

LABORATORIO PROYECTO FINAL: VISIÓN POR ORDENADOR

INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de visión por ordenador basado en técnicas clásicas de procesado de imagen, utilizando una cámara como fuente de adquisición de datos. El sistema integra un mecanismo de seguridad basado en la detección y decodificación de patrones geométricos y un módulo de seguimiento de objetos en tiempo real.

El acceso al sistema propuesto queda condicionado a la correcta introducción de una secuencia predefinida de patrones visuales. Una vez validada dicha secuencia, se activa un sistema de tracking que permite el seguimiento continuo de un objeto de interés en la escena. El sistema incluye una fase de calibración de la cámara realizada de forma offline, cuyos parámetros se emplean para corregir la distorsión de la imagen durante la ejecución. El resultado final es una aplicación modular ejecutada en tiempo real que combina adquisición de vídeo, procesado de imagen, lógica de decisión y visualización de resultados.

En particular, el sistema propuesto se ha diseñado con el objetivo de monitorizar el uso del teléfono móvil durante sesiones de estudio, permitiendo contabilizar el número de veces que el usuario interactúa con el dispositivo.

METODOLOGÍA:

2.1 Calibración de la cámara

La calibración de la cámara se realizó de forma offline utilizando un patrón de calibración tipo *chessboard*, con el objetivo de estimar los parámetros intrínsecos de la cámara y los coeficientes de distorsión. A partir de un conjunto de imágenes del patrón tomadas desde distintas posiciones, se detectaron las esquinas del tablero y se aplicó el método de calibración clásico implementado en OpenCV. Los parámetros obtenidos se emplean posteriormente en el sistema principal para corregir la distorsión de cada frame mediante la función *undistort*, mejorando la precisión geométrica de la imagen antes de las etapas de detección y seguimiento.

Como resultado de la calibración se obtuvo la matriz de cámara

unos coeficientes de distorsión:

$$\text{dist} = (-0.0231, 0.9968, \\ -0.0093, \\ -0.0013, \\ -3.4111),$$

$$K = \begin{pmatrix} 1350.71 & 0 & 918.02 \\ 0 & 1351.99 & 483.92 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

y un error medio de reprojeción RMS = 0.85 píxeles, lo que indica una calibración adecuada para la aplicación desarrollada.

2.2 Diagrama de bloques del sistema

El sistema desarrollado sigue una arquitectura modular. El flujo comienza con la adquisición de imágenes desde la cámara, tras lo cual se aplica una corrección de distorsión utilizando los parámetros obtenidos en la calibración offline.

Las imágenes corregidas se procesan en un sistema de seguridad basado en la detección de patrones geométricos y la validación de una secuencia predefinida. Mientras la secuencia no es correcta, el sistema permanece en este modo de seguridad. Una vez validada, se habilita el sistema propuesto, que activa un tracker de objeto en tiempo real.

El resultado final se muestra mediante una salida de vídeo en tiempo real que integra la información visual generada por los distintos módulos.

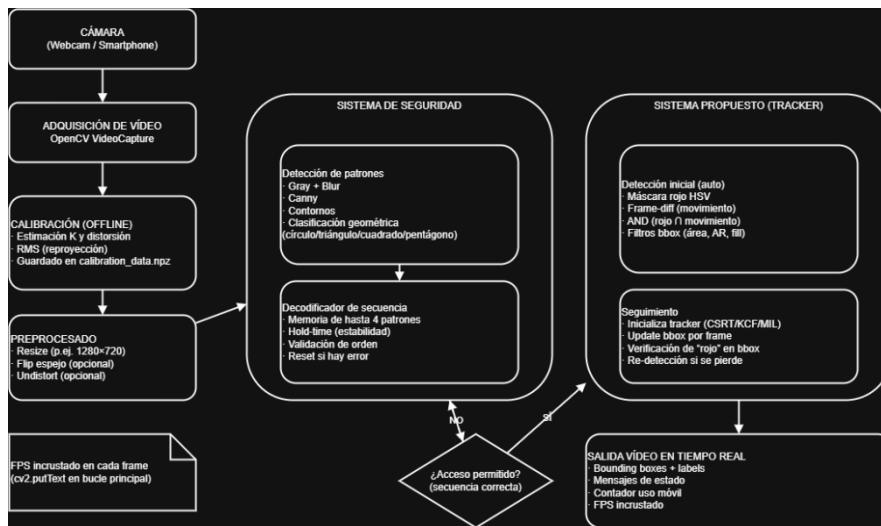


Figura 1: Diagrama de bloques del sistema completo.

2.3 Secuencia de transformación de la imagen

La Figura 2 muestra la secuencia de transformación aplicada a la imagen desde su adquisición hasta la generación de la salida final del sistema. En primer lugar, se captura la imagen desde la cámara y se corrige su distorsión utilizando los parámetros obtenidos en la calibración offline.

Posteriormente, la imagen se convierte a escala de grises y se aplica un filtrado Gaussiano para reducir el ruido. A partir de esta imagen preprocesada, se realiza una detección de bordes mediante el operador Canny, lo que permite extraer los contornos presentes en la escena. Estos contornos se analizan para clasificar las figuras geométricas detectadas, que se emplean en la validación de la secuencia de seguridad.

Una vez validada la secuencia, se activa el módulo de tracking, que realiza el seguimiento del objeto de interés en tiempo real. Finalmente, el resultado se muestra por pantalla junto con la información adicional del sistema, como la tasa de refresco (FPS).

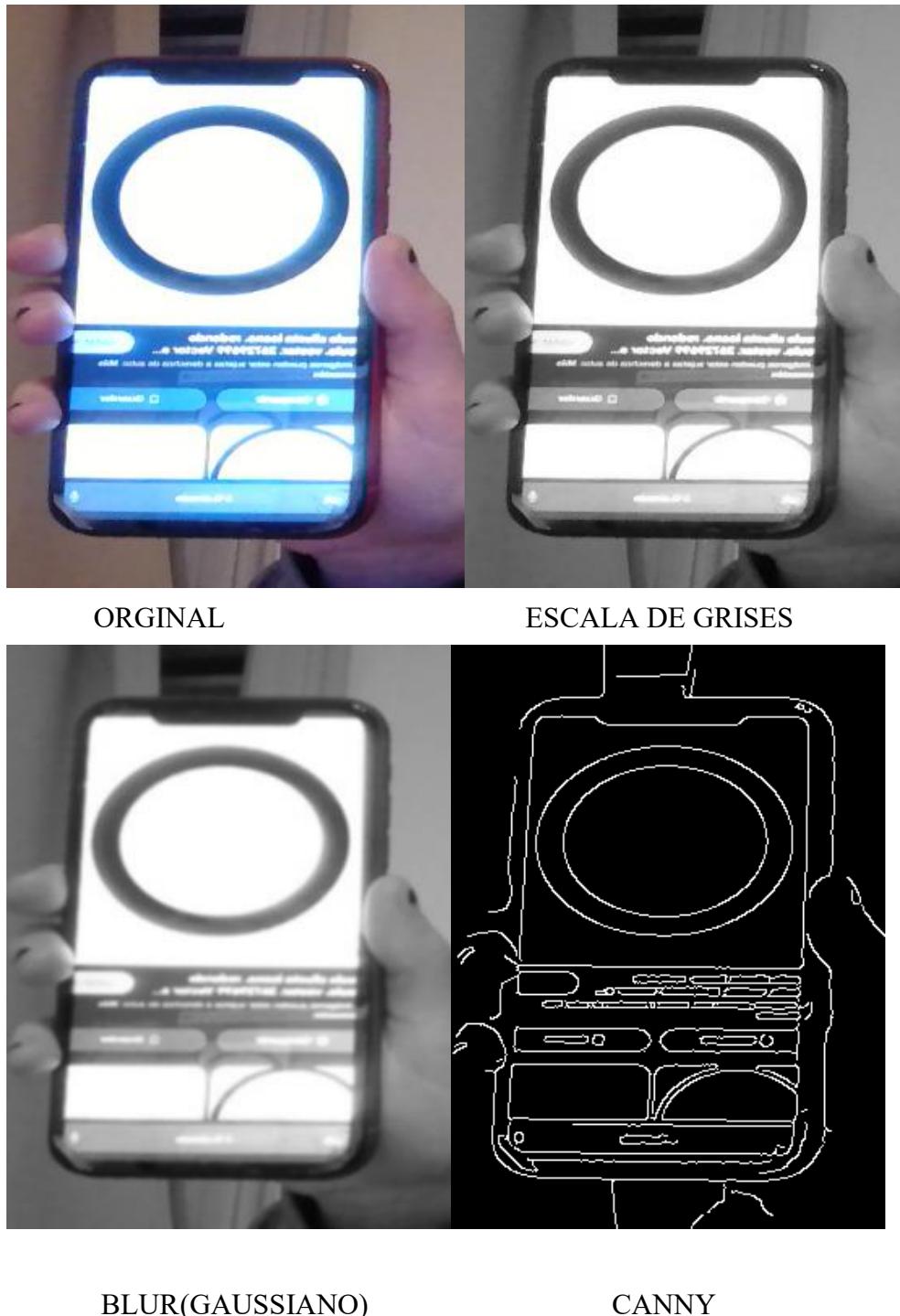


Figura 2. Secuencia de transformación de la imagen

2.4 Sistema de seguridad: detección de patrones y extracción de información

El sistema de seguridad se basa en la detección de patrones geométricos simples presentes en la imagen, tales como círculos, triángulos, cuadrados y pentágonos. La detección se realiza a partir del análisis de contornos extraídos de la imagen preprocesada, utilizando criterios geométricos como el número de vértices y la circularidad para clasificar cada figura detectada.

La información obtenida en la detección de patrones se introduce en un decodificador de secuencias encargado de memorizar el orden de aparición de las figuras. Para aumentar la robustez del sistema, se exige que cada patrón sea detectado de forma estable durante un intervalo mínimo de tiempo, evitando así detecciones erróneas debidas al ruido o a movimientos rápidos.

El acceso al sistema propuesto queda condicionado a que la secuencia detectada coincida exactamente con la secuencia predefinida. Mientras esta condición no se cumple, el sistema permanece en el modo de seguridad, mostrando la información correspondiente y esperando nuevas entradas.

2.5 Sistema propuesto: tracker, ampliaciones y salida de vídeo

Una vez validada la secuencia de seguridad, se activa el sistema propuesto, que consiste en un módulo de seguimiento de objetos en tiempo real orientado a la monitorización del uso del teléfono móvil durante sesiones de estudio. El tracking se realiza mediante un algoritmo CSRT, que permite mantener una bounding box alrededor del objeto de interés y seguirlo de forma continua a lo largo de los frames de vídeo.

Como ampliación al sistema básico, se incorpora un contador que registra el número de veces que el objeto (teléfono móvil) desaparece y reaparece en la escena, proporcionando una medida aproximada de la frecuencia de uso del dispositivo.

La salida del sistema se muestra mediante una ventana de vídeo en tiempo real que integra la imagen original junto con la información generada por el tracker y los elementos adicionales del sistema, proporcionando una visualización clara y continua del funcionamiento del sistema completo.

RESULTADOS

El sistema desarrollado permitió monitorizar de forma efectiva el uso del teléfono móvil durante sesiones de estudio, cumpliendo los objetivos planteados en el proyecto. La aplicación se ejecutó en tiempo real, manteniendo una visualización fluida y estable de la escena, lo que permitió observar el comportamiento del sistema de manera continua.

El sistema de seguridad evitó activaciones no deseadas del módulo de seguimiento, garantizando que el conteo del uso del dispositivo solo se realizara tras la validación correcta de la secuencia de patrones. Una vez desbloqueado el sistema, el tracker realizó el seguimiento del teléfono móvil de forma estable, permitiendo contabilizar las veces que el dispositivo aparecía y desaparecía de la escena como una medida aproximada de las interrupciones durante el estudio.

Durante las pruebas realizadas, el sistema mostró un comportamiento robusto frente a variaciones moderadas en la escena y mantuvo una tasa de refresco adecuada para su

funcionamiento en tiempo real. Estos resultados confirman la viabilidad del sistema como herramienta de monitorización del uso del teléfono móvil en entornos de estudio.

FUTUROS DESARROLLOS

Como posibles líneas de mejora, el sistema podría ampliarse incorporando nuevos mecanismos de detección que permitan identificar el uso del teléfono móvil con mayor precisión, por ejemplo, distinguiendo entre diferentes tipos de interacción o períodos de uso prolongado. Asimismo, podría estudiarse la integración de métricas temporales que permitan analizar no solo el número de veces que se utiliza el dispositivo, sino también la duración de cada interrupción durante la sesión de estudio.

Adicionalmente, el sistema podría adaptarse a distintos entornos y condiciones de iluminación, así como optimizar su rendimiento para aumentar la tasa de refresco. Finalmente, una posible extensión consistiría en almacenar los datos recogidos para su posterior análisis, permitiendo evaluar hábitos de estudio a lo largo del tiempo.

NOTA ACLARATIVA:

Este trabajo ha sido elaborado con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial generativa utilizadas únicamente como asistencia en la redacción, organización de ideas y revisión lingüística.