

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL RECICLAJE

Ilsen Arlette Corpa Limachi
corpailsen@gmail.com
Ingeniería Informática
Universidad Nacional “Siglo XX”
Llallagua - Bolivia

Resumen- La creciente conciencia sobre la necesidad de prácticas sostenibles ha convertido el reciclaje de residuos en una prioridad global. El municipio de Llallagua enfrenta desafíos significativos debido a la acumulación de desechos y la falta de sistemas de reciclaje adecuados. Esta investigación se centra en el desarrollo de un software de reciclaje basado en visión artificial para identificar y clasificar automáticamente diferentes tipos de basura, facilitando así el proceso de reciclaje para los residentes de Llallagua.

El software utiliza tecnologías avanzadas como redes neuronales para lograr una detección y clasificación precisa de los desechos. Los materiales y herramientas empleados incluyen hardware como computadoras y webcams, y software como Python, y varias librerías específicas para el procesamiento de imágenes.

La metodología adoptada es de naturaleza cuantitativa, descriptiva y aplicada, utilizando métodos como análisis-síntesis e inductivo-deductivo, además de técnicas de observación directa y revisión documental. La interfaz gráfica del software es intuitiva, mostrando la clasificación de los desechos y la información relevante de manera clara.

Los resultados de la investigación demostraron la efectividad del sistema en clasificar diferentes tipos de reciclaje, incluyendo cartón, desechos médicos, metal, plástico y vidrio.

Palabras Clave: Clasificación de residuos, Inteligencia artificial, Reciclaje, Visión artificial.

Abstract- Growing awareness of the need for sustainable practices has made waste recycling a global priority. The municipality of Llallagua faces significant challenges due to the accumulation of waste and the lack of adequate recycling systems. This research focuses on the development of recycling software based on computer vision to automatically identify and classify different types of garbage, thus facilitating the recycling process for the residents of Llallagua.

The software uses advanced technologies such as neural networks to achieve accurate waste detection and classification. The materials and tools used include hardware such as computers and webcams, and software such as Python, PyCharm, and various libraries specific to image processing.

The methodology adopted is quantitative, descriptive and applied in nature, using methods such as analysis-synthesis and inductive-deductive, as well as direct observation and documentary review techniques. The software's graphical interface is intuitive, displaying waste classification and relevant information clearly.

The research results demonstrated the effectiveness of the system in sorting different types of recycling, including cardboard, medical waste, metal, plastic and glass.

Keywords - Artificial intelligence , Artificial vision, Recycling, Waste classification.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, en el mundo existe un poco más de conciencia de la necesidad de prácticas sostenibles de residuos, el reciclaje de residuos se ha convertido en una prioridad para muchos países y lugares de Bolivia. El municipio de Llallagua enfrenta retos significativos en este ámbito, con la acumulación de desechos y falta de sistemas adecuados de reciclaje. Para abordar estas cuestiones el trabajo de investigación se centra en el reconocimiento de desechos para ver a que contenedor de reciclaje pertenece, utilizando la visión artificial .

La visión artificial es una tecnología emergente que permite a las máquinas interpretar y procesar imágenes de manera similar a la percepción humana. Este software utiliza dicha tecnología para identificar y clasificar automáticamente diferentes tipos de basura cuando se les muestra, facilitando así el proceso de reciclaje para los residentes de Llallagua.

Este artículo se explorará la implementación de este software de reciclaje con visión artificial. Al mismo tiempo se abordará los beneficios previstos, como la reducción de la contaminación y el aumento de tasa de reciclaje .

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para el presente trabajo de investigación se hizo uno de los siguientes materiales tanto de software y hardware los cuales se muestran en la tabla.

Hardware	Software
Computadora de escritorio o laptop i5 o superior Web cámara	Python Editores: PyCharm Librerías: tKinter, PIL, imutils, cv2, numpy, ultralytics YOLO y math Plataforma Web: PythonAnywhere

Tabla: Materiales

Fuente: elaboración propia

Python: Python es un lenguaje de alto nivel de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. (Wikipedia, 2024)

PyCharm: PyCharm es un entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado para programar en Python. Es desarrollado por la compañía JetBrains y viene en dos versiones: una versión gratuita conocida como PyCharm Community y una versión de pago llamada PyCharm Professional. (abxexperts, 2023)

Librerías: Las librerías que se utilizaron en esta investigación son:

- TKinter:** es una librería del lenguaje de programación Python y funciona para la creación y el desarrollo de aplicaciones de escritorio. Esta librería facilita el posicionamiento y desarrollo de una interfaz gráfica de escritorio con Python. (Maldonado, 2024)
- PIL:** es una librería complementaria de Python3 que agrega soporte para abrir, manipular y guardar muchos formatos de archivo de imagen diferentes. (Romano, julio)
- Imutils:** conjunto de funciones que sirven para el procesamiento de imágenes como cambio de tamaño, clasificación de contornos, esqueletización, rotación, visualización, entre otras. (Pincay, 2021)
- Ultralytics YOLO:** Es una herramienta eficaz para los profesionales que trabajan en visión por ordenador y ML, que puede ayudar a crear modelos precisos de detección de objetos. (ultralytics, 2024)
- Math:** es un archivo de cabecera de la biblioteca estándar del lenguaje de programación C diseñado para operaciones matemáticas básicas (wikipedia, 2024)
- Flask:** Es un microframework para el desarrollo web escrito en Python. Esto significa que te proporciona las herramientas básicas y esenciales para crear aplicaciones web de manera rápida y sencilla, sin sobrecargarte con funcionalidades innecesarias. (IONOS, 2023)
- PythonAnywhere:** Es un servicio en línea que te permite escribir, ejecutar y desplegar aplicaciones en Python directamente desde tu navegador web. Es como tener un ordenador con Python preinstalado y configurado al que puedes acceder desde cualquier lugar con conexión a internet.

2.2. Métodos

El modelo adoptado en esta investigación fue de naturaleza favorable, con un predominante enfoque cuantitativo. La investigación se definió como descriptiva y aplicada. Se emplearon diversos métodos de investigación, incluyendo el análisis-síntesis, el método inductivo-deductivo. Además, se utilizaron técnicas como la observación directa y la revisión exhaustiva de la literatura relevante.

Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica es intuitiva y fácil de usar. En el panel izquierdo, se presenta la clasificación correspondiente al tipo de desecho. En el centro, se muestra la imagen capturada por la cámara, que detecta el objeto en cuestión. En el panel derecho, se despliega información detallada acerca del desecho identificado.

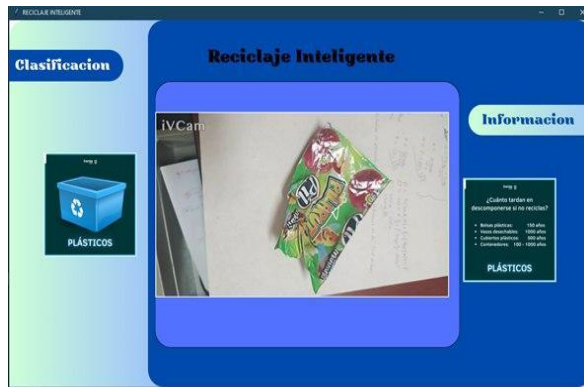


Fig 1: Reconocimiento de un plástico

Fuente: elaboración propia

3. RESULTADOS

El fin de esta investigación de captar imágenes representativas se llevó a cabo la investigación sobre los distintos tipos de reciclaje. Como resultado se seleccionaron los siguientes tipos de reciclaje.

- Cartón (gris)
- Medical (rojo)
- Metal (amarillo)
- Plástico (azul)
- Vidrio (blanco)



Fig 2: Reconocimiento de un riesgo biológico

Fuente: elaboración propia

```
# Libraries
from tkinter import *
from PIL import Image, ImageTk
import imutils
import cv2
import numpy as np
from ultralytics import YOLO
import math

# usage
def clean_lbl():
    # Clean
    lblimg.config(image='')
    lblimgtxt.config(image='')

def images(img, imgtxt):
    img = img
    imgtxt = imgtxt

    # Img Detect
    img = np.array(img, dtype="uint8")
    img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2BGR)
    img = Image.fromarray(img)

    img_ = ImageTk.PhotoImage(image=img)
    lblimg.configure(image=img_)
    lblimg.image = img_

    # Img Text
    imgtxt = np.array(imgtxt, dtype="uint8")
    imgtxt = cv2.cvtColor(imgtxt, cv2.COLOR_BGR2RGB)
    imgtxt = Image.fromarray(imgtxt)

    img_txt = ImageTk.PhotoImage(image=imgtxt)
    lblimgtxt.configure(image=img_txt)
    lblimgtxt.image = img_txt
```

Fig 3: Código del proyecto

Fuente: elaboración propia

4 DISCUSIÓN

El sistema de clasificación de residuos basado en visión artificial demostró ser efectivo en la identificación de desechos reciclables, contribuyendo a la gestión de residuos. Comparado con otros estudios, su precisión es similar, pero enfrenta retos como la infraestructura tecnológica limitada y condiciones variables. A pesar de estas dificultades, el sistema es prometedor.

Las advertencias incluyen la necesidad de mantener el software actualizado. Además, la participación ciudadana es esencial para asegurar una separación adecuada de los residuos antes de su clasificación automática.

5. CONCLUSIONES

La detección y clasificación de basura mediante el uso de inteligencia artificial y visión artificial permite una clasificación precisa de los desechos, proporcionando un aporte significativo a la población al facilitar el reciclaje. Este proceso no solo optimiza la gestión de residuos, sino que también permite la transformación de la basura reciclada en materias primas utilizables para nuevos procesos de fabricación.

La detección y clasificación exacta se logra a través del empleo de tecnologías avanzadas como las redes neuronales, específicamente utilizando mapas de características autoorganizativas. Estas herramientas tecnológicas permiten la identificación y categorización eficiente de los desechos, mejorando significativamente la eficiencia del reciclaje en el municipio. Este sistema ofrece una solución efectiva y práctica para la gestión de residuos, promoviendo prácticas sostenibles y beneficiosas para la comunidad.

6. REFERENCIAS

abcxperts. (3 de agosto de 2023). *abcperts*. Obtenido de <https://abcperts.com/que-es-pycharm-y-su-comparacion-con-otros-ides/>

IONOS. (3 de enero de 2023). *IONOS*. Obtenido de <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/flask/>

Maldonado, R. (10 de abril de 2024). *keepcoding*. Obtenido de <https://keepcoding.io/blog/que-es-tkinter/#:~:text=Tkinter%20es%20una%20librer%C3%ADa%20del,gr%C3%A1fica%20de%20escritorio%20con%20Python.>

Pincay, A. R. (2021). Detección de Mascarilla para COVID-19 a través de Aprendizaje Profundo usando OpenCV y Cascade Trainer GUI. 68-73.

Romano, J. P. (2 de julio). *medium*. Obtenido de 2020: [https://jpromanonet.medium.com/como-instalar-python-y-sus-modulos-m%C3%A1s-utilizados-7ff41913de1d#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Pillow\(PIL\)%3F,Mac%20OS%20X%20y%20Linux.](https://jpromanonet.medium.com/como-instalar-python-y-sus-modulos-m%C3%A1s-utilizados-7ff41913de1d#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Pillow(PIL)%3F,Mac%20OS%20X%20y%20Linux.)

ultralytics. (23 de septiembre de 2024). *ultralytics*. Obtenido de <https://www.ultralytics.com/es/yolo>

wikipedia. (8 de abril de 2024). *wikipedia*.

Wikipedia. (11 de junio de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Python>