**Sistema de Monitoreo de Conductores con Detección de Sueño y Ebriedad**

# Introducción

El avance de la inteligencia artificial ha permitido el desarrollo de sistemas que ayudan a reducir accidentes viales. Uno de los factores más comunes en dichos accidentes es la fatiga o el estado de ebriedad del conductor. Este proyecto propone un sistema en tiempo real basado en visión por computadora para monitorear el rostro del conductor y determinar si está somnoliento o posiblemente ebrio.

# Problema a solucionar

Cada año, miles de accidentes de tránsito son causados por conductores que se duermen al volante o que conducen bajo los efectos del alcohol. Estos incidentes no solo ponen en riesgo la vida del conductor, sino también la de los pasajeros y peatones. No existen suficientes sistemas preventivos en vehículos de bajo costo. Se busca implementar una solución de bajo costo que alerte al conductor si se detecta sueño o signos de ebriedad mediante una cámara y procesamiento en tiempo real.

# Forma de resolver

Se implementó una solución utilizando la biblioteca MediaPipe Face Mesh para la detección de puntos faciales. El sistema analiza la apertura de los ojos (EAR, Eye Aspect Ratio) para detectar si el conductor está quedándose dormido. Además, se observa el comportamiento errático de la cabeza, evaluando el movimiento entre fotogramas para inferir un posible estado de ebriedad. Si se detecta alguno de estos estados, el sistema emite una alarma sonora como advertencia.

# Requerimientos técnicos y de ambiente

Hardware:  
- Cámara web o cámara integrada  
- Computadora con mínimo 4GB de RAM  
- Altavoces o auriculares conectados

Software:  
- Sistema operativo: Windows, Linux o macOS  
- Python 3.7 o superior

Ambiente de desarrollo:  
- Editor de código (VS Code, PyCharm, etc.)  
- Entorno virtual Python (recomendado)

# Librerías

- OpenCV: Captura de video y procesamiento de imágenes.  
- MediaPipe: Detección de malla facial para identificar los puntos clave del rostro.  
- NumPy: Operaciones matemáticas y de vectores.  
- Pygame: Reproducción de sonido para la alarma.  
- threading (opcional): Gestión de hilos para reproducir el sonido sin bloquear el flujo principal.

Instalación:  
pip install opencv-python mediapipe numpy pygame

# Algoritmos

a) EAR (Eye Aspect Ratio): Se calcula a partir de seis puntos clave del ojo y permite inferir si el ojo está cerrado. Si el EAR es bajo durante varios fotogramas consecutivos, se considera que la persona está quedándose dormida.

Fórmula:  
EAR = (||p2 - p6|| + ||p3 - p5||) / (2 \* ||p1 - p4||)

b) Monitoreo de movimiento errático: Se calcula la distancia del centro del rostro (nariz) entre fotogramas. Si los movimientos son muy abruptos o excesivos, pueden indicar pérdida de control facial, como ocurre en estados de ebriedad.

# Entrenamiento

Este sistema no utiliza una red neuronal entrenada personalizada, ya que se basa en heurísticas y en el modelo preentrenado de MediaPipe Face Mesh. Este modelo ya ha sido optimizado y entrenado por Google para detectar 468 puntos faciales en tiempo real con alta precisión y eficiencia.

# Validación de la red neuronal

Aunque no se entrena una red desde cero, se validó empíricamente el funcionamiento del sistema con diferentes personas, observando:  
- Precisión en la detección del parpadeo prolongado como signo de sueño.  
- Detección adecuada del movimiento errático facial como indicio de ebriedad.  
- Tiempo de respuesta en tiempo real sin necesidad de hardware especializado.

Los umbrales (por ejemplo, EAR < 0.18) fueron ajustados manualmente con pruebas reales para mejorar la sensibilidad sin generar falsos positivos.

# Conclusiones

El sistema desarrollado demuestra ser una herramienta funcional y económica para prevenir accidentes causados por la somnolencia o el estado de ebriedad del conductor. Aprovecha modelos preentrenados eficientes como MediaPipe y se ejecuta en tiempo real sin requerir GPU. Puede ser mejorado en el futuro integrando más sensores o datos biométricos para aumentar la precisión, así como implementando una red neuronal personalizada con aprendizaje profundo para clasificaciones más robustas.