

**DEPÓSITO INTELIGENTE/AUTÓNOMO PARA LA SEPARACIÓN DE
DIFERENTES RESIDUOS**

JHONATAN MOISÉS HENAO FLÓREZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECATRÓNICOS
MEDELLÍN**

2024

**DEPÓSITO INTELIGENTE/AUTÓNOMO PARA LA SEPARACIÓN DE
DIFERENTES RESIDUOS**

JHONATAN MOISÉS HENAO FLÓREZ

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Sistemas Mecatrónicos

Asesor Técnico

Juan Carlos Briñez de León

Ph.D. en Ingeniería – Sistemas e Informática

Asesor Metodológico

Diego Hernando Orozco Gómez

M.Sc. en Ingeniería – Automatización Industrial

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECATRÓNICOS

MEDELLÍN

2024

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Planteamiento del problema.....	11
1.1 Descripción.....	11
1.2 Formulación	13
2. Justificación	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Marco teórico.....	16
4.1 Antecedentes	16
4.2 Redes neuronales.....	17
4.3 Contenedores de residuos.....	17
4.4 Arduino UNO.....	18
4.5 Servomotor.....	19
4.6 Sensor infrarrojo de obstáculo	19
5. Metodología.....	21
5.1 Tipo de proyecto.....	21
5.2 Método	21
5.3 Instrumentos de recolección de información	21
5.4.1 Fuentes primarias.....	21
5.4.2 Fuentes secundarias.	22
6. Resultados del proyecto.....	23
6.1 Implementación de un banco de imágenes de los diferentes residuos	23
6.2 Entrenamiento de la red neuronal.....	24
6.4 Pruebas de reconocimiento de imágenes y funcionamiento del prototipo	34
7. Conclusiones.....	39
8. Recomendaciones	40
9. Referencias bibliográficas.....	41

10. Bibliografía	42
11. Anexos	44

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Imagen de proceso de separación de residuos	11
<i>Figura 2.</i> Código de Colores de Colombia implementado para la separación de residuos	12
<i>Figura 3.</i> Red neuronal	17
<i>Figura 4.</i> Tipo de contenedores para la separación de residuos utilizado en Colombia	18
<i>Figura 5.</i> Arduino UNO	19
<i>Figura 6.</i> Servomotor.....	19
<i>Figura 7.</i> Sensor infrarrojo de obstáculo	20
<i>Figura 8.</i> Fotos de residuos	23
<i>Figura 9.</i> Etiquetas para la identificación de los residuos	24
<i>Figura 10.</i> Proceso de etiquetado	24
<i>Figura 11.</i> Editor de código.....	25
<i>Figura 12.</i> Código de preparación para el proceso de entrenamiento de la red neuronal	26
<i>Figura 13.</i> Ubicación del archivo entrenado	26
<i>Figura 14.</i> Esquema de conexión	33
<i>Figura 15.</i> Contenedores	34
<i>Figura 16.</i> Detección de objetos metálicos.....	34
<i>Figura 17.</i> Detección de objetos tipo plástico	35
<i>Figura 18.</i> Detección de objetos aprovechables con contenedor cerrado	35
<i>Figura 19.</i> Detección de objetos aprovechables con contenedor abierto	36
<i>Figura 20.</i> Detección de objetos no aprovechables con contenedor cerrado	36
<i>Figura 21.</i> Detección de objetos no aprovechables con contenedor abierto	37
<i>Figura 22.</i> Detección de objetos orgánicos con contenedor cerrado.....	37
<i>Figura 23.</i> Detección de objetos orgánicos con contenedor abierto.....	38

Lista de anexos

	Pág.
Anexo A. Encuesta de conocimientos sobre la separación de los residuos y como afectan estos en el entorno	44
Anexo B. Respuestas de los encuestados sobre los conocimientos de la separación de los residuos	46

Resumen

DEPÓSITO INTELIGENTE/AUTÓNOMO PARA LA SEPARACIÓN DE DIFERENTES RESIDUOS

JHONATAN MOISÉS HENAO FLÓREZ

En la actualidad se está presentando una situación con el manejo de residuos ya que cuenta con cierta dificultad para que una persona del común pueda separarlos. Con respecto a esto, se está llevando a cabo diferentes soluciones para lidiar con el poco aprovechamiento de los residuos, una de estas soluciones que se plantea, es hacer un sistema inteligente que ayude con la separación de estos para poder identificarlos. Con encuestas a diferentes personas que habitan la ciudad de Medellín se confirma la problemática que hay con los residuos y ciertas personas reconocen no darle importancia a la separación de estos.

El proyecto se estructura en varias etapas fundamentales. Primero, se implementa un banco de imágenes que recoja distintos tipos de residuos, estas imágenes están acompañadas con sus respectivas etiquetas, esto es con el propósito de entrenar la red neuronal. Posteriormente, se construyen las maquetas de los contenedores donde se evidencia el funcionamiento de los actuadores que le permiten la apertura de los contenedores y el reconocimiento de cada objeto. Por último, se procede a la validación del sistema, esta fase implicará pruebas exhaustivas para verificar la precisión del reconocimiento de residuos y asegurar que el mecanismo de apertura automática funciona de manera fiable y eficiente.

Palabras claves: actuador, contenedor, maqueta, red neuronal, separación de residuos, visión artificial.

Abstract

INTELLIGENT/AUTONOMOUS TANK FOR THE SEPARATION OF DIFFERENT WASTES.

JHONATAN MOISÉS HENAO FLÓREZ

Currently, there is a situation with waste management as it is somewhat difficult for an average person to separate them. In response to this, various solutions are being carried out to deal with the poor utilization of waste. One of these proposed solutions is to create an intelligent system that assists in the separation of waste to identify them properly. Surveys conducted among different residents of Medellín confirm the waste problem and some people acknowledge not giving importance to separating them.

The project is structured in several fundamental stages. First, an image bank is implemented to collect different types of waste, with these images accompanied by their respective labels. This is done to train the neural network. Subsequently, models of the containers are built where the operation of the actuators, which allow the opening of the containers and the recognition of each object, is demonstrated. Finally, the system validation is carried out. This phase will involve exhaustive tests to verify the accuracy of waste recognition and ensure that the automatic opening mechanism works reliably and efficiently.

Keywords: actuators, computer vision, model, neural network, trash container, waste separation.

Glosario

Actuador: es un mecanismo capaz de transformar la energía eléctrica en movimiento mecánico.

Contenedor: es un recipiente que sirve para depositar los residuos teniendo un respectivo orden.

Maqueta: es una representación reducida que busca representar un modelo o una estructura.

Red neuronal artificial: es una red que busca imitar el razonamiento de una persona, usando una serie de nodos organizados en capas para llegar a una función.

Separación de residuos: consiste en dividir los desechos en distintas clasificaciones como los aprovechables, los orgánicos y los no aprovechables.

Visión artificial: es una rama de la inteligencia artificial que permite a los dispositivos procesar información de un video o diferentes tipos de imágenes.

Introducción

En este proyecto se propone el desarrollo de un sistema de reconocimiento de objetos utilizando visión artificial y redes neuronales para automatizar la clasificación de residuos. El sistema se basará en la plataforma YOLOv5 (You Only Look Once) y se entrenará con un banco de imágenes diverso para reconocer y clasificar objetos en tres categorías: residuos aprovechables, no aprovechables y orgánicos.

La gestión adecuada de residuos es un desafío importante en la sociedad actual, ya que impacta directamente en la salud pública y el medio ambiente. La clasificación eficiente de residuos en categorías como aprovechables, no aprovechables y orgánicos es crucial para reducir la cantidad de desechos que llegan a los vertederos y promover la reutilización y reciclaje.

Este proyecto tiene implicaciones significativas en la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental. La automatización de la clasificación de residuos puede reducir costos, aumentar la eficiencia y promover la reutilización y reciclaje de materiales.

Este proyecto se centró en la creación de un banco de imágenes para entrenar la red neuronal, la configuración y entrenamiento de la red neuronal utilizando YOLOv5, la implementación del sistema de reconocimiento de objetos en un entorno de pruebas y la evaluación del desempeño del sistema y su precisión en la clasificación de residuos.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

La cultura de reciclaje de residuos sólidos puede resultar compleja al momento de separarlos dado el desconocimiento en relación a la ubicación de los desechos en el contenedor específico, esto se debe fundamentalmente a:

Los consumidores mezclan de manera indebida los residuos debido a que no identifican los aprovechables de los no aprovechables.

Los residuos sólidos requieren de una estructura de almacenamiento para poderlos separar, esta es señalizada de manera poco amigable para comprender la separación.

Cuando los materiales son desechados sin tener en cuenta la importancia de separarlos, se pueden desperdiciar algunos debido a que, para reciclar un grupo de ellos, es necesario que estén en óptimas condiciones. De igual forma, al separarlos desde el momento en que se va a depositar el residuo, se optimiza un proceso del reciclaje haciendo esta tarea simple.



Figura 1. Imagen de proceso de separación de residuos
Fuente: elaboración propia

Las personas que tienen diferentes culturas y/o diferentes costumbres, tienden a deshacerse de los residuos en sitios públicos, esto, sin importar el daño a largo plazo que se genera en la ciudad.



Figura 2. Código de Colores de Colombia implementado para la separación de residuos
Fuente: extraído de <https://economycircularem.gob.co/wp-content/uploads/2022/06/guia-nacional-para-la-adecuada-gestion-de-residuos-colombia-2022.pdf>

En Medellín hay más de 3.080 recicladores y 23 organizaciones prestadoras del servicio, autorizadas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Estas personas recorren a diario las comunas de la ciudad, ayudando a minimizar los impactos ambientales, transformando los desechos en nuevos productos, disminuyendo el consumo de recursos naturales y prolongando la vida del relleno sanitario (Alcaldía de Medellín, 2024).

Con encuestas propias realizadas a diferentes personas en la ciudad de Medellín se llega a la conclusión que la ciudad cuenta con problemas de residuos dejados en las calles, que también hay un conjunto de personas que les es indiferente el aprovechamiento de los residuos o simplemente la separación de cada uno y, por último, hay una falta de conocimiento debido a que muchos individuos no saben muy bien qué contenedor es el indicado para cada residuo. El formato de la encuesta se encuentra en el anexo A y las respuestas de dicha encuesta se relacionan en el anexo B.

1.2 Formulación

¿Se pueden separar los residuos usando el sistema propuesto bajo las nuevas tecnologías como la visión artificial?

2. Justificación

Debido a la falta de conocimiento y de cultura que se tiene sobre la clasificación de los residuos, un grupo de personas combinan los desechos de manera indebida dada su complejidad al momento de identificar entre los aprovechables, los orgánicos y los no aprovechables con el respectivo color impuesto para la identificación de estos.

Dado que en algunas ubicaciones no se presencian depósitos para la recolección de los distintos residuos, un grupo de personas optan por dejar los desechos en los diferentes sitios públicos, esto afecta de forma directa al medio ambiente y dificulta el proceso de la recolección de los residuos para su respectivo tratamiento.

Es importante tener en cuenta que al momento de separar los residuos se ahorra un proceso de reciclaje como lo es el de la clasificación, en este proceso se distinguen los materiales por su tipo y calidad para poder continuar con sus respectivos procesos. Por esta razón, se requiere hacer un sistema inteligente capaz de identificar cada residuo para su respectiva separación, esto ayudará a que las personas con y sin el conocimiento acerca de lo importante de saber diferenciar los residuos, puedan separarlos sin necesidad de una capacitación debido a la poca importancia que se le da a este tema.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema inteligente que sea capaz de identificar diferentes tipos de residuos brindando así una solución llamativa acorde a las nuevas tecnologías para que de este modo los desechos sean tratados de una manera más consciente separando los aprovechables y los no aprovechables para su correspondiente tratamiento.

3.2 Objetivos específicos

Implementar un banco de imágenes de los diferentes residuos con el objeto de ser utilizado en el proceso de entrenamiento de la red neuronal.

Realizar el entrenamiento de la red neuronal con el banco de imágenes y las respectivas etiquetas.

Construir los contenedores que involucren las partes mecánicas y electrónicas de tal forma que se evidencie la apertura automática una vez se haga el reconocimiento visual de los residuos.

Validar el funcionamiento del sistema verificando que se identifiquen los residuos correctamente.

4. Marco teórico

4.1 Antecedentes

El artículo (Torner Montserrat, y otros, 2012) describe el diseño e implementación de un novedoso sistema de inspección basado en visión artificial para detectar defectos en carrocerías de vehículos automóviles. El sistema ha sido implantado en la factoría Ford de Almussafes (Valencia) como consecuencia de varios proyectos de I+D entre Ford España, S.A. y el Instituto de Diseño y Fabricación de la Universidad Politécnica de Valencia que han derivado en dos patentes internacionales. El sistema se basa en la detección de defectos mediante un barrido de iluminación, estando el sistema de visión fijo, al igual que el objeto a inspeccionar. Tras la adquisición de las imágenes, los defectos se detectan como consecuencia de las transiciones generadas por el barrido de iluminación al verse deformado el patrón de reflexión. La alta sensibilidad del sistema permite detectar defectos milimétricos de 0.2 mm de diámetro, gracias al efecto de amplificación causado por el propio barrido de iluminación. La principal innovación introducida por este proyecto industrial reside en el hecho del que el sistema es capaz de detectar casi el 100% de los defectos detectados mediante inspección humana. Esto ha supuesto mejoras significativas en la reducción del número de vehículos rechazados, además de una reducción del consumo energético, pintura utilizada, del menor impacto medioambiental y por supuesto una reducción en los costes de producción. El sistema también ha supuesto una mejora de las condiciones laborales de los trabajadores al reducirse los problemas como la fatiga ocular. En la actualidad el sistema está siendo rediseñado para su implantación y explotación en otras factorías Ford a nivel mundial con varios modelos de vehículos.

En el artículo (J. C. Herrera, 2016) se propone un sistema de visión artificial para la detección del fruto de café apto para producción. Para lograr esta detección se desarrollaron dos algoritmos, uno encargado de clasificar los frutos de café en maduros o no maduros, y otro que detecta la presencia de la plaga de la broca. Para el primero se extrajeron características de color y se usó un clasificador bayesiano. Por otra parte, el algoritmo de detección de brocas busca zonas negras en la imagen, esto debido a que la evidencia dejada por esta plaga son orificios en la superficie del fruto. Además, se diseñó un sistema mecánico para el transporte de los frutos de

café durante el proceso, y un mecanismo de extracción para separar los frutos, una vez estos sean clasificados por el algoritmo. Los resultados obtenidos mostraron una efectividad del 87%.

4.2 Redes neuronales

Las redes neuronales son un subconjunto del aprendizaje automático, y están en el centro de los algoritmos de aprendizaje profundo. Están compuestas de capas de nodos, que contienen una capa de entrada, una o más capas ocultas y una capa de salida. Cada nodo se conecta a otro, y tiene un peso y umbral asociados. Si la salida de cualquier nodo individual está por encima del valor del umbral especificado, ese nodo se activa y envía datos a la siguiente capa de la red. De lo contrario, no se pasa ningún dato a la siguiente capa de la red (IBM, s.f.).

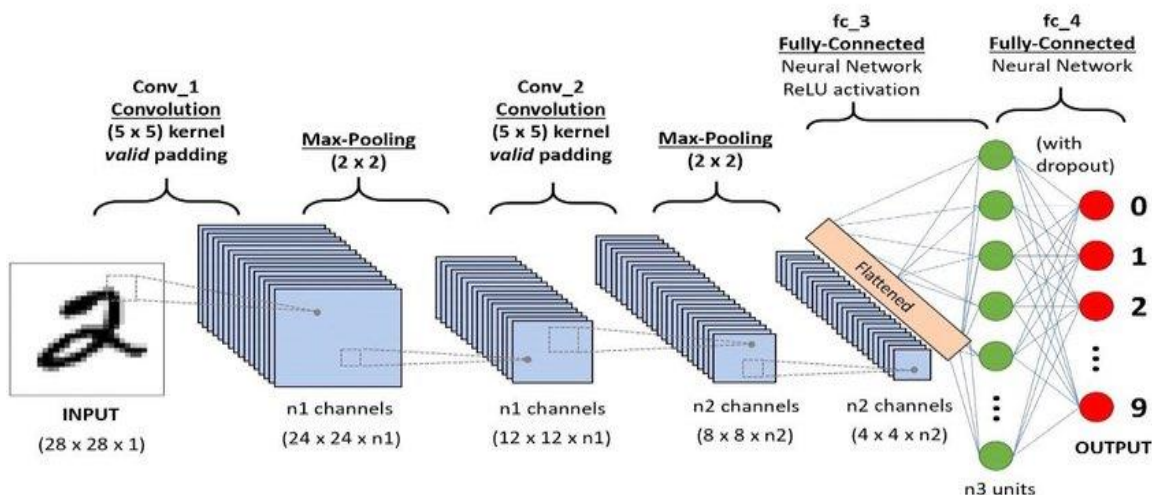


Figura 3. Red neuronal

Fuente: extraído de https://www.researchgate.net/figure/CNN-sequence-to-classify-handwritten-digits-11_fig2_352014824

4.3 Contenedores de residuos

Un contenedor es un recipiente cuya función es almacenar los residuos depositados en él, es fundamental tener en cuenta la ubicación adecuada de los desechos para garantizar la correcta separación con respecto a la Resolución 2184 de diciembre de 2019 que regula el código de colores al blanco, verde y negro.



Figura 4. Tipo de contenedores para la separación de residuos utilizado en Colombia

Fuente: extraído de <https://www.minambiente.gov.co/gobierno-unifica-el-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos-en-la-fuente-a-nivel-nacional/>

4.4 Arduino UNO

Es una placa electrónica que simplifica un proceso electrónico recibiendo y emitiendo señales para el funcionamiento de un circuito. En este proyecto se usa para recibir la señal conjunta a la comunicación serial y enviarla a cada uno de los motores.

Arduino Uno es una de las placas de desarrollo compactas más populares en el mercado. La placa, que es más pequeña que la palma de su mano (2,7" x 2,1"), se basa en el microprocesador extraíble Microchip ATmega328p, que cuenta con una resolución de 8 bits y su propio cargador USB para reprogramación. Este pequeño procesador, que cuenta con una memoria Flash de 32 KB, 2 KB de SRAM y 1 KB de EEPROM, puede realizar casi cualquier tarea que le pida.

La placa en sí cuenta con un cristal de cuarzo de sincronización de 16 MHz, un conector USB, un enchufe de alimentación y un cabezal ISCP. Arduino Uno cuenta con 20 pines de E/S, con seis salidas digitales opcionales que funcionan como salidas PWM y seis pines variables (Arrow, 2017).



Figura 5. Arduino UNO

Fuente: extraído de <https://i.ytimg.com/vi/bHLDobHBkGs/maxresdefault.jpg>

4.5 Servomotor

Un servomotor es un dispositivo que dispone en su interior de un motor de corriente continua, un reductor y un circuito de control, esto le proporciona la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición (MakerElectronico, 2020).

Se requiere un servomotor ya que este brinda un movimiento más preciso debido a que se puede modificar la posición con un controlador ya que este le envía una señal indicándole exactamente hasta donde debe girar.



Figura 6. Servomotor

Fuente: extraído de <https://tecnologia.org/mclon/accesorios/servomotor/>

4.6 Sensor infrarrojo de obstáculo

El sensor de obstáculos infrarrojo es un dispositivo optoelectrónico activo capaz de medir la proximidad mediante el infrarrojo IR. Está compuesto por un transmisor y un receptor que

detecta la energía IR reflejada por la presencia de cualquier obstáculo en la parte frontal del módulo. Se puede adaptar a la luz ambiental y la distancia de detección a través de un potenciómetro que viene incluido en la plataforma (Nanoparuro, s.f.).

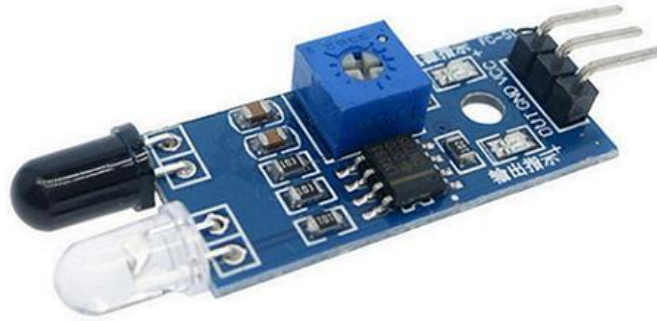


Figura 7. Sensor infrarrojo de obstáculo

Fuente: extraído de:

https://didacticaselectronicas.com/index.php/view/productdetails/virtuemart_product_id/6855/virtuemart_category_id/355

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

En la actualidad se presentan ciertas situaciones con respecto a las problemáticas ambientales, en el presente trabajo se busca contribuir a la solución de la mala gestión de los residuos sólidos. Partiendo de esto, se idea un sistema capaz de realizar el trabajo de la identificación de los diferentes residuos para su correcta separación haciendo más sencilla esta tarea. Por lo tanto, la estrategia metodológica que se emplea conjunto a este proyecto es la investigación aplicada debido a que el trabajo seguirá los objetivos de dicha investigación ya que esta se centra en resolver un problema específico.

5.2 Método

Actualmente se presenta una problemática mundial con respecto al medio ambiente y por ello se han generado diferentes estrategias, para hacerle frente a esto, una de estas soluciones se enfoca en el aprovechamiento de los materiales usados dándoles una segunda oportunidad. Se tiene un código de colores estándar para la separación de los desechos, sin embargo, un grupo de personas hacen caso omiso a lo que les indica cada letrero con respecto a los contenedores, hacen un mal uso de estos depositando los residuos en cualquier recipiente y esto hace más difícil la forma en la que se puede reciclar. Con este proyecto se busca relacionar las nuevas tecnologías para brindar un apoyo al medio ambiente con respecto al tema de los residuos, ya que en muchos sitios hay una gestión ineficiente de estos. Por tanto, el realizar un proyecto referente al reconocimiento de residuos plantea hacer un dispositivo con visión artificial que sea capaz de reconocer diferentes objetos con el fin de separarlos en cada contenedor.

5.3 Instrumentos de recolección de información

5.4.1 Fuentes primarias. Entrevistas, informes técnicos, informes de investigación, patentes, sitios web y fotografías.

5.4.2 Fuentes secundarias. Diccionarios, síntesis planteadas por otros trabajos, artículos de investigaciones, ensayos, videos y tesis.

6. Resultados del proyecto

Este proyecto busca crear un dispositivo capaz de reconocer objetos por medio de la creación de una red neuronal para poder separar los diferentes tipos de materiales en los respectivos contenedores. Teniendo en cuenta lo mencionado, se indicará el paso a paso del desarrollo de esta actividad.

6.1 Implementación de un banco de imágenes de los diferentes residuos

Para que el prototipo sea eficiente, es necesario recolectar una cantidad de fotos o imágenes claras, en el presente proyecto se utilizaron 2830 imágenes de los diferentes residuos tales como el plástico, cartón, vidrio, metal, papel, los residuos orgánicos y los residuos no aprovechables como los desechables.

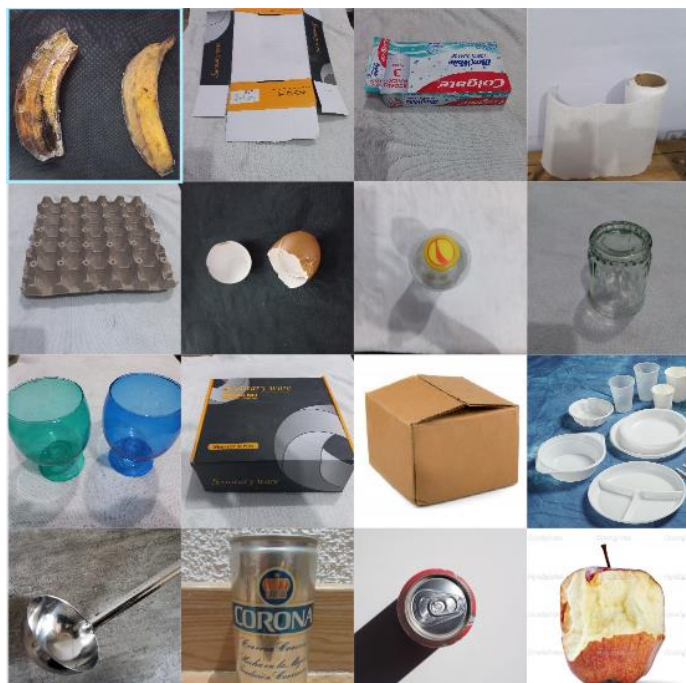


Figura 8. Fotos de residuos
Fuente: elaboración propia

Este banco se guardó en una carpeta para llevar un orden con las imágenes y las futuras etiquetas que se crean.

6.2 Entrenamiento de la red neuronal

Después de tener las imágenes recolectadas, se etiqueta cada una de estas indicando cuales son los objetos aprovechables, los orgánicos y los no aprovechables según la Resolución 2184 de 2019. Para hacer el trabajo de etiquetado, se hace uso del sitio Web “Make Sense” ya que el proceso se simplifica teniendo que indicar en donde está el objeto en cada imagen, este proceso se puede ver en las figuras 9 y 10. Una vez finalizado lo entrega en el formato requerido al finalizar.

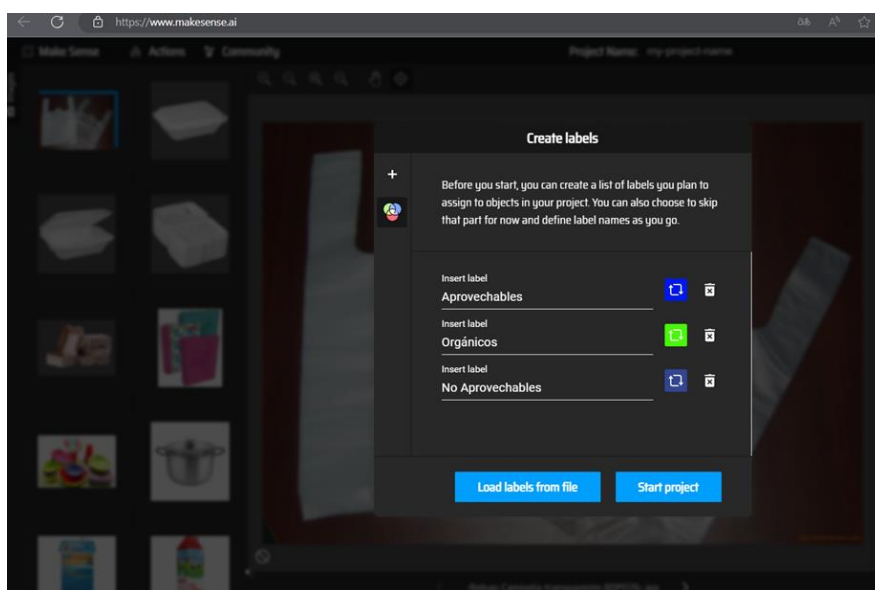


Figura 9. Etiquetas para la identificación de los residuos

Fuente: modificado de <https://www.makesense.ai/>

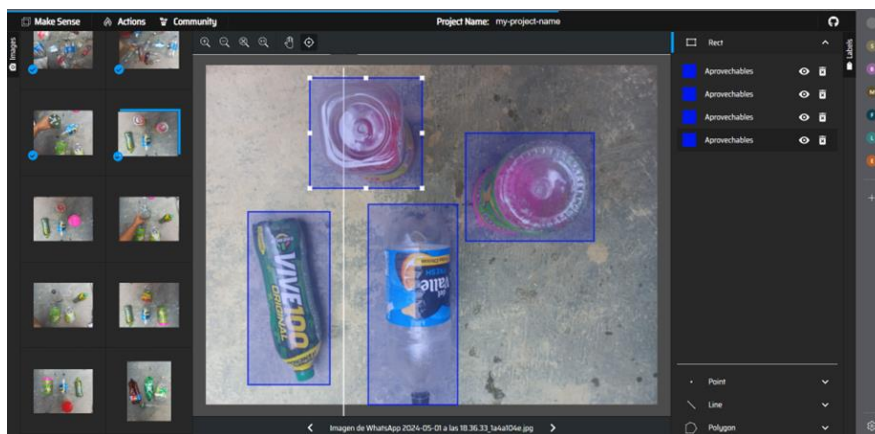


Figura 10. Proceso de etiquetado

Fuente: modificado de <https://www.makesense.ai/>

Tanto las imágenes como las etiquetas deberán ser guardadas en carpetas para facilitar su búsqueda. Se creó una carpeta con el nombre DetectorBasuras, y al interior de ella se creó otra carpeta con el nombre data, en data se guardaron dos carpetas, la carpeta de imágenes y etiquetas (labels), en cada una de estas se crean otras dos carpetas que se llaman train de entrenamiento y val de validación.

Para el entrenamiento de la red neuronal se utilizó la plataforma YOLOv5, a continuación, se indica el proceso realizado. En el primer paso se instalan los requerimientos, esto solamente será ejecutando lo escrito en la plataforma, después, ir a la carpeta de YOLOv5, de nuevo a YOLOv5, luego a data y se descarga el archivo coco128.yaml y mientras esto sucede, se descomprimirá la carpeta data.zip y posteriormente se carga en la plataforma YOLOv5.

Cuando el archivo finalice su descarga, se va a modificar con Pycharm, este es un editor de código y va a trabajar con Python 3.8.



Figura 11. Editor de código

Fuente: modificado de <https://www.jetbrains.com/pycharm/>

Una vez abierto el archivo con el editor de código, se modificará el archivo indicando los números de clases y la ubicación de los archivos y los nombres de las clases como se muestra en la figura 12.

```

coco128 (2).yaml x
1  nc: 3 #numero de clases
2  train: content/data/images/train # train images (relative to 'path') 128 images
3  val: content/data/images/val # val images (relative to 'path') 128 images
4  test: # test images (optional)
5
6  # Classes
7  names: ['Aprovechables', 'Orgánicos', 'No Aprovechables']
8
9  # Download script/URL (optional)
10 download: https://github.com/ultralytics/assets/releases/download/v0.0.0/coco128.zip
11

```

Figura 12. Código de preparación para el proceso de entrenamiento de la red neuronal
Fuente: elaboración propia

El nombre de los archivos es indiferente siempre y cuando se tenga en cuenta para encontrar el archivo, después de guardado, se subirá a la plataforma YOLOv5 y se deberá seguir con los siguientes requerimientos de la plataforma.

En el paso 3 se deberá modificar en img las imágenes que se van a usar, en batch el tamaño del lote, las épocas y la ubicación de estas, también se modificará la versión que se usará. Después que pase cada época, indicará el sitio de guardado de la red entrenada como se muestra en la figura 13.

Epoch	GPU mem	box_loss	obj_loss	cls_loss	Instances	Size	mAP50		mAP50-95	
37/39	15.46	0.01707	0.02278	0.0008498	36	1120: 100% 280/280 [06:03<00:00, 1.30s/it]	0.645	0.42	100% 71/71	[00:47<00:00, 1.48it/s]
38/39	15.46	0.01697	0.02223	0.001257	20	1120: 100% 280/280 [06:03<00:00, 1.30s/it]	0.637	0.42	100% 71/71	[00:47<00:00, 1.48it/s]
39/39	15.46	0.01663	0.02093	0.001097	19	1120: 100% 280/280 [06:03<00:00, 1.30s/it]	0.642	0.418	100% 71/71	[00:47<00:00, 1.48it/s]

Class	Images	Instances	P	R	mAP50	mAP50-95	100% 71/71
all	849	1531	0.663	0.714	0.648	0.422	
Aprovechables	849	766	0.683	0.715	0.649	0.413	
Orgánicos	849	672	0.586	0.706	0.598	0.355	
No Aprovechables	849	93	0.714	0.72	0.697	0.497	

Figura 13. Ubicación del archivo entrenado
Fuente: elaboración propia

Para que los requerimientos se puedan descargar se adjunta “pip install -r <https://raw.githubusercontent.com/ultralytics/yolov5/master/requirements.txt>” en la terminal de Pycharm.

Para finalizar este proceso, en un nuevo código de Pycharm, se realizará el siguiente proceso:

Se importan las librerías de la siguiente forma:

Import pathlib. Esta librería sirve para manejar rutas de archivos en una forma sencilla y compatible con diferentes sistemas operativos.

Import serial. La librería es para la comunicación serial con el Arduino.

Import time. Esta librería se usa para pausar la ejecución del programa después de enviar un comando al Arduino.

Import torch. Se usa para cargar un modelo de detección de objetos que indica los tipos de residuos en los frames captados en la cámara.

Import cv2. Esta librería es usada para capturar el video desde la cámara.

Import numpy. Esta librería se usa para manipular arreglos, que es una estructura de datos que almacena una colección de elementos del mismo tipo en una secuencia y también se usa para realizar operaciones numéricas para procesar y combinar los frames de video.

arduino = serial.Serial('COM5', 9600). Conexión serial utilizando el puerto COM5 a una velocidad de 9600 baudios, esto para enviar y recibir datos entre el Arduino y el Python.

Envía la función para mover los servomotores.

```
def mover_servo(servo): comando = f'{servo}\n'
```

```
print(f'Enviando comando: {comando}')
arduino.write(comando.encode())
time.sleep(1)
arduino.write(f'{servo}0\n'.encode())
```

S

e debe cambiar temporalmente la clase PosixPath a WindowsPath para que sea segura la compatibilidad con los archivos Windows.

```
temp = pathlib.PosixPath
pathlib.PosixPath = pathlib.WindowsPath
```

Se carga el modelo buscando el archivo best.pt, con esto se puede identificar los diferentes residuos en los frames capturados.

```
model = torch.hub.load('ultralytics/yolov5', 'custom',
path='C:/Users/jhona/OneDrive/Escritorio/DetectorBasuras/pythonProject1/model/best.pt')
```

Ahora el video captura, y es 0 debido a la cámara del sistema.

```
cap = cv2.VideoCapture(0)
```

Captura un frame de video desde la cámara, ret es un valor booleano que indica si la captura del frame fue exitosa y si ret es Falso, imprime un mensaje de error y rompe el bucle.

```
while True:
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        print("Error al capturar el frame")
        break
```

Aplica un filtro de desenfoque y se usa el modelo cargado para detectar los objetos en el frame.

```
distorted_frame = cv2.GaussianBlur(frame, (21, 21), 0)
detect = model(frame)
```

info = detect.pandas().xyxy[0]. Convierte las detecciones a un DataFrame de pandas con coordenadas de los cuadros delimitadores.

Imprime la información de las detecciones para depuración, se detecta la etiqueta del objeto detectado, obtiene la etiqueta y envía la señal para mover el servomotor.

```
print(info).
for index, row in info.iterrows():
    label = row['name']
    print(f'Detección: {label}')
    if label == 'Aprovechables':
        mover_servo('1')
    elif label == 'Orgánicos':
        mover_servo('2')
    elif label == 'No Aprovechables':
        mover_servo('3')
```

Renderizado de Detecciones

```
rendered_frame = np.squeeze(detect.render())
mask = np.zeros_like(frame, dtype=np.uint8)
for index, row in info.iterrows():
    x1, y1, x2, y2 = int(row['xmin']), int(row['ymin']), int(row['xmax']), int(row['ymax'])
    mask[y1:y2, x1:x2] = frame[y1:y2, x1:x2]
```

Combina el fondo distorsionado con las detecciones

```
combined_frame = np.where(mask.any(axis=-1, keepdims=True), rendered_frame,
distorted_frame). Donde la máscara tiene valores diferentes de cero (indicando detecciones). Se
usa el rendered_frame. En otras áreas, se usa el distorted_frame.
```

```
cv2.imshow('Detector de Residuos', combined_frame). Muestra el frame combinado en una
ventana llamada "Detector de Residuos".
```

```
t = cv2.waitKey(1). Espera 1 milisegundo a una entrada del teclado.
```

```
if t == 27: Presionar 'Esc' para salir
```

```
    break
```

```
cap.release()
```

```
cv2.destroyAllWindows()
```

Revertir el cambio en pathlib y cerrar la conexión serial

```
pathlib.PosixPath = temp
```

```
arduino.close()
```

Ahora se organiza el código del Arduino para el accionar de los motores según la señal recibida de la comunicación serial con el código de Python.

Se incluyen las librerías y se definen los servomotores y la entrada de cada sensor.

```
#include <Servo.h>
```

```
//definimos los pines de los sensores
```

```
#define SensorPin1 7
```

```
#define SensorPin2 6
```

```
#define SensorPin3 5
```

```
Servo SERVOMOTOR1;
Servo SERVOMOTOR2;
Servo SERVOMOTOR3;
int val;
```

Se configuran los pines de entrada y la posición de los motores y sensores requeridos. Se configura la comunicación serial a una velocidad de 9600 baudios.

```
void setup() {

  pinMode(SensorPin1, INPUT);
  pinMode(SensorPin2, INPUT);
  pinMode(SensorPin3, INPUT);
  SERVOMOTOR1.attach(A0);
  SERVOMOTOR1.write(0);
  SERVOMOTOR2.attach(A1);
  SERVOMOTOR2.write(110);
  SERVOMOTOR3.attach(A2);
  SERVOMOTOR3.write(0);
  Serial.begin(9600);
}
```

La configuración de este bucle depende del dato recibido en la comunicación serial, si llega el valor de 1, 2 o 3 mueve el servomotor indicado para la apertura del contenedor y cuando el sensor infrarrojo detecte una señal, lo cierre. La señal será emitida cuando se ingresa el residuo al contenedor.

```
void loop() {

  if (Serial.available()) {
    val = Serial.read();
```

```
if (val == '1') {
  SERVOMOTOR1.write(80);
  Serial.println("Sensor 1: Objeto detectado");
  delay (1000);
}

if (val == '2') {
  SERVOMOTOR2.write(30); // Mueve el segundo servomotor a 90 grados
  Serial.println("Sensor 2: Objeto detectado");
  delay (1000);
}

if (val == '3') {
  SERVOMOTOR3.write(90); // Mueve el tercer servomotor a 90 grados
  Serial.println("Sensor 3: Objeto detectado");
  delay (1000);
}

if (digitalRead(SensorPin1)==LOW){
  SERVOMOTOR1.write(0); // Vuelve a la posición inicial
}

if (digitalRead(SensorPin2)==LOW){
  SERVOMOTOR2.write(110); // Vuelve a la posición inicial
}

if (digitalRead(SensorPin3)==LOW){
  SERVOMOTOR3.write(90); // Vuelve a la posición inicial
}
}
```

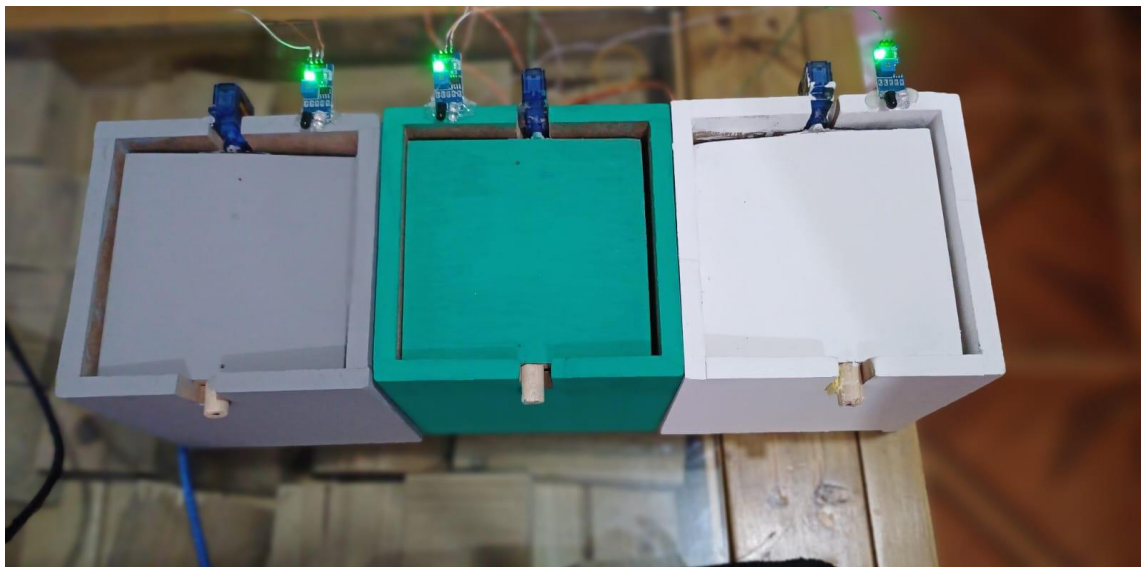



Figura 15. Contenedores

Fuente: elaboración propia

6.4 Pruebas de reconocimiento de imágenes y funcionamiento del prototipo

Se realizan las pruebas con un material con cada una de su subcategoría como metálicos, plásticos, vidrio, papel, cartón, manzanas y los diferentes tipos.

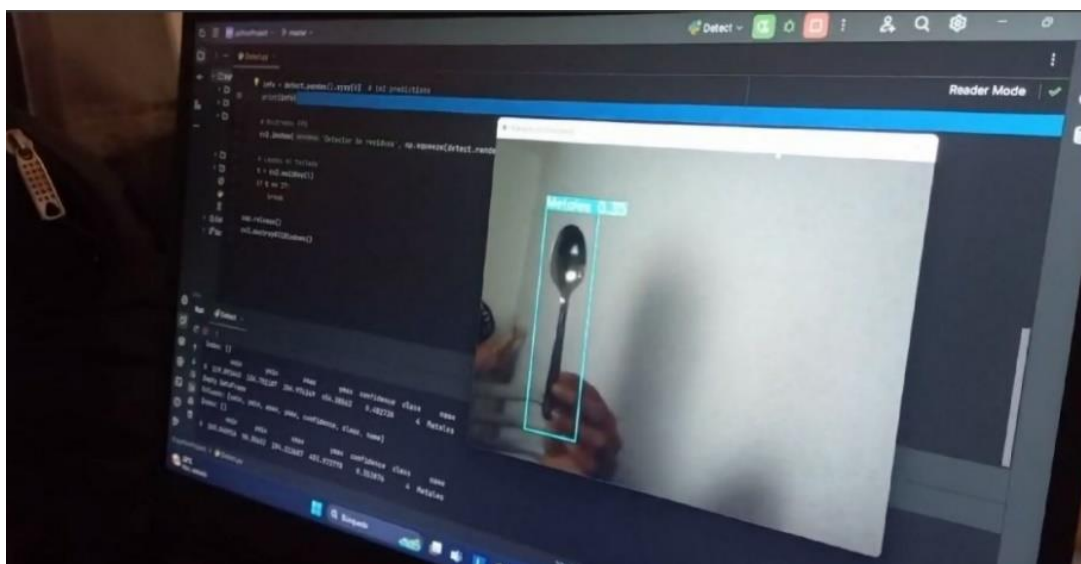


Figura 16. Detección de objetos metálicos

Fuente: elaboración propia

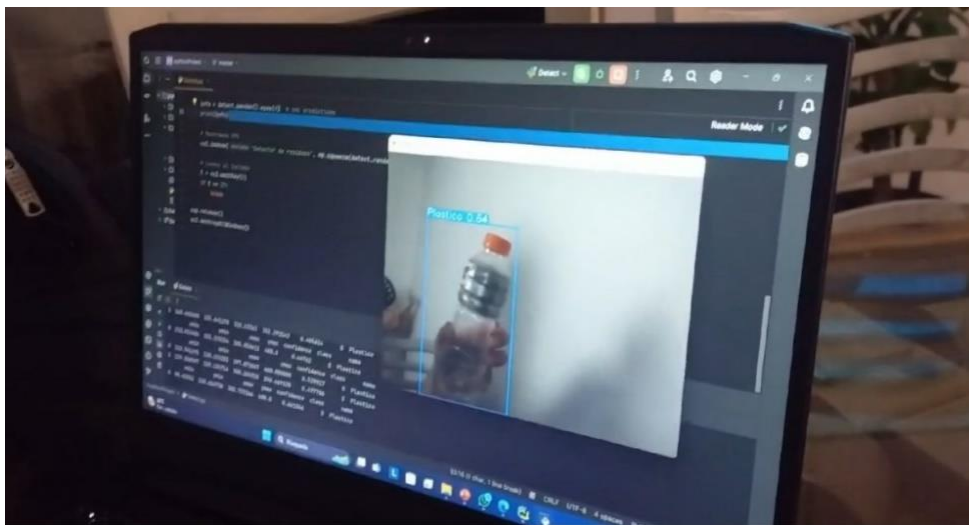


Figura 17. Detección de objetos tipo plástico
Fuente: elaboración propia

Se reunieron las subcategorías con las etiquetas Aprovechables, Orgánicos y No Aprovechables, esto con el fin de reducir la cantidad de conjuntos.



Figura 18. Detección de objetos aprovechables con contenedor cerrado
Fuente: elaboración propia



Figura 19. Detección de objetos aprovechables con contenedor abierto
Fuente: elaboración propia



Figura 20. Detección de objetos no aprovechables con contenedor cerrado
Fuente: elaboración propia

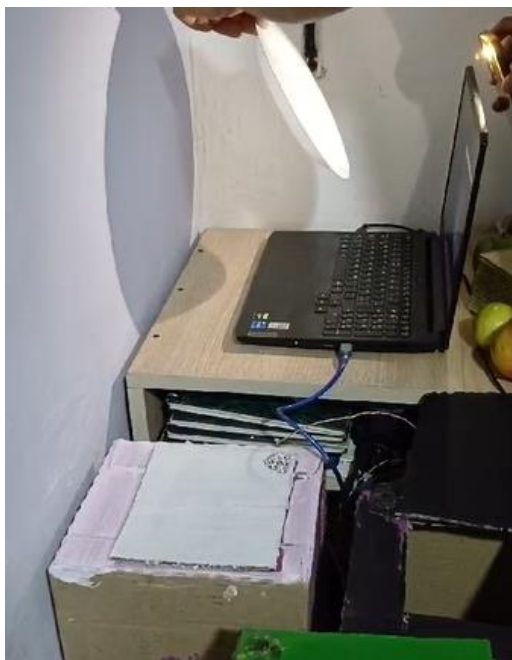


Figura 21. Detección de objetos no aprovechables con contenedor abierto
Fuente: elaboración propia



Figura 22. Detección de objetos orgánicos con contenedor cerrado
Fuente: elaboración propia

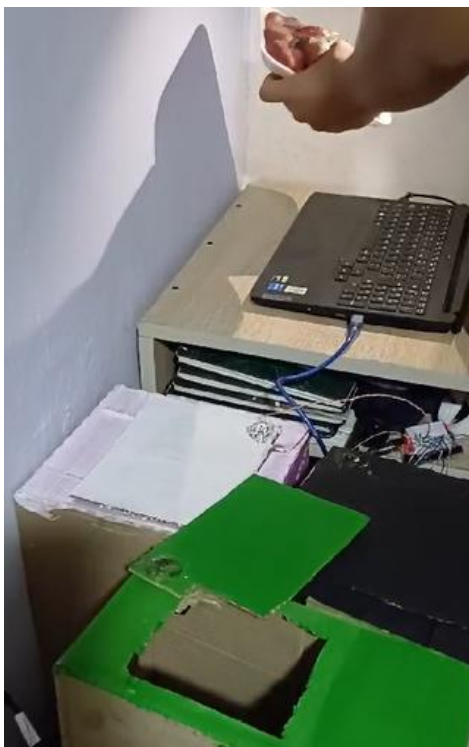


Figura 23. Detección de objetos orgánicos con contenedor abierto
Fuente: elaboración propia

La unión de las diferentes etiquetas en tres categorías no presentó ningún tipo de problema y la visión artificial trabaja de forma óptima identificando de buena forma cada tipo de residuo.

Con los residuos Aprovechables, de 30 objetos puestos a prueba, 27 se reconocieron sin ningún problema lo que resulta con una efectividad del 90%.

Con los desechos Orgánicos, tuvo la mayor complicación ya que de 16 objetos puestos a prueba, nueve de estos no tuvieron complicaciones con la identificación lo que resulta con una efectividad del 56.25%.

Con los residuos No Aprovechables, presentó un buen reconocimiento ya que, de 22 objetos usados para la prueba, 19 no tuvieron complicaciones con el reconocimiento, lo que brinda una efectividad del 86.36%.

7. Conclusiones

Durante el desarrollo de la red neuronal para el reconocimiento de objetos, cuyo objetivo es identificar los residuos y separarlos en el contenedor adecuado, surgieron algunas situaciones inesperadas, entre ellas, se enfrentaron dificultades técnicas con la precisión en la identificación de ciertos objetos, esto se debe a que se tuvo que reducir el número de imágenes debido a que no se podía usar una versión más completa de la página del entrenamiento de la red neuronal. A pesar de estos desafíos, se lograron avances significativos que mejoraron la precisión y eficiencia del sistema.

La detección de objetos se veía interrumpida debido a que en el fondo se podrían ver otros elementos, para solucionarlo se puso un fondo blanco y la otra solución fue distorsionar el fondo para que solamente detecte lo cercano. Tanto la detección de objetos como el funcionamiento de los motores tuvieron un adecuado desempeño, hay que tener en cuenta que se requiere una buena iluminación para que el proceso de identificación sea más preciso y, por último, se puede hacer la adquisición de una versión más completa del Google Colab para poder ingresar más imágenes ya que entre más se tengan, tendrá un funcionamiento sin tantos errores.

La detección de una cantidad significativa de objetos se realizó correctamente, debido a que cumple con el objetivo de identificar los objetos para su respectiva separación. Este proyecto podría implementarse con el objetivo de reducir residuos en las ciudades y pueblos aplicando las nuevas tecnologías al buen manejo del medio ambiente.

8. Recomendaciones

Para que el proyecto pueda ser más eficiente y aplicable, a modo que una ciudad pueda implementarlo, podrían introducirse microordenadores acordes a la calidad de cada requerimiento conjunto a una cámara integrada, introducir versiones más completas del Colab para poder generar una red neuronal más completa y por último utilizar contenedores más resistentes para evitar el hurto y el deterioro por el clima.

9. Referencias bibliográficas

Alcaldía de Medellín. (09 de 10 de 2024). *Alcaldía de Medellín*. Obtenido de Alcaldía de Medellín: <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-medio-ambiente/manejo-de-residuos-solidos-en-medellin/recicladores-de-medellin/>

Arrow. (10 de 11 de 2017). *Uno | Una visión general de la computadora de placa única más popular de Arduino*. Obtenido de Uno | Una visión general de la computadora de placa única más popular de Arduino: <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/arduino-uno-product-overview>

IBM. (s.f.). *¿Qué son las redes neuronales convolucionales?* Obtenido de ¿Qué son las redes neuronales convolucionales?: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/convolutional-neural-networks>

J. C. Herrera, S. M. (2016). *Dialnet*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299750>

MakerElectronico. (17 de 04 de 2020). *MakerElectronico*. Obtenido de MakerElectronico: <https://www.makelectronico.com/tutorial-servomotor-0-180-arduino/>

Nanoparuro. (s.f.). *Nanoparuro*. Obtenido de Nanoparuro: <https://nanoparuro.com/shop/sensor-de-obstaculos-reflectivo-infrarrojo-fc-51-222#attr=>

Tornero Montserrat, J., Armesto, L., Mora Aguilar, M. C., Montés Sánchez, N., Herraiez Martínez, A., & Asensio, J. M. (2012). *UPV (Universidad Politécnica de Valencia)*. Obtenido de UPV (Universidad Politécnica de Valencia): <https://riunet.upv.es/handle/10251/101142>

10. Bibliografía

Aprende e Ingenia. (2022, 05 09). Cursos: IA y Visión por Computadora Obtenido de <https://youtube.com/playlist?list=PLnKxR99sdlEiRC4sBFwSJ-8SiDW4Gx6y6>

Departamento Nacional de Planeación. (2022). Guía Nacional para la adecuada separación de residuos sólidos. Recuperado el 21 de marzo de 2024, de <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/guia-nacional-para-la-adecuada-gestion-de-residuos-colombia-2022.pdf>

IBM. (s.f.). IBM. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/es-es/topics/computer-vision>

Instituto de Innovación Digital de las Profesiones. (05 de 07 de 2022). INESDI. Obtenido de <https://www.inesdi.com/blog/los-7-proyectos-mas-innovadores-de-IA/>

Jacques, P. (29 de 03 de 2012). Mechanical Iris. Obtenido de Grabcad: <https://grabcad.com/library/mechanical-iris--2>

Malpartida, E. A. (2003). Sistema de visión artificial para el reconocimiento. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú: [Sistema de visión artificial para el reconocimiento y manipulación de objetos utilizando un brazo robot - ProQuest](#)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (27 de 12 de 2019). minambiente. Obtenido de [Gobierno unifica el código de colores para la separación de residuos en la fuente a nivel nacional -](#)

Overstand Intelligence. (s.f.). Overstand Intelligence. Obtenido de [Inteligencia Artificial y Machine Learning en Barcelona | Overstand Intelligence](#)

Radio, C. (04 de 04 de 2023). La indisciplina que ensucia a Medellín. Obtenido de <https://caracol.com.co/2023/04/04/la-indisciplina-que-ensucia-a-medellin/>

Tecnoloxia.org. (s.f.). tecnoloxia.org. Obtenido de <https://tecnoloxia.org/mclon/accesorios/servomotor/>

Tiempo, E. (30 de 12 de 2019). El Tiempo. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/blanco-negro-y-verde-nuevo-codigo-de-colores-para-reciclar-447228>

W. L. (09 de 12 de 2020). La separación de residuos se hará en blanco, negro y verde. Obtenido de <https://www.laopinion.co/vida-y-salud/la-separacion-de-residuos-se-hara-en-blanco-negro-y-verde>

11. Anexos

Anexo A. Encuesta de conocimientos sobre la separación de los residuos y como afectan estos en el entorno

Esta es una encuesta que se enfoca en identificar si existe una problemática en la ciudad de Medellín acerca de la separación de los residuos y si los ciudadanos cumplen con la correcta separación de estos.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

¿Vive actualmente en la ciudad de Medellín o en los alrededores? *

Marca solo un óvalo.

Si

No

¿Cree usted que es necesario la separación de los residuos en los respectivos depósitos? y
¿Por qué?

¿Cree usted que en la ciudad de Medellín hay una problemática con el manejo de los residuos en los sitios públicos?

Marca solo un óvalo.

Si

No

Si la respuesta a la pregunta anterior es si, escriba ¿En qué lugares presencié o son más comunes estas situaciones?

¿Tiene conocimientos acerca de la ubicación de los residuos con respecto a cada contenedor?

Marca solo un óvalo.

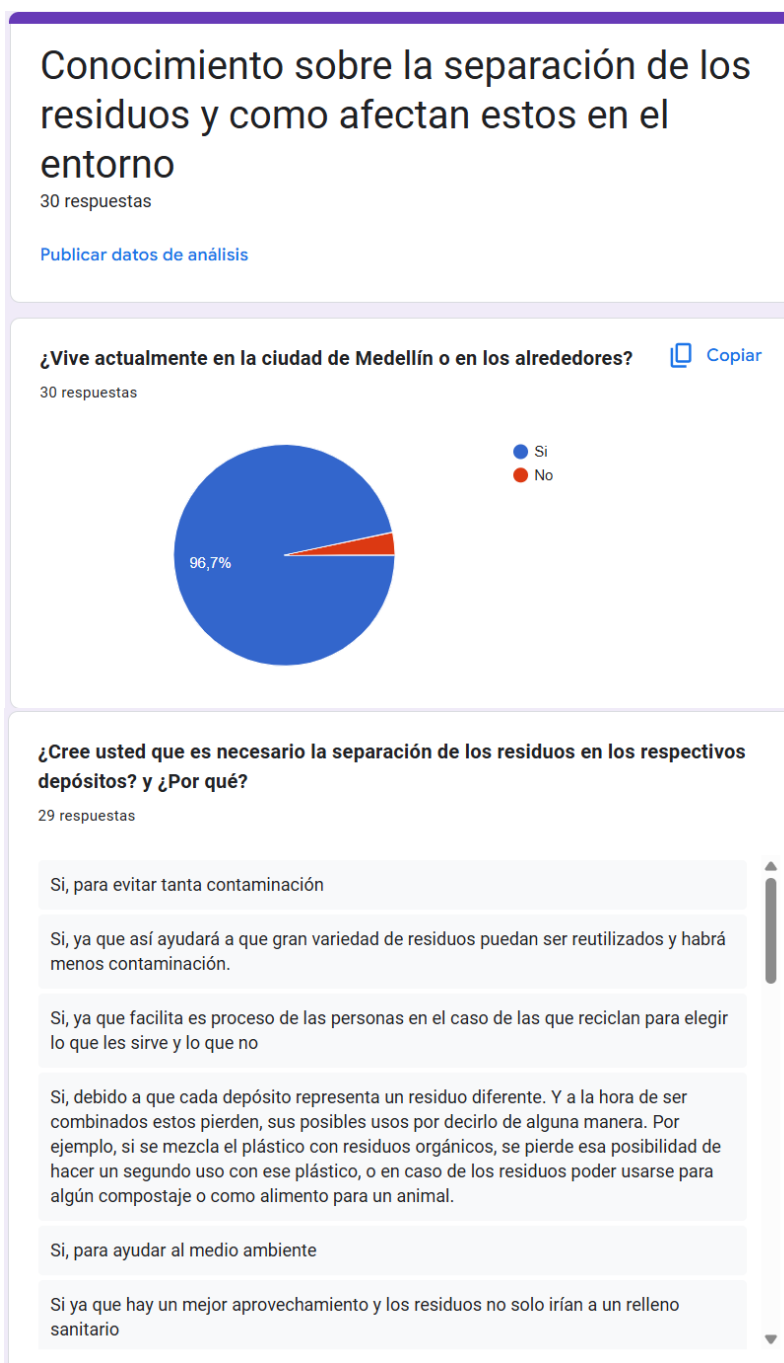
Si

No

Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

Anexo B. Respuestas de los encuestados sobre los conocimientos de la separación de los residuos



¿Cree usted que es necesario la separación de los residuos en los respectivos depósitos? y ¿Por qué?

29 respuestas

Porque asi, se tiene un mayor control y tratamiento de los residuos

Si, porque eso ayuda un poco a reducir la huella de carbono

Si, porque asi ayudamos al cuidado del medio ambiente, haciendo mas fácil su manipulación en su ciclo.

Si, para aprovechar lo que se puede reutilizar

Sí, es necesario separar los residuos en los respectivos depósitos.

La separación de residuos facilita el reciclaje, lo que reduce la cantidad de basura que llega a los vertederos y disminuye la contaminación ambiental. Además, permite el aprovechamiento de materiales reciclables como plástico, papel, vidrio y metales, contribuyendo a la conservación de recursos naturales y a la reducción de la huella de carbono. Asimismo, la correcta gestión de residuos orgánicos puede generar compost, útil para la agricultura y la jardinería, fomentando un ciclo de vida más sostenible de los productos.

¿Cree usted que es necesario la separación de los residuos en los respectivos depósitos? y ¿Por qué?

29 respuestas

Totalmente

Si, para el buen uso de los residuos sólidos

Si, reduce los complementes que afectan el bioma en Medellín y sus alrededores

Sí porque facilita el tratamiento de estos mismos.

si, para que seamos más amigables con el medio ambiente

Si, para tener un mayor control y orden de éstos

Si, de nada sirve separar los residuos en nuestras casas si en los depósitos juntan todo. Separando se podrían aprovechar mejor los residuos orgánicos.

Si, permite minimizar la cantidad de desperdicios

Sí. De esta manera es posible reutilizar los materiales

¿Cree usted que es necesario la separación de los residuos en los respectivos depósitos? y ¿Por qué?

29 respuestas

Si, debemos tener en cuenta de que cada residuo que tiremos toma tiempo en descomponerse y eso no sería nada viable para el medio ambiente

Si, por qué así podemos generar menos residuos y darle una nueva vida a estos materiales

No

Si, ya que por medio de esta ayudamos a reciclar y a encontrarle otro uso al reciclaje

Si porque así se facilita más la buena descompostura de ellos

Si por el bienestar del planeta

Es necesario debido q al tener un tratamiento especial de los residuos se puede favorecer al mejoramiento a la problemática de mal manejo de residuos

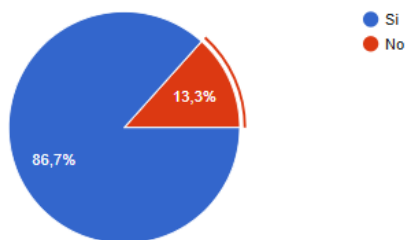
Si, para así mismo ayudar al medio ambiente

Si, ya que así se facilita tanto como la recolección de dichos residuos como su debido reciclaje

¿Cree usted que en la ciudad de Medellín hay una problemática con el manejo de los residuos en los sitios públicos?

 Copiar

30 respuestas



Si la respuesta a la pregunta anterior es si, escriba ¿En qué lugares presenció o son más comunes estas situaciones?

24 respuestas

Parques

En el centro

En los parques

En el centro, por el estadio, Villanueva,etc

En las comunas, todos los desechos van en unaosma caneca

Muchas veces dejan los residuos en las aceras y frentes de las casas, lo cual dificulta el paso y genera incomodidad

Universidades y almacenamiento de basuras en los barrios

Hay muchas personas que tiran la basura en cualquier lugar en vez de citios establecidos

Si la respuesta a la pregunta anterior es si, escriba ¿En qué lugares presenció o son más comunes estas situaciones?

24 respuestas

En el centro de Medellín

En los sitios de recolección de basuras, universidades, empresas o plantas de producción

En el cerro quitasol

En las calles, muchas personas sacan la basura en días no correspondientes a la recolección de las mismas.

en los lugares donde venden comidas rápidas

El poblado, el centro, la 70.

En la mayoría de sitios públicos hay contenedores para separar pero el desconocimiento de las personas y un mal proceso de recolección del sitio no permite el proceso adecuado de separación

Si la respuesta a la pregunta anterior es si, escriba ¿En qué lugares presenció o son más comunes estas situaciones?

24 respuestas

El poblado, el centro, la 70.

En la mayoría de sitios públicos hay contenedores para separar pero el desconocimiento de las personas y un mal proceso de recolección del sitio no permite el proceso adecuado de separación

Parques

En los barrios populares

En zonas residenciales y comerciales

Las terminales, estaciones las universidades

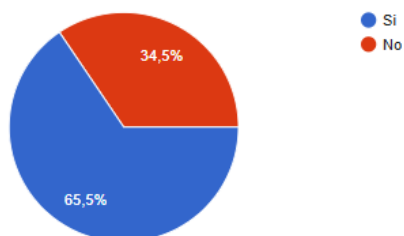
En el centro y sus alrededores

En los barrios más que todo, ya que estos son muy desorganizados

¿Tiene conocimientos acerca de la ubicación de los residuos con respecto a cada contenedor?

 Copiar

29 respuestas



Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

27 respuestas

Necesito más conocimiento

No usando tantas bolsas plásticas, reciclando tarros, cartones que utilicen en mi casa

Identificar cuáles son orgánicos e inorgánicos

Pues debido a que en las casa no se usa como tal contenedores con su respectivo color, lo que se usa en mi casa son la bolsa blanca para el plástico, latas, cartón y papel en buen estado. Y ya en la negra los residuos no aprovechables, y a veces los residuos orgánicos son llevados a una finca que lo usan de alimento para el ganado o compostaje.

Para la caneca verde son los orgánicos, para la negra ordinarios y para la blanca reciclables o aprovechables

No conozco del tema

Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

27 respuestas

En el hogar se realiza la separación de los residuos

Clasificando correctamente

Separando, y depositando los residuos en su lugar

Sí, tengo conocimientos acerca de la ubicación de los residuos con respecto a cada contenedor.

1. Contenedor Verde**: Residuos orgánicos (restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, hojas y podas de jardín).
2. Contenedor Azul**: Papel y cartón (cajas, periódicos, revistas, folletos).
3. Contenedor Amarillo**: Plásticos, metales y envases tipo Tetra Pak (botellas de plástico, latas de aluminio, envases de leche y jugo).
4. Contenedor Gris o Negro**: Residuos no reciclables (pañales, toallas higiénicas, papel higiénico, colillas de cigarro).
5. Contenedor Blanco**: Residuos especiales como pilas, baterías, aparatos electrónicos, bombillas, y medicamentos caducados (en algunos lugares).

Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

27 respuestas

Separando los residuos adecuadamente

El conocimiento aplica para el momento de diferenciar los residuos aprovechables o no aprovechables y residuos orgánicos

Contaminación en el agua, obstrucción en los ríos

Considero que a veces la información no es clara por lo cual cuando tengo un residuo no estoy muy segura de dónde ubicarlo.

separando cada basura en su recipiente

Separando bien las basuras

Uno trata de hacer la tarea de separar los residuos por contenedores, pero de nada sirve si la basura se lleva todos por igual y los echa en el mismo lado

Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

27 respuestas

Siempre que es posible separo mis desechos adecuadamente tanto en lugares públicos como en mi casa para minimizar los desperdicios

No identifico claramente que residuos van en el contenedor según el color

Después de comer cualquier alimento siempre tengo en cuenta el contenedor el cual debe de ir ese residuo, trato de que las botellas y envases guardarlas en un lugar aparte de mi casa para llevarlas directamente al lugar donde les darán su importancia y su uso adecuado.

Los identifiqué por sus colores o dibujos

Separando lo que es orgánico del reciclaje y viceversa a la hora de desechar los residuos en sus respectivos puntos

Para poder separar bien los residuos y así ayudar al mejoramiento del medio ambiente

Si la respuesta anterior es Si, escriba ¿Cómo aplica este conocimiento en su vida diaria?

Si la respuesta anterior es No, escriba ¿Qué dificultades presenta para la separación de estos?

27 respuestas

y su uso adecuado.

Los identificó por sus colores o dibujos

Separando lo que es orgánico del reciclaje y viceversa a la hora de desechar los residuos en sus respectivos puntos

Para poder separar bien los residuos y así ayudar al mejoramiento del medio ambiente

Porque mantengo muy ocupado

No hay una cultura q nos enseñe el manejo de residuos y tampoco se le da mucho atención a ese tema

No se identificar cuál es cuál

Separando los residuos en cada contenedor, ya que así es más ordenado