

Development of a mobile application for the registration and control of attendance of university students based on Machine Learning

Nicolás Cayturo Silva¹, Denilson Ala Samayani¹, Jackeline Peña Alejandro¹, Manuel Zúñiga Carnero, Dr¹, and José Sullá-Torres, Dr¹

¹Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, nicolas.cayturo@ucsm.edu.pe, 76319094@ucsm.edu.pe, jackeline.pena@ucsm.edu.pe, mzunigac@ucsm.edu.pe, jsullato@ucsm.edu.pe

Abstract– This research aims to develop an Android mobile application that allows registration and control of attendance in educational institutions based on Machine Learning and Cloud Computing technology. For this, the project management methodology XP (EXtreme Programming) is used, in whose phases the entire process of implementation of the application and the launch are detailed; likewise, Firebase is used as a service for database management. The application tests were carried out on the students of the seventh semester of the Professional School of Systems Engineering of the University of Peru. The attendance control system was connected to a database that stores student information and attendance records. To implement the QR code attendance record functionality, the Firebase Machine Learning kit was used to Validate the student attendance record. In addition, the user interface displays the attendance records from an attractive, intuitive approach that is easy for teachers and students to manage. The results of the research show that the use of the application by teachers and students reduces and optimize the time invested in the attendance registration process compared to traditional methods, according to the satisfaction and acceptance criteria of the mobile application called “ASYS.”

Keywords– Mobile application, Assistance system, Android, XP Methodology, Machine Learning.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.8>

ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Desarrollo de una aplicación móvil para la registro y control de asistencia de la universidad estudiantes basados en Machine Learning

Nicolás Cayturo Silva¹, Denilson Ala Samayani¹, Jackeline Peña Alejandro¹, Manuel Zúñiga Carnero, Dr¹, and José Sulla-Torres, Dr¹

¹Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, nicolas.cayturo@ucsm.edu.pe, 76319094@ucsm.edu.pe, jackeline.pena@ucsm.edu.pe, mzunigac@ucsm.edu.pe, jsullato@ucsm.edu.pe

Resumen– Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil Android que permita el registro y control de asistencia en instituciones educativas basada en tecnología Machine Learning y Cloud Computing. Para ello se utiliza la metodología de gestión de proyectos XP (EXtreme Programming), en cuyas fases se detalla todo el proceso de implementación de la aplicación y el lanzamiento; asimismo, se utiliza Firebase como servicio para la gestión de bases de datos. Las pruebas de aplicación se realizaron a los estudiantes del séptimo semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Perú. El sistema de control de asistencia se conectó a una base de datos que almacena la información de los estudiantes y los registros de asistencia. Para implementar la funcionalidad de registro de asistencia del código QR, se utilizó el kit de aprendizaje automático de Firebase para validar el registro de asistencia de los estudiantes. Además, la interfaz de usuario muestra los registros de asistencia desde un enfoque atractivo e intuitivo que es fácil de administrar para profesores y estudiantes. Los resultados de la investigación muestran que el uso de la aplicación por parte de docentes y estudiantes reduce y optimiza el tiempo invertido en el proceso de registro de asistencia en comparación con los métodos tradicionales, según los criterios de satisfacción y aceptación de la aplicación móvil denominada “ASYS”.

Palabras clave– Aplicación móvil, Sistema de asistencia, Android, Metodología XP, Machine Learning.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a la constante evolución de las tecnologías emergentes en pleno apogeo en la era digital, surge la necesidad de sustituir los métodos tradicionales de registro y control de asistencia de los estudiantes en universidades y colegios. Con frecuencia los estudiantes realizan el registro de su asistencia al inicio de sus clases. Este método puede desviar la atención de los estudiantes durante la clase, y el tiempo que se tarda el docente en registrar la asistencia incrementa significativamente [1], tomando en cuenta la cantidad de estudiantes matriculados en determinadas asignaturas.

En el trimestre enero-febrero-marzo del 2021, del total de la población usuaria de internet, el 88.5% lo hace a través del teléfono celular o smartphones, el 16.7% de una laptop y el resto a través de otros dispositivos con conexión a internet [2]. Al comparar con lo registrado en similar al trimestre del año 2020, se muestra un incremento de 0.6 punto porcentual del acceso a internet a través del celular. Se espera el incremento de esta cifra para el año 2022. Por otro lado, lo que hace útil a los teléfonos celulares son las aplicaciones. Existen diversas

ventajas del uso de aplicaciones móviles basadas en la perspectiva de la educación que pueden ser consideradas en la actualidad. Por ejemplo, el registro manual de asistencias por parte de los docentes a los estudiantes puede convertirse en una bomba de tiempo y vulnerable a pérdidas [3]; así como puede consumir tiempo a los docentes al momento de generar promedios. El uso de un sistema de asistencia móvil elimina las desventajas del sistema manual.

El principal aporte novedoso es optimizar al máximo el tiempo posible en la toma de asistencia por parte de los docentes, ya que puede ser un proceso tedioso cuando se cuenta con una gran cantidad de estudiantes, así mismo se busca generar experiencia en el desarrollo de aplicaciones móviles utilizando métodos y nuevas tecnologías como base de datos, persistencia, autenticación y almacenamiento con Firebase y el kit de Machine Learning de BrainShop [4] y Firebase [5]; con el fin de generar un aplicativo mejor organizado, robusto y consistente, que sea capaz de suplir con todas las necesidades básicas para su lanzamiento, cumpliendo así con todas las etapas de la metodología XP.

El resto de este documento se organiza como se detalla a continuación. En la sección II se explica una visión general de varios estudios anteriores sobre los métodos implementados para el sistema de asistencia de estudiantes utilizando aplicaciones basadas en dispositivos móviles. En la sección III se detalla el proceso de implementación del aplicativo por medio de las etapas de la metodología XP. En la sección IV se presentan los resultados obtenidos y en la sección V se presentan las conclusiones y trabajos futuros de la investigación.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En esta sección realizamos una revisión de trabajos relacionados en el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas al marcado de asistencia por parte de los estudiantes, y su relación con la optimización del tiempo y el uso de recursos en este proceso; luego aquellas que utilizan tecnologías basadas en la nube y su implementación a través del uso de la Metodología XP.

En el trabajo de Akinola, Olopade y Afolabi [6] se presenta una solución automatizada, en la que se desarrolló un aplicativo móvil basado en JAVA, la cual se conectó de forma inalámbrica a una Base de Datos central que se creó utilizando MySQL, cuya tarea, entre otras, era registrar la información de asistencias. El sistema se implantó en una universidad para

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.8>

ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

registrar los datos de los estudiantes, el tiempo de ausencia, el tiempo de presencia y las asistencias acumuladas por mes, dando como resultado el uso eficaz y eficiente del sistema. Del mismo modo, en [7] se desarrolló una aplicación para dispositivos Android e iOS para registrar las asistencias de los alumnos como alternativa al registro manual, la propuesta consta de una aplicación dedicada a docentes y estudiantes donde se muestra información como los cursos donde dictan los docentes y donde se encuentran matriculados los estudiantes, al registrar la asistencia los datos se sincronizan con la plataforma Moodle de manera que pueda verse reflejada esta información en la plataforma virtual, para su desarrollo se utilizaron herramientas como MariaDB como gestor de base de datos, Web Services para sincronizar la aplicación con la base de datos de Moodle y de la institución, por último, se justifica la implementación de este aplicativo por medio de una encuesta donde se ve que el 100% de los docentes apoyaría el uso de una aplicación para la toma de asistencias y puntúa una 4,8 su uso y sincronización con la plataforma virtual.

Por otro lado, Lu y Cutumisu [8] nos presentan un estudio que recopiló la información de 367 estudiantes, con la finalidad de medir sus asistencias a clases, las actividades de aprendizaje en línea y el rendimiento en las evaluaciones formativas en línea. Este estudio aplicó métodos de análisis de aprendizaje para medir la asistencia a las clases, las actividades de aprendizaje en línea y el rendimiento en las evaluaciones formativas en línea. Los resultados de la investigación contribuyen en la comprensión del impacto de la asistencia a clases en el rendimiento académico del curso y la interacción de los factores de participación en el aprendizaje en línea en el contexto de los cursos mejorados por la tecnología.

En la investigación realizada por Padilla y Sánchez [9], proponen una solución al problema de control de asistencias, la cual consiste en el desarrollo de un prototipo de aplicación Android híbrida, mediante el empleo de tecnologías de código abierto como el framework ionic y la librería face-api.js de JavaScript. La propuesta está orientada en la supervisión eficiente y ágil del control de asistencias de los estudiantes dentro del aula, mediante la aplicación de reconocimiento facial que será elemento clave para llevar un control mucho más rápido y seguro. El 92.8% de los docentes muestran conformidad con el uso del aplicativo, ya que se sienten más seguros con el empleo del reconocimiento facial para la verificación de las asistencias de los estudiantes.

En relación con el uso de la metodología EXtreme Programming (XP), Martínez y Obregón [10] desarrollaron un aplicativo móvil para la gestión de información de registros de asistencia y evaluación de estudiantes universitarios. Para ello, se hizo uso de entornos de desarrollo como SQLite para la gestión de Bases de Datos, Android Estudio, y la metodología EXtreme Programming que permitieron la aceptación y conformidad de la propuesta y el cumplimiento de los requisitos exigidos por el cliente. Dentro de los resultados obtenidos se encuentra la alta disponibilidad e integridad de la

información respecto al registro de asistencias y evaluaciones. Además, el uso de la metodología XP permitió una constante retroalimentación con el cliente y por ende una mejora constante de la aplicación.

El análisis de datos planteado en [11] es utilizado para analizar diversas habilidades a través de la recolección de datos no estructurados, con el fin de identificar las tendencias en puestos de trabajo en la industria del petróleo y gas. Si bien, el contexto del caso de estudio es diferente al planteado en este documento, se puede comprobar a través de este, que el análisis de datos permite un mejor entendimiento de las habilidades y desempeño de un grupo de individuos, identificándolos en una escala del 1 al 10 en recurrencia de trabajos, lo que, se busca plantear con el análisis de las asistencias y su desempeño académico. En este contexto, en [12], se demostró que el uso de la metodología XP garantiza el desarrollo de aplicaciones de pequeña a mediana escala ya que comparado con procesos y herramientas esta se enfoca en el desarrollo agresivo de aplicaciones móviles y permite dar respuesta inmediata a un cambio surgido durante el proceso de desarrollo. Por lo tanto, su uso para desarrollar una aplicación móvil para el aprendizaje de estudiantes en varias escuelas resulta eficiente y efectivo.

Para que las predicciones y el análisis de datos puedan ser acertados, es necesario de sensores o herramientas que recojan los datos en tiempo real, un ejemplo de ello se plantea en la investigación de Shah et al. [13] donde se utilizan herramientas de Google (Firebase) para la recolección y ordenamiento inmediato de los datos para la detección de enfermedades cardiovasculares. Demostrando una gran efectividad para su reconocimiento y facilidad de gran cantidad de datos. En este contexto, en la investigación realizada por Martínez et al. [14], sobre la utilización de Frameworks en el desarrollo de aplicativos móviles, se presenta una amplia investigación sobre las necesidades y características que debe suplir un aplicativo móvil. Para descubrir estas características se utilizó un mapeo sistemático de estudio, la consulta con expertos, implementación en proyectos con metodologías ágiles y testeado en un entorno universitario. Los resultados probaron una mejora en el desarrollo y una guía útil para cubrir todas las necesidades o aspectos del aplicativo móvil, mejorar los tiempos de desarrollo y, también, puede utilizarse como material de enseñanza.

En la investigación propuesta por Forum et al. [15] se desarrolló una aplicación que pueda monitorear el estado de salud de pacientes con problemas cardíacos teniendo en cuenta que los datos deben poder ser actualizados en tiempo real, los investigadores llegaron a la conclusión que Firebase era la plataforma más adecuada para manejar la data en la nube y como algunos puntos mencionados esta que esta herramienta provee de varios servicios como lo es Analytics que proporcionan datos y gráficos de las interacciones del usuario. Como punto final los autores destacan la precisión de la aplicación al ofrecer consejos y predicciones en servicios tan delicados como lo es el campo de la salud.

En este sentido, en relación con el uso de base de datos NoSQL (base de datos no relacionales), Alvares et al. [16] presentan un método basado en visión artificial para automatizar el proceso de lectura de medidores de agua y electricidad a través de una aplicación móvil y almacenar fotos y datos de las lecturas en una base de datos NoSQL. Mediante Firebase Storage, permite a un concesionario almacenar y procesar estas lecturas con el objetivo de realizar un análisis predictivo en el futuro para la gestión del recurso de agua o electricidad. Este método fue patentado, generando resultados viables en el mercado de lectura de medidores en Brasil. Por otro lado, en [17] proponen un modelo de datos en la nube personal y descentralizado con el fin de gestionar datos de salud en escolares usando la base de datos NoSQL en tiempo real proporcionada por la plataforma Firebase. A través de este servicio, un sistema de información de salud de una escuela puede tener control total sobre la administración de datos sensibles como número de escuela del estudiante, el nombre, la hora de la prueba de temperatura, los datos de temperatura y el número de la máquina de prueba. Este modelo fue probado y aplicado, cumpliendo su objetivo, y brinda a los escolares un control más activo sobre los datos de información de salud de su estado personal.

Teniendo en cuenta la investigación realizada, para el desarrollo de la propuesta, se utilizará Firebase como gestor de Base de Datos, ya que es una tecnología rápida y eficiente para manejar una gran cantidad de datos no estructurados [18], Android como plataforma de desarrollo y la metodología XP para gestionar el desarrollo de la propuesta.

Machine learning es una tecnología muy innovadora y de fácil accesibilidad para proyectos web y móviles a través de librerías especializadas que contienen varios modelos de aprendizaje automático. Esta tecnología crea muchas oportunidades nuevas para mejorar la calidad de vida de las personas; un ejemplo de ello lo demuestran [19], al desarrollar un par de gafas inteligentes con Arduino y una app conectados por Bluetooth que utilizan machine learning y sensores ultrasónicos para asistir a personas con discapacidad visual a orientarse en espacios grandes y navegar en un área desconocida sin ayuda externa. Con el uso de modelos de machine learning entrenados por datos recopilados del entorno espacial real, las gafas y app tuvieron una precisión del 92,2 % para identificar obstáculos en el entorno.

Dentro de las librerías especializadas con modelos de machine learning se tiene TensorFlow. Esta librería permite al desarrollador obtener modelos pre-entrenados para integrarlos en proyectos móviles como lo hicieron Alatriza et al. [20], donde construyeron una aplicación móvil para automatizar el proceso de evaluación de características fenotípicas de ganado vacuno de la raza Brown Swiss, a través del desarrollo de un modelo de detección de vacas. Se ha podido comprobar que utilizando la API de Detección de Objetos de TensorFlow se permite la construcción, entrenamiento y despliegue de modelos pre-entrenados de Machine Learning para detectar datos de un objeto como una vaca.

Por otro lado, se han encontrado estudios relacionados a los servicios que proporciona Backend-as-a-Service para el desarrollo de aplicativos móviles [21]. En primer lugar, el primer estudio muestra el empleo de Firebase como una herramienta ideal para el desarrollo del Backend del aplicativo, permitiendo almacenamiento de archivos, uso de base de datos y análisis de datos. Dentro los resultados obtenidos se destaca la facilidad para la agregación de funciones, mejor autenticación de usuarios y flexibilidad para el envío de notificaciones como de mensajes. En segundo lugar, se propone el desarrollo de un aplicativo en Android mediante el uso de Parse como BaaS, dado a las ventajas que este proporciona como el almacenamiento de datos en la nube. Obteniendo como principales resultados el monitoreo en tiempo real de las evaluaciones de los docentes, así mismo la mejor optimización de la gestión de la actividad asistencial y formativa de los docentes.

Se denota el potencial de la utilización de TensorFlow Lite en Chieng et al. [22], donde se integra un modelo entrenado de TensorFlow Lite en Raspberry Pi 4, que permitió la detección y categorización de residuos. Este sirvió para el entrenamiento del sistema para la clasificación usando Google Colab, y se puede visualizar las pérdidas y la media de precisión a través de herramientas provistas por el mismo como TensorBoard. Su implementación permite la facilitación de recopilación y clasificación de datos, como una buena visualización de los datos entrantes y el nivel de precisión de la información saliente usando el Framework.

La implementación de Firebase facilita el almacenamiento y administración de los usuarios dentro del aplicativo, como se demuestra en [23], donde se utiliza Firebase para la administración de los usuarios de un gimnasio, los cuales, a causa de usar sistemas ineficientes y anticuados, han sufrido pérdida de clientes o errores en la implementación de membresías. Al final, la implementación de Firebase, no solo permitió la administración correcta de usuarios, pero, agregar más funcionalidades al sistema, como sistemas de recompensa (premios, puntos y logros), lo que hace al sistema más atractivo y mejora la experiencia del usuario.

En la investigación de Oyeboode, Alqahtani y Orji [24], evalúan numerosas aplicaciones móviles dedicadas a analizar la salud mental de los pacientes tanto en App Store como en Play Store, la investigación recalca la diferencia de las aplicaciones que implementan el servicio de aprendizaje automático (Machine Learning) de las que no, para poder llegar a una conclusión tuvieron que evaluar las opiniones de usuarios en base a su experiencia con el uso de las apps, se utilizó una clasificación de cinco niveles para categorizar los problemas que eran detectados por los usuarios como la usabilidad, contenido, atención al cliente, entre otros, finalmente los autores mencionan que las aplicaciones con ML son mucho más útiles y con mejores reseñas por parte del usuario sin embargo dan algunas recomendaciones en cuanto al diseño e implementación para mejorar la efectividad de lagunas aplicación y la experiencia del cliente.

El uso de TensorFlow Lite es parte de la investigación de Sajun et al. [25], es un conjunto de herramientas que sirve para implementar modelos de aprendizaje automático, la ventaja es que es un modelo ligero que puede funcionar en plataformas como Android e iOS, esta herramienta junto a un sistema de redes neuronales fueron integrados por los autores en la presente investigación para poder crear un sistema que pueda detectar anomalías en un campo de paneles solares, finalmente se pudo analizar con un solo dispositivo móvil 512 paneles a una gran velocidad, con una batería que duraba como mínimo 12 horas y con el uso máximo de un 60% de CPU del dispositivo.

En la investigación realizada por Hohenstein y Jung [26], se muestra una comparación entre conversaciones que tienen éxito de las que no, esta se basa en las aplicaciones que utilizan un sistema de mensajería estándar, es decir con una persona de por medio, y la que son mediadas por inteligencia artificial (IA), la investigación mostro que al implementar IAs los usuarios perciben las aplicaciones con un sentimiento de coerción pues la interacción es muy distante pero es debido a una mala implementación por parte de los desarrolladores, mientras que la interacción estándar se considera como un método que genera más confianza en los usuarios, como conclusión los autores mencionan que las respuestas inteligentes generadas por IA pueden servir igualmente para aumentar la confianza percibida por los clientes siempre y cuando este bien integrada y solo aplicada a ciertas “zonas”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada fue la de Programación Extrema, consta de las siguientes fases [27] Planificación, Diseño, Codificación, Pruebas y Lanzamiento. Como se muestra en la Fig. 1.

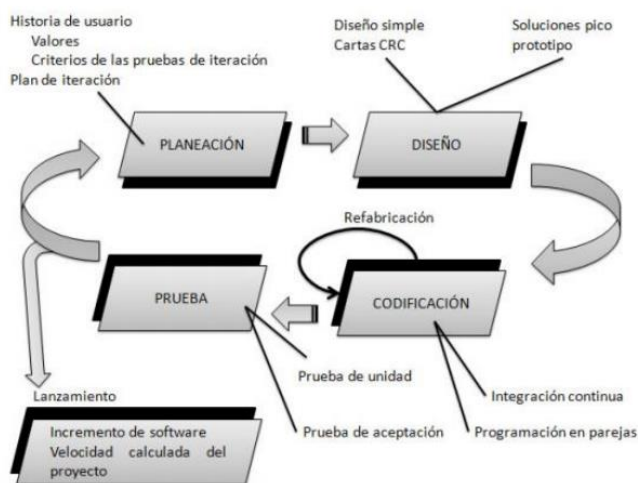


Fig. 1 Fases de la metodología XP. citado por [28].

Se recolectó los datos de las asistencias de estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de una Universidad Peruana; cuyas edades oscilan entre 19 – 25 años.

A. Fase 1: Planeación

De acuerdo con Katrilia, Anggoro y Dewa [29] es importante seleccionar las funciones prioritarias que se desarrollarán en primer lugar para que la aplicación pueda implementarse gradualmente y pueda satisfacer las principales necesidades de los usuarios. En el funcionamiento de la aplicación desarrollada se toman dos tipos de datos (Datos primarios y datos secundarios). En esta investigación, los datos primarios y secundarios son los de la asistencia de los estudiantes (Véase la Tabla I).

TABLA I
DATA DE ASISTENCIAS DE LOS ESTUDIANTES, ADAPTADO DE [29]

Datos Primarios	Datos Secundarios
Código de identificación del estudiante, y nombre.	Perfil de la universidad
Datos de matrícula del estudiante	Datos de ubicación
Datos del calendario (Día, Mes, Año)	Datos del rendimiento académico de los estudiantes
Datos del tiempo global	Formato de informe de recapitulación de asistencia
Cuota de internet	Tiempo de desarrollo de la aplicación
	Nivel de dificultad de desarrollo
	Nivel de dificultad del diseño de aplicación
	Tasa de desarrollo de características

En este contexto, lo primero que se definió en esta fase, fueron las historias de usuario que en otras metodologías de desarrollo se conocen como requerimientos, para posteriormente ordenarlas de acuerdo con su prioridad. A continuación, se muestran algunas de las historias de usuario que se lograron identificar [30].

- 1) *Historia de Usuario 01*: Acceso a la aplicación.
- 2) *Historia de Usuario 02*: Registro de asistencia.
- 3) *Historia de Usuario 03*: Validación de asistencia con código QR.
- 4) *Historia de Usuario 04*: Control de asistencia.

B. Fase 2: Diseño

En esta fase, se desarrollaron los mockups de la aplicación con las que los usuarios finales estarían interactuando como se muestra en la Fig. 2, si bien es cierto, en otras metodologías se suele desarrollar entregables como el diagrama de secuencia, en este caso se optó por el uso del modelo cliente-servidor. La guía de las principales pantallas se puede ver en el link; <https://coachup.site/asys/index.html>

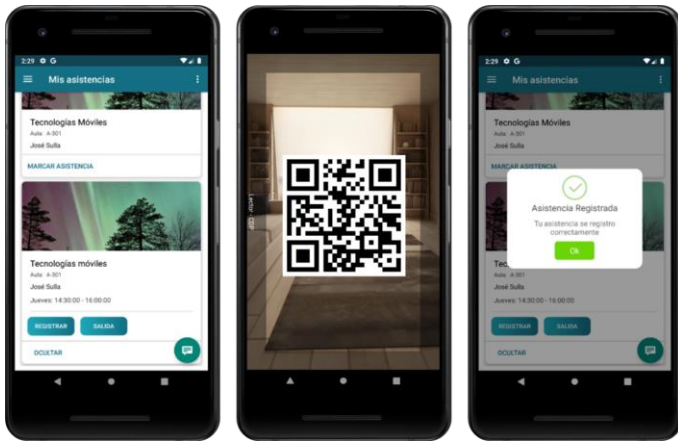


Fig. 2: Interfaces principales de la aplicación móvil

C. Fase 3: Codificación

En esta fase, se comenzó a codificar las funcionalidades de la aplicación, para ello se utilizó el patrón de diseño Modelo Vista VistaModelo (MVVM) dado que permite la implementación de aplicaciones Android muchos más robustas y se adapta a la metodología de desarrollo utilizada [31]; para el desarrollo en Android Studio, y se puede observar de la siguiente manera.

Donde la capa del modelo traduce todos los datos y se los entrega al modelo, la capa VistaModelo, se conecta con la base de datos o API's externas y la capa de vista presenta los datos, estos pueden ser invocados mediante comandos.

Se hizo uso de Firebase como gestor de Base de Datos debido a sus ventajas tales como el almacenamiento en la nube y el rápido escalado que ofrece, así mismo como su complemento de analítica de datos para poder generar informes sobre la demanda de las aplicaciones por parte de los usuarios.

En Cloud Firestore, la unidad de almacenamiento es el documento. Un documento es un registro que utiliza pocos recursos y contiene campos con valores asignados [32], por ejemplo, el campo "email". Por otro lado, se tienen las colecciones. Los documentos se almacenan en colecciones, que simplemente son contenedores de documentos.

En la Fig. 3, se muestra la colección de cursos, la cual almacena los cursos en los cuales se encuentra matriculado el estudiante. Cada asignatura tiene como identificador único el código de asignatura.

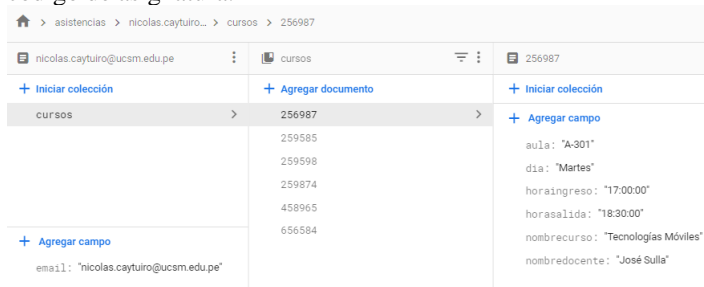


Fig 3: Colección de "cursos" Cloud Firestore

1) Modelo de datos

Los atributos que maneja las funcionalidades principales de la aplicación móvil se recopilieron de estudiantes y sus cursos correspondientes; de 4to año de la EPIS (semestre impar 2022-I) de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales y se muestran en la Tabla II y Tabla III respectivamente.

TABLA II
DICCIONARIO DE DATOS – ESTUDIANTE

Atributo	Descripción	Dominio	Tipo de dato
Código	Código del estudiante	codigo	String
Email	Email institucional del estudiante	email	String
Escuela Profesional	Escuela Profesional del estudiante	eprofesional	String
Nombre	Nombre completo del estudiante	nombre	String

TABLA III
DICCIONARIO DE DATOS – CURSOS

Atributo	Descripción	Dominio	Tipo de dato
Aula	Aula donde le corresponde clases al estudiante	aula	String
Dia	Dia que le corresponde clases	dia	String
Hora Ingreso	Hora de ingreso a clases	horaingreso	String
Hora Salida	Hora de salida de clases	horasalida	String
Nombre curso	Nombre del curso	nombrecurso	String
Nombre Docente	Nombre del docente que dicta el curso	nombredocente	String
Token	Token generado para validar el registro de asistencia	token	String

3) Machine Learning

Se usó el kit de Machine Learning de Firebase, para validar el registro de asistencia de los estudiantes. En la Fig. 4 se muestra la arquitectura utiliza para realizar la validación con código QR en el aplicativo.



Fig. 4: Arquitectura para validar al Estudiante

En la arquitectura, el aplicativo se conecta directamente con la base de datos para obtener el token del curso. Este token es introducido en la descripción del código QR por los docentes, lo mismo que solo ellos conocen.

4) Respuestas automáticas

Con la finalidad de generar respuestas automáticas a las preguntas de los usuarios, como obtener indicaciones de manejo de la aplicación u obtener indicaciones de como marcar su asistencia [33], se usó el kit de Machine Learning de BrainShop.ai, el cual es capaz de responder a las preguntas de los usuarios en base a una base de conocimientos (conjunto de respuestas previamente ingresadas en el modelo) y generar respuestas automáticas para los usuarios. A continuación, se muestra la base de conocimientos en BrainShop.ai para que pueda generar respuestas automáticas, y el entrenamiento de este. En la Fig. 5 se muestra la Base de conocimiento de BrainShop.ai.

ASYS: Cells

Id	Input	Output
273725	Donde queda el colegio	Teodoro Valcarcel 300, Arequipa 04007
273724	Como marco mi asistencia	Hola usame! Para marcar tu asistencia, debes seguir los siguientes pasos: 1. Ubícate en el curso que te pertenece marcar tu asistencia. 2. Si te encuentras en el horario para marcar tu asistencia, haz click sobre "MARCAR ASISTENCIA". 3. Recuerda que para registrar tu asistencia debes estar matriculado en los cursos correspondientes al semestre que te corresponde. Recuerda que siempre puedes ponerte en contacto con nosotros uD83DuDE42.
273723	Hi	Hola, ¿En que podemos ayudarte?
272193	Como marco mi asistencia	Puedes marcar tu asistencia en la pantalla de "Mis asistencias"
272192	Hola	Es un gusto saber de ti!
272191	Hola	¿En que podemos ayudarte?

Fig.5: Base de conocimientos BrainShop.ai

Asimismo, en la Fig. 6 se muestra la puesta en marcha del ChatBot en el aplicativo. La guía del aplicativo móvil se puede ver en el link: <https://coachup.site/asys/index.html>



Fig.6: Resultado de la implementación de ChatBot en el aplicativo.

D. Fase 4: Pruebas

Al utilizar la metodología XP se recomienda el uso de pruebas unitarias y pruebas de aceptación [34], en la primera nos encargaremos de verificar el código desarrollado por el equipo de programación y la última a verificar si el producto final cumple con las expectativas propuestas en la fase de planeación. En el caso de nuestro proyecto se testeará cada módulo con el fin de que se verifique que se ingresen valores adecuados, conduzca al cliente a actividades correctas y se mantenga una integridad y seguridad de los datos proporcionados por estudiantes y docentes, por último, se verificará la satisfacción de los clientes mediante encuestas y presentaciones programadas del producto final con el fin de saber si se cumplieron todos los requisitos y expectativas del usuario final. En la Tabla IV se muestra los resultados de las pruebas funcionales.

TABLA IV
PRUEBAS FUNCIONALES

Id	Requerimiento Funcional	Errores o Fallos detectados	Mejorados
CU01	Registro de alumnos en la aplicación	No detectaron errores de acceso.	No
CU02	Marcado de asistencia del alumno	Interfaz incompleta.	Si
CU03	Guardado de asistencia	Inconsistencia en el formato date de Firebase.	Si

CU04	Ingreso del docente a la aplicación	Interfaz incompleta	Si
CU05	Descarga de lista de asistencia	Descargas incompletas	Si
CU06	Visualización de asistencias	Visualización desordenada	Si
CU07	Marcado de asistencia	No se podía registrar la asistencia	Si
CU08	Iniciar sesión con correo y contraseña	Falta de reconocimiento del correo	Si

E. Fase 5: Lanzamiento

Para el lanzamiento del aplicativo, se siguieron los siguientes pasos:

- 1) *Generar el APK de la aplicación.*
- 2) *Publicación de la APK:*
<https://coachup.site/asys/index.html>
- 3) *Evaluación de los resultados obtenidos:* Según la encuesta: <https://forms.gle/LQWRGwvxZ4okKiZU8>

Para la realización de los Sprint Review, se utilizó la herramienta Fellow, ya que esta posee una gran cantidad de opciones y facilidades para el planteamiento de las reuniones y los temas a tocar. En total se tuvo tres Sprint Review, con dicha herramienta, realizadas de forma aleatoria entre los estudiantes. A través de esto, se obtuvo los puntos que debían evaluarse de la aplicación, posteriormente llegando a aplicar dos cuestionarios para la validación.

En los tres Sprint Review realizados con la encuesta elaborado, se recopiló la información de 100 estudiantes (80%) y docentes (20%) de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de una Universidad del Perú.

IV. RESULTADOS

Se elaboraron criterios de aceptación para verificar los niveles de aceptación de la aplicación móvil “ASYS”, obteniendo el siguiente nivel de cumplimiento para cada criterio como muestra en la Tabla V.

TABLA V
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL APLICATIVO. ADAPTADO DE [9].

Criterios	Resultados	Nivel de cumplimiento (%)
Funcionalidad	El sistema cumple con las funcionalidades necesarias para el correcto proceso en el registro y control de la asistencia estudiantil.	100%
Operacionalidad	El sistema trabaja de manera integrada con el gestor de base de datos para posteriores funcionalidades implementadas en el aplicativo.	100%
Satisfacción	Los resultados obtenidos en el apartado IV, indican el grado de satisfacción que tienen tanto docentes como estudiantes con el uso del aplicativo.	98% (¿Cuál es tu nivel de satisfacción?)

Aceptación	El aplicativo “ASYS” cumple con el registro y control de asistencias de los estudiantes.	92.9% (¿Recomendarías a otras personas el uso del aplicativo para el registro y control de asistencias?)
------------	--	---

La tabla anterior indica que, en base a los criterios de aceptación, se obtiene un 100% en los criterios de funcionalidad y operacionalidad, lo cual indica que se han cumplido con estos criterios en su totalidad. Por otro lado, en los criterios de satisfacción y aceptación, se obtuvo 98% y 92.9% respectivamente, lo cual, de acuerdo con [9], representa un porcentaje significativo en comparación con el porcentaje resultante de la diferencia (2% y 7.1% respectivamente).

Por otro lado, en el sprint review final realizado a la misma cantidad de estudiantes y aplicando la encuesta de Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) [35]. En la Fig. 7 se muestra el resultado de la primera pregunta.

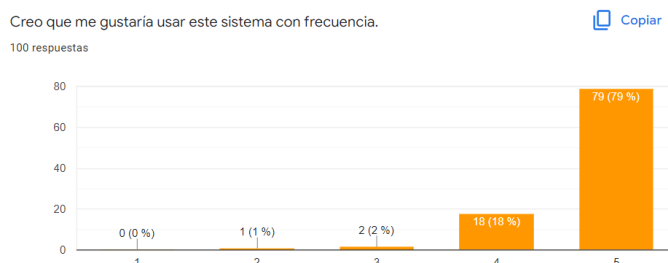


Fig. 7 Resultado a la pregunta 1 – (SUS)

De una muestra de 100 estudiantes el 79% denota un gusto por el uso de sistema, como conclusión se puede decir que los estudiantes encuentran más optimo, rápido, sencillo o preferirían el uso de la aplicación para marcar asistencias que de la manera actual en la que se está llevando este proceso.



Fig. 8 Resultado a la Pregunta 2 – (SUS)

En la pregunta 2, sobre si captaban la aplicación de manera compleja, un 47% indica un total desacuerdo con esta premisa, sin embargo, una gran cantidad de la muestra, es decir el rango del 11%, 10% y 13% que va desde los usuarios que marcaron un punto medio a estar totalmente de acuerdo con la premisa, como conclusión no se puede ignorar este 34% que encuentra la aplicación como compleja y se debería

considerar reformular o rediseñar la aplicación en los puntos débiles identificados por los usuarios.

Pienso que el sistema estaba listo para usar.

99 respuestas

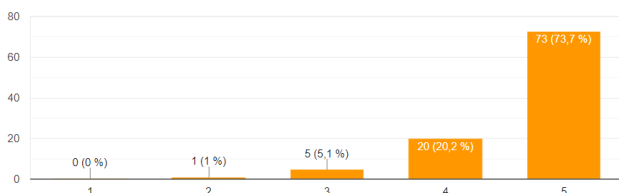


Fig. 9 Resultado a la Pregunta 3 – (SUS)

En la pregunta número 3 se muestra un 73% que está de acuerdo con que la aplicación ya está lista para poder ser usada como método alternativo de la toma de asistencia, sin embargo, no se puede ignorar el 25% que no está en la misma posición por lo que se debería profundizar en algunos puntos de mejora.

Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder usar este sistema.

100 respuestas

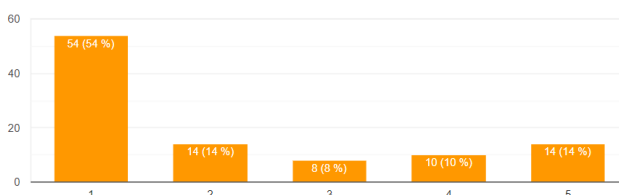


Fig. 10 Resultado a la Pregunta 4 – (SUS)

El resultado de la pregunta 4, muestra que un 54% de estudiantes señalan que no necesitaría de ayuda del personal técnico para poder hacer uso de la aplicación, sin embargo, desde el 8%, 10% y 14% que está incluido desde el punto medio a estar totalmente de acuerdo, es un porcentaje considerable que indica que la aplicación puede ser muy poco intuitiva al usuario por lo que se debe implementar mejoras como mensajes más descriptivos al usuario o instrucciones previas antes del primer uso de la aplicación.

Encontré que las varias funciones en este sistema estaban bien integradas.

100 respuestas

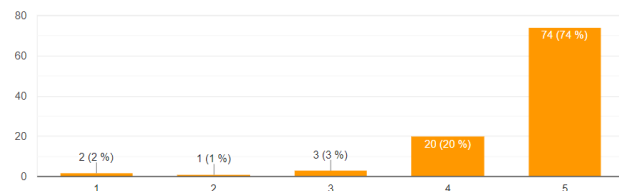


Fig. 11 Resultado a la Pregunta 5 – (SUS)

En la pregunta número 5 se puede observar un 74% que no encontró errores en la aplicación y señala su correcto funcionamiento, con un total de 3% de usuarios que, si las identificaron, partiendo de este punto no es obligatorio ni necesario profundizar en estas fallas identificadas por los estudiantes, pero se podría mejorar el código o diseño según las observaciones otorgadas por este porcentaje.

Pienso que hay demasiada inconsistencia en este sistema.

100 respuestas

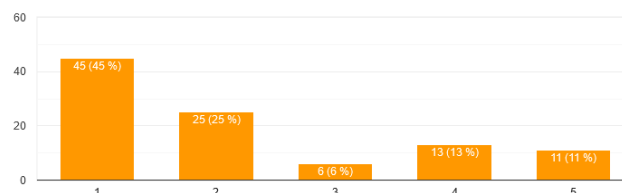


Fig. 12 Resultado a la Pregunta 6 – (SUS)

Con 45% de las respuestas que considera que la aplicación no tiene inconsistencias, se puede denotar que se hizo un buen trabajo en la programación y diseño del aplicativo. Sin embargo, se buscará un enfoque en el 11% y 13% que está de acuerdo con la declaración hecha, se puede identificar que la inconsistencia puede darse en la falta de entendimiento de la declaración del formulario o alguna falla específica por mala utilización del aplicativo.

Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema muy rápidamente.

100 respuestas

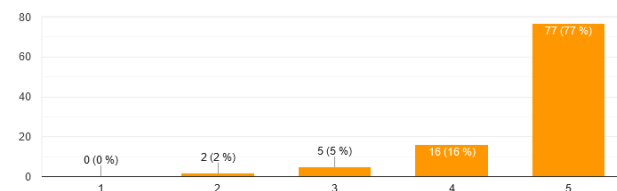


Fig. 13 Resultado a la Pregunta 7 – (SUS)

Se tiene una respuesta positiva de parte del usuario con un total del 77% de respuestas favorables referidas a la facilidad del uso del aplicativo, se va a tener en cuenta el 2% y 5%, estas dos respuestas reflejan que se ha podido dar un mal uso del aplicativo por parte del usuario.

Encontré el sistema muy engorroso de usar.

100 respuestas

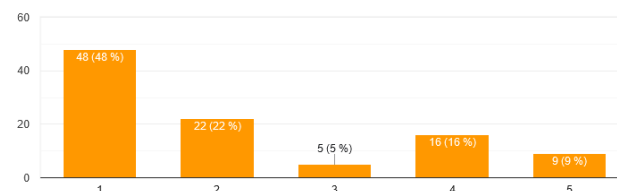


Fig. 14 Resultado a la Pregunta 8 – (SUS)

Se puede identificar que la facilidad del sistema está relacionado al nivel de comodidad del usuario al utilizar el aplicativo. Con un 16% y 9%, se refleja que la molestia al usar el sistema se puede deber a comodidad con la interfaz y el aprendizaje rápido del uso de la aplicación.

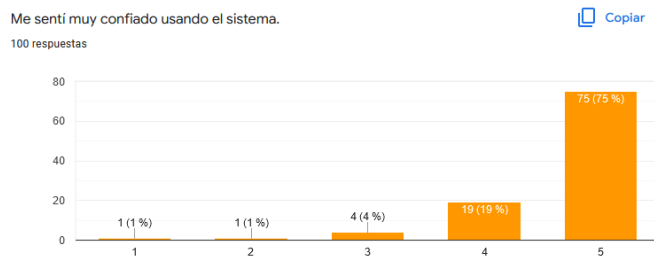


Fig. 15 Resultado a la Pregunta 9 – (SUS)

En la Fig 15, la relación entre las declaraciones se vuelve a comprobar con esta pregunta, un 75% de respuestas positivas, se comprueba de que el sistema es cómodo de usar y que no afecta la experiencia del usuario. El 1% en las respuestas se puede deber al mal uso del aplicativo o mal entendimiento de las declaraciones.

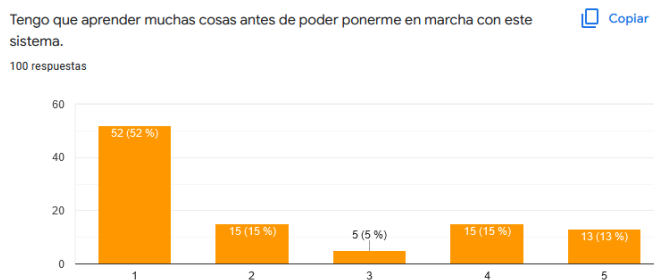


Fig. 16 Resultado a la Pregunta 10 – (SUS)

En la Fig. 16, se tiene un 52% de respuestas positivas, las demás respuestas se desligan de las declaraciones previas, especialmente para el 15% y 13% de los usuarios. Una de las razones por la que puede deberse estas respuestas es que no se ha explorado a completitud el sistema y el usuario piensa que no ha sacado todo el potencial del aplicativo, una segunda razón es, el mal entendimiento de la declaración.

V. CONCLUSIONES

La ejecución de la aplicación móvil demostró resultados positivos en la correcta implementación de los servicios de Firebase (Cloud Firestore y Firebase Authentication) en los módulos de acceso y marcado de asistencias.

El uso del aplicativo facilitó el registro de asistencia para los estudiantes, además a los docentes, permitiendo generar un registro con las asistencias de cada estudiante.

Se hizo uso de técnicas de Machine Learning para generar respuestas automáticas a las preguntas de los usuarios. Esta funcionalidad de la aplicación resultó ser útil cuando los usuarios no saben cómo marcar su asistencia u otras preguntas relacionadas con el uso del aplicativo.

El uso del kit de Machine Learning de Firebase para la validación de asistencias, permitió validar la asistencia por medio de un token almacenado en la base de datos.

Los resultados de las encuestas de evaluación de la aplicación móvil señalan una gran aceptación y satisfacción de

los usuarios para usarlo en las actividades de control de asistencias; por lo tanto, cumple la característica de usabilidad.

Como trabajos futuros se plantea el uso de otras técnicas de ML como reconocimiento de imágenes y geolocalización para el registro de asistencia de los estudiantes. Así mismo, mejorar en el control al descargar el archivo que le permita al docente seleccionar que tipos de datos desea recuperar de la base de datos, como fechas o estudiantes. La mejorara de la visualización de los datos del control. Mejorar la seguridad de la aplicación. Dado que los datos son un activo importante para una organización, se plantea la mejora de la seguridad de la aplicación en un nivel mucho más alto.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al apoyo del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Santa María para hacer posible la publicación del artículo.

REFERENCES

- [1] A. F. Abdul Fatah, R. Mohamad, F. Y. Abdul Rahman, and N. I. Shuhaimi, "Student attendance system using an android based mobile application," 2021, doi: 10.1109/ISCAIE51753.2021.9431771.
- [2] "Instituto Nacional de Estadística e Informática." <https://m.inei.gov.pe/prensa/noticias/el-668-de-la-poblacion-de-6-y-mas-anos-de-edad-accedio-a-internet-de-enero-a-marzo-del-presente-ano-12954/> (accessed Sep. 23, 2022).
- [3] M. M. Islam, M. K. Hasan, M. M. Billah, and M. M. Uddin, "Development of smartphone-based student attendance system," in *5th IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2017, R10-HTC 2017*, 2018, vol. 2018-January, doi: 10.1109/R10-HTC.2017.8288945.
- [4] "Quick Start | BrainShop." <https://brainshop.ai/node/260732> (accessed Sep. 23, 2022).
- [5] "Kit de AA para Firebase | ML Kit para Firebase." <https://firebase.google.com/docs/ml-kit?hl=es-419> (accessed Sep. 23, 2022).
- [6] O. A. Akinola, S. O. Olopade, and A. S. Afolabi, "Development of mobile and desktop applications for a fingerprint-based attendance management system," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 24, no. 1, 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v24.i1.pp570-580.
- [7] C. R. Espinosa and A. V. Benavides, "Aplicación móvil para registro de asistencias de la Universidad Central del Ecuador," 2017, Accessed: Sep. 23, 2022. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13894>.
- [8] C. Lu and M. Cutumisu, "Online engagement and performance on formative assessments mediate the relationship between attendance and course performance," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 19, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s41239-021-00307-5.
- [9] A. P. Cando and J. S. Pilay, "Desarrollo de una aplicación móvil prototipo para el registro y control de asistencia estudiantil en la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales basada en," 2020, Accessed: Sep. 23, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48932>.

- [10] J. Martínez-López, D. O.-C.-E. y sociedad, and undefined 2020, "Aplicación móvil para la gestión de registros de asistencia y evaluaciones de los estudiantes universitarios/Mobile application for the management of," *revistas.unica.cu*, Accessed: Sep. 23, 2022. [Online]. Available: <https://revistas.unica.cu/index.php/edusoc/article/download/1421/pdf/8796>.
- [11] A. Alibasic, H. Upadhyay, M. C. E. Simsekler, T. Kurfess, W. L. Woon, and M. A. Omar, "Evaluation of the trends in jobs and skill-sets using data analytics: a case study," *J. Big Data*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s40537-022-00576-5.
- [12] N. Q. Nada, U. K. Saadah, A. K. Anam, Widianingrum, S. Wibowo, and M. Novita, "Design on 'FunPhysics' Educational Game Apps using Agile EXtreme Programming," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1179, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1179/1/012071.
- [13] A. Shah, S. Ahirrao, S. Pandya, K. Kotecha, and S. Rathod, "Smart Cardiac Framework for an Early Detection of Cardiac Arrest Condition and Risk," *Front. Public Heal.*, vol. 9, 2021, doi: 10.3389/fpubh.2021.762303.
- [14] D. Martinez, X. Ferre, G. Guerrero, and N. Juristo, "An Agile-Based Integrated Framework for Mobile Application Development Considering Ilities," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2987882.
- [15] F. Desai, D. Chowdhury, R. Kaur, M. Peeters, R. A.-I. of Things, and undefined 2022, "HealthCloud: A system for monitoring health status of heart patients using machine learning and cloud computing," *Elsevier*, Accessed: Sep. 23, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660521001244>.
- [16] A. J. Álvares, A. C. A. Souza, and M. F. de Castro, "Implementação de um aplicativo móvel (App) para leitura de medidores de água e energia baseado em visão computacional," *Rev. Bras. Comput. Apl.*, vol. 12, no. 3, 2020, doi: 10.5335/rbca.v12i3.10596.
- [17] X. Weng, H. Wu, Y. Pan, H. C. -, I. C. on C. and Big, and undefined 2021, "Decentralized Personal Cloud Data Model and its Application in Campus Health Information System," *ieeexplore.ieee.org*, doi: 10.1109/DASC-PICom-CBDCCom-CyberSciTech52372.2021.00146.
- [18] C. Khawas and P. Shah, "Application of Firebase in Android App Development-A Study," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 179, no. 46, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917200.
- [19] S. Busaeed, R. Mehmood, I. Katib, and J. M. Corchado, "LidSonic for Visually Impaired: Green Machine Learning-Based Assistive Smart Glasses with Smart App and Arduino," *Electron.*, vol. 11, no. 7, 2022, doi: 10.3390/electronics11071076.
- [20] H. Alatrística-Salas, J. M. A. Lopez, E. L. F. Navarro, and M. Nunez-Del-Prado, "Phenotypic evaluation of brown Swiss dairy cattle using images processing," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 18, no. 11, 2020, doi: 10.1109/TLA.2020.9398641.
- [21] E. Agüero, A. Pérez, and S. Ascencio, "Firebase en el desarrollo de aplicaciones móviles," *Univ. POLITÉCNICA SINALOA PROGRAMA ACADÉMICO Ing. EN INFORMÁTICA*, 2018.
- [22] N. C. A. Sallang, M. T. Islam, M. S. Islam, and H. Arshad, "A CNN-Based Smart Waste Management System Using TensorFlow Lite and LoRa-GPS Shield in Internet of Things Environment," *IEEE Access*, vol. 9, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128314.
- [23] D. Ward and C. Peoples, "An iOS Application With Firebase for Gym Membership Management," *IEEE Potentials*, vol. 38, no. 3, 2019, doi: 10.1109/MPOT.2018.2883356.
- [24] O. Oyeboode, F. Alqahtani, and R. Orji, "Using Machine Learning and Thematic Analysis Methods to Evaluate Mental Health Apps Based on User Reviews," *IEEE Access*, vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3002176.
- [25] A. R. Sajun, S. Shapsough, I. Zulkernan, and R. Dhaouadi, "Edge-based individualized anomaly detection in large-scale distributed solar farms," *ICT Express*, vol. 8, no. 2, 2022, doi: 10.1016/j.icte.2021.12.011.
- [26] J. Hohenstein and M. Jung, "AI as a moral crumple zone: The effects of AI-mediated communication on attribution and trust," *Comput. Human Behav.*, vol. 106, 2020, doi: 10.1016/j.chb.2019.106190.
- [27] P. Letelier and M. C. Penadés, "Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)," *Técnica Adm.*, vol. 5, no. 26, p. 17, 2006, doi: 1666-1680.
- [28] P. P. REYES CUBA and R. P. MARÍN APAZA, "APLICACIÓN WEB EMPLEANDO LA METODOLOGÍA XP PARA LA GESTIÓN ACADÉMICA DEL INSTITUTO DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO - 2019," 2021.
- [29] T. Katrilia, P. W. Anggoro, and P. K. D. Sp., "Optimization of Innovation Features in Mobile-Based Attendance Application," *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 30, no. 1, 2022, doi: 10.2478/mspe-2022-0003.
- [30] J. L. Reyna Robles, S. E. Cieza Mostacero, O. R. Alcántara Moreno, and J. F. Pacheco Torres, "Aplicación Móvil Multiplataforma Para Mejorar La Gestión De Ventas En La Veterinaria Janavet De Trujillo," 2021, doi: 10.18687/laccei2021.1.1.329.
- [31] M. I. S. B. Khairat, Y. Priyadi, and M. Adrian, "Usability Measurement in User Interface Design Using Heuristic Evaluation Severity Rating (Case Study: Mobile TA Application based on MVVM)," 2022, doi: 10.1109/CCWC54503.2022.9720876.
- [32] "Modelo de datos de Cloud Firestore | Firebase." <https://firebase.google.com/docs/firestore/data-model?hl=es-419> (accessed Sep. 23, 2022).
- [33] J. J. Gutiérrez, M. J. Escalona, M. Mejías, and J. Torres, "PRUEBAS DEL SISTEMA EN PROGRAMACIÓN EXTREMA," 2009.
- [34] B. R. Ranoliya, N. Raghuwanshi, and S. Singh, "Chatbot for university related FAQs," in *2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI 2017*, 2017, vol. 2017-January, doi: 10.1109/ICACCI.2017.8126057.
- [35] J. Brooke, "SUS -A quick and dirty usability scale Usability and context," *Usability Eval. Ind.*, vol. 189, no. 194, 1996.