



FORMATO DE TRABAJO FINAL

I. PORTADA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

“Proyecto Académico de Fin de Semestre: Septiembre 2023 - Febrero 2024”

Título:	Sistema de reconocimiento de placas de automóviles
Carrera:	Software
Unidad de Organización Curricular:	Profesional
Línea de Investigación:	Inteligencia Artificial
Nivel y Paralelo:	Séptimo “A”
Alumnos participantes:	Sánchez Anderson Saquina Kevin

Módulo y Docente: Inteligencia Artificial Ing. Rubén Nogales

II. INFORME DEL PROYECTO

2.1 Título

2.2 Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un Sistema de Reconocimiento de Placas de Automóviles que sea eficiente, preciso y capaz de operar en tiempo real.

Objetivos Específicos

- Investigar y aplicar técnicas de procesamiento de imágenes para mejorar la eficiencia y precisión de los algoritmos.
- Desarrollar y optimizar el código del sistema para garantizar el procesamiento en tiempo real de las imágenes capturadas por cámaras o dispositivos.
- Identificar los diferentes algoritmos que podrían ser aplicados en el sistema con sus respectivas ventajas y desventajas

2.3 Resumen

Un sistema de reconocimiento de placas de automóviles es un sistema diseñado para identificar matrículas de vehículos de manera eficiente. Utilizando cámaras y algoritmos de procesamiento de imágenes, este sistema automatizado captura imágenes de las placas de los vehículos en tiempo real. El proceso comienza con la adquisición de la imagen, seguido por la segmentación de la placa para aislarla del entorno circundante. Luego, se aplica un reconocimiento óptico de caracteres para extraer los caracteres alfanuméricos de la placa. Este sistema se puede aplicar en diferentes áreas, como la gestión del tráfico, la seguridad pública, y el control de acceso. En la gestión del tráfico, por ejemplo, ayuda a monitorear el flujo vehicular, detectar infracciones y facilitar la aplicación de regulaciones de estacionamiento.

La eficacia del sistema de reconocimiento de placas se ve respaldada por la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real y su capacidad para integrarse con sistemas de gestión de bases de datos. Además, las mejoras continuas en la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo contribuyen a la precisión y confiabilidad del sistema.

2.4 Palabras clave: (Palabra1, palabra2, palabra3.....)

Inteligencia Artificial
Matlab
Análisis de datos
Dataset
Testeo y entrenamiento

2.5 Introducción

La visión artificial, también conocida como visión por computadora, busca replicar la habilidad presente en algunos organismos para observar una escena (imagen), comprender su contenido y responder de manera adecuada. Actualmente, se observa un crecimiento significativo en la diversidad y cantidad de aplicaciones industriales que requieren la implementación de técnicas de visión artificial. Estas aplicaciones buscan aprovechar la capacidad de los sistemas computacionales para procesar imágenes y tomar decisiones, emulando así la sofisticada capacidad visual presente en algunos seres vivos[1]. Se puede definir como el conjunto de procesos que abarcan la adquisición, descripción e interpretación de información contenida en imágenes capturadas desde un entorno tridimensional, transformando dichas imágenes bidimensionales en una representación comprensible como se muestra en la ilustración 6.

Los sistemas ALPR (lectores automáticos de matrículas) se trata de un proceso automatizado que captura una imagen de una placa de matrícula y la analiza para identificar el vehículo correspondiente, son sistemas de cámaras de alta velocidad controlados por computadora, que emplean frecuentemente tecnología de reconocimiento óptico de caracteres para leer las matrículas a una velocidad considerablemente mayor que la lograda por operadores humanos o cámaras convencionales[2].

Las Redes Neuronales Artificiales, también conocidas como ANN (Artificial Neural Networks), encuentran su inspiración en las redes neuronales biológicas presentes en el cerebro humano. Estas redes artificiales se componen de elementos que imitan las funciones básicas de las neuronas biológicas sus funcionalidades son [3]:

- Aprender implica adquirir conocimiento a través de estudio, ejercicio o experiencia. Las Redes Neuronales Artificiales (ANN) tienen la capacidad de ajustar su comportamiento en función del entorno, al recibir un conjunto de entradas y adaptarse para producir salidas coherentes.
- Generalizar implica extender o ampliar una idea. Las ANN generalizan automáticamente debido a su estructura, ofreciendo respuestas precisas dentro de ciertos márgenes.
- Abstraer significa aislar mentalmente cualidades de un objeto. Algunas ANN son capaces de extraer la esencia de un conjunto de entradas aparentemente no relacionadas.

Las Redes Neuronales Convolucionales CNN (Convolutional Neural Networks) son un tipo de arquitectura de redes neuronales especialmente diseñadas para el procesamiento de datos bidimensionales, como imágenes. Se utilizan comúnmente en tareas de visión por computadora y reconocimiento de patrones. A diferencia de las redes neuronales tradicionales, las CNN incorporan capas de convolución que permiten identificar patrones locales en regiones específicas de la entrada, lo que las hace eficientes para el procesamiento de imágenes [4].

2.6 Materiales y Metodología

El sistema de reconocimientos de placas de automóviles aplica el siguiente esquema:

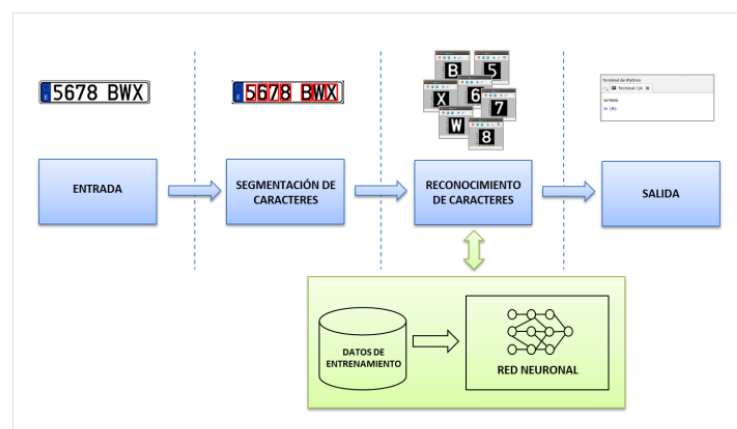


Ilustración 1: Esquema de los sistemas ALPR

Como se puede observar el esquema propuesto por ALPR la entrada es una imagen obtenida a través de un dispositivo fotográfico, a continuación dicha imagen tiene que ser procesada mediante una segmentación de datos, después se realiza reconocimiento de caracteres este es el paso mas largo dado que, en este tenemos que entrenar, testear nuestros modelos generados mediante los diferentes

algoritmos que seleccionemos sin embargo en base del algoritmo que se use para entrenar el valor de la exactitud va ser cambiar no es lo mismo usar una árbol de decisión, que un KNN, lo que se puede hacer es ver, analizar, comparar cual de los algoritmos da una exactitud mayor conforme a los datos que tengamos, y por último en el esquema nos dará la salida, en este caso será la matrícula reconocida después de pasar por todos estos pasos[5].

Conjunto de datos de Entrenamiento

La precisión, la eficacia de un sistema de clasificación de imágenes usando inteligencia artificial, depende de varios factores, como la arquitectura, el tipo de clasificador que se use, el conjunto de datos empleado para su entrenamiento. Este último es el más importante y a su vez también puede representar el mayor problema que podemos tener al momento de entrenar.

Para entrenar una red neuronal del sistema propuesto se ha usado los datos de Chars74k [6] creado por T.de Campos y M. Varma de Microsoft Research. Está conformado por más de 74.000 imágenes de letras y números en formato PNG cada una de ellas esta separada por carpetas de mayúsculas minúscula, pero para la implementación se utilizo solo las letras mayúsculas y los números, los demás como caracteres especiales fueron descartados por el ello de que en el Ecuador las placas de los automóviles solo se representan con letras mayúsculas y números. El conjunto de datos esta en escala de grises y también está conformado por diferentes tipos de fuentes y estilos las imágenes.

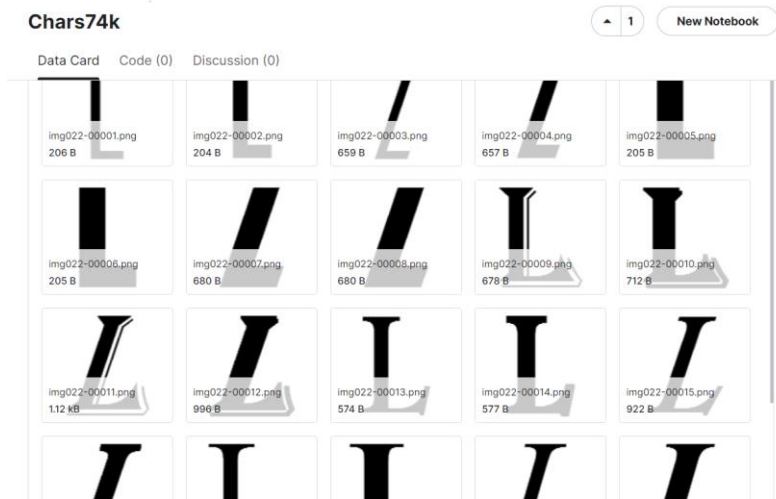


Ilustración 2: Dataset Chars74K

Partes del procesamiento de imágenes

El procesamiento está conformado por las siguientes partes [7]:

Visión por computadora: Consiste en la adquisición, procesamiento, clasificación y reconocimiento de imágenes digitales.

Píxel: Elemento básico de una imagen.

Imagen: Arreglo bidimensional de píxeles con diferente intensidad luminosa.

Espacio RGB: se basa en la combinación de tres señales de luminancia cromática distinta: rojo, verde, azul (Red, Green, Blue).

Ruido en imágenes

Todas las imágenes presentan cierto grado de interferencia, conocida como ruido, que puede originarse tanto en la captura de la imagen a través de la cámara como durante la transmisión de la señal. Comúnmente, este ruido se manifiesta como píxeles aislados con niveles de gris distintos a los de sus vecinos. Los algoritmos de filtrado que se explorarán más adelante tienen la capacidad de reducir o eliminar este ruido. Este fenómeno puede ser categorizado en diferentes tipos, dependiendo de sus características, siendo el propósito de los algoritmos de filtrado mitigar estos efectos no deseados[7].



Filtrado de Imágenes

El proceso de filtrado constituye una técnica utilizada para alterar o mejorar una imagen, permitiendo, por ejemplo, resaltar o suavizar ciertas características. Esta operación de filtrado se basa en el concepto de vecindario, donde el valor de un píxel específico en la imagen procesada se determina mediante un algoritmo que considera los valores de los píxeles circundantes en la imagen original. En esencia, el filtrado implica la aplicación de operaciones locales que impactan el valor de un píxel según las características de su entorno inmediato en la imagen original[7].

Filtros de suavizado

Reducir o eliminar detalles finos y variaciones abruptas en la imagen, lo que resulta en una versión más suave y menos ruidosa [8].

Métodos:

Filtro de Media: Calcula el valor de cada píxel como el promedio de los valores en su vecindario.

Filtro Gaussiano: Asigna a cada píxel un valor ponderado basado en una distribución gaussiana centrada en el píxel en cuestión.

Filtro de Mediana: Sustituye el valor de un píxel por la mediana de los valores en su vecindario.

El suavizado reduce detalles finos y elimina pequeños picos y valles en la imagen, generando una apariencia más homogénea.

Filtros de acentuado

Resaltar o enfatizar ciertos detalles y bordes en la imagen para mejorar la nitidez y la percepción de características clave [8].

Métodos:

Filtro Laplaciano: Destaca las transiciones abruptas en la intensidad de los píxeles.

Filtro de Realce de Borde: Hace resaltar los bordes detectando cambios bruscos de intensidad en la imagen.

Filtro de Máscara de Acentuado: Añade una versión ponderada de la diferencia entre el píxel original y su versión suavizada.

El acentuado realza los detalles y hace que los bordes sean más prominentes, mejorando la definición y la claridad visual.

Algoritmos de Redes neuronales

Árbol de decisión

Un árbol de decisión es un modelo de predicción que se centra en el aprendizaje inductivo a partir de observaciones y en la construcción de estructuras lógicas. Similar a los sistemas de predicción basados en reglas, los árboles de decisión representan y categorizan condiciones sucesivas para abordar un problema específico. Son ampliamente utilizados y destacan como uno de los modelos de clasificación más populares y comúnmente empleados[9].

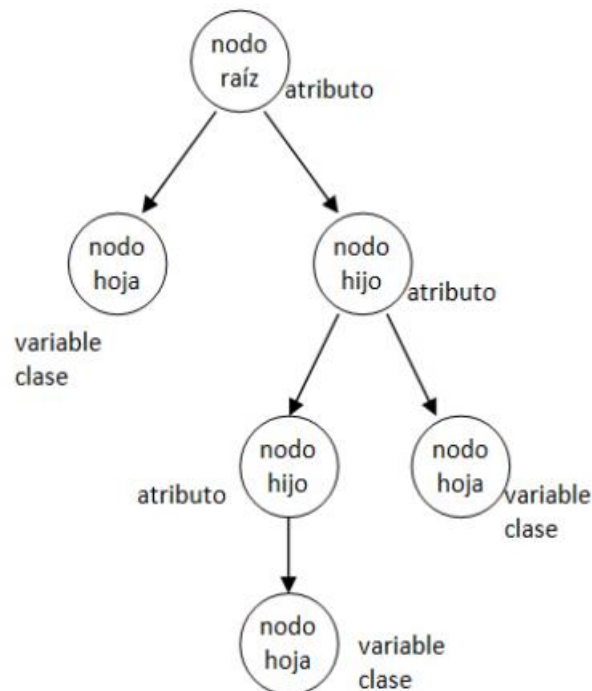


Ilustración 3: Estructura de un DT

KNN (vecinos más próximos)

KNN, o k-vecinos más, es un algoritmo de aprendizaje supervisado utilizado tanto para problemas de clasificación como de regresión. La idea central detrás de KNN es asignar una etiqueta o valor a un nuevo punto de datos basándose en la mayoría de las etiquetas o valores de sus k vecinos más cercanos en el espacio de características[10].

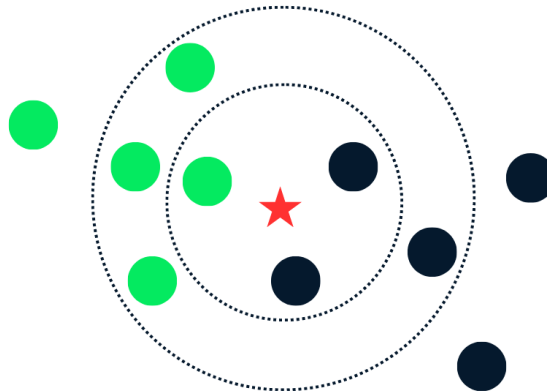


Ilustración 4: Ejemplo de KNN

Maquina de soporte Vectorial (SVMs)

Las Máquinas de Soporte Vectorial (SVMs), o Support Vector Machines en inglés, son un conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado utilizados para tareas de clasificación y regresión. La principal característica de las SVMs es su capacidad para encontrar el hiperplano óptimo que mejor divide o ajusta los datos de entrada en un espacio de características de alta dimensión[11].

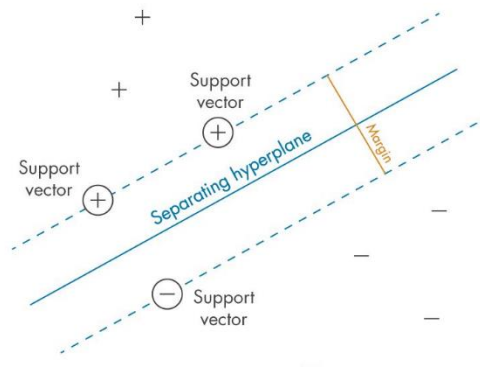


Ilustración 5: Ejemplo de SVMs

Herramientas y lenguajes

Matlab

Es un software matemático con un entorno de desarrollo integrado (IDE) y un lenguaje de programación propio (lenguaje M) disponible para las plataformas Unix, Windows y Mac OS.

Está compuesto por varias herramientas (toolbox) para diferentes áreas o disciplinas. La herramienta Image Processing Toolbox proporciona un conjunto completo de algoritmos y herramientas gráficas para el procesamiento, el análisis, visualización de imágenes y el desarrollo de algoritmos[1], [3].

Python

Python es un lenguaje de programación versátil, interpretado y multiplataforma que admite múltiples paradigmas, incluyendo programación imperativa, orientada a objetos y funcional. Es un lenguaje fuertemente tipado, lo que significa que no se puede asignar a una variable un valor de tipo diferente a la inicial sin una conversión explícita. Además, es dinámicamente tipado, lo que implica que el tipo de las variables se determina en tiempo de ejecución según el valor asignado[4].

Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) es un entorno de desarrollo integrado (IDE) altamente popular y ampliamente utilizado. A continuación, se proporciona información sobre algunas de las características y aspectos más destacados de Visual Studio Code[3]:

Ligero y Modular:

VS Code se destaca por su diseño ligero y modular. Aunque es poderoso, su interfaz y recursos se mantienen ágiles y eficientes.

Multiplataforma:

Está disponible para Windows, macOS y Linux, lo que permite a los desarrolladores utilizarlo en diferentes sistemas operativos.

Soporte para Múltiples Lenguajes:

Ofrece soporte integrado para una amplia gama de lenguajes de programación, y los usuarios pueden agregar extensiones para admitir lenguajes adicionales.

Extensiones:

La comunidad de VS Code contribuye con una amplia variedad de extensiones que van desde temas visuales hasta integración con servicios en la nube y herramientas específicas de desarrollo.

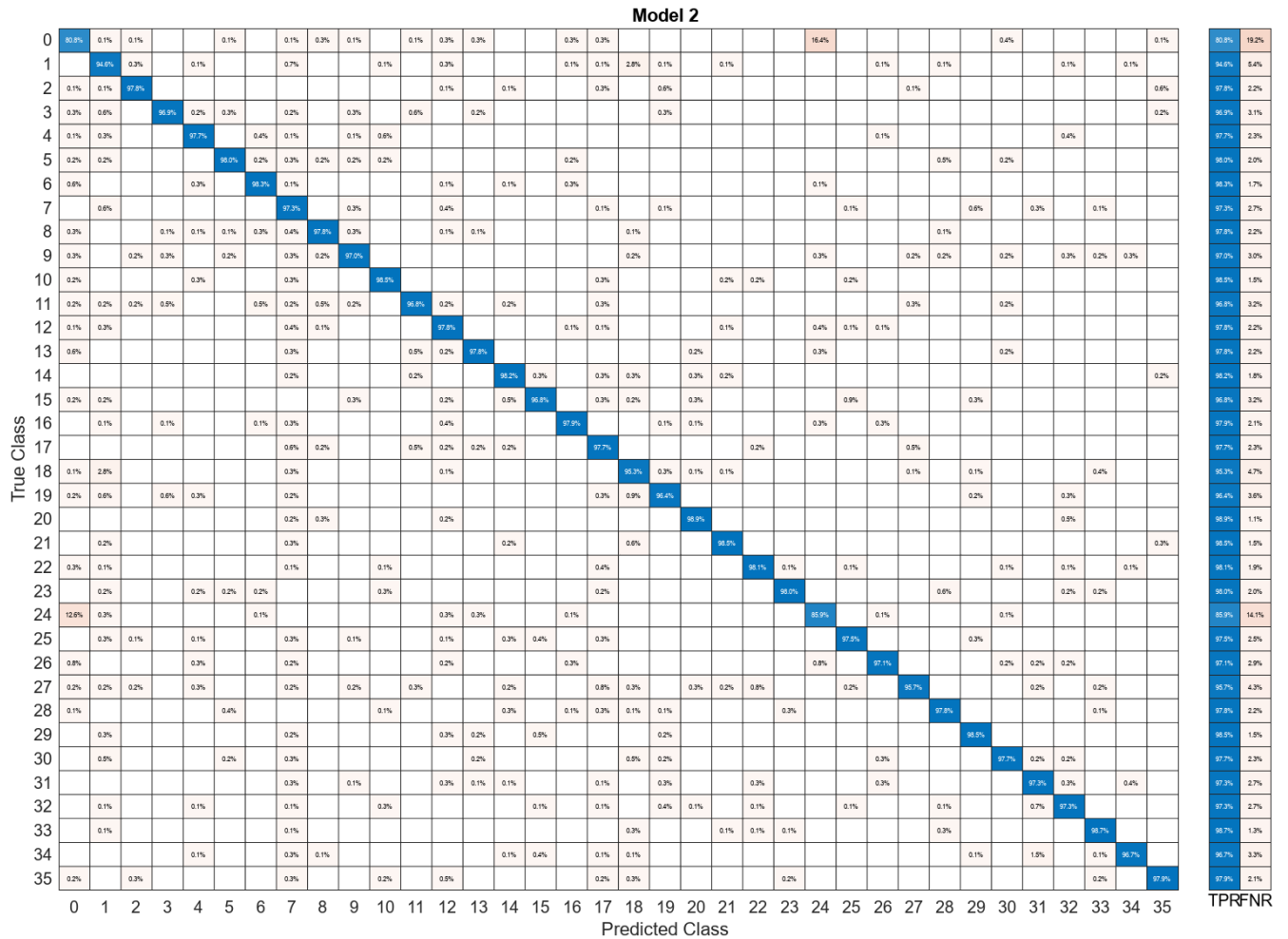
2.7 Resultados y Discusión

Entrenamiento de red neuronal:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE Elija un elemento

Cda. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: Elija.un.elemento.
AMBATO-ECUADOR



Porcentajes de entrenamiento y de testeo

Training Results

Accuracy (Validation) 96.7%
Total cost (Validation) 807
Prediction speed ~8000 obs/sec
Training time 1559 sec
Model size (Compact) ~1 MB

Test Results

Accuracy (Test) 96.8%
Total cost (Test) 192

Sistema desarrollado en Matlab



2.8 Conclusiones

La eficiencia del sistema depende en gran medida de la optimización del código. Desarrollar y optimizar el código es esencial para garantizar el procesamiento en tiempo real de las imágenes. Algoritmos bien diseñados y estructuras de datos eficientes contribuyen significativamente a la mejora del rendimiento, permitiendo una respuesta más rápida y precisa del sistema.

Identificar y evaluar diferentes algoritmos para el procesamiento de imágenes es crucial. La diversificación de algoritmos permite adaptarse a diferentes escenarios y condiciones.

2.9 Referencias bibliográficas

- [1] G. Santillán, I. Danilo, C. Sánchez, and V. Manuel, "Ciencia y Biodiversidad LA VISIÓN ARTIFICIAL Y LOS CAMPOS DE APLICACIÓN ARTIFICIAL VISION AND FIELDS OF APPLICATION", doi: 10.32645/26028131.76.
- [2] "Lectores automáticos de matrículas (ALPR) - Senstar: protegiendo a personas, lugares y bienes." Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://senstar.com/es/senstarpedia/lectores-automaticos-de-matriculas/>
- [3] X. B. Olabe, "REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y SUS APLICACIONES."
- [4] Á. Artola Moreno, "Clasificación de imágenes usando redes neuronales convolucionales en Python".
- [5] F. José Núñez Sánchez-Agustino, S. Kanaan, I. Carles, and V. Royo, "Diseño de un sistema de reconocimiento automático de matrículas de vehículos mediante una red neuronal convolucional."
- [6] "Chars74k." Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/dhruvkhara/chars74k/discussion>
- [7] M. C. J. Jaime and E. Elizondo, "Fundamentos de Procesamiento de Imágenes INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD MADERO," 2002.
- [8] "Art.+9+INCIDENCIA+DE+LOS+FILTROS+DE+SUAVIZADO+EN+LAS+HERRAMIENTAS".



- [9] “ARTÍCULO ORIGINAL.” [Online]. Available: www.uv.mx/rm
[10] “¿Qué es KNN? | IBM.” Accessed: Jan. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/knn>
[11] B. GUSTAVO, “LAS MÁQUINAS DE SOPORTE VECTORIAL”.

2.10. Fotografías y gráficos

Procesos	Nivel de Visión	Entrada	Salida	Área
1. Captura	Bajo	Imagen	Imagen	Procesamiento de imágenes
2. Pre-procesamiento				
3. Segmentación	Medio	Imagen	Grupos de píxeles en bruto (objetos o regiones)	Análisis de Imágenes
4. Descripción		Objetos o regiones	Información cuantitativa de los objetos o regiones	
5. Reconocimiento (clasificación)		Información cuantitativa	Objetos clasificados en categorías	
6. Interpretación	Alto	Objetos clasificados en categorías	Comprensión de la escena	Visión por Computador

Ilustración 6: Procesos de la visión artificial