



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA REGISTRO DE ASISTENCIA
MEDIANTE TÉCNICAS INTELIGENTES COMO RECONOCIMIENTO FACIAL,
RECONOCIMIENTO DEL HABLANTE Y GEOLOCALIZACIÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

**AUTORES: YANDRY DANIEL ROMERO CARRIÓN
FRANKLIN JOEL VÁSQUEZ FAJARDO**

TUTOR: ING. CRISTIAN FERNANDO TIMBI SISALIMA, MsC

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Yandry Daniel Romero Carrión con documento de identificación N° 0705744233 y Franklin Joel Vásquez Fajardo con documento de identificación N° 0106588437; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 07 de marzo del 2022

Atentamente,

Yandry Daniel Romero Carrión

0705744233

Franklin Joel Vásquez Fajardo

0106588437

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Yandry Daniel Romero Carrión con documento de identificación N° 0705744233 y Franklin Joel Vásquez Fajardo con documento de identificación N° 0106588437, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Desarrollo de una aplicación para registro de asistencia mediante técnicas inteligentes como reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 07 de marzo del 2022

Atentamente,

Yandry Daniel Romero Carrión

0705744233

Franklin Joel Vásquez Fajardo

0106588437

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cristian Fernando Timbi Sisalima con documento de identificación N° 0103709911, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA REGISTRO DE ASISTENCIA MEDIANTE TÉCNICAS INTELIGENTES COMO RECONOCIMIENTO FACIAL, RECONOCIMIENTO DEL HABLANTE Y GEOLOCALIZACIÓN**, realizado por Yandry Daniel Romero Carrión con documento de identificación N° 0705744233 y por Franklin Joel Vásquez Fajardo con documento de identificación N° 0106588437, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 07 de marzo del 2022

Atentamente,

Ing. Cristian Fernando Timbi Sisalima, MsC.

0103709911

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por el apoyo en todo el proceso educativo, por sus consejos y por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida, a mis hermanos por su apoyo y ejemplo para poder culminar con mi carrera, a mi novia por apoyarme en todo lo largo de la carrera universitaria y estar a mi lado en toda la etapa brindándome sus apoyo y consejos para lograr cumplir con uno de mis sueños.

Yandry Daniel Romero Carrion

Quiero dedicar este trabajo especialmente a mi madre Luz Fajardo, que durante toda mi vida a sido madre y padre para mi y sin el apoyo fundamental de ella jamás hubiera podido salir adelante y cumplir este sueño, a la memoria de mi abuelita Herlinda que siempre me motivo a seguir adelante siendo una persona de bien, a mis hermanos Dayana y Juan Fernando por su amor, comprensión y apoyo durante todo este proceso de formación educativa, y a mis tíos Nila y Alfonso que fueron quienes me brindaron su apoyo para que este sueño no se estanque a mitad de carrera.

Franklin Joel Vásquez Fajardo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres que, con sus consejos, su apoyo incondicional, por su esfuerzo y confianza que me dio fuerzas para poder culminar con mi carrera universitaria. A mi hermana Yessenia por brindarme sus conocimientos para aplicarlos en la vida universitaria, a mis hermanos por siempre apoyarme y darme sus consejos, a mi novia Damaris que siempre me apoyo desde el principio hasta el final de mi carrera, brindándome sus consejos y su apoyo en cada una de las decisiones.

A mis tutores Cristian Timbi y Remigio Hurtado por habernos brindado la oportunidad de desarrollar un tema innovador y apoyarnos con el conocimiento para que el Proyecto sea desarrollado con profesionalismo.

A mis compañeros por los buenos momentos compartidos y todas las aventuras compartidas dentro y fuera de la universidad.

Yandry Daniel Romero Carrión

Agradezco infinitamente a mi madre Luz que, con sus consejos, su amor, esfuerzo y dedicación supo ayudarme para salir adelante y siempre estuvo ahí para mí. A mis hermanos, mis tíos que siempre que necesite un consejo supieron brindármelo.

A mis tutores Cristian Timbi y Remigio Hurtado por habernos brindado todo su conocimiento y experiencia en este proceso de formación académica y especialmente en el desarrollo de esta tesis.

A mis compañeros por los buenos momentos y locuras compartidas dentro y fuera de las aulas de clase.

Franklin Joel Vásquez Fajardo

RESUMEN

Actualmente nos encontramos en la búsqueda de nuevas herramientas que nos ayuden a optimizar procesos y a tener mayor comodidad al momento de realizar nuestras actividades cotidianas, es por ello que en respuesta a esta necesidad, nace la idea de utilizar la tecnología para brindar una alternativa para registro de asistencia de empleados en una institución. Como solución se planteó una aplicación móvil que integre técnicas como el reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización para registrar un posible ingreso o salida de la jornada laboral de un empleado.

Para el presente proyecto se utilizó un api de Amazon Web Service para integrarla a la aplicación para el reconocimiento facial, para el reconocimiento del hablante se realizó una red neuronal convolucional por medio del procesamiento y entrenamiento de los audios, y posteriormente a través de Django se creó un servicio Rest para ser consumido a través de la aplicación móvil y la geolocalización a través de Flutter. A través del proyecto se busca poder registrar la asistencia de los empleados de una empresa en base a registrar la entrada y la salida de la jornada laboral, para el correcto funcionamiento de la aplicación se debe definir previamente las coordenadas de geolocalización de la empresa y el área (radio) sobre el que se podrá realizar las marcaciones o registros, de esta manera poder tener cierta certeza de que los registros se están realizando dentro del lugar de trabajo y junto con los otros dos factores de autenticación (reconocimiento facial, reconocimiento del hablante) que la marcación se realizó de manera correcta.

Palabras clave: Reconocimiento Facial, reconocimiento del hablante mediante redes neuronales convolucionales, geolocalización, redes neuronales convolucionales, Django servicio Rest, CNN.

ABSTRACT

We are currently in search of new tools that help us to optimize processes and make our daily activities more convenient, which is why in response to this need, the idea of using technology to provide an alternative for recording employee attendance in an institution was born. As a solution, a mobile application was proposed that integrates techniques such as facial recognition, speaker recognition and geolocation to register a possible entry or exit of an employee's working day.

For this project, an Amazon Web Service API was used to integrate it into the application for facial recognition, for speaker recognition a convolutional neural network was created by processing and training the audios, and then through Django a Rest service was created to be consumed through the mobile application and geolocation through Flutter. The project seeks to register the attendance of the employees of a company based on registering the entry and exit of the working day, for the correct operation of the application must be previously defined the geolocation coordinates of the company and the area (radius) on which you can make the markings or records, thus to have some certainty that the records are being made within the workplace and along with the other two factors of authentication (facial recognition, speaker recognition) that the marking was done correctly.

Keywords: Facial recognition, speaker recognition using convolutional neural networks, geolocation, convolutional neural networks, Django Rest service, CNN.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| Capítulo 1: Introducción..... | 11 |
| 1.1. Problema..... | 12 |
| 1.2. Objetivos Generales y Específicos | 13 |
| 1.2.1. Objetivo General | 13 |
| 1.2.1 Objetivos específicos..... | 13 |
| Capítulo 2: Fundamentos Teóricos | 14 |
| 2.1. Redes Neuronales convolucionales | 14 |
| 2.2. Ingeniería de Software | 14 |
| 2.2.1. Arquitectura N capas | 14 |
| 2.2.2. Metodología de desarrollo ágil Scrum | 15 |
| 2.3. Geolocalización en Aplicaciones Móviles | 16 |
| 2.3. Amazon Web Services (AWS)..... | 16 |
| 2.4. Amazon Rekognition..... | 17 |
| 2.5. Aplicaciones Móviles..... | 17 |
| 2.5.1. Aplicaciones Nativas..... | 17 |
| 2.5.2. Aplicaciones Web | 18 |
| 2.5.3. Aplicaciones Híbridas | 18 |
| 2.6. Inteligencia Artificial | 18 |
| 2.6.1. Aprendizaje automático..... | 19 |
| 2.6.2. Aprendizaje supervisado | 19 |
| 2.6.3. Reconocimiento Facial..... | 19 |
| 2.6.4. Reconocimiento Hablante | 20 |
| Capítulo 3: Marco metodológico..... | 20 |
| 3.1. Especificación de Requerimientos | 20 |
| 3.1.1. Introducción | 20 |
| 3.1.2. Referencias | 22 |
| 3.1.3. Especificación de requerimientos..... | 22 |
| Capítulo 4: Diseño y Arquitectura del proyecto..... | 26 |
| 4.1. Modelado del sistema..... | 26 |
| 4.1.1. Diagrama de Actividades | 26 |
| 4.1.2. Diagrama de flujo de la aplicación..... | 27 |

| | |
|--|----|
| 4.2. Arquitectura de Reconocimiento Facial | 27 |
| 4.3. Arquitectura de Reconocimiento Hablante | 27 |
| 4.4. Arquitectura de la Red neuronal Convolutiva | 28 |
| Capítulo 5: Metodología de desarrollo | 29 |
| 5.1. Definición de Scrum..... | 29 |
| 5.2. Conformación Sprint | 29 |
| Capítulo 6: Resultados | 33 |
| 6.1. Api Reconocimiento Facial | 33 |
| 6.2. Red Neuronal Convolutiva CNN..... | 33 |
| 6.2. Pruebas de requerimientos funcionales | 34 |
| 6.2.1. Pruebas funcionales unitarias | 34 |
| Capítulo 7: Cronograma | 38 |
| Presupuesto..... | 40 |
| Conclusiones | 41 |
| Recomendaciones..... | 42 |
| Anexos..... | 43 |
| Anexo 1 Funcionamiento De La Aplicación..... | 43 |
| Anexo 2 Pantalla Login..... | 43 |
| Anexo 3 Pantalla Principal..... | 44 |
| Anexo 4 Pantalla Reconocimiento Facial | 44 |
| Anexo 5 Pantalla Reconocimiento Hablante..... | 45 |
| Anexo 6 Diagrama de Actividades Funcionamiento de Aplicación | 46 |
| Anexo 7 Diagrama de Actividades Reconocimiento Facial..... | 47 |
| Anexo 8 Diagrama Actividades Reconocimiento Hablante..... | 48 |
| Anexo 9 Diagrama Actividades Geolocalización | 49 |
| Anexo 10 Diagrama Flujo de aplicación..... | 50 |
| Anexo 11 Arquitectura de Modulo Reconocimiento Facial..... | 50 |
| Anexo 12 Arquitectura Reconocimiento Hablante | 51 |
| Referencias | 52 |

Capítulo 1: Introducción

“La complejidad y dinámica del mundo moderno provoca que el ser humano deba gestionar su tiempo de manera eficiente si pretende cumplir con múltiples tareas en un día” (Hernández, Reyes, Jacob, & Cedeño, 2019), y buscar alternativas para poder realizar procesos de manera más cómoda.

Las redes neuronales convolucionales tienen gran semejanza con el cerebro humano, es por ello que debemos entender su funcionamiento para poder realizar su implementación, también es muy importante entender a lo que se refiere el reconocimiento facial que es el reconocimiento de una persona en específico a través de una serie de imágenes previamente cargadas en una base de datos para que posteriormente a través de las diferentes técnicas compararlas con una foto real y poder decidir si la persona es la de la fotografía o se está tratando de otra persona, en este caso se utilizan diferentes técnicas.

El aprendizaje profundo permite a través de los distintos modelos compuestos por capas de aprendizaje y procesamiento, puedan obtener las características esenciales para aprender sobre datos con variaciones de pasos de abstracción y a través de esto poder realizar predicciones precisas de manera autónoma en grandes volúmenes de datos, son muy utilizados en la clasificación de imágenes, videos, audios, entre otros (Massiris, Delrieux, & Fernández, 2018).

Si abordamos el tema de reconocimiento del hablante nos referimos a la identificación de la persona a través de su voz mediante técnicas inteligentes, en este caso la persona guarda un conjunto de audios para luego procesarlos y para la identificación de la misma manera el usuario graba su voz y se procesa para dar como resultado si la identificación del hablante.

En la actualidad existen muchas aplicaciones que utilizan la geolocalización para ello se obtiene su longitud y latitud para posteriormente utilizar en diferentes ámbitos que nos ayudan a mejorar la usabilidad de los usuarios dentro de las aplicaciones.

Las aplicaciones móviles son muy utilizadas por las personas debido a que son más accesibles por su dispositivo móvil, es por ello por lo que ahora existen muchos proyectos que se centran a crear aplicaciones móviles para que los usuarios accedan a realizar diferentes tareas en el ámbito laboral, educativo, entre otros.

La búsqueda de la mejora de experiencias de usuarios, conlleva a la creación de nuevas metodologías para que los usuarios se sientan más cómodos o puedan realizar sus tareas cotidianas de una manera más sencilla es por ello por lo que existen muchas aplicaciones empresariales que contribuyen a que los empleados tengan un mejor rendimiento en el trabajo y estén capacitados a través de app móviles.

Los registros de asistencia de personal han evolucionado de generación en generación siempre tratando de mejorar y brindar facilidades a los usuarios, de la misma manera siempre se busca poder llevar un mejor control de los horarios de los empleados para poder generar los reportes mensuales con los sueldos y a la vez poder controlar las asistencias.

En el presente proyecto se trata de una app móvil destinado para el registro de asistencia a través de 3 factores de autenticación como son: a) reconocimiento facial, b) reconocimiento del hablante y c) geolocalización; la cual busca poder optimizar y dar facilidad a los empleados para que puedan realizar sus marcaciones dentro del lugar de trabajo con mayor agilidad y desde su dispositivo móvil, también brindar la confiabilidad de que el usuario que realiza la marcación es la quien dice ser y se pueda tener una validez y certeza brindando seguridad a las empresas que requieren de un sistema de marcación.

1.1. Problema

Actualmente las empresas públicas y privadas utilizan registro de asistencia biométrico para realizar las marcaciones de registro de la jornada laboral, con estas marcaciones el jefe se encarga de generar los respectivos sueldos y la verificación que los empleados cumplan con los horarios establecidos, pero el problema se genera al momento de optimizar los tiempos de los registros de asistencia de una forma más rápida y saludable, a través de una app móvil sería una innovación y mejoraría los tiempos para que los empleados puedan realizar su registro de asistencia de manera rápida y sencilla, es aquí donde surge una de las grandes problemáticas de cómo podemos validar que el registro se esté efectuando de manera adecuada y que la persona que este realizando sea la misma que se encuentra registrada en el sistema validando sus credenciales, el sistema tiene que validar que la persona que realiza la marcación se encuentre en el lugar de trabajo, que al momento de realizar la marcación o registro de asistencia se verifique que la persona sea el empleado y no la esté realizando otra persona externa.

La detección de usuarios mediante reconocimiento facial y reconocimiento del hablante tiene su complejidad debido a los diferentes aspectos que intervienen como es en el rostro el color, expresión, posición y en la voz como es la modulación, el tono, entre otros; es por ello que se debe buscar una técnica que sea sumamente efectiva en la cual pueda tomar en cuenta todas estas variables para poder brindar una decisión eficaz al momento de realizar el reconocimiento, es por ello que se debe buscar las diferentes alternativas y escoger la que cumpla con todos estos parámetros para que nos pueda brindar la seguridad y la tranquilidad que la aplicación móvil es segura y desempeña su función con normalidad (Saudagare & Chaudhari, 2012).

La principal funcionalidad que nos brinda el proyecto es la necesidad de saber cuándo un empleado ingresa o termina la jornada laboral, la necesidad de saber que colaboradores están trabajando, horarios y todo lo relacionado dentro del lugar de trabajo, de la misma manera saber que la persona que este realizando los registros sea verificada a través de los 3 factores de autenticación (Guerra, 2020).

1.2. Objetivos Generales y Específicos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación para registro de asistencia mediante técnicas inteligentes como reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización.

1.2.1 Objetivos específicos

- OE1. Estudiar y conocer los fundamentos de aplicaciones móvil, reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización.
- OE2. Integrar el módulo de reconocimiento facial.
- OE3. Diseñar y desarrollar el módulo de reconocimiento del hablante.
- OE4. Diseñar y desarrollar el módulo de geolocalización e integrar con los módulos de reconocimiento facial y reconocimiento del hablante.
- OE5. Diseñar y ejecutar pruebas funcionales de la aplicación.

Capítulo 2: Fundamentos Teóricos

En el presente capítulo se presentarán los conceptos de las metodologías y procedimientos que se utilizaron en el desarrollo e implementación del presente proyecto.

2.1. Redes Neuronales convolucionales

Las redes neuronales convolucionales también denominadas como CNN de aprendizaje supervisado que se asemejan al comportamiento de las neuronas del cerebro de las personas, en la cual las neuronas son las encargadas de recibir la información, estas redes procesa las capas a través de la información que reciben al igual que el cerebro humano recibe la información a través de los ojos, las CNN contiene varias capas que como resultado final pueden realizar reconociendo de rostros, son muy positivas para tareas como clasificación y segmentación de imágenes, entre otros muchos usos que se les puede dar a las mismas.

2.2. Ingeniería de Software

En esta sección se abordan temas relacionados con la ingeniería utilizada para el correcto desarrollo del presente proyecto, en el cual se puede evidenciar la arquitectura como también la metodología utilizada para el correcto desarrollo del trabajo de titulación.

2.2.1. Arquitectura N capas

La arquitectura de N Capas como se la conoce comúnmente nos permite separar la lógica de negocio de las interfaces, permitiéndonos llevar así un control sobre nuestro código y mantener un desarrollo mucho más ordenado. Esta arquitectura nos permite llevar el desarrollo por niveles, en caso de que sea necesario un cambio en un nivel el mismo no afectará a los demás.

•Capa de Usuario

Es la capa que visualiza el usuario, en esta capa se interpreta la información tanto de entrada como de salida, de igual manera se debe cumplir con características amigables y entendibles para el usuario.

•Capa de Negocios

En esta capa se ejecutan los programas, en esta capa se reciben las peticiones del usuario y a la vez esta retorna las respuestas, es aquí donde se forman todas las reglas que se deben de cumplir. Esta capa tiene comunicación

con la capa de usuario, para tomar las solicitudes y dar respuesta a las mismas, y con la capa de datos, para solicitar a la base de datos el almacenamiento o recuperar la información de la capa de datos.

• **Capa de Datos**

En esta capa podremos encontrar toda la información que hemos almacenado y que la capa de negocios necesita para procesar y mostrarla en la capa del usuario.

2.2.2. Metodología de desarrollo ágil Scrum

La metodología Scrum que se usan en la actualidad para el manejo de proyectos de todo tipo, es decir, tienen la finalidad de entregar trabajos o la realización de proyectos de poco tiempo o de manera rápida, para ello se basa en aspectos que son: la transparencia, inspección y adaptación. A la vez permitir al cliente que el producto final o el sistema esté disponible de una forma rápida siguiendo todos los pasos para su desarrollo (ABELLÁN E. , 2020).

Scrum cuenta con una sistematización basada en roles en donde cada uno de ellos cumple con una tarea definida, los roles son:

- **Product Owner:** es el único perfil que se encuentra en constante contacto con el cliente, lo que le hace estar en la obligación de tener un conocimiento muy claro sobre el negocio, el equipo SCRUM deberá tener un solo Product Owner y este podrá ser parte del equipo de desarrollo sin problema.
- **El Scrum Máster** es el responsable de que todas las técnicas SCRUM sean comprendidas por todo el equipo de desarrollo, ayuda a eliminar cualquier impedimento que se pueda surgir durante cada Sprint.
- **Los Miembros del Equipo de desarrollo** son las personas encargadas de realizar las tareas priorizadas por el Product Owner, un equipo multifuncional capaz de solventar de la manera más rápida y eficaz las tareas que se les asigna.

También scrum cuenta con herramientas fundamentales para su correcto funcionamiento, estas herramientas son muy útiles para que el equipo de desarrollo pueda saber o tener transparencia sobre lo que ocurre, es decir que todos tengan una misma visión de lo que están desarrollando y poder aportar, estas herramientas son:

- **Backlog de Producto:** Información generalizada del proyecto y a veces no son tomadas como requerimientos.
- **Backlog de Sprint:** Es el conjunto de elementos tomados del Backlog de Producto que fueron priorizados a través de metodologías, medidos y aceptados a través de reuniones.

2.3. Geolocalización en Aplicaciones Móviles

Actualmente la mayoría de los teléfonos que se encuentran en funcionamiento cuentan o están integrados con receptores GPS que mediante la señal satelital que se encuentra en todo el mundo nos facilita la ubicación en cualquier lugar en el que nos encontremos.

El uso de la geolocalización se usa en muchas de las empresas para mejorar sus análisis y obtener datos de los clientes, también es usada para solventar problemas que se muestran en el día a día como por ejemplo la localización de objetos perdidos, acceso a rutas de tráfico y acceso a la ubicación de las personas.

El término geolocalización está asociado como un conjunto de un conjunto de tecnologías que tienen el fin de encontrar una ubicación geográfica en tiempo real de un dispositivo, esta tiene que estar asociado a tres componentes para el proceso de la geolocalización (Rojas, 2018).

Uno de los componentes asociados es el de un dispositivo de hardware en el cual se va a desplegar el proceso de geolocalización, una aplicación móvil encargada de realizar la petición al dispositivo y la almacenar según su implementación y el tercer factor que es una conexión al GPS del dispositivo.

También la geolocalización se encuentra en una gran problemática que es el uso de factores externos o aplicaciones con las cuales se puede cambiar la georreferencia es decir la latitud y longitud, con esto conlleva a un problema muy preocupante es por ello que en la implementación se debe tomar en cuenta este factor para poder bloquear que los usuarios puedan cambiar su ubicación y de esta forma poder obtener las coordenadas reales.

2.3. Amazon Web Services (AWS)

Es una de las plataformas más completas de la nube, predominante entre todas sus competencias en el cual ofrece una diversidad de servicios como almacenamiento en la nube,

bases de datos, contenedores como también ofrece el servicio de APIS muy importantes para la utilización en diferentes proyectos.

AWS ofrece tiempo de prueba gratuito en el cual se puede utilizar todos sus servicios por un año de manera gratuita, como el uso de APIS para integrarlos en proyectos que estamos necesitando y a la vez proporciona bases de datos para almacenar archivos que necesitamos usarlos en nuestras aplicaciones.

2.4. Amazon Rekognition

Con Amazon Rekognition podemos integrar de manera rápida a las aplicaciones el API de visión artificial previamente entrenadas o personalizadas sin necesidad de crear un modelo de infraestructura de machine learning.

Tiene la función de verificar la identidad de las personas a través de un conjunto de imágenes, la biometría facial impulsada por el lenguaje de aprendizaje automático nos permite la verificación de la identidad del usuario en tiempo real.

Amazon Rekognition nos ofrece capacidades de análisis y reconocimiento facial previamente entrenadas que se pueden integrar de manera fácil y rápida a las aplicaciones, de esta manera se puede usar el API para realizar el reconocimiento facial de los usuarios, con esta API se puede autenticar a los usuarios en cuestión de segundos mientras se identifica para realizar una biometría facial.

2.5. Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones móviles son desarrolladas para ser ejecutadas en cualquier dispositivo móvil, son descargadas desde sus tiendas oficiales dependiendo del tipo de sistema operativo, son desarrolladas para que puedan ser ejecutadas en cualquier dispositivo móvil y también se clasifican en Nativas, Web e Híbridas.

2.5.1. Aplicaciones Nativas

Las aplicaciones nativas se desarrollan sobre un entorno y además con un lenguaje específico lo cual permite que su funcionamiento y fluidez sea el correcto para el sistema operativo que fue creado (CRUZ, 2015).

Son desarrolladas de manera específica para un sistema operativo, tiene su ventaja que pueden acceder a características de hardware del móvil y esto hace que

sean más rápidas mejorando la experiencia del usuario haciendo que sea positiva (Castañeda).

Su principal beneficio es que son de alto rendimiento y buena experiencia de usuario, los desarrolladores tienen acceso a una alta gama de API lo que contribuye a que el desarrollo de estas aplicaciones sea más rápido, estas aplicaciones se instalan directamente desde la tienda oficial del dispositivo y pasan por controles de estándar de calidad.

2.5.2. Aplicaciones Web

Estas aplicaciones tienen la particularidad que es desarrollada con lenguajes como HTML, JavaScript y CSS, la ventaja que tiene respecto a las aplicaciones nativas es que de programa de forma independiente del sistema operativo y a la vez tener la capacidad de poder ser ejecutada en diferentes dispositivos sin la necesidad de crear varias aplicaciones (Castañeda).

2.5.3. Aplicaciones Híbridas

Las aplicaciones híbridas como comúnmente se las conocen llevan su nombre por la combinación de características tanto de aplicaciones nativas como de aplicaciones web. La facilidad que brinda este tipo de desarrollo es que no hay un entorno específico que se deba utilizar para su desarrollo además para la integración con las aplicaciones nativas existen herramientas Open Source que nos facilitan el trabajo (CRUZ, 2015).

Este tipo de aplicaciones son una combinación entre aplicaciones nativas y aplicaciones híbridas donde su principal ventaja es que se puede unir todos los códigos y se pueden implementar en las diferentes tiendas dependiendo de los sistemas operativos o de sus tiendas oficiales (Castañeda).

2.6. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial busca simular el funcionamiento del pensamiento de las personas y sus maneras de percibir los nuevos conocimientos o la forma en la cual resuelven los problemas, para lograr el objetivo utiliza diferentes técnicas que son llamadas con el nombre de aprendizaje autónomo.

2.6.1. Aprendizaje automático

Al abordar el tema de aprendizaje automático nos referimos a la inteligencia artificial en donde se desarrollan algoritmos que poseen la capacidad de aprender y no es necesario tener que programarlos de un modo que se le brinde los pasos a seguir, el programador solo realiza la programación de manera que el algoritmo se entrene con dataset de datos para que el modelo realice un entrenamiento para aprender a través de características y pueda realizar predicciones o sepa que hacer en cada uno de los casos que se le presentan (Sandoval, 2018).

2.6.2. Aprendizaje supervisado

En este tipo de algoritmo de machine learning lo entrenamos y se le da las características y las respuestas que son las etiquetas, y de esta manera este tipo de algoritmo puede realizar predicciones conociendo las características con la cual fue entrenado, este tipo de aprendizaje cuenta con dos técnicas que son la de clasificación y de regresión.

En los algoritmos de clasificación este nos dice a qué grupo pertenece el elemento, este encuentra patrones o características similares y realiza la clasificación en grupos, luego de esto compara con los nuevos datos de entrada que son para realizar la predicción y de esta forma puede predecir.

En los algoritmos de regresión estos esperan que se retorne un número, este a diferencia del algoritmo de clasificación no ubica en grupos, sino que devuelve un valor en específico, un claro ejemplo puede ser que se tiene el precio de diferentes vehículos y por medio de un gráfico de dispersión puede llegar a predecir el precio correcto de un vehículo.

2.6.3. Reconocimiento Facial

Es el proceso mediante el cual un sistema tiene la capacidad de localizar ciertos patrones localizados en el rostro de personas en una imagen, en la actualidad este proceso es realizado de forma autónoma a través de sistemas de aprendizaje autónomo o a través de varios algoritmos que detectan estos patrones a través de las imágenes las más apropiadas son las redes neuronales convoluciones para reconocer patrones e identificar a que persona pertenece el rostro (Jimenez, 2018).

2.6.4. Reconocimiento Hablante

El proceso de reconocimiento del hablante consiste en identificar mediante técnicas que la personas que está hablando sea la correcta, para poder identificar la voz de las personas se debe tomar en cuenta varias características como la modulación y el tono, por eso en muchos de los casos es mejor trabajar con los espectrogramas que se generan a través de la grabación y de esta manera poder identificar al individuo.

Los sistemas de reconocimiento del hablante tienen varias etapas que deben seguir como el preprocesamiento, extracción de características y clasificación, es por ello se deben aplicar varias técnicas para que los sistemas tengan alto grado de confiabilidad (Martinez & Aguilar, 2012).

Capítulo 3: Marco metodológico

En este capítulo se detallará los requerimientos relacionados al desarrollo de la aplicación móvil.

3.1. Especificación de Requerimientos

Es muy importante identificar y documentar los requerimientos al momento de comenzar con el desarrollo de un sistema ya que es fundamental para poder entender para poder presentar una solución, conocer lo que el cliente desea es de suma importancia para comprender de que se trata el proyecto y de esta manera poder realizar una estimación de los tiempos y costos. La no toma de requerimientos en muchos de los casos conlleva a que el proyecto fracase o no se comprenda lo que el cliente quiere que se desarrolle.

Según el estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011 para la especificación de requerimientos va a tener la siguiente estructura:

3.1.1. Introducción

En este apartado se define la especificación de requerimientos de la aplicación móvil, aquí se observa las funcionalidades del sistema al igual que una perspectiva, que funciones tiene la aplicación móvil y el resultado que se espera, también se observa de una forma detallada los requerimientos del sistema funcionales y no funcionales.

3.1.1.1. Propósito

La aplicación móvil tiene la funcionalidad de registrar asistencia de los empleados de una determinada empresa a través de su dispositivo

móvil, teniendo en cuenta que cumpla con 3 factores de autenticación como son la geolocalización, el reconocimiento facial y el reconocimiento del hablante y de esta manera poder brindar la seguridad que el registro de asistencia se esté llevando de una manera adecuada.

3.1.1.2 Alcance

El sistema puede ser implementado en cualquier empresa en el cual podrá ser utilizado para llevar un control sobre las marcaciones de entrada y salida de los empleados, para su implementación es necesario saber la latitud y longitud de la empresa para la funcionalidad de la geolocalización, esta aplicación proporcionara la facilidad de realizar el registro de asistencia desde el dispositivo móvil cumpliendo con los 3 factores de autenticación.

3.1.1.3. Visión General del producto

3.1.1.3.1. Perspectiva del producto

La aplicación móvil puede funcionar en cualquier empresa para realizar los registros de asistencia. En el anexo 1 Funcionamiento de la aplicación se puede apreciar cómo sería el funcionamiento de la aplicación por parte del usuario con el proceso de realizar el registro de asistencia ya sea de entrada o salida.

3.1.1.3.2. Funciones del producto

Las funciones de la aplicación están conformadas por 3 servicios integrados en una sola aplicación, que deben cumplir con los procesos para pasar a guardar el registro de su entrada y salida siempre y cuando cumpla con los 3 factores.

Servicio Reconocimiento Facial

Este servicio nos proporciona la identificación de las personas y poder validar el registro mediante el reconocimiento facial a través de imágenes, el reconocimiento facial se realiza en tiempo real en donde se hace uso del módulo previamente integrado en la aplicación móvil a través de Flutter.

Servicio Reconocimiento Hablante

Este servicio nos proporciona la identificación de las personas a través de una frase proporcionada por el usuario y luego ser analizada a través de una red neuronal previamente entrenada.

Servicio Geolocalización

Este servicio nos proporciona las coordenadas de la persona que está utilizando la aplicación para validar su longitud y latitud para que proceda a realizar los otros dos pasos.

3.1.2. Referencias

La especificación de los requerimientos del proyecto de titulación está diseñada bajo el estándar ISO/IEC/IEEE 29148:2011.

3.1.3. Especificación de requerimientos

3.1.3.1. Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales dentro del desarrollo del proyecto son los más importantes ya que se deben cumplir ya que son fundamentales para el correcto desarrollo del sistema.

| Servicio: Reconocimiento Hablante | |
|--|--|
| Identificador | RH-001 |
| Nombre | Red Neuronal |
| Descripción | Desarrollar una red neuronal que permita predecir la identificación de las personas mediante un audio. |
| Entrada | Carpeta etiquetada con el número de cédula y dentro de ella audios .wav |
| Proceso | La red neuronal realiza un preprocesamiento de los audios de entrada, posteriormente realiza el entrenamiento de la red, luego se mide los accuracy, finalmente se predice los audios. |

| | |
|------------------|---|
| Salida | Se obtiene la identificación de la persona a través de su número de cédula. |
| Prioridad | Alta |

| | |
|--|--|
| Servicio: Reconocimiento Hablante | |
| Identificador | RH-002 |
| Nombre | Servicio Rest |
| Descripción | Consumir la red neuronal y crear un servicio rest para luego integrarla. |
| Entrada | Número de cédula mediante postman. |
| Proceso | Mediante postman enviar como parámetros la entrada y realizar el proceso de identificación del hablante. |
| Salida | Se obtiene un json de la identificación de la persona a través de su número de cédula. |
| Prioridad | Alta |

| | |
|--|--|
| Servicio: Reconocimiento Hablante | |
| Identificador | RH-003 |
| Nombre | Integración |
| Descripción | Integrar el servicio reconocimiento hablante, con los otros dos módulos. |
| Entrada | Número de cédula |
| Proceso | Subir audio grabado en tiempo real a firebase y luego descargarlo por el servicio rest para enviar respuesta. |
| Salida | Identificación del hablante en tiempo real mediante la aplicación móvil y como respuesta nos muestra un dialogo de aprobación. |
| Prioridad | Alta |

| | |
|--|---|
| Servicio: Reconocimiento Facial | |
| Identificador | RF-001 |
| Nombre | Integración |
| Descripción | Integrar el api de AWS a la aplicación |
| Entrada | Imagen |
| Proceso | Comparar imagen tomada mediante la cámara y realizar la comparativa con las imágenes entrenadas y enviar una respuesta. |
| Salida | Identificación facial de la persona y mensaje de verificación correcta. |
| Prioridad | Alta |

| | |
|----------------------------------|--|
| Servicio: Geolocalización | |
| Identificador | GE-001 |
| Nombre | Implementación de geolocalización |
| Descripción | Realizar la implementación de la geolocalización |
| Entrada | Latitud y Longitud |
| Proceso | Obtener la latitud y longitud del dispositivo móvil y posterior a esto trazar una circunferencia de acuerdo a los metros que sean necesario para verificar si una persona se encuentra dentro del círculo marcado. |
| Salida | Ubicación correcta o se encuentra fuera del rango de coordenadas. |
| Prioridad | Alta |

| | |
|-------------------------|---|
| Aplicación Móvil | |
| Identificador | U1-001 |
| Nombre | Integración de los 3 modulos |
| Descripción | Realizar la implementación de una aplicación móvil en flutter para realizar la geolocalización para que luego realizar la integración del API de reconocimiento facial y reconocimiento del hablante. |
| Entrada | |
| Proceso | El diseño de la aplicación debe ser flexible a todos los dispositivos y funcionar de manera adecuada. |
| Salida | - |
| Prioridad | Alta |

3.1.3.2. Requerimientos no Funcionales

- Disponibilidad. – El sistema tiene que estar disponible 24/7 para que se pueda realizar el registro de asistencia.
- Tiempo de respuesta. – Deben demorarse menos de 1 minuto en poder realizar la verificación y el registro.
- Adaptabilidad. – El sistema se tiene que adaptar a diferentes pantallas y funcionar en los dispositivos móviles de manera adecuada.
- Desarrollo. – Utilizar un modelo de arquitectura de 3 capas y el código entendible.

3.1.3.3. Interfaces de usuario

En el presente apartado se mostrarán los prototipos de la app móvil o diseños iniciales para el desarrollo de la aplicación móvil del registro de asistencia y las etapas que tiene la misma.

La pantalla principal del Login va a contar con un botón en el cual se puede realizar el registro de los nuevos usuarios, de igual manera aquí se realiza el ingreso mediante número de cédula para luego acceder a otra pantalla, en el Anexo 2 Pantalla Login vamos a observar su diseño.

En el anexo 3 podemos observar la pantalla principal en la cual podemos observar el reloj con la hora y el botón para realizar el registro de la marcación ya sea de entrada o de salida.

En el anexo 4 observamos la pantalla que se despliega el reconocimiento facial el cual valida que la persona que está en la cámara es la correcta y si es correcta pasa a la siguiente pantalla.

En el anexo 5 se observa la pantalla de reconocimiento del hablante en el cual grabamos nuestro audio y esperamos la respuesta de registro exitoso, esta es la pantalla final que termina el proceso del registro de asistencia.

Capítulo 4: Diseño y Arquitectura del proyecto

En el capítulo actual se abordará como primeramente el modelado del sistema, arquitectura del Api de AWS, arquitectura de la red neuronal y finalmente la arquitectura del sistema.

4.1. Modelado del sistema

El modela de sistema contribuye a poder representar y visualizar de una manera sencilla las funcionalidades de un sistema y son utilizados como base fundamental para el correcto desarrollo de este. A continuación, se van a evidenciar distintos procesos integrados en una aplicación de registro de asistencia mediante técnicas inteligentes como reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización.

4.1.1. Diagrama de Actividades

Modelar diagrama de actividades nos permite visualizar las actividades que realiza un sistema en un determinado proceso.

En el Anexo 6 Diagrama de Actividades funcionamiento de la aplicación se observa el proceso del funcionamiento general de la aplicación hasta realizar el registro de manera correcta.

En el Anexo 7 Diagrama de Actividades Reconocimiento Facial donde se observa el proceso de funcionamiento del Api de reconocimiento Facial y los parámetros que recibe y de esta manera se puede entender mejor su funcionamiento.

En el Anexo 8 Diagrama Actividades Reconocimiento Hablante se observa el funcionamiento, de la misma manera como se envía el audio mediante el servicio rest y se recibe como parámetro de respuesta el JSON y luego se realiza la comparativa.

En el Anexo 9 Diagrama Actividades Geolocalización se observa su funcionalidad y como se realiza la comparativa de las coordenadas para el correcto funcionamiento del módulo.

4.1.2. Diagrama de flujo de la aplicación

El flujo que sigue el registro de asistencia para realizar un registro suponiendo que la persona ya fue previamente registrada y ya posee las credenciales para iniciar sesión, también ya se encuentran entrenadas las redes para realizar las identificaciones.

En el Anexo 10 se observa el flujo para realizar un registro de marcación ya sea de entrada o de salida y de esta manera entender la funcionalidad del sistema.

4.2. Arquitectura de Reconocimiento Facial

Para realizar este módulo se realizó la integración de una API de Amazon Web Services denominada Amazon Rekognition que forma parte de los servicios de Inteligencia Artificial.

EN el Anexo 11 Arquitectura de Modulo Reconocimiento Facial se observa cómo se realiza el llamado desde la aplicación al API de Amazon Rekognition, en primera instancia se observa que existen un conjunto de imágenes en un Bucket de Amazon S3 que se utilizan para realizar las comparaciones, luego se realiza la comparación con una imagen de entrada y con las imágenes cargadas en Amazon S3, luego de esto se realiza un llamado al API y esto nos devuelve un resultado en formato JSON que podemos utilizar en nuestra aplicación para realizar el reconocimiento de la identidad de la persona.

4.3. Arquitectura de Reconocimiento Hablante

Para el desarrollo de la CNN utilizada para la realización de este módulo se realizó una implementación en Django para realizar un servicio rest para luego

consumirlo desde la aplicación móvil a través de flutter y poder realizar el reconocimiento.

En el Anexo 12 Reconocimiento Hablante se observa la arquitectura en Django que se utilizó para consumir el servicio, en la capa modelo se encuentra la estructura para poder consumir la red neuronal y realizar la predicción, en la parte de views permite encapsular la lógica para realizar el procesamiento de la solicitud y la devolución de la información, y la capa template nos proporciona una capa en html con el informe de los resultados, esta arquitectura nos devuelven un JSON con la identificación de la persona.

4.4. Arquitectura de la Red neuronal Convolutiva

En la figura 1 se observa la arquitectura utilizada para la creación del modelo de la red, también se observa de manera sencilla para que se pueda entender el funcionamiento del modelo para una obtener buenos resultados y predicciones confiables.

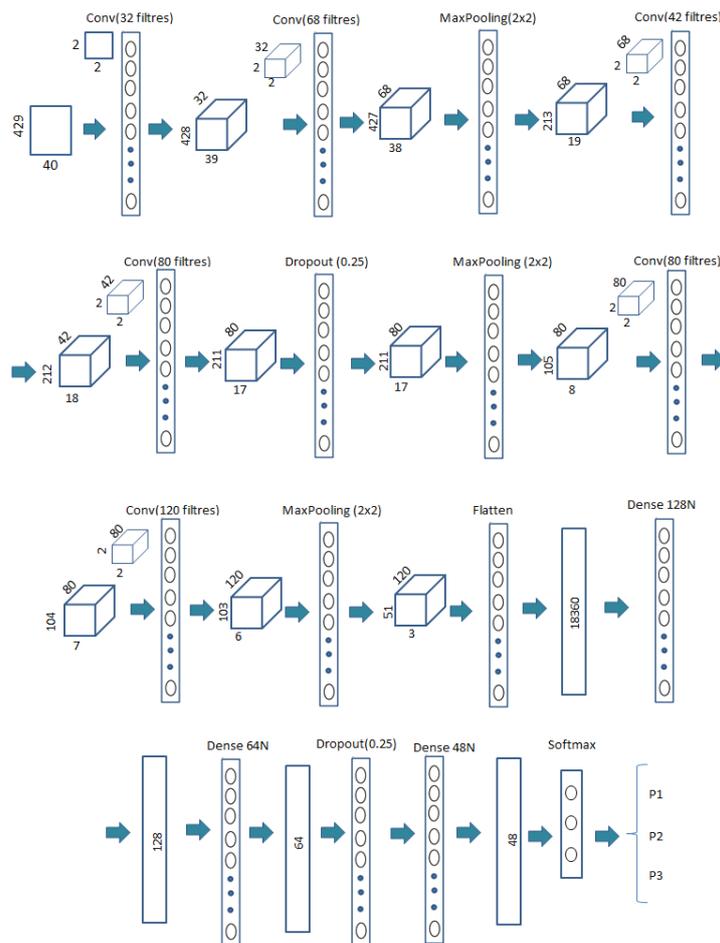


Figura 1. Arquitectura Modelo

Capítulo 5: Metodología de desarrollo

El presente proyecto de trabajo de titulación se desarrolló mediante la metodología ágil SCRUM donde se definieron varios roles y se aplicó varias metodologías para que el proyecto sea desarrollado de una manera que se cumpla con la estimación de los tiempos.

Básicamente, se partirá de los requerimientos definidos por el Product Owner para conformar los sprints. El cronograma de actividades se ha definido precisamente mediante la organización de sprints.

Al finalizar cada sprint se analizarán las actividades cumplidas para redefinir el siguiente sprint, con el sentido de determinar si es necesario revisar y mejorar un producto funcional, o dar paso al incremento de funcionalidades con el desarrollo de los nuevos requerimientos.

5.1. Definición de Scrum

El equipo Scrum está conformado por el Dr. Cristian Timbi Sisalima y Dr. Remigio Hurtado como Scrum Máster y el equipo de desarrollo conformado por Yandry Romero y Joel Vásquez a través de esto se define dos Scrum Máster por motivo que necesitamos dos personas especializadas en áreas como Machine Learning y Aplicaciones Móviles para que el proyecto pueda ser desarrollado.

5.2. Conformación Sprint

Para la proporción de los Sprint se debe realizar un listado de las actividades basándose en los objetivos específicos planteados a continuación, se va a observar las actividades planteadas para la implementación del proyecto.

- **Listado de Actividades**

OE1. Estudiar y conocer los fundamentos de aplicaciones móvil, reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización.

| No. | Actividad |
|-----|---|
| 1 | Estudio de conceptos de redes neuronales convolucionales. |
| 2 | Estudio de los fundamentos de aplicaciones móviles. |
| 3 | Estudio técnicas de reconocimiento facial. |
| 4 | Estudio técnicas de reconocimiento del hablante. |
| 5 | Estudio de los fundamentos de Geolocalización. |
| 6 | Estudio de arquitecturas de microservicios. |

Tabla 1 Actividades del Objetivo Específico 1

OE2. Integrar el módulo de reconocimiento facial.

| No. | Actividad |
|------------|---|
| 1 | Estudio de diferentes técnicas de reconocimiento facial mediante el uso de API. |
| 2 | Integrar el modelo de reconocimiento facial mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. |
| 3 | Pruebas funcionales y medición de su precisión. |

Tabla 2. Actividades del Objetivo Específico 2

OE3. Diseñar y desarrollar el módulo de reconocimiento del hablante.

| No. | Actividad |
|------------|---|
| 1 | Estudio de diferentes técnicas de reconocimiento del hablante mediante el uso de redes neuronales convolucionales. |
| 2 | Diseño y desarrollo del modelo de reconocimiento del hablante mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. |
| 3 | Pruebas funcionales y medición de su precisión. |

Tabla 3. Actividades del Objetivo Específico 3

OE4. Diseñar y desarrollar el módulo de geolocalización e integrar con los módulos de reconocimiento facial y reconocimiento del hablante.

| No. | Actividad |
|------------|---|
| 1 | Diseño del módulo de geolocalización usando la API de Google Maps. |
| 2 | Estudio para la integración del módulo de geolocalización con los módulos del habla y de reconocimiento facial. |
| 3 | Pruebas de funcionalidad del módulo de geolocalización. |

Tabla 4. Actividades del Objetivo Específico 4

OE5. Diseñar y ejecutar pruebas funcionales de la aplicación.

| No. | Actividad |
|------------|--|
| 1 | Diseño del plan de pruebas unitarias y de integración. |
| 2 | Diseño del plan de pruebas funcionales, no funcionales y de aceptación |
| 3 | Ejecución de pruebas. |

Tabla 5. Actividades del Objetivo Específico 5

Para la elaboración de los sprints se realizó dependiendo de la cantidad de los objetivos y actividades, del listado de actividades dependiendo del objetivo se asignan las que deben ser desarrolladas en cada una. Al finalizar un sprint se realiza la revisión del desarrollo, con la finalidad de ir avanzando y de esta manera avanzar hacia el siguiente sprint corrigiendo posibles errores en los sprints anteriores, la conformación de los sprints se desarrolló de la siguiente manera que vamos a observar a continuación.

SPRINT 1

| |
|--|
| OE.1 |
| ACT. 2 Estudio de los fundamentos de aplicaciones móviles |
| ACT. 3 Estudio técnicas de reconocimiento facial |
| OE.2 |
| ACT.2 Integrar el modelo de reconocimiento facial mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. |
| ACT.3 Pruebas funcionales y medición de su precisión. |

Tabla 6. Actividades para desarrollar en el SPRINT 1

SPRINT 2

| |
|--|
| OE.1 |
| ACT. 1 Estudio de conceptos de redes neuronales convolucionales. |
| ACT. 2 Estudio de los fundamentos de aplicaciones móviles |
| ACT. 4 Estudio técnicas de reconocimiento del hablante. |
| OE.3 |
| ACT.2 Diseño y desarrollo del modelo de reconocimiento del hablante mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. |
| ACT.3 Pruebas funcionales y medición de su precisión. |

Tabla 7. Actividades para desarrollar en el SPRINT 2

SPRINT 3

| |
|---|
| OE.1 |
| ACT. 2 Estudio de los fundamentos de aplicaciones móviles |
| ACT. 5 Estudio de conceptos de geolocalización. |
| OE.4 |
| ACT.2 Estudio para la integración del módulo de geolocalización con los módulos del habla y de reconocimiento facial. |
| ACT.3 Pruebas funcionales y medición de su precisión. |

Tabla 8. Actividades para desarrollar en el SPRINT 3

SPRINT 4

| |
|---|
| OE.5 |
| ACT.1 Diseño del plan de pruebas unitarias y de integración. |
| ACT.2 Diseño del plan de pruebas funcionales, no funcionales y de aceptación |
| ACT.3 Ejecución de pruebas |

Tabla 9. Actividades para desarrollar en el SPRINT 4

Capítulo 6: Resultados

En el capítulo actual se van a observar los resultados obtenidos en el consumo del Api de reconocimiento facial de AWS, también los resultados de la red neuronal convolucional para el reconocimiento del hablante y el desarrollo del sistema de registro de asistencia mediante técnicas inteligentes.

6.1. Api Reconocimiento Facial

A través de la flutter se realiza el consumo del servicio del Api de reconocimiento facial de AWS, en el cual se envía como parámetro la imagen obtenida mediante la cámara en tiempo real, y se realiza la comparativa con las imágenes que se encuentran cargadas para el entrenamiento en el cual se obtiene una respuesta detallada de la imagen obteniendo como resultado lo siguiente:

| |
|--------------------------------------|
| Valor de exactitud o accuracy |
| 0.98 |
| Valor de pérdida o los |
| 0.10 |
| Precisión de reconocimiento |
| 99.08% |

Tabla 6.1. Resultados de Reconocimiento Facial

La precisión de reconocimiento facial depende de la calidad de la imagen y de la iluminación y teniendo en cuenta todos estos factores se obtiene un resultado muy bueno para poder usarlo y poder verificar la identidad de una persona a través de una aplicación móvil en tiempo real a través del rostro de una persona.

6.2. Red Neuronal Convolucional CNN

Para encontrar los mejores resultados de nuestra red neuronal se utilizaron los previamente explicados en el capítulo de la arquitectura de la red neuronal en la cual se detalla la arquitectura del modelo y los parámetros que se utilizan para llegar a tener una red neuronal convolucional con buenas predicciones, para entrenar la red neuronal se utilizó varios audios de diferentes personas donde las carpetas deben estar etiquetadas con el número de la cédula de la persona a la cual pertenece los diferentes audios, dentro de cada carpeta se encuentran los diferentes audios que pertenecen a cada persona con un frase en común, para poder predecir y verificar que nuestra red está realizando

correctamente las predicciones a través de la carpeta test se envía un audio de prueba y finalmente se obtiene como resultado el número de cedula a la que pertenece la voz, a continuación se muestran los parámetros con los resultados de nuestra red neuronal convolucional:

| | |
|--------------------------------------|------|
| Valor de exactitud o accuracy | 0.92 |
| Valor de pérdida o loss | 0.10 |
| Precisión de reconocimiento | 92% |

Tabla 6.1. Resultados de Reconocimiento Hablante

6.2. Pruebas de requerimientos funcionales

6.2.1. Pruebas funcionales unitarias

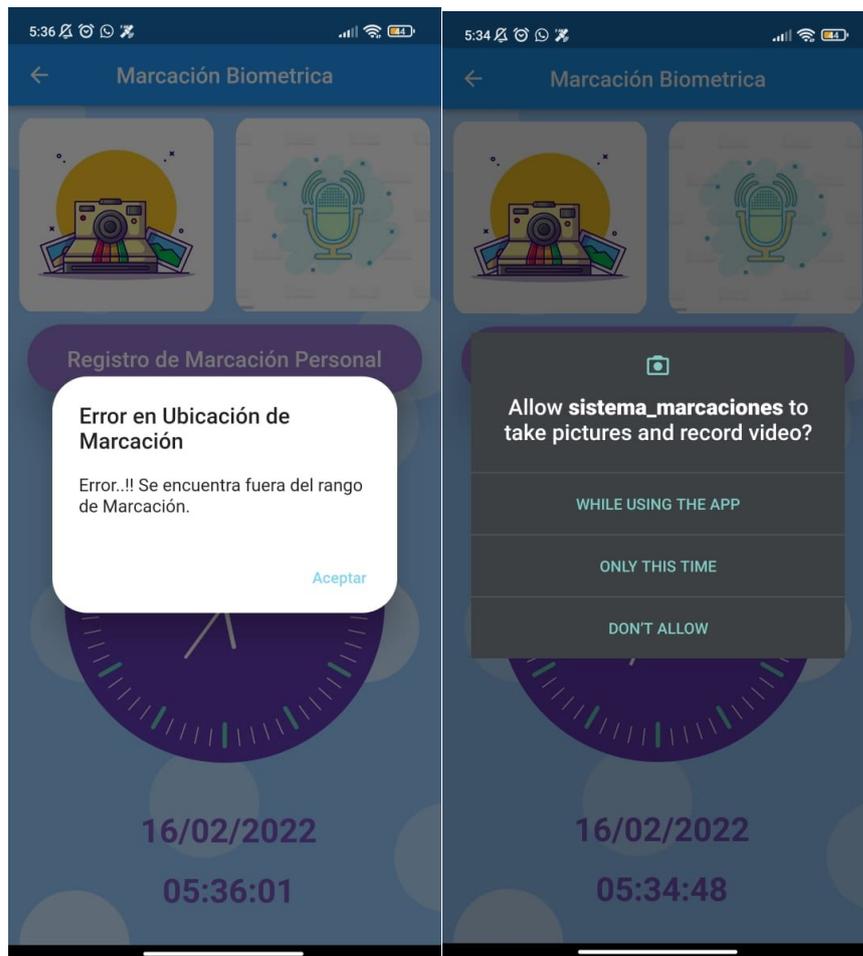
- Servicio – Registro Asistencia mediante técnicas inteligentes
- Aplicación Móvil

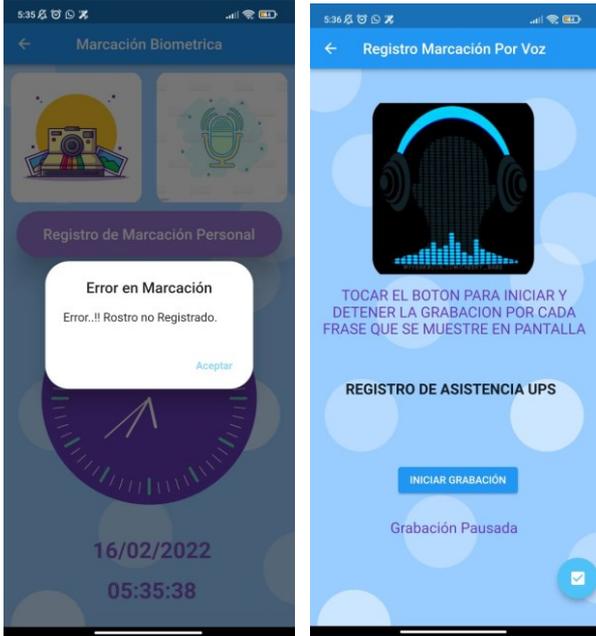
| CASO DE PRUEBA PF-01 | |
|--|-----------------------------------|
| Responsable | Yandry Daniel Romero Carrión |
| Fecha de Ejecución | 30-01-2022 |
| Requerimiento | Implementación de geolocalización |
| ¿Prueba aprobada? (Si/No) | Si |
| Resultado Esperado | |
| <p>Al seleccionar “Registro Marcación Personal”, la aplicación debe obtener las coordenadas del dispositivo móvil y verifica que el usuario se encuentre dentro de la empresa y si es correcto pasar a la siguiente pantalla que es la de reconocimiento facial y en caso de que la localización este fuera de las coordenadas o de la empresa regresar a la pantalla principal y mostrar mensaje que se encuentra fuera de la sede.</p> <p>Flujo esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mostrar pantalla principal - Opción “Registro Marcación Personal” seleccionada. - Si es correcto mostrar pantalla Reconocimiento Facial | |

- Si es incorrecto mostrar pantalla principal y retornar mensaje que se encuentra fuera de la sede.

Resultado Real

- La aplicación verifica las coordenadas del usuario y realiza la operación para calcular la distancia y si es correcta abre la pantalla de reconocimiento facial y en caso de que sea incorrecta regresa a la pantalla principal y muestra el mensaje esperado.



| CASO DE PRUEBA PF-02 | |
|--|--|
| Responsable | Franklin Joel Vásquez Fajardo |
| Fecha de Ejecución | 01-02-2022 |
| Requerimiento | Integrar el api de AWS a la aplicación |
| ¿Prueba aprobada? (Si/No) | Si |
| Resultado Esperado | |
| <p>Al verificar la geolocalización el usuario observa la cámara del dispositivo en el cual se realiza la verificación de la identidad si la verificación es correcta pasar al siguiente módulo de reconocimiento del hablante y en caso de que sea incorrecta mostrar mensaje.</p> <p>Flujo Esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geolocalización correcta - Mostrar Pantalla Reconocimiento Facial - Realizar la identificación del rostro - Si es correcto mostrar pantalla de reconocimiento hablante - Si es incorrecto mostrar mensaje y retornar a pantalla | |
| Resultado Real | |
| <p>La aplicación verifica la localización del usuario y se muestra la pantalla de reconocimiento facial y se abre la cámara donde se procede a realizar la toma de la fotografía y se verifica la identificación del usuario y valida que sea correcta, en caso de ser correcta pasa al siguiente modulo y en caso de ser incorrecta muestra mensaje y se retorna a la pantalla principal.</p> | |
|  | |

| CASO DE PRUEBA PF-03 | |
|--|--|
| Responsable | Yandry Daniel Romero Carrión |
| Fecha de Ejecución | 02-02-2022 |
| Requerimiento | Integrar el servicio reconocimiento hablante, con los otros dos módulos. |
| ¿Prueba aprobada? (Si/No) | Si |
| Resultado Esperado | |
| <p>Al validar la identidad de la persona a través del rostro, mostrar pantalla reconocimiento hablante y pedir al usuario que realice la grabación de un audio con una frase corta y luego que le de en aplastar al botón de subir, realizar la verificación de la identidad a través del audio y en caso de ser correcto guardar la marcación, en caso de ser incorrecta regresar a la pantalla.</p> <p>Flujo Esperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificación Facial correcta - Mostrar Pantalla Reconocimiento Hablante - Usuario Graba Audio - Usuario toca botón subir - Se realiza la verificación - Correcta Guardar la marcación - Incorrecta Regresar a pantalla | |
| Resultado Real | |
| <p>La aplicación al verificar la identidad del usuario a través del rostro, se muestra la pantalla de reconocimiento del hablante y se pide que el usuario grabe un audio luego de esto el audio es subido a la base de datos para que se realice la verificación a través de la red neuronal y se verifica que el usuario sea el correcto y se guarda la marcación y en caso de ser incorrecta se retorna a la pantalla.</p> | |

Capítulo 7: Cronograma

En el presente capítulo se mostrará el cronograma con las actividades a realizar para el desarrollo del sistema de registro de asistencia mediante técnicas inteligentes como el reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización y también se abordará el presupuesto del proyecto.

| Objetivo | No. | Actividad | Horas | Duración | Inicio | Fin | Responsable |
|-----------------|----------|--|------------|------------------|------------|------------|-------------|
| Proyecto | | | 600 | 600 horas | 11/10/2021 | 20/01/2022 | |
| OE.1 | 1 | Estudio de conceptos de redes neuronales convolucionales. | 10 | 95 | 11/10/2021 | 12/10/2021 | Y.R |
| | 2 | Estudio de los fundamentos de aplicaciones móviles. | 10 | | 13/10/2021 | 18/10/2021 | J. V |
| | 3 | Estudio técnicas de reconocimiento facial. | 20 | | 19/10/2021 | 21/10/2021 | J.V |
| | 4 | Estudio técnicas de reconocimiento del hablante. | 20 | | 22/10/2021 | 24/10/2021 | Y.R |
| | 5 | Estudio de los fundamentos de GIS. | 20 | | 25/10/2021 | 27/10/2021 | J.V |
| | 6 | Estudio de arquitecturas de microservicios. | 15 | | 28/10/2021 | 29/10/2021 | Y.R |
| OE.2 | 1 | Estudio de diferentes técnicas de reconocimiento facial mediante el uso de API. | 10 | 145 | 4/11/2021 | 7/11/2021 | J.V |
| | 2 | Integración del modelo de reconocimiento facial mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. | 120 | | 8/11/2021 | 18/11/2021 | J.V |
| | 3 | Pruebas funcionales y medición de su precisión. | 15 | | 19/11/2021 | 20/11/2021 | J. V |
| | 1 | Estudio de diferentes técnicas de reconocimiento del hablante mediante el uso de redes neuronales convolucionales. | 10 | | 4/11/2021 | 7/11/2021 | Y.R |

| | | | | | | | |
|-------------|----------|--|------------|------------|------------|------------|-------------|
| OE.3 | 2 | Diseño y desarrollo del modelo de reconocimiento de hablante mediante el uso de técnicas de acorde a estudio previo. | 120 | 145 | 8/11/2021 | 18/11/2021 | Y.R |
| | 3 | Pruebas funcionales y medición de su precisión. | 15 | | 19/11/2021 | 20/11/2021 | Y.R |
| OE.4 | 1 | Diseño del módulo de geolocalización | 105 | 180 | 22/11/2021 | 13/12/2021 | J. V |
| | 2 | Estudio para la integración del módulo de geolocalización con los módulos del habla y de reconocimiento facial. | 50 | | 14/12/2021 | 17/12/2021 | Y.R |
| | 3 | Pruebas de funcionalidad del módulo de geolocalización | 25 | | 18/12/2021 | 20/12/2021 | Y.R |
| OE.5 | 1 | Diseño del plan de pruebas unitarias y de integración. | 15 | 35 | 21/12/2021 | 24/12/2021 | Y.R |
| | 2 | Diseño del plan de pruebas funcionales, no funcionales y de aceptación | 10 | | 03/01/2022 | 06/01/2022 | Y.R |
| | 3 | Ejecución de pruebas. | 10 | | 08/01/2022 | 11/01/2022 | Y.R |

Total de Horas: 600 H

Horas Yandry Daniel Romero Carrión 300 H

Horas Franklin Joel Vásquez Fajardo 300 H

Presupuesto

| DENOMINACIÓN | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-------------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| | unidades | dólares | dólares |
| 1. Bienes | | | |
| Copias | 50 | 0,01 | 5 |
| Impresiones | 250 | 0,05 | 12,5 |
| Empastados | 2 | 10 | 20 |
| 2. Tecnológico | | | |
| Computador Portátil | 2 | 700 | 1400 |
| Celular Inteligente | 2 | 400 | 800 |
| Servidor en Nube | 1 | 100 | 100 |
| 3. Servicios | | | |
| Servicio de transporte | 700 | 0,3 | 210 |
| Servicios de Internet | 6 | 35 | 210 |
| Taxis | 90 | 4 | 360 |
| Alimentación | 150 | 2,5 | 375 |
| 4. Personal | | | |
| Estudiante Investigador | 2 | 6000 | 12000 |
| Asesoría especializada | 2 | 800 | 1600 |
| 5. Otros | | | |
| Imprevistos | 1 | 150 | 150 |
| Total | 1258 | \$ 8.201,86 | \$ 17.238,00 |

Conclusiones

El presente proyecto nos permite obtener un registro de asistencia a través de una aplicación móvil aplicando técnicas inteligentes como son el reconocimiento facial, reconocimiento del hablante y geolocalización, para el desarrollo se realizó la integración del API REKOGNITION de Amazon Web Services que nos permite realizar la comparación de rostros, el proceso dentro de la aplicación móvil a través de la cámara el usuario se toma una fotografía y la compara con la imagen cargada previamente en la base de datos, luego de realizar todo este proceso se obtiene un resultado en el cual se puede validar la identidad de la persona, con esta integración se observa que los resultados para el reconocimiento facial es muy bueno teniendo un error del 1%.

Para el desarrollo del módulo de reconocimiento del hablante se desarrolló mediante redes neuronales convolucionales, y se realizó un servicio Rest para poder consumirlo con la aplicación móvil, los resultados que se obtienen al momento de realizar el reconocimiento del hablante son muy buenos obteniendo un margen de error del 5% dependiendo de las condiciones en las cuales son grabados los audios, de la misma manera al realizar la integración con el módulo del reconocimiento del hablante se evidencia que existe compatibilidad y la aplicación móvil tiene fluidez entre los procesos.

Finalmente para cumplir con todos los objetivos del proyecto se desarrolló una aplicación móvil en Flutter, en la cual se desarrolló la geolocalización la cual permite obtener las coordenadas del dispositivo y calcular la distancia con la Latitud y Longitud, de esta manera se obtiene la verificación de que el dispositivo se encuentre dentro del área determinada para poder acceder a realizar las verificación mediante reconocimiento facial y reconocimiento del hablante, de esta forma si el dispositivo se encuentra dentro del área predefinida se puede acceder a estos otros dos módulos y en caso que sea incorrecta se envía un mensaje, luego de realizar estas validaciones se procede a registrar las asistencias del usuario, el proceso de marcación se realiza de una manera fluida proporcionando al usuario mayor comodidad y utilizar su dispositivo para poder registrar la entrada y la salida del horario laboral.

Recomendaciones

Como recomendación dentro de futuros trabajos, tratar de mejorar mediante una integración con menos pantallas los tiempos de registro de marcación para que se realice de una manera más rápida, otra buena recomendación para mejorar el módulo de reconocimiento del hablante es poder crear un conjunto de datos más extenso para que de esta manera se pueda entrenar de una manera más adecuada la CNN, también realizar una limpieza de los datos de entrenamiento para que la precisión de la red sea con mucho menos porcentaje de error, para el módulo de reconocimiento facial se recomienda estudiar toda la documentación sobre el API REKOGNITION de AWS y de esta manera poder tratar de implementar el reconocimiento facial a través de video en tiempo real y de esta manera poder reducir los tiempos de registro de asistencia , también mejorando la experiencia del usuario como la usabilidad ya que se tienen menor número de pantallas y menos botones que aplastar, de esta manera se obtiene que el proceso sea confortable para el usuario.

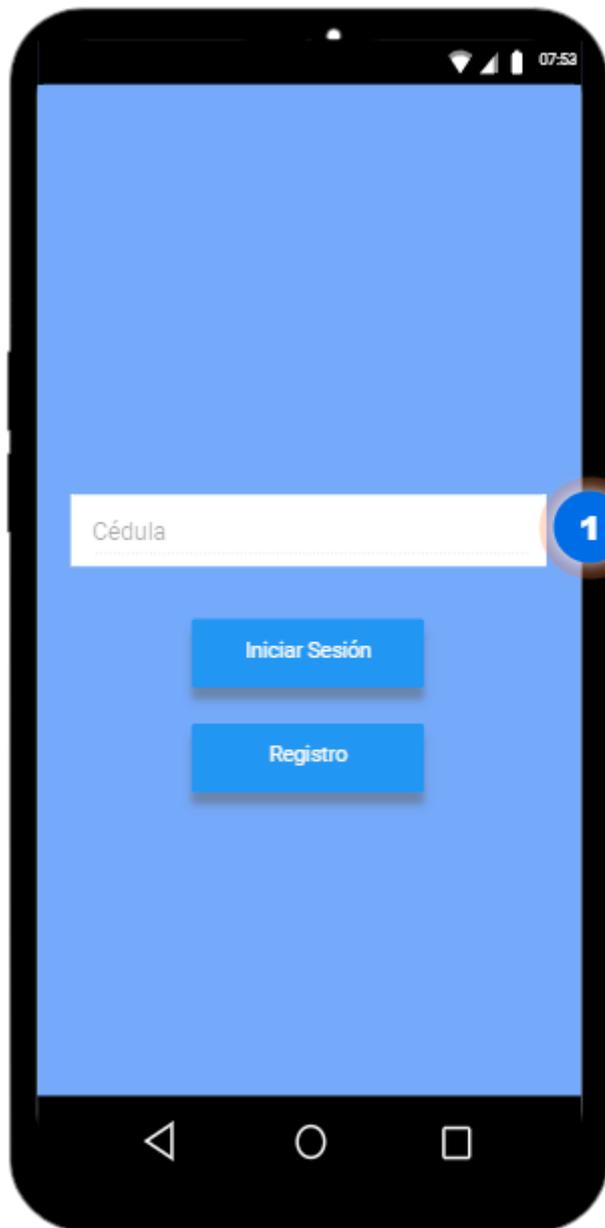
Como recomendación final a futuros trabajos, es muy útil que los servicios como el microservicio de server Express sea Dockerizado y subido a la web para que pueda ser utilizado por diferentes dispositivos desde cualquier lugar, también subir a un servidor en la nube al servidor del servicio REST en Django para que de esta manera la aplicación pueda ser implementada en las tiendas oficiales de los dispositivos y pueda ser utilizada por todos los usuarios o empresas que necesiten el servicio.

Anexos

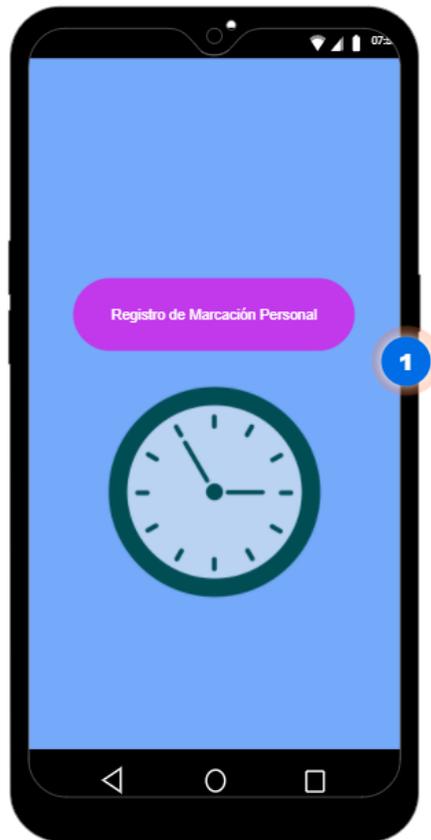
Anexo 1 Funcionamiento De La Aplicación



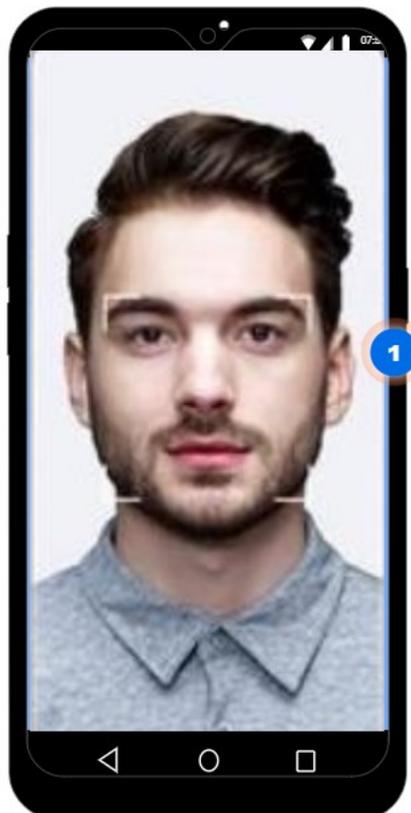
Anexo 2 Pantalla Login



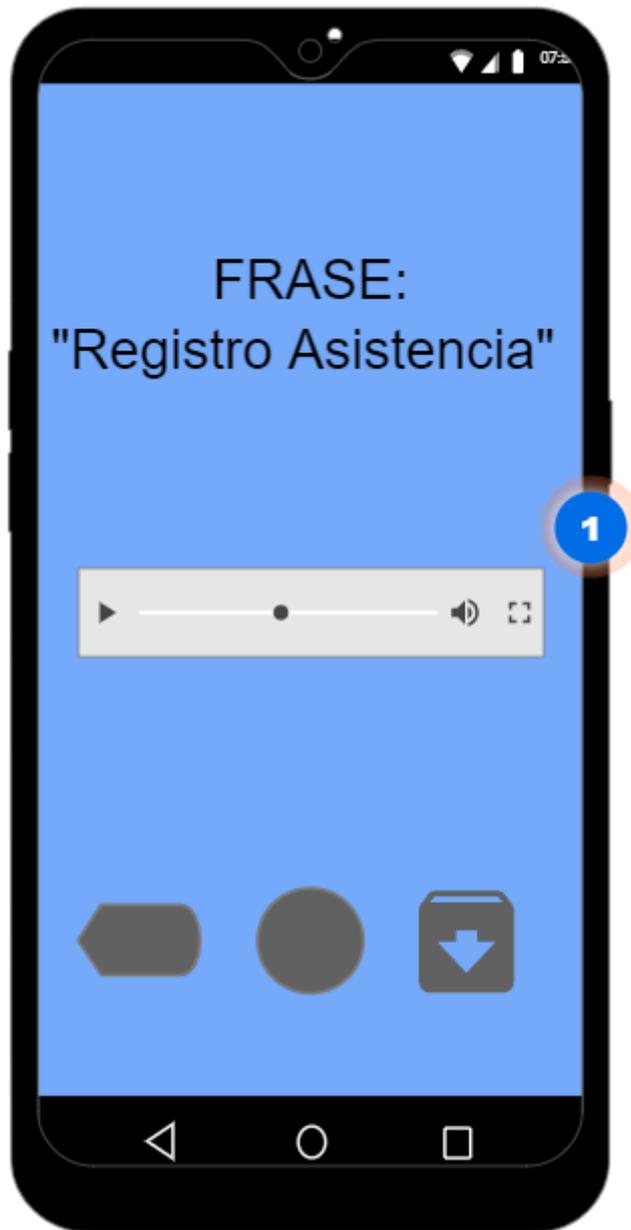
Anexo 3 Pantalla Principal



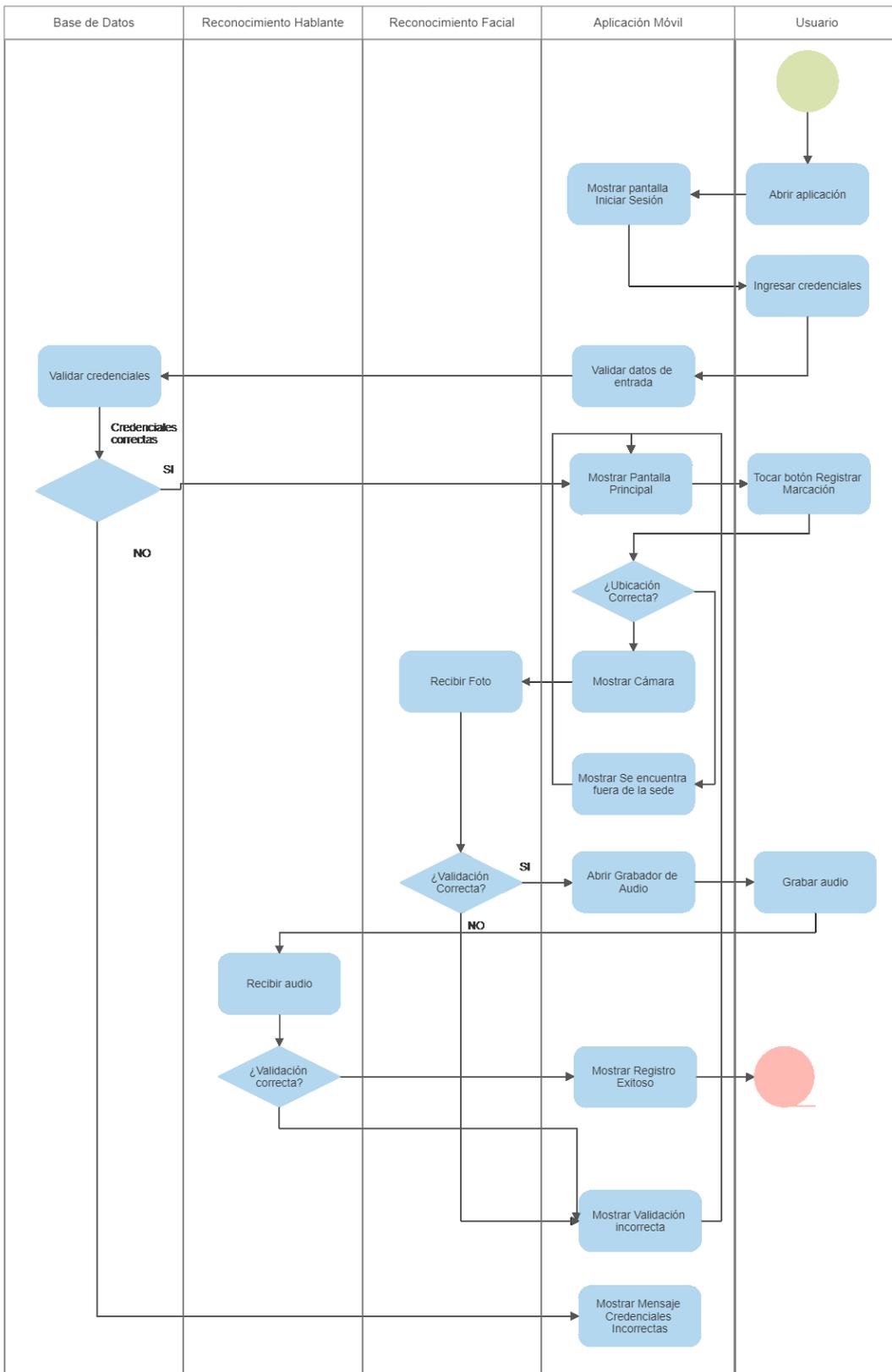
Anexo 4 Pantalla Reconocimiento Facial



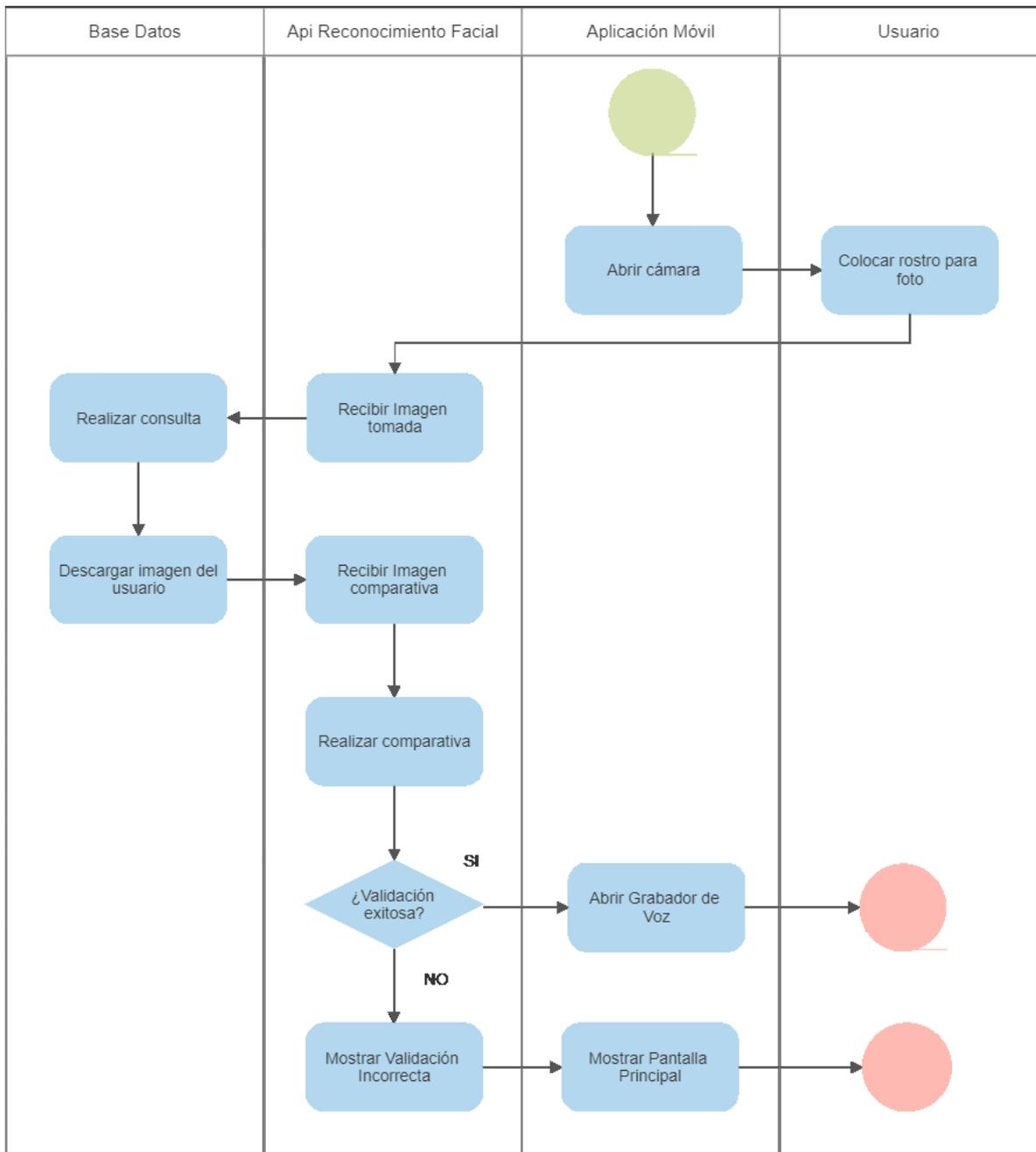
Anexo 5 Pantalla Reconocimiento Hablante



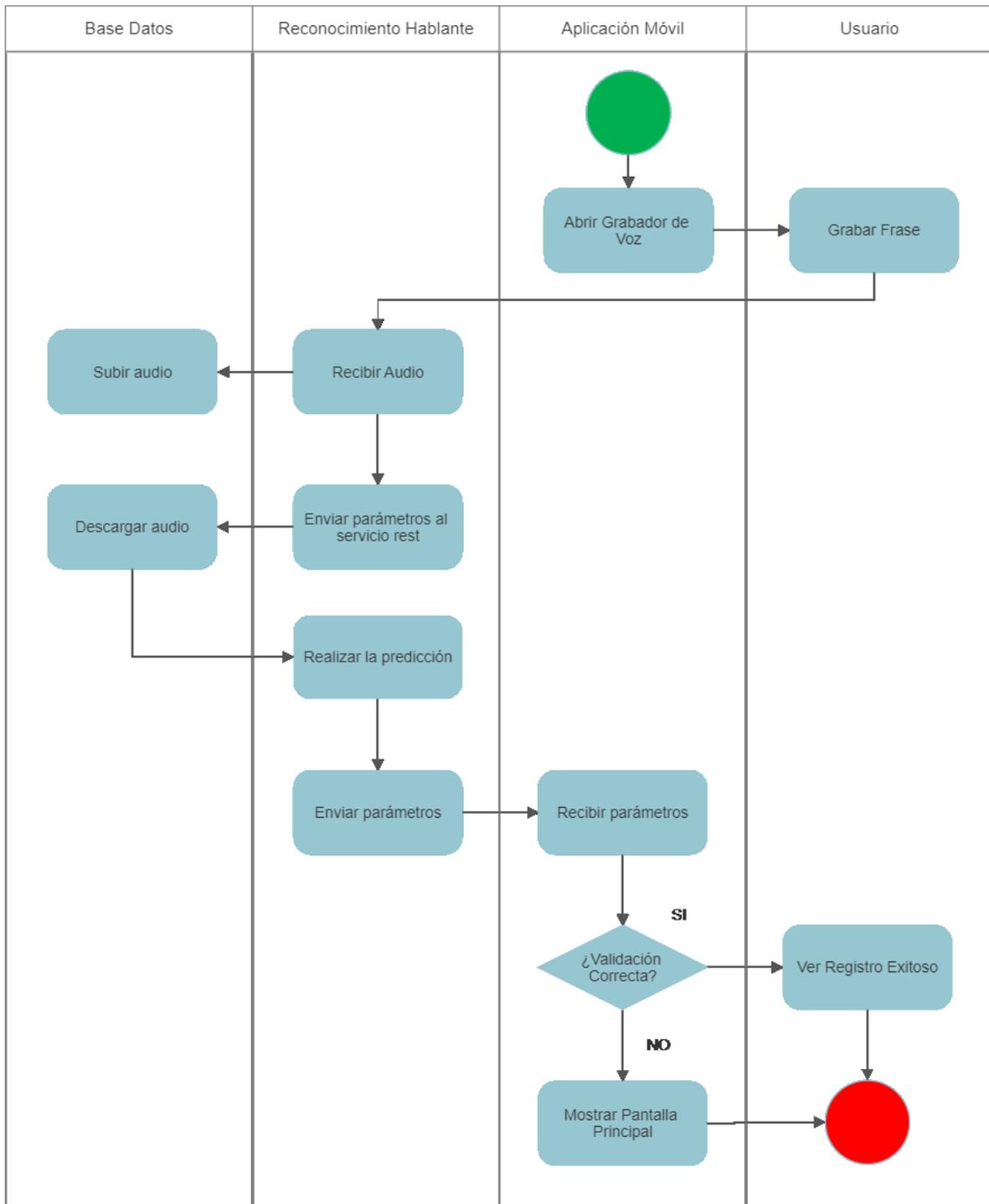
Anexo 6 Diagrama de Actividades Funcionamiento de Aplicación



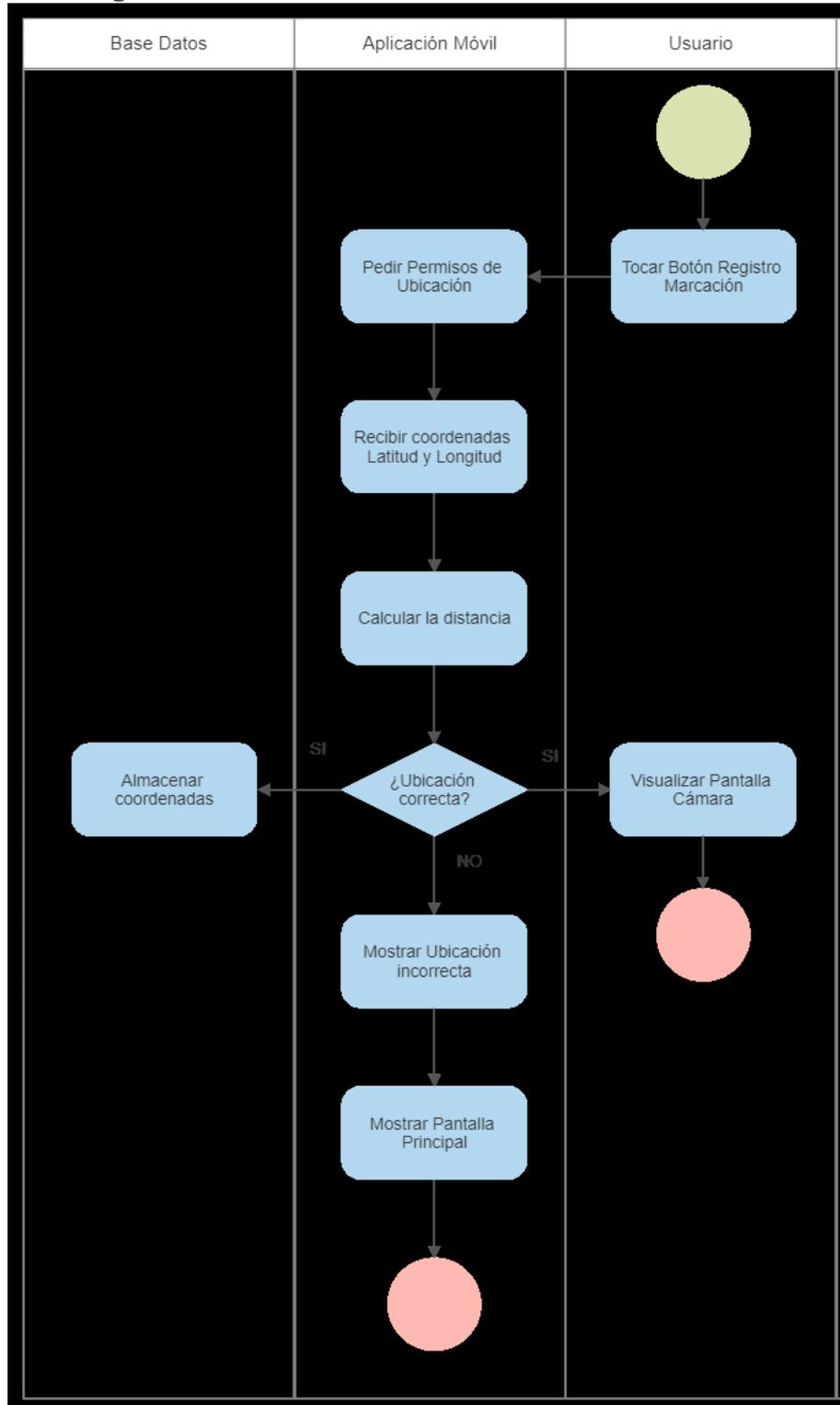
Anexo 7 Diagrama de Actividades Reconocimiento Facial



Anexo 8 Diagrama Actividades Reconocimiento Hablante

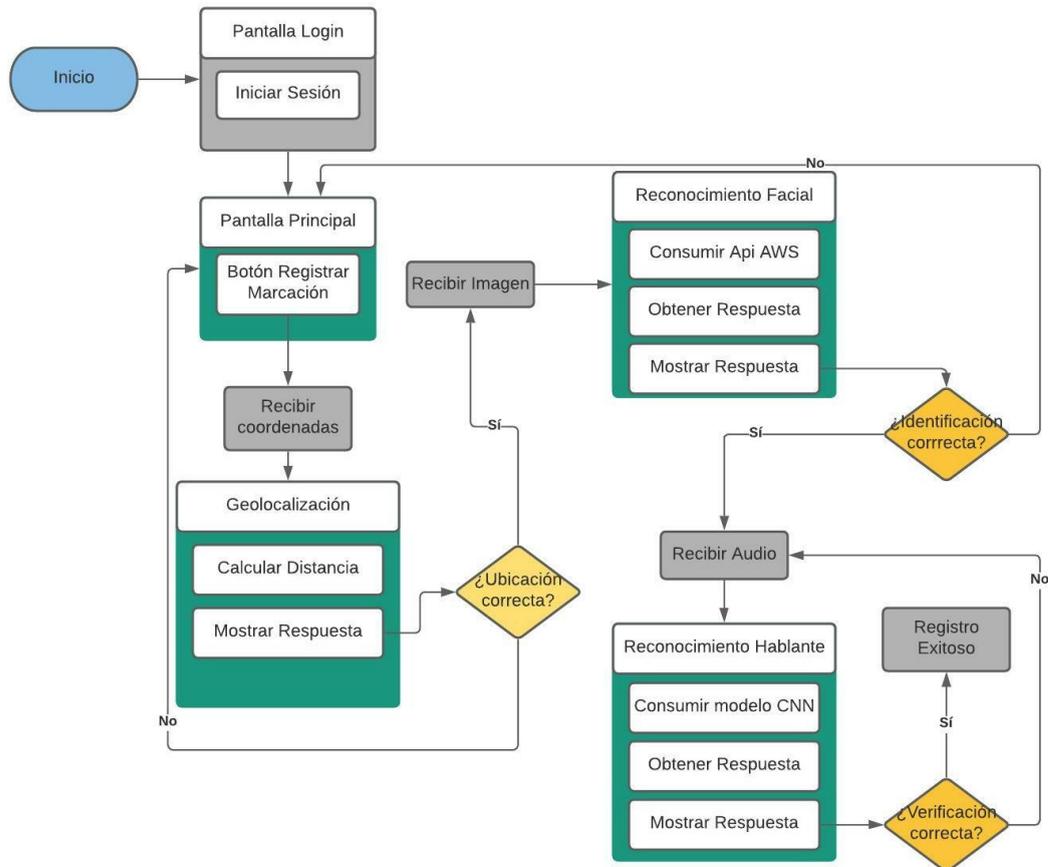


Anexo 9 Diagrama Actividades Geolocalización

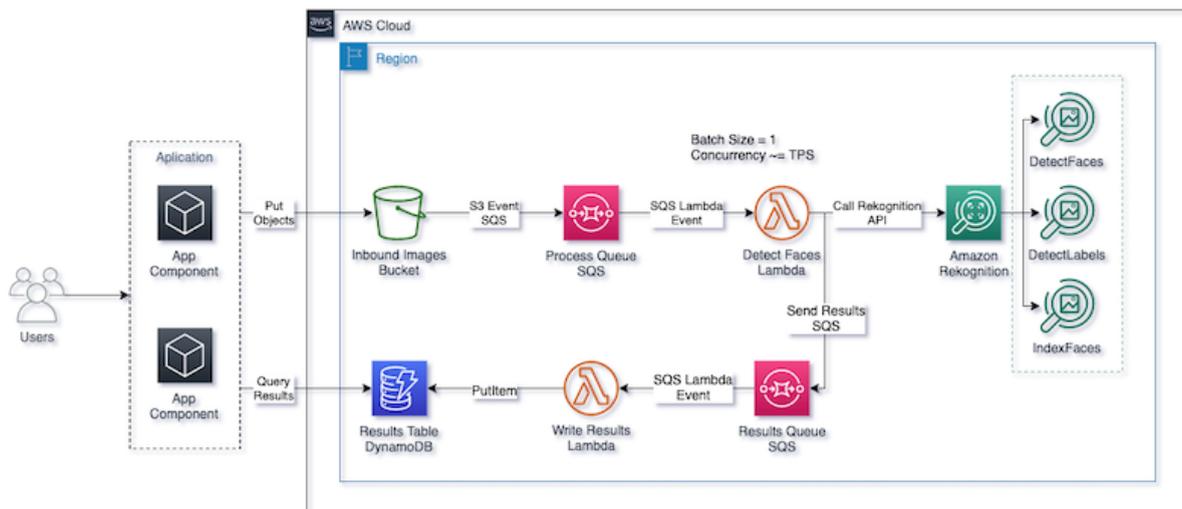


Anexo 10 Diagrama Flujo de aplicación

Aplicación Móvil Registro Asistencia mediante Reconocimiento Facial, Reconocimiento Hablante y Geolocalización

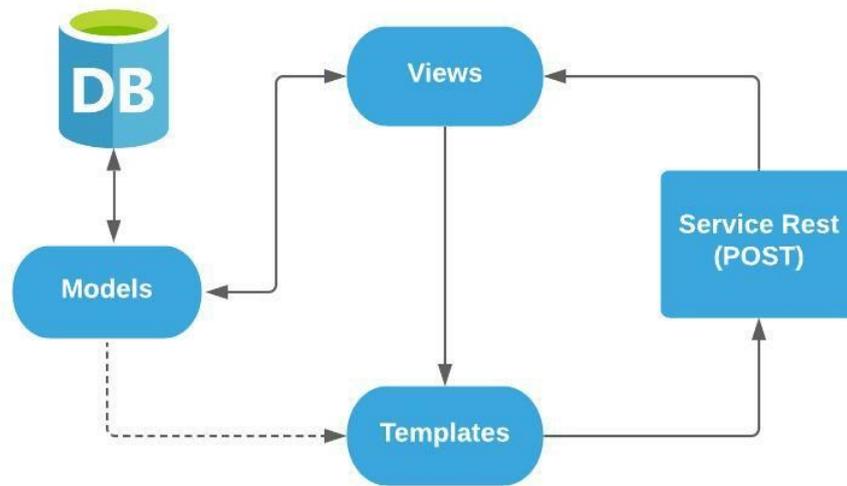


Anexo 11 Arquitectura de Modulo Reconocimiento Facial



Arquitectura obtenida de: <https://aws.amazon.com/es/blogs/aws-spanish/escalando-aplicaciones-de-reconocimiento-de-imagenes-con-amazon-rekognition/>

Anexo 12 Arquitectura Reconocimiento Hablante



Referencias

- ABELLÁN, E. (2020 de 03 de 05). *wearemarketing.com*. Obtenido de <https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-comofunciona.html#:~:text=Scrum%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20de,equipos%20que%20manejan%20proyectos%20complejos>.
- AWS. (2021). *Amazon Rekognition*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/rekognition/>
- Castañeda, M. (s.f.). Qué son las apps y tipos de Apps. *Universidad Tecnológica de Pereira*, 1-3.
- Guerra, A. (2020). Sistema de registro de asistencia móvil para una pequeña empresa. Bogotá: Universitaria Agustiniana.
- Hernández, N., Reyes, P., Jacob, & Cedeño, J. (2019). Aplicación móvil inteligente para asistir el registro de actividades académicas en sistemas biométricos: una experiencia universitaria en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 55-60.
- Hurtado, R. (2021). *DESARROLLO DE UN SERVICIO INTELIGENTE (PREPROCESAMIENTO Y REDES NEURONALES) PARA PREDICCIÓN DE CRÉDITO EN UNA INSTITUCIÓN FINANCIERA MEDIANTE LOS FRAMEWORKS FLASK Y DJANGO PARA CONSUMO MEDIANTE LA WEB Y MICROSERVICIOS REST. PRUEBAS CON POSTMAN. DESARROLLO*. Obtenido de <https://efecode.com/desarrollo-servicio-inteligente-preprocesamiento-redesneuronales-prediccion-credito-institucion-financiera-frameworks-flask-django-web-microservicios-rest-api-swagger-redoc>
- Jimenez, S. (2018). *Reconocimiento facial basado en redes neuronales convolucionales*. Obtenido de Universidad de Sevilla: <https://hdl.handle.net/11441/85086>
- Martinez, G., & Aguilar, G. (2012). Sistema para identificación de hablante. *INGENIUS*, 1-9.
- Massiris, M., Delrieux, C., & Fernández, A. (2018). DETECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL MEDIANTE RED NEURONAL CONVOLUCIONAL YOLO. *Actas de las XXXIX Jornadas de Automática*, 1-8.
- Rojas, D. (2018). APLICACIÓN MÓVIL PARA OPTIMIZAR LA BÚSQUEDA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS UTILIZANDO GEOLOCALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE HUARAZ. *UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO*.
- Sandoval, L. (2018). MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR DATA ANALYSIS AND PREDICTION. *REVISTA TECNOLÓGICA N° 11*, 1-5.
- Saudagare, P., & Chaudhari, D. (2012). Facial Expression Recognition using Neural Network –An Overview. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*.