

Proyecto 2 EIE 401-1

Template matching

Alejandra Villalobos

Abstract—En este proyecto, se desarrollaron métodos para clasificar imágenes en las categorías "box", "cross" y "circ" a partir de un conjunto de 14.328 imágenes. Utilizando plantillas de referencia y un enfoque basado en la correlación, se implementaron transformaciones Wavelet, operaciones de convolución, segmentación y normalización para mejorar el tiempo de procesamiento. Los resultados muestran que el tiempo de procesamiento se redujo a 2,09 minutos, logrando un error del 38,14% en la clasificación de imágenes.

Index Terms—Template matching, extracción de características, correlación, transformación wavelet, operaciones en imágenes.

I. INTRODUCCIÓN

EL proceso de Template Matching es una técnica fundamental en el procesamiento de imágenes, utilizada para identificar las partes de una imagen que coinciden con una plantilla predefinida [1]. Este método se basa en la correlación, la cual es una herramienta crucial en el procesamiento de imágenes, el reconocimiento de patrones y otros ámbitos [2]. La correlación permite medir el grado de similitud entre una plantilla y diferentes regiones de una imagen, facilitando la identificación de objetos o características específicas.

La implementación de técnicas de preprocesamiento que reducen el tiempo sin perjudicar la precisión nos abre las puertas a su aplicación en sistemas en tiempo real.

II. MARCO TEÓRICO

El Template Matching ha sido ampliamente estudiado y aplicado en el reconocimiento de patrones e imágenes. Zebra Adaptive Vision [1] proporciona una guía detallada sobre el uso de Template Matching en aplicaciones industriales. Roberto Brunelli y Tomaso Poggio [5] destacan su aplicación en la detección de características faciales como los ojos. J. P. Lewis [2] ha propuesto técnicas para mejorar la eficiencia computacional de la correlación en este proceso. Estos enfoques son cruciales para manejar deformaciones y optimizar tiempos de procesamiento en grandes volúmenes de datos.

III. METODOLOGÍA

Para el procesamiento de imágenes se utilizó el archivo "batch_june2024.zip" descargado de la página de Hugging Face, que contiene 14.328 imágenes de 512x512 píxeles, clasificadas en tres categorías: box, circ y cross.

El procesamiento de imágenes se realizó en las siguientes etapas:

- 1) **Carga, conversión y redimensionamiento:** Las imágenes se cargaron y se convirtieron a escala de grises para simplificar el procesamiento, utilizando solo un canal. Posteriormente, se redimensionaron a 128x128 píxeles para acelerar el análisis.
- 2) **Transformación Wavelet:** Se aplicó la transformada de Wavelet a las imágenes, la cual representa y estudia los datos en más de una resolución [3]. Gracias a esto, las imágenes se pueden descomponer en componentes de alta frecuencia, que contienen información de los bordes. Este proceso también se realizó a las plantillas para lograr una comparación equitativa.
- 3) **Operaciones:**
 - **Convolución:** Se utilizó un kernel de detección de bordes $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ [4] para resaltar los bordes de las imágenes.
 - **Segmentación:** Se binarizaron las imágenes para destacar únicamente los bordes.
 - **Normalización:** Las imágenes se normalizaron a una escala de 0-255 para uniformizar los valores de los píxeles.
- 4) **Matching:** Se calculó la correlación normalizada entre las imágenes y las plantillas. La plantilla actuó como ventana que recorre la imagen en secciones. Se calculó la correlación para cada sección de 32x32 de la imagen con cada plantilla, y se seleccionó el mayor valor para la clasificación.
- 5) **Clasificación:** Las imágenes se clasificaron según la plantilla con la mejor correlación.
- 6) **Cálculo de error de clasificación:** Se compararon las clases reales con las clases inferidas por la correlación. El error de clasificación se calculó dividiendo el número de clasificaciones incorrectas por el total de imágenes clasificadas.

IV. RESULTADOS

Se utilizaron las plantillas en escala de grises mostradas en la Fig. 1 para representar los patrones que buscamos: "box", "cross", "circ"

Al redimensionar las imágenes de 512x512 a 128x128 píxeles obtenemos lo observado en la Fig. 2, se aprecia una ligera pérdida de resolución. Sin embargo, este ajuste es crucial para optimizar el procesamiento posterior y reducir el tiempo de ejecución, ya que se disminuyó la cantidad de secciones que la plantilla debe recorrer para la correlación.

La aplicación de la transformada de Wavelet permitió analizar las imágenes en múltiples niveles de detalle, en la Fig.

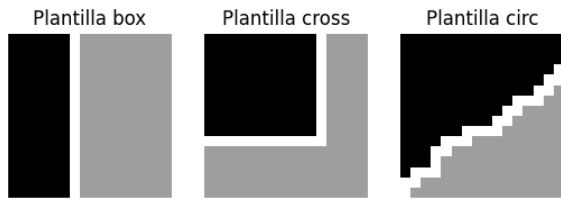


Fig. 1. Plantillas en escala de grises.

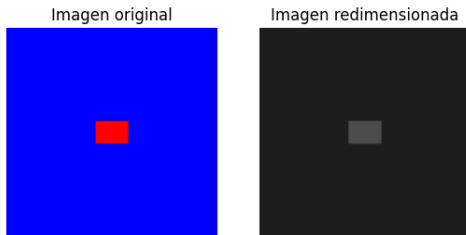


Fig. 2. Ejemplo de imagen de clase "box" original v/s redimensionada en escala de grises.

3 se puede ver como se destacan los bordes horizontales por separado del resto de la caja. Se realizó la misma transformada a las plantillas (Fig. 4) para obtener una comparación más precisa. Este proceso fue crucial para reducir el tiempo de ejecución.



Fig. 3. Ejemplo de imagen con transformada Wavelet.

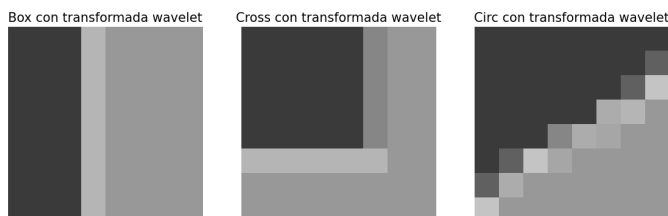


Fig. 4. Plantillas con transformada Wavelet.

Posteriormente, al aplicar la convolución con un kernel para detección de bordes, en la Fig. 5, 6, 7 y 8 se logró resaltar de manera efectiva los bordes de las figuras de interés. La segmentación binarizó las imágenes para destacar claramente los bordes, seguido de una normalización para ajustar los

valores de los píxeles entre 0 y 255. Se logró disminuir tiempo de ejecución al enfocarse solo en las partes relevantes de las imágenes.

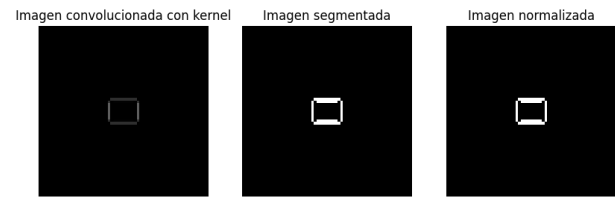


Fig. 5. Ejemplo de imagen con operaciones realizadas.

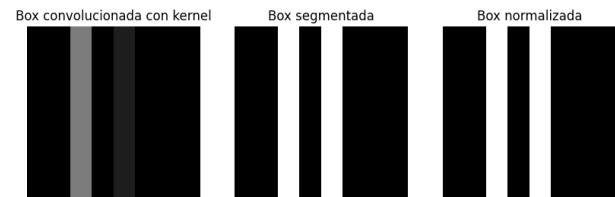


Fig. 6. Plantilla box con operaciones realizadas.

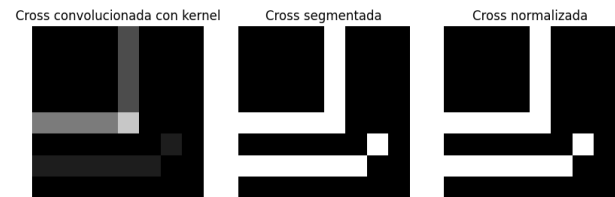


Fig. 7. Plantilla cross con operaciones realizadas.

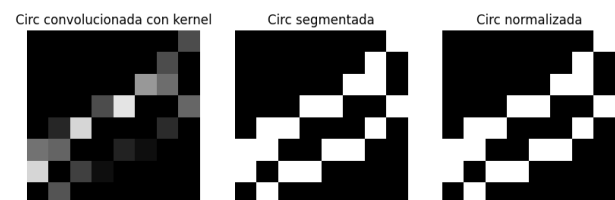


Fig. 8. Plantilla circ con operaciones realizadas.

Finalmente, después de realizar el matching y la clasificación basada en la correlación con las plantillas, se logró un tiempo de procesamiento de 2,09 minutos y con un 38,14% de error de clasificación. Estos resultados destacan la eficiencia del método implementado para lograr un procesamiento rápido con una precisión aceptable en la clasificación de las imágenes.

V. CONCLUSIÓN

En este proyecto, se implementó exitosamente el método de Template Matching para clasificar imágenes en las categorías "box", "cross" y "circ". Utilizando técnicas como la transformada de Wavelet y operaciones de preprocesamiento, se logró un buen tiempo de procesamiento con un error de clasificación aceptable. Estos resultados destacan la eficiencia y utilidad del enfoque utilizado para aplicaciones que requieren tanto velocidad como precisión en el procesamiento de imágenes.

REFERENCES

- [1] Zebra Adaptive Vision, *Template Matching*, 2017. [Online]. Available: https://docs.adaptive-vision.com/current/studio/machine_vision_guide/TemplateMatching.html.
- [2] J. P. Lewis, *Fast Template Matching*, Industrial Light & Magic.
- [3] Y. J. Morales, C. O. Torres. *Correlación Digital De Imágenes Comprimidas Por Transformada Wavelet*, Grupo LOI, Universidad popular del Cesar. Valledupar, Colombia.
- [4] F. Giménez-Palomares, J. A. Monsoriu, E. Alemany-Martínez. *Aplicación de la convolución de matrices al filtrado de imágenes*, Universitat Politècnica de València, 2016
- [5] Roberto Brunelli, Tomaso Poggio. *Template Matching: Matched Spatial Filters and beyond*, Massachusetts institute of technology artificial intelligence laboratory and center for biological and computational learning department of brain and cognitive sciences, 1995