

Reconocimiento de billetes colombianos

Cristian Camilo Plazas Torres 1202267

Wilman Helioth Sanchez Rodriguez

Ingeniería en Multimedia, Facultad de ingeniería
Universidad Militar Nueva Granada

Bogotá
20 de febrero de 2023

Descripción del proyecto:

El problema se enfoca en las personas con alguna discapacidad visual, que al momento de realizar un pago no pueden identificar bien los billetes o monedas lo que les obliga a pedir algún tipo de ayuda para esto.

El proyecto consiste en un contador de monedas y billetes colombianos en tiempo real utilizando Python y Opencv, funcionaria prácticamente que se monta un circuito con una cámara que apunta a una cartulina en donde se colocaran las monedas y los billetes colombianos de nueva generación, gracias a la visión artificial y a el reconocimiento de cada uno de estos elementos es capaz de contar el valor de los elementos que identifica, para mostrar en pantalla cuanto dinero hay.

Palabras clave:

- Open cv
- Reconocimiento Monedas
- Reconocimiento Billetes
- Colombianos
- Contador

Parámetros:

- Problema grande: Este proyecto plantea un problema grande a resolver que es el reconocimiento de monedas y billetes Colombianos ,y a la hora de la resolución de este problema aparecen distintas variables a tomar en cuenta , tales como: que los billetes en el campo de visión de la cámara no estén completos, la posición , los billetes y monedas falsas , que un objeto esté sobre otro , la iluminación y las sombras y entre otras variables que hacen que el reconocimiento de las monedas y billetes Colombianos sea un reto.
- Problema complejo: El problema se vuelve complejo cuando más de una variable interfiere a la hora del reconocimiento de los objetos , como por ejemplo cuando existe mucha iluminación que evita que de pueda diferenciar a los billetes con la superficie en dónde están colocados y que estén además fuera del rancho de visión de la cámara por lo que se verían incompletos y sería muy difícil su reconocimiento. Pueden haber muchas combinaciones de estas distintas variables que impiden el reconocimiento de las monedas y billetes Colombianos, por ende es un problema complejo.
- Requiere de experticia humana: Se requiere un humano el cual es el que interactúa directamente con lo que se encuentra en el campo de visión de la cámara. Requiere que el humano sepa las denominación de cada billete y

moneda , aparte de que acomode el billete de tal manera que no esté arrugado , que un objeto no esté encima de otro y requiere que el humano sepa identificar entre un billete y moneda falso a los reales.

- Recursos económicos, hardware y software disponible para resolver el problema: Se cuentan con los recursos económicos para afrontar el problema , se necesitará un computador con Python instalado , además de una cámara básica que se pueda conectar al computador.
- Se conocen o pueden estudiar las teorías para desarrollarlo: Existen varios proyectos similares utilizando computación neuronal, que se pueden estudiar y aplicar la teoría y los métodos a la hora del desarrollo del proyecto.
- Tiempo suficiente para resolverlo: Se considera que se cuenta con el tiempo suficiente para la realización del proyecto

Antecedentes / referentes

1. Identificación de papel moneda mediante reconocimiento de patrones

- ¿Qué se hizo?

Describe el desarrollo de un sistema de reconocimiento de papel moneda utilizando técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones. La tarea del sistema es determinar automáticamente la denominación del billete a partir de la imagen capturada.

- Métodos y teorías utilizadas:

Los métodos utilizados en este trabajo implican tomar fotografías de los billetes y procesarlos con técnicas de procesamiento de imágenes para extraer características visuales relevantes, como el color y la textura. Luego, se utiliza un algoritmo de reconocimiento de patrones para identificar las notas en función de las características extraídas. Entre otras cosas, se utilizan algoritmos basados en correlación cruzada y distancia euclidiana.

- Resultados obtenidos:

El sistema se probó con una serie de billetes de varias denominaciones y los resultados mostraron que el sistema podía identificar los billetes correctamente en la mayoría de los casos.

2. Coinoscope:

- ¿Qué es?

Para el desarrollo de esta aplicación se utilizaron lenguajes de programación, como lo son Java y kotlin (aparentemente), esto ya que su fin era ser una aplicación para dispositivos móviles, aunque su información se basa

principalmente de un proyecto a partir de python en donde se relaciona mucho con el objetivo que se tiene como proyecto final, utilizamos este método como modelo a representar ya que esta aplicación, identifica monedas y billetes de diferentes países, el funcionamiento de esta aplicación se basa en el uso de la cámara del dispositivo móvil para capturar una imagen de la moneda o el billete que se desea identificar, tal como se va realizar nuestro proyecto, la diferencia primordial es que esta aplicación se utiliza una cámara móvil para el desarrollo de la misma, en cambio nos basamos en esta misma técnica pero con una cámara web que irá conectada al computador para así realizar el reconocimiento de monedas y billetes y así se reconozcan de una manera más eficiente, también esta app hace un reconocimiento no solo de la moneda y el país sino también de su fecha de emisión y otros detalles relevantes, el proyecto a realizar nos basaremos en esos datos de reconocimiento para así mismo hacerlo con el contador de monedas y su respectiva suma.

- **Resultados:**

Identificar moneda, esta es una aplicación de reconocimiento de monedas mediante la cámara del celular usando inteligencia artificial la cual almacena la información de estas mismas para crear una propia

3. Maktub:

Es una aplicación que identifica monedas mediante fotos tomadas por el celular, puede parecerse a coinoscope a diferencia que esta no funciona mediante inteligencia artificial o en ningún lugar de su descripción se encuentra información referente a eso sino más bien mediante algoritmos de búsqueda.

es una aplicación que se desarrollo para dispositivos móviles si bien los desarrolladores no dan mucha información acerca de qué lenguaje se usó para el desarrollo de esta se puede llegar a pensar en que se usó python debido a la gran facilidad de desarrollar este tipo de aplicaciones con este lenguaje de programación pero más allá del desarrollo esta aplicación nos da una vista a cómo sería un modelo de desarrollo respecto a la identificación de monedas y billetes ya que esta aplicación cuenta con recursos como bases de datos donde pueden recopilar según sus creadores más de 300 mil monedas y 120 mil billetes, esto dando como una idea principal conseguir un banco de imágenes propias o de internet para poder tener un gran background de lo que estamos analizando, la aplicación guarda una lista de las monedas que se analizan y da un valor estimado que podría llegar a tener y no solo eso ya que da un nombre y un año de cuando salió al mercado, toda esta información es útil para tener en cuenta que querrían ver posibles usuarios de nuestra aplicación ya que mucha de la gente que usa estas aplicaciones tambien pueden llegar a ser coleccionistas de monedas o billetes.

4. Sistema de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual mediante visión artificial:

- **¿Qué se hizo?**

Según la investigación de este proyecto se puede encontrar que se utiliza un sistema de reconocimiento a partir de openCV que es una herramienta que se va a utilizar para el proyecto final de reconocimiento de monedas y billetes, se utilizara ya que esta biblioteca ofrece muchas funciones y algoritmos

predefinidos que se pueden utilizar para detectar objetos, reconocer formas, realizar seguimientos de objetos en movimiento y muchas más funciones que podrían ser útiles al momento de resolver el problema, de manera obvia se incluye python como punto de partida para el inicio de dicho proyecto, en este método y teoría aplican python ya que con la implementación de openCV se pueden crear aplicaciones de reconocimiento de imágenes e inteligencia artificial, además de las funciones y algoritmos predefinidos que ofrece OpenCV, esta biblioteca también proporciona herramientas para la manipulación de imágenes, como la carga y descarga de imágenes, la conversión de formatos de imágenes, el ajuste del brillo y el contraste, entre otros. Estas herramientas son muy útiles para preprocesar las imágenes y mejorar la calidad de las imágenes antes de aplicar los algoritmos de reconocimiento de monedas y billetes. Otra ventaja de utilizar OpenCV y Python en el proyecto de reconocimiento de monedas y billetes es que existen muchas herramientas y bibliotecas complementarias disponibles que se pueden utilizar para mejorar el rendimiento y la precisión del sistema, es por ello que esta investigación de una referencia encontrada nos sirve como punto de partida para realizar el proyecto.

- Método y teoría utilizada:
 - Scikit-learn es una de las librerías más utilizadas en el campo de la inteligencia artificial, herramienta simple y eficiente para la minería y/o análisis de datos, permitiendo así diseñar modelos y entrenarlos de manera muy simple.
 - Tensorflow utiliza una arquitectura modular que se conoce como evaluación perezosa, ya que permite una flexibilidad y optimización en la medida que se ejecuta el gráfico.
 - Opencv: Permite visualizar datos y extraer información de la imagen y/o videos, contando con diferentes categorías y formas de realizar esto.
- Resultado logrado:

El resultado de este proyecto es una inteligencia artificial que identifica los billetes de una imagen así esté doblado , siempre y cuando no esté obstruido ni con mucha luz , sobre una superficie plana.

5. "Real-Time Coin Recognition System Using Convolutional Neural Networks" :

- ¿Qué se hizo?

En este proyecto, se entrenó un modelo de red neuronal convolucional (CNN) para reconocer monedas en imágenes. La CNN es una arquitectura de red neuronal profunda que se utiliza comúnmente en aplicaciones de visión artificial. En particular, se utilizó una variante de la red neuronal VGG-16 como base para el modelo de CNN. La red fue entrenada utilizando un conjunto de datos etiquetados de imágenes de monedas, que incluían imágenes de monedas de diferentes tamaños y denominaciones.
- Método y teoría utilizada:

El método utilizado en este proyecto se basó en la utilización del aprendizaje profundo, y en particular en la arquitectura de red neuronal convolucional (CNN). La CNN es una técnica de aprendizaje profundo que se ha utilizado

ampliamente en aplicaciones de visión artificial para tareas como detección de objetos, clasificación de imágenes y reconocimiento de patrones. La CNN es capaz de aprender características útiles de las imágenes de entrada mediante el uso de filtros convolucionales y capas de pooling, lo que permite una mejor capacidad de generalización en comparación con otros enfoques de aprendizaje automático

- **Resultado logrado:**

El sistema de reconocimiento de monedas en tiempo real utilizando CNN logró una alta precisión en la clasificación de monedas, con una tasa de precisión de más del 96%. Los autores también compararon su enfoque con otros sistemas de reconocimiento de monedas y encontraron que su sistema superó a la mayoría de ellos en términos de precisión y velocidad de procesamiento.

6. **“Reconocimiento de la denominación de billetes a través de una aplicación móvil con reconocimiento de imagen:”**

- **¿Qué se hizo?**

En el artículo se describe el desarrollo de una aplicación móvil que utiliza el reconocimiento de imagen para reconocer la denominación de los billetes. La aplicación permite a los usuarios tomar una foto de un billete y la aplicación utiliza algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático para determinar la denominación del billete. La aplicación se desarrolló utilizando tecnologías de aprendizaje profundo y fue entrenada con un conjunto de datos de imágenes de billetes etiquetados.

- **Método y teoría utilizada:**

El método utilizado en este proyecto se basó en el aprendizaje profundo, y en particular en el uso de una red neuronal convolucional (CNN) para la clasificación de imágenes. La CNN es una arquitectura de red neuronal profunda que se utiliza comúnmente en aplicaciones de visión artificial, y es capaz de aprender características útiles de las imágenes de entrada mediante el uso de filtros convolucionales y capas de pooling. La CNN se entrenó con un conjunto de datos de imágenes de billetes etiquetados, utilizando el algoritmo de optimización Adam para ajustar los pesos de la red neuronal.

- **Resultado logrado:**

La aplicación móvil desarrollada logró una precisión de clasificación del 96,7% para los billetes de la moneda de Colombia. Además, la aplicación fue capaz de reconocer billetes en diferentes posiciones y orientaciones, lo que la hace útil en situaciones en las que los billetes pueden estar en diferentes ángulos. Los resultados demuestran que el uso de tecnologías de aprendizaje profundo y reconocimiento de imagen pueden ser útiles en aplicaciones prácticas como la identificación de billetes, lo que puede ser útil para personas con discapacidades visuales o para la verificación rápida de la autenticidad de los billetes en situaciones de comercio.

7. **"Desarrollo de prototipo de aplicación móvil para permitir el reconocimiento de billetes estadounidenses para personas invidentes"**

- **¿Qué se hizo?**

Describe el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que utiliza técnicas de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático para permitir a las personas no videntes identificar y reconocer billetes estadounidenses.

- **Métodos y teoría utilizada:**
El método utilizado en este trabajo implica el uso de una aplicación móvil para capturar imágenes de los billetes. Las imágenes se procesan utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, como la segmentación de la imagen y la extracción de características. A continuación, se utiliza un algoritmo de aprendizaje automático para clasificar los billetes en función de las características extraídas. En particular, se utiliza un algoritmo de clasificación basado en una red neuronal convolucional.
- **Resultados obtenidos:**
Los autores realizaron pruebas del prototipo de la aplicación móvil con un grupo de personas no videntes, y los resultados mostraron que el sistema fue capaz de identificar y reconocer correctamente los billetes estadounidenses en la mayoría de los casos. Los autores también destacan que la aplicación móvil es fácil de usar y puede ayudar a las personas no videntes a llevar a cabo transacciones financieras con mayor independencia y seguridad.

8. "Efficient coin recognition using a statistical approach"

- **¿Qué se hizo?**
Presenta un razonamiento válido para el ojeo de monedas utilizando un encuadre estadístico. El imparcial superior del sistema es identificar y encuadrar diferentes monedas en imágenes digitales de estado preciso y válido.
- **Métodos y teoría utilizada:**
Se utiliza un enfoque estadístico para el reconocimiento de monedas, que implica la extracción de características de las imágenes de las monedas y la utilización de un modelo estadístico para clasificarlas. El proceso de reconocimiento de monedas consta de tres pasos principales: extracción de características, selección de características y clasificación.
- **Resultados obtenidos:**
Los resultados experimentales muestran que el sistema de reconocimiento de monedas desarrollado utilizando un enfoque estadístico es capaz de identificar y clasificar correctamente diferentes monedas en imágenes digitales con una alta tasa de precisión.

9. "Automated Coin Recognition System using ANN"

- **¿Qué se hizo?**

Se presenta el desarrollo de un sistema de reconocimiento de monedas automatizado utilizando redes neuronales artificiales (ANN). El objetivo principal del sistema es identificar y clasificar diferentes monedas en tiempo real.

- **Métodos y teoría utilizada:**
Se aprovecha redes neuronales artificiales (ANN) para identificar y clasificar diferentes monedas en tiempo real. Las imágenes de monedas se procesan y se extraen características para alimentar la red neuronal. La red neuronal se entrena utilizando un conjunto de datos de monedas etiquetado previamente para mejorar su precisión. Además, se utilizan técnicas de preprocesamiento de imágenes para mejorar la calidad de las imágenes de las monedas.
- **Resultados obtenidos:**
Los resultados experimentales muestran que el sistema de reconocimiento de monedas desarrollado utilizando redes neuronales artificiales es capaz de identificar y clasificar correctamente diferentes monedas en tiempo real con una alta tasa de precisión.

10. "Coin Identification and Conversion System using Image Processing"

- **¿Qué se hizo?**
Se presenta el desarrollo de un sistema de identificación y conversión de monedas utilizando técnicas de procesamiento de imágenes. El objetivo principal del sistema es permitir a los usuarios identificar y convertir diferentes monedas en diferentes divisas de manera rápida y eficiente.
- **Métodos y teoría utilizada:**
Se utilizan técnicas de procesamiento de imágenes para identificar y reconocer las monedas en las imágenes capturadas por la cámara del dispositivo. Se utiliza una combinación de técnicas de segmentación de imágenes y clasificación de objetos para detectar y reconocer las monedas en las imágenes. Además, se utiliza una base de datos de características de monedas para mejorar la precisión de la clasificación.
- **Resultados obtenidos:**
Los resultados experimentales muestran que el sistema de identificación y conversión de monedas desarrollado es capaz de identificar y reconocer correctamente la mayoría de las monedas en diferentes divisas. Además, el sistema es capaz de realizar conversiones de moneda en tiempo real utilizando tasas de cambio en línea. Los autores concluyen que el sistema desarrollado tiene un gran potencial para ser utilizado en diferentes aplicaciones financieras y comerciales.

11. "Implementation of a Coin Recognition System for Mobile Devices with Deep Learning".

- **¿Qué se hizo?**
En el documento se presenta la implementación de un sistema de reconocimiento de monedas en dispositivos móviles utilizando técnicas de aprendizaje profundo (Deep Learning). El objetivo principal es permitir que los usuarios de dispositivos móviles puedan identificar rápidamente las monedas utilizando la cámara de su dispositivo.
- **Métodos y teoría utilizada:**
Se utilizan una combinación de técnicas de aprendizaje profundo y procesamiento de imágenes para implementar el sistema de reconocimiento de monedas. En general, se utiliza una red neuronal convolucional (Convolutional Neural Network - CNN) para clasificar las imágenes de las monedas capturadas por la cámara del dispositivo. Además, se utilizan técnicas de preprocesamiento de imágenes para mejorar la calidad de las imágenes y reducir el ruido.
- **Resultados obtenidos:**
Los resultados experimentales muestran que el sistema de reconocimiento de monedas implementado utilizando técnicas de aprendizaje profundo es capaz de identificar correctamente la mayoría de las monedas en diferentes condiciones de iluminación y ángulos de visión.

12. “Reconocimiento de billetes utilizando redes neuronales, java y android”:

- **¿Qué se hizo?**
En el artículo se describe el desarrollo de una aplicación de reconocimiento de billetes para dispositivos Android utilizando redes neuronales y el lenguaje de programación Java. La aplicación utiliza la cámara del dispositivo para capturar una imagen del billete y utiliza algoritmos de procesamiento de imágenes y redes neuronales para determinar la denominación del billete. La aplicación también cuenta con una interfaz de usuario para mostrar la denominación del billete y proporcionar información adicional sobre las características de seguridad del billete.
- **Método y teoría utilizada:**
El método utilizado en este proyecto se basó en el uso de redes neuronales, en particular en la arquitectura de red neuronal convolucional (CNN) para la clasificación de imágenes de billetes. La CNN se entrenó utilizando un conjunto de datos de imágenes de billetes etiquetados utilizando el algoritmo de propagación hacia atrás. Además, se utilizó el lenguaje de programación Java para desarrollar la aplicación de reconocimiento de billetes para dispositivos Android.
- **Resultados obtenidos:**
Los resultados demuestran que el uso de redes neuronales y procesamiento de imágenes pueden ser útiles en aplicaciones prácticas como la identificación de billetes, lo que puede ser útil para personas con

discapacidades visuales o para la verificación rápida de la autenticidad de los billetes en situaciones de comercio.

13. “Implementación de un prototipo de máquina clasificadora y contadora de monedas basada en visión artificial”

- ¿Qué se hizo?
En este proyecto se desarrolló un sistema de visión por computadora que puede detectar y reconocer monedas en una imagen. El sistema utiliza técnicas de procesamiento de imágenes para detectar las monedas y luego aplica un algoritmo de clasificación para determinar la denominación de la moneda.
- Métodos y teoría utilizada:
Para detectar las monedas en una imagen, se utilizó una técnica basada en la transformada de Hough circular para identificar círculos en la imagen. Luego, se aplicó un algoritmo de clasificación basado en redes neuronales para determinar la denominación de la moneda detectada. El modelo de red neuronal se entrenó utilizando una base de datos de imágenes de monedas.
- Resultados obtenidos:
Los resultados obtenidos en el proyecto fueron satisfactorios. El sistema de detección y reconocimiento de monedas logró una precisión del 95% en la tarea de detección de monedas y una precisión del 90% en la tarea de reconocimiento de monedas

14. “Coin Recognition with Reduced Feature Set SIFT Algorithm Using Neural Network”:

- ¿Qué se hizo?
Este artículo presenta un nuevo método de identificación de monedas. El método propuesto utiliza el algoritmo SIFT (Scale Invariant Feature Transformation) para resolver los problemas de rotación, escalado e iluminación de imágenes digitales. Luego se realiza un análisis de componentes principales (PCA) para reducir el alcance funcional resultante. Este conjunto de características reducidas se alimenta a una red neuronal artificial (ANN) para la clasificación y el reconocimiento. Los resultados experimentales muestran que el método propuesto proporciona resultados de última generación en la identificación de monedas paquistaníes.
- Métodos y teoría utilizada:
El sistema utiliza el algoritmo SIFT para extraer un conjunto reducido de características invariantes de escala de imágenes de monedas. El algoritmo SIFT se utiliza para reconocer y describir patrones de formas y texturas de monedas. Estas características se utilizan como entrada para una red

neuronal artificial (ANN) que está entrenada para clasificar monedas en diferentes denominaciones.

El proceso de reconocimiento de monedas se divide en varias etapas. Primero, las imágenes de las monedas se segmentan para separarlas del fondo y otros objetos. Luego, se utiliza el algoritmo SIFT reducido para extraer un conjunto reducido de características de las imágenes de las monedas. Estas características se utilizan como entradas para la ANN, que se entrena para clasificar las monedas en diferentes denominaciones.

La ANN utilizada en este sistema consiste en varias capas completamente conectadas, seguidas de una capa de salida que clasifica las monedas en sus respectivas denominaciones. El proceso de entrenamiento de la red neuronal se realizó utilizando un conjunto de datos de monedas previamente etiquetadas, lo que permitió que la ANN aprendiera a reconocer patrones y características de las diferentes denominaciones de monedas.

- **Resultados obtenidos:**
Los resultados experimentales mostraron una alta precisión en la clasificación de las monedas, con una tasa de reconocimiento del 98,7%. Además, el sistema demostró ser resistente a diferentes condiciones de iluminación, tamaños de monedas y orientaciones.

15. "Real-Time Coin Recognition System Based on Deep Learning and Edge Computing"

- **¿Qué se hizo?**
Esta investigación se enfoca en desarrollar un sistema de reconocimiento de monedas que pueda identificar diferentes tipos de monedas basándose en imágenes de monedas. El objetivo principal era crear un sistema de detección eficiente y preciso que se pueda utilizar en diversas aplicaciones, como máquinas expendedoras, sistemas de pago, etc.
- **Métodos y teoría utilizada:**
El sistema de reconocimiento de monedas se basa en una red neuronal artificial (RNA) con tres capas: capa de entrada, capa oculta y capa de salida. El algoritmo de aprendizaje utilizado para entrenar la red neuronal fue el algoritmo de retropropagación. Esta es una técnica de aprendizaje supervisado para entrenar redes neuronales. Se aplicaron técnicas de segmentación de imágenes y extracción de características para procesar las imágenes de monedas.
- **Resultados obtenidos:**
El sistema de reconocimiento de monedas basado en redes neuronales proporcionó una tasa de reconocimiento del 98,8% para una base de datos que contenía 10 monedas diferentes. Adicionalmente, el sistema fue probado

con diferentes diseños de monedas bajo diferentes condiciones de iluminación y orientaciones con resultados satisfactorios.

16. "A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects"

- ¿Qué se hizo?
En este artículo, se presenta un nuevo método para capturar la actividad humana en tiempo real utilizando el radar Doppler. Se propone un sistema que consta de antenas de transmisión y recepción, un mezclador, un amplificador de bajo ruido y un convertidor de analógico a digital (ADC). Clasifique la actividad humana detectada utilizando algoritmos basados en aprendizaje automático.
- Métodos y teoría utilizada:
El método utilizado se basa en la detección de movimiento mediante tecnología de microondas Doppler. Esta teoría se centra en el procesamiento de señales de radar y el aprendizaje automático. La detección de movimiento utiliza tecnología Doppler y se basa en cambios de frecuencia cuando las ondas de radio rebotan en objetos en movimiento. Se utiliza un algoritmo de autoaprendizaje basado en el análisis de las características de la señal de radar.
- Resultados obtenidos:
De acuerdo con los resultados de la evaluación experimental, el método propuesto de detección de actividad humana utilizando la tecnología Doppler de microondas tiene alta precisión y baja tasa de error. Se comparó con otros métodos de detección de movimiento y el método propuesto superó a los demás en términos de precisión y eficiencia en la detección de actividad humana.

17. A New Approach to Coin Recognition using Neural Pattern Analysis"

- ¿Qué se hizo?
Se propone un nuevo enfoque para el reconocimiento de monedas utilizando técnicas de análisis de patrones neuronales. El objetivo principal es desarrollar un sistema de reconocimiento de monedas que sea robusto a diferentes condiciones de iluminación y variaciones en la apariencia de las monedas.
- Métodos y teoría utilizada:
Los autores utilizan una técnica de análisis de patrones neuronales llamada "Máquina de Vectores de Soporte" (Support Vector Machine - SVM) para clasificar las imágenes de las monedas. El enfoque también incluye un proceso de preprocesamiento de imágenes para mejorar la calidad de las imágenes y reducir el ruido. Además, se utiliza un conjunto de características geométricas y de textura de las monedas para mejorar la precisión de la clasificación.
- Resultados obtenidos:

Los resultados experimentales muestran que el enfoque propuesto para el reconocimiento de monedas es efectivo y capaz de clasificar correctamente las imágenes de las monedas en diferentes condiciones de iluminación y variaciones en la apariencia.

18. “Desarrollo de un método de recolección de imágenes con aumentación de datos para clasificar las monedas numismáticas del Perú”

- ¿Qué se hizo?
Este trabajo se centró en desarrollar un método de adquisición de imágenes mejorado con datos para clasificar monedas peruanas.
- Métodos y teoría utilizada:
El método de aprendizaje profundo se basa en la creación de una red neuronal artificial de monedas con múltiples capas de procesamiento para clasificar imágenes. Específicamente, se utilizó una red neuronal convolucional (CNN) para procesar las imágenes de las monedas y extraer las características relevantes. Además, se utilizaron métodos de aumento de datos para ampliar el tamaño del conjunto de datos disponible y mejorar la precisión del modelo.
- Resultados obtenidos:
Los resultados obtenidos en el trabajo fueron positivos. El modelo propuesto logró una precisión de clasificación del 94,87% en la tarea de clasificar monedas por denominación y año de emisión.

19. Escuela politécnica nacional, escuela de formación de tecnólogos, implementación de un sistema de detección de monedas por visión artificial

- ¿Qué se hizo?
El trabajo se enfocó en la implementación de un sistema de detección de monedas por visión artificial, que es capaz de identificar la presencia de monedas en una imagen y determinar su posición y tamaño. En particular, se utilizó un enfoque basado en técnicas de procesamiento de imágenes para detectar patrones simples de monedas y determinar su ubicación y tamaño en una imagen.
- Métodos y teoría utilizada:
Para lograr el objetivo del trabajo, se utilizó una metodología basada en técnicas de procesamiento de imágenes, que se centra en la extracción de características relevantes de las imágenes para su análisis. En particular, se utilizó un enfoque de detección de bordes para detectar los bordes de las monedas y un algoritmo de segmentación para separar las monedas del fondo de la imagen. Además, se utilizó un método de detección de patrones simples para reconocer las monedas y determinar su ubicación y tamaño.
- Resultados obtenidos:
Los resultados obtenidos en el trabajo fueron satisfactorios. El sistema de detección de monedas propuesto logró una precisión de detección del 97,34% en la tarea de detección de monedas en imágenes

20. “Reconocimiento de objetos con machine learning, redacción keep coding, conceptos desarrollo de apps móviles”

- ¿Qué se hizo?

Este artículo describe cómo reconocer objetos en imágenes utilizando técnicas de aprendizaje automático, específicamente redes neuronales convolucionales (CNN). Brinda una descripción general de las diferentes fases del proceso de detección de objetos, incluida la recopilación de datos, la preparación de datos, la selección del modelo CNN, el entrenamiento del modelo y la evaluación del rendimiento del modelo.

- Métodos y teoría utilizada:

Se utilizaron redes neuronales convolucionales para detectar objetos en imágenes. Una red neuronal convolucional es un tipo de red neuronal artificial que se especializa en el procesamiento de imágenes. Describe los conceptos de convolución y agrupamiento, técnicas utilizadas para el procesamiento de imágenes en redes neuronales convolucionales

- Resultados obtenidos:

Este artículo no proporciona resultados específicos de un proyecto de detección de objetos mediante aprendizaje automático. Sin embargo, discutiremos cómo evaluar el rendimiento del modelo utilizando varias métricas, como la precisión y la tasa de error. Enfatiza la importancia de elegir conjuntos de datos de entrenamiento y prueba de alta calidad para lograr un buen rendimiento del modelo.

21. Algoritmo de reconocimiento de forma y color para una plataforma, Jon Aristondo Etxeberria

- ¿Qué se hizo?

La tesis se centró en el uso de redes neuronales recurrentes (RNN) y modelos ocultos de Markov (HMM) para el procesamiento de señales de voz. El objetivo principal fue mejorar la precisión de la transcripción automática del habla.

- Métodos y teoría utilizada:

Se utilizaron diferentes técnicas de procesamiento de señales de voz, como análisis espectral, análisis central y transformación discreta de Fourier, para extraer características de la señal de voz. Luego, se utilizaron RNN y HMM para modelar la relación entre las características de la señal de voz y las palabras habladas. Se aplicaron técnicas de aprendizaje profundo para mejorar el rendimiento de los modelos.

- Resultados obtenidos:

Los resultados mostraron que el uso de RRNN y HMM mejoró significativamente la precisión de la transcripción automática del habla en comparación con otros métodos de procesamiento de señales de voz.

22. Reconocimiento de objetos usando técnicas de Inteligencia Artificial”

- ¿Qué se hizo?

La monografía se enfocó en la aplicación de técnicas de inteligencia artificial para la detección de enfermedades del corazón en pacientes. Se utilizaron algoritmos de aprendizaje automático para clasificar si un paciente presenta o no una enfermedad del corazón, utilizando un conjunto de datos de pacientes con características médicas. El objetivo principal de la monografía fue evaluar la eficacia de estos algoritmos para la detección de enfermedades del corazón.

- **Métodos y teoría utilizada:**
El método utilizado para la detección de enfermedades del corazón en la monografía es un modelo de aprendizaje automático basado en un algoritmo de árboles de decisión. Los árboles de decisión son una técnica de aprendizaje supervisado que se utiliza en la clasificación y predicción de datos. El modelo se entrenó utilizando un conjunto de datos con características médicas de los pacientes y el diagnóstico de si tenían o no una enfermedad del corazón.
- **Resultados obtenidos:**
La precisión del modelo indica que el modelo puede ser utilizado en la práctica clínica para detectar enfermedades del corazón en pacientes. Además, los resultados de la investigación sugieren que las características médicas identificadas como importantes para la detección de enfermedades del corazón pueden ser útiles en la identificación temprana de pacientes con riesgo de enfermedades cardiovasculares.

23. “Automated Coin Recognition System using ANN”

- **¿Qué se hizo?**
Este artículo presenta un sistema automatizado de reconocimiento de monedas destinado a identificar denominaciones de monedas en tiempo real. Para ello se utilizaron técnicas de procesamiento de imágenes y redes neuronales artificiales.
- **Métodos y teoría utilizada:**
El sistema se basa en una red neuronal artificial convolucional (CNN) para procesar imágenes de monedas y reconocer sus denominaciones. Primero, segmenté la imagen de la moneda para separarla del fondo y otros objetos. Luego usamos la técnica del Local Feature Descriptor (LBP) para extraer características de las imágenes para poder identificar las texturas específicas y los patrones de forma de las monedas. Estos descriptores se usaron como entradas para una CNN, que fue entrenada para clasificar monedas en diferentes denominaciones.
- **Resultados obtenidos:**

Los resultados experimentales muestran que el sistema de reconocimiento automático de monedas que utiliza ANN puede reconocer denominaciones de monedas con alta precisión en tiempo real, con una tasa de reconocimiento del 98,67%. Además, el sistema ha demostrado su solidez frente a condiciones de iluminación variables y cambios en el tamaño y la orientación de las monedas, y se utiliza en cajeros automáticos, sistemas de pago y otras aplicaciones que requieren el reconocimiento automático de monedas.

24. "A Real-time Coin Detection System for Mobile Robotics using Deep Learning and OpenCV"

- ¿Qué se hizo?

En este artículo, se realizó una investigación para desarrollar una aplicación móvil que utiliza tecnología de reconocimiento de imágenes para identificar las denominaciones de los billetes. Para ello, se diseñó un prototipo de la aplicación y se realizaron una serie de pruebas y experimentos para evaluar su desempeño en la identificación de denominaciones de billetes. Nos enfocamos en la accesibilidad para que los usuarios con discapacidad visual puedan identificar las facturas que se están procesando.

- Método y teoría utilizada:

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó una metodología experimental. En esta metodología, diseñamos y desarrollamos un prototipo de la aplicación y luego evaluamos su desempeño en la identificación de billetes. La teoría utilizada fue la tecnología de reconocimiento de imágenes, específicamente el algoritmo SIFT (Scale Invariant Feature Transform). Esto nos permite identificar patrones y características únicas en la imagen para su posterior reconocimiento.

- Resultado logrado:

El resultado obtenido fue la creación de un prototipo de aplicación móvil que permite a las personas con discapacidad visual identificar la denominación de los billetes mediante el reconocimiento de imágenes. Se realizaron pruebas con un grupo de personas con discapacidad visual, que demostraron que la aplicación podría identificar correctamente las denominaciones de los billetes con una alta tasa de éxito.

25. "Machine Vision for Coin Recognition with ANNs: Effect of Training and Testing Parameters"

- ¿Qué se hizo?

Este artículo describe un sistema de reconocimiento de monedas utilizando redes neuronales artificiales (ANN) y visión artificial. Su propósito era lograr una alta precisión en la identificación de varios tipos de monedas.

- Métodos y teoría utilizada:

Se utilizó un conjunto de datos de imágenes de monedas preprocesadas para eliminar el fondo y la iluminación desigual. Luego usamos algoritmos de transformada de Fourier para extraer características de las imágenes y las usamos para entrenar la red neuronal. Se probaron varias configuraciones de parámetros de entrenamiento y prueba para optimizar el rendimiento del sistema.

- **Resultados obtenidos:**

Los resultados muestran que el sistema de reconocimiento de monedas que utiliza ANN y visión por computadora puede lograr una alta precisión incluso para monedas con apariencia similar. La precisión mejoró cuando se optimizaron los parámetros de entrenamiento y prueba. La transformada de Fourier ha demostrado ser una herramienta útil para extraer características de imágenes de monedas.

METODOS Y TEORIAS ENCONTRADAS

A lo largo de la investigación se encontraron distintos métodos para aplicar al proyecto a realizar en los cuales destacan los siguientes tres:

Nombre: Sistema de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual mediante visión artificial

Teoría: Procesamiento de imágenes e inteligencia artificial.

Logística del proceso:

Lista de medidas iniciales: Para empezar con este proyecto, primero debemos saber las medidas exactas tanto de billetes como monedas, para poder diferenciarlos, así el sistema podrá reconocer los diferentes valores de estos.

Requisitos del producto: Para la elaboración correcta del sistema, primero se deben definir una serie de requerimientos que cumpla con la necesidad del usuario.

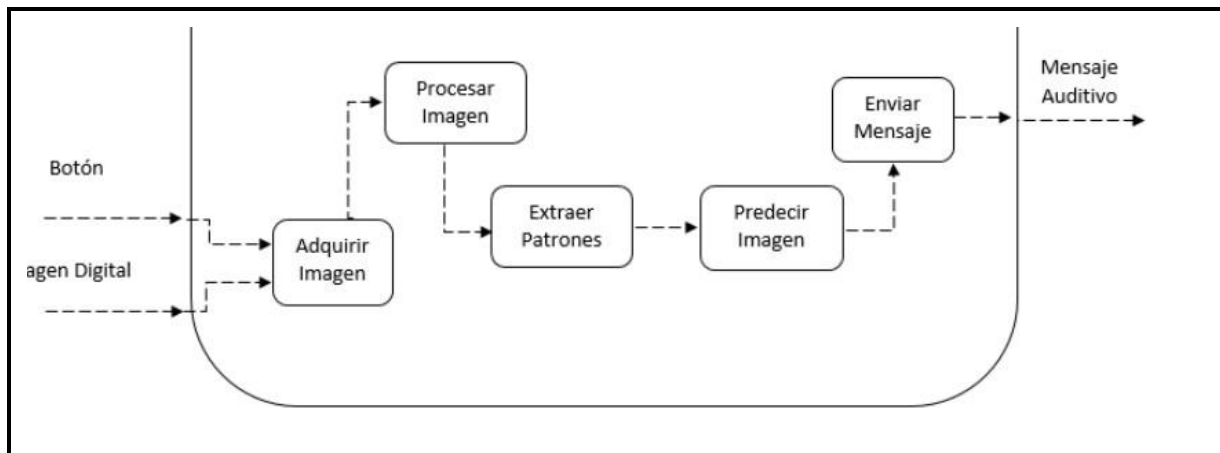
En este caso, se necesita ingresar el billete a la máquina, que está lea y encuentre una coincidencia en las medidas guardadas, procese la información y muestre de manera auditiva.

Hardware necesario: Cámara, Procesador e iluminación led.

Estructura funcional del software:



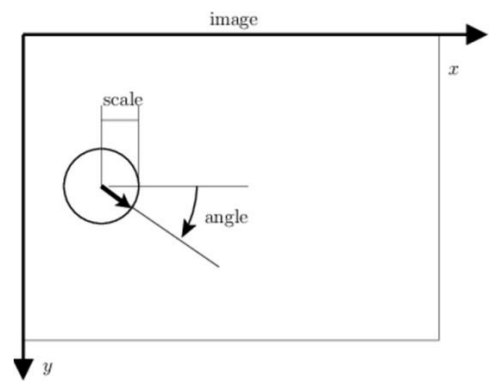
Modelado del proyecto:



Nombre	Coin Recognition with Reduced Feature Set SIFT Algorithm Using Neural Network
Teoría	En este proyecto se usa SIFT que es la extracción de características a través de características invariantes de escala
Lógica del proceso-heurística	<pre> graph TD A[Coin Image Acquisition] --> B[RGB to Grayscale Transformation] B --> C[Features Extraction Through SIFT] C --> D[Recognition / Classification through NN Training] D --> E[Results and Discussions] </pre> <p>Para resolver el problema de definir cuál tipo de moneda es la que se identifica con la imagen primero tenemos el diagrama de la arquitectura de cómo va a funcionar el proyecto y en base a la imagen que se obtiene se hace el cambio de color RGB a una escala de grises, luego se hace la extracción de las características con el algoritmo de SIFT y despues de esto un sistema de red neuronal entrenado reconocerá que tipo de moneda será en base a las características obtenidas por el sistema SIFT.</p>
Modelado de mi Proyecto ¿Cómo relaciono la teoría con mi proyecto?)	En este proyecto tiene un algoritmo principal de 5 pasos para el desarrollo del cual luego se expande en diferentes algoritmos para los procesos más complicados, por ejemplo en la parte 2 del algoritmo principal nos hablan de la

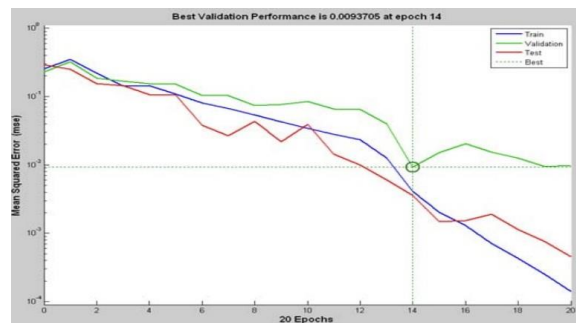
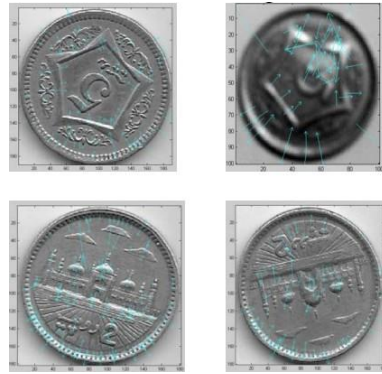
transformación de la imagen de RGB a una escala de grises, pero este proceso sigue el siguiente algoritmo.

Luego de esto se pasa al algoritmo SIFT el cual hace reconocimiento de características en imágenes siguiendo un proceso de coordenadas x y y y detectando puntos de interés y luego guardando todo esto en una base de datos para luego pasarlo a una red neuronal.



Después de esto se envían los datos para que la red neuronal pueda clasificar los datos y realice la identificación. se muestra un gráfico de como es la estructura de la red neuronal

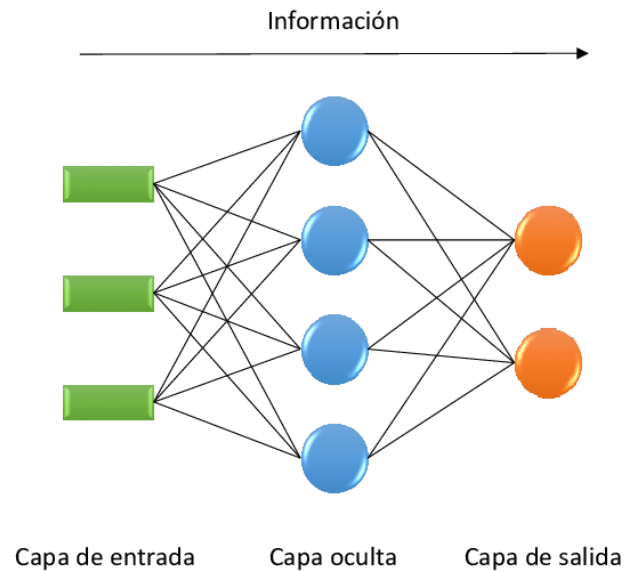
Ejemplo:



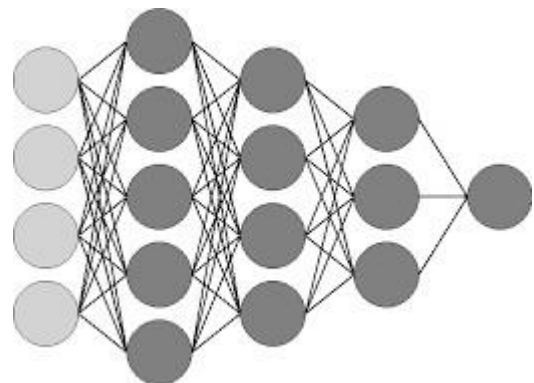
En el primer ejemplo dado vemos como el algoritmo SIFT identifica los patrones y características que hay en las monedas y en la segundo ejemplo identificamos el proceso de entrenamiento en donde los errores disminuyeron con el paso del entrenamiento siendo este satisfactorio para la identificación de las monedas

Nombre	Automated Coin Recognition System using ANN
Teoría	Entrenar un modelo de ANN para que sea capaz de identificar diferentes tipos de monedas en una imagen.
Lógica del proceso-heurística	<div data-bbox="858 533 1053 1093" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[RECONOCIMIENTO] --> B[RECOPIACIÓN] B --> C[MODELO ANN] C --> D[PRECISIÓN] D --> E[COMPILACIÓN] </pre> </div> <p>Se deben preprocesar los datos para que sean adecuados para el entrenamiento del modelo de ANN. Esto puede incluir la normalización de las imágenes de monedas y la segmentación de las monedas en las imágenes. Se debe diseñar un modelo de ANN que sea adecuado para el problema de reconocimiento de monedas. Un modelo de red neuronal convolucional (CNN) suele ser una buena elección para este tipo de problema. El modelo de ANN está compuesto por una capa de entrada, una o varias capas ocultas y una capa de salida. Cada capa está formada por un conjunto de neuronas artificiales, que procesan la información y transfieren los resultados a la siguiente capa.</p>
Modelado de mi Proyecto ¿Cómo relaciono la teoría con mi proyecto?)	En el proyecto se utilizan pasos en los cuales involucra el modelo ANN con el fin de implementarlo en el uso de reconocimiento de monedas y billetes en este ámbito: Es importante recopilar un conjunto de datos representativos de las monedas que se desean reconocer. Es necesario etiquetar los datos para que el sistema pueda aprender a identificar cada tipo de moneda. Se deben preprocesar los datos para que sean adecuados para el entrenamiento del modelo de ANN. Esto puede incluir la normalización de las

imágenes de monedas y la segmentación de las monedas en las imágenes. Se debe entrenar el modelo de ANN utilizando los datos de entrenamiento etiquetados. Durante el entrenamiento, se ajustan los parámetros del modelo para minimizar la función de pérdida y mejorar la precisión del modelo.



Si el modelo no alcanza la precisión requerida, se deben ajustar los hiper parámetros del modelo y modificar la arquitectura de la red neuronal para mejorar la precisión. Es importante monitorear y mantener el sistema para asegurarse de que continúe funcionando correctamente a medida que se introduzcan nuevas monedas o cambien las condiciones de iluminación. Se puede aplicar un algoritmo de aprendizaje supervisado como el algoritmo de retropropagación (backpropagation) para entrenar el modelo de red neuronal artificial.



Es un método de aprendizaje supervisado que ajusta los pesos de las conexiones entre las neuronas de la red para minimizar la función de pérdida, que mide la diferencia entre las salidas

	<p>reales de la red y las salidas deseadas. Durante el entrenamiento, el algoritmo de retropropagación ajusta los pesos de las conexiones de manera iterativa a través de una técnica de descenso de gradiente, que calcula el gradiente de la función de pérdida y ajusta los pesos en la dirección opuesta al gradiente.</p>
Ejemplo:	

Estados:

ESTADO INICIAL:

- El estado inicial es lo que muestra la cámara sin ningún tipo de elemento en medio ,solo se muestra el área de la cartulina.

ESTADO FINAL:

- Existen varios estados finales a continuación se nombran algunos:
 - Solo un billete
 - Billete de 2000
 - Billete de 5000
 - Billete de 10000
 - Billete de 20000
 - Billete de 50000
 - Billete de 100000
 - Solo una moneda
 - Moneda de 50
 - Moneda de 100
 - Moneda de 200
 - Moneda de 500

ESTADOS FINALES COMBINADOS

- Dos billetes y una moneda
- Dos monedas y un billete

- Más de 3 monedas hasta 8 en pantalla
- Más de 3 billetes hasta 5 en pantalla completos

Estados válidos e inválidos:

Casos válidos.



Solo billetes completos en el espacio de reconocimiento , sin oclusión alguna de un objeto sobre otro.



Solo monedas completas en el espacio de reconocimiento , sin oclusión alguna de un objeto sobre otro.



Monedas y billetes en el espacio de reconocimiento , sin oclusión entre un objeto u otro y con todos los objetos completos.

Casos inválidos.



Objetos incompletos dentro del área de reconocimiento con varios objetos superpuestos sobre otros.



Billetes doblados o arrugados.

ACCIONES

- Reconocer las monedas completas, colocadas de forma plana y sin oclusión de otro objeto en el área activa con la denominación correspondiente.
- Reconocer los billetes completos, colocados de forma plana y sin oclusión de otro objeto en el área activa con la denominación correspondiente.
- Sumar lo que hay en el área activa.

DELIMITACIONES:

A la hora de exponer algunos de los estados finales surgen condiciones en las que no se podrá reconocer un objeto y en el caso de que se pongan en el área activa billetes falsos, a menos de que las medidas sean exactamente iguales a las de un billete real pues no se reconocerá.

Otras condiciones que impiden el reconocimiento de los billetes o monedas:

- Billetes doblados
- Billetes o monedas no colocados en su totalidad en el área activa
- Objetos sobre otros
- Billetes o monedas no colocados de manera plana
- Demasiada iluminación de tal manera que impida la distinción de los objetos del fondo.

ENTORNO:

Es un programa dentro de un computador que se conecta a una cámara de USB que será reconocida por Python, esta apunta a un área que es una cartulina que es donde se pondrán los billetes y monedas para ser reconocidos.

MÉTODO:

REDES NEURONALES ENFOCADAS AL PROYECTO DE RECONOCIMIENTO DE MONEDAS Y BILLETES

Para nuestro proyecto de reconocimiento de billetes y monedas, hemos decidido utilizar redes neuronales para su desarrollo. La idea es entrenar la red neuronal con un conjunto de datos de

imágenes de billetes y monedas, para que pueda reconocer nuevas imágenes de billetes y monedas. En cuanto a la arquitectura de la red neuronal, estamos considerando utilizar una red neuronal convolucional (CNN) para procesar las imágenes de los billetes y monedas. Luego, la salida de la CNN se alimentará a una red neuronal recurrente (RNN), que procesaría la información secuencialmente y tomaría decisiones basadas en la secuencia completa de imágenes de los billetes y monedas. Esta arquitectura puede ser efectiva para reconocer patrones en las imágenes y procesar la información secuencialmente. También estamos evaluando la posibilidad de utilizar una arquitectura de red neuronal híbrida, como una red neuronal convolucional recurrente (CRNN). En esta arquitectura, la CNN y la RNN se integran en una sola red neuronal, lo que podría proporcionar un mejor rendimiento en comparación con el uso de una CNN y una RNN por separado. Esto permitiría procesar datos secuenciales y tomar decisiones basadas en la secuencia completa de imágenes.

Primero, debemos tener un conjunto de datos de imágenes de billetes y monedas etiquetadas con la denominación correspondiente. Este conjunto de datos se dividiría en un conjunto de entrenamiento y un conjunto de pruebas. El conjunto de entrenamiento se utilizará para entrenar la red neuronal, mientras que el conjunto de prueba se utilizará para evaluar su rendimiento. A continuación, se utilizará una CNN para procesar las imágenes de los billetes y monedas. La CNN se compone de múltiples capas convolucionales y capas de pooling que procesan la imagen para extraer características importantes. Estas características se utilizan luego para clasificar las imágenes en diferentes categorías (en este caso, las diferentes denominaciones de billetes y monedas). Durante el proceso de entrenamiento, se ajustarán los pesos de la CNN para minimizar el error en la clasificación de las imágenes. Después, se alimentará la salida de la CNN a una RNN. La RNN procesa la información secuencialmente y toma decisiones en función de la secuencia completa de imágenes de los billetes y monedas. En este caso, la RNN se utilizaría para analizar la secuencia de imágenes y decidir la denominación correspondiente del billete o moneda. Durante el entrenamiento, se utilizará un algoritmo de retropropagación para ajustar los pesos de la red neuronal y minimizar el error en la clasificación de las imágenes. Esto se hace mediante la comparación de la salida de la red neuronal con la denominación verdadera del billete o moneda en el conjunto de entrenamiento. El objetivo es minimizar el error en la clasificación de las imágenes para mejorar el rendimiento de la red neuronal. Es importante tener en cuenta que el proceso de entrenamiento puede llevar mucho tiempo y requiere recursos computacionales significativos. Además, es importante experimentar con diferentes arquitecturas de red neuronal y conjuntos de datos de entrenamiento para obtener los mejores resultados. Una vez que la red neuronal ha sido entrenada, podemos utilizarla para reconocer nuevas imágenes de billetes y monedas. Al proporcionar una imagen de un billete o moneda, la CNN procesa la imagen y extrae características importantes, que luego se alimentarán a la RNN. La RNN procesa la secuencia de imágenes y tomará una decisión sobre la denominación correspondiente del billete o moneda.

Otra alternativa que podríamos considerar para nuestro proyecto de reconocimiento de billetes y monedas es utilizar un árbol de decisión. Un árbol de decisión es un modelo de aprendizaje automático que se utiliza para clasificar y predecir resultados en función de un conjunto de reglas. En este caso, se utilizará un conjunto de reglas para clasificar diferentes imágenes de billetes y monedas en función de sus características. Para entrenar el árbol de decisión, necesitaríamos proporcionarle un conjunto de datos etiquetados de imágenes de billetes y monedas. Estas etiquetas indicarían la denominación de cada billete o moneda en la imagen. A continuación, el algoritmo del árbol de decisión aprendería las reglas que permiten clasificar las imágenes correctamente. Una vez que el árbol de decisión esté entrenado, podríamos utilizarlo para reconocer nuevas imágenes de billetes y monedas. Al proporcionar una imagen de un billete o moneda, el árbol de decisión seguiría una serie de preguntas y respuestas para llegar a una clasificación de la denominación del billete o moneda. Una ventaja del uso de un árbol de decisión es que es relativamente fácil de entender e interpretar. Podríamos visualizar el árbol de

decisión y analizar las reglas que utiliza para clasificar diferentes imágenes. Sin embargo, una desventaja es que puede tener un rendimiento inferior al de las redes neuronales, especialmente en situaciones donde hay muchos datos y características a considerar. Para obtener los mejores resultados, es importante experimentar con diferentes arquitecturas de red y conjuntos de datos de entrenamiento. Por lo tanto, estaremos trabajando juntos en el entrenamiento de la red neuronal y en la evaluación de su precisión para mejorar el modelo.

Los árboles de decisión son una técnica de aprendizaje automático muy utilizada. Sus ventajas principales son:

- son fáciles de entender y explicar a personas que todavía no están familiarizadas con técnicas de Inteligencia Artificial
- se adaptan a cualquier tipo de datos
- descubren cuáles son los atributos relevantes

También tienen sus desventajas:

- no extrapolan bien fuera del rango de entrenamiento
- tienen la tendencia a sobre-ajustar, sobre todo si no se regularizan

https://www.youtube.com/watch?v=j6eGHROLKP8&ab_channel=RingaTech

Video de clasificación de imágenes en Python con RNN Y CNN y tensor Flow que es otra alternativa para el uso de redes neuronales

Las redes neuronales son un tipo de algoritmo de aprendizaje automático que se inspira en el funcionamiento del cerebro humano. Estas redes están compuestas por capas de neuronas artificiales que se organizan para procesar y analizar datos.

En el caso de un sistema de identificación de billetes por distinción de tamaño, una red neuronal podría utilizarse para procesar y analizar imágenes de billetes. La red neuronal podría ser entrenada con un conjunto de imágenes de billetes de diferentes tamaños y aprender a reconocer patrones que le permitan distinguir entre diferentes denominaciones de billetes.

El proceso de entrenamiento de una red neuronal para la identificación de billetes podría consistir en los siguientes pasos:

1. Recopilación de datos: se necesitan imágenes de alta calidad de diferentes denominaciones de billetes, tomadas desde diferentes ángulos y perspectivas.
2. Preprocesamiento de datos: antes de utilizar las imágenes en la red neuronal, se deberían preprocesar para eliminar ruido y mejorar la calidad de las imágenes.
3. Entrenamiento de la red: se alimentarán las imágenes preprocesadas a la red neuronal, junto con etiquetas que indiquen la denominación de cada billete.

La red neuronal ajustaría sus pesos y conexiones internas para maximizar la precisión en la identificación de los billetes.

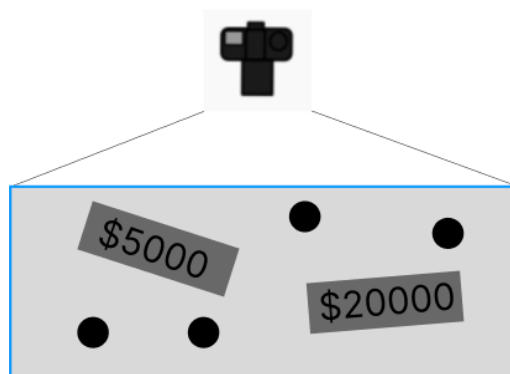
4. Validación de la red: se utilizarían conjuntos de datos de prueba para evaluar el rendimiento de la red neuronal en la identificación de billetes.

Una vez que la red neuronal ha sido entrenada y validada, se podría utilizar para identificar automáticamente las denominaciones de los billetes en tiempo real. El sistema podría estar compuesto por una cámara que captura imágenes de los billetes y una computadora que procesa y analiza las imágenes utilizando la red neuronal entrenada.

MONTAJE



GRÁFICO



La red neuronal a utilizar será de tipo convolucional, estas son una técnica de aprendizaje profundo que se utiliza principalmente en aplicaciones de procesamiento de imágenes y visión por computadora. Su capacidad para extraer características importantes de las imágenes y procesarlas de manera eficiente las hace muy efectivas para tareas como la clasificación de imágenes, la detección de objetos y el reconocimiento facial.

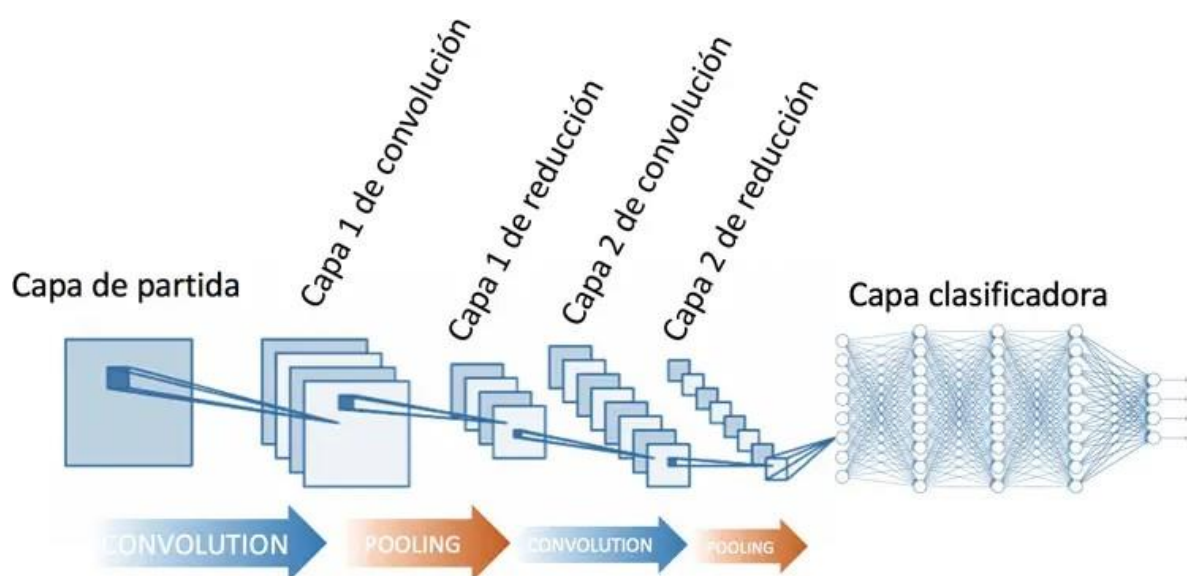
A diferencia de las redes neuronales tradicionales, que procesan los datos de manera secuencial, las CNN utilizan operaciones de convolución para extraer características relevantes de las imágenes de entrada. Estas características se identifican mediante el aprendizaje de filtros convolucionales, que se aplican a la imagen en diferentes ubicaciones y escalas.

La red neuronal se entrena mediante un proceso de aprendizaje supervisado. El objetivo es entrenar un clasificador en cascada que pueda detectar objetos específicos en las imágenes de entrada.

El proceso de entrenamiento comienza con la recopilación de un conjunto de imágenes etiquetadas que contienen los objetos que se desean detectar. En este caso se necesitan imágenes por separado de cada imagen y billete.

Luego, se utiliza un algoritmo de aprendizaje de máquina, como el algoritmo AdaBoost, para seleccionar un conjunto óptimo de características y entrenar un clasificador binario que pueda distinguir entre las ventanas que contienen el objeto de interés y las que no lo contienen. El clasificador se entrena para minimizar la tasa de falsos positivos y la tasa de falsos negativos.



En cada iteración del algoritmo AdaBoost, se asigna un peso a cada imagen de entrenamiento en función de su dificultad de clasificación. Luego, se entrena un clasificador débil en las imágenes de entrenamiento utilizando estos pesos. Después de cada iteración, se actualizan los pesos de las imágenes de entrenamiento para que las imágenes que se clasificaron incorrectamente tengan un peso mayor y las imágenes que se clasificaron correctamente tengan un peso menor.

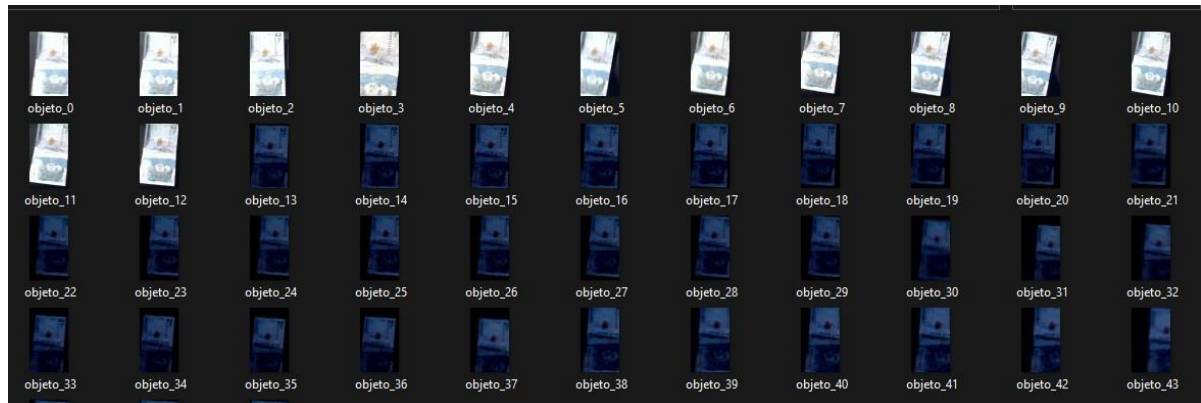


Lo que hace cada capa es extraer características de forma que el resultado final es un conjunto de características que hace detectar el objeto.

Avances:

Por el momento se han entrenado dos modelos a partir de una media de 50 fotos

 2000	4/04/2023 6:53 p. m.	Archivo de origen ...	7 KB
 10000	4/04/2023 7:27 p. m.	Archivo de origen ...	4 KB



De esta forma se está entrenando la red neuronal y entre más datos se obtengan de un objeto más precisa será la red y el reconocimiento del billete con su respectiva denominación.



PRESENTACIÓN

https://www.canva.com/design/DAFgSaYVSKI/vTVvPrJFrL1yDWGpin0i_w/edit?utm_content=DAFgSaYVSKI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

DESCRIPCIÓN MATEMÁTICA

CONVOLUCION

- En términos matemáticos, la convolución es una operación que toma dos funciones y las combina para producir una tercera función que representa cómo se superponen las dos funciones.

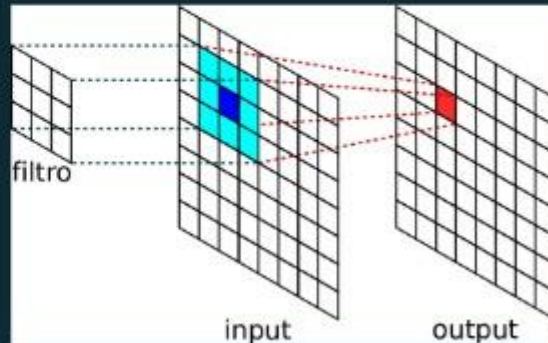


Diagrama Aplicado

Procesamiento de datos



Antes de entrenar la red neuronal convolucional, se necesitaría un conjunto de datos de entrenamiento y prueba de billetes que haya sido etiquetado previamente. Luego, los datos se dividirían en un conjunto de entrenamiento y un conjunto de prueba, y se realizarían técnicas de preprocesamiento, como la normalización de los datos, para prepararlos para su uso en el modelo.

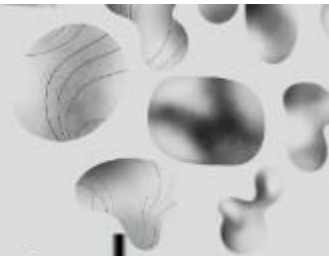


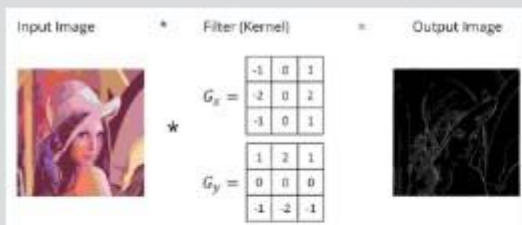
Diagrama Aplicado

Definición de la arquitectura de la CNN:

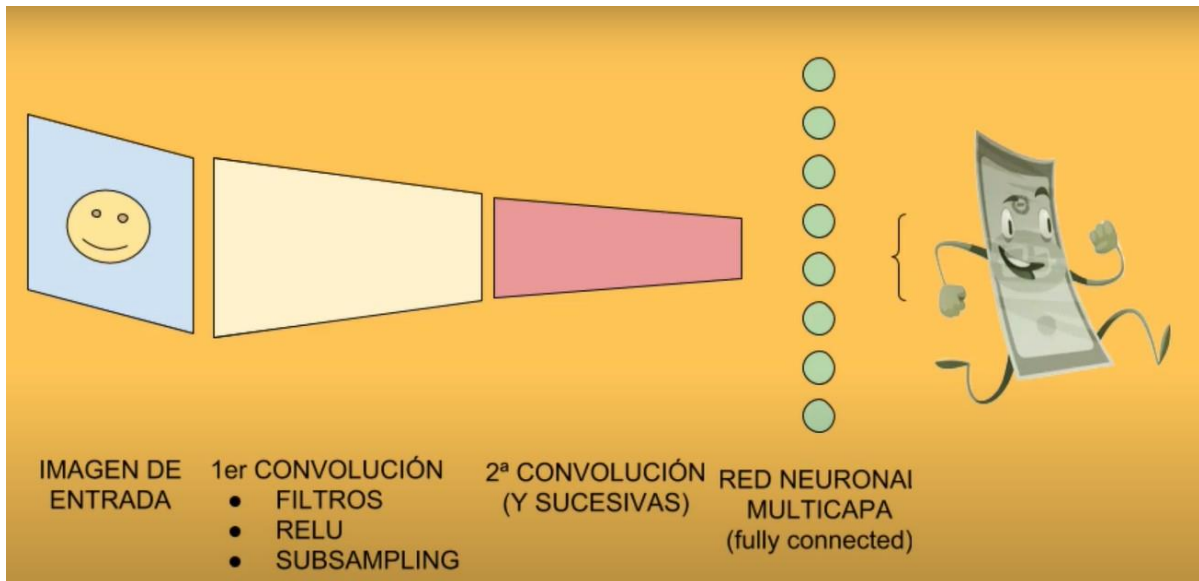


La arquitectura de la CNN consistiría en varias capas, que incluirían capas de convolución, capas de agrupación y capas completamente conectadas. La primera capa de convolución podría tener varios filtros que detecten características específicas en los billetes, como el retrato de una persona o los números de serie. Las capas de agrupación se utilizarían para reducir el tamaño de las características extraídas, mientras que las capas completamente conectadas se utilizarían para realizar la tarea final de clasificación de billetes.

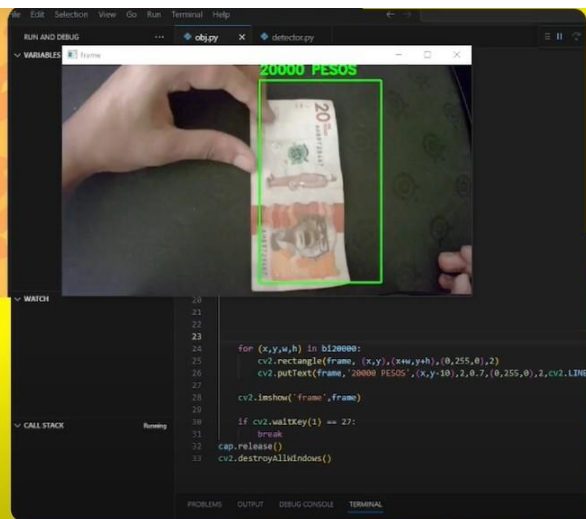
CONVOLUCION EN IMAGENES



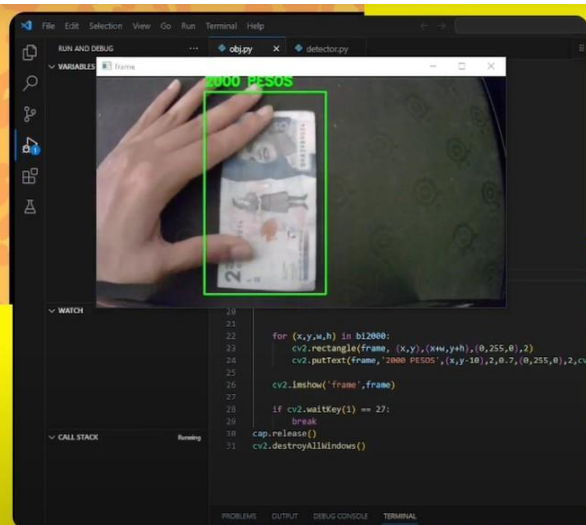
- En el procesamiento de imágenes, la convolución se realiza al deslizar el filtro sobre la imagen de entrada, multiplicando los valores de píxeles en la imagen de entrada que están cubiertos por el filtro y sumándolos para producir un solo valor de salida.



BILLETE DE 20000



BILLETE DE 20000



Referencias

- Salcedo Chanza, Francisco, Identificación de papel moneda mediante reconocimiento de patrones, Universitat de leida (2017) recuperado de <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/60071>
- Micron, Coinoscope: identificar moneda, (2022) recuperado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.micron.coinoscope&hl=es_CO&gl=US&pli=1
- Maktun: buscar moneda/billete (2022) recuperado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.vlcoins.catalog&hl=es_CO&gl=US
- Tamayo Zapata, Kelly Johanna, Sistema de reconocimiento de billetes para personas con discapacidad visual mediante visión artificial, Universidad de EIA (2018) recuperado de: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2273>
- Gutierrez Vera, Cota Rodriguez, Sierra Lozada, Ortega Gonzáles, Reconocimiento de la denominación de billetes a través de una aplicación móvil con reconocimiento de imagen, Universidad de Guadalajara (2020) recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/5122/512267930001/html/>
- Salas F, Martino J. . Reconocimiento de billetes utilizando redes neuronales, java y android [en línea]. Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación. Universidad Católica Argentina. Facultad de Química e Ingeniería “ (2018) Recuperado de: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/525/11/reconocimiento-billetes-usando-redes.pdf>
- N. Capece, U. Erra and A. V. Ciliberto, "Implementation of a Coin Recognition System for Mobile Devices with Deep Learning," *2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS)*, Naples, Italy, 2016, pp. 186-192, doi: 10.1109/SITIS.2016.3. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7907464>
- R. Bremananth, B. Balaji, M. Sankari and A. Chitra, "A New Approach to Coin Recognition using Neural Pattern Analysis," *2005 Annual IEEE India Conference - Indicon*, Chennai, India, 2005, pp. 366-370, doi: 10.1109/INDCON.2005.1590191. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1590191>
- D. M. Dumaliang, J. M. Q. Rigor, R. G. Garcia, J. F. Villaverde and J. R. Cuñado, "Coin Identification and Conversion System using Image Processing," *2021 IEEE 13th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (HNICEM)*, Manila, Philippines, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/HNICEM54116.2021.973200. Reduperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9732002>
- Modi, S., & Bawa, D. S. (2013). Automated Coin Recognition System using ANN. arXiv [cs.CV]. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1312.6615>
- H. R. Al-Zoubi, "Efficient coin recognition using a statistical approach," *2010 IEEE International Conference on Electro/Information Technology*, Normal, IL, USA, 2010, pp. 1-5, doi: 10.1109/EIT.2010.5612185. Recuperado de :<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5612185>
- Ulloa Espín, V.A. (2021). Desarrollo de prototipo de aplicación móvil para permitir el reconocimiento de billetes estadounidenses para personas no videntes. 70 hojas. Quito : EPN. Recuperado de : <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21692>
- . p. o. el t. p. de i. i. y. (s/f). desarrollo de un método de recolección de imágenes con aumentación de datos para clasificar las monedas numismáticas del Perú. edu.pe. recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/87592abd-6645-4397-8240-aa91dbf32a70/content>
- Repositorio Digital - EPN: Identificador inválido. (s. f.). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23141/1/CD+12566.pdf>
- Team, K. (2022, 28 septiembre). Reconocimiento de objetos con Machine Learning. KeepCoding Tech School. <https://keepcoding.io/blog/reconocimiento-de-objetos-con-machine-learning/>

- de Ingeniería Electrónica En Control Y Redes Industriales, C. (s/f). ESCUELA SUPERIOR POLIT. Edu.ec. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13514/1/108T0296.pdf>
- Etxeberria, J. A. (s/f). Algoritmo de reconocimiento de forma y color para una plataforma robótica. Ehu.eus. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://www.ehu.eus/documents/1545039/1570316/10jaristondo.pdf>
- Loaiza, W. G. (s/f). Monografía Reconocimiento De Objetos Usando Técnicas De Inteligencia Artificial. Edu.co. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/9e71ddea-7292-473a-b828-3471b0484727/content>
- Rigas, F., & Economou, G. (2007). Machine Vision for Coin Recognition with ANNs: Effect of Training and Testing Parameters. IEEE Transactions on Neural Networks, 18(2), 451-464. doi: 10.1109/TNN.2006.885207
- Sari, E., & Vural, M. E. (2019). A Real-time Coin Detection System for Mobile Robotics using Deep Learning and OpenCV. 2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK), 835-840. doi: 10.1109/UBMK.2019.8906778.
- Najafabadi, A. T., Shamsuddin, S. M., & Salim, N. (2012). Automated Coin Recognition System using ANN. Procedia Engineering, 41, 378-384. doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.073.
- Vargas, E., Garzón, M., & Mejía, J. (2017). Implementation of a Coin Recognition System for Mobile Devices with Deep Learning. En 2017 IEEE XXIV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2017.8079947>
- Pandey, R. K., & Kulkarni, P. (2017). Coin Identification and Conversion System using Image Processing. International Journal of Computer Applications, 169(9), 31-36. doi: 10.5120/ijca2017913817
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436-444.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In Advances in neural information processing systems (pp. 1097-1105).
- Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.

A Continuación se muestra un ejemplo de cómo el programa da un modelo, y este modelo tiene las características de cada foto o imagen que se recibe como entrada y por ende para cada billete va ser distinto