


Reconocimiento biométrico facial para el control de asistencia de alumnos en centros educativos y visualización de resultados en dispositivos móviles

Facial Biometric Recognition for Student Attendance Management in Educational Institutions and Results Visualization on Mobile Devices

- Luis Alberto Cardozo Servian ¹
- Cristian David Macen Rojas²

Resumen

La presente investigación apunta a la resolución con base tecnológica de procesos de control de asistencia que actualmente conllevan una mayor utilización de recursos humanos, tiempo y materiales en la universidad tecnológica intercontinental. El objetivo de esta investigación permite construir un sistema de control biométrico informático capaz de proporcionar información de asistencia de alumnos para la optimización de dichos recursos, de esta manera, los alumnos, podrán registrar sus marcaciones por medio de reconocimiento facial. Así también, nos posibilita el desarrollo de una aplicación móvil, orientada, por una parte, a los alumnos, quienes a través de la misma, podrán consultar sus asistencias, por otra parte, a los docentes, que podrán gestionar su planilla de asistencia y actividades diarias, y, por último, a las personas encargadas del área administrativa, quienes tendrán la facultad de gestionar los usuarios de la aplicación móvil y visualizar reportes de asistencias así como los avances de contenido diario de los docentes. El paradigma se enmarca en la investigación tecnológica, de la cual se toma dos etapas; la diagnóstica y la de intervención. El resultado de la investigación es el prototipo de identificación biométrica facial en funcionamiento; el sistema de control de asistencia que permite al docente, mediante una aplicación móvil, la visualización y administración de las asistencias registradas.

Palabras clave: Sistema, control, biométrico, reconocimiento, facial, informático.

¹ Universidad Tecnológica Intercontinental, Asunción - Paraguay.

² Universidad Tecnológica Intercontinental, Asunción - Paraguay

Abstract

The present investigation has arisen as a result of the detected processes inside the classroom of study in the Intercontinental Technological University. By the same the objective of this investigation consists in the construction of a biometric and computer control system that allows to provide information of assistances of students. To achieve this goal several stages of development were defined, starting from the problem statement, for a better understanding of the problem the problem tree was elaborated where the main problem is exposed and the causes and effects of it are defined. Then the research questions were formulated, which later allowed the definitions of research objectives. The mode of research is technological research, and for the demonstration a prototype of facial biometric recognition was built. The result of the prototype is the operation of the assistance control system that allows the teacher through a mobile application to view the recorded assistance..

Keywords: System, control, biometric, recognition, facial, computer.

1. INTRODUCCIÓN

En respuesta a los desafíos actuales en el control de asistencia de alumnos en la Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC), este proyecto de investigación se propone la implementación de un sistema de reconocimiento biométrico facial.

Actualmente, el proceso de control de asistencia en la UTIC se basa en registros manuales en planillas de asistencia, lo que conlleva un alto consumo de recursos humanos y materiales, así como problemas de interpretación y demoras. Este enfoque tradicional presenta limitaciones y margen de error, lo que dificulta la eficiencia en la gestión de asistencias y agrega costos adicionales en papelería.

Para resolver estos problemas, proponemos la creación de un dispositivo de reconocimiento biométrico facial que permitirá a los alumnos registrar su asistencia de manera eficiente. Además, desarrollaremos una aplicación móvil que permitirá a docentes y personal administrativo acceder a los registros de asistencia en tiempo real.

Este proyecto aborda la necesidad de modernizar y agilizar los procesos académicos-administrativos, reduciendo costos y mejorando la precisión en el control de asistencia. Además, representa una innovación en el ámbito académico de Paraguay, ya que ninguna institución universitaria ha implementado tecnología biométrica facial.

El objetivo final de esta investigación es proporcionar una solución tecnológica que beneficie tanto a la UTIC como a la comunidad educativa en general, mejorando la eficiencia en el control de asistencia y allanando el camino hacia una gestión más transparente y efectiva.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Modalidad de la investigación

La modalidad es la Investigación Tecnológica Córdoba (2007), porque se centra en la aplicación de tecnología avanzada, específicamente el reconocimiento biométrico facial y el desarrollo de una aplicación móvil, para abordar un problema concreto en la gestión de asistencias en la Universidad Tecnológica Intercontinental (UTIC). La tecnología se utiliza como herramienta principal para mejorar y agilizar los procesos existentes.

Tipo de conocimiento que genera

El tipo de conocimiento que genera es Investigación Adaptativa Córdoba (2007), porque implica la creación de un dispositivo de reconocimiento biométrico facial, lo que representa una innovación tecnológica en el contexto académico en Paraguay.

Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección es la observación Córdoba (2007) porque implica una interacción directa con el objeto de estudio. Al tocar, preguntar y participar activamente en diversas actividades, los investigadores pueden obtener información detallada y contextualizada, lo que contribuye a una comprensión más profunda de la realidad.

Modalidad en la determinación del problema

La modalidad Explicativa es la empleada en la investigación ya que proporciona un enfoque metodológico sólido para comprender las raíces de los desafíos en el control de asistencia en la UTIC y para desarrollar soluciones que aborden directamente estos problemas.

Instrumento de recolección de datos

El instrumento utilizado es el uso de la documentación, proporciona una base sólida y fundamentada para la investigación. Facilita la búsqueda, consulta y análisis de recursos intelectuales, contribuyendo a un razonamiento claro y a la toma de decisiones oportunas en relación con el objeto de estudio.

Análisis de la documentación

La reflexión con base a los datos que fueron recabados durante la documentación ocurre la revisión, comprensión y análisis del problema y los datos. Con el dominio del conocimiento es altamente probable que se generen algunas posibles respuestas al problema (Córdoba, 2007, p.102).

Valoración (demostración de la investigación)

La demostración de la investigación se realizará a través de una maqueta (75cm por 55cm) “modelo de un objeto durante el transcurso de un diseño, construido a escala proporcional o tamaño real, con el fin de poder estudiar sus detalles constructivos, juzgar su apariencia y/o comprobar su funcionamiento.” (Parro, 2018, párr.2).

Desarrollo tecnológico

Portafolio de tecnologías más utilizadas

En este sentido se observa la necesidad de revisión en la web sobre los tipos, componentes y sus tecnologías más utilizadas en los centros de datos, para la misma se elaboran un cuadro comparativo.

Tabla 1. Característica de la placa raspberry

Nombre	Tipo	Ventajas	Desventajas	Fuente
Raspberry Pi 3 Modelo	Placa	Procesador 1,2 GHz de 64 bits con cuatro	RAM 1GB	https://www.arrow.com/es-mx/research-and-

		núcleos, con una dimensión de 85mm x 56mm.		events/articles/raspberry-pi-3-vs-raspberry-pi-zero-w
Raspberry Pi Zero	Placa	Admite miniconectores para ahorrar espacio y la GPIO de 40 pin está despoblada	Alto costo	www.profesionalreview.com

Fuente: Elaboración propia.

Materiales y Pasos para la implementación de los módulos electrónicos con la placa raspberry

Herramientas de trabajo

Las herramientas a ser utilizadas para el desarrollo de este trabajo tecnológico son: Sistema Operativo macOS Catalina, Visual Studio Code, Android Studio, Xcode, Emulador, Postgresql, S.O raspbian (raspberry), Filezilla, VNC Client.

Materiales de demostración

Los materiales a ser utilizados para el desarrollo de esta investigación tecnológica son:

- Componentes. Placa Raspberry Pi 3, Módulo de Cámara, Módulo de Display 3.5”, Disipador, Fuente de alimentación, Bluetooth, Notebook, Cable USB 3.0, Celular.
- Insumos del Prototipo. Tornillos, Masilla, Spatula, Pintura en Aerosol, Carcasa de material biodegradable, soporte, Regla, Adhesivo diseñado, Silicona Líquida.

Plan de Trabajo

Tabla 2. Montaje del Prototipo

Nro.	Descripción	Materiales	Herramientas	Tiempo	Observaciones
1	Diseño gráfico digital	-	Notebook, Blender para diseño 3D	30 hs.	El tiempo de duración es estimado, incluye investigación para el diseño.
2	Impresión 3D	Biodegradable	Impresora 3D	18hs.	La impresión fue realizada por partes.
3	Ensamblaje de las partes impresas del prototipo	Partes impresas.	Silicona Líquida.	2hs.	Cuidado en el ensamblaje de las partes impresas. (son delicados)
4	Arreglos	Masillas, Pintura en aerosol.	Spatula	3hs.	Cuidado en la pulida.

5	Fijar adhesivo	Adhesivo, regla	-	10min.	Alineado.
---	----------------	-----------------	---	--------	-----------

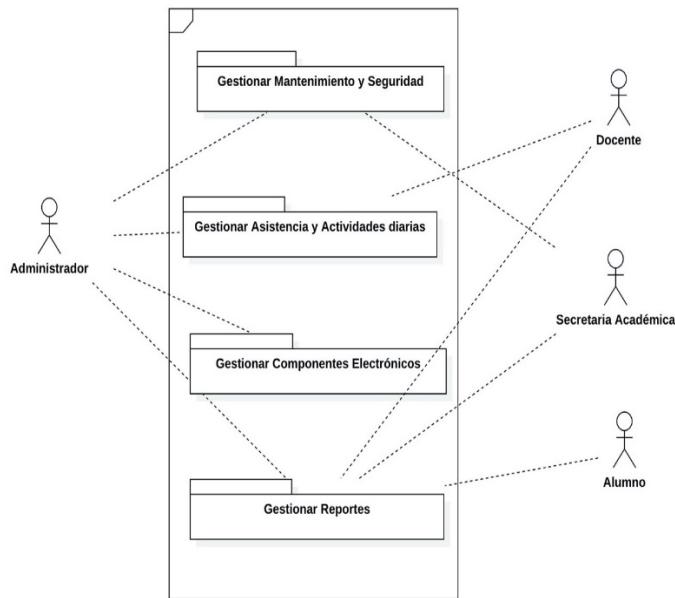
Fuente: Elaboración propia.

Análisis y Diseño técnico

Modelo de Negocio

Se establece el modelo de negocio del sistema biométrico facial para el control de asistencia.

Figura 1. Modelo de Negocio

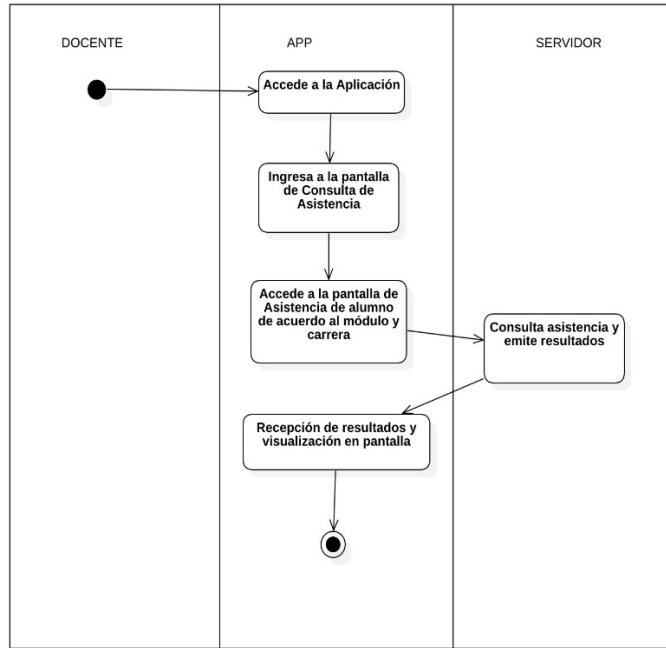


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de Actividad

En la presente figura se muestra las diversas actividades para la consulta de asistencia desde la aplicación móvil.

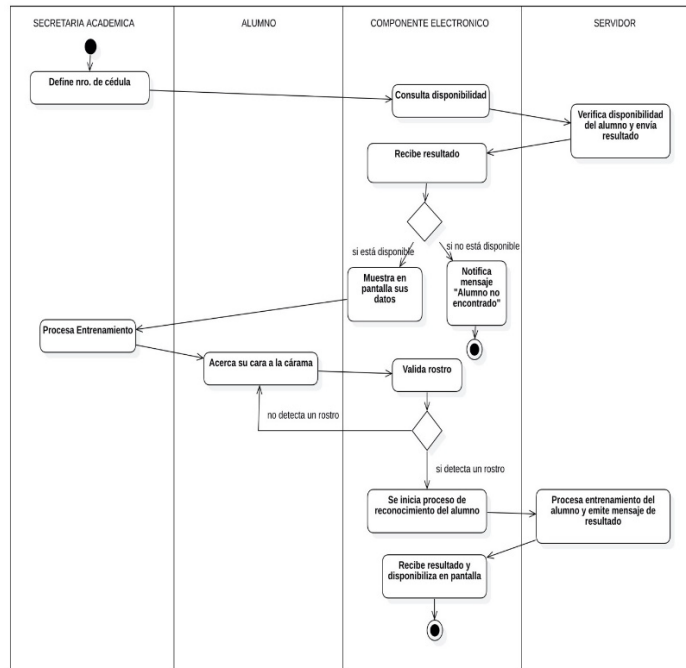
Figura 2. Diagrama de actividad de diversas actividades para la consulta de asistencia



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se muestra las diversas actividades para el proceso de entrenamiento facial de alumnos.

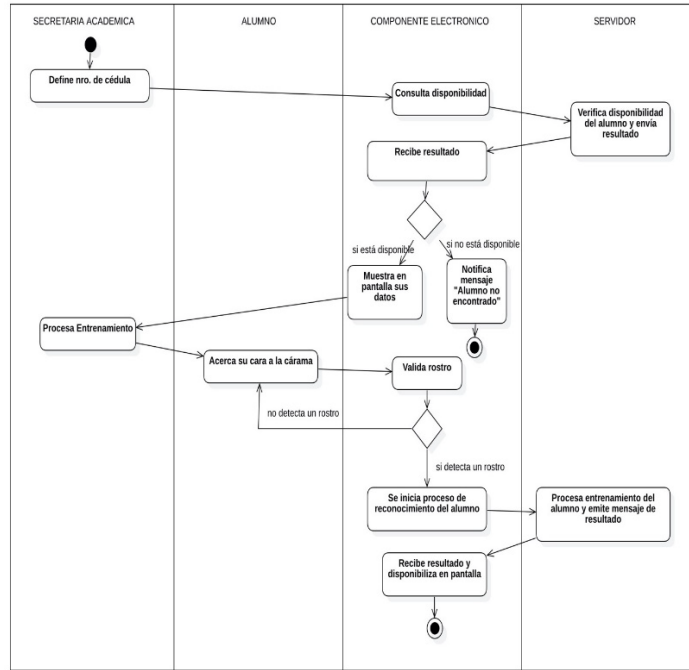
Figura 3. Diagrama de actividad proceso de entrenamiento facial de alumnos



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se muestra las diversas actividades para el proceso de registro de asistencia de alumnos.

Figura 4. Diagrama de actividad para el proceso de registro de asistencia de alumnos

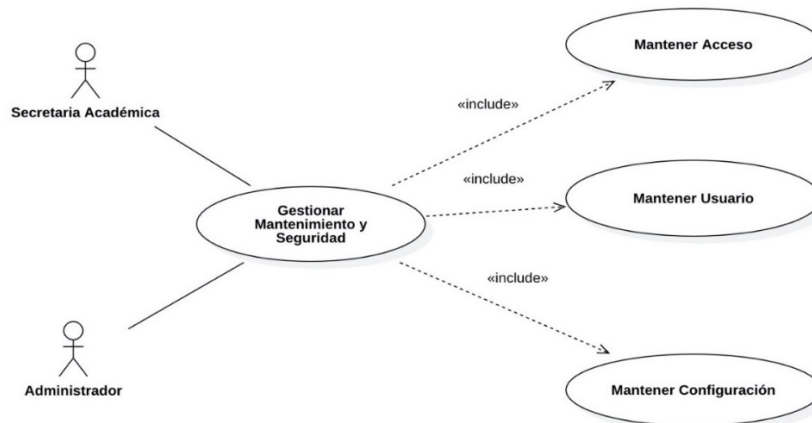


Fuente: elaboración propia.

Diagramas de Casos de Uso

En la presente figura se establecen los casos de usos a implementarse en el módulo de Mantenimiento y Seguridad.

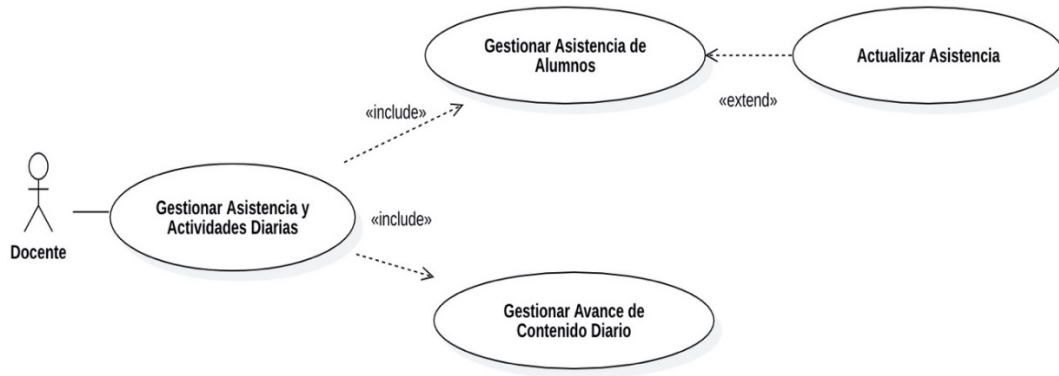
Figura 5. Gestionar Mantenimiento y Seguridad



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se establecen los casos de usos a implementarse en el módulo de Asistencia y Actividades Diarias.

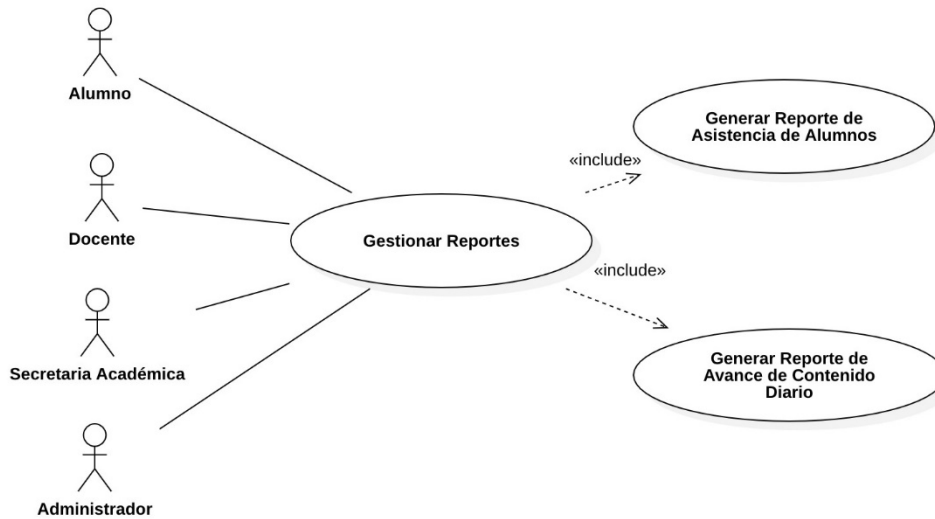
Figura 6. Gestionar Asistencia y Actividades diarias



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se establecen los casos de usos a implementarse en el módulo de Reportes.

Figura 7. Gestionar Reportes



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se establecen los casos de usos a implementarse en el módulo Componentes Electrónicos.

Figura 8. Gestionar Componentes Electrónicos

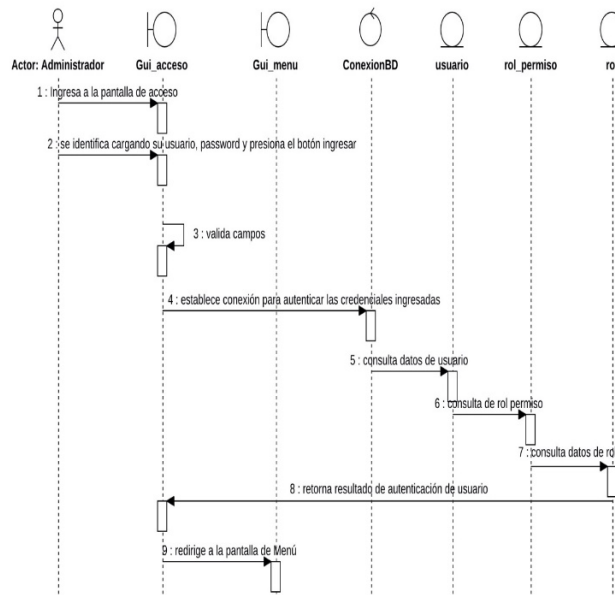


Fuente: elaboración propia.

Diagramas de secuencia

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Mantener Login para el acceso a la aplicación móvil.

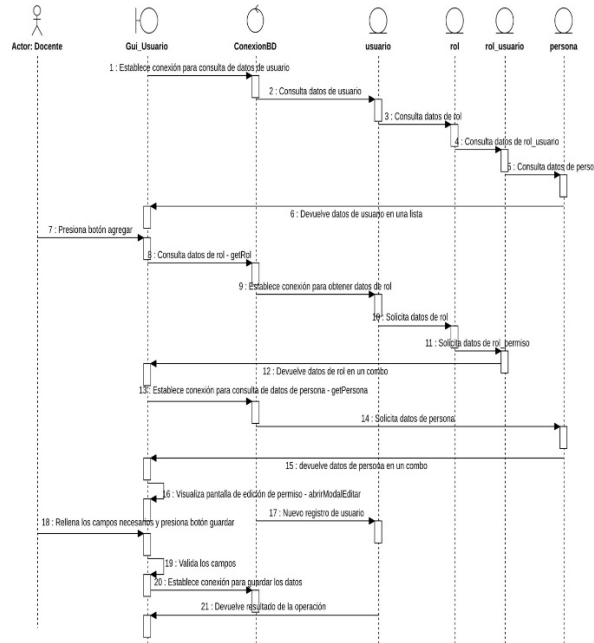
Figura 9. Mantener Login



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Usuario, en el cual se podrán realizar las altas de los mismos.

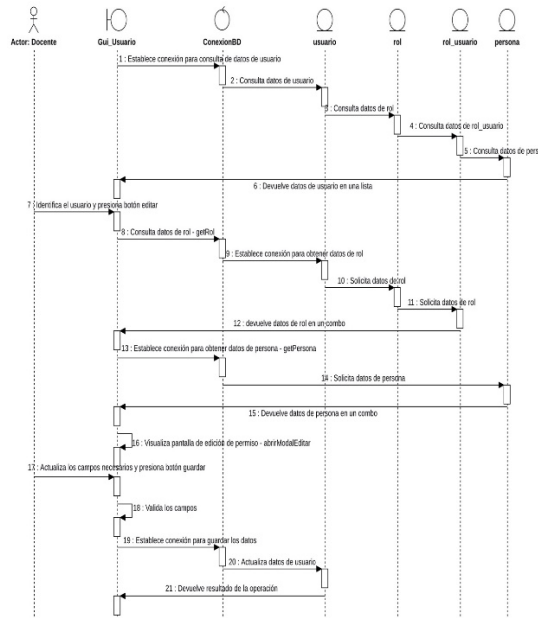
Figura 10. Agregar usuario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Usuario, en el cual se podrán realizar las modificaciones de los mismos.

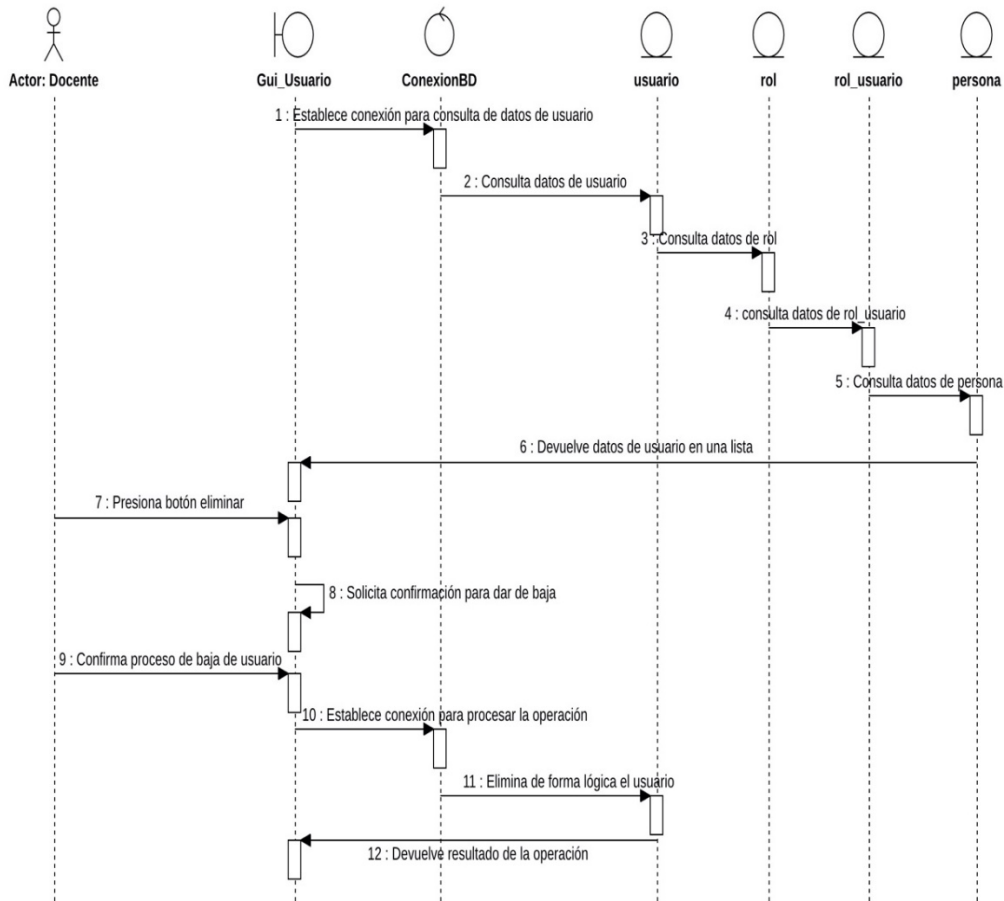
Figura 11. Modificar usuario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Usuario, en el cual se podrán realizar las eliminaciones de los mismos.

Figura 12. Eliminar usuario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Actualizar Asistencia de alumnos, en el cual el docente podrá realizar la actualización de entrada y salida de alumnos.

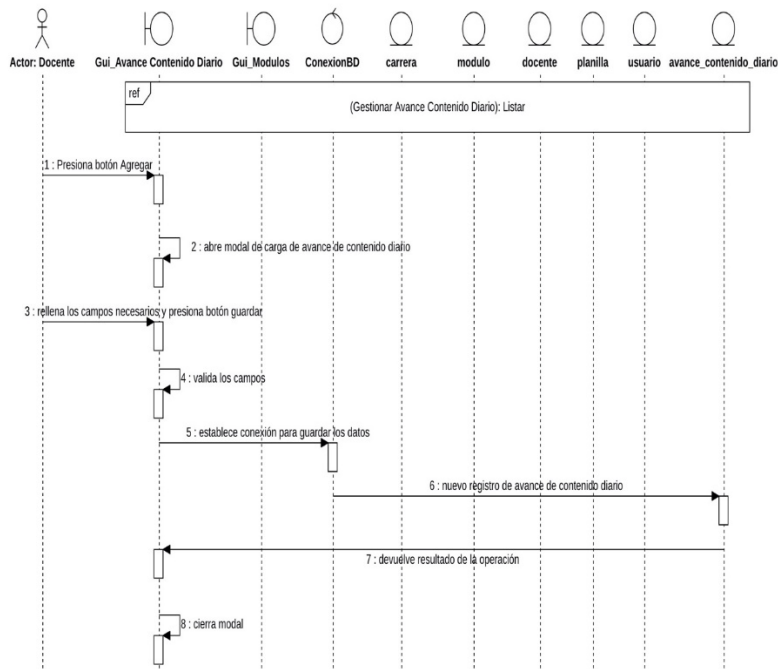
Figura 13. Actualizar asistencia de alumnos



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Avance de Contenido diario, en el cuál se podrá visualizar el listado de los mismos.

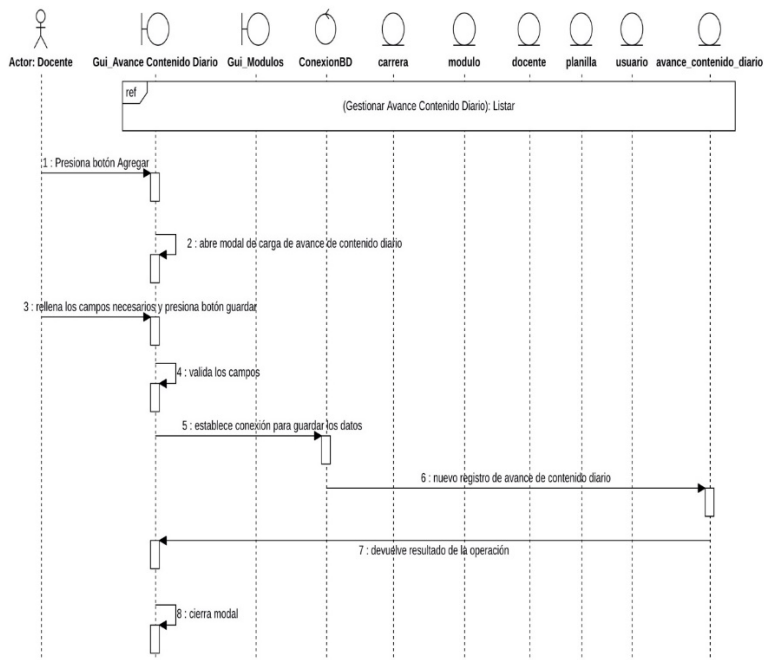
Figura 14. Listar avance de contenido diario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Avance de Contenido diario, en el cual se podrán realizar las altas de los mismos.

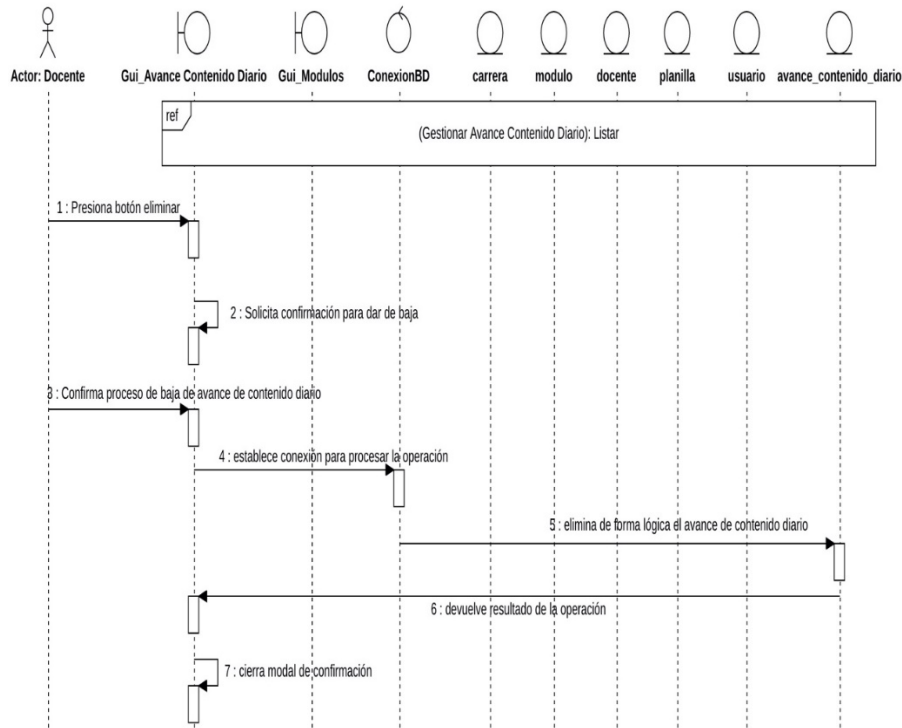
Figura 15. Agregar avance de contenido diario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta el Diagrama de Secuencia de Avance de Contenido diario, en el cual se podrán realizar las eliminaciones de los mismos.

Figura 16. Eliminar avance de contenido diario

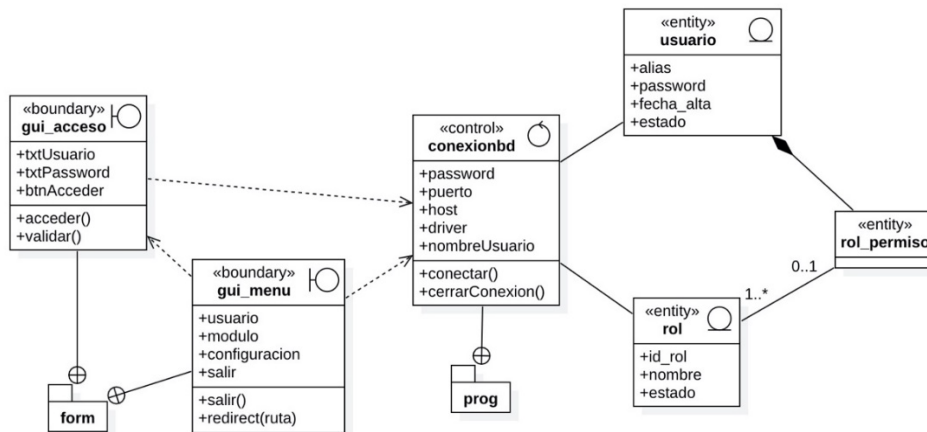


Fuente: elaboración propia.

Diagramas de clases

En la presente figura se muestra el diagrama de clases de Acceso, en la que se observan las clases con sus atributos, operaciones y relaciones.

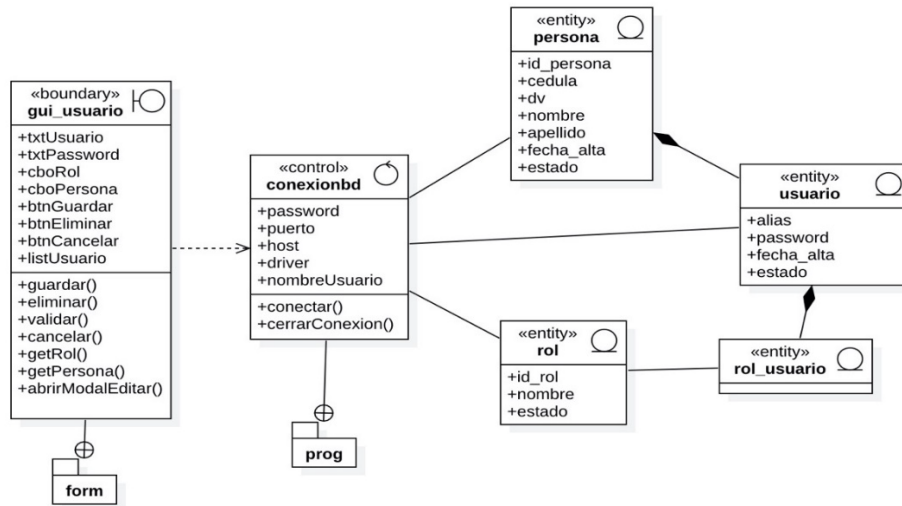
Figura 17. Diagrama de Clases – Acceso



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se muestra el diagrama de clases de Configuración, en la que se observan las clases con sus atributos, operaciones y relaciones.

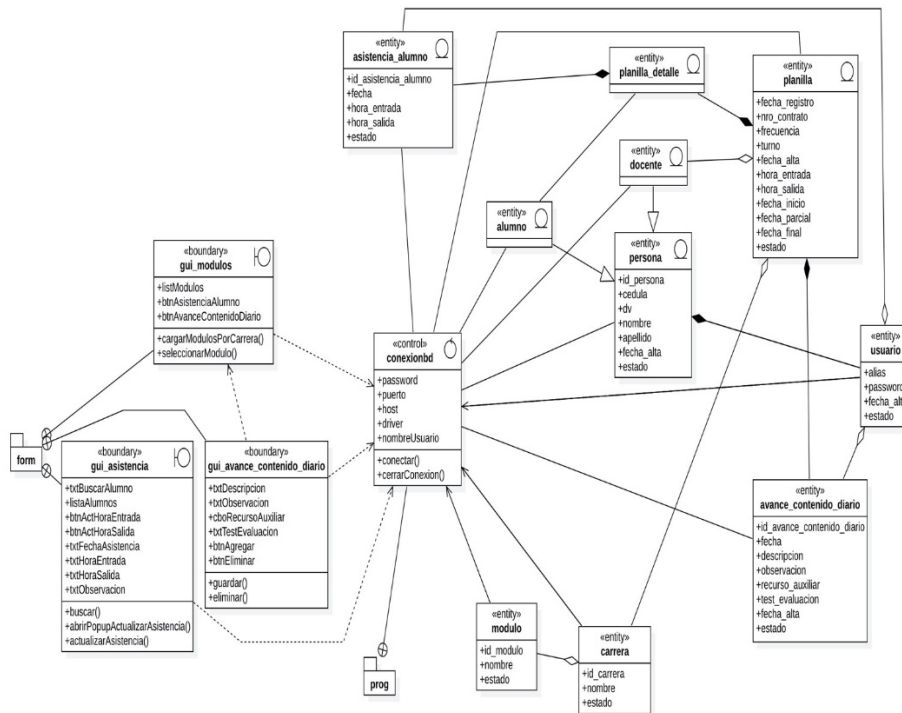
Figura 18. Diagrama de Clases – Usuario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se muestra el diagrama de clases de Asistencia y Avance de Contenido Diario, en la que se observan las clases con sus atributos, operaciones y relaciones.

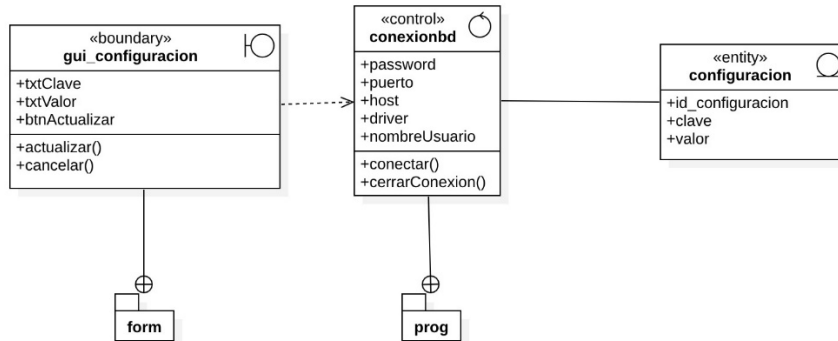
Figura 19. Diagrama de Clases – Asistencia y Avance de Contenido diario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se muestra el diagrama de clases de Configuración, en la que se observan las clases con sus atributos, operaciones y relaciones.

Figura 20. Diagrama de Clases – Configuración

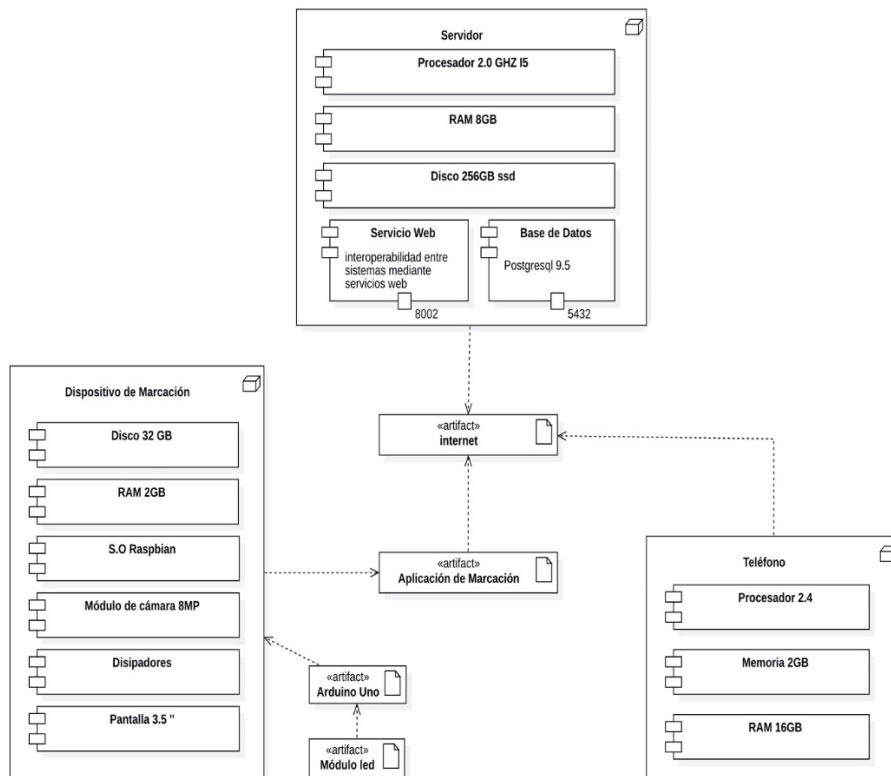


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de despliegue

En la presente figura se muestra la distribución de los componentes interconectados del Sistema de Control de asistencia de alumnos.

Figura 21. Diagrama de Despliegue

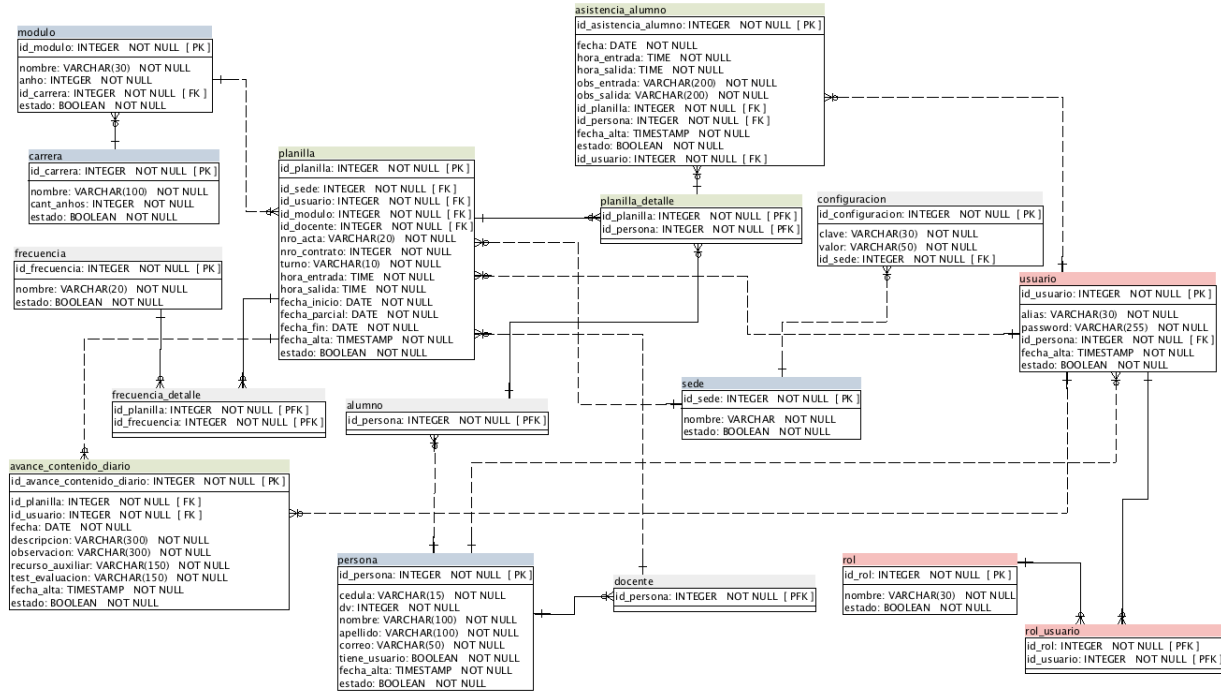


Fuente: elaboración propia.

Diagrama de Entidad y Relación

En la presente figura se muestra las entidades con sus atributos y relaciones que conforman la base de datos del Sistema de Control de asistencia de alumnos.

Figura 22. Diagrama de Entidad y Relación



Fuente: elaboración propia.

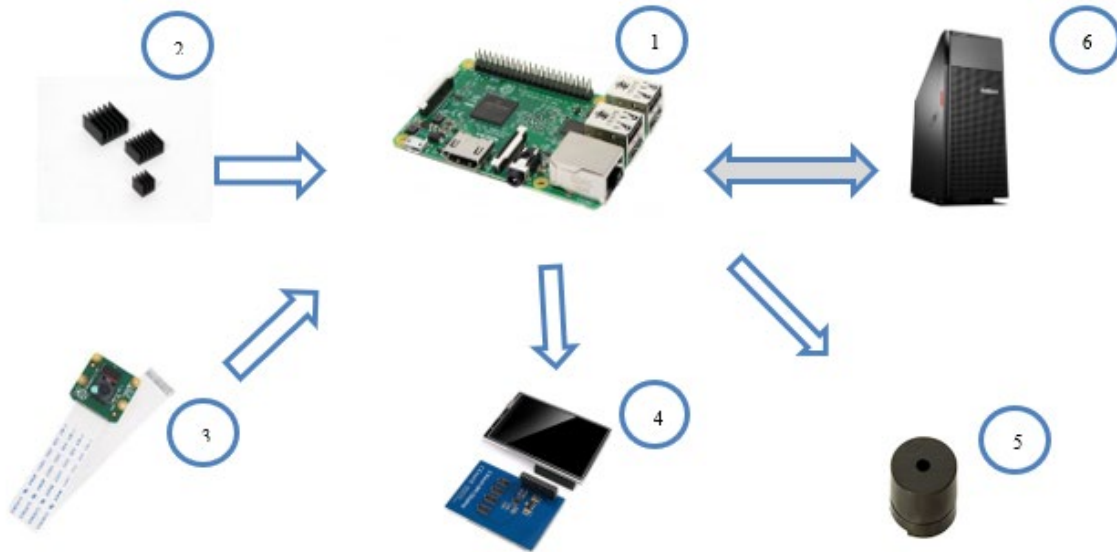
3. RESULTADOS

Pasos de demostración.

Paso 1: Componentes electrónicos

El método propuesto cumple el objetivo de desarrollar un sistema en hardware basado en la Raspberry Pi 3 modelo B, para la detección y reconocimiento facial, siendo una de las aportaciones de este trabajo el bajo costo y una implementación de algoritmo eficiente acorde a la necesidad. Para este caso se realiza el ensamblaje de los componentes, tales como, el módulo de cámara, display, buzzer y disipador a nuestra placa Raspberry PI 3. Se utiliza como medio de almacenamiento una base de datos Postgresql en su versión 9.6. La imagen de entrada se captura a través del módulo de cámara integrada a la Raspberry, quién cuenta con el algoritmo que clasifica la imagen de entrada y visualiza el resultado en la pantalla. La función de la computadora es la de entrenar al sistema de reconocimiento de rostros, por medio de un algoritmo que se desarrolló utilizando la librería opencv. La lógica e interacción de los algoritmos implementados para el sistema de reconocimiento, se muestra a continuación:

Figura 23. Componentes electrónicos utilizados para el proceso de enrolamiento y reconocimiento de alumnos



Referencias: 1- Placa Raspberry Pi 3 módulo B, 2- disipador de calor, 3- módulo de cámara, 4- display 3.5”, 5- buzzer, 6- servidor. Fuente: elaboración propia.

Paso 2: Instalación de componentes y demostración de funcionamiento

Figura 24. Instalación del módulo de cámara a la placa Raspberry PI 3



Referencias: 1- Placa Raspberry Pi 3 módulo B, 2- Módulo de cámara. El módulo de cámara se conecta a la placa raspberry, en el puerto J3. (marcado en rectángulo). Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Instalación del módulo de display a la placa Raspberry PI 3



Referencias: 1- Placa Raspberry Pi 3 módulo B, 2- Módulo de Display 3.5". El módulo de display se conecta a la placa raspberry, a través de los conectores GPIO. Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Integración de la placa arduino con la Raspberry en funcionamiento



Obs. Cabe destacar que este primer ensamblado, es de forma parcial, de manera a ver los puntos a tener en cuenta a la hora de montar en la carcasa. Fuente: elaboración propia.

Paso 3: Codificación de componentes electrónicos

Proceso de inicialización y detención de la cámara, que será visualizada a través del display 3.5”.

Figura 27. Código de ejemplo para la inicialización de la cámara

```

# @autor: Luis Cardozo

class RecordVideo(QtCore.QObject):

    image_data = QtCore.pyqtSignal(np.ndarray)

    def __init__(self, camera_port=0, parent=None):
        super().__init__(parent)
        self.camera = VideoStream(src=0, usePiCamera=True, resolution=(448, 255),
        framerate=32).start()
        self.timer = QtCore.QBasicTimer()

    def start_recording(self):
        self.timer.start(0, self)

    def stop_recording(self):
        self.camera.stop()
        self.camera = None
        self.timer.stop()

    def update(self):
        self.camera.update()

```

Fuente: elaboración propia.

Proceso que permite la detección facial a través de una imagen o fotograma.

Figura 28. Código de ejemplo para la detección facial

```

# @autor: Luis Cardozo

import cv2
import sys

hcascade = cv2.CascadeClassifier(sys.argv[2])
imagen = cv2.imread(sys.argv[1])
filtro = cv2.cvtColor(imagen, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
rostros = hcascade.detectMultiScale(
    filtro,
    scaleFactor = 1.2,
    minNeighbors = 5,
    minSize= (30,30),
    flags = cv2.CASCADE_SCALE_IMAGE
)
for (x, y, w, h) in rostros:
    cv2.rectangle(imagen, (x, y), (x+w, y+h), (0, 255, 0), 2)

cv2.imshow("Detección", imagen)
cv2.waitKey(0)

```

Fuente: elaboración propia.

Proceso que permite el reconocimiento facial.

Figura 29. Código de ejemplo para el reconocimiento facial

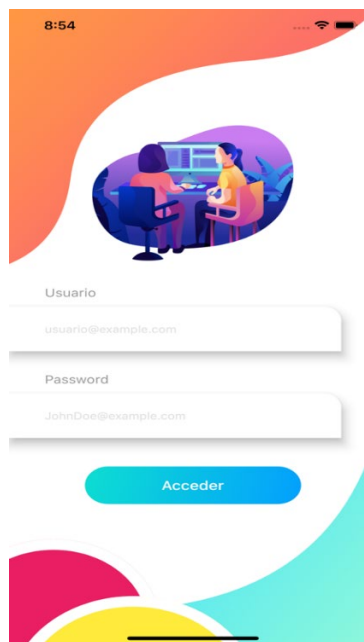
```
# @autor: Luis Cardozo

def prediction(self, img, face_resize, x, y):
    try:
        # intentamos reconocer la cara
        predictionId, prediction = self.model.predict(face_resize)
        # si se considera una coincidencia perfecta el índice de confianza devolverá
        "cero"
        # si la prediccion tiene una exactitud menor a 100, se toma como prediccion
        valida
        if prediction < 100:
            cara = '%s' % (str(predictionId))
            cv2.putText(img, '%s - %.0f' % (cara, prediction), (x-10, y-10),
            cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN, 1, (0, 255, 0))
            # si la prediccion es mayor a 100 no es un reconocimiento con la exactitud
            suficiente
        elif prediction > 100 and prediction < 500:
            cv2.putText(img, 'Desconocido', (x-10, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_TRIPLEX,
            1, (0, 255, 0))
        except Exception as e:
            cv2.putText(img, 'Error', (x-10, y-10), cv2.FONT_HERSHEY_TRIPLEX, 1, (0, 255,
            0))
```

Fuente: elaboración propia.

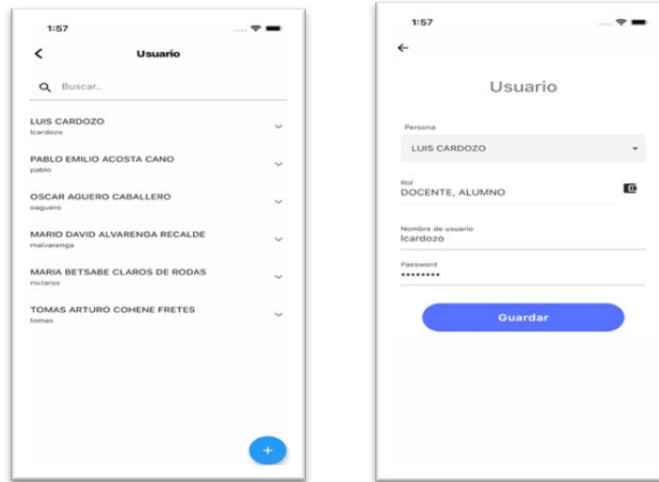
Interfaces gráficas

Figura 30. Login



Fuente: elaboración propia.

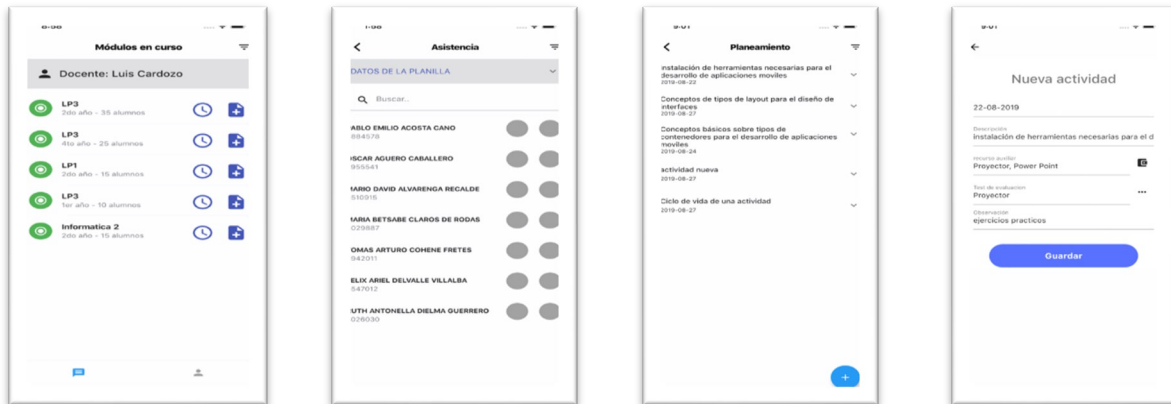
Figura 31. Mantener usuario



Fuente: elaboración propia.

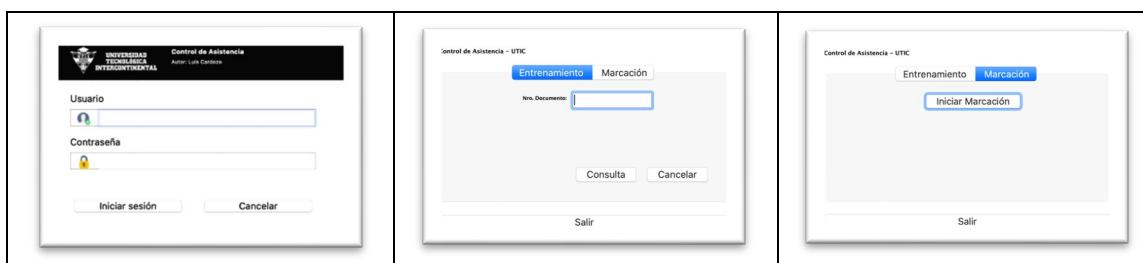
En la presente figura se presenta las interfaces (GUI) que componen para la gestión de Control de asistencia y avance de contenido diario; en el cual se podrán realizar las altas, bajas y modificaciones de los mismos al igual que las búsquedas.

Figura 32. Gestionar Control de Asistencia y Avance de Contenido Diario



Fuente: elaboración propia.

En la presente figura se presenta las interfaces (GUI) que componen para la gestión de componentes electrónicos para el control de asistencia de alumnos.

Figura 33. Gestionar Componentes Electrónicos

Fuente: elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación permite la exploración sobre visión computacional, la cual ayudó a la adquisición de nuevos conocimientos, así también la implantación de un dispositivo electrónico e informático para el control de asistencia de alumnos. El desarrollo del objetivo general, pudo llevarse a cabo mediante objetivos específicos trazados desde el principio de la investigación que se detallan a continuación:

Se definieron los recursos necesarios para llevar a cabo el sistema de control de asistencia, mediante la utilización de una placa raspberry junto con un módulo de cámara, display, disipadores, buzzer y diodos de led.

A partir de las definiciones de los componentes electrónicos necesarios, se procede a la construcción del prototipo que estuvo basado en relojes biométricos convencionales.

También se desarrolla una aplicación escritorio instalada en la Raspberry, con la finalidad de establecer el registro de asistencia de alumnos y la comunicación mediante servicios web a nuestro servidor mediante la utilización de las siguientes tecnologías: Python: Pyqt5, Flask.

Se desarrolla una aplicación móvil para informar sobre las asistencias de los alumnos, registro de actividades y generación de informes de planillas de asistencias y actividades diarias del docente; para la elaboración de la misma se utilizó la herramienta Android Studio 3.5 con AVD Nexus 6 API 29 y la comunicación mediante servicios web a nuestro servidor ya mencionado.

Se logra demostrar con el resultado de la prueba del prototipo que dicho sistema permite el control y generación de planillas de asistencias.

De este modo, mediante el desarrollo del presente proyecto se muestra la importancia de seguir investigando con el fin de brindar mayores opciones tecnológicas a los centros educativos que permitan una optimización de recursos, así como una mayor transparencia en los procesos de control de asistencia.

REFERENCIAS

- Córdoba, G. G. (2007). *La Investigación Tecnológica (Vol. Segunda Edición)*. México: Limusa S.A.
- Reyes, L. A. (2015). *Definición de Resistencia Eléctrica, tipos y como calcular su valor*. Obtenido de <https://ingenieriaelectronica.org/definicion-de-resistencia-electrica-tipos-y-como-calcular-su-valor/>

- Scarel, G. M. (2010). *Sistema de Reconocimiento Facial*. Obtenido de http://sinc.unl.edu.ar/sinc-publications/2010/SMS10/sinc_SMS10.pdf
- J. L., M. M., J. V., & M. L. (2019). *Fusión de algoritmos para detectar objetos en movimiento*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228599614_FUSION_DE_ALGORITMOS_PARA_DETECTAR_OBJETOS_EN_MOVIMIENTO
- Real Academia Española*. (2001). Obtenido de Diccionario de la lengua española (22.a ed.): <http://dle.rae.es/?w=diccionario>
- Greer, W. (29 de Agosto de 2018). *Breve historia del reconocimiento facial*. Obtenido de Facefirst: <https://www.facefirst.com/blog/breve-historia-del-reconocimiento-facial/>
- Olmos, E. G. (2018). *Qué es la protoboard (breadboard)*. Obtenido de <https://tuelectronica.es/que-es-la-protoboard/>
- Ortiz, A. (25 de Julio de 2018). *Que es virtualización, definición* . Obtenido de <https://blog.hostdime.com.co/es-virtualizacion-definicion/>
- Andrade, C. N. (2012). *Autenticación por reconocimiento facial para aplicaciones web, utilizando software libre*. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2063/digital_24318.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cokelaer, T., Pultz, D., Harder, L., Serra-Musach, J., Saez-Rodriguez, J., & Notes, A. (2013). *Bioinformatics*. Recuperado el 28 de setiembre de 2019, de Oxford Academic: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btt547>
- L. L., BIASONI, E., CATTANEO, C., RUGGERI, A., & HERRERA, C. (2011). Algoritmo para detección de bordes y ulterior determinación de objetos en imágenes digitales.
- Viola, P., & Jones, M. (2004). Obtenido de Robust real-time face detection.: https://www.researchgate.net/publication/220660094_Robust_Real-Time_Face_Detection (págs. 137-154).
- Urueña, W. A., Guevara, M. L., & Echeverry, J. D. (2008). Detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada. Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Díaz, A. (2017). *Ironsistem Software*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <http://ironsistem.com/tutoriales/python/deteccion-facial-en-python-y-opencv/>
- González, R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2002). *Digital image processing. 2.a ed. Prentice hall Upper Saddle River*. Recuperado el 19 de julio de 2019, de <https://a529xbrtc09.storage.googleapis.com/EiwqhEQuL8nSdztMwJ09.pdf>
- Rossius, S. (2013). *Reconocimiento de objetos mediante WebCam en tiempo real*. Proyecto final de carrera, Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29009/Reconocimiento%20de%20objetos%20en%20tiempo%20real%20mediante%20WebCam.pdf?sequence=1>

- Biometrics. (s.f.). *Biometrics*. Recuperado el 28 de julio de 2019, de ¿Qué es la biometría y en que consiste?: https://biometrics-on.com/#Reconocimiento_del_rostro
- Rodríguez, M. D. (2012). *Extracción automática de caras en imágenes captadas con móviles Android*. Proyecto final de carrera, Universitat Politècnica de Catalunya .
- Artero, O. T. (2013). *Arduino: Curso Práctico de Formación* (primera ed.). México D.F: Alfaomega Grupo Editor. Obtenido de http://cienciasvirtuales.com/wp-content/uploads/2016/11/Arduino_Curso_Practico_de_Formacion.pdf
- Veizaga, W. J. (2013). Ethical Hacking: Hacking de Red Inalámbrica Wifi. *Revistas Bolivianas*. Obtenido de Revistas Bolivianas: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rits/n8/n8a21.pdf>
- Llamas, L. (15 de octubre de 2017). *Luis Llamas Ingeniería informática y diseño*. Recuperado el 7 de setiembre de 2019, de <https://www.luisllamas.es/que-es-raspberry-pi/>
- ¿Que es Arduino?* (s.f.). Recuperado el 05 de julio de 2019, de Arduino.cl: <https://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Hernández, L. V. (2017). *Naylamp Mechatronics*. Recuperado el 08 de julio de 2019, de <https://naylampmechatronics.com/raspberry-pi/349-camara-noir-v2-raspberry-pi-sony-8mpx.html>
- Vanegas, C. A. (diciembre de 2012). Desarrollo de Aplicaciones sobre Android. *Revista Vínculos* , 9(2°). Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/4275>
- Fling, B. (2009). *Mobile Design and Development*. California, Estados Unidos.
- Riggs, S., & Krosing, H. (2010). *PostgreSQL 9 Admin Cookbook*.