



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada con el framework Flutter; caso práctico: Reconocimiento y obtención de información de señales de tránsito.

Heredia Anchaguano, Sixto Paul

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Software

Trabajo de Unidad de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de
Ingeniero de Software

MSc. Montaluisa Yugla, Franklin Javier

01 de marzo del 2024

Latacunga- Ecuador



TESIS_SW-HEREDIA_PAUL-PASAR-COP...

Scan details

Scan time: February 29th, 2024 at 20:49 UTC

Total Pages:	67	Total Words:	16655
--------------	----	--------------	-------

Plagiarism Detection



AI Content Detection

Text coverage

AI text

Human text

N/A

Plagiarism Results: (17)

[art48.indd](#) 1%

https://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/un_art48.pdf

Revista Digital Universitaria 10 de agosto 2004 • Volumen 5 Número 7 • ISSN: 1067-6079 LA REALIDAD AUMENTADA: UNA TECNOLOGÍA EN ESPERA D...

[PeumaLab - Laboratorio de transformación digital - Realidad Aumentada](#) 0.9%

<https://peumalab.cl/tecnologias/realidad-aumentada.html>

+569 623 71145 roberto@peumalab.cl In...

[▷ Realidad aumentada. ¿Qué es? Características y tipos - IAT](#) 0.9%

<https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/>

iat20

Inicio Tecnologías Blog ...

[Cómo la realidad aumentada está impulsando el alcance del desarrollo d...](#) 0.9%

http://www.pixelgrafía.com/post/157_como-la-realidad-aumentada-esta-impulsando-el-alcance-del-desarroll...

Inicio Desarrollo Mercade...

Certified by
Copyleaks

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com

[in](#) [f](#) [@](#) [t](#)

MSc. Montaluisa Yugla, Franklin Javier

C.C.: 0502166796



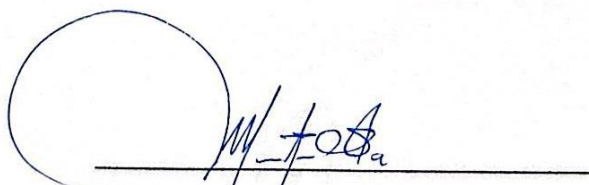
Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Certificación

Certifico que el trabajo de Unidad de integración curricular: **"Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada con el framework Flutter; caso práctico: Reconocimiento y obtención de información de señales de tránsito"** fue realizado por el señor **Heredia Anchaguano, Sixto Paul** el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 01 de marzo del 2024



MSc. Montaluisa Yugla, Franklin Javier
C.C.: 0502166796



Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Responsabilidad de autoría

Yo, **Heredia Anchaguano, Sixto Paul** con cédula de ciudadanía n° 0503890113, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de Unidad de integración curricular: **"Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada con el framework Flutter; caso práctico: Reconocimiento y obtención de información de señales de tránsito"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 01 de marzo del 2024



Heredia Anchaguano, Sixto Paul

C.C.: 0503890113



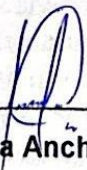
Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Software

Autorización de publicación

Yo, Heredia Anchaguano, Sixto Paul, con cédula de ciudadanía n° 0503890113, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de Unidad de integración curricular: **“Desarrollo de una aplicación móvil de realidad aumentada con el framework Flutter; caso práctico: Reconocimiento y obtención de información de señales de tránsito”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 01 de marzo del 2024



Heredia Anchaguano, Sixto Paul

C.C.: 0503890113

Dedicatoria

Dedico todo el esfuerzo puesto en este trabajo a mi madre, Marcela Heredia que ha sido un apoyo fundamental en el transcurso de mi vida, con sus consejos y palabras de sabiduría ha sabido guiarme por el camino correcto, ayudándome en mis momentos más difíciles y siendo un pilar en el que puedo apoyarme y poner toda mi confianza.

A mi abuelidad Rosa Anchaguano, más que una abuelita era como mi madre, desde el cielo me siga cuidando y dando la sabiduría que necesito para continuar mi viaje que, aunque ya no esté presente su espíritu siempre me acompañara en el corazón.

A mi tía María Heredia, que ha sido un apoyo fundamental para mi madre, mi hermano y yo, dándonos una mano para cualquier necesidad que ocurra siempre ha estado presente ya sea en los momentos tristes como en los alegres siempre ha sabido como motivarnos a mejorar.

A mis primos Beatriz Anchaguano y su esposo Edison Heredia los cuales nos brindaron su apoyo en todo momento ya sea de algo sencillo o algo complicado, como la pérdida de un ser querido ellos siempre estuvieron para cualquier necesidad.

A mi hermano menor con el cual he compartido momentos agradables como también tristes siempre estuvo para darme su apoyo que aun con su corta edad significaba mucho para mí, con este logro espero ser un ejemplo a seguir para él.

A toda mi familia que siempre estuvo hay para aconsejarme y guiarme con su sabiduría siendo testigos de cuanto esfuerzo y dedicación puse en este trabajo, velaron por mi éxito, con su apoyo pude salir adelante.

Heredia Anchaguano, Sixto Paul

Agradecimiento

Quiero agradecer a dios por darme la salud y la sabiduría para llegar hasta este punto en mi vida y que siga velando por mí y guiando mi camino.

Un agradecimiento profundo y de todo corazón a mi madre que con su gran esfuerzo me ayudo a cumplir una meta más en mi vida, la cual es un gran orgullo tanto para mí como para ella demostrándole que el esfuerzo, sudor y lágrimas además de la fe que deposito en mí no fueron en vano y que este logro es de ambos.

Agradezco a mi abuelita que siempre está velando por mi allá en el cielo, además cuida de nuestra familia que gracias a sus consejos cuando estaba a mi lado puede lograr cumplir mis objetivos y ahora una meta más en mi vida.

Agradezco a mi familia por siempre estar a mi lado en las buenas y en las malas demostrando una y mil veces que la familia es un pilar fundamental en el que uno puede apoyarse cuando necesita de un consejo o guía.

Agradezco a la universidad por darme la oportunidad de convertirme en uno de sus alumnos al abrirme sus puertas y brindarme el conocimiento necesario para llegar hasta este día con orgullo de ser visto como alumno de esta prestigiosa Universidad.

A mis amigos de la universidad que siempre estaban ahí cuando los surgia algún inconveniente, cada vez me dieron su mano de apoyo.

A mi grupo de tesis que a pesar de las dificultades del proyecto supimos cómo defendernos y salir adelante demostrando que juntos podemos contra cualquier adversidad y ya no nos falta mucha para terminar una meta en nuestra vida.

Heredia Anchaguano, Sixto Paul

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de Contenido	8
Índice de Figuras	11
Índice de Tablas	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I: Introducción	15
Propósito y contexto del proyecto.....	16
Justificación de la investigación.....	19
Objetivos	20
<i>Objetivo General.....</i>	20
<i>Objetivos Específicos</i>	21
Metodología de investigación.....	21
Capítulo II: Marco Teórico.....	23
Realidad Aumentada.....	23

<i>Definición y características</i>	24
<i>Tipos de realidad aumentada</i>	27
Señales de Tránsito	31
<i>Importancia y función de las señales de tránsito en la vía pública</i>	32
<i>Clasificación de señales de tránsito</i>	33
Aplicaciones Móviles y Tecnologías Asociadas a Flutter	34
<i>Evolución de las Aplicaciones Móviles</i>	34
<i>Flutter como Framework de Desarrollo</i>	35
<i>Ventajas y Desafíos de Flutter en el Desarrollo Móvil</i>	36
Capítulo III: Estado del Arte	38
Aplicaciones Existentes de Realidad Aumentada para Señales de Tránsito	38
Aplicaciones desarrolladas con Flutter con realidad aumentada	38
Tecnologías utilizadas en aplicaciones de realidad aumentada con Flutter	39
Identificación de Brechas y Oportunidades en Soluciones Actuales	41
Capítulo IV: Diseño de la Aplicación	43
Arquitectura General del Sistema	43
Flujo de la Aplicación	45
Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario	45
Proceso de Reconocimiento de Señales de Tránsito en Realidad Aumentada .	46
Integración de Información Adicional	47
Capítulo V: Desarrollo e Implementación	48

Selección de Plataforma de Desarrollo	57
Programación de la Funcionalidad de Reconocimiento de Señales	58
<i>Historia de usuario 1: Desarrollo de algoritmo para detección de señales con realidad aumentada en dispositivo móvil</i>	<i>58</i>
<i>Sprint Backlog</i>	<i>60</i>
<i>Historia de usuario 02: Desarrollo de la vista de información sobre las señales de tráfico.</i>	<i>69</i>
<i>Sprint Backlog</i>	<i>70</i>
<i>Historia de usuario 03: Desarrollo de una opción para descargar el archivo PDF de la ley de tránsito.....</i>	<i>76</i>
<i>Sprint Backlog</i>	<i>78</i>
Incorporación de Información Contextual en Realidad Aumentada.....	79
Consideraciones de Seguridad y Privacidad.....	81
Capítulo VI: Validación del Sistema	83
Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones.....	89
Conclusiones	89
Recomendaciones.....	90
Bibliografías	91
Anexos	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Realidad Aumentada</i>	25
Figura 2 <i>Característica principales de realidad aumentada</i>	26
Figura 3 <i>Realidad aumentada basada en marcadores</i>	28
Figura 4 <i>Realidad aumentada sin marcadores</i>	29
Figura 5 <i>Diagrama de dependencia Servicios de geolocalización</i>	30
Figura 6 <i>Realidad aumentada basada en geolocalización</i>	31
Figura 7 <i>Arquitectura general de la aplicación móvil</i>	44
Figura 8 <i>Modelo de Scrum</i>	49
Figura 9 <i>Metodología Scrum</i>	50
Figura 10 <i>Señalética de tránsito ubicada cerca del coliseo de la Ciudad</i>	55
Figura 11 <i>Ejemplo de vista para el reconocimiento de señalética de tránsito con RA</i>	56
Figura 12 <i>Esquema general del reconocimiento y procesamiento de señaléticas</i>	59
Figura 13 <i>Carpetas y señaléticas de tránsito individuales</i>	62
Figura 14 <i>Arquitectura Backend</i>	66
Figura 15 <i>Reconocimiento de señaléticas de tránsito en Flutter</i>	67
Figura 16 <i>Aplicación móvil para el reconocimiento de señaléticas de tránsito con Flutter</i>	68
Figura 17 <i>Arquitectura API información</i>	72
Figura 18 <i>Información de señaléticas de tránsito por categorías</i>	75
Figura 19 <i>Pantallas para acceder a la descarga y visualización del archivo PDF</i>	79
Figura 20 <i>Imagen del modelo 3D de señalética PARE</i>	81
Figura 21 <i>Escenario de Prueba Señalética ubicada en Latacunga</i>	84
Figura 22 <i>Vista páginas de orden por categoría y descripción de señalética</i>	85
Figura 23 <i>Vista página de descarga y opción para visualizar el archivo PDF</i>	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Team Scrum</i>	51
Tabla 2 <i>Historias de Usuario</i>	52
Tabla 3 <i>Product backlog</i>	54
Tabla 4 <i>Herramientas y plataformas para el desarrollo del aplicativo móvil</i>	57
Tabla 5 <i>Implementación servidor centrado en realidad aumentada</i>	60
Tabla 6 <i>Sprint Backlog 1</i>	61
Tabla 7 <i>Pseudo Algoritmo código reconocimiento señaléticas de tránsito</i>	63
Tabla 8 <i>Historia de usuario enfocada en la información de las señaléticas</i>	69
Tabla 9 <i>Sprint Backlog 2</i>	70
Tabla 10 <i>Pseudocódigo API</i>	72
Tabla 11 <i>Historia de usuario para función de descarga y visualización de manual de Ley de Tránsito</i>	76
Tabla 12 <i>Sprint Backlog 3</i>	77
Tabla 13 <i>Check List de validación del sistema</i>	87

Resumen

El proyecto abarca la explicación sobre el desarrollo de una aplicación móvil enfocada en realidad aumentada utilizando el framework Flutter, con el objetivo principal de reconocer señaléticas de tránsito, proporcionando información relevante sobre señales viales en tiempo real. Se presenta un caso práctico desde el diseño e implementación de una interfaz de usuario llamativa e interactiva hasta la integración de técnicas de visión por computadora para el reconocimiento de señales. La aplicación desarrollada utilizará la cámara del dispositivo móvil para capturar imágenes de señales de tránsito en tiempo real, utilizando algoritmos de aprendizaje profundo para identificar el tipo de señal y proporcionar información detallada al usuario, basada en manuales de la señalización vial del Ecuador. Explora también el aprovechamiento de los servicios en la nube para la gestión de almacenamiento de datos para mejorar la precisión y la capacidad de respuesta de las aplicaciones. Para aprovechar en su máximo potencial la tecnología, para desarrollar nuevas tecnologías accesibles para todos los usuarios. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad y eficacia de la aplicación de reconocimiento y recuperación de información de tránsito, lo que proporcionando una herramienta útil y práctica para mejorar la seguridad vial y la experiencia del usuario, se destacará lo importante de continuar investigando nuevas tecnologías y enfoques para mejorar más las funcionalidades y utilidad en aplicaciones. En resumen, el uso de la realidad aumentada para el reconocimiento de señales de tráfico abre un camino lleno de oportunidades para mejorar la seguridad vial, la educación vial y la experiencia de los usuarios de la calle.

Palabras Clave: framework, flutter, señales de tránsito, realidad aumentada, tecnología

Abstract

The project covers the development of a mobile application focused on augmented reality using the Flutter framework, with the main objective of recognizing traffic signs, providing relevant information about road signs in real time. A practical case is presented from the design and implementation of a striking and interactive user interface to the integration of computer vision techniques for signal recognition. The developed application will use the mobile device's camera to capture images of traffic signs in real time, using deep learning algorithms to identify the type of sign and provide detailed information to the user, based on road signage manuals in Ecuador. Also explore leveraging cloud services for data storage management to improve application accuracy and responsiveness. To take advantage of technology to its full potential, to develop new technologies accessible to all users. The results obtained demonstrate the feasibility and effectiveness of the application of recognition and recovery of traffic information, which provides a useful and practical tool to improve road safety and user experience, the importance of continuing to investigate new technologies and approaches will be highlighted. to further improve the functionalities and usefulness in applications. In summary, the use of augmented reality for traffic sign recognition opens a path full of opportunities to improve road safety, road education and the experience of road users.

Keywords: framework, flutter, traffic signs, augmented reality, technology, congestion

Capítulo I

Introducción

En palabras de (Loumiotis et al., 2018), durante las últimas décadas se ha producido un enorme crecimiento en el número de vehículos que circulan en todos los países industrializados. Desgraciadamente, la extensión de las carreteras no ha seguido el ritmo del crecimiento del número de vehículos, lo que ha dado lugar al conocido problema al que se enfrentan todas las ciudades hoy en día, el de la congestión del tráfico. La congestión del tráfico se considera uno de los principales problemas de transporte en las grandes ciudades y los conductores pasan muchas horas en el tráfico, lo que afecta directamente a su calidad de vida.

Las señaléticas de tránsito ocupan un lugar importante en el sistema de tráfico vial como símbolos de advertencia para los usuarios que puede variar dependiendo del tipo o categoría que tenga. Según o dicho por (C. Wang, 2018), la función principal de las señales de tráfico es mostrar a qué se debe prestar atención en el tramo actual de la carretera, advertir a los conductores que circulan por delante sobre los peligros y dificultades del entorno, advertir a los conductores que conduzcan a la velocidad establecida y proporcionar información útil. Por tanto, la detección y reconocimiento de señales de tráfico es un campo de investigación muy importante, de gran importancia para la prevención de accidentes de tráfico y la protección de la seguridad personal de los conductores.

En la investigación de (Agrawal et al., 2023) da a conocer que, el reconocimiento de señales de tráfico (TSR) es una tarea de visión por computadora y aprendizaje automático que implica identificar y clasificar señales de tráfico a partir de imágenes o secuencias de video. El objetivo es desarrollar algoritmos y modelos que puedan detectar e interpretar automáticamente varios tipos de señales de tráfico, como señales de límite de velocidad, señales de alto, señales de salto, etc.

Los dispositivos móviles nos brindan una mejor experiencia a través de tecnologías actualizadas en software y hardware. Con las aplicaciones de realidad aumentada (AR), se puede implementar y ejecutar en diferentes plataformas que contengan los elementos necesarios (reales o virtuales) y se puede visualizar desde diferentes tipos de dispositivos de visualización. Además, el tipo de interacción con el sistema puede variar significativamente de una aplicación a otra (Sanches et al., 2017). Las aplicaciones móviles de realidad aumentada requieren el uso en tiempo real de la cámara real del dispositivo móvil para capturar imágenes, que serán almacenadas o proyectadas para una mejor visualización por parte del usuario. La aparición de varias bibliotecas de software que respaldan el desarrollo de aplicaciones de RA y la mejora de la potencia informática han convertido a los dispositivos móviles en una plataforma importante(Sanches et al., 2017).

La realidad aumentada impulsa a un nuevo nivel de visualización añadiendo una nueva dimensión atrayendo el interés de los usuarios dispuestos a experimentar nuevas tecnologías. Por lo tanto, se utiliza para una mejor visualización en educación y formación. Una representación bidimensional de un objeto tridimensional no es suficientemente informativa debido a la pérdida de una dimensión. Esta pérdida de información no existe en la visualización basada en AR. Por lo tanto, la visualización basada en AR demuestra ser una excelente herramienta de enseñanza (Ashutosh, 2020). La realidad aumentada en dispositivos móviles se ha popularizado en diversas áreas, incluida la geolocalización, Otro uso común de esta tecnología es la detección de peatones donde la cámara superpone información al usuario cuando identifica un peatón, mejora la experiencia del mundo real.

Propósito y contexto del proyecto

Actualmente debido a la constante expansión tanto urbana en el país han dado lugar a numerosas problemáticas. Además del crecimiento incesante del tráfico del tráfico vehicular

plantea posibles desafíos significativos para la seguridad vial, los cuales no solo afectan al flujo vehicular si no también inciden en la seguridad de los ciudadanos.

Un gran número de estudios han demostrado la estrecha relación entre el tráfico y los factores de población. Por ejemplo, con el aumento de la densidad de población, la densidad de la red de tráfico, la influencia de las líneas troncales de tráfico y la ventaja de ubicación aumentan continuamente. Según la Oficina Nacional de Estadística, se produjeron 44.937 accidentes de tráfico en 2018, un aumento del 20,6% con respecto al año anterior (Sun et al., 2020).

Nos brindan información importante sobre rutas, destinos, atracciones, restricciones, advertencias y más. El cumplimiento de estas normas es importante para todos los usuarios de la vía. Al hacer esto, nos permite prevenir accidentes imprevistos y desafortunados no facilita el garantizar un transporte por carretera confiable y seguro para todos (Flores-Calero et al., 2018a).

Las señales de tráfico son una parte integral de la experiencia de conducción, ya que sirven como elementos importantes que regulan el flujo de tráfico, transmiten información esencial a los conductores y advierten sobre condiciones potencialmente peligrosas en la carretera (Teklesenbet et al., 2023).

El mismo problema también crea dificultades adicionales para el público en general a la hora de interpretar y comprender las normas de tráfico. Esta dificultad se debe a la presencia de elementos urbanos como edificios, señales y otros vehículos que bloquean la vista, creando un ambiente propicio para accidentes y congestión del tráfico. Se instalaron semáforos con el fin de reducir significativamente el número de accidentes viales priorizando la seguridad de los usuarios, ya sean conductores o peatones. Nos propusimos encontrar posibles soluciones a estos problemas mediante la introducción de enfoques innovadores y nuevas tecnologías,

como la realidad aumentada o la inteligencia artificial, para hacer que las señales de tráfico sean más comprensibles para el público en general.

Hoy en día, el 90% de la población posee teléfonos inteligentes con más potencia informática que el Apolo 11 que aterrizó en la luna. Esta población incluye a los ancianos, a los discapacitados visuales y a los sordos. Podemos utilizar esta potencia informática para ayudar a las personas mayores y discapacitadas mediante el reconocimiento de objetos. Podemos detectar objetos de interés o regiones de interés en una imagen o vídeo determinado y utilizar el reconocimiento de objetos para producir resultados de clasificación (Mishra et al., 2022).

Dentro de las aplicaciones de la asistencia al conductor es la detección y reconocimiento de señales de tráfico, estos sistemas están diseñados para advertir al conductor de las señales de tráfico que aparecen mientras conduce por la carretera e incluso tomar acciones de desaceleración ignorando por completo las señales de tráfico detectadas. signo restrictivo (Jiménez, 2023).

Para detectar señales de tráfico, es importante identificar y localizar objetivos específicos. La mayoría de las señales de tráfico son complejas y variadas. Aunque estos objetivos tienen características, estas características no se pueden obtener mediante métodos simples. Por lo tanto, es muy importante y desafiante desarrollar un algoritmo para detectar estas señales de tráfico complejas y diversas (Li et al., 2018).

Los avances tecnológicos actuales permiten crear sistemas más interactivos y atractivos para los usuarios. Estas tecnologías permiten crear experiencias más inmersivas y dinámicas, lo que mejora la usabilidad de los sistemas y aumenta la participación y el interés de los usuarios. La Realidad Aumentada (RA) como tecnología nos permite abarcar nuevas fronteras, como las experiencias colaborativas en tiempo real y las soluciones basadas en la nube (Carius et al., 2022).

En este contexto, se propone desarrollar una aplicación móvil innovadora que enfocada en la realidad aumentada para abordar el reconocimiento de las señales de tráfico cada vez más complejas, difíciles de interpretar de manera para una navegación segura y eficiente y apuntar a proporcionar a los usuarios herramientas efectivas para interpretar y comprender las señales presentes en varios Los entornos de tráfico ayudan a mejorar la seguridad vial.

Justificación de la investigación

Hoy en día, debido a la expansión del área urbana y al continuo aumento del volumen de tráfico de vehículos, el número de semáforos en la vía sigue aumentando y el entorno vial se vuelve cada vez más complejo. Esto aumenta la complejidad de la interpretación y la comprensión por parte del público en general, creando un entorno propicio a los accidentes y, por tanto, a la congestión del tráfico.

Esta investigación aborda la urgente necesidad de desarrollar nuevas soluciones tecnológicas que permitan a los usuarios afrontar esta compleja situación de forma segura y eficaz, reduciendo así los riesgos asociados a la mala interpretación de las señales de tráfico.

Dado que el problema de la congestión del tráfico afecta la movilidad vial del país y plantea un grave problema para el movimiento de personas en las calles, las principales razones se deben al crecimiento demográfico, la falta de mantenimiento de las señales y carreteras y la falta de señalización vial o las carreteras están obsoletas y en mal estado (Verdezoto et al., 2020).

Por lo cual los accidentes de tránsito se convierten en un problema constante, impulsando varios factores críticos, como la falta de criterio de los conductores al sobrepasar con exceso de velocidad y al no cumplir con las preventivas señalizaciones de tránsito implementadas en la vía. (Flores-Calero et al., 2018b) menciona que, en el año 2015, el 13,75

% de todos los accidentes de tránsito se dieron debido a las sucedieron en las intersecciones viales generando el 8,14 % de las personas fallecidas bajo este imprevisto.

Actualmente no existen aplicaciones móviles que utilicen tecnología de realidad aumentada para proporcionarnos información sobre las señales de tráfico. La mayoría de las aplicaciones disponibles no muestran lo que los usuarios realmente necesitan ver. Esto se debe a que hay muy pocos estudios exhaustivos, carecen de información detallada de el en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada para el reconocimiento de señales de tránsito utilizando el framework Flutter y cómo puede superar posibles desafíos técnicos.

En este contexto, una solución innovadora parece ser utilizar el marco Flutter para desarrollar aplicaciones móviles de realidad aumentada para identificar y obtener información sobre señales de tráfico. Además, la aplicación puede mejorar la experiencia del usuario al proporcionarles información en tiempo real sobre puntos de referencia presentes en su entorno. Al adoptar un enfoque de AR, nuestro objetivo es proporcionar una herramienta que no solo ayude a los usuarios a interpretar la señalización, sino que también les brinde una mejor visualización y entretenimiento.

La capacidad de procesar imágenes en tiempo real para detectar y comprender las marcas viales ayudará a crear entornos viales más seguros y eficientes. Por lo tanto, el principio básico de este estudio se basa en la premisa de que la aplicación propuesta no solo resuelve un problema crítico actual, sino que también sienta un precedente para futuras innovaciones que mejoren la seguridad y eficiencia del tráfico urbano.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollo de una aplicación móvil utilizando el framework Flutter enfocada en la realidad aumentada para el reconocimiento y obtención de información de señaléticas de

tránsito, con la finalidad de ayudar a mejorar la interpretación entre usuarios y señaléticas de tránsito proporcionando información actual y correcta.

Objetivos Específicos

- Revisar a las tecnologías actualmente enfocadas y disponibles para la realidad aumentada, con énfasis en tecnologías que son compatibles con la plataforma Flutter.
- Implementar un aplicativo móvil que me permita el reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real, enfocado a realidad aumentada.

Metodología de investigación

Este estudio adopta un enfoque de desarrollo de software práctico y específico, centrándose en la implementación de aplicaciones móviles utilizando la plataforma Flutter como tecnología central y aprovechando las oportunidades que brinda para desarrollar aplicaciones móviles multiplataforma. El objetivo principal es que los usuarios interpreten efectivamente las señales de tránsito a través de realidad aumentada y visualización en tiempo real, para lo cual se realizó una revisión sistemática en diversas bases de datos científicas como IEEE, Scopus, Google Scholar y Schematic Scholar.

En palabras de (Saini et al., 2021), para desarrollar programas y aplicaciones para una variedad de plataformas y sistemas operativos, se requieren soluciones de software rápidas y escalables. Tradicionalmente, el desarrollo se realizaba utilizando marcos nativos, pero ahora, con la aparición de marcos híbridos, no se requiere una base de código separada y el costo de todo el modelo se reduce significativamente al usarlos.

Una vez obtenidos los conocimientos, el siguiente paso es aplicar el modelo de identificación. Recopilaremos una colección sólida de las últimas imágenes de señales de tráfico. Las imágenes se obtendrán a partir de fotografías tomadas específicamente para este

fin. Para lograr una demostración realista, se deben proporcionar señales y condiciones de iluminación adecuadas.

El primer paso es utilizar el aprendizaje automático para crear un conjunto de datos de señales de tráfico. El modelo está diseñado para identificar señales y, una vez identificadas, las características biométricas suaves se extraen sobre la marcha, se segmentan según el color y los bordes de la señal y luego se combinan para desarrollar un modelo de señal de tráfico único. Reconocimiento que lo diferencia de los demás. La implementación de aplicaciones móviles utilizará Flutter como marco de desarrollo de aplicaciones móviles y el backend se desarrollará utilizando FastApi. FastApi es un marco web basado en Python que se usa ampliamente en diversos campos debido a su rápido desarrollo y operación eficiente (Chen, 2023).

Se brindará capacitación en detección de señales de tránsito y se desarrollará una interfaz de usuario para presentar la información de una manera clara y comprensible. Utilice herramientas orientadas a la realidad aumentada para mejorar la visualización del usuario al interpretar las señales de tráfico. Para garantizar la eficiencia y escalabilidad de las aplicaciones que muestran descripciones de cada señal, se instalará un servicio en Firebase para mostrar esta información. Esto facilitará la comunicación entre la aplicación y el servidor, proporcionando una experiencia de usuario fluida.

Capítulo II

Marco Teórico

Este capítulo analiza las definiciones, conceptos, características y componentes utilizados en el desarrollo de aplicaciones móviles de reconocimiento de señales de tráfico. Investigación sobre reconocimiento de imágenes con determinadas características.

La detección y reconocimiento de las señales de tránsito es una tarea difícil, especialmente si nuestro objetivo es detectar y reconocer señales en imágenes capturadas en malas condiciones, Los fondos complejos, los objetos que construyen, la distancia inadecuada de las señales, las sombras y otros problemas relacionados con la iluminación pueden dificultar la detección y el reconocimiento de las señales tanto en zonas rurales como urbanas (Surinwarangkoon et al., 2013).

En este contexto, proponemos un marco colaborativo de AR (complemento Flutter) que tiene como objetivo reducir las barreras de entrada y los costos operativos de las aplicaciones de AR. Las soluciones en la nube multiplataforma combinadas con sistemas de gestión de contenido basados en la web (nube) brindan al personal no técnico herramientas poderosas para realizar tareas operativas como entregar modelos 3D o revisar notas de la comunidad. Para brindar soporte multiplataforma, el complemento AR Flutter se basa en ARCore (Android) y ARKit (iOS) y utiliza una capa de abstracción escrita en Dart para unir las dos plataformas (Carius, Eichhorn, Rudolph, et al., 2022).

Realidad Aumentada

La realidad aumentada (AR) es una tecnología que permite combinar elementos virtuales con entornos físicos o reales para mejorar la experiencia del usuario superponiendo información digital sobre objetos del mundo real. Esta tecnología nos permite conectar la realidad y la virtualidad en el mundo real, proporcionando nuevas formas de interactuar con el entorno y mejorando la percepción y comprensión de la información. La diferencia entre AR y

realidad virtual (VR) es que crea un entorno digital, mientras que AR se basa en un entorno real y le agrega elementos virtuales.

En palabras de (Costa et al., 2019), las aplicaciones de realidad aumentada están presentes en la vida diaria y los teléfonos inteligentes lo están actualmente la herramienta común que lo hace posible. Varias aplicaciones se desarrollan para diferentes contextos, tales como medicina, ingeniería, educación y entretenimiento.

Los requisitos de hardware dependen de la tarea en cuestión. Como veremos, algunas aplicaciones exigen una pantalla ligera montada en la cabeza, otras necesitan una ubicación de alta precisión, mientras que otras requieren más de una de estas limitaciones (Ashutosh, 2020).

Definición y características

Con el gran avance de la tecnología se nos permite combinar los virtual o digitales con el entorno físico la realidad aumentada ha surgido brindando experiencias interactivas y llamativas para los usuarios. En este apartado, se abordará la definición de realidad aumentada como sus principales características y tipos.

La realidad aumentada es la definición de la superposición de información virtual sobre entornos reales a partir de una aplicación informática. De esta manera, se puede combinar la visión real en el día a día con información añadida que puede hacer cambiar nuestra manera de informarnos, de comprar, de aprender e incluso de relacionarnos entre nosotros (Carvajal, 2013).

En palabras de Lara & Villarreal Benítez (2004).La integración de objetos y mundos reales y virtuales, a veces agregados, combinados o fusionados o intercambiados, es el área de la creación y manejo de mundos integrados o realidad mezclada. Esta área de la visualización se basa en una estrategia de visualización e interactividad que hace uso de muchas tecnologías y de diferentes áreas de visualización científica; dando lugar a un espectro

de modalidades que se mueven alrededor de dos extremos: si el entorno del espacio (el ambiente circundante) es predominantemente virtual y se le agregan objetos virtuales y reales, se habla de realidad virtual; mientras que si el entorno dominante es real y se le agregan objetos virtuales, se habla de realidad aumentada (p. 4).

Figura 1

Realidad Aumentada



Nota. Recuperado de (Coronel, 2019)

En primer lugar, la realidad aumentada es un conjunto de tecnologías que intentan combinar lo digital y la realidad. Hay muchas versiones y tipos de AR, pero todas tienen algunas cosas en común: pantallas, dispositivos de entrada, seguimiento y computadoras. En resumen, debe haber una manera para que el usuario perciba la información real y digital (pantalla), debe haber algún tipo de dispositivo señalador (por ejemplo, un teléfono inteligente, una pulsera inalámbrica), debe haber una manera.

La realidad aumentada implica la superposición de elementos virtuales sobre la imagen real, lo que permite una interacción en tiempo real y la proyección de imágenes en 3D que a la

vez se integran con el contexto visualizado. Además, se describen varios niveles de realidad aumentada, que van desde el enlace con el mundo físico hasta la visión aumentada, cada uno con sus distintas características y niveles de complejidad(iat20, 2019).

Figura 2

Característica principales de realidad aumentada



Nota. La imagen presenta las características necesarias para realidad aumentada y los elementos se detallan a continuación. Recuperado de ((iat20, 2019).

Elementos de la realidad aumentada

En el contexto mencionado por (iat20, 2019), para poder proyectar imágenes en realidad aumentada es necesario contar con un dispositivo con muchos elementos. Veamos sus componentes para entender cómo funciona la realidad aumentada:

- Cámara: Dispositivo responsable de capturar imágenes del mundo real, como la cámara de un teléfono inteligente.
- Hardware: El procesador permite combinar imágenes reales y virtuales.

- Software: El programa informático que gestiona todo el proceso de combinación de imágenes reales y virtuales.
- Pantalla: Es el elemento que muestra imágenes en realidad aumentada.
- Lanzador: Es un elemento real que el software debe reconocer para poder mostrar la información virtual asociada al mismo.
- Marcado: Reproduce imágenes procesadas por hardware para representar un modelo 3D.
- Conexión de red: Es necesario transmitir la información del entorno real al servidor remoto y restaurar la información virtual relacionada.

Tipos de realidad aumentada

Realidad aumentada basado en marcadores

Es un software de realidad aumentada que utilizan marcadores visuales para activar y superponer contenido virtual sobre el mundo real, estos marcadores consisten en una especie de símbolos, imágenes, patrones o códigos que son reconocidos por un dispositivo, como una cámara de smartphone o una cámara web. Por lo general, son similares a los códigos QR, o imágenes en las que se pone algún tipo de dato, vídeo u objetos 3D, etc.

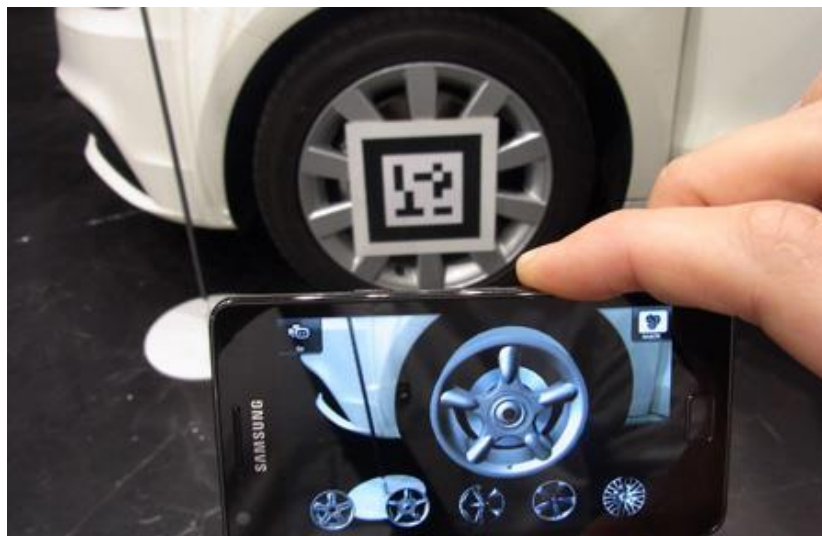
El marcador puede ser un código QR, un código de barras 2D o un color brillante e imágenes significativas. La RA basada en marcadores puede utilizarse cuando un dispositivo captura una imagen con la cámara de ese dispositivo, el software la detecta, deduce la ubicación y orientación de la cámara y, a continuación, superpone los objetos virtuales en la pantalla (Bouaziz et al., 2020).

Cuando se trata de utilizar esta forma de realidad virtual, las posibilidades son muchas, considerando que hoy en día se utiliza en diversos campos. Para utilizar marcadores para explorar la realidad aumentada, el proceso es muy sencillo ya que generalmente sólo es necesario realizar los siguientes pasos (Morillo, 2020):

- Esto incluye imprimir el marcador apropiado, iniciar la cámara web, abrir la aplicación adecuada e iniciar sesión, colocar el marcador frente a la cámara y, finalmente, permitir que el software reconozca el marcador para crear la imagen 3D.

Figura 3

Realidad aumentada basada en marcadores



Nota. Recuperado (Oove, 2024)

Realidad aumentada sin marcador

Este tipo de RA, el usuario puede desplazar los objetos que este dentro de su campo de visión. Se la aplica para situaciones que no necesitan de un anclaje al mundo real. Permite que los objetos virtuales se puedan colocar en el aire o en superficies planas y se visualicen de manera 3D.

Esta realidad aumentada es utilizada con frecuencia por quienes están interesados en decorar sus hogares suelen utilizar la tecnología de realidad aumentada porque les permite imaginar virtualmente cómo quedará un objeto en el espacio final, dándoles la oportunidad de agregar los toques que quieran sin tener que ensamblarlo físicamente. No hay duda de que

esta es una de las tecnologías más modernas e innovadoras que ha revolucionado nuestro mundo (Morillo, 2020).

La RA sin marcadores utiliza principalmente tecnologías de localización, como tecnología de sensores que controla la posición proporcional entre los elementos virtuales y el mundo físico, y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que se conoce como basada en la localización. Cuando la cámara de un dispositivo escanea un mundo físico, este software de GPS integrado detecta la ubicación del dispositivo. Un sensor como el acelerómetro y el giroscopio del dispositivo registran esta ubicación y la orientación del dispositivo. Esto permite a la aplicación ofrecer datos relacionados con esa ubicación específica (Bouaziz et al., 2020).

Figura 4

Realidad aumentada sin marcadores



Nota. Recuperado de (A, 2020)

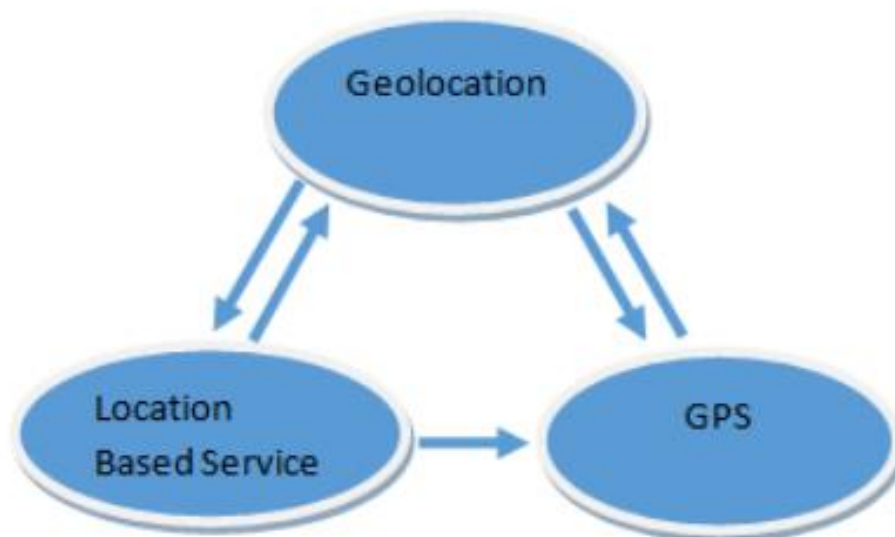
Realidad aumentada con geolocalización

La realidad aumentada con geolocalización permite que su contenido se vincule a una ubicación específica. En otras palabras, muestra información dependiendo la ubicación física en la que nos encontremos, sin necesidad de utilizar marcadores, solo basta el entorno como un ejemplo tenemos el popular Pokémon Go, que utiliza la ubicación del usuario para mostrar los objetos 3d a su cercanía.

La Realidad Aumentada Geobasada es la combinación de Realidad Aumentada, Sistema Basado en Localización y GPS dando una tecnología tan avanzada e innovadora. Su concepto fundamental es recuperar la ubicación del dispositivo y superponer la información en pantalla sobre el punto de interés. Location Based System y GPS son los dos concepto principal que se basa en la información de geolocalización y el hecho es que el Sistema Basado en la Localización utiliza una o más geolocalizaciones como el GPS, que proporciona la ubicación, mientras que LBS (Servicio basado en la localización) (Saxena, s. f.).

Figura 5

Diagrama de dependencia Servicios de geolocalización



Nota. Recuperado de (Morillo, 2020)

Gracias a una combinación de datos GPS, Internet e inteligencia artificial, se puede acceder a información virtual desde cualquier lugar del planeta. Utilizando esta tecnología de realidad aumentada, las personas pueden colocar virtualmente objetos en ubicaciones específicas según sea necesario (Morillo, 2020).

Figura 6

Realidad aumentada basada en geolocalización



Nota. Recuperado de (Mfleig, 2020)

Señales de Tránsito

Como menciona (Harini et al., 2017), las señales de tráfico transmiten una serie de mensajes sobre la carretera y lo que usted, como conductor, debe esperar en la carretera. Mantienen el tráfico fluyendo libremente ayudando a los conductores a llegar a sus destinos e informándoles con antelación de los puntos de entrada, salida y giro. Los conductores preformados naturalmente evitarán cometer errores o tomar giros bruscos que causen cuellos de botella. Las señales de tráfico, que indican giros, direcciones y puntos de referencia, también ayudan a ahorrar tiempo y combustible al proporcionar información sobre la ruta a seguir para llegar a un destino concreto. Las señales de tráfico están colocadas en zonas específicas para garantizar la seguridad de los conductores. Estos marcadores permiten a los conductores saber qué tan rápido deben conducir. También les dicen a los conductores cuándo y dónde girar o no. Para ser un excelente conductor, es necesario comprender lo que significa la señal.

Las marcas y señales viales representan medios básicos de comunicación entre los usuarios de la vía y las autoridades viales y, como tales, tienen varias funciones principales. En primer lugar, deben gestionar y regular el tráfico de manera adecuada y segura estableciendo reglas, obligaciones y restricciones.

Además, también deberían ayudar a los usuarios de la vía guiándolos en línea y proporcionándoles toda la información necesaria. Para lograr estos objetivos, como se mencionó en la introducción, las marcas y la señalización vial deben diseñarse con un cierto nivel de calidad para que los usuarios de la vía puedan ubicarlas, leerlas y comprenderlas de manera correcta y oportuna (Babić et al., 2022a).

La señal de tránsito son objetos que sirven a los conductores y peatones como símbolos de advertencia para no hacer una acción que puede terminar en un accidente trágico, cada una tiene diferentes formas y diferentes significados ordenados por categoría donde podrás visualizar lo que puede y lo que no debes hacer.

Importancia y función de las señales de tránsito en la vía pública

La señalización vial es un elemento imprescindible en la vía pública ya que su principal finalidad es regular el tráfico, garantizar la seguridad vial y facilitar la circulación de los usuarios. Es importante destacar que brindan información clara y precisa sobre las condiciones de la carretera y las acciones que los conductores y peatones deben realizar en cada señal.

Según palabras de (Babić et al., 2022b) para cumplir su función, las marcas y señales viales primero deben ser visibles. Durante el día, su visibilidad se consigue con el contraste entre las marcas/señales (su forma y colores) y el entorno. Sin embargo, en comparación con las circunstancias diurnas, durante la noche y en condiciones de baja visibilidad (anochecer, amanecer, inclemencias del tiempo), existe una falta de luz ambiental en el ambiente, lo que reduce el nivel de contraste y degrada el funcionamiento del sistema visual humano. Todo esto

hace que las marcas y señales viales sean difíciles de ver. Por lo tanto, deben tener propiedades retro reflectantes para ser visibles en tales condiciones. En otras palabras, deben contener materiales retro reflectantes, es decir, materiales que redirigen la luz incidente (por ejemplo, de los faros de los vehículos) hacia la fuente.

Clasificación de señales de tránsito

Actualmente en el Ecuador las señales de tránsito no son solo símbolos, son un lenguaje completo que ayuda a regular, guiar e informar a los usuarios de las vías. Desde la SGR1 que advierte sobre zonas de peligro hasta ER5 que destacan los servicios turísticos, cada señal cumple una función específica dentro de un sistema integral.

Priorizando la seguridad vial las señales reglamentarias como la R1 establece prioridades de paso mientras que las preventivas como la serie P2 alertan sobre las intersecciones y empalmes, priorizan la seguridad vial.

Las señales informativas como la serie ER3 y ER4 se centran en aspectos culturales y actividades turísticas, resaltando las riquezas del entorno ecuatoriano como sitios turísticos o lugares de necesidad básica. La serie P4 detalla las características físicas de la vía, como anchos y pesos reglamentarios para el tránsito seguro y eficiente de los vehículos.

Las señales de estacionamientos como la R5 y R5-1 donde indican como estacionarse de manera adecuada en lugares permitidos. La serie I1-2 ayudan a tomar la decisión de destino, mientras que la T4 informa sobre las condiciones específicas en las que se encuentra la vía previniendo accidentes.

La serie T2 se enfocan principalmente en el cierre de los carriles y vías, mientras que la E1 advierte sobre las zonas escolares o transitadas por peatones. Desde la asignación de carriles P5 hasta la instrucción específica (I1-3d), el sistema ecuatoriano se esfuerza por una comunicación visual clara y comprensible de dichas señales.

Aplicaciones Móviles y Tecnologías Asociadas a Flutter

(Carius, Eichhorn, Plecher, et al., 2022) menciona que la realidad aumentada (AR) ofrece una nueva forma de comunicarse: conectar la información digital con el mundo real. El escaneo 3D bajo demanda desde teléfonos inteligentes elimina la necesidad de crear manualmente modelos 3D de entornos, lo que hace que la tecnología sea ampliamente aplicable. Sin embargo, la fuerte dependencia de conjuntos de herramientas de desarrollo basadas en motores de juegos ha dejado atrás a los desarrolladores de aplicaciones empresariales y ha creado un panorama tecnológico dominado por la industria del entretenimiento.

Como menciona (Heimann & Veliz, 2022), en los últimos años, la popularidad de los teléfonos inteligentes ha aumentado rápidamente y muchas personas los utilizan para satisfacer diversas necesidades. El desarrollo de aplicaciones móviles se ha centrado en varios campos, lo que ha provocado un aumento en la demanda de diseñadores de aplicaciones móviles. Recientemente, Flutter se ha convertido en un conjunto de herramientas de desarrollo de software para desarrollar aplicaciones multiplataforma, incluidos Android e iOS, por lo que muchos desarrolladores de software lo han adoptado. Para proporcionar un sistema de autoaprendizaje para estudiar programación móvil con Flutter, proponemos un sistema de asistencia al aprendizaje con una función de verificación automática del código Dart. Además, (Giannikis et al., 2021), menciona, el rápido progreso en el campo del aprendizaje profundo y la computación de alto rendimiento ha contribuido significativamente al crecimiento de las técnicas de detección de objetos en imágenes.

Evolución de las Aplicaciones Móviles

Las aplicaciones móviles han llegado de forma espectacular en varios campos y han cambiado la vida de las personas. El desarrollo de aplicaciones móviles efectivas se ha convertido en un problema importante para las empresas de hoy en día para expandir los

servicios o generar, y construir una relación directa con los clientes. El desarrollo de una aplicación móvil requiere desafiar y probar varios aspectos. El éxito de las aplicaciones móviles en los últimos años se ha debido a las mejoras en las redes, los avances en materia de hardware en el sector móvil han experimentado un rápido desarrollo. Recordemos que inicialmente los teléfonos móviles solo se utilizaban para realizar llamadas y enviar mensajes cortos, mientras que los smartphones existentes actualmente ya cuentan con capacidades como las computadoras en general (Wijaya & Kurniawan, 2018).

La realidad aumentada (RA) ha progresado enormemente en los últimos años, permitiendo la creación de experiencias colaborativas y el seguimiento del entorno en tiempo real en los teléfonos inteligentes. Sin embargo, la fuerte tendencia hacia los enfoques basados en motores de juegos ha dificultado que muchas empresas utilicen el potencial de esta tecnología (Carius, Eichhorn, Plecher, et al., 2022).

Flutter como Framework de Desarrollo

Según la investigación de (Sharma et al., 2022), es un SDK de código abierto diseñado para mejorar el rendimiento y la confiabilidad de las aplicaciones móviles para aplicaciones iOS, Android, Linux, Web y Windows. Admite la compilación justo a tiempo de código informático, lo que implica la integración del programa en tiempo de ejecución en tiempo de ejecución, en lugar de la práctica anterior. Por lo general, esto implica traducir el código de bytes (llamado código fuente) en código de máquina que se ejecuta continuamente. La integración temprana incluyó lenguajes de programación de alto nivel como C o C++. Flutter proporciona múltiples marcos y widgets para que su código sea más fácil de usar e implementar.

Flutter proporciona a los desarrolladores un conjunto de bibliotecas y API para conectar sus aplicaciones a servidores backend. Los desarrolladores pueden utilizar solicitudes HTTP para interactuar con la API REST y realizar diversas funciones, como recuperar, actualizar y

eliminar materiales. Flutter también proporciona paquetes de software como Dio y Chopper para hacer que las solicitudes HTTP sean más simples y eficientes (Krishnaprasad Awala, 2023).

Flutter se puede utilizar con herramientas de desarrollo de aplicaciones para múltiples plataformas, incluidas Android e iOS, y con muchos desarrolladores de software adoptados. Finalmente, use el sistema de actualización automática del programa Flutter para comprender el programa Flutter y luego use la función de modificación automática del código del programa Dart para ayudar a actualizar el sistema. Realizamos un estudio en profundidad del Sistema de soporte de aplicaciones de Android (APLAS) para mejorar el flujo de software de aplicaciones de Android mediante la revisión del proceso de codificación automatizado (Syaifudin et al., 2022).

Ventajas y Desafíos de Flutter en el Desarrollo Móvil

Flutter es un marco de desarrollo para crear aplicaciones para plataformas móviles, web y de escritorio a partir de una única base de código. Desde su primer lanzamiento oficial por parte de Google hace menos de unos años, está ganando mucha popularidad entre los desarrolladores de aplicaciones móviles, incluso se considera un cambio de juego. Sin embargo, hay millones de aplicaciones nativas existentes en uso que cumplen los requisitos de un sistema operativo determinado mediante su SDK (Cheon & Chavez, 2020).

No olvidemos que se creó hace solo un par de años, por lo que la comunidad todavía está probando sus limitaciones e identificando problemas de compatibilidad en varias plataformas. El hecho de que esté destinado a funcionar con numerosas plataformas aprovechando sus peculiaridades hace que sea más difícil y lento hacer que funcione con todos, pero en Waverley creemos que la herramienta llegará allí eventualmente (Montaño, 2023).

- Aplicaciones grandes y pesadas
- La baja popularidad de Dart
- Problemas con iOS
- Número limitado de bibliotecas de terceros

Capítulo III

Estado del Arte

Aplicaciones Existentes de Realidad Aumentada para Señales de Tránsito

Los recientes avances en realidad aumentada (RA) e inteligencia artificial han hecho que estas tecnologías sean pioneras en innovación y alteración en cualquier campo e industria. Los rápidos desarrollos en visión artificial (CV) y realidad aumentada facilitaron el análisis y la comprensión de los entornos circundantes. Este artículo revisa y presenta sistemáticamente los estudios que integraron la realidad aumentada/mixta y el aprendizaje profundo para la detección de objetos durante la última década (Ghasemi et al., 2022).

La realidad aumentada (AR) es una tecnología innovadora que ha atraído gran atención por parte de investigadores y profesionales de diversas industrias y campos. Al integrar perfectamente la información digital con el entorno físico, la RA proporciona a los usuarios experiencias mejoradas, información contextual y experiencias interactivas. Existe un interés creciente en la investigación y la implementación de la RA en diversos campos, como la educación, la atención sanitaria, la fabricación, el comercio minorista y la planificación urbana (Mendoza-Ramírez et al., 2023).

La tecnología de realidad aumentada (AR) promete mejorar nuestra percepción e interacción con el mundo real. A diferencia de la realidad virtual, que reemplaza el mundo real con un mundo simulado, la realidad aumentada detecta propiedades del mundo físico y superpone retroalimentación del mundo real a señales visuales, auditivas y táctiles generadas por computadora (Roesner et al., s. f.).

Aplicaciones desarrolladas con Flutter con realidad aumentada

En palabras de (Carius, Eichhorn, Plecher, et al., 2022), la realidad aumentada (AR) ofrece una nueva forma de comunicarse: conectar la información digital con el mundo real. El escaneo 3D bajo demanda con teléfonos inteligentes elimina la necesidad de crear

manualmente modelos 3D de entornos, lo que hace que la tecnología sea ampliamente aplicable.

Los investigadores (Carius, Eichhorn, Plecher, et al., 2022) menciona el complemento AR Flutter proporciona un conjunto de funciones de próxima generación basadas en ARCore en Android y ARKit en iOS, y utiliza una capa de abstracción escrita en Dart para unir las dos plataformas. Mostramos que el complemento AR multiplataforma de Flutter funciona al mismo nivel que la plataforma AR nativa en términos de métricas a nivel de aplicación y calidad a nivel de seguimiento (como fotogramas clave SLAM por segundo y área del plano de seguimiento).

Un ejemplo propuesto por (Silva et al., 2023), la aplicación basada en el modelo de interacción de realidad aumentada, la aplicación brinda a los visitantes una experiencia interactiva y gamificada a través de realidad aumentada al aire libre (sin necesidad de marcado y georreferenciación adicional en el espacio físico), ayudando con la navegación durante el recorrido y brinda toda la información necesaria.

Tecnologías utilizadas en aplicaciones de realidad aumentada con Flutter

La introducción de nuevas tecnologías ha supuesto un cambio de paradigma en la visualización. Es el resultado de una combinación de dispositivos móviles inteligentes avanzados, conciencia situacional y realidad aumentada, diseñado para mejorar la experiencia de los visitantes y darles una sensación de haber alcanzado la grandeza. La introducción de nuevas tecnologías ha supuesto un cambio de paradigma en la visualización. Es el resultado de una combinación de dispositivos móviles inteligentes avanzados, conciencia situacional y realidad aumentada, diseñado para mejorar la experiencia de los visitantes y darles una sensación de haber alcanzado la grandeza (Ariffin et al., 2022).

Según lo menciona (Saini et al., 2021), en el acelerado mundo actual, la computación inmersiva, una tecnología que sintetiza mundos artificiales sobre el mundo real, ha cambiado la forma en que las personas interactúan con el mundo. Las personas a menudo se ven limitadas en las diversas formas en que pueden expresarse, y aquí es donde entra en juego la combinación de la realidad. Independientemente del tiempo, los recursos financieros, el entorno físico y el clima, los usuarios pueden crear su propia realidad combinándola con la realidad existente (realidad aumentada) o creando una realidad completamente nueva.

La investigación de (Saini et al., 2021), nos dice que flutter es un marco híbrido desarrollado por Google que representa aplicaciones web, iOS y Android desde una única base de código. Para mejorar la experiencia de AR en nuestras vidas, Enhanced 3D tiene como objetivo ofrecer Furnishz, una aplicación de próxima generación que reúne todos los desarrollos en AR hasta el momento en un solo paquete y lo entrega a los usuarios. La aplicación en sí coloca modelos 3D reducidos en el entorno que nos rodea y permite a los usuarios ajustarlos y moverlos según sus necesidades. Incluirá la colocación sin marcadores de realidad aumentada, y esperamos mejorar la tecnología existente para la colocación sin marcadores de objetos en entornos espaciales, ya que los métodos de seguimiento utilizados actualmente no pueden rastrear objetos etiquetados sin ser muy precisos.

Los recientes avances en realidad aumentada (RA) tienen como objetivo hacer que la tecnología sea más accesible para usuarios finales y profesionales, abriendo nuevas aplicaciones como entretenimiento o publicidad, así como otras aplicaciones profesionales. Esto permite a los desarrolladores crear aplicaciones de realidad aumentada que superponen información digital en el campo de visión del usuario. Un ejemplo son las instrucciones digitales de reparación de automóviles superpuestas directamente en el exterior del vehículo. Especialmente marcos de AR como ARkit (Zollmann et al., 2021).

Identificación de Brechas y Oportunidades en Soluciones Actuales

Las aplicaciones móviles de realidad aumentada para semáforos se posicionan como una tecnología revolucionaria que podría cambiar fundamentalmente la forma en que percibimos las calles y carreteras. Si bien todavía hay obstáculos que superar, la RA ofrece enormes e inspiradoras oportunidades para optimizar la seguridad, la eficiencia y la accesibilidad del transporte.

Actualmente, existe una brecha que es difícil de superar ya que la aplicación de la tecnología AR en las señales de tráfico enfrenta muchos desafíos. En primer lugar, la disponibilidad limitada de teléfonos inteligentes compatibles con AR y planes de datos móviles puede excluir a algunos usuarios, comprometiendo la versatilidad. Además, los costos asociados con el desarrollo y mantenimiento de estas aplicaciones pueden ser prohibitivos, lo que limita su adopción. La precisión de la detección de objetos en el mundo real también plantea desafíos, especialmente en términos de seguridad vial. La complejidad de la interfaz de usuario es otro factor clave, ya que puede dificultar su uso mientras se conduce. Finalmente, la falta de un marco regulatorio claro constituye un obstáculo relevante para la aceptación de esta tecnología por las autoridades de tránsito.

No obstante, esto puede abrir caminos para la mejora sustancial de la seguridad vial, ya que la RA tiene potencial de suministrar información en tiempo real sobre el contexto vial, alertando conductores sobre posibles peligros y facilitando la toma de decisiones prudentes.

Por lo cual, las apps de RA podrían contribuir a la reducción del tráfico vehicular al optimizar el flujo, ofreciendo a conductores rutas alternativas para evadir embotellamientos. La capacidad de proveer datos personalizados a cada conductor según su localización, destino y preferencias representa otra ventaja para mejorar la experiencia de manejo de forma individual. Por último, la accesibilidad se beneficia también, puesto que la RA puede ser una herramienta

de gran valor para enriquecer la información vial dirigida a personas con discapacidades visuales o auditivas, impulsando la inclusión.

La detección y el reconocimiento automáticos de señales de tráfico desempeñan un papel crucial en la gestión del inventario de señales de tráfico. Proporciona una forma precisa y oportuna de administrar el inventario de señales de tráfico con un mínimo esfuerzo humano. En la comunidad de visión artificial, el reconocimiento y la detección de señales de tráfico son un problema bien investigado. La gran mayoría de los enfoques existentes funcionan bien en las señales de tráfico necesarias para los sistemas avanzados de asistencia al conductor y autónomos. Sin embargo, esto representa un número relativamente pequeño de todas las señales de tráfico (alrededor de 50 categorías de varios cientos) y el rendimiento en el conjunto restante de señales de tráfico, que son necesarias para eliminar el trabajo manual en la gestión del inventario de señales de tráfico, sigue siendo una pregunta abierta.

En definitiva, las aplicaciones móviles de RA para señalética vial tienen potencial de reformar la forma en que transitamos las urbes, volviendo las calles más protegidas, ágiles y accesibles para todos. Con un enfoque estratégico y mancomunado, podemos convertir esta visión en una realidad corpórea en un futuro próximo (Tabernik & Skočaj, 2020).

(Zollmann et al., 2021) menciona, en los últimos años, el desarrollo de marcos de realidad aumentada (AR) ha permitido a los desarrolladores sin experiencia en AR desarrollar ampliamente aplicaciones de AR. Junto con este desarrollo, siguen surgiendo nuevas aplicaciones para la RA. Esto ha llevado a una demanda creciente de tecnologías de imágenes adecuadas para una amplia gama de aplicaciones. Cada vez es más importante que un público más amplio tenga más conocimientos sobre las tecnologías de visualización de RA existentes.

Capítulo IV

Diseño de la Aplicación

En este capítulo se da a conocer el proceso realizado para el desarrollo de la aplicación móvil con un enfoque de realidad aumentada, utilizando técnicas de visión por computadora y entrenamiento de modelos con algoritmos de aprendizaje profundo, donde la entrada principal son las imágenes capturadas, se obtienen mediante la cámara del dispositivo móvil. En el contexto del proyecto se busca implementar reconocimiento de señales a escala nacional de cada señalética que se encuentre registrada en el rango del país y podrán ser procesada, y mostrada al usuario con un enfoque de modelo 3D, realidad aumentada. A fin de obtener una visualización sobre como el aplicativo ayudara a promover y enseñar a los peatones y conductores sobre la información correcta de cada señal de tránsito. Utilizamos como medio la página inicial donde mostrara una breve descripción del funcionamiento general de la aplicación móvil, al inicial la aplicación nos desplegara un menú de opciones los que reflejaran distintos apartados comunicativos que ayudaran al proceso de enseñanza y aprendizaje, la primera opción, más destacado e importante permite acceder a la cámara del dispositivo la cual se enfocara la señal de tránsito que se desea reconocer y obtener información detallada de la misma, la cual estará acompañada de un modelo tridimensional con una leve animación para que sea más vistosa para los usuarios, al vez que la segunda opción nos llevara a un listado de las señalización existente en base al reglamento de tránsito vigente, donde dicho manual se podrá descargar en la tercera opción del menú en formato pdf para el conocimiento de todas las leyes y reglamentos actuales hasta la fecha.

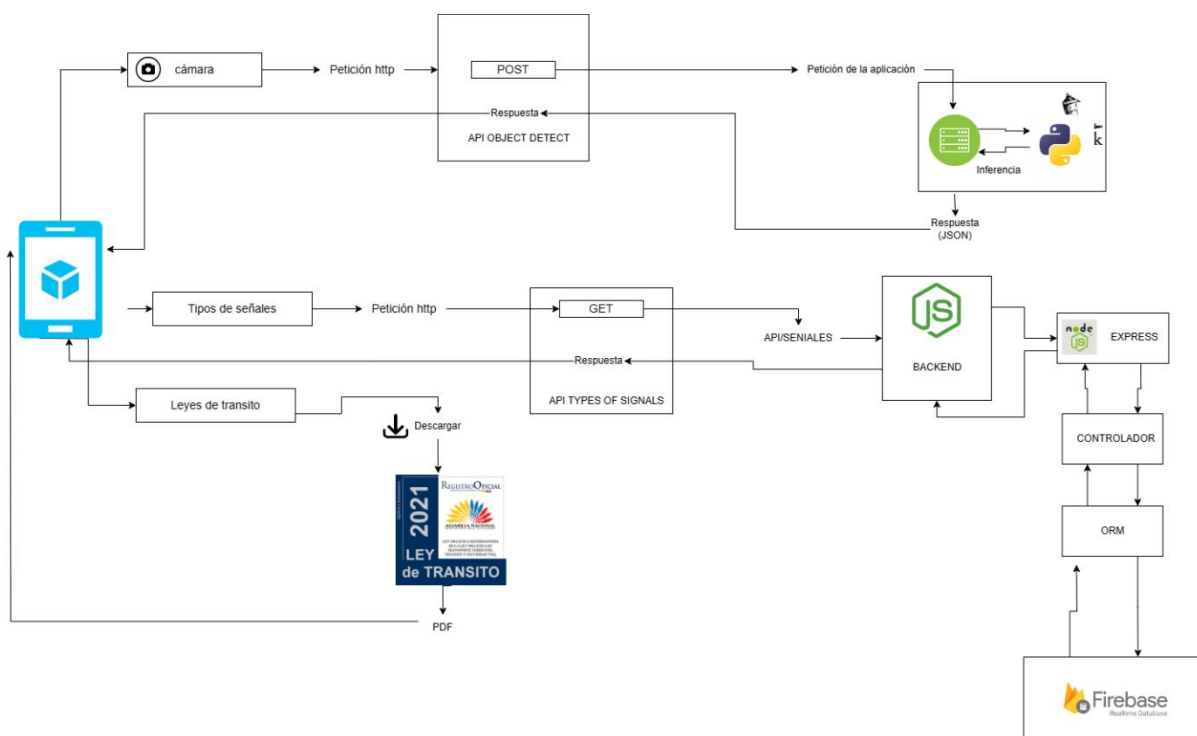
Arquitectura General del Sistema

La estructura general de una aplicación móvil representa el marco organizativo que sustenta su funcionalidad y operación. En este contexto, la capa de presentación es la cara visible de la app, la que interactúa directamente contigo. Se encarga de crear la interfaz de

usuario, mostrándote los botones, imágenes y textos con los que puedes interactuar. La capa de lógica de negocio aquí reside la inteligencia de la app. Es donde se implementan las reglas y procesos que la hacen funcionar, sin que tú tengas que preocuparte por cómo lo hace. Por ejemplo, si la app es un juego, esta capa define las reglas del juego y cómo se calcula tu puntuación. La capa de datos es donde se guarda toda la información que la app necesita para funcionar. Puede ser información que introduces tú, como tu nombre de usuario, o información que la app obtiene de internet, como el pronóstico del tiempo. La capa de infraestructura y servicios es la base que sostiene a toda la app. Se encarga de proporcionar los recursos técnicos necesarios, como servidores, internet y sistemas de seguridad, para que todo funcione correctamente.

Figura 7

Arquitectura general de la aplicación móvil



La **Figura 7** ilustra el flujo de la aplicación móvil, caracterizado por un diseño modular con alta cohesión y bajo acoplamiento, lo que se traduce en un funcionamiento robusto y adaptable.

Flujo de la Aplicación

El diseño modular y extensible de la aplicación proporciona una base sólida y es fácil de mantener. Esta modularidad le permite dividir su aplicación en componentes independientes y bien definidos, lo que hace que el código sea más fácil de entender y gestionar los cambios. Además, la escalabilidad permite que las aplicaciones se adapten eficientemente a nuevas necesidades y funcionalidades. La aplicación se basa en la plataforma Flutter, una herramienta que le permite crear aplicaciones móviles multiplataforma utilizando la biblioteca única de código abierto de Google. Esto significa que la misma lógica empresarial se puede ejecutar en Android e iOS, lo que simplifica el proceso de desarrollo y reduce los costos. Flutter, junto con ARCore y Scene Viewer, proporciona una poderosa plataforma para crear experiencias de realidad aumentada en aplicaciones móviles. La integración de esta tecnología permite a los desarrolladores superponer información contextual en el mundo real, enriqueciendo la experiencia del usuario y permitiéndoles comprender mejor su entorno. La capa de datos es responsable de administrar y almacenar información, utilizando bases de datos locales y servicios en la nube para garantizar la persistencia y sincronización de los datos. La capa de infraestructura y servicios proporciona el soporte técnico necesario, incluidos servidores, servicios en la nube y sistemas de autenticación.

Interfaz de Usuario y Experiencia de Usuario

La interfaz de usuario (UI) y la experiencia de usuario (UX) desempeñan un papel crucial en el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles, especialmente en aquellas que incorporan tecnologías avanzadas como la realidad aumentada (RA). En el caso específico de una aplicación móvil para el reconocimiento de señales de tránsito mediante RA, la interfaz de

usuario y la experiencia del usuario son aspectos fundamentales que influyen en la efectividad y usabilidad de la aplicación.

La aplicación posee una interfaz de usuario y experiencia de usuario enfocadas principalmente en la facilidad de uso, accesibilidad y eficiencia, con el fin de proporcionar una interacción intuitiva. La pantalla de inicio ostenta un diseño minimalista y acogedor, en donde destaca un botón “Iniciar” que incentiva al usuario a iniciar el proceso de reconocimiento. La interfaz de la cámara aprovecha toda la pantalla para optimizar la visualización del entorno vial. Incorpora también un botón superior de retorno que permite regresar con comodidad. Esta interfaz se muestra de forma clara y sin distractores, fomentando así una experiencia visual sencilla.

La detección en tiempo real se comunica dinámicamente mediante la superposición de información editable sobre las señales identificadas. Estos datos se despliegan de manera ordenada y legible, en compañía de animaciones sutiles que mejoran la comprensión y resaltan la ubicación de la señal. La realidad aumentada complementa con más contexto la experiencia del usuario al agregar descripciones, reglamentos y recomendaciones. El diseño en general se adapta para asegurar una navegación y entendimiento accesibles incluso para nuevos usuarios, empleando en todo momento una estética armónica que refleja la vertiente educativa. En términos de experiencia de usuario, la prioridad recae en la eficacia y rapidez de identificación de señales de tráfico. La aplicación fomenta la participación activa del usuario mediante retroalimentación clara e interacciones ágiles con funciones como la descarga de leyes de tránsito.

Proceso de Reconocimiento de Señales de Tránsito en Realidad Aumentada

La aplicación se centra en la detección de señales de tráfico mediante realidad aumentada, creando una experiencia de usuario innovadora para interactuar con el entorno de la carretera. Cuando inicias la aplicación, la cámara del dispositivo se convierte en una ventana

a la carretera, lo que desencadena un proceso de reconocimiento instantáneo mediante algoritmos de visión artificial. Durante este proceso, la aplicación utiliza la cámara para capturar imágenes del entorno. Estas imágenes se envían al servidor local a través de solicitudes HTTP para su análisis. Los algoritmos impulsados por modelos previamente entrenados pueden identificar con precisión las señales de tráfico existentes. Cuando se detecta una señal, la aplicación mostrará directamente información relevante sobre la señal, enriqueciendo la comprensión de los usuarios sobre las reglas y regulaciones de tránsito.

La realidad aumentada se utiliza para superponer detalles importantes a la señal en tiempo real, creando una experiencia educativa inmersiva. Para ello, la aplicación utiliza `camera.dart` para mostrar en pantalla una descripción de la señal, leyes, regulaciones y recomendaciones. Este enfoque no sólo añade datos adicionales, sino que también mejora la comprensión por parte del usuario de la importancia real de cada señal identificada. La animación giratoria de la representación visual del logotipo combinada con una capa de realidad aumentada agrega un elemento dinámico y llamativo que atrae la atención de los usuarios hacia mensajes importantes. Este proceso se produce de forma continua y sin interrupción, lo que permite a los usuarios comprender instantáneamente las señales de tráfico circundantes.

Integración de Información Adicional

El reconocimiento de señales de tráfico (TSR) es uno de los módulos importantes del sistema de transporte inteligente. Ayude inmediatamente a los conductores a identificar eficazmente las señales de tráfico. El reconocimiento de señales de tráfico es una tarea a gran escala que requiere aprender funciones que se ven diferentes en el mundo real. El objetivo principal de este artículo es desarrollar un método TSR eficiente que pueda implementarse en una computadora personal (PC) común (Gudigar et al., 2019).

Capítulo V

Desarrollo e Implementación

En este capítulo se detalla los pasos a seguir para lograr el desarrollo eficiente y cronológico que seguirá para lograr la implementación de la aplicación enfocada en reconocimiento de señales de tránsito con realidad aumentada.

La metodología de desarrollo de software aplicada concretamente es SCRUM, Scrum es un marco de metodología ágil que proporciona la flexibilidad para controlar y gestionar los requisitos, así como el desarrollo de software. Es un modelo de base iterativo e incremental que construye software con un mecanismo definido como un módulo de software que puede desarrollarse en pequeños trozos de forma iterativa. Scrum fue diseñado para aumentar la capacidad de producción del proceso de desarrollo, alinear los dictados individuales y de las organizaciones, definir una cultura centrada en el recital, apoyar la construcción de valor para los accionistas, tener un buen mensaje de rendimiento en todos los niveles, y mejorar el desarrollo distinto y la clase de vida. Scrum es un modelo tan flexible que se puede aplicar a cualquier proyecto de cualquier tipo de industria. Puede ser útil tanto para pequeños proyectos como para grandes proyectos (Hayat et al., 2019).

La planificación de un equipo de proyecto es una de las principales tareas de la estimación de proyectos de desarrollo de software: en primer lugar, la composición del equipo influye en el cronograma y el presupuesto. Disponer de un método eficiente para sugerir la composición de equipo más adecuada permite mejorar la calidad de las estimaciones, al mismo tiempo, reduciendo los esfuerzos dedicados a la propia estimación (Bhatt et al., 2022).

Figura 8

Modelo de Scrum



Nota. Recuperado de (Hayat et al., 2019).

En los procesos Scrum participan el scrum Master, el equipo Scrum y el propietario del producto. También contiene sprints, es un bloque más pequeño en el que un equipo puede asignar tareas, se hará en 3 a 4 semanas. La tarea para el sprint se decide mediante el sprint backlog, que contiene todos los requisitos para el sprint actual, y que podría cambiar durante el desarrollo.

El backlog del producto se considera la mayor parte de los requisitos y es evaluado por el propietario del producto. Se divide en sprints y se sigue una estructura de planificación de sprints que incluye diferentes métodos para completar un sprint a tiempo. El objetivo de cada sprint es entregar un producto potencialmente organizado y libre de errores. La reunión de scrum suele durar 15 minutos, en ella participa un scrum master que preside el equipo y se centra en responder a tres preguntas: "¿Qué hicisteis en la reunión anterior? ¿A qué obstáculos os enfrentáis? Y ¿qué hay en su lista de tareas pendientes para la próxima reunión".

El software se entrega en incrementos que incluyen las funcionalidades que el cliente desea en cada incremento. El cliente puede cambiar los requisitos en cada iteración. Es muy fácil gestionar los cambios de requisitos utilizando el modelo Scrum. Scrum se utiliza para la gestión del proceso de desarrollo mediante la aplicación de conceptos de adaptabilidad, competencia y ligereza de la hipótesis de control de procesos organizativos. Scrum se centra en el trabajo en equipo y la calidad del producto en un entorno versátil.

En la **Figura 9**, se muestra el proceso que propone la metodología Scrum como proyecto de desarrollo

Figura 9

Metodología Scrum



Nota. Recuperado de (Hayat et al., 2019).

Team Scrum

Para el desarrollo e implementación de la aplicación móvil de reconocimiento de señaléticas de tránsito con un enfoque de realidad aumentada se han definido los roles según los criterios de los integrantes del proyecto. En la: Team Scrum, se muestra el rol, nombre y las funciones a realizar.

El equipo de Scrum lleva las historias de usuario del backlog del producto al backlog del sprint para iniciar cada sprint y entregar los productos al final de cada sprint. La retrospectiva y

revisión del sprint se realiza al final de cada sprint para evaluar los productos entregados y el rendimiento del equipo. Según la guía de Scrum, scrum es fácil de entender, pero difícil de medir. Especialmente, depende en gran medida del rendimiento de la dinámica de equipo en lo que respecta a la composición del equipo y la asignación de tareas, ya que su optimización tiene un gran impacto en el resultado de cada sprint (Z. Wang, 2020).

Tabla 1

Team Scrum

Nº.	Rol	Integrante	Funciones
01	Product Owner	Ing. Javier Montaluisa	Responsable de especificar los requerimientos del sistema, fijar los tiempos de entrega y llevar a cabo su evaluación.
02	Scrum Master	Sixto Paul Heredia Anchaguano	Encargado de asegurar que se cumplan los plazos establecidos para el Sprint y líder del equipo.
03	Development Team	Chuquitarcp Copara Angie Maricela Unda Reinoso Anthony Josue Sixto Paul Heredia Anchaguano	Responsable de desarrollar la aplicación móvil que utiliza realidad aumentada para reconocer señales de tránsito.

Nota. Detalla los roles de los miembros del equipo.

De acuerdo con la designación de los roles presentados en la Tabla 1, se conoce que el proyecto será elaborado únicamente por proyecto, donde el Scrum master que además deberá efectuar el papel de Development Team deberá adquirir la información para documentar las historias de usuario.

Con los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo bien definidos, se llevó a cabo una reunión crucial para establecer el alcance del aplicativo móvil. En esta sesión, se delinearon los procesos clave que se ejecutarán durante el desarrollo del aplicativo, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Historias de Usuario

Nº.	Rol	Integrante	Funciones	Resultado
1	HU01	Como usuario	Como usuario, quiero iniciar la aplicación para utilizar la funcionalidad de reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real mediante realidad aumentada.	Para facilitar el inicio aplicación de la aplicación y activar la funcionalidad de reconocimiento se señales de tránsito de manera comprensible y sin complicaciones.

Nº.	Rol	Integrante	Funciones	Resultado
2	HU02	Como usuario	Como usuario, deseo acceder al sitio web que organice las señales de tránsito por categorías, permita la visualización de manera clara y ordenada.	Para obtener información específica y detallada.
3	HU03	Como usuario	Como usuario, deseo obtener las leyes de tránsito mediante descarga para acceder a información adicional.	Para poder acceder a estas señales desde la aplicación incluso sin conexión a Internet y obtener información adicional sobre las leyes de tránsito pertinentes.

Nota. Detalla las historias de usuario planificadas para el proyecto.

Producto backlog del Proyecto

Como menciona (Godoy et al., 2019) tras la definición de los líderes de los sub-equipos, el siguiente paso es ejecutar la inscripción y gestión de Blueprint. Esta fase es una adaptación y agregación de dos tareas y rituales de gestión Scrum y rituales, a saber, Backlog de Producto

e Historias de Usuario. Todos los miembros de miembros están comprometidos a participar activamente en esta fase durante el desarrollo del proyecto, ya que es el núcleo del modelo. Como se describe en, la responsabilidad de definir y mantener el Sprint Backlog de Scrum está en manos de la función Es común que el Backlog del Producto requiera constante revisión y reescritura. Estas tareas pueden contener reglas de negocio en la descripción de las Historias de usuario.

En la **Tabla 3**: Product backlog del proyecto, se evidencia las historias de usuario que se implementarán en el transcurso del proyecto, con su respectiva estimación de tiempo, fechas de inicio y finalización y el número de Sprint, correspondiente a cada historia de usuario, las cuales tendrán una prioridad específica.

Tabla 3

Product backlog

Historia de Usuario	Nombre	Estimación (días)	Fecha inicio	Fecha fin	N° de Sprint
1	HU1	30	06/11/2023	15/12/2023	1
2	HU2	30	18/12/2023	26/01/2024	2
3	HU3	15	29/01/2024	16/02/2024	3

Nota. Establece el tiempo para el cumplimiento de cada historia de usuario.

La implementación del sistema se llevará a cabo en un entorno controlado en la ciudad de Latacunga, con el propósito de probar la eficacia del reconocimiento de señales de tránsito. Se establecerá una infraestructura tecnológica que incluirá un servidor para el procesamiento de imágenes y el almacenamiento de datos, así como una red wifi para permitir la comunicación entre el cliente y el servidor. Durante la fase de preparación, se recopilarán las

señaléticas existentes en la ciudad y se realizarán pruebas con diferentes escenarios enfocados en una misma señalética. Este enfoque permitirá verificar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil, incluyendo la realidad aumentada y su interacción con el entorno local.

Figura 10

Señalética de tránsito ubicada cerca del coliseo de la Ciudad



Nota. Señalética de tránsito ubicada en las Callas de Latacunga.

En la **Figura 11** se muestra una simulación de cómo se ejecutará la aplicación por medio de la cámara, enfocando una señalética de tránsito la cual se encargará de proporcionar la información, procesada con un enfoque en realidad aumentada en tiempo real.

Figura 11

Ejemplo de vista para el reconocimiento de señalética de tránsito con RA



Nota. Ejemplo de la vista del aplicativo enfocando en realidad aumentada.

Selección de Plataforma de Desarrollo

En la **Tabla 4**: Plataformas de desarrollo, se muestran las herramientas que serán utilizadas para este proyecto de la aplicación móvil con un enfoque de realidad aumentada, con sus respectiva descripción y versión.

Tabla 4

Herramientas y plataformas para el desarrollo del aplicativo móvil

Herramienta	Descripción
<i>Entorno de desarrollo integrado (IDE)</i>	Para la programación se utiliza el framework Flutter con la versión 3.16.8, Python con la versión 3.10.0 y como editor de código Visual Studio Code con la versión 1.86.1
<i>Procesamiento de imágenes, identificación de color y textura</i>	Para el procesamiento de imágenes, identificación de color y textura se utiliza las librerías de OpenCv con la versión 4.6.0
<i>Bases de datos en la nube</i>	Para el almacenamiento de información en la nube se utiliza Firebase con la versión 10.0.2 y Cloudinary para el alojamiento de imágenes.
<i>Algoritmo de identificación de señaléticas</i>	Para la identificación de señaléticas se utiliza el algoritmo de OpenCV y Yolo de visión por computadora

Nota. Detalla las herramientas y su funcionalidad para el desarrollo del proyecto.

Programación de la Funcionalidad de Reconocimiento de Señales

El backlog del producto es importante, especialmente para un proyecto que va a abarcar varios Sprints. Le ayudará a realizar un seguimiento de las tareas pendientes, a priorizarlas y a evitar que se queden en el tintero entre Sprints. Asegúrese de actualizarlo a medida que lleguen nuevas solicitudes de características. Tener un backlog del producto hace Sprint planificación mucho más fácil. El backlog del Sprint es el resultado de su reunión de planificación del Sprint, y una herramienta esencial para el Scrum diario. y una herramienta esencial para el Scrum diario (*Cho - An Exploratory Study on Issues and Challenges of A.pdf*, s. f.).

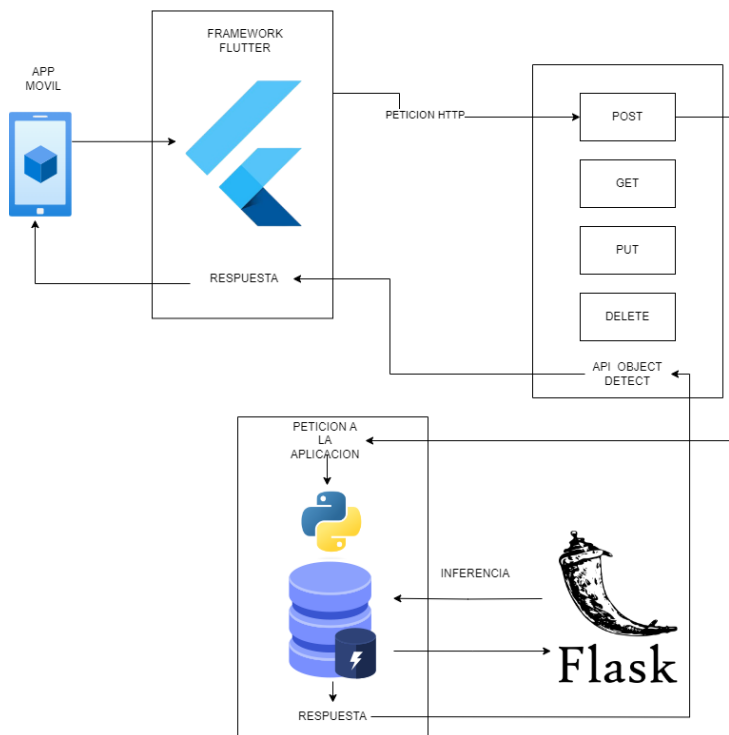
Historia de usuario 1: Desarrollo de algoritmo para detección de señales con realidad aumentada en dispositivo móvil

La historia de usuario 1, detallada en la tabla correspondiente, requiere la implementación de la lógica y los algoritmos necesarios para reconocer las señales de tránsito en tiempo real, además de implementar la funcionalidad de realidad aumentada utilizando la cámara del dispositivo móvil.

La figura adjunta muestra de manera resumida el esquema de funcionamiento del sistema de reconocimiento de señales de tránsito con realidad aumentada, así como una breve secuencia de ejecución.

Figura 12

Esquema general del reconocimiento y procesamiento de señaléticas



Detalla el proceso de la historia de usuario, centrado en la implementación del servidor backend de procesamiento de imágenes y el desarrollo e implementación de la parte lógica de la aplicación móvil. Esta parte muestra los objetos descubiertos mediante la realidad aumentada.

Tabla 5*Implementación servidor centrado en realidad aumentada*

Historia de usuario	
Numero: HU01	Usuario: Usuario
Nombre historia: Implementación y desarrollo servidor backend y lógica de realidad aumenta	Numero Sprint: 1
Prioridad: Alta	Riesgo de desarrollo: Baja
Puntos estimados (días): 30 días	Interacción asignada: 1
Desarrolladores responsables: Paul Heredia	
Descripción: Como usuario, quiero iniciar la aplicación para utilizar la funcionalidad de reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real mediante realidad aumentada.	
Validación:	
Se desarrolla la lógica para procesar imágenes utilizando Flask.	
Se implementará el enfoque de realidad aumentada según los criterios de cada imagen seleccionada.	

Nota. Historia de usuario numero 1 la cual aborda sobre el desarrollo de la funcionalidad de reconocimiento.

Sprint Backlog

La **Tabla 6** corresponde al Sprint Backlog 2 y enumera todas las actividades que se realizarán durante este Sprint, incluyendo quién es responsable de completar cada tarea, la cantidad de días esperados para completarla, la duración esperada y el estado actual de cada tarea, estado en detalle. Es importante tener en cuenta que este sprint backlog está completo

Tabla 6*Sprint Backlog 1*

Sprint 1		Fecha Inicio: 06/11/2023		Fecha Fin: 15/12/2023		
HU ID	Tareas	Horas	Inicio	Fin	Responsable	Estado
HU1	Desarrollar e integrado de algoritmos para procesar imágenes y enviar resultados al frontend	30	06/11/2023	17/11/2023	Paul Heredia	Finalizado
HU1	Modelar e implementar la realidad aumentada en función de criterios específicos para cada señal de tránsito.	30	20/11/2023	01/12/2023	Paul Heredia	Finalizado
HU1	Desarrollo del frontend para visualizaciones de realidad	25	04/12/2023	15/12/2023	Paul Heredia	Finalizado

Sprint 1 Fecha Inicio: 06/11/2023

Fecha Fin: 15/12/2023

aumentada
utilizando las
cámaras del
dispositivo móvil

Nota. Sprint numero 1 detalla las tareas realizadas.

Resultados del Sprint 1

En este apartado se describe el progreso del sprint y los resultados obtenidos durante su desarrollo. La implementación del conjunto de datos consta de diferentes imágenes según los requisitos de capacitación del modelo de detección de señales de tráfico. También se proporciona el pseudocódigo utilizado para el backend.

Figura 13

Carpetas y señaléticas de tránsito individuales



Nota. en a) se muestra las carpetas clasificadas por señal y en b) se muestra el contenido de las carpetas.

La **Figura 13** muestra la selección de carpetas generada a partir de las imágenes capturadas. Estas imágenes están escaladas a 640 x 640 píxeles. Cada carpeta contiene un total de 50 imágenes y el nombre de la carpeta se utiliza como clase para entrenar el modelo de reconocimiento de señales de tráfico. Un total de 1200 imágenes están disponibles para realizar este proceso de formación.

Resultados de las tareas de la historia de usuario 2

La **Tabla 7** muestra el proceso realizado por el servidor para el reconocimiento de imágenes en tiempo real. Este proceso incluye probar el modelo entrenado y validarlo con las imágenes proporcionadas. Primero, el servidor recibe una solicitud del frontend y luego usa la lógica presentada para generar una respuesta con formato JSON que contiene los datos recopilados hasta el momento. A continuación, se detallan los detalles del algoritmo que se implementa correctamente según esta lógica.

Tabla 7

Pseudo Algoritmo código reconocimiento señaléticas de tránsito

Algoritmo 1 identificación de señales de tránsito
<pre>#Importar bibliotecas necesarias Importa las clases "request", "Flask", "jsonify" de la biblioteca "Flask" Importa la clase "Image" de la biblioteca "PIL" (Python Imaging Library) Importa el módulo "base64" para manejar datos en formato base64 Importa la clase "BytesIO" de "io" para manejar bytes en memoria Importa la clase "YOLO" de la biblioteca "ultralytics" # Crea una instancia de la clase Flask y la asigna a la variable app app=Intanciar Flask</pre>

Algoritmo 1 identificación de señales de tránsito

Define la función root que se ejecutará al acceder a la ruta "/"

route("/):

Abre el archivo "index.html" en modo lectura y lo asigna a la variable file

Define la función detect que se ejecutará al acceder a la ruta "/detect" con un método

POST

Obtiene los datos de la imagen enviada en la solicitud

Decodifica los datos de la imagen de base64 a bytes

Crea una instancia de la clase Image con los bytes de la imagen

Transpone la imagen (rota 90 grados)

Voltea la imagen de arriba abajo

Detecta objetos en la imagen y devuelve una lista de coordenadas

Devuelve las coordenadas detectadas como respuesta en formato JSON

Captura cualquier excepción que ocurra durante el procesamiento

Devuelve un mensaje de error en formato JSON y código de estado 500 (Error interno del servidor)

Define la función detect_objects_on_image para detectar objetos en una imagen

Crea una instancia del modelo YOLO con la ruta del archivo de pesos

Realiza la predicción de objetos en la imagen

Obtiene el primer resultado de la predicción

Crea una lista para almacenar las coordenadas de los objetos detectados

Recorre cada caja del resultado de la predicción

Algoritmo 1 identificación de señales de tránsito

Obtiene las coordenadas de la caja y las redondea

Obtiene el ID de la clase del objeto detectado

Obtiene la probabilidad de la clase y la redondea

Agrega las coordenadas y la información de la clase y la probabilidad a la lista de salida

Devuelve la lista de coordenadas de los objetos detectados

Verifica si el script se está ejecutando directamente

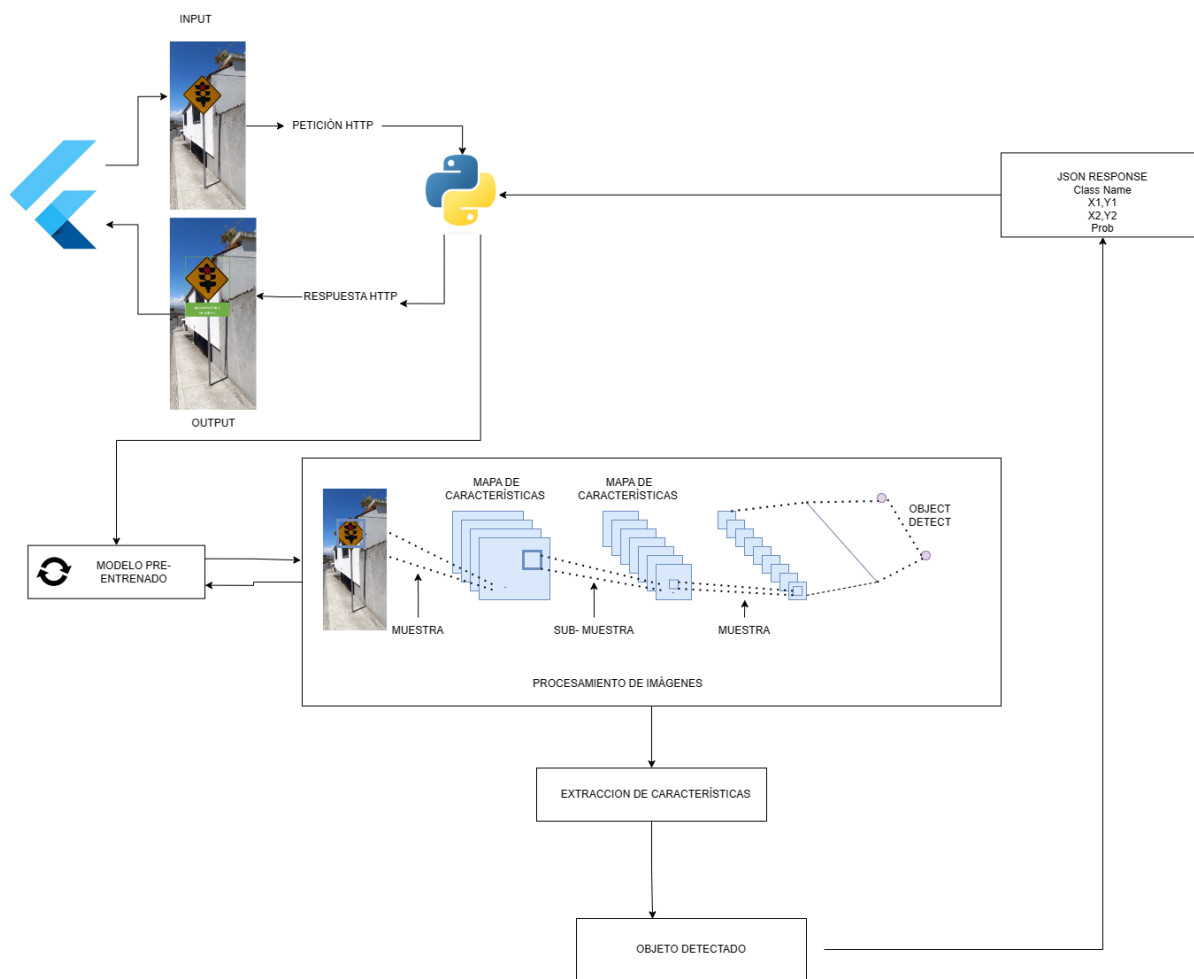
Ejecuta la aplicación Flask en modo de depuración en el puerto 4000

Nota. Pseudo código a seguir para formar el backend para la detección de señales.

La arquitectura utilizada en el pseudocódigo para el procesamiento de imágenes se describe a continuación. Muestra el proceso de procesamiento. Primero obtenemos la imagen en formato Base64. Luego se carga un modelo previamente entrenado para reconocer las señales de tráfico. Luego de verificar los requisitos en base a YOLO (You Only Look Once), comienza el proceso de reconocimiento. El proceso implica buscar diferentes incidentes, analizar las imágenes y utilizar coordenadas para identificar similitudes encontradas. Finalmente, el sistema verifica la información recibida y devuelve una respuesta a la fuente de la solicitud.

Figura 14

Arquitectura Backend



A partir de los resultados que se muestran en la **Tabla 10**, se puede lograr el procesamiento en tiempo real de múltiples imágenes implementando el pseudocódigo proporcionado. Esto facilita la comunicación entre la interfaz de la aplicación móvil y el servidor mostrado. La aplicación móvil contiene la lógica necesaria para interactuar con el servidor para controlar la interfaz y procesar las imágenes enviadas. Según la **Figura 15**, cuando enviamos una imagen, recibimos la clase correspondiente y su posición en coordenadas (x, y), y podemos restringir la señal resultante a un cuadrado.

Figura 15

Reconocimiento de señaléticas de tránsito en Flutter

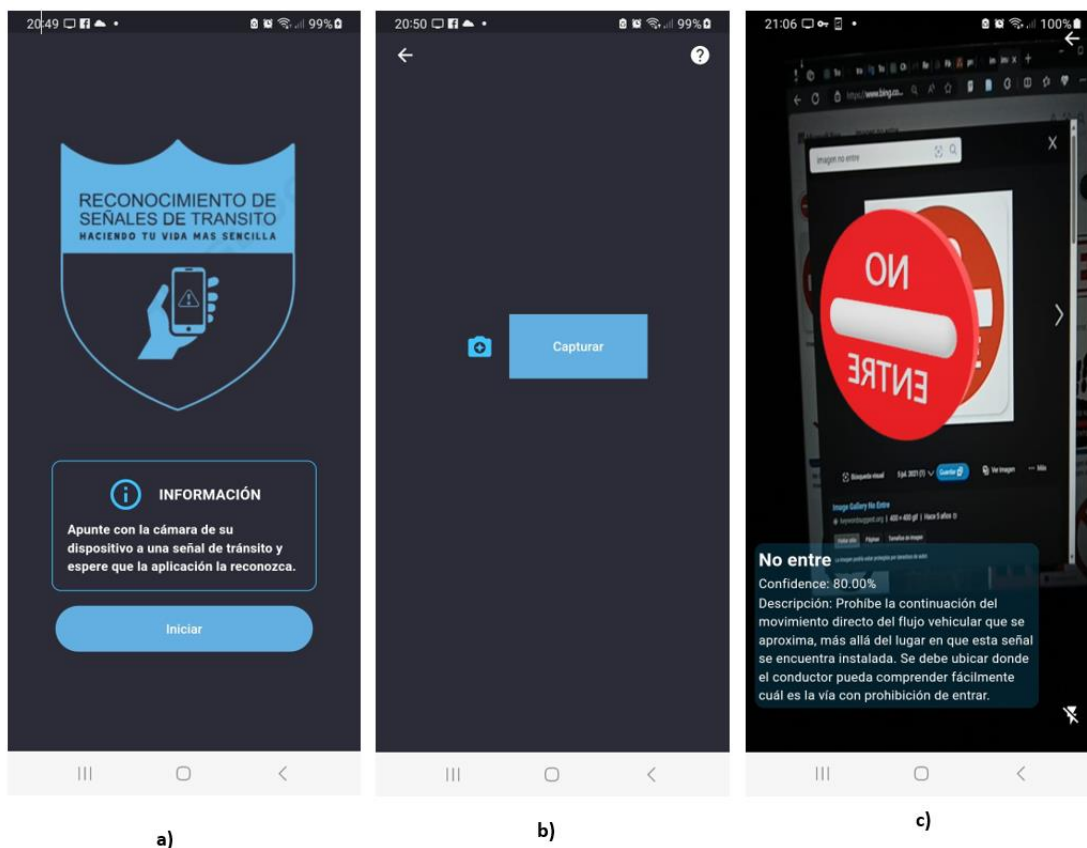


Nota. Muestra el cuadro de detección de la señalética y cuanto de confianza existe.

Luego, el diseño y la lógica procesados se implementan para detectar objetos en tiempo real utilizando la cámara del dispositivo. La **Figura 15** muestra las teclas para acceder al menú principal. Consta de un menú y las primeras opciones: La detección de objetos en tiempo real mediante un enfoque de realidad aumentada asocia los objetos detectados con una descripción predefinida y muestra una presentación interactiva con el objeto.

Figura 16

Aplicación móvil para el reconocimiento de señaléticas de tránsito con Flutter



Nota. En a se muestra la página inicial, en b el acceso a la cámara como otros a y en c la detección en tiempo real con un enfoque de realidad aumentada.

Figura 16 se puede apreciar la imagen en realidad aumentada, junto con el nombre y la información que son las correctas y cumplen con la historia de usuario propuesta para esta sección.

Estas historias de usuarios se centran en cómo procesar la información de las señales de tráfico en dispositivos móviles. Para ello se han desarrollado sitios web que permiten gestionar esta información. Este sprint describe el proceso para lograr este objetivo.

Historia de usuario 02: Desarrollo de la vista de información sobre las señales de tráfico.

Indica que se muestra la información actual de las señales de tráfico, organizada de acuerdo con los estándares del Manual de señales. Además, debes incluir detalles como nombre, descripción y la clase a la que pertenece cada señal.

Tabla 8: Descripción detallada de los pasos para mostrar información dinámicamente en una aplicación móvil, la correcta implementación de las vistas y cómo se pueden construir en sistemas ya desarrollados.

Tabla 8

Historia de usuario enfocada en la información de las señaléticas

Historia de usuario	
Numero: HU02	Usuario: Usuario
Nombre historia: Obtención de información acerca de las señaléticas de tránsito	Numero Sprint: 2
Prioridad: Media	Riesgo de desarrollo: Baja
Puntos estimados (días): 30 días	Interacción asignada: 1
Desarrolladores responsables: Paul Heredia, Anthony Unda, Angie Copara	
Descripción: Como usuario, deseo acceder a la vista de tipos de señaléticas que organice las señales de tránsito por categorías, permita la visualización de manera clara y ordenada.	
Validación:	
Se procede a clasificar las imágenes resultantes se clasifican según la guía de señales y se organizan por nombre, descripción y categoría a la que pertenecen.	
Se valida la información se compara con una base de datos de transporte nacional actualizada.	

Nota. Historia de usuario numero 1 la cual aborda sobre la obtención de información de señales de tránsito.

Sprint Backlog

Tabla 9 corresponde al trabajo pendiente del Sprint backlog 2 y detalla todas las tareas que deben completarse dentro de este período, incluido quién completará cada tarea, la cantidad de días esperados para el sprint, el tiempo estimado y los detalles de la tarea actual contenida. Se resalta que la tarea se cumplió con éxito.

Tabla 9

Sprint Backlog 2

Sprint		Fecha Inicio: 18/12/2023			Fecha Inicio: 26/01/2024	
2						
HU ID	Tareas	Horas	Inicio	Fin	Responsable	Estado
HU2	Seleccionar imágenes del manual de Señalización del Ecuador	15	18/12/2023	29/12/2023	Paul Heredia, Anthony Unda, Angie Chuquitarco	Finalizado
HU2	Organizar la información enfocada en las clases y descripción de cada	35	01/01/2024	12/01/2024	Paul Heredia, Anthony Unda, Angie Chuquitarco	Finalizado

Sprint	Fecha Inicio: 18/12/2023	Fecha Inicio: 26/01/2024				
2						
HU ID	Tareas	Horas	Inicio	Fin	Responsable	Estado
	imagen seleccionada					
HU2	Desarrollo de la Api para cargar la información de las señales de tránsito	35	15/01/2024	26/01/2024	Paul Heredia	Finalizado

Esta etapa incluye el desarrollo de una API para la gestión de la información y la creación de páginas de información. Una página de administración que le permite administrar sus datos a través de CRUD, siempre que tenga acceso a la página adecuada.

En la **Tabla 9** se muestra la arquitectura lógica utilizada para implementar la API se basa en node.js como lenguaje central y se divide en varias capas lógicas directamente relacionadas con la plataforma utilizada (en este caso Express). Implementa rutas GET, PUT, POST y DELETE y un controlador para probar la lógica de negocios. Finalmente, ORM se utiliza para gestionar la conectividad y comunicación directa con bases de datos alojadas en la nube. Se muestra la secuencia lógica de algoritmos que utilizan solicitudes HTTP para mostrar la información necesaria en el frontend. Esta consulta devuelve resultados basados en la salida

de la base de datos y también recupera y muestra los campos Nombre, Descripción e Imagen en detalle según los requisitos del cliente.

Figura 17

Arquitectura API información

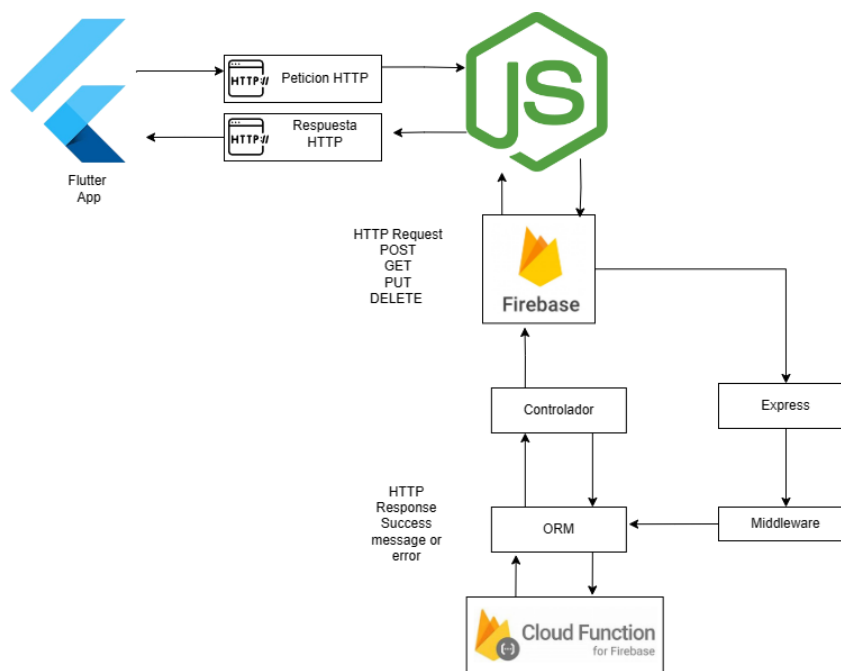


Tabla 10

Pseudocódigo API

Algoritmo 2 Algoritmo de API de información
Importar el módulo 'express'
Importar el módulo 'firebase-admin'
Crear una instancia del router de Express
Crear una instancia del cliente de Firebase Firestore
Definir el módulo como el router creado
Función: Agregar Nueva Señal (POST /api/seniales)

Algoritmo 2 Algoritmo de API de información**Intentar:**

Crear una nueva señal basada en la solicitud recibida

Agregar la nueva señal a la colección 'seniales' en la base de datos

Retornar una respuesta con el código de estado 201 y un mensaje de éxito

Capturar Errores:

Registrar el error

Retornar una respuesta con el código de estado 500 y un mensaje de error interno del servidor

Función: Obtener Todas las Señales (GET /api/seniales)**Intentar:**

Obtener todas las señales de la colección 'seniales' en la base de datos

Transformar los documentos de la base de datos en un formato JSON

Retornar una respuesta con el código de estado 200 y la lista de señales en formato JSON

Capturar Errores:

Registrar el error

Retornar una respuesta con el código de estado 500 y un mensaje de error interno del servidor

Función: Eliminar Señal por ID (DELETE /api/seniales/id/:id)**Intentar:**

Obtener el ID de la señal desde los parámetros de la URL

Eliminar la señal correspondiente de la colección 'seniales' en la base de datos

Retornar una respuesta con el código de estado 200 y un mensaje de éxito

Capturar Errores:

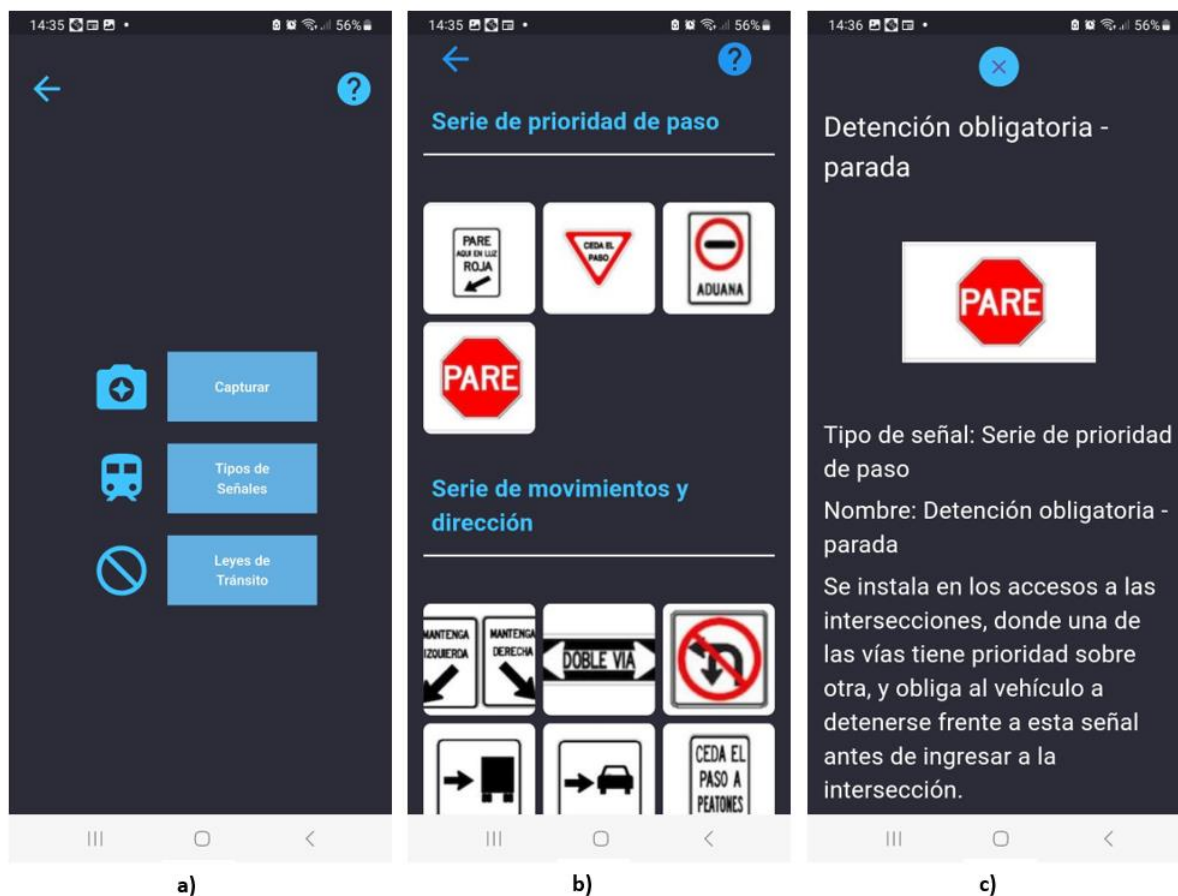
Algoritmo 2 Algoritmo de API de información
<p>Registrar el error</p> <p>Retornar una respuesta con el código de estado 500 y un mensaje de error interno del servidor</p> <p>Función: Obtener Señal por ID (GET /api/seniales/id/:id)</p> <p>Intentar:</p> <p>Obtener el ID de la señal desde los parámetros de la URL</p> <p>Buscar la señal en la colección 'seniales' en la base de datos por su ID</p> <p>Si la señal existe, retornar una respuesta con el código de estado 200 y la señal en formato JSON</p> <p>Si la señal no existe, retornar una respuesta con el código de estado 404 y un mensaje indicando que la señal no fue encontrada</p> <p>Capturar Errores:</p> <p>Registrar el error</p> <p>Retornar una respuesta con el código de estado 500 y un mensaje de error interno del servidor</p>

Nota. Pseudo código para el API para información de señales.

A continuación, se describe cómo se muestra la información de las señales de tráfico en la aplicación móvil. Esta información la podrás encontrar en el menú de opciones del apartado “Señales de Tráfico”, organizada según el manual de tráfico. Además de la lista ordenada, se proporciona información adicional como la descripción de la señal. El número indica un botón que te lleva a una página con más información sobre la señal seleccionada, como clasificación o una descripción detallada.

Figura 18

Información de señalizaciones de tránsito por categorías



Nota. En la **Figura 18** a) se muestra las vistas del menú de opciones del aplicativo, b) las señales de tránsito ordenadas por categoría, c) Los detalles de cada señalética.

Se evidencian los resultados propuestos de la primera Historia de Usuario, validamos que la información concuerde en la de los manuales de señalización existentes más actuales para que la información que proporcione la aplicación sea correcta y no cause confusión a los usuarios.

Para la elaboración de este sprint se tomó en cuenta solo la historia de usuario 3 que se encuentra en la **Tabla 2**, en esta situación cuyo propósito es la visualización y descarga del manual de la Ley de Tránsito del Ecuador, se detalla el proceso utilizado para lograr el objetivo, en este sprint.

Historia de usuario 03: Desarrollo de una opción para descargar el archivo PDF de la ley de tránsito.

La historia de usuario 03, indica el proceso para mostrar y descargar el archivo PDF dentro de la aplicación, que incluye las normas y artículos más actuales.

Tabla 11 muestra el proceso del desarrollo de la pantalla en donde se podrá descargar el manual de la Ley de Tránsito vigente en base a la Agencia Nacional de Transito la cual se deberá poder ver n formato PDF.

Tabla 11

Historia de usuario para función de descarga y visualización de manual de Ley de Tránsito

<i>Historia de usuario</i>	
Numero: HU03	Usuario: Usuario
Nombre historia: Desarrollo e implementación para descarga el manual de Ley de Transito	Numero Sprint: 3
Prioridad: Baja	Riesgo de desarrollo: Baja
Puntos estimados (días): 15 días	Interacción asignada: 1
Desarrolladores responsables: Paul Heredia	
Descripción: Como usuario, deseo obtener las leyes de tránsito mediante descarga para acceder a información adicional.	
Validación:	

Historia de usuario

Numero: HU03**Usuario:** Usuario

 Implementar función para descargar el manual de Ley d Transito

 Se pueda visualizar el PDF en la aplicación móvil para su lectura.

Nota. Historia de usuario numero 3 describe las tareas para implementar el módulo de desarrollo.

Corresponde al trabajo pendiente del Sprint 3 y detalla todas las actividades que deben completarse durante este período. Además, se indica el propietario de cada tarea, la cantidad de días planificados para el Sprint, el tiempo estimado y el estado actual de cada actividad. Cabe señalar que este sprint backlog está completo.

Tabla 12*Sprint Backlog 3*

Sprint	Fecha Inicio: 29/01/2024			Fecha Inicio: 16/02/2024		
3						
HU	Tareas	Horas	Inicio	Fin	Responsable	Estado
ID						
HU3	Implementar al menú ya existente la opción de leyes, para descargar el PDF	35	29/01/2024	02/02/2024	Paul Heredia	Finalizado

Sprint		Fecha Inicio: 29/01/2024			Fecha Inicio: 16/02/2024		
3							
HU	Tareas	Horas	Inicio	Fin	Responsable	Estado	
ID							
HU3	Implementar una visualización del archivo PDF de leyes	35	05/02/2024	16/02/2024	Paul Heredia	Finalizado	

Nota. Detalla las tareas planificadas para la historia de usuario número 3.

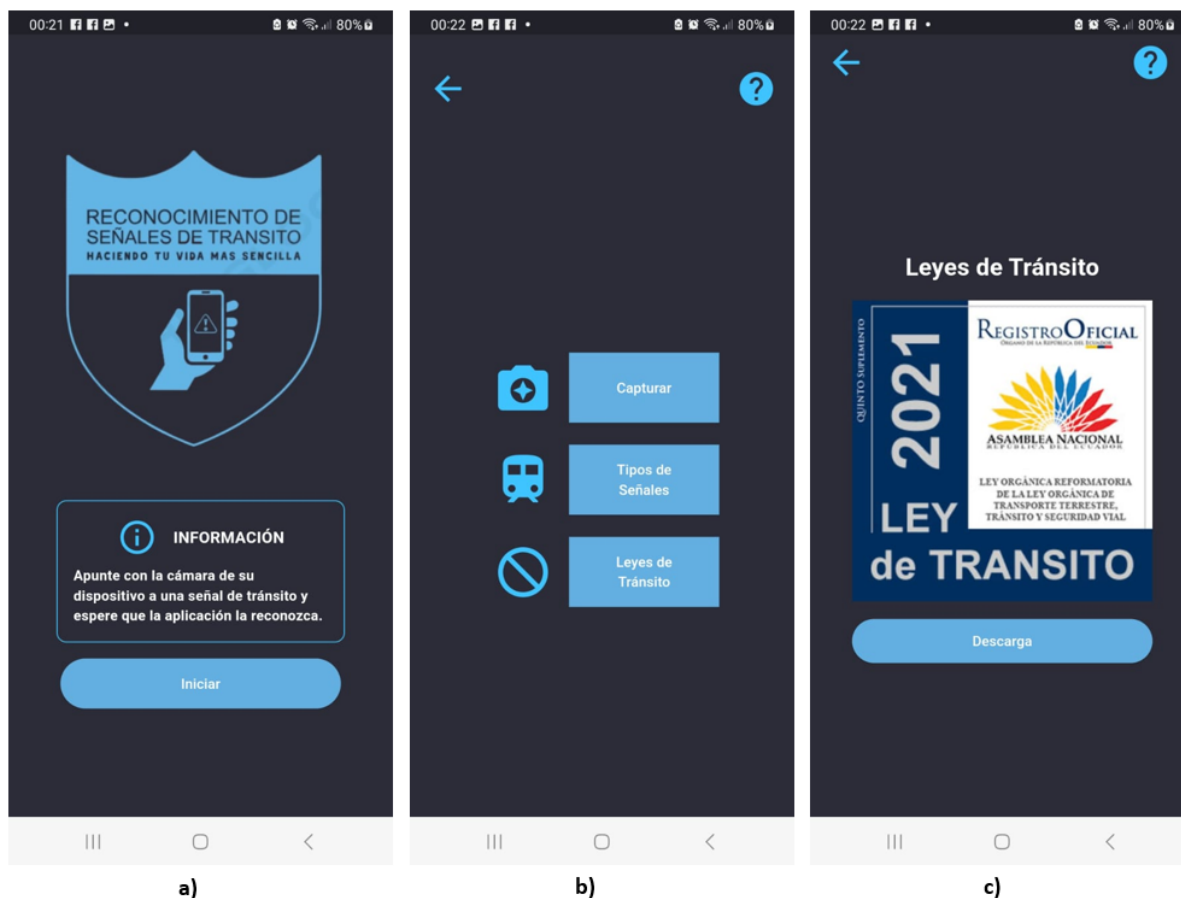
Sprint Backlog

Durante el sprint 3 se lograron los avances significativos al momento del desarrollo de la aplicación. Las tareas asignadas se cumplieron con éxito, lo que representa un logro importante para la finalización del proyecto. Una de las principales tareas fue la implementación para descarga de archivo PDF se finalizó dentro del plazo establecido, demostrando un gran ritmo y eficiencia en el trabajo y compromiso del proyecto.

Se logro mejorar la experiencia del usuario al proporcionar formas más fáciles y ajustables para acceder a la información. Como resultado se puede decir que el sprint 3 fue un éxito cumpliendo los objetivos propuestos.

Figura 19

Pantallas para acceder a la descarga y visualización del archivo PDF



Incorporación de Información Contextual en Realidad Aumentada

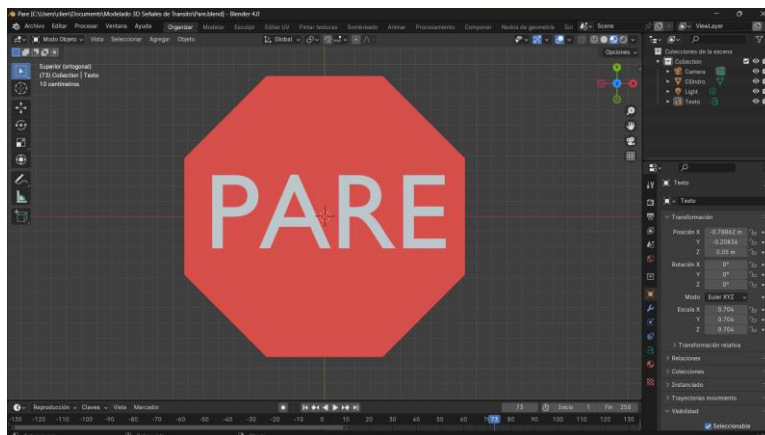
En los últimos años, con la aparición de los dispositivos inteligentes, el contenido AR (Realidad Aumentada) se ha distribuido ampliamente en la vida real. Por lo tanto, la creación y seguimiento de contenidos se vuelve necesario con fines educativos (Kim et al., 2020). Las soluciones que utilizan AR le permiten aprovechar la perfecta integración de objetos virtuales y del mundo real para proporcionar a los colaboradores un entendimiento común o un entorno común. Sin embargo, hasta ahora la mayoría de los esfuerzos de investigación se han dedicado a probar tecnologías y métodos maduros para respaldar su diseño y desarrollo. Por lo tanto, es hora de comprender dónde está posicionado el campo y qué tan bien puede abordar

los esfuerzos de colaboración con AR para poder describir y evaluar mejor el proceso de colaboración (Marques et al., 2022). (Alshi et al., 2018) menciona La realidad aumentada está teniendo un impacto en diferentes sectores de la sociedad. Partiendo de este hecho, el sistema que aquí se propone tiene como objetivo ayudar a los educadores haciendo que el proceso de aprendizaje sea interactivo, ameno y eficaz.

En palabras de (Soni et al., 2023), menciona que Blender se destaca como un software avanzado de gráficos 3D de código abierto, que ofrece una amplia gama de funciones que incluyen modelado, texturizado, física, partículas, renderizado, animación, renderizado, sombreado, composición, diseño y creación instantánea de juegos en 3D. Además, proporciona recursos educativos en forma de vídeos y documentos para facilitar tu aprendizaje. Se considera la solución de código abierto más completa y eficiente para gráficos por computadora en 3D y es valorada por expertos y artistas en el campo. Su versatilidad lo hace ideal para proyectos que requieran la demostración de realidad aumentada mediante modelado 3D. La investigación de (Puljčan et al., 2022) menciona que Blender es un programa de gráficos por computadora 3D de código abierto destinado principalmente al dibujo y la animación en 3D, que también es compatible con las secuencias de comandos de Python para ampliar sus capacidades.

Figura 20

Imagen del modelo 3D de señalética PARE



Nota. Se muestra un ejemplo de la vista de la señalética 3D utilizando la herramienta Blender.

Consideraciones de Seguridad y Privacidad

En el mundo de Flutter, es importante considerar la seguridad y la privacidad para proteger las aplicaciones avanzadas. El equipo de Flutter sigue una estrategia de seguridad basada en cinco pilares: detectar, prevenir, proteger, responder y recuperar. Esto incluye monitorear y priorizar los riesgos de seguridad, identificar vulnerabilidades, abordar riesgos conocidos y responder y recuperarse de incidentes de seguridad. Para informar una vulnerabilidad, debe proporcionar una dirección de correo electrónico específica, detallar el problema, las versiones afectadas y las soluciones conocidas.

La validación de entradas, el uso seguro del almacenamiento local, la autenticación y autorización seguras, la protección contra ataques de denegación de servicio (DoS), las actualizaciones de infraestructura y dependencia y los análisis son elementos importantes para proteger las aplicaciones de Flutter. Además de escribir código seguro, es fundamental educar a los equipos de desarrollo sobre las mejores prácticas de seguridad. Estas medidas ayudan a proteger las aplicaciones Flutter de vulnerabilidades y proteger la información del usuario.

Flutter también participa en el programa de recompensas por errores y se esfuerza por publicar actualizaciones de seguridad para la versión actual en la rama estable. Para evitar posibles vulnerabilidades, se recomienda utilizar siempre la última versión de Flutter y mantener actualizadas las dependencias de su aplicación. Por lo tanto, Flutter proporciona herramientas y tecnologías confiables para garantizar la seguridad y privacidad de las aplicaciones desarrolladas en esta plataforma.

Capítulo VI

Validación del Sistema

Escenario de Prueba: Visualización del correcto funcionamiento de la aplicación reconocimiento y obtención de información de señaléticas de tránsito.

Objetivo:

Validar la precisión y eficacia del reconocimiento de señaléticas de tránsito en tiempo real enfocado en realidad aumentada, así como su obtención de información y respectiva descarga de Ley de Tránsito.

Preparación

1. Instalar la aplicación móvil desarrollada en dispositivo Android compatible con tecnologías actuales.
2. Seleccionar una señal de tránsito para la prueba
3. Tener acceso a internet.

Paso de prueba

1. Inicio de la aplicación:

Instalar la aplicación desarrollada con el framework Flutter

Iniciar la aplicación en el dispositivo móvil

Aceptar los permisos de la aplicación al dispositivo móvil

Verificar el inicio correcto de la cámara para el reconocimiento de señaléticas

2. Detección y reconocimiento de señaléticas de tránsito

La prueba se realizó con una imagen de PARE ubicada al sur de la ciudad de Latacunga la cual se encontraba en buen estado.

La aplicación detectó, reconoció y obtuvo de manera correcta la información de la de la señalética enfocada como se observa en la figura **Figura 21**.

Figura 21

Escenario de Prueba Señalética ubicada en Latacunga



Nota. En la imagen se muestra el escenario de prueba de la Señalética de PARE con el nivel de confianza de la detección y la información correcta en base al manual de Señalización vial.

3. Visualizar el tipo de Señaléticas de tránsito ordenadas por categoría

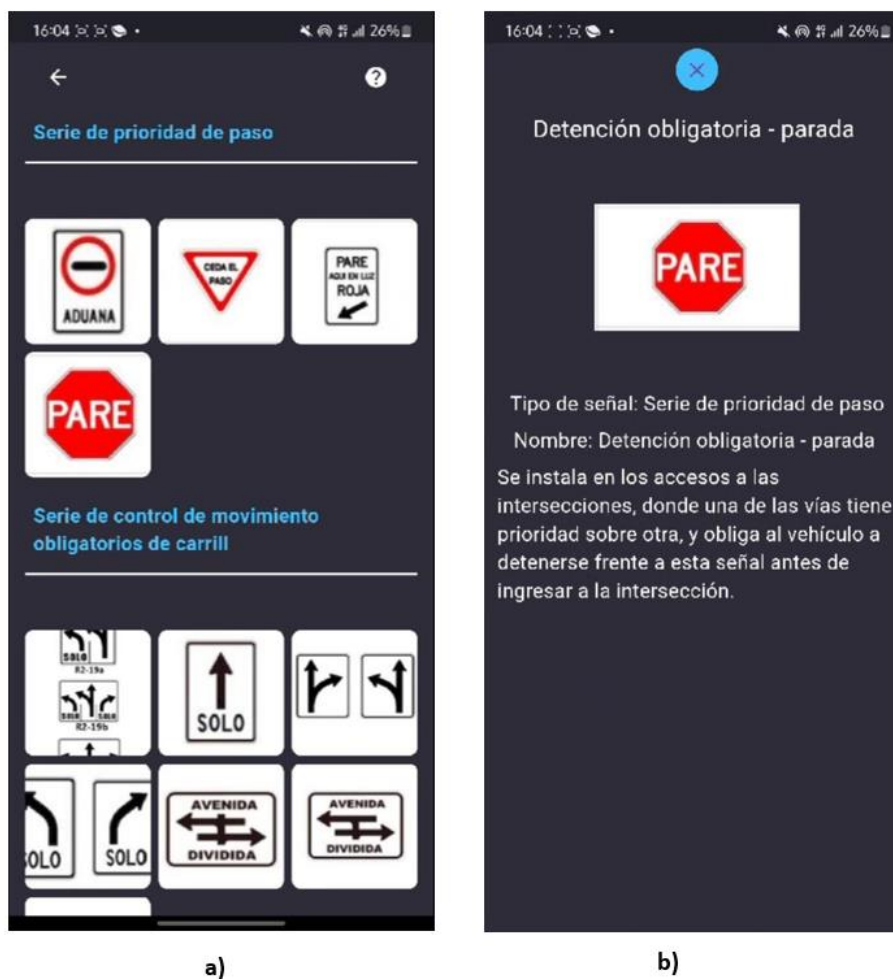
Verificar el orden en el que se muestra los tipos de señaléticas

Ingresar a la opción Tipos de señaléticas y visualizar la información mostrada en

base a la categorización del manual de señales de tránsito.

Figura 22

Vista páginas de orden por categoría y descripción de señalética

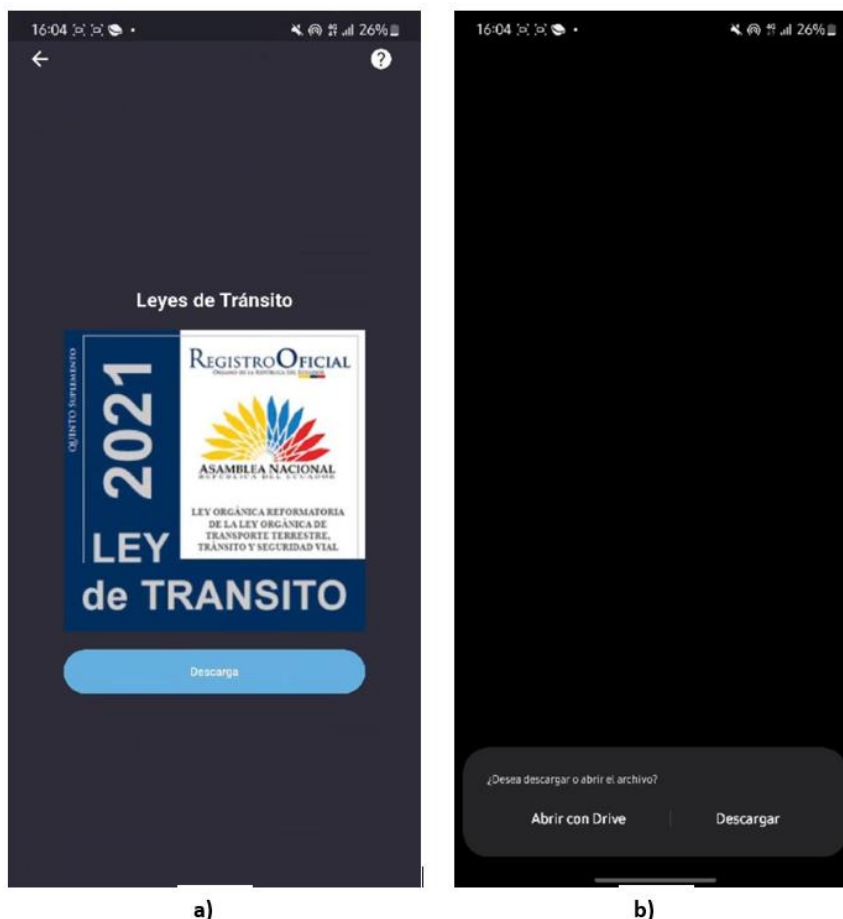


Nota. a) Es la vista de los tipos de señaléticas ordenados por categoría, b) es la información de cada señalética.

4. Comprobar el funcionamiento de descarga y visualización del manual Ley de Tránsito
- Verificar la vista para poder descargar del archivo PDF del manual de Ley de Tránsito
- Evidencia la vista para abrir el manual Ley de Tránsito

Figura 23

Vista página de descarga y opción para visualizar el archivo PDF



Nota. a) se visualiza la pantalla del manual de Ley de Tránsito, b) se observa tanto la opción de abrir el Manual como de descargarlo.

Para las pruebas nos tomamos el enfoque en los aspectos clave para comprobar la eficacia del aplicativo, proporcionando una base sólida para la validación de mi tesis

Una vez finalizado el desarrollo y prueba del sistema, se debe realizar un proceso de validación para garantizar que funcione de manera correcta en base a las historias de usuario de la **Tabla 2**. En la **Tabla 13**, se puede evidenciar un check list de las funcionalidades del sistema y sus resultados.

Tabla 13*Check List de validación del sistema*

N° Historia de Usuario	Funciones	Resultado	Si	No
HU1	Como usuario, quiero iniciar la aplicación para utilizar la funcionalidad de reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real mediante realidad aumentada.	El reconocimiento de señaléticas de tránsito es preciso y eficiente en diferentes condiciones y con diferentes señaléticas.	X	
HU2	Como administrador, deseo tener la capacidad de editar, eliminar, cargar y visualizar información en la página de señaléticas, que este organizada por categorías.	Verificar que estas funciones estén organizadas por categorías y sean fáciles de usar para el administrador.	X	
HU3	Como usuario, deseo obtener las leyes de tránsito mediante descarga para acceder a información adicional.	Verificar que la descarga sea rápida y que los usuarios puedan acceder fácilmente a la información adicional.	X	

Nota. Lista de funcionalidades que cumplieron con el objetivo.

Uno de los aspectos más destacables de los resultados fue la precisión del algoritmo de detección, que alcanzó una tasa de éxito superior al 95% en la mayoría de las pruebas realizadas. Esto sugiere que los modelos de aprendizaje automático entrenados con el conjunto de datos recopilados son muy eficaces para identificar señales de tráfico en tiempo real. Además, se observó una baja tasa de falsas alarmas, lo que indica que el sistema puede distinguir con precisión entre diferentes tipos de señales y objetos en la carretera.

En particular, se ha observado que el rendimiento del sistema puede verse afectado por condiciones de iluminación adversas, como la luz solar directa y la falta de iluminación artificial durante la noche. En tales casos, la precisión de la detección puede verse ligeramente reducida, lo que puede afectar la confiabilidad del sistema en situaciones de conducción de la vida real.

Además, sabemos que la velocidad de procesamiento del algoritmo puede variar según el hardware del dispositivo móvil utilizado. Se ha observado un ligero retraso en la detección y el reconocimiento de señales en dispositivos con recursos informáticos limitados, como los teléfonos inteligentes más antiguos o de bajo coste. Esto sugiere que la optimización del código y el uso de técnicas de procesamiento paralelo pueden mejorar aún más el rendimiento del sistema en dispositivos con recursos limitados.

Los resultados obtenidos de las pruebas muestran que el sistema desarrollado tiene un gran potencial para mejorar la seguridad vial y la experiencia de conducción de los usuarios. Se identificaron áreas de mejora, como el rendimiento con poca luz y la optimización del procesamiento de datos en dispositivos móviles, pero en general los resultados fueron positivos para el sistema como herramienta para ayudar a la conducción en situaciones de conducción del mundo real, demostrando su eficacia y practicidad.

Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El proyecto ha logrado cumplir con éxito los objetivos marcados desde su inicio. Desde el principio, el objetivo principal fue desarrollar una aplicación móvil que pudiera reconocer señaléticas de tránsito mediante tecnología de realidad aumentada. Superaron varios desafíos técnicos y logísticos a lo largo del proceso, pero un enfoque sistemático y colaborativo permitió al equipo alcanzar todos los puntos establecidos a tiempo.

Permitiendo la conclusión, la tesis logró alcanzar exitosamente, los objetivos propuestos, el revisor y el análisis de tecnologías de realidad compatibles con la plataforma Flutter, como el desarrollador implementa herramientas como la detección de señales viales y la obtención de información mediante esta tecnología.

La razón por la que ARCores son tan efectivos es porque son compatibles con Flutter y detección de tráfico en tiempo real. Es el mejor lugar para estar en Flutter, es el mundo real, es especial, es el contexto, es el mejor, es lo más importante. cosas que hacer, es interactivo y es interactivo.

Recomendaciones

Continuar el seguimiento y la mejora de la aplicación móvil desarrollada para mantenerla actualizada con las últimas tecnologías y estándares de realidad aumentada. Esto garantizará que la aplicación siga siendo efectiva y útil para los usuarios a lo largo del tiempo.

Explorar y experimentar con nuevas tecnologías y técnicas de realidad aumentada que puedan mejorar aún más la funcionalidad y la experiencia del usuario de la aplicación. Mantenerse al tanto de las tendencias y avances en este campo puede proporcionar oportunidades para mejorar y expandir el proyecto.

Continuar colaborando con otros desarrolladores y expertos en realidad aumentada para compartir conocimientos y experiencias. La colaboración puede ayudar a abordar desafíos técnicos y encontrar soluciones innovadoras para mejorar la aplicación y su impacto en la seguridad vial.

Bibliografías

- Agrawal, S. C., Tripathi, R. K., Gupta, A., & Sahu, M. (2023). Traffic Sign Recognition System using CNN. *2023 World Conference on Communication & Computing (WCONF)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/WCONF58270.2023.10235024>
- Alshi, G., Dandiwala, M., Cazi, M., & Pawar, R. (2018). Interactive Augmented Reality-Based System for Traditional Educational Media Using Marker-Derived Contextual Overlays. *2018 Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*, 930-935. <https://doi.org/10.1109/ICECA.2018.8474884>
- Ariffin, N. H. M., Nasrudin, Z. A., & Khair, A. R. H. M. (2022). Enhancing Tourism Experiences Via Mobile Augmented Reality by Superimposing Virtual Information on Artefacts. *2022 9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ICEEE)*, 330-334. <https://doi.org/10.1109/ICEEE55327.2022.9772569>
- Ashutosh, K. (2020). Hardware Performance Analysis of Mobile-Based Augmented Reality Systems. *2020 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE)*, 671-675. <https://doi.org/10.1109/ComPE49325.2020.9200079>
- Babić, D., Babić, D., Fiolic, M., & Ferko, M. (2022a). Road Markings and Signs in Road Safety. *Encyclopedia*, 2(4), 1738-1752. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040119>
- Babić, D., Babić, D., Fiolic, M., & Ferko, M. (2022b). Road Markings and Signs in Road Safety. *Encyclopedia*, 2, 1738-1752. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2040119>
- Bhatt, N., Laldas, P., & Lobo, V. B. (2022). A Real-Time Traffic Sign Detection and Recognition System on Hybrid Dataset using CNN. *2022 7th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 1354-1358. <https://doi.org/10.1109/ICCES54183.2022.9835954>
- Bouaziz, R., Alhejaili, M., Al-Saedi, R., Mihdhar, A., & Alsarrani, J. (2020). Using Marker Based Augmented Reality to teach autistic eating skills. *2020 IEEE International Conference on*

Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR), 239-242.

<https://doi.org/10.1109/AIVR50618.2020.00050>

Carius, L., Eichhorn, C., Plecher, D. A., & Klinker, G. (2022). Cloud-Based Cross-Platform Collaborative AR in Flutter. *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 682-683.

<https://doi.org/10.1109/VRW55335.2022.00192>

Carius, L., Eichhorn, C., Rudolph, L., Plecher, D. A., & Klinker, G. (2022). Cloud-based cross-platform collaborative augmented reality in flutter. *Frontiers in Virtual Reality*, 3.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2022.1021932>

Carvajal, J. (2013, mayo 30). La realidad aumentada. *Blog IL3 - UB*.

<https://www.il3.ub.edu/blog/la-realidad-aumentada/>

Chen, J. (2023). Model Algorithm Research based on Python Fast API. *Frontiers in Science and Engineering*, 3(9), Article 9. <https://doi.org/10.54691/fse.v3i9.5591>

Cheon, Y., & Chavez, C. V. (2020). *Creating Flutter Apps from Native Android Apps*.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Creating-Flutter-Apps-from-Native-Android-Apps-Cheon-Chavez/3059ef0a888359f195b11c477f3fe446dd2f9d85>

Cho—*An Exploratory Study on Issues and Challenges of A.pdf*. (s. f.). Recuperado 18 de febrero de 2024, de

<https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1595&context=etd>

Costa, A., Lima, R., & Tamayo, S. (2019). Eva: A Virtual pet in Augmented Reality. *2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 47-51.

<https://doi.org/10.1109/SVR.2019.00024>

Flores-Calero, M., Conlago, C., Yunda, J., Aldás, M., & Flores, C. (2018a). Implementación De Un Algoritmo Para La Detección De Señales De Tránsito Del Ecuador: Pare, Ceda El Paso Y Velocidad. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 20, 9-20.

- Flores-Calero, M., Conlago, C., Yunda, J., Aldás, M., & Flores, C. (2018b). Implementación De Un Algoritmo Para La Detección De Señales De Tránsito Del Ecuador: Pare, Ceda El Paso Y Velocidad. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 20, 9-20.
- Ghasemi, Y., Jeong, H., Choi, S. H., Park, K.-B., & Lee, J. Y. (2022). Deep learning-based object detection in augmented reality: A systematic review. *Computers in Industry*, 139, 103661. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103661>
- Giannikis, A., Alepis, E., & Virvou, M. (2021). Crowdsourcing Recognized Image Objects In Mobile Devices Through Machine Learning. *2021 IEEE 33rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, 560-567. <https://doi.org/10.1109/ICTAI52525.2021.00090>
- Godoy, C. P., Cruz, A. F., Silva, E. P., Santos, L. M., Zerbini, R. S., & Pahins, C. A. L. (2019). Blueprint Model: A new Approach to Scrum Agile Methodology. *2019 ACM/IEEE 14th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE)*, 95-99. <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2019.00014>
- Gudigar, A., Chokkadi, S., Raghavendra, U., & Acharya, U. R. (2019). An efficient traffic sign recognition based on graph embedding features. *Neural Computing and Applications*, 31(2), 395-407. <https://doi.org/10.1007/s00521-017-3063-z>
- Harini, S., Abhiram, V., Hegde, R., Samarth, B. D. D., Shreyas, S. A., & Gowranga, K. H. (2017). A smart driver alert system for vehicle traffic using image detection and recognition technique. *2017 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT)*, 1540-1543. <https://doi.org/10.1109/RTEICT.2017.8256856>
- Hayat, F., Rehman, A. U., Arif, K. S., Wahab, K., & Abbas, M. (2019). The Influence of Agile Methodology (Scrum) on Software Project Management. *2019 20th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and*

- Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, 145-149.
<https://doi.org/10.1109/SNPD.2019.8935813>
- Heimann, L., & Veliz, O. (2022). Mobile Application Development in Flutter. *Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2*, 1199.
<https://doi.org/10.1145/3478432.3499158>
- iat20. (2019, noviembre 27). ▷ Realidad aumentada. ¿Qué es? Características y tipos. *IAT*.
<https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/>
- Jiménez, J. A. A. (2023). *Sistema de reconocimiento de señales mexicanas de tránsito preventivas mediante aprendizaje de máquinas*. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/9071>
- Kim, J., Lee, B., & Jung, S.-U. (2020). An AR contents Authoring Tool with Remote Monitoring by Contextual Information. *2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia (ICCE-Asia)*, 1-3. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Asia49877.2020.9276896>
- Krishnaprasad Awala. (2023). Comparing the Performance of Flutter and ReactJS for Web Development. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 613-619. <https://doi.org/10.48175/IJARSC-8892>
- Lara, L. H., & Villarreal Benítez, J. L. (2004). LA REALIDAD AUMENTADA: UNA TECNOLOGÍA EN ESPERA DE USUARIOS. *DGSCA-UNAM*, 5(7), 9.
- Li, W., Li, Q., Gao, S., & Cai, C. (2018). Traffic Signs Detection and Augmented Reality Based on Multithreading. *2018 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)*, 86-89. <https://doi.org/10.1109/ICVRV.2018.00025>
- Loumiotis, I., Demestichas, K., Adamopoulou, E., Kosmides, P., Asthenopoulos, V., & Sykas, E. (2018). Road Traffic Prediction Using Artificial Neural Networks. *2018 South-Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Society*

- Media Conference (SEEDA_CECNSM)*, 1-5. <https://doi.org/10.23919/SEEDA-CECNSM.2018.8544943>
- Manual Señales Transito Ecuador*. (s. f.). calameo.com. Recuperado 27 de febrero de 2024, de <https://www.calameo.com/read/0051181982454343d6465>
- Marques, B., Silva, S., Alves, J., Araújo, T., Dias, P., & Santos, B. S. (2022). A Conceptual Model and Taxonomy for Collaborative Augmented Reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(12), 5113-5133. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3101545>
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. de J., & Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented Reality: Survey. *Applied Sciences*, 13(18), Article 18. <https://doi.org/10.3390/app131810491>
- Mishra, A., Raj, N., Bodhe, S., & Bajwa, G. (2022). Identifying universal safety signs using computer vision for an assistive feedback mobile application. *2022 IEEE 23rd International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)*, 285-290. <https://doi.org/10.1109/IRI54793.2022.00067>
- Montaño, D. (2023, febrero 2). *Why Use Flutter: Pros and Cons of Flutter App Development*. Waverley. <https://waverleysoftware.com/blog/why-use-flutter-pros-and-cons/>
- Morillo, Y. (2020, septiembre 26). Realidad aumentada | Qué es, ventajas, tipos y aplicaciones. *Futuro Electrico*. <https://futuroelectrico.com/realidad-aumentada/>
- Puljčan, A., Zoraja, D., & Petković, T. (2022). Simulation of Structured Light 3D Scanning using Blender. *2022 International Symposium ELMAR*, 215-220. <https://doi.org/10.1109/ELMAR55880.2022.9899809>
- Roesner, F., Kohno, T., & Molnar, D. (s. f.). *Augmented Reality: Challenges and Opportunities for Security and Privacy*.
- Saini, D., Chaudhary, G., & Gupta, V. (2021). *Computational Intelligence for Information Retrieval*. CRC Press.

- Sanches, S. R. R., Oizumi, M., Oliveira, C., Damasceno, E. F., & Sementille, A. C. (2017). Aspects of User Profiles That Can Improve Mobile Augmented Reality Usage. *2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 236-242.
<https://doi.org/10.1109/SVR.2017.38>
- Saxena, P. (s. f.). *GEO-LOCATION BASED AUGMENTED REALITY APPLICATION*.
- Sharma, S., Khare, S., Unival, V., & Verma, S. (2022). Hybrid Development in Flutter and its Widgits. *2022 International Conference on Cyber Resilience (ICCR)*, 1-4.
<https://doi.org/10.1109/ICCR56254.2022.9995973>
- Silva, R., Jesus, R., & Jorge, P. (2023). Development and Evaluation of a Mobile Application with Augmented Reality for Guiding Visitors on Hiking Trails. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/mti7060058>
- Soni, L., Kaur, A., & Sharma, A. (2023). A Review on Different Versions and Interfaces of Blender Software. *2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 882-887. <https://doi.org/10.1109/ICOEI56765.2023.10125672>
- Sun, L., Zhang, J., Chen, M., & Ma, X. (2020). Research on Problems and Countermeasures of Road Safety Development under the Trend of Population Change. *2020 5th International Conference on Information Science, Computer Technology and Transportation (ISCTT)*, 606-612. <https://doi.org/10.1109/ISCTT51595.2020.00115>
- Surinwarangkoon, T., Nitsuwat, S., & Moore, E. J. (2013). Traffic Sign Recognition System for Roadside Images in Poor Condition. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 121-126. <https://doi.org/10.7763/IJMLC.2013.V3.285>
- Syaifudin, Y. W., Hatjrianto, A. S., Funabiki, N., Liliana, D. Y., Kaswar, A. B., & Nurhasan, U. (2022). An Implementation of Automatic Dart Code Verification for Mobile Application Programming Learning Assistance System Using Flutter. *2022 International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT)*, 322-326.
<https://doi.org/10.1109/IEIT56384.2022.9967902>

- Tabernik, D., & Skočaj, D. (2020). Deep Learning for Large-Scale Traffic-Sign Detection and Recognition. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 1427-1440. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2913588>
- Teklesenbet, H. B., Demoz, N. H., Jabiro, I. H., Tesfay, Y. R., & Badidi, E. (2023). Real-time Road Signs Detection and Recognition for Enhanced Road Safety. *2023 15th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT)*, 132-137. <https://doi.org/10.1109/IIT59782.2023.10366480>
- Verdezoto, T. Z. A., Montes, F. F. C., & Medina, O. B. R. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21(2), 4-23.
- Wang, C. (2018). Research and Application of Traffic Sign Detection and Recognition Based on Deep Learning. *2018 International Conference on Robots & Intelligent System (ICRIS)*, 150-152. <https://doi.org/10.1109/ICRIS.2018.00047>
- Wang, Z. (2020). Comparisons on Scrum Team Pairing Strategies: A multi-agent Simulation. *2020 IEEE 11th International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS)*, 224-227. <https://doi.org/10.1109/ICSESS49938.2020.9237643>
- Wijaya, M., & Kurniawan, A. (2018). Evolution, Challenges, Mobile Application Tools and Framework: A Literature Review. *POSITIF : Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 4(1), 34-41. <https://doi.org/10.31961/positif.v4i1.542>
- Zollmann, S., Langlotz, T., Grasset, R., Lo, W. H., Mori, S., & Regenbrecht, H. (2021). Visualization Techniques in Augmented Reality: A Taxonomy, Methods and Patterns. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(9), 3808-3825. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.2986247>

Anexos