

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA INTERFAZ PARA EL CONTROL DE UN ROBOT
POR MEDIO DEL RECONOCIMIENTO DE PERSONAS Y OBJETOS**

PRESENTADO POR

ORTEGA QUIZHPE WILSON DARIO

ORTEGA QUIZHPE JHON CARLOS

TUTOR

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA

MARZO 2024

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y construcción de una interfaz para el control de un robot por medio del reconocimiento de personas y objetos.”, presentado por los ciudadanos Ortega Quizhpe Jhon Carlos y Ortega Quizhpe Wilson Dario, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certificamos que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo 2024.

Tutor: Mg. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo

C.I.: 0604030635

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y construcción de una interfaz para el control de un robot por medio del reconocimiento de personas y objetos”, presentado por los ciudadanos Ortega Quizhpe Jhon Carlos y Ortega Quizhpe Wilson Dario, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Ortega Quizhpe Jhon Carlos portador de la cédula de ciudadanía 1726661182 y Ortega Quizhpe Wilson Dario facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y construcción de una interfaz para el control de un robot por medio del reconocimiento de personas y objetos”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

Ortega Quizhpe Jhon Carlos

C.I.: 1726661182

Ortega Quizhpe Wilson Dario

C.I.: 0605502939

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón este trabajo a mi madre y a mi padre, por haberme apoyado en esta etapa de mi vida, han sido pilares fundamentales en mi crecimiento personal y profesional, cada uno me ha brindado la imagen de la persona que aspiro a ser, gracias por todo el tiempo y esfuerzo que me han dedicado, no me alcanzarán las palabras de la enorme gratitud que siento hacia ellos.

Ortega Quizhpe Jhon Carlos

Dedico este proyecto a mi madre y a mi querida familia, por su inquebrantable apoyo y por las palabras de ánimo que han iluminado mi camino a lo largo de mi carrera. Su amor y aliento han sido mi mayor fortaleza en los momentos difíciles y mi mayor alegría en los triunfos. Este logro es también suyo, por cada sacrificio, por cada sonrisa compartida y por cada sueño hecho realidad juntos. Gracias por estar siempre a mi lado.

Ortega Quizhpe Wilson Dario

Agradecimiento

Agradezco enormemente a cada uno de los docentes que he tenido en el transcurso de esta carrera, cada uno ha sabido brindar sus conocimientos de manera genuina, y eso ha servido de inspiración para seguirme preparando en el camino profesional, agradezco a mis hermanos y amigos, ya que gracias a ellos he podido sobrellevar distintas adversidades en el camino, me han brindado momentos de alegría, y me han enseñado la calidad humana.

Ortega Quizhpe Jhon Carlos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas y amigos que he tenido el privilegio de conocer a lo largo de mi carrera. Su compañía, amistad y apoyo han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito. Cada interacción, conversación y momento compartido ha dejado una huella imborrable. También deseo reconocer y agradecer a los docentes de la institución, cuyos conocimientos, dedicación y orientación han sido de inmenso valor para mi formación profesional. Su pasión por enseñar y su compromiso con el desarrollo de sus estudiantes han sido una inspiración constante.

Ortega Quizhpe Wilson Dario

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Planteamiento del problema	13
Descripción de la Situación Problemática	13
Formulación del Problema	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Justificación	17
Antecedentes	18
Marco Teórico	20
Electrónica	20
Robótica	20
Inteligencia Artificial	22
Programación	22
Aplicación Móvil	23
Cámara	24
Reconocimiento	25
Sistema Operativo	26
Esp32	27
Puente H	28

	8
Metodología y Desarrollo del Proyecto	30
Diseño de la Pantalla de la Interfaz	30
Disposición de Ojos en la Pantalla	31
Disposición de Elementos en el Reconocimiento de Personas	32
Creación de Contenidos Multimedia	34
Entrenamiento del Clasificador de Imágenes	35
Programación en Bloques	37
Creación de Variables	38
Cambio de Cámara	38
Personal Image Classifier	39
Condicionales del Clasificador de Imágenes	40
Tiempo de Clasificación de Personas	40
Tiempo de Clasificación de Objetos	41
Programación de Ojos	42
Exportar la Aplicación	43
Programación de Arduino IDE	44
Comunicación HTML	44
Propuesta	46
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Referencias	53
Anexos	55

Resumen

Es importante conocer la importancia de este proyecto, ya que, en la actualidad tanto la IA como los procesos de automatización van tomando más fuerza y cada vez, estas nuevas tecnologías facilitan la vida diaria de cada persona, el enfoque principal está en el desarrollo de un robot capaz de interactuar con las personas. Para lograrlo, se diseñó un programa y una interfaz utilizando MIT App Inventor. Además, se seleccionó cuidadosamente una Tablet que sería el responsable de simular la programación, esta debía tener especificaciones que pudieran soportar la programación necesaria para el proyecto. Durante la fase de pruebas, surgieron algunos desafíos, especialmente en cuanto a la estabilidad de la aplicación, la conectividad y ciertas funciones específicas. Sin embargo, se abordó cada problema minuciosamente y se realizó las correcciones necesarias para garantizar el funcionamiento óptimo del robot. De igual forma se pulió algunos detalles con respecto a la programación, por ejemplo: la velocidad de movimiento, audios predeterminados cuando el robot cumple una respectiva función, además de agregar movimiento a los brazos de este para así mejorar su autonomía. Después de resolver las fallas detectadas, el robot finalmente estuvo listo para ser presentado. Su capacidad para interactuar con el entorno circundante se demostró con éxito, y se destacó su capacidad para cumplir con el propósito previsto: la interacción efectiva con las personas.

Palabras Clave: APP, ROBOT, DETECCIÓN, SENSORES.

Abstract

It is important to know the importance of this project, since, nowadays, both AI and automation processes are gaining more strength and each time, these new technologies facilitate the daily life of each person, the main focus is on the development of a robot capable of interacting with people. To achieve this, a program and an interface were designed using MIT App Inventor. In addition, a Tablet that would be responsible for simulating the programming was carefully selected, it had to have specifications that could support the programming required for the project. During the testing phase, some challenges arose, especially in terms of application stability, connectivity and specific functions. However, each problem was thoroughly addressed and the necessary corrections were made to ensure optimal operation of the robot. We also polished some details regarding programming, for example: the speed of movement, predetermined audios when the robot fulfills a respective function, as well as adding movement to the robot's arms to improve its autonomy. After resolving the detected faults, the robot was finally ready to be presented. Its ability to interact with the surrounding environment was successfully demonstrated, and its ability to fulfill its intended purpose - effective interaction with people - was highlighted.

Keywords: APP, ROBOT, DETECTION, SENSORS.

Introducción

En la actualidad existe carencia de una interfaz o programa práctica y eficiente que permita el control intuitivo de robots utilizando una Tablet, aprovechando el reconocimiento de personas y objetos, según Peña (2017) “La operación de robots a distancia requiere una interfaz que proporcione la información adecuada en la medida adecuada, que sea intuitiva y que reproduzca de una forma fiel la información obtenida del entorno” (p. 1). Las interfaces actuales para el control de robots son complejas y no proporcionan una experiencia de usuario amigable, lo que dificulta el control y limita su adopción en ambientes domésticos y laborales.

La carencia de una interfaz específica para el control de robots mediante Tablet impide el aprovechamiento completo de las capacidades de reconocimiento de personas y objetos, limitando las posibilidades de interacción avanzada y personalización, la falta de integración entre la Tablet y el sistema de reconocimiento resulta en una pérdida de oportunidades para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y ampliar las aplicaciones prácticas de la robótica en contextos cotidianos, traduciéndose en un obstáculo para mejorar significativamente la utilidad y versatilidad de los robots.

El alto nivel de automatización y robotización de las líneas de producción modernas lleva a la búsqueda de métodos innovadores de programación y control de máquinas, esto es importante en el contexto de los robots industriales, de acuerdo con Moreno (2001):

Las nuevas tecnologías, como se las denomina coloquialmente, han supuesto una revolución en muchos campos por ejemplo la industria. También la educación no podía ser menos y estamos viviendo un espectacular desarrollo de oferta de formación a través de Internet. Campus virtuales, formación no presencial, etc., permiten aventurar un futuro

donde la formación se desplazará a través de las redes de comunicaciones y los estudiantes dejarán de hacerlo por las carreteras. (p. 7)

Esta evolución tecnológica acelerada presenta un desafío significativo para los operadores de líneas de proceso, quienes luchan por mantenerse actualizados con las capacidades cada vez más sofisticadas de las máquinas que manejan.

El constante avance en la automatización y robotización de las líneas de producción contemporáneas ha generado una necesidad imperante de encontrar enfoques innovadores para la programación y control de las máquinas, según Vilaboa (2004) “Los proyectos de automatización de procesos, representan innovaciones tecnológicas importantes, con un serio impacto en la gestión de las empresas “(p. 10). La dificultad de adaptación se ve agravada para personas mayores y de mediana edad, para quienes mantenerse al día con las nuevas tecnologías representa un reto considerable más ahora que en las industrias cada vez los procesos son automatizados.

La brecha generacional en habilidades tecnológicas crea un escenario en el que los operadores enfrentan dificultades para aprovechar plenamente las capacidades de los robots industriales, en este contexto, la falta de soluciones específicas, como una interfaz de control intuitiva y accesible, complica aún más la integración efectiva de los operadores en entornos altamente automatizados.

Planteamiento del problema

Descripción de la Situación Problemática

La situación problemática radica en la actual carencia de una interfaz práctica y eficiente que permita el control intuitivo de robots utilizando una Tablet, aprovechando el reconocimiento de personas y objetos, ya que Gómez et al. (2017) declara que “las misiones robóticas han experimentado un gran desarrollo y se han aplicado en múltiples campos,(...) estas misiones presentan dificultades ligadas a la utilización de múltiples robots, la realización de tareas complejas o el despliegue en escenarios desestructurados” (p. 28).

Las interfaces actuales para el control de robots son complejas y no proporcionan una experiencia de usuario amigable, lo que dificulta el control y limita su adopción en ambientes domésticos y laborales, la resolución de este problema requiere el diseño y la construcción de una interfaz innovadora que integre el reconocimiento de personas y objetos, posibilitando así una interacción intuitiva y facilitando la implementación exitosa de robots en diversos entornos cotidianos.

La carencia de una interfaz específica para el control de robots mediante Tablet impide el aprovechamiento completo de las capacidades de reconocimiento de personas y objetos, limitando las posibilidades de interacción avanzada y personalización, la falta de integración entre la Tablet y el sistema de reconocimiento resulta en una pérdida de oportunidades para optimizar procesos, mejorar la eficiencia y ampliar las aplicaciones prácticas de la robótica en contextos cotidianos, traduciéndose en un obstáculo para mejorar significativamente la utilidad y versatilidad de los robots.

El alto nivel de automatización y robotización de las líneas de producción modernas lleva a la búsqueda de métodos innovadores de programación y control de máquinas, esto es

importante en el contexto de los robots industriales, cuyos sistemas operativos y lenguajes de programación brindan una gran libertad en el desarrollo de software de control avanzado, la rápida aceleración del progreso tecnológico dificulta que los operadores de líneas de proceso se mantengan al día con las capacidades cada vez mayores de las máquinas que operan. Esto es especialmente relevante para las personas mayores y de mediana edad, ya que les resulta mucho más difícil mantenerse al día con las nuevas tecnologías.

El constante avance en la automatización y robotización de las líneas de producción contemporáneas ha generado una necesidad imperante de encontrar enfoques innovadores para la programación y control de las máquinas, en este contexto, los robots industriales destacan por ofrecer una gran flexibilidad a través de sus sistemas operativos y lenguajes de programación, permitiendo el desarrollo de software de control avanzado, sin embargo, esta evolución tecnológica acelerada presenta un desafío significativo para los operadores de líneas de proceso, quienes luchan por mantenerse actualizados con las capacidades cada vez más sofisticadas de las máquinas que manejan.

La dificultad de adaptación se ve agravada para personas mayores y de mediana edad, para quienes mantenerse al día con las nuevas tecnologías representa un reto considerable, la brecha generacional en habilidades tecnológicas crea un escenario en el que los operadores enfrentan dificultades para aprovechar plenamente las capacidades de los robots industriales, en este contexto, la falta de soluciones específicas, como una interfaz de control intuitiva y accesible, complica aún más la integración efectiva de los operadores en entornos altamente automatizados.

Formulación del Problema

¿Cómo el desarrollo de una interfaz para el control de un robot permite mejorar la interacción intuitiva de robots en diversos entornos cotidianos?

Objetivos

Objetivo General

Construir una interfaz de reconocimiento de personas y objetos por medio del desarrollo de una aplicación de una Tablet con sistema operativo Android.

Objetivos Específicos

- Investigar las tecnologías y algoritmos más adecuados para el reconocimiento de personas y objetos en el contexto de control de robots mediante microcontroladores.
- Desarrollar el diseño conceptual y técnico de la interfaz para el control de actuadores de corriente continua.
- Ejecutar las pruebas de funcionamiento del prototipo de la interfaz diseñada, por medio de la interacción en entornos reales.

Justificación

La propuesta del siguiente proyecto está enfocada en el desarrollo de una interfaz de reconocimiento de personas y objetos a través de una Tablet, lo que permite un fácil uso de la interfaz para el control de robots autónomos y, además, permite acercarse a la gente común. Más a entornos de robótica. Con esta innovadora solución, se busca no solo simplificar la interacción con tecnologías avanzadas, sino también democratizar el acceso a la automatización y la inteligencia artificial, abriendo nuevas posibilidades para la participación de usuarios de diversos niveles de habilidad en el emocionante campo de la robótica.

Desde el punto de vista del conocimiento, este proyecto busca adentrarse en la frontera de la investigación en robótica y la forma en que las personas interactúan con las máquinas., al desarrollar una interfaz que utiliza una tableta para controlar un robot a través del reconocimiento de personas y objetos, se trabaja en entender mejor cómo integrar de manera más efectivas tecnologías emergentes, al implementar algoritmos de reconocimiento y control mediante microcontroladores, junto con el uso de una tableta como interfaz, se busca avanzar no solo en las posibilidades tecnológicas sino también en métodos más comunes para mejorar la interacción entre humanos y robots.

Desde la perspectiva social, este proyecto busca cambiar la forma en que las personas se relacionan con la tecnología robótica, la idea de una interfaz basada en el reconocimiento de objetos y personas través de una tableta responde a la creciente necesidad de interfaces más fáciles de usar, lo que permite simplificar la forma en que las personas interactúan con los robots, especialmente para aquellos sin experiencia previa, promoviendo el uso de esta tecnología en diversos contextos, desde el hogar hasta en entornos educativos.

Antecedentes

A lo largo de los años la relación entre la educación y la robótica ha sido objeto de creciente interés en las últimas décadas. A medida que la tecnología avanza a pasos agigantados, se ha vuelto cada vez más evidente que la integración de la robótica en el ámbito educativo puede ofrecer numerosos beneficios tanto para estudiantes como docentes, de acuerdo con Arricta et al., (2019) se establece que:

En América Latina, las políticas educativas han propuesto como medida determinante para la renovación y el avance del sistema educativo la integración de tecnologías a través de inversiones y equipamiento en las escuelas. Esto responde a las crecientes demandas sociales y económicas, que buscan una actualización pedagógica sostenible, considerando también la preservación del medio ambiente con un toque sostenible, cuidando así el medio ambiente. (p. 3)

La introducción de tecnologías en el ámbito educativo en América Latina como estrategia para mejorar la calidad de la educación y satisfacer las necesidades sociales y económicas en un contexto de modernización pedagógica sostenible, refleja un enfoque progresista y adaptativo hacia la transformación educativa en la región. Es fundamental reconocer el papel crucial que desempeñan las inversiones en tecnología y equipamiento escolar para impulsar el desarrollo educativo, promover la innovación y garantizar un futuro más próspero y equitativo para las generaciones venideras.

La evolución tecnológica y educativa han evolucionado significativamente a lo largo del tiempo esta evolución ha sido impulsada por avances tecnológicos, de acuerdo con Miglino et al., (1999), establece que:

Durante la última década, tanto investigadores como empresas han ideado y creado diversos conjuntos para la construcción de robots, con el propósito de estimular el aprendizaje de

conceptos y métodos relacionados con la educación en disciplinas científicas como matemáticas, física, informática y mecánica. Estos kits contienen componentes como pequeños motores, sensores simples, ruedas, engranajes y otros elementos necesarios para que los estudiantes puedan construir robots. Ejemplos de productos incluyen LEGO Dacta y LEGO CyberMaster, que permiten la conexión del robot a un ordenador personal a través de cables o equipamiento de radio para facilitar su control. Recientemente, se ha desarrollado LEGO Mindstorms, que posibilita la creación de robots autónomos con capacidades de control internas. (p. 2)

Trasladar este nuevo modo de percepción de la realidad a los niños, o en general, a personas ajenas a la investigación científica, requiere nuevas herramientas de enseñanza. La importancia de esta tarea es evidente: no estamos hablando de nuevas nociones o conceptos, sino que de nuevos modos de observación y razonamiento que puedan ayudar a las personas a evaluar con más atención la realidad en la que viven. (Miglino et al., 1999, p. 3)

La evolución de los conjuntos para la construcción de robots ha representado un avance significativo en la integración de la tecnología en la educación ya que ha demostrado ser una herramienta efectiva para promover el aprendizaje de disciplinas científicas clave, como matemáticas, física, informática y mecánica, al proporcionar a los estudiantes la oportunidad de construir y programar sus propios robots.

Marco Teórico

Electrónica

La electrónica es una ciencia que se centra en el estudio y la aplicación de los circuitos eléctricos que utilizan componentes activos para controlar la corriente eléctrica, como los transistores y los diodos, de acuerdo con Queipo (2008) “la industria electrónica es indudablemente una de las más dinámicas en términos tecnológicos en la actualidad y es muy probable que continúe siéndolo en los próximos años” (p. 25). Esta disciplina juega un papel fundamental en el desarrollo de tecnologías que van desde dispositivos electrónicos de consumo hasta sistemas de comunicación y computación de última generación.

Figura 1

Electrónica



Nota. La electrónica avanza a pasos agigantados en la industria. Reproducido de ¿Qué es la Electrónica Digital?, por J. Navarro, 2015

(<https://blog.udlap.mx/blog/2015/03/20/queeslaelectronicadigital/>).

Robótica

La robótica es un campo que fusiona la ingeniería, la informática y la ciencia para crear y operar robots, dispositivos capaces de ejecutar tareas complejas en diversos entornos, de acuerdo con Hernández, (2019):

La robótica ha experimentado un gran avance en los últimos años, impulsados

principalmente por su versatilidad en la mejora de procesos y técnicas en diversos ámbitos industriales, como la logística, la salud, la educación, la administración, las finanzas y agricultura. La robótica combina diversas disciplinas, como la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial, la ingeniería de control y la física (p. 19).

El notable progreso de la robótica en años recientes se debe en gran medida a su capacidad para optimizar procesos y técnicas en una amplia gama de sectores industriales, incluyendo logística, salud, educación, administración, finanzas y agricultura. Este campo interdisciplinario fusiona conocimientos de mecánica, electrónica, informática, inteligencia artificial, ingeniería de control y física para impulsar innovaciones significativas que están transformando la forma en que se interactúa con la tecnología.

Figura 2

Robótica



Nota. La robótica agiliza muchos procesos en las diferentes industrias. Reproducido de Qué es la robótica, por D. Echeró, 2021 (<https://www.que.es/2021/03/15/que-es-robotica/>).

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) se concentra en la creación de sistemas y dispositivos que pueden ejecutar funciones típicamente asociadas con la inteligencia humana, de acuerdo con Pedraza, (2023) “la inteligencia artificial (IA) es un área de investigación que se dedica a desarrollar sistemas y aparatos con la capacidad de emular y perfeccionar las habilidades humanas, tales como el aprendizaje, la adaptación y la toma de decisiones” (p. 12-17). La IA representa un campo en constante evolución que busca no solo imitar, sino también mejorar las capacidades humanas clave como el aprendizaje, la adaptación y la toma de decisiones.

Figura 3

Inteligencia artificial



Nota. La IA es muy usada en el campo de la educación, debido a que proporciona información de manera más precisa. Reproducido de Inteligencia Artificial y Sesgos, por N. Bonina, 2022 (<https://economis.com.ar/inteligencia-artificial-y-sesgos/>).

Programación

La programación es el proceso de crear instrucciones para que una computadora ejecute tareas específicas, de acuerdo con Jugaru (2014):

Para satisfacer las necesidades del usuario en su computadora o resolver un problema específico, es necesario encontrar un software adecuado que realice la tarea deseada con

precisión, o bien desarrollar un programa que lo haga. Este proceso de desarrollo de programas se conoce como "programación". Sin embargo, la programación no se limita únicamente a la redacción del código, sino que implica una serie de actividades destinadas a garantizar que el código escrito sea correcto, robusto y cumpla con los objetivos para los que fue diseñado. (p. 2)

La programación es un proceso esencial para satisfacer las necesidades del usuario o resolver problemas específicos, ya sea a través de la búsqueda de software existente o el desarrollo de programas personalizados. Implica más que simplemente escribir código, ya que requiere una serie de tareas para garantizar la corrección y eficacia del programa resultante.

Figura 4

Programación



Nota. La programación ayuda a resolver problemas a través de programas personalizados.

Reproducido de ¡5 tipos de programación en informática!, por M. Cano, 2020

(<https://devloteq.com/tipos-de-programacion-en-informatica/>).

Aplicación Móvil

Las aplicaciones móviles han revolucionado la forma en que se interactúa con la tecnología y el mundo que rodea a los seres humanos. Estos programas diseñados para dispositivos móviles como smartphones y tablets ofrecen una amplia gama de funcionalidades,

de acuerdo con Cuello y Vittone (2013) “una aplicación es simplemente un tipo de software. Para simplificar este concepto, se podría equiparar las aplicaciones en dispositivos móviles con lo que los programas son en computadoras” (p. 14). Las aplicaciones móviles, al igual que los programas en computadoras, son esenciales en la actualidad para la funcionalidad y versatilidad de nuestros dispositivos. Su papel en facilitar tareas, brindar entretenimiento y mejorar la productividad es fundamental en nuestra vida cotidiana.

Figura 5

Aplicaciones móviles



Nota. El desarrollo de las aplicaciones en la actualidad permite realizar acciones más complejas. Reproducido de Las mejores aplicaciones poco conocidas de la Play Store | Android, por A. Acosta, 2024 (<https://androidayuda.com/aplicaciones-poco-conocidas/>).

Cámara

La cámara digital es un aparato tecnológico que ha transformado la manera en que se registra y se comparte instantes. Al poder guardar fotografías y videos de excelente resolución, las cámaras digitales brindan una flexibilidad y practicidad que las convierten en elementos esenciales en la actualidad de la fotografía, de acuerdo con Ananenko (2016):

La cámara consiste en un sistema óptico compuesto por un grupo de lentes y el diafragma de apertura. Las lentes del objetivo dirigen los rayos de luz hacia un punto específico conocido

como imagen. Al enfocar un objeto distante (infinito), se ajusta el enfoque para que coincida con el sensor de la cámara y así lograr una imagen clara. (p. 9)

La cámara, como sistema óptico, utiliza lentes y un diafragma de apertura para proyectar la luz y formar una imagen. El proceso de enfoque adecuado, al coincidir el punto focal con el sensor, es fundamental para obtener fotografías nítidas y precisas, se demuestra la importancia de la óptica en la captura de imágenes de calidad en dispositivos fotográficos.

Figura 6

Cámara digital



Nota. El avance en la tecnología y el desarrollo de las cámaras han permitido obtener imágenes más nítidas. Reproducido de Los tres grandes smartphones con cámara de fotos frente a frente: Lumia 1020, Galaxy S4 Zoom y Xperia Z1, por J. Penalva, 2013 (<https://www.xataka.com/analisis/los-tres-grandes-smartphones-con-camara-de-fotos-frente-a-frente-lumia-1020-galaxy-s4-zoom-y-xperia-z1>).

Reconocimiento

El reconocimiento de imágenes es una rama de la inteligencia artificial que se enfoca en desarrollar sistemas capaces de identificar y clasificar objetos, patrones o características en imágenes digitales. Utilizando algoritmos y redes neuronales, el reconocimiento de imágenes permite a las máquinas interpretar visualmente su entorno, de acuerdo con Aramendiz et al.,

(2020) “uno de los desafíos más difíciles al trabajar en proyectos que involucran técnicas avanzadas de inteligencia artificial es la creación e implementación de modelos en entornos de producción” (p. 2). La implementación de modelos de inteligencia artificial en entornos de producción representa un desafío significativo en proyectos que incorporan técnicas avanzadas de IA. La complejidad radica en la creación y despliegue efectivo de estos modelos para garantizar su funcionamiento óptimo y su integración exitosa en aplicaciones del mundo real.

Figura 7

Reconocimiento de imágenes



Nota. El reconocimiento de imágenes es usado en sistemas de seguridad. Reproducido de Two Factor (Facial) Authentication: The New Standard, por J. Meeks, 2021 (<https://www.wicketsoft.com/guides/blog-two-factor-authentication/>).

Sistema Operativo

Un sistema operativo es un conjunto de software que administra los recursos físicos de un ordenador, como la CPU y la memoria, para facilitar su uso y garantizar su correcto funcionamiento al interactuar con el hardware y el software, de acuerdo con Naty (2004):

Un sistema Operativo (SO) se compone de un conjunto de rutinas o extensiones de software diseñadas para administrar y controlar el hardware de un sistema. Principalmente, está

formado por rutinas de control que operan una computadora y crean un entorno para la ejecución de programas. (p. 2)

Es esencial para la gestión eficiente del hardware de un sistema informático al proporcionar las rutinas y controles necesarios para su funcionamiento. Además, crea un entorno propicio para la ejecución de programas, facilitando así la interacción entre el usuario y la máquina de manera efectiva y organizada.

Figura 8

Sistema operativo



Nota. Los sistemas operativos en la actualidad incluyen IA. Reproducido de EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS, por Y. Calvo, 2024 (<https://www.timetoast.com/timelines/evolucion-de-los-sistemas-operativos-5bff1af5-fcf4-4a43-9d1f-f8e1812569a3>).

Esp32

El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento que ha ganado popularidad en el mundo de la electrónica y la IoT (Internet de las cosas), de acuerdo con Hercog (2023):

El ESP32 es compatible con varios lenguajes de programación y entornos de desarrollo.

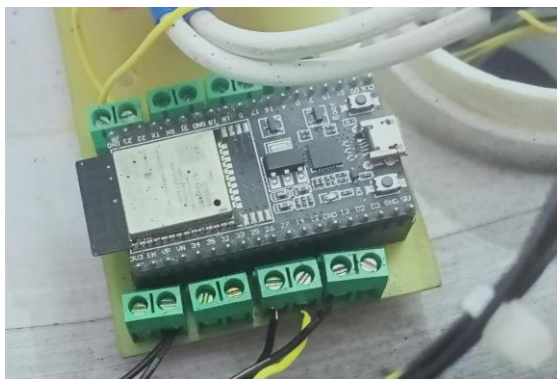
El más comúnmente utilizado es C++, y se puede programar tanto con el Arduino IDE

como con PlatformIO. Además, ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) ofrece un conjunto completo de bibliotecas y herramientas específicamente diseñadas para el desarrollo en ESP32. En el mercado varios módulos están basados en el chip ESP32. Algunos de estos módulos ya vienen equipados con sensores integrados, lo que simplifica la incorporación de capacidades de detección en proyectos de IoT. (p. 5)

El ESP32 ofrece una amplia versatilidad en términos de programación y desarrollo, gracias a su compatibilidad con varios lenguajes y entornos. Además, los módulos basados en ESP32, como el TTGO T8 de LilyGO, brindan funcionalidades adicionales, como la capacidad de conexión de tarjetas SD, lo que los hace ideales para una variedad de aplicaciones en el ámbito de la IoT.

Figura 9

ESP32



Nota. El esp32 es un microcontrolador muy utilizado en LOT, elaboración propia.

Puente H

Un puente H es un dispositivo electrónico diseñado para gestionar la polaridad y la intensidad del flujo de corriente en un motor eléctrico, permitiendo así controlar tanto su dirección de rotación como su velocidad., de acuerdo con Marcial y Valles (2020):

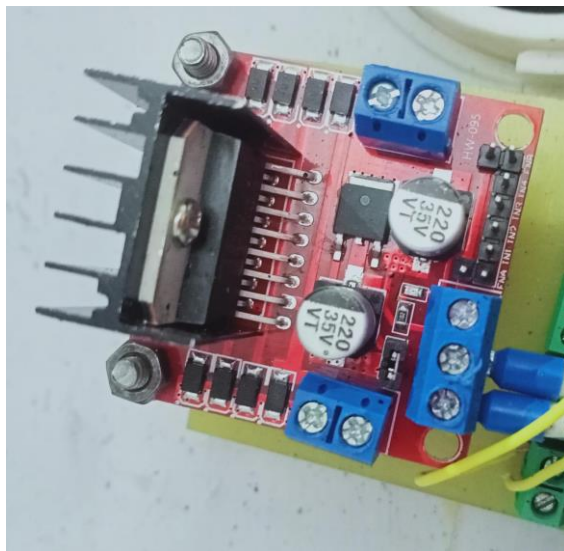
El puente H se constituye a partir de cuatro MOSFETs dispuestos en dos ramas. Con la

aplicación adecuada de activación de estos MOSFETs en pares, se logra convertir una corriente continua proveniente de la parte superior del circuito en una corriente alterna a la frecuencia deseada en la parte inferior del mismo. (p. 9)

Así pues, el puente H, mediante la activación controlada de MOSFETs, facilita la conversión de corriente continua en corriente alterna a la frecuencia deseada, ofreciendo una solución versátil para diversas aplicaciones de control de motores eléctricos.

Figura 10

Puente h



Nota. El puente h es un circuito formado por transistores que permite el control de motores DC, elaboración propia.

Metodología y Desarrollo del Proyecto

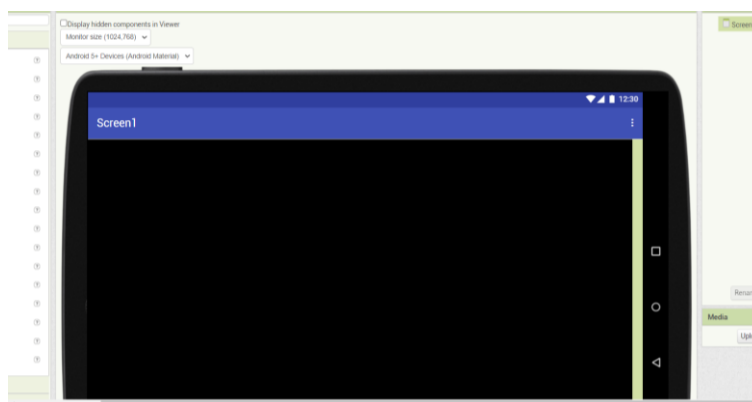
El objetivo de este proyecto es la construcción de una interfaz que permita el reconocimiento de personas y objetos mediante la aplicación de una Tablet, centrándose especialmente en su aplicabilidad en entornos de control de robots con microcontroladores.

Diseño de la Pantalla de la Interfaz

Se creó la plantilla en blanco de la interfaz de la aplicación en el software Mit AppInventor, en el que se determinó que el color del fondo sería negro, además del tamaño de la pantalla, que en este caso corresponde a 1024 x 768 píxeles, tamaño adecuado para una Tablet con una pantalla de 10 pulgadas, además se determinó la posición que tendrá la aplicación al ejecutarse, que en este caso será horizontal, debido al tipo de robot para el que está pensado, se utilizó este programa debido a la libertad que permite al momento de crear aplicaciones que realicen múltiples tareas en simultáneo, la posibilidad de exportar el proyecto realizado de manera gratuita en formato “.apk”, compatible con dispositivos Android y la facilidad de usar extensiones que permiten crear aplicaciones más complejas.

Figura 11

Plantilla de la aplicación



Nota. Plantilla de la aplicación con una medida de 1024 x 768 píxeles, ideal para una Tablet, elaboración propia.

Disposición de Ojos en la Pantalla

En la plantilla en blanco, es necesario generar disposiciones, los cuales sirven como contenedores de las imágenes, botones, textos, o en este caso gifs, así se generó tres disposiciones horizontales, la primera con una medida de 200 pixeles de alto x el ancho del contenedor, es decir 768 pixeles, el color de este contenedor será por defecto, el segundo contenedor tiene una medida de 250 pixeles de alto x 768 de ancho, este contenedor será de color negro y dentro de este se colocó una interfaz de usuario de tipo imagen, ya que este contenedor servirá como recipiente de los ojos, a continuación se generó la última disposición horizontal con una tamaño de 180 pixeles x 768, de esta forma se consigue que los ojos se encuentren de manera centrada en la pantalla, y a su vez la imagen que se proyecta en la interfaz de usuario agregada, tendrá un fondo negro, de esta manera toda la pantalla se verá de color negro, a excepción de los ojos.

Figura 12

Disposiciones horizontales



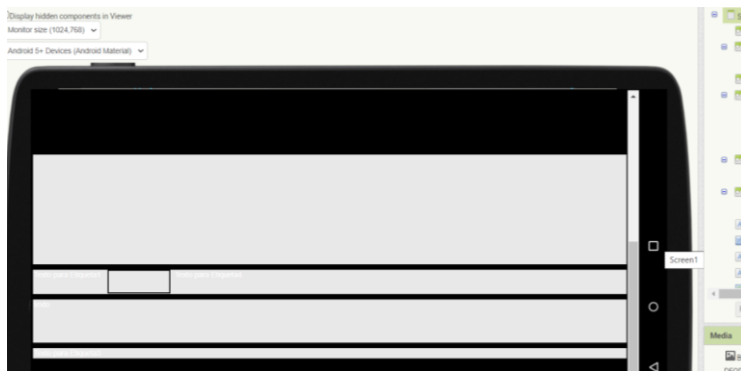
Nota. Disposiciones generadas para la ubicación de los botones, elaboración propia.

Disposición de Elementos en el Reconocimiento de Personas

A continuación de la última disposición horizontal generada, es necesario generar elementos que servirán para visualizar los datos que se utilizaran en el reconocimiento de personas y objetos más adelante, es por ello que se colocó una disposición horizontal de 40 x 768 pixeles, y seguidamente se agregaron dos interfaces de usuario de tipo “Label”, con los nombres de Etiqueta 1 y Etiqueta 4 respectivamente, las cuales permiten mostrar texto y/o números, debido a que el fondo de la pantalla es de color negro se colocó una pequeña disposición horizontal entre los dos, además de cambiar el color de texto a blanco para que se pueda observar sobre el fondo negro y para evitar que el texto se coloque de manera continua, se generó un espacio en blanco que permite la mejor legibilidad de los datos mostrados en cada uno de los Label o etiquetas generadas, en este apartado también se determina el tamaño de las letras, a continuación se generó otra disposición horizontal, pero esta vez de 10 pixeles x 768, en el cual se colocó una Etiqueta 3, de esta forma se finalizan las Etiquetas que se utilizarán para mostrar datos.

Figura 13

Etiquetas de texto



Nota. Etiquetas de texto para el tratamiento de datos obtenidos, elaboración propia.

A continuación, se procede a añadir una interfaz de usuario Web Viewer, este tipo de interfaz permite activar la cámara del dispositivo, luego de arrastrar el componente debajo de los Etiquetas de texto creadas, se determina el tamaño que tendrá el contenedor de la cámara, en este caso 150 pixeles de alto x 100 de ancho y debe marcarse la casilla “visible” de este modo se asegura que la imagen que capte la cámara sea mostrada en el recuadro antes creado.

Figura 14

WebView

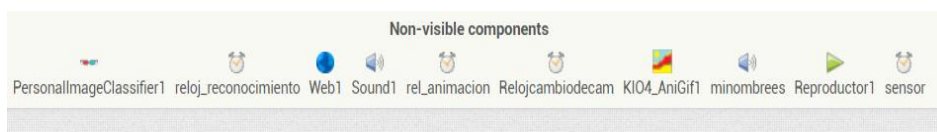


Nota. Interfaz de usuario Web Viewer colocada en la pantalla, elaboración propia.

Luego se colocan los elementos que no serán visibles en pantalla, pero si serán necesarios para cumplir los requerimientos que se necesitan para ejecutar las tareas dentro de la aplicación, las extensiones, entre estos elementos se encuentran, cronómetros, reproductores de archivos MP3, reproductores de audio, elementos propios del software de Mit AppInventor, pero es necesario agregar extensiones que servirán para cumplir tareas más complejas, de esta forma se añade la extensión Personal Image Classifier y KIO4_AniGif1.

Figura 17

Elementos no visibles



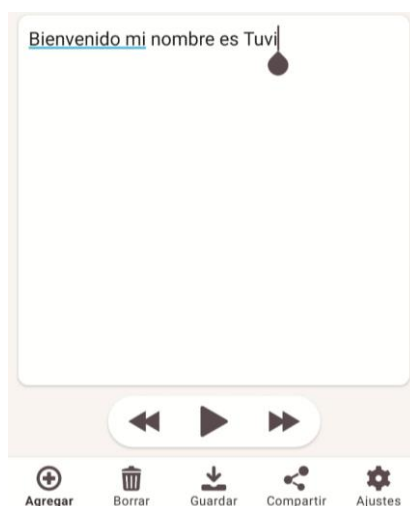
Nota. Elementos y extensiones no visibles de la aplicación, elaboración propia.

Creación de Contenidos Multimedia

Los contenidos de audio que se ocuparan en la ejecución de la aplicación pueden ser propios o descargados de internet, en esta se generan los audios que serán utilizados a través de un lector de texto a voz, en el que se escribe el texto que se desea que sea leído y a continuación se descarga, luego se transforma el audio generado a un formato que el software lo admita, en este caso es el formato MP3.

Figura 15

Creación de audios para la aplicación



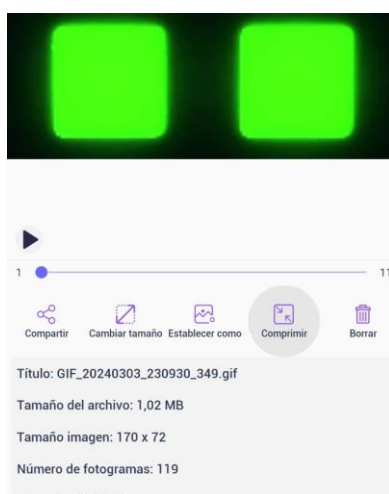
Nota. Creación de los audios multimedia en formato MP3, elaboración propia.

Continuando con la creación de contenidos multimedia se tiene la creación del gif animado que será utilizado como los ojos del robot, para esto se genera un video en el cual se tengan las expresiones y movimientos de los ojos, después se transforma este video de manera que la resolución sea la adecuada para que se adapte al tamaño de la Tablet y genere la percepción de ojos, por eso se generan distintos tipos de movimientos de ojos, los cuales serán utilizados dependiendo las condiciones que se les asigne a cada uno en momentos específicos, entonces el video con las expresiones debe ser recortado en partes, de tal modo que se obtengan

distintas expresiones en videos individuales, lo siguiente es transformar estos videos, en el formato que se requiera, en este caso es el gif, así que el video de cada una de las emociones debe ser transformado en un programa diseñado para convertir videos en gif, dentro de este programa se puede cambiar distintos parámetros del gif, para este caso se modificó la resolución de salida a una resolución que sea compatible con la Tablet.

Figura 16

Animación de ojos



Nota. Gif de ojos con una resolución compatible con la Tablet, elaboración propia.

Para finalizar este apartado, se agregan los contenidos multimedia que servirán como recursos en de la aplicación que le permite reproducir sonidos, mostrar imágenes o desarrollar distintos tipos de contenidos, estos recursos, están diseñados para mejorar la experiencia del usuario, cabe recalcar que cada uno de los contenidos debe ser etiquetado de forma que facilite encontrarlos cuando se realice la programación.

Entrenamiento del Clasificador de Imágenes

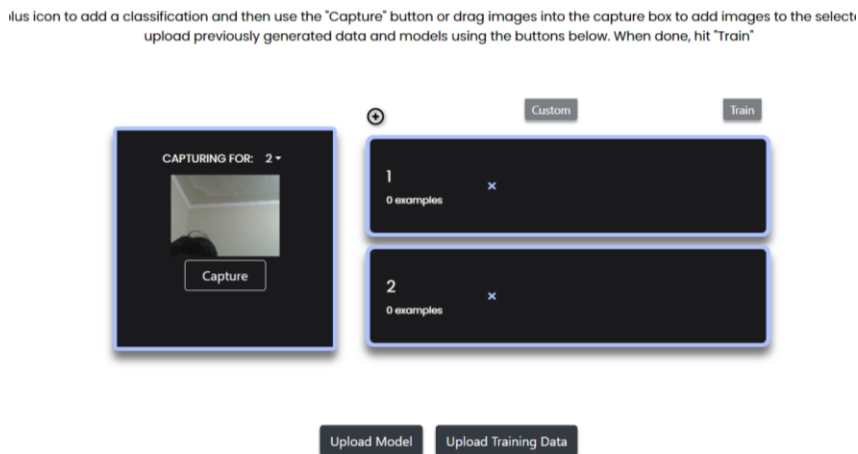
Para la detección de personas y objetos, se hará uso de la extensión Personal Image Classifier, el cual permite catalogar imágenes por el porcentaje de similitud, la extensión se

puede descargar desde el sitio web proporcionado por el propio software, simplemente se debe buscar el nombre de la extensión, seguido por el nombre del software, y en la primera opción se podrá descargar el archivo .aix, formato de las extensiones soportadas por mit app inventor, pero no basta con descargar la extensión y agregarla a la aplicación es de suma importancia generar un modelo en el que el clasificador de imágenes deba basarse para clasificar las imágenes que detecte, por ello hay que dirigirse a la página web del clasificador de imágenes de mit app inventor, en el se pedirá acceso a la cámara y después de darle acceso se nombra la clasificación que recibirán un cierto grupo de imágenes, de esta manera se nombra como “1” a las imágenes que se capturen y contengan rostros, gestos, manos, piernas, pies, es decir todo lo que se requiere que se catalogue como personas, luego se agrega un segundo grupo de imágenes, el cual tendrá como nombre “2”, en este grupo se colocaran todas aquellas imágenes que no contengan personas ni nada similar, así se colocan imágenes de aulas vacías, paredes, mesas, sillas, etc., una vez finalizada la carga de imágenes, se selecciona la opción “train” , el sitio web comenzará a cargar y después de finalizar la carga se podrá verificar la clasificación de las imágenes en tiempo real y de forma online, para ello simplemente debe colocarse el usuario frente a la cámara del computador, luego, se debe mostrar una algún objeto, persona, o alguna imagen similar a la que se cargó en cualquiera de los dos grupos antes creados, seguidamente se debe pulsar en la opción de “captura” el sitio web tomará una captura instantánea y en base a las imágenes cargadas catalogara el resultado en base al porcentaje de coincidencia, es decir, si se tiene mayor coincidencia con las imágenes del grupo 1 que del grupo 2, lo marcará como acierto al grupo 1, y si la imagen que captura no se parezca a ninguna, el programa tratara de clasificarlo con las características de coincidencia mínimas a cualquiera de los dos grupo, es por ello que es necesario realizar múltiples pruebas de reconocimiento, colocando imágenes en distintos

ángulos, con distintos niveles de luz y acercando y alejando la imagen, de esta forma se puede tener una clasificación más real y en caso de que en alguna imagen que se presente frente a la cámara sea catalogada a un grupo al que se considere no perteneces, se puede solucionar cargando esas imágenes al grupo que el usuario crea que corresponde y de esta forma mejorar la clasificación hasta que cumpla los requerimientos, una vez se ha probado el modelo y cumple con el funcionamiento que se requiere, se debe descargar el modelo, para eso simplemente se selecciona la opción “modelo de exportación”, se descargara automáticamente un archivo tipo mdl, el cual debe cargarse en mit app inventor y posteriormente colocarlo dentro de la extensión personal image classifier.

Figura 17

Entrenamiento del clasificador de imágenes



Nota. Entrenamiento del clasificador de imágenes a través de imágenes tomadas en distintos entornos, elaboración propia.

Programación en Bloques

La programación en bloques en MIT App Inventor implica un método visual y de arrastrar y soltar para crear aplicaciones móviles sin necesidad de escribir código convencional,

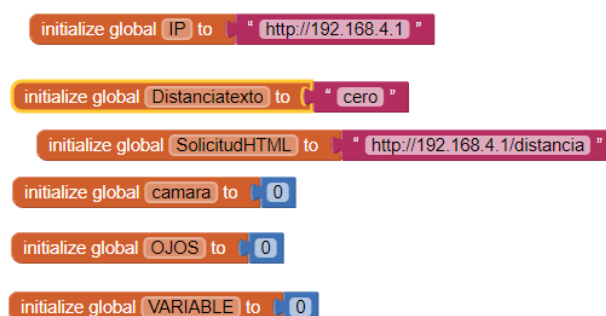
en lugar de emplear un lenguaje de programación tradicional, MIT App Inventor utiliza bloques gráficos que representan funciones y acciones.

Creación de Variables

Las variables son elementos que permiten almacenar información, esta información puede incluir, verdadero o falso, número, y texto, de esta forma se generaran 5 variables, dos de texto, y 3 de números las cuales tendrán el valor asignado de 0, las variables de texto serán para evitar repetir textos que se utilizaran seguido en la programación de esta forma, el código se hace más compacto, y las variables con números servirán para generar bucles.

Figura 18

Creación de variables



Nota. Variables globales que se usarán en el desarrollo de la aplicación, elaboración propia.

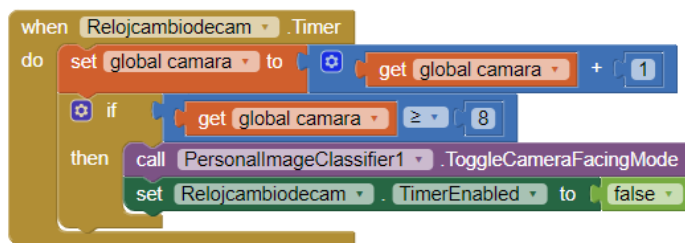
Cambio de Cámara

Para empezar con la programación de bloques es importante que la aplicación inicie la cámara, pero la aplicación en automático enciende la cámara trasera, y debido al modelo de robot para el que está pensado, la cámara a utilizar será la cámara delantera, es por eso que se generará un bucle automático que se active cuando se inicie la aplicación, para ello se selecciona un Timer antes creado, este tendrá el nombre de cambio de cámara, dentro de este bloque se generará un contador de segundos, y al pasar 8 segundos, se activará en forma de botón automático para

cambiar la cámara trasera por la delantera, y una vez se complete este pequeño bucle, se desactiva quedando de forma permanente la cámara delantera.

Figura 19

Creación de bucle



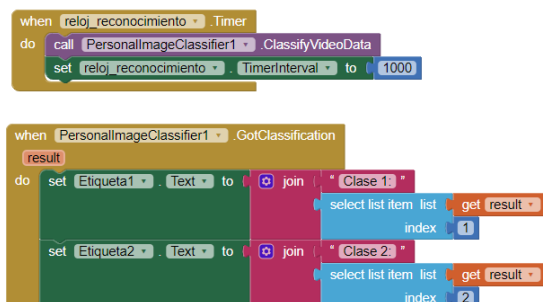
Nota. Bucle de bloques que generan el cambio de cámara automatizado, elaboración propia.

Personal Image Classifier

Una vez generadas las variables, se empieza a generar los bloques que servirán para el reconocimiento de personas y objetos, para ello se empieza seleccionando sobre la extensión de la extensión del reconocimiento de personas y seguidamente se selecciona la opción “when PersonallImageClassifier. Got Classification”, en este bloque se determinará las acciones que hará la extensión antes mencionada, así que los siguientes bloques a añadir pertenecen a las etiquetas de texto, se añade la etiqueta 1 y la etiqueta 2, estas etiquetas se encargaran de clasificar los resultados, la primera etiqueta será la clasificación de personas, y la etiqueta número 2 será la etiqueta de los objetos, de esta manera ya se tiene un clasificador de imágenes, el cual funciona cuando la cámara detecta un toque, es decir que el reconocimiento no se ejecutará de manera automática, es por ello que se generará un segundo bloque con un timer, de esta forma se añade un segundo bloque, el cual simule el presionar el botón de clasificación, de esta manera el reconocimiento funcionará de manera automática cada cierto tiempo.

Figura 20

Creación de bucle



Nota. Bucle de bloques que accionan el clasificador de imágenes, elaboración propia.

Condicionales del Clasificador de Imágenes

Ahora se debe generar condiciones del tipo “if, y else”, de esta manera se podrá designar acciones dependiendo del resultado obtenido, de esta manera se designa que cuando detecte la clasificación como “1”, sea persona, y si no, será objeto, además se agrega un procedimiento extra en cada uno, esto permite reducir el número de bloques que se encuentren juntos.

Figura 21

Creación de condiciones



Nota. Condicionales creadas para que se accionen en diferentes situaciones, elaboración propia.

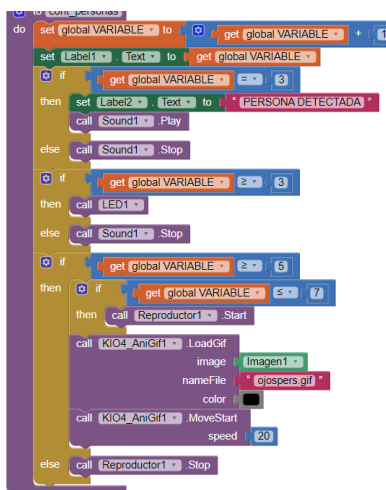
Tiempo de Clasificación de Personas

Los procedimientos permiten crear bloques individuales, los cuales pueden ser ejecutados al ser llamados por otros bloques, de esta forma se reducen los bloques visibles, generando una programación más ordenada, de esta forma se generará un procedimiento llamado con personas,

este contador detectará “1” o “persona”, y seguidamente ejecutará una secuencia de acciones, entre ellas se encuentra, contar el tiempo de detección, de esta manera cuando se detecte “personas” por más de 3 segundos, se ejecuta un audio multimedia que expresa el saludo, además que envía una solicitud HTML, esta solicitud corresponde a la dirección IP del controlador a usar, de esta forma la dirección IP, será de 192.168.4.1, la cual generará una orden de movimiento, en este caso el stop, además luego de que la detección aumente a 5 segundos, la animación de los ojos cambiará a unos ojos distintos, esto para demostrar que el programa ha detectado por completo a una persona, y todo este procedimiento se ejecutará siempre y cuando el clasificador de imágenes detecte a “persona” ,

Figura 22

Procedimiento de conteo de personas



Nota. Bloques de programación del procedimiento de conteo cuando se detecte “persona”, elaboración propia.

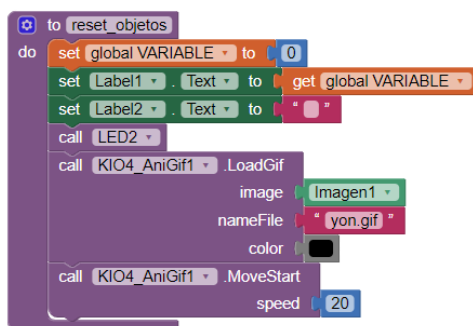
Tiempo de Clasificación de Objetos

Una vez se crea el procedimiento de personas, se debe generar el conteo de personas, que servirá como un reste, este contador de personas se activará cada que el clasificador de imágenes

no detecte personas, este bloque es el encargado de reiniciar el contador del contador de personas, y también envía otra solicitud HTML distinta, la cual será la encargada de dar movimiento al robot.

Figura 23

Procedimiento de conteo de objetos



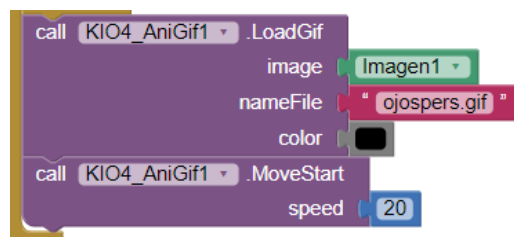
Nota. Bloques de programación del procedimiento de conteo cuando se detecte “objeto”, elaboración propia.

Programación de Ojos

La animación de los ojos es muy importante, ya que este será la única parte visible del robot, por lo que debe estar en constante funcionamiento, para generar este bloque de animación es necesario generar un bloque utilizando la extensión de GIF añadida anteriormente, en este bloque, se determina en que cuadro se mostrarán todas las animaciones de los ojos, por ello se selecciona la imagen 1, la cual está en la posición exacta para simular los ojos, después se debe añadir otro bloque el cual indicará cual de todos los gifs disponibles deben reproducirse, para ello es necesario selecciona nuevamente el cuadro de imagen 1, luego se escribe el nombre exacto de la animación que se requiera, y después se selecciona el color de fondo que tendrá el gif, en este caso, debido a que la plantilla es de color negra, el fondo también se lo coloca de la misma manera.

Figura 24

Bloque de animación de ojos



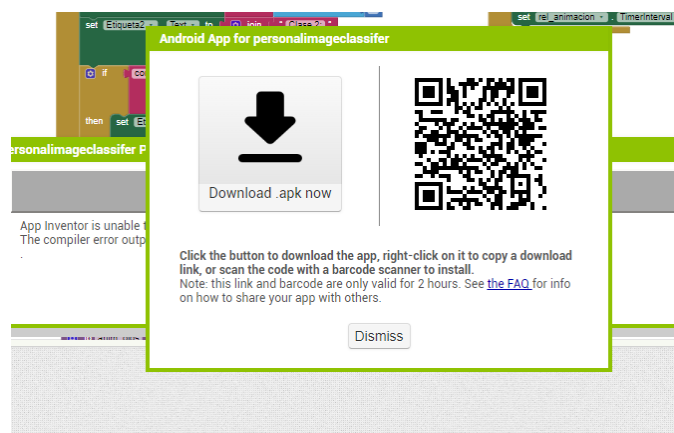
Nota. Bloque de animación de ojos, con sus respectivos parámetros modificados, elaboración propia.

Exportar la Aplicación

Una vez finalizada la programación de bloques se debe exportar la aplicación en un formato compatible con Arduino, este caso se exportará en tipo “apk”, para ello hay que presionar sobre “Build” en la parte superior del programa, luego se selecciona Android apk, y empezará a empaquetar, después de un corto tiempo permitirá la descarga por código QR o descargar en la computadora.

Figura 25

Exportación de la aplicación



Nota. Pantalla de exportación de aplicaciones en formato “api”, elaboración propia.

Programación de Arduino IDE

Una vez finalizada la programación de bloques, es necesario generar un código que sirva para crear una comunicación HTML entre la aplicación creada y la tarjeta electrónica, para este caso se generará el código para una esp32, para ello se genera una programación que contenga el movimiento de motores, adelante, atrás, izquierda, derecha y stop.

Figura 26

Código de movimiento de motores

```

}

void moveForward() {
  digitalWrite(motor1IN1, LOW);
  digitalWrite(motor1IN2, HIGH);
  analogWrite(motor1EN, 255);

  digitalWrite(motor2IN3, LOW);
  digitalWrite(motor2IN4, HIGH);
  analogWrite(motor2EN, 255);
}
void moveBackward() {
  digitalWrite(motor1IN1, HIGH);
  digitalWrite(motor1IN2, LOW);
  analogWrite(motor1EN, 255);

  digitalWrite(motor2IN3, HIGH);
  digitalWrite(motor2IN4, LOW);
  analogWrite(motor2EN, 255);
}

```

Nota. Programación para el control de dos motores, movimientos básicos, elaboración propia.

Comunicación HTML

Una vez se tengan los movimientos de motores básicos, se procede a generar una conexión HTML, para ello se hace uso de bibliotecas de conexión wifi, y otra biblioteca de servidor web, esto para que pueda recibir solicitudes de manera simultánea, de este modo se tiene la biblioteca Wifi.h y la biblioteca ESPAsyncWebServer.h, luego se activa el modo AP del esp32, o modo de punto de acceso, esto permite que la tarjeta cree un punto de acceso wifi, de esta manera no se necesita una conexión Wifi externa, luego se configura el punto de acceso, se coloca el nombre de la red y la contraseña, de este modo la Tablet puede conectarse a la esp32 por medio de wifi, luego se agregan solicitudes, las solicitudes serán enviadas por la aplicación

creada en Mit app inventor y de esta forma, en base a que solicitud se reciba, el código activará el movimiento de motores que se desea conseguir, además hay que añadir una respuesta, por ejemplo al recibir la solicitud “forward” al servidor, este responderá con “movimiento hacia adelante”.

Figura 27

Código de movimiento de motores

```
// Manejadores de ruta para controlar el movimiento de los motores y los LEDs
server.on("/forward", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
  Serial.println("Recibida solicitud /forward");

  moveF                orward();
  request->send(200, "text/plain", "Motores hacia adelante"); // Respuesta de texto
});

server.on("/backward", HTTP_GET, [] (AsyncWebServerRequest *request) {
  Serial.println("Recibida solicitud /backward");
  moveBackward();
  request->send(200, "text/plain", "Motores hacia atrás"); // Respuesta de texto
});
```

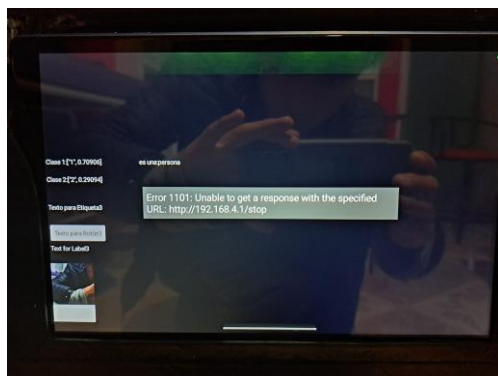
Nota. Programación de la comunicación HTML entre la aplicación y el microcontrolador, usando un servidor web para una comunicación veloz, elaboración propia.

Propuesta

Ya finalizada la construcción de la interfaz del robot interactivo, empezó la fase de pruebas para verificar el funcionamiento del mismo, por lo cual se empezó con la verificación del código de programación para que en caso de existir errores corregir los mismos, se realizó una orden simple a la interfaz, en la cual la interfaz reconoce personas u objetos, ya que esta orden es la más sencilla pero importante para la misma, mientras se ejecutaba la orden se detectó retraso en el reconocimiento de personas y objetos, para lograr que esto mejorara se actualizó los tiempos de reconocimiento también incrementando el alcance de visión de la cámara para una ejecución más precisa.

Figura 28

Simulación de la interfaz

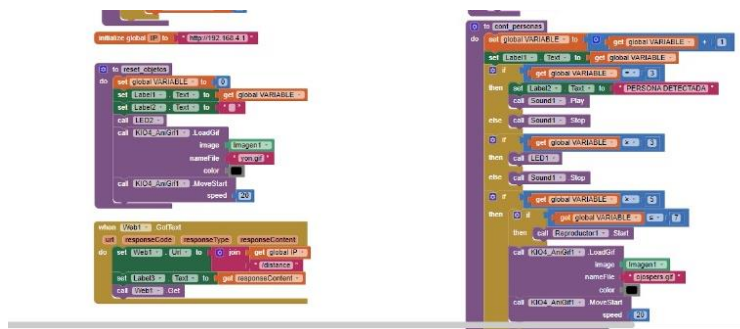


Nota. El mensaje de error se debe a que la Tablet aún no establece la conexión con la espe32, elaboración propia.

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento de la interfaz y detectado y corregido los errores que se presentó, se realizó las pruebas los comandos que permiten el movimiento, esto se realizó mediante una simulación en MIT app inventor en el cual al ordenar un comando este manda una señal, permitiendo verificar que la orden se ejecute de manera correcta y eficiente.

Figura 29

Versión de prueba de la interfaz



Nota. La versión utilizada de MIT app inventor fue la 2.3.0 la cual brindó libertad de programación además de incluir varias funciones útiles para realizar la interfaz, elaboración propia.

Inicialmente, las ruedas del robot no giraban a la misma velocidad, lo que provocaba que no se desplazara en línea recta. Sin embargo, este problema se solucionó ajustando la velocidad de una de las ruedas, permitiendo un movimiento fluido y preciso del robot hacia su destino. Además de ajustar su velocidad se implementó nuevos movimientos,

Figura 30

Movimiento lineal del robot



Nota. El movimiento del robot es muy importante ya que así el mismo interactuará con el entorno, elaboración propia.

Durante las exhaustivas pruebas de movimiento de giro del robot, se llevaron a cabo secuencias de comandos para girar tanto a la izquierda como a la derecha. A lo largo de estas pruebas meticulosas, el robot respondió de manera óptima y sin presentar complicaciones en ningún momento. Este resultado confirma la fiabilidad y la precisión del sistema de control del robot, demostrando su capacidad para ejecutar movimientos direccionales con fluidez y exactitud, lo que garantiza un rendimiento confiable en una variedad de escenarios y aplicaciones.

Figura 31

Ejecución de comandos izquierda y derecha



Nota. El movimiento viene dado por la detección de objetos y personas en la programación, elaboración propia.

Durante las pruebas de movimiento de los brazos del robot, controlados por servomotores para realizar movimientos hacia arriba y hacia abajo, se detectó un fallo significativo: el rango de movimiento era demasiado amplio, lo que resultaba en golpes involuntarios en la cabeza del robot. Para abordar este problema, se implementó una solución ajustando el grado de movimiento de los servomotores. Esta corrección permitió controlar con precisión el rango de

movimiento de los brazos del robot, evitando colisiones no deseadas y garantizando un funcionamiento seguro y eficiente en su entorno operativo.

Figura 32

Movimiento de brazos del robot



Nota. Los servomotores utilizados tienen un grado de inclinación total de 180, elaboración propia.

Por último, una vez finalizada la interfaz del robot, ahora puede interactuar de manera fluida y eficiente con su entorno. Equipado con de reconocimiento de personas y objetos, el robot puede detectar con precisión su presencia y la de los objetos circundantes. Al detectar personas u objetos, el robot ejecuta movimientos específicos tanto con sus brazos como con sus ruedas, permitiéndole adaptarse de manera inteligente a las diferentes situaciones. Lo más notable es que durante las pruebas realizadas, el robot demostró un rendimiento bastante bueno, llevando a cabo sus movimientos designados sin ningún error, lo que confirma su fiabilidad y capacidad para operar de manera autónoma en entornos diversos y dinámicos.

Figura 33

Robot completado



Nota. El diseño es indispensable para que el robot pueda cumplir sus funciones, elaboración propia.

Conclusiones

La falta de datos o imágenes puede resultar en un rendimiento inconsistente o poco confiable del reconocimiento de personas y objetos. Al tomar más fotos para entrenar el modelo, se puede mejorar su capacidad para reconocer con precisión personas y objetos en una variedad de situaciones y condiciones. Este enfoque de mejora continua en la recopilación y el entrenamiento de datos es esencial para garantizar un rendimiento óptimo del sistema de reconocimiento de imágenes en el robot.

La interfaz de la aplicación tarda en iniciar completamente esto puede afectar negativamente la funcionalidad esperada, como el cambio de la cámara frontal en un sistema de reconocimiento. Para abordar este problema, se implementó un tiempo de espera antes de girar la cámara, lo que permite que la aplicación se inicie completamente antes de intentar acceder a los recursos necesarios.

El tamaño del GIF utilizado para simular los ojos del robot en la Tablet afecta directamente la velocidad y la suavidad del movimiento debido a que es demasiado pequeño para la Tablet, esto provoca que los ojos del robot vayan demasiado lentos, lo que afecta negativamente la experiencia del usuario y la apariencia general del robot. Por lo tanto, se implementó un GIF que tenga un tamaño equilibrado, lo que garantiza un movimiento suave y coherente de los ojos del robot.

Aunque la aplicación de la interfaz del robot estaba diseñada para accionar los motores al detectar personas u objetos, se encontró que no se recibía una respuesta textual de la ESP32 después de enviar la solicitud HTML correspondiente y aparecía error. Como resultado, aparecía un mensaje de error en la pantalla, para solucionar este problema, se optó por asignar respuestas específicas para cada solicitud.

Recomendaciones

Tomar en cuenta el uso de una Tablet con pantalla AMOLED para mejorar la visibilidad de la animación de los ojos en la interfaz del robot, especialmente bajo condiciones de exposición a la luz intensa. Las pantallas AMOLED ofrecen niveles más altos de contraste y negros más profundos en comparación con las pantallas LCD tradicionales, lo que puede ayudar a que la animación de los ojos.

Se debe considerar ampliar la funcionalidad de la aplicación de la interfaz del robot agregando más solicitudes para poder integrar más sensores y así capturar una mayor cantidad de información del entorno en el que se encuentra el robot. Al incorporar más sensores, como sensores de temperatura, humedad, luz, sonido, entre otros, se puede obtener una visión más completa y detallada del entorno circundante.

Tener en consideración que se puede mejorar la experiencia del usuario agregando más animaciones de ojos a la interfaz del robot para representar distintos estados de ánimo. Esto haría que el robot sea más interactivo y expresivo, permitiendo una comunicación más efectiva con los usuarios. Al incorporar una variedad de expresiones faciales a través de las animaciones de los ojos, el robot podría comunicar estados de ánimo como felicidad, tristeza, sorpresa, entre otros.

Considerar habilitar la conectividad a internet en la aplicación para que este pueda responder preguntas sobre temas específicos utilizando recursos en línea. Al conectar la aplicación a internet, se podría implementar una función de búsqueda que permita al usuario hacer preguntas y recibir respuestas basadas en información disponible en la web.

Referencias

- Aramendiz, C., Escorcía, D., Romero, J., Torres, K., Triana, C., & Moreno, S. (2020). Sistema basado en reconocimiento de objetos para el apoyo a personas con discapacidad visual. *Investigación y desarrollo en TIC*, 11(2), 75-82.
- Cuello, J., & Vittone, J. (2013). *Diseñando apps para móviles*. Catalina Duque Giraldo. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ATiqsjH1rvwC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Dise%C3%B1ando+apps+para+m%C3%B3viles&ots=a57l_S6r8p&sig=M3pp1EJltMCt5O2BP9qFgRWamk#v=onepage&q=Dise%C3%B1ando%20apps%20para%20m%C3%B3viles&f=false
- Hernández, A. (2019). *Impactos de la Automatización y/o la Robótica*. Universidad Politécnica de Cataluña. <https://diplomasenior.eseiaat.upc.edu/ca/treball-de-sintesi/docs-treballsintesi/ImpactosAutomatizacionrobotica.pdf>.
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and implementation of ESP32-based IOT devices. *Sensors*. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Moreno, E. G. (2001). *Automatización de procesos industriales*. Universidad Politécnica de València. https://www.academia.edu/download/54693882/automatizacion_de_procesos_industriales.pdf
- Naty, L. (2004). *Sistemas operativos*. Instituto Tecnológico Superior de Acayucan. https://www.academia.edu/download/48687784/Material_UNIDAD_1.pdf
- Pedraza Caro, J. D. (2023). *La inteligencia artificial en la sociedad: explorando su impacto actual y los desafíos futuros*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/id/eprint/75068>

Pérez, A., Vázquez, J. M., Moreno, J. M., Duarte, O. E. (2020). Construcción y control de un puente H a partir de MOSFETS para utilizarlo como inversor en el calentamiento por inducción Construction and control of an MOSFETSH bridge to use it as a inverter in induction heating. ECORFAN.

https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Innovacion_Sistematica/vol4num13/Rvista_de_Innovacion_Sistematica_V4_N13.pdf#page=16

Queipo, G. (2008). Industria electrónica en Argentina: Situación actual y perspectivas. Buenos Aires: Centro de Estudios para la

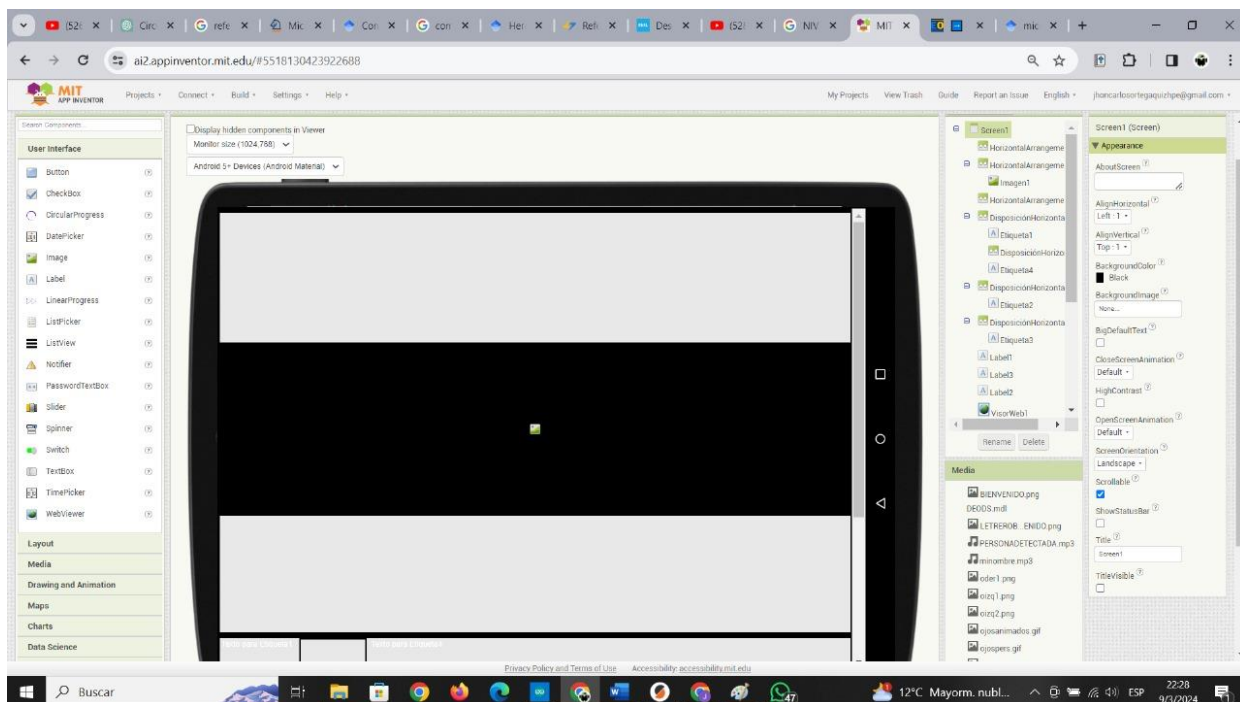
Vargas, H., Rosillón-Olivares, K., Garcia, K., Arrieta, M., Tancredi, A., Bravo, S., ... Rodríguez, R. (2019). Robótica educativa: Un nuevo entorno interactivo y sostenible de aprendizaje en la educación básica. Revista Docentes. <https://doi.org/10.37843/rtd.v7i1.26>

Vilaboa, J. (2004). Gestión de la automatización de plantas industriales en Chile. Revista Facultad de Ingeniería-Universidad de Tarapacá.
<https://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v12n1/art05.pdf>

Anexos

Anexo 1

Diseño final de la pantalla



Nota. Las medidas del gif fueron preestablecidas en el fondo negro, elaboración propia.

Anexo 2

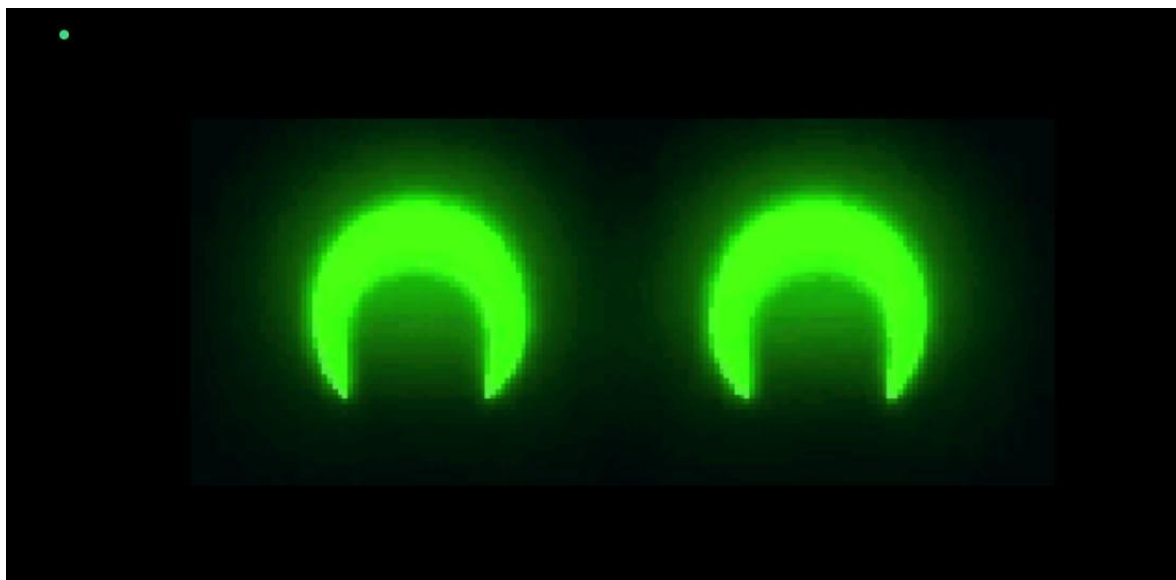
Programación final



Nota. Se utilizó la programación de bloques, elaboración propia.

Anexo 3

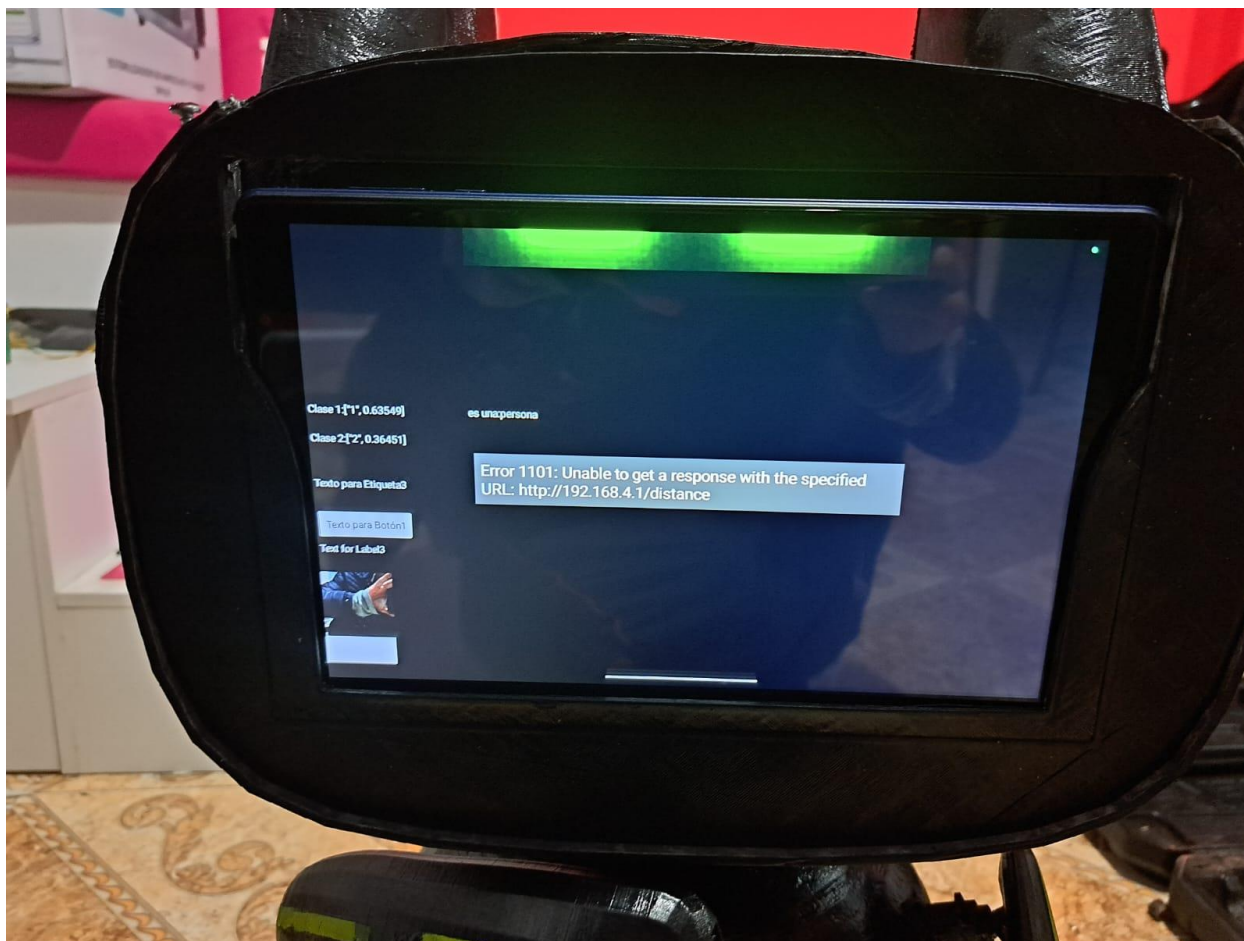
Diseño final de ojos



Nota. En este diseño se utilizó un gif de alta resolución, elaboración propia.

Anexo 4

Programa cargado



Nota. Se cargó el programa final con la interfaz terminada en la tablet, elaboración propia.

Anexo 5

Robot interactuando



Nota. El robot logra reconocer personas u objetos, elaboración propia.

Anexo 6

Sensor distancia



Nota. Se realizó las pruebas del sensor de distancia en un entorno cerrado, elaboración propia.

Anexo 7

Prueba de servomotores



Nota. Los servomotores reaccionaron correctamente ante los comandos básicos programados, elaboración propia.