

# MEMORIA

## Sistema de Conteo de Vehículos mediante Visión Artificial

### 1. Introducción

El análisis automático del tráfico mediante técnicas de Visión Artificial es una herramienta de gran interés en ámbitos como la gestión de infraestructuras, la planificación urbana o la seguridad vial. En este contexto, el presente trabajo desarrolla un sistema de detección, seguimiento y conteo de vehículos a partir de un vídeo de tráfico capturado por una cámara fija.

El objetivo principal es contabilizar los vehículos que circulan por una vía, aplicando técnicas clásicas de procesamiento de imagen y evitando el uso de modelos de aprendizaje automático, de acuerdo con los contenidos de la asignatura Fundamentos de Sistemas Inteligentes.

### 2. Objetivos del Proyecto

- Los objetivos específicos del trabajo son:
- Detectar vehículos en movimiento a partir de un vídeo de tráfico.
- Realizar el seguimiento de cada vehículo a lo largo de varios frames.
- Contabilizar los vehículos evitando dobles conteos y falsos positivos.
- Diseñar una solución determinista, explicable y robusta.
- Analizar y corregir problemas habituales como fusiones de vehículos próximos o sobreconteos.

### 3. Descripción del Entorno y Herramientas

- El sistema se ha desarrollado en Python, utilizando las siguientes librerías:
- OpenCV (cv2): procesamiento de imágenes y vídeo.
- NumPy: operaciones numéricas y manejo de arrays.

No se emplean redes neuronales ni técnicas de aprendizaje automático, optando por métodos clásicos que permiten un control preciso del comportamiento del sistema.

## 4. Descripción General del Sistema

El sistema procesa un vídeo de tráfico con cámara fija y consta de los siguientes módulos principales:

- Cálculo del fondo
- Detección de movimiento
- Filtrado geométrico
- Tracking de vehículos
- Conteo robusto

Cada módulo se ha diseñado de forma modular para facilitar la comprensión y depuración del sistema.

## 5. Cálculo del Fondo

El fondo del vídeo se calcula utilizando la mediana de un conjunto de frames muestreados uniformemente a lo largo del vídeo. Esta técnica permite obtener una representación robusta de la escena estática, minimizando la influencia de los vehículos en movimiento.

El fondo calculado se utiliza posteriormente como referencia para detectar cambios significativos en cada frame.

## 6. Detección de Vehículos

La detección de vehículos se realiza mediante sustracción de fondo, siguiendo los pasos:

- Conversión del frame a escala de grises.
- Aplicación de un suavizado Gaussiano para reducir ruido.
- Cálculo de la diferencia absoluta respecto al fondo.
- Umbralización binaria.
- Operaciones morfológicas de apertura y cierre.
- Extracción de contornos relevantes.

Solo se consideran aquellos contornos que superan un tamaño mínimo, descartando ruido y pequeñas variaciones de iluminación.

## 7. Filtrado Geométrico

Para evitar detecciones irrelevantes, se aplica un filtro geométrico que restringe el análisis a los tres carriles de interés de la vía.

Este filtrado se realiza únicamente como criterio interno, sin representarse visualmente, y permite:

- Reducir falsos positivos.
- Aumentar la estabilidad del tracking.
- Mejorar la precisión del conteo final.

## 8. Tracking de Vehículos

Cada vehículo detectado se representa mediante un objeto Track, que almacena información relevante como:

- Identificador único.
- Posición actual del centroide.
- Posición inicial.
- Número de frames visibles consecutivos.
- Estado de conteo.

La asociación entre detecciones y tracks se realiza mediante la distancia euclídea entre centroides, imponiendo además una restricción de asignación uno-a-uno por frame.

Asimismo, se introduce un criterio de distancia mínima para la creación de nuevos tracks, evitando tanto la fusión de vehículos próximos como la duplicación de un mismo vehículo en varios tracks.

## 9. Conteo de Vehículos

Un vehículo se contabiliza cuando cumple simultáneamente los siguientes criterios:

Ha sido visible durante un número mínimo de frames consecutivos.

Ha realizado un desplazamiento vertical suficiente respecto a su posición inicial.

Este enfoque evita conteos debidos a ruido, sombras o detecciones fugaces, y garantiza que cada vehículo se contabilice una única vez.

## 10. Resultados Obtenidos

Tras los ajustes realizados durante el desarrollo, el sistema proporciona un conteo estable y coherente con el análisis manual del vídeo, obteniendo el número correcto de vehículos

- Se resolvieron problemas habituales como:
- Fusión de vehículos que circulan muy próximos.
- Sobreconteo debido a múltiples detecciones del mismo vehículo.
- Conteos perdidos en situaciones de tráfico denso.

## 11. Limitaciones del Sistema

A pesar de los buenos resultados, el sistema presenta algunas limitaciones inherentes al enfoque empleado:

- Está diseñado para cámaras fijas.
- Cambios bruscos de iluminación pueden afectar a la sustracción de fondo.
- No distingue entre diferentes tipos de vehículos.

- Oclusiones prolongadas pueden afectar al seguimiento.

Estas limitaciones son comunes en sistemas basados en técnicas clásicas de Visión Artificial.

## 12. Conclusiones

En este trabajo se ha desarrollado un sistema completo de detección, seguimiento y conteo de vehículos utilizando técnicas clásicas de Visión Artificial. La solución implementada es explicable, eficiente y cumple los requisitos del enunciado, demostrando un uso correcto de OpenCV y estructuras de datos para tracking.

El proceso de depuración y mejora progresiva del sistema ha permitido abordar problemas reales del conteo de tráfico, alcanzando una solución robusta y académicamente sólida.