Computer Science, 6, 1428013. https://doi.org/10.3389/fcomp.2024. 1428013

34. Paithane, P. M. (2025, April). URLGuard: A holistic hybrid machine learning approach for phishing detection. International Journal of Information Engineering and Electronic Business, 17(2), 95–110. https://doi.org/10.5815/ijieeb.2025.02.07

35. Karim, A., Shahroz, M., Mustofa, K., Belhaouari, S., & Joga, S. (2023). Phishing detection system through hybrid machine learning based on URL. IEEE Access, 11, 36805–36822. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3272715

36. Aldakheel, E. A., Zakariah, M., Gashgari, G. A., Almarshad, F. A., & Alzahrani, A. I. A. (2023, April). A deep learning-based innovative technique for phishing detection in modern security with uniform resource locators. Sensors, 23(9), 4403. https://doi.org/10.3390/s23094403

37. Asiri, S., Xiao, Y., & Li, T. (2023, December). PhishTransformer: A novel approach to detect phishing attacks using URL collection and transformer. Electronics, 13(1), 30. https://doi.org/10.3390/electronics13010030

38. Kavya, S., & Sumathi, D. (2025). Multimodal and temporal graph fusion framework for advanced phishing website detection. IEEE Access, 13, 74128–74146. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3506278

39. Remya, S., Pillai, M., Aparna, B., Subbareddy, S. R., & Cho, Y. (2025). BGL-PhishNet: Phishing website detection using hybrid model—BERT, GNN, and LightGBM. IEEE Access, 13, 47552–47569.

https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3378865

. 40Gaffney, S., et al. (2022).

SQLite: Past, Present, and Future.

Proceedings of the VLDB Endowment, 15(12).

https://www.vldb.org/pvldb/vol15/p3535-gaffney.pdf