

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICO MÓVIL PARA LA TOMA DE ASISTENCIAS DE LOS PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD AMERICANA DE ACAPULCO

Data de aceite: 02/08/2023

Eduardo Rodriguez Rayo

División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco Acapulco de Juárez, Guerrero.

Luis Ramos Baños

División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México Campus Acapulco Acapulco de Juárez, Guerrero.

RESUMEN: El mantener un estándar de calidad o mejorarlo es una meta importante para muchas organizaciones, en el ámbito de la educación privada los estudiantes se asumen como los clientes por este motivo son más estrictos con respecto a la calidad educativa y a recibir todas sus clases, por lo cual las instituciones educativas adoptan un enfoque de satisfacción al cliente, de tal forma que se buscan aplicar medidas que ayuden en la mejora de calidad de la institución, como lo es modernizar el sistema de toma de asistencias de los profesores cuando estos imparten sus clases, se busca desarrollar un sistema que pueda verificar a los profesores de forma inequívoca y que entregue información veraz, implementando

un sistema móvil de autenticación biométrica en el cual se utilizara la huella dactilar como atributo biométrico, donde se procesara la imagen digital para poder hacer la extracción de minucias aplicando algoritmos de extracción de características y verificación de las huellas dactilares.

PALABRAS-CLAVE: Autenticación biométrica, Huella dactilar, Verificación, Imagen digital, Minucias, Algoritmos.

DEVELOPMENT OF A MOBILE BIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEM FOR TAKING ATTENDANCE OF PROFESSORS AT THE AMERICAN UNIVERSITY OF ACAPULCO

ABSTRACT: Maintaining a standard of quality or improving it is an important goal for many organizations, in the field of private education students are assumed as customers for this reason are more strict with respect to educational quality and to receive all their classes, so the educational institutions adopt a customer satisfaction approach, so that they seek to implement measures that help in improving the quality of the institution, The aim is to modernize the system of taking attendance

of teachers when they teach their classes, it seeks to develop a system that can verify teachers unequivocally and deliver accurate information, implementing a mobile biometric authentication system in which the fingerprint will be used as a biometric attribute, where the digital image will be processed to make the extraction of minutiae by applying algorithms for the extraction of characteristics and verification of fingerprints.

KEYWORDS: Biometric authentication, Fingerprint, Verification, Digital image, Minutiae, Algorithms.

1 | INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico crece en todas las direcciones, gracias al mismo se pueden crear prótesis funcionales, automóviles que se conducen de forma autónoma, generar diagnósticos médicos gracias a análisis por computadora, de la misma forma que grandes empresas u organizaciones modernizan sus procesos o servicios para proporcionar una mejor calidad de estos, mejorando o teniendo una mayor eficiencia en áreas administrativas en una empresa u organización.

La implementación de nuevas tecnologías en empresas u organizaciones se debe al crecimiento exponencial del mercado de las computadoras y sus sistemas, las computadoras han diseminado su uso en el mundo de los negocios desde los años sesenta, y las computadoras personales se han extendido por todas partes, En 1991 cerca del 60% de los empleados de oficinas en los Estados Unidos contaban con una de ellas en sus escritorios, A partir de del 2001 alrededor de 65 millones de los 115 de adultos que tenían un empleo y tenían más de 25 años usaban una computadora en el trabajo y alrededor de 48 millones de estos adultos usaban internet en el trabajo (Krugman, 1994), (NTIA and ESA, 2001).

El presente artículo está enfocado en desarrollar un sistema que tome la asistencia de los profesores a sus clases correspondientes en una institución educativa, mediante el uso del procesamiento digital de imágenes y la aplicación de tecnologías web.

2 | ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La Universidad Americana de Acapulco es una institución privada de nivel medio superior y superior ubicada en la ciudad y puerto de Acapulco, Guerrero. La universidad está en la búsqueda de mejorar y avanzar para ofrecer un mejor servicio educativo, como lo podría ser la creación de un repositorio para almacenar las tesis de sus estudiantes, ha llevado a cabo proyectos en los que se ha dotado de internet inalámbrico a toda la institución, entre otros.

La institución busca mantener un estándar de calidad educativa y ha llevado a cabo diversas acciones para lograrlo, por este motivo se ha planteado el desarrollar un sistema de autenticación biométrica móvil, que sea capaz de autenticar a los profesores cuando

estos imparten sus clases y de esta forma poder llevar un registro de las asistencias.

3 | OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema móvil que, por medio de la lectura biométrica se tome la asistencia de los profesores al impartir sus clases en la Universidad Americana de Acapulco para proporcionar información veraz y oportuna al área administrativa.

4 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el contexto de mejorar y/o garantizar la calidad de los servicios educativos, se desea llevar un control de las asistencias de los profesores al impartir sus clases, con la finalidad de poder tomar decisiones.

Las instituciones educativas deben de adoptar un enfoque de satisfacción al cliente, están obligadas a satisfacer en conjunto, al estudiante y a la sociedad en general. Esto requiere que la expectativa de la oferta educativa sea alcanzada o sea superada. Por esta razón, es importante fortalecer la confianza, evitar la deserción de los estudiantes, cumplir las metas educativas institucionales, garantizar la satisfacción de la comunidad educativa en general (Moreno, 2018).

Actualmente se toma la asistencia de los profesores de una forma tradicional, que es asistir a las aulas para verificar que los profesores estén impartiendo clases y anotarlos en una lista, y para verificar que se trata de un profesor impartiendo una clase este tiene que firmar dicha lista. Este método tiene algunas desventajas, ya que las listas en papel podrían sufrir algún inconveniente que ponga en riesgo su contenido, además de poder ser falsificadas tanto las listas enteras como las propias firmas de los profesores. Algunos de los problemas más importantes son los siguientes:

- Fragilidad de las listas en papel ante el agua, humedad, fuego, rupturas y degradación de la tinta con el paso del tiempo.
- Dificultad para el almacenamiento, se deben de tomar directrices más específicas para el almacenamiento del papel.
- Tiempo de toma de las asistencias, el tiempo que toma registrar una asistencia en papel o de forma automatizada no tendría una notable variación, pero el tiempo que tomaría enviar esta información al área administrativa estaría sujeto a la jornada laboral.
- Archivar la información, al tener listas archivadas en papel se dificulta la búsqueda y revisión de la información.
- Veracidad de la información, la validación de un documento en papel requiere que la persona autorizada de validez con su firma, acción que se puede obviar con la automatización dando mayor veracidad a la acción.

5 | HIPÓTESIS

La aplicación móvil ayudará a la Universidad Americana de Acapulco a automatizar el proceso de toma de asistencia de los profesores al impartir sus clases de forma inequívoca ya que la asistencia se verificará con la huella dactilar, esto otorgará información veraz, de forma rápida y eficiente, donde se entregará esta información al área administrativa para facilitar sus labores.

6 | METODOLOGÍA

Para desarrollar el sistema móvil de toma de asistencias se ha optado por utilizar un smartphone que funcionará para realizar el procesamiento de las asistencias, almacenar los registros de las asistencias en la base de datos, así como la función de enrolar las huellas dactilares con cada profesor. En la actualidad muchos smartphones cuentan con un sensor biométrico para poder autenticar a los usuarios, funcionando como una capa de seguridad para los smartphones, esta funcionalidad está restringida en ciertos aspectos para los desarrolladores lo cual inhabilita los sensores incorporados en los smartphones para ser utilizados en el desarrollo de este sistema, por lo que se ha optado por un sensor especializado para trabajar con huellas dactilares que funciona por medio de bluetooth, el sensor es el modelo el HF4000Plus de la marca HFSecurity que se muestra en la figura 1, el cual dentro de sus múltiples funcionalidades está el poder digitalizar huellas dactilares.



Figura 1: Lector Bluetooth HF4000Plus

El sistema de verificación realiza dos tareas, la primera es registrar los datos de los profesores y esto implica el registro de sus huellas dactilares y el enrolamiento con las mismas, a continuación, se presenta la metodología empleada para el registro de los profesores.

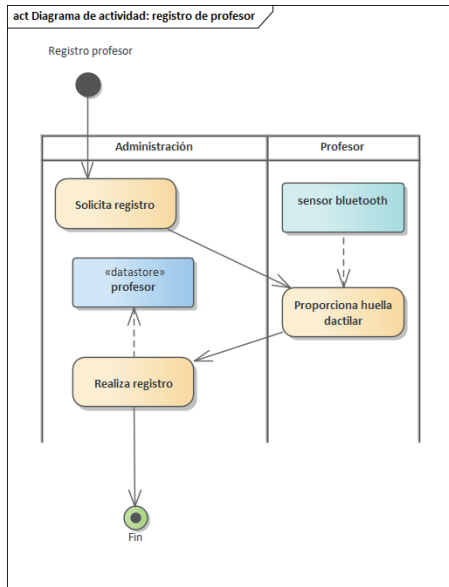


Figura 2: Diagrama de actividad del registro de profesores

Con la información almacenada ya es posible realizar la tarea de verificación de los profesores, en la figura 3 se muestra la metodología empleada para la toma de la asistencia.

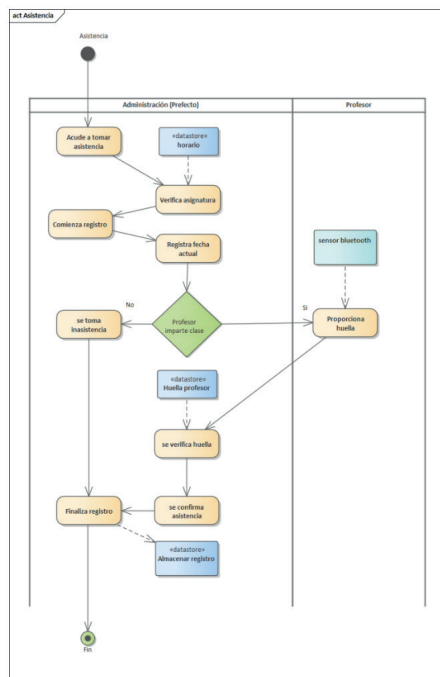


Figura 3: Diagrama de actividad del registro de asistencias

Esta alternativa para la toma de asistencia de los profesores está enfocada en el proceso de verificación, la finalidad de la biometría es poder verificar o identificar a una persona, esto se logra con la comparación uno a uno si es para la verificación y uno a muchos si es para la identificación, el usuario indica una identidad ya sea su huella dactilar, su rostro, voz, etc., el sistema ya cuenta con un registro previo de esta persona y accede a dicho registro para poder comparar la identificación proporcionada por el usuario con la identificación almacenada en el sistema y poder verificar si se trata de la misma persona.

7 | ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS

Los atributos biométricos no se pueden olvidar. Son difíciles de copiar y compartir. Es necesario que la persona esté presente en el punto de autenticación para ser autenticada. La comparación de varios atributos como universalidad, unicidad, permanencia, cobrabilidad, rendimiento, aceptabilidad, elusión es medible, se da en la tabla 1 (Akanksha Bali, Shivangi Goswami, & Shagun Sharma, 2019).

Biometrics	Universality	Uniqueness	Permanence	Collect-ability	Performance
Face	H	L	M	H	L
Fingerprint	M	H	H	M	H
Hand Geometry	M	M	M	H	M
Keystrokes	L	L	L	M	L
Hand veins	M	M	M	M	M
Iris	H	H	H	M	H
Retinal scan	H	H	M	L	H
Signature	L	L	L	H	L
Voice	M	L	L	M	L

Tabla 1: Comparación de atributos biométricos

7.1 Conceptos básicos sobre las características de una huella dactilar (H = High, M = Medium y L = Low)

Cresta: Es el relieve lineal que existe en la epidermis de ciertas zonas que, alternando con los valles, forman el dibujo papilar. Son las rayas negras de una huella impresa en papel.

Valle: Hendidura entre las crestas de la huella digital.

Minucia: Una minucia es un punto de interés de la huella digital. Las minucias tienen la siguiente representación: $minucia = \{x, y, \theta\}$ donde x y y es la posición en la imagen de

la huella y θ es el ángulo de dicha minucia.

En la figura 4 se muestra la representación de 4 tipos de minucias, las cuales son terminaciones, cercos, bifurcaciones e islas.

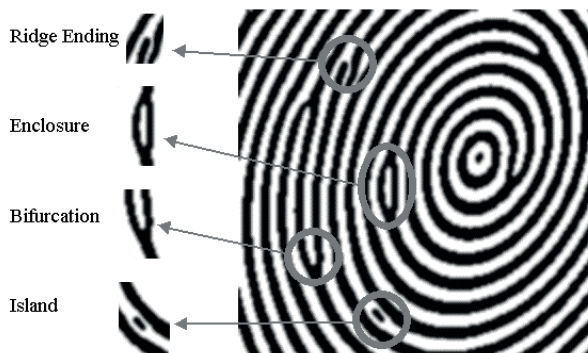


Figura 4: Diferentes características (minucias) presentes en la cresta del dedo (Dror, 2016)

8 | DESARROLLO

Llegado este punto ya se han establecido algunos parámetros para poder definir el funcionamiento del sistema, principalmente se requiere de un algoritmo que realice la extracción de características de las huellas dactilares para poder comparar las características de una huella almacenada en el sistema con la que se requieren verificar.

8.1 Extracción de características

El sensor HF4000Plus entrega una imagen de una huella dactilar, normalmente esta imagen siempre es de buena calidad, pero se puede dar el caso en que esta imagen contenga ruido, el cual deberá ser eliminado.



Figura 5: Eliminación de ruido en imagen de huella dactilar

Para realizar la extracción de características de una imagen de huella dactilar, esta debe ser binarizada, para crear una imagen binaria a partir de la imagen original se utiliza el valor de umbral. Puede ser un umbral de imagen global, especificado como un valor de luminancia escalar, o un umbral adaptable localmente, especificado como una matriz de valores de luminancia. Para calcular el umbral global a partir de los recuentos de histogramas, se utiliza el método de Otsu.



Figura 6: Binarización de imagen digital

Para poder hacer una distinción de las minucias se necesario realizar un adelgazamiento de las líneas en la imagen binarizada, de tal modo que las líneas sean equivalentes al tamaño de un píxel. Los algoritmos de adelgazamiento realizan un proceso análogo al concepto de fuego de pradera, ya que aplican, sucesivamente, un conjunto de condiciones a cada píxel de un objeto dentro de una imagen, eliminando aquellos pixeles que las cumplen mientras que mantienen aquellos pixeles que no las cumplen. De modo que, los pixeles que no son eliminados durante este proceso forman el esqueleto de la imagen.

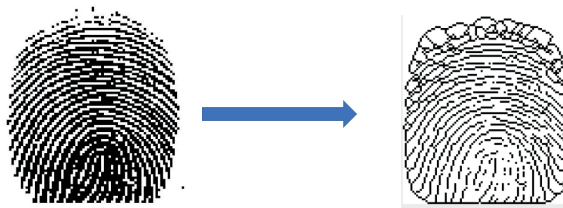


Figura 7: Adelgazamiento de la huella dactilar

Una vez finalizado el proceso de adelgazamiento, se tiene una imagen con las cualidades adecuadas para aplicarle un algoritmo de detención de minucias. El algoritmo consiste en calcular el número de píxeles que cruzan el píxel central (P_c), esto se calcula con la ecuación:

$$P_c = \sum_{i=1}^8 p(i) \begin{cases} P_c = 7 \text{ Bloque con terminación} \\ P_c = 6 \text{ Bloque sin minucia} \\ P_c \leq \text{Cloque con bifurcación} \end{cases} \quad (1)$$

En la ecuación p_1 a p_8 es una secuencia ordenada de píxeles que definen el bloque de 8 vecinos del píxel central. En la siguiente figura en 8a se puede observar la configuración de la ventana usada para localizar bifurcaciones y terminaciones. Las figuras 8b, 8c y 8d son las configuraciones posibles que podemos encontrar. a) Ventana de 3x3 usada para encontrar minucias, b) Bloque sin minucias, c) Bloque con bifurcación, d) Bloque con terminación.

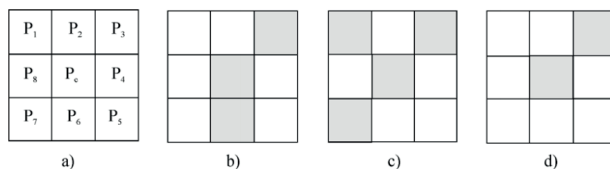


Figura 8: Ventana para encontrar minucias (Aguilar, Sánchez, Toscano, Nakano, & Pérez, 2008)

8.2 Etapa de verificación

El reconocimiento se realiza con tres importantes características: coordenadas, distancia y ángulos. La razón de usar tres características es poder obtener el mínimo error posible en el reconocimiento. Así, la información que se almacena de la huella dactilar consiste en una matriz. La matriz se compone de x vectores (total de minucias que se podrían almacenar) y cada vector de 4 valores que consisten en las dos coordenadas de la primera minucia, la distancia a la siguiente minucia y el ángulo de la primera minucia con respecto al eje Y .

El proceso de reconocimiento es realizado de la siguiente forma: la imagen de entrada se convierte en una matriz de 4×100 que es el límite de minucias que se podrían almacenar y esta matriz es comparada con la obtenida de la base de datos.

Primero, se localizan los vectores con distancias iguales y se toman únicamente los que tienen el mismo ángulo. Después, se descartan los vectores que tienen coordenadas muy diferentes y de esta forma podemos asegurar un mejor reconocimiento.

Se puede decidir un umbral con el que se obtengan mayores resultados para tener un buen reconocimiento, es decir, que una imagen de entrada será reconocida solamente cuando su matriz contenga más del umbral de vectores iguales a alguna de las imágenes almacenadas en la base de datos.

Cuando más de una imagen supera el umbral de aceptación se reconoce a las dos huellas como la misma, para evitar esto se debe de hacer una verificación que consiste en descartar imágenes, se comienza analizando la dirección y el número de píxeles que fue movida la imagen de entrada.

Cuando dos imágenes de la huella dactilar de una misma persona son comparadas y una de estas imágenes está trasladada, todas las minucias de la huella dactilar se mueven en la misma dirección y cantidad de píxeles, pero cuando dos imágenes de diferentes personas son comparadas y una de ellas está trasladada, el número de píxeles y la dirección cambian. En la figura 9 se muestra este ejemplo (Aguilar, Sánchez, Toscano, Nakano, & Pérez, 2008).

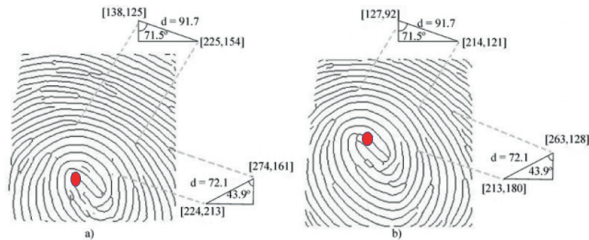


Figura 9: Comparación de huellas de una misma persona, a) Imagen almacenada, b) Imagen de entrada

9 | FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA

El sistema está compuesto por diversas funcionalidades que completan al mismo, como lo es el registro de los profesores, enrolamiento de huella dactilar, almacenamiento, registro de asistencias y visualización de registros.

9.1 Registro de los profesores al sistema de autenticación

En la etapa de registro de los profesores al sistema se ha planteado que para los sistemas de autenticación se necesita tener un registro previo de las personas a autenticar, en este apartado se tomara registro de los datos de los profesores, para de esta forma poder generar los registros de las asistencias con la información correspondiente al profesor y de esta manera realizar una correcta relación con la materia impartida, el aula en la cual se imparte dicha materia y su correspondiente verificación.

9.2 Enrolamiento de huella dactilar

El sensor bluetooth será el encargado de realizar la adquisición de la imagen digital, la aplicación móvil será capaz de establecer una sincronización con el sensor, dicho sensor realiza la captura y esta es enviada a la aplicación para realizar su debido proceso de extracción de características, así como de almacenar los datos recopilados, estos datos serán enrolados a un profesor.

9.3 Almacenamiento de datos

Cada huella dactilar será enrolada a un profesor, esta información debe de ser visible en tiempo real por el área administrativa, para lograr esta actividad la información debe de estar disponible en una base de datos que pueda ser accedida por medio de internet tanto como para almacenar los nuevos registros como para visualizarlos.

9.4 Visualización de los registros

Con los registros almacenados en la base de datos ya es posible hacer consultas para visualizar la información recopilada y de este modo poder generar los reportes que se requieren en el área administrativa.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado el planteamiento para el desarrollo de un sistema que puede tomar la asistencia de los profesores de la Universidad Americana de Acapulco de forma móvil, con la ventaja de tener esta información para poder realizar reportes, se pretende que a futuro estos reportes sean utilizados con un sistema de nómina.

Existen muchos atributos biométricos que se puede tomar para poder realizar la verificación de una persona, pero se ha optado por la huella dactilar debido a que tiene un índice de aceptabilidad más alto, que por ejemplo el reconocimiento facial, este procedimiento tiene que ser móvil debido a que se requiere que la asistencia sea tomada en cada aula, una limitante son las restricciones que tienen los sensores de huellas dactilares incorporados en los smartphones, pero en la actualidad existen sensores que se pueden colocar en los picaportes de las puertas, o pequeños sensores que se pueden incrustar en las superficies y la solución para la movilidad son los sensores bluetooth, incluso este tipo de sistemas se podrían utilizar para brigadas de trabajadores que se reúnen en áreas remotas para realizar sus actividades.

El núcleo del sistema es el proceso de extracción de características y la verificación de las huellas dactilares, existen muchos métodos para realizar estas actividades incluso en la actualidad se esta utilizando IA para la extracción de características, donde se entrena a un algoritmo para extraer las minucias más relevantes, en el caso de las huellas dactilares latentes también se están haciendo avances con respecto a la identificación de las huellas dactilares utilizando IA, para este caso en particular se están utilizando algoritmos ya probados con anterioridad que proporcionan un porcentaje de error bajo, al ser este un sistema de identificación la huella dactilar entrante siempre será comparada con la huella almacenada de la misma persona, ya que al momento de realizar el registro de los profesores se hace un enrolamiento con sus huellas, lo que facilita el trabajo de verificación. El sistema está pensado para que las asistencias tomadas sean visibles para el área administrativa, del mismo modo el sistema será capaz de entregar reportes de las asistencias de un mismo profesor en alguna fecha abierta o de una quincena de todos los profesores, estos reportes serán entregados en formato csv o xml para su posterior uso en un sistema de nómina (que es un proyecto a futuro). Con lo cual se obtendrá un sistema autónomo que proporcionará información veraz y esto ayudará a la Universidad Americana de Acapulco a mejorar y/o garantizar la calidad de sus servicios educativos.

REFERENCIAS

Aguilar, G., Sánchez, G., Toscano, K., Nakano, M., & Pérez, H. (2008). Reconocimiento de Huellas Dactilares Usando Características Locales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de*, 101-109.

Akanksha Bali, Shivangi Goswami, & Shagun Sharma. (2019). Biometrics Security in Mobile Application Development and its Applications. *International Journal of Scientific and Technical Advancements*, 5, 51-60.

Dror, I. E. (2016). A Hierarchy of Expert Performance. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 124. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.03.001>

Krugman, P. (1994). *Peddling Prosperity*. Nueva York, Estados Unidos.

Moreno, M. C. (2018). *Satisfacción estudiantil de la calidad del servicio educativo en la formación profesional de las carreras técnicas de baja y alta demanda*. Lima, Peru.

NTIA and ESA, U. D. (2001). *THE DIGITAL WORKPLACE*. U.S.: Current Population Survey.