

Proyecto integrador 2 EIE40

Franco Urrutia Ghiardo, *Alumno, EIE.*

Abstract—Este informe presenta un método automatizado para el reconocimiento de plantillas circulares, rectangulares y cruzadas en imágenes digitales. El proceso incluye la extracción de imágenes desde un archivo comprimido, preprocesamiento de las imágenes y las plantillas, segmentación en cuadrantes, correlación cruzada normalizada y generación de una matriz de confusión para evaluar el rendimiento del sistema. Se aplicó el filtro bilateral [1] y binarización adaptativa [2] para mejorar la calidad de las imágenes antes de la comparación con las plantillas. Los resultados muestran una eficacia considerable en la identificación de las plantillas, con detalles sobre ejemplos bien y mal identificados.

Index Terms—Template matching, reconocimiento patrones, imágenes, filtros, open cv.

I. INTRODUCCIÓN

EL reconocimiento automatizado de plantillas es crucial en aplicaciones de visión por computadora donde la detección precisa de formas geométricas específicas es fundamental. En este informe, se aborda el reconocimiento de plantillas circulares, rectangulares y cruzadas utilizando técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes y correlación cruzada. Este enfoque tiene aplicaciones significativas en la automatización industrial, la inspección de productos, la clasificación de imágenes médicas y otras áreas donde la identificación precisa de formas es esencial para la toma de decisiones automatizadas y precisas.

II. MARCO TEÓRICO

El reconocimiento de plantillas [3] se basa en la comparación de características visuales entre una imagen de entrada y plantillas predefinidas. Esta comparación se realiza mediante métodos de correlación cruzada, que evalúan cuán bien una plantilla se ajusta a una región específica de la imagen. La correlación cruzada normalizada (NCC) es una técnica comúnmente utilizada para este propósito, ya que proporciona una medida estandarizada de la similitud entre dos imágenes, independientemente de las diferencias en la intensidad de los píxeles.

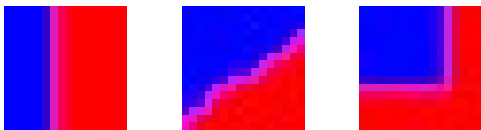


Fig. 1: Plantillas Utilizadas: Caja, Circulo, Cruz

Además de la correlación cruzada, el preprocesamiento de imágenes [4] juega un papel crucial en el éxito del reconocimiento de plantillas. El filtrado bilateral es utilizado

para preservar los bordes importantes mientras se reduce el ruido, lo cual es crucial en entornos con variaciones significativas en las condiciones de iluminación y el ruido de la imagen. La binarización adaptativa segmenta la imagen en regiones de interés mediante umbrales locales, facilitando así la extracción y comparación de características [5] clave, como los contornos de las plantillas.

En términos de aplicación práctica, el reconocimiento automatizado de plantillas encuentra aplicación en una variedad de industrias. Por ejemplo, en la industria manufacturera, este enfoque se utiliza para la inspección automática de productos, donde la identificación precisa de defectos o características específicas es crítica para mantener altos estándares de calidad. En medicina, el reconocimiento de formas se emplea para la identificación de estructuras anatómicas en imágenes médicas, lo cual es fundamental para el diagnóstico preciso y la planificación de tratamientos.

III. METODOLOGÍA

A. Carga de Datos

Las imágenes se extraen de un archivo comprimido que contiene archivos PNG y JPG. Estas imágenes se descomprimen en una carpeta específica en el sistema de archivos local para su procesamiento. Esto se realiza para asegurar que todas las imágenes estén accesibles y listas para el análisis sin interrupciones debidas a problemas de acceso a archivos.

B. Preprocesamiento de Imágenes y Plantillas

- **Filtro Bilateral:** Se utiliza para preservar los bordes mientras se suaviza el ruido, lo cual es crucial para la detección precisa de las formas de las plantillas. La preservación de bordes ayuda a mantener la integridad de las características geométricas de las plantillas, mientras que la reducción de ruido mejora la calidad general de las imágenes, facilitando así una comparación más precisa con las plantillas.
- **Binarización Adaptativa:** Esta técnica segmenta la imagen en blanco y negro utilizando umbrales locales. Dado que las imágenes pueden tener variaciones significativas en la iluminación y el contraste, la binarización adaptativa ajusta dinámicamente los umbrales para cada región de la imagen. Esto mejora la capacidad del sistema para identificar las formas de las plantillas en diferentes condiciones de iluminación, proporcionando una base sólida para la comparación con las plantillas predefinidas.

C. Segmentación en Cuadrantes

Cada imagen se divide en cuatro cuadrantes: superior izquierdo, superior derecho, inferior derecho e inferior

izquierdo. Esta segmentación facilita la comparación eficiente de cada región de la imagen con las plantillas correspondientes. Al dividir la imagen en cuadrantes, se mejora la capacidad del sistema para identificar y localizar con precisión las formas de las plantillas, incluso cuando estas están ubicadas en diferentes partes de la imagen o en orientaciones variadas.

D. Correlación Cruzada Normalizada (NCC)

Se calcula la correlación cruzada normalizada entre cada cuadrante de la imagen y las plantillas rotadas en diferentes ángulos (0° , 90° , 180° y 270°). La NCC proporciona una medida cuantitativa de la similitud entre las características visuales de la imagen y las plantillas, permitiendo al sistema determinar qué plantilla se ajusta mejor a cada región de la imagen. Este proceso es fundamental para la precisión y la fiabilidad del reconocimiento automatizado de plantillas.

E. Generación de Matriz de Confusión

Se construye una matriz de confusión para evaluar cuántas veces las etiquetas predichas coinciden con las etiquetas reales (box, circ, cross). La matriz de confusión es una herramienta crucial para analizar el rendimiento del sistema, identificando tanto los aciertos como los errores en la clasificación de las plantillas. Esto proporciona información detallada sobre la precisión y la fiabilidad del método propuesto, ayudando a identificar áreas de mejora y optimización.

IV. RESULTADOS

El sistema desarrollado demostró una capacidad efectiva para identificar plantillas circulares, rectangulares y cruzadas en el conjunto de datos de prueba. La matriz de confusión revela un buen rendimiento, con errores principalmente en la identificación de cruz y caja. A continuación se presentan los porcentajes de detecciones correctas y erróneas para cada categoría:

- General:
 - Correctas: 93.04% (13330 de 14328)
 - Erróneas: 6.96% (998 de 14328)
- "Caja":
 - Correctas: 92.85% (3704 de 3989)
 - Erróneas: 7.15% (285 de 3989)
- "Círculo":
 - Correctas: 100% (4416 de 4416)
 - Erróneas: 0% (0 de 4416)
- "Cruz":
 - Correctas: 87.94% (5210 de 5923)
 - Erróneas: 12.06% (713 de 5923)

El tiempo de ejecución del algoritmo también fue tomado en cuenta, y para el procesamiento de todo el batch de imágenes tomó 161.67s, esto a pesar del tamaño del batch, esto se debe a que no se extrajeron características demasiado profundas dado que se cae en una especie de mal llamado (para este tipo de reconocimiento) "sobreentrenamiento". Finalmente dos ejemplos de imágenes detectadas, una correctamente y otra incorrectamente.

Real: box, Predicción: box

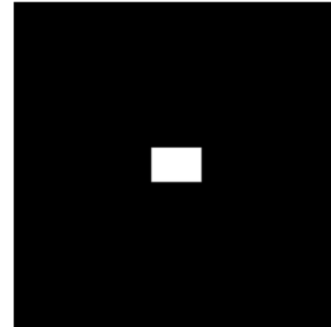


Fig. 2: Caja Identificada Correctamente

Real: box, Predicción: circ

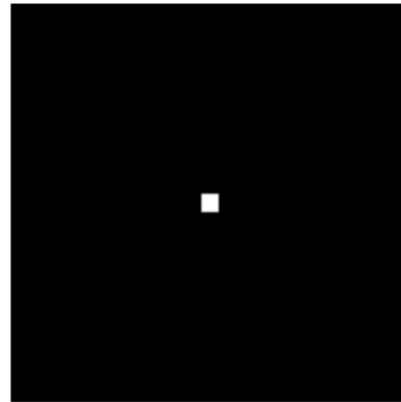


Fig. 3: Caja Identificada Incorrectamente

V. CONCLUSIONES

El método automatizado para el reconocimiento de plantillas mediante procesamiento de imágenes y correlación cruzada ofrece resultados prometedores y aplicaciones potenciales en diversos campos. La precisión alcanzada sugiere una utilidad en entornos donde se requiere la identificación precisa de formas geométricas en imágenes digitales aunque aún requiere de refinado.

El preprocesamiento adecuado de imágenes mediante el uso de técnicas como el filtro bilateral y la binarización adaptativa fue fundamental para la extracción de características [6] [7] y facilitar una comparación precisa con las plantillas mediante el uso de open cv y sus métodos, en este caso NCC. La segmentación en cuadrantes y la aplicación de la correlación cruzada normalizada aseguraron una identificación robusta mas volátil, por el compromiso que se tuvo que adoptar dado el parecido de las plantillas cruz y caja aún en diferentes orientaciones y condiciones, donde el cambio mínimo en los filtros logra generar una tasa de falsos positivos cercana al 100

Se identificaron áreas de mejora, como la optimización del tiempo de procesamiento y la adaptabilidad del sistema a variaciones extremas en las condiciones de las imágenes. Estos aspectos son críticos para futuras investigaciones y desarrollos, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la precisión del reconocimiento automatizado de formas mediante visión por computadora.

REFERENCES

- [1] "Python bilateral filtering," <https://www.geeksforgeeks.org/python-bilateral-filtering/>, geeksforGeeks.
- [2] "Opencv thresholding," https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html, openCV Documentation.
- [3] "Template matching," https://docs.adaptive-vision.com/4.7/studio/machine_vision_guide/TemplateMatching.html, adaptive Vision.
- [4] "Necessary image processing operations before template matching," <https://dsp.stackexchange.com/questions/2037/necessary-image-processing-operations-before-template-matching>, dSP Stack Exchange.
- [5] M. Kennerley, "A comparison of sift, surf, and orb on opencv," *Medium*.
- [6] "Feature extraction in image processing," <https://www.mygreatlearning.com/blog/feature-extraction-in-image-processing/>, myGreatLearning.
- [7] "Understanding convolutions by hand vs tensorflow," <https://towardsdatascience.com/understanding-convolutions-by-hand-vs-tensorflow-8e64053f673e>, towards Data Science.