



Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario

Procesamiento de Imágenes Trabajo Práctico No. 1

Bruno E. Pace
Giuliano Crenna
Mariano Sancho

Contenidos

1	Abstract	2
2	Introducción	2
3	Problema 1	2
3.1	Descripción	2
3.2	Solución	3
3.3	Análisis del histograma	3
3.4	Eliminación del Ruido	3
4	Problema 2	4
4.1	Descripción	4
4.2	Funciones de Utilidad	7
4.2.1	Preprocesamiento de la Imagen	7
4.2.2	Detección de Contornos	7
4.2.3	Validación de Longitud de Líneas Horizontales	8
5	Conclusión	8

1 Abstract

Este informe presenta el desarrollo y análisis de dos problemas relacionados con el procesamiento de imágenes utilizando técnicas de visión por computadora. En el primer problema, se aborda la ecualización local de histograma, una técnica que mejora el contraste de imágenes al aplicar una transformación de histograma de manera local, lo que resulta en la revelación de detalles ocultos en diferentes zonas de la imagen. Se implementó una función en Python que permite ajustar el tamaño de la ventana de procesamiento y se evaluó su impacto en los resultados. En el segundo problema, se desarrolló un algoritmo para la corrección automática de exámenes tipo múltiple choice, que incluye la validación de respuestas y la verificación de campos personales. A través de este trabajo, se busca demostrar la eficacia de las técnicas de procesamiento de imágenes en la mejora visual y en la automatización de procesos de evaluación.

2 Introducción

La aplicación de técnicas de ecualización de histograma es fundamental en el campo del procesamiento de imágenes, ya que permite mejorar la calidad visual de las imágenes, resaltando características que pueden pasar desapercibidas en condiciones de iluminación desfavorables. La ecualización local del histograma se presenta como una extensión de esta técnica, adaptando el análisis a regiones específicas de la imagen, lo que resulta especialmente útil en situaciones donde los contrastes son sutiles y localizados.

Por otro lado, la corrección automatizada de exámenes de opción múltiple representa un desafío interesante, combinando el reconocimiento de patrones y la validación de datos. Este informe se centra en el desarrollo de un algoritmo que no solo evalúa respuestas, sino que también valida datos personales.

A través de estos dos problemas, se exploran diversas técnicas de procesamiento de imágenes y se analizan sus aplicaciones prácticas. En las siguientes secciones, se describirán en detalle cada uno de los problemas abordados, así como los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas del análisis realizado.

3 Problema 1

3.1 Descripción

Este problema aborda el procesamiento de imágenes mediante la ecualización local del histograma, una técnica útil para mejorar el contraste en áreas específicas de una imagen. Mientras que la ecualización global ajusta el contraste a nivel de toda la imagen, esta técnica permite ajustar los niveles de intensidad en áreas limitadas (ventanas) para revelar detalles que, de otro modo, podrían pasar desapercibidos si estuvieran mezclados con el fondo. Para implementar la ecualización local, el procedimiento requiere definir una ventana (de tamaño $M \times N$) que se desplaza pixel por pixel en la imagen. En cada posición de la ventana, se calcula un histograma local y se aplica la transformación de ecualización al pixel central. Luego, la ventana se desplaza hasta cubrir toda la imagen.

3.2 Solución

La solución implementada aplica ecualización local de histograma para mejorar el contraste en imágenes en escala de grises, utilizando una ventana móvil de tamaño configurable para ajustar el contraste en pequeñas áreas de la imagen. Esto permite resaltar detalles en regiones específicas sin afectar el resto de la imagen, siendo útil para mejorar visibilidad en zonas con diferentes niveles de iluminación.

En la imagen (a), antes de aplicar la ecualización del histograma, los detalles ocultos son prácticamente invisibles. Sin embargo, al llevar a cabo la ecualización local del histograma, se logran resaltar estos detalles, mejorando notablemente la visibilidad. A pesar de esta mejora, el método presenta una limitación significativa: no elimina el ruido presente en la imagen, lo que puede afectar la calidad general del resultado.

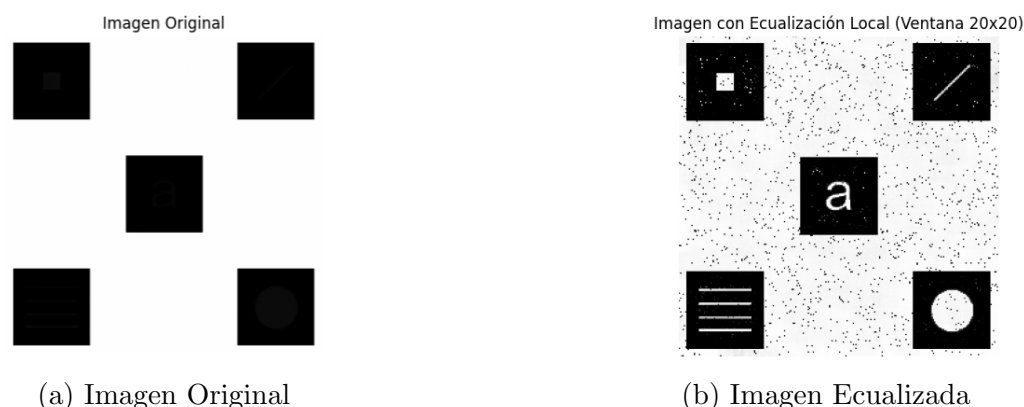


Figure 1: Comparación entre la imagen original y la imagen ecualizada.

3.3 Análisis del histograma

Histograma de la Imagen Original: La mayor parte de los píxeles están concentrados en dos valores de intensidad: uno muy bajo y otro cercano al máximo (255). Esto indica una imagen con un alto contraste, en la que predominan áreas muy oscuras y muy claras, sin una buena distribución de tonos intermedios. Esta distribución es típica de imágenes con mucho contraste o que están muy polarizadas.

Histograma de la Imagen Ecualizada: Después de la ecualización, el histograma muestra una mayor distribución de valores en el rango alto (cercano a 255), pero aún permanece algo sesgado hacia la derecha, con pocos valores intermedios. Esto sugiere que la ecualización ha intentado redistribuir los niveles de gris, pero los tonos siguen estando principalmente en el extremo derecho del espectro.

3.4 Eliminación del Ruido

La función implementada para la ecualización local de histograma incluye un paso previo de eliminación de ruido que utiliza un filtro Gaussiano. Este paso es fundamental para mejorar la calidad de la imagen procesada al reducir las variaciones de intensidad no deseadas que afectan el resultado de la ecualización. A continuación, se describe el procedimiento empleado:

Filtrado Gaussiano: La función aplica un filtro Gaussiano a la imagen de entrada mediante el siguiente código:

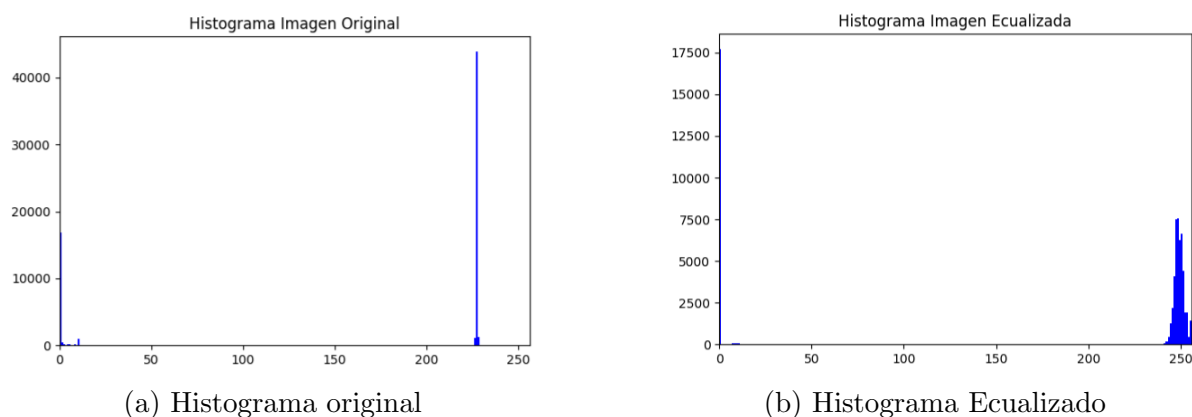


Figure 2: Comparación entre el histograma de la imagen original con el histograma ecualizado.

```
img = cv2.GaussianBlur(img, (5, 5), 0)
```

Este filtro suaviza la imagen, promediando los valores de los píxeles en una vecindad definida de tamaño 5×5 . El resultado es una reducción en el ruido de alta frecuencia, especialmente en áreas con variaciones bruscas de intensidad. Esto previene que el ruido se amplifique durante el proceso de ecualización de histograma.

Resultado:

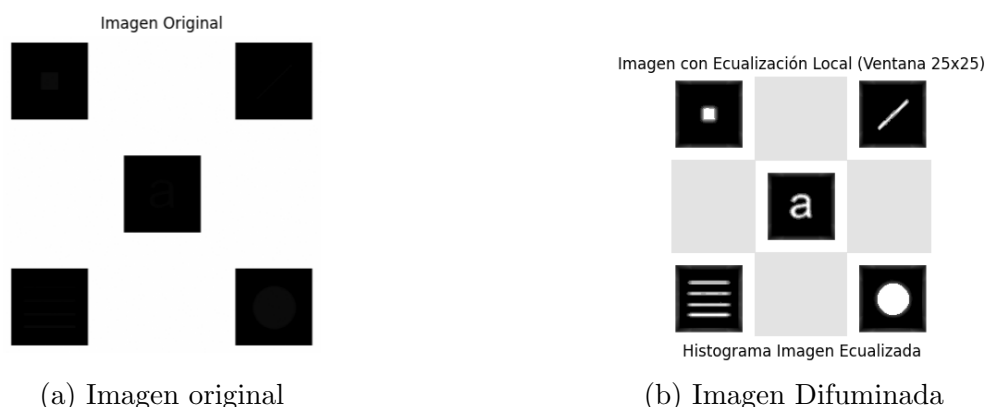


Figure 3: Comparación entre el histograma de la imagen original con el histograma ecualizado con el efecto de difuminado.

4 Problema 2

4.1 Descripción

Este problema se centra en el procesamiento y análisis de formularios de múltiple choice de forma automatizada. El objetivo es desarrollar un script en Python que tome imágenes de exámenes resueltos, identifique y verifique las respuestas y valide la información del encabezado.

Solución

En primera instancia, las imágenes fueron preprocesadas para mejorar la calidad y permitir la segmentación. Se procedió a binarizar la imagen, separando los píxeles de fondo de los de texto y elementos relevantes, lo que facilitó la posterior detección de líneas y contornos. Este paso inicial asegura que el script sea capaz de manejar variaciones de contraste y calidad entre los diferentes exámenes escaneados.

Name: <u>JUAN PEREZ</u> Date: <u>11/07/24</u> Class: <u>1</u>	
<p>1 The Earth's system that involves all our air is called the <u>C</u>.</p> <p>A geosphere B hydrosphere C atmosphere D biosphere</p>	<p>6 The gaseous layers of the atmosphere are held to Earth's surface by <u>B</u>.</p> <p>A their weight B gravity C the sun D none of the above</p>
<p>2 The Earth's system that involves all our water is called the <u>B</u>.</p> <p>A geosphere B hydrosphere C atmosphere D biosphere</p>	<p>7 78% of the Earth's atmosphere is made up of <u>A</u>.</p> <p>A nitrogen B oxygen C carbon dioxide D water vapor</p>
<p>3 The Earth's system that involves all our rock is called the <u>A</u>.</p> <p>A geosphere B hydrosphere C atmosphere D biosphere</p>	<p>8 The layer of the atmosphere we live in is called the <u>B</u>.</p> <p>A stratosphere. B troposphere. C mesosphere. D exosphere.</p>
<p>4 The Earth's system that involves all living things is called <u>D</u>.</p> <p>A geosphere B hydrosphere C atmosphere D biosphere</p>	<p>9 Most life in the ocean is found <u>D</u>.</p> <p>A throughout all its waters. B deep down in the depths. C far from shore. D on the surface and closer to shore.</p>
<p>5 97% of Earth's water is found in <u>B</u>.</p> <p>A lakes B the ocean C our underground aquifers D the clouds</p>	<p>10 A biomes location on Earth depends upon: <u>D</u>.</p> <p>A climate B amount of rainfall C temperature D all of the above</p>

Figure 4: Formulario binarizado.

Posteriormente, se identificaron y segmentaron las áreas de interés dentro de cada imagen. La estructura del examen está organizada en campos horizontales que incluyen los datos personales del alumno (Nombre, Fecha y Clase) y las celdas de respuestas de cada pregunta. En esta fase se identificaron las coordenadas precisas de estos campos mediante la detección de líneas horizontales y la extracción de sus contornos. Para lograr esta identificación, se analizó la longitud y la posición de los contornos obtenidos, descartando aquellos que no coincidían con las dimensiones de los campos esperados.

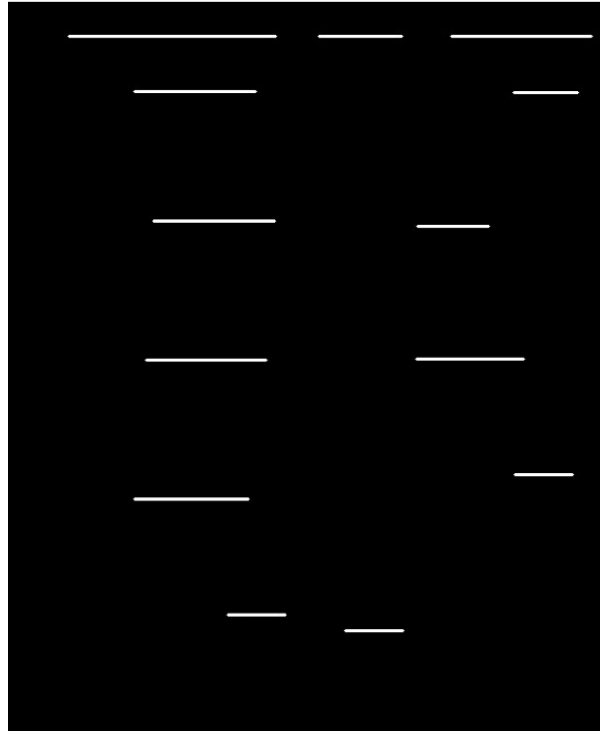


Figure 5: Líneas detectadas.

Para validar el encabezado de cada examen, se establecieron criterios de corrección específicos para los campos de “Nombre,” “Fecha” y “Clase.” En el campo “Nombre,” se esperaba que contuviera al menos dos palabras y no excediera los 25 caracteres; “Fecha” debía contar con exactamente ocho caracteres, y “Clase” se restringió a un solo carácter. Si alguno de estos campos no cumplía con los requisitos establecidos, se reportaba como incorrecto.



Figure 6: Ejemplo de nombre válido.

Para la evaluación de respuestas, cada pregunta fue examinada en función de las marcas detectadas en las opciones de respuesta (A, B, C, o D). En los casos en los que un área de respuesta no presentaba ninguna marca o contenía más de una, se consideraba como incorrecta. La identificación de la opción seleccionada fue posible mediante un cálculo de la cantidad de píxeles que ocupaba cada opción en la imagen binarizada, lo que permitió una lectura precisa y automatizada. Los resultados de la evaluación

de respuestas fueron reportados individualmente para cada pregunta, indicando si la respuesta era correcta o incorrecta en función de una plantilla de respuestas previamente definida.

Por último, se generó un informe final en forma de imagen, donde se destacaron los exámenes aprobados de aquellos desaprobados. Los nombres de los alumnos que lograron un puntaje mínimo de seis respuestas correctas fueron resaltados de forma visual, facilitando así la identificación rápida de los estudiantes aprobados.

Aprobado 1	Aprobado 2	Reprobado 1	Reprobado 2	Reprobado 3
MARIA LOPEZ	JUAN PEREZ	ESTEBAN ALVAREZ	MARIA	LUCAS FERNANDEZ

Figure 7: Informe con los nombres y los resultados de las pruebas.

4.2 Funciones de Utilidad

4.2.1 Preprocesamiento de la Imagen

Inicialmente, las imágenes fueron preprocesadas para mejorar la calidad y facilitar la segmentación de los distintos elementos del examen. Para eliminar ruidos y enfatizar las líneas horizontales del examen, se aplicó una operación morfológica de apertura mediante el uso de la función:

```
cv2.morphologyEx(img, cv2.MORPH_OPEN, kernel_horizontal)
```

Esta función permite aplicar un filtrado morfológico empleando un *kernel* diseñado específicamente para resaltar elementos horizontales, tales como las líneas divisorias del examen, eliminando elementos no deseados.

4.2.2 Detección de Contornos

Para identificar los contornos de las líneas horizontales, se utilizó la función:

```
cv2.findContours(lineas_horizontales, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

Esta función detecta y extrae los contornos en la imagen, lo que permite ubicar los campos correspondientes al encabezado y las áreas de respuesta. La configuración de esta función está diseñada para obtener únicamente los contornos externos, reduciendo así la cantidad de puntos procesados y preservando solo la información relevante.

4.2.3 Validación de Longitud de Líneas Horizontales

Para validar la longitud de las líneas horizontales y garantizar que cumplen con los criterios de estructura esperados, se utilizó la expresión:

```
max(cv2.boundingRect(contorno)[2] for contorno in contornos)
```

Este cálculo identifica el contorno de mayor longitud horizontal (ancho) entre todos los detectados, ayudando a verificar que las líneas cumplen con los criterios requeridos para la correcta segmentación del examen.

5 Conclusión

En conclusión, este trabajo ha demostrado la eficacia de las técnicas de procesamiento de imágenes tanto en la mejora del contraste local en imágenes como en la automatización de corrección de exámenes de opción múltiple. La ecualización local del histograma permitió una mejora significativa en la visibilidad de detalles sin afectar el resto de la imagen, aunque con limitaciones en la eliminación de ruido. Paralelamente, el algoritmo de corrección automatizada fue capaz de identificar y evaluar de forma precisa las respuestas y datos personales, optimizando así el proceso de calificación. Ambos problemas evidencian el potencial de las técnicas de visión por computadora en la optimización de tareas visuales y de evaluación en contextos prácticos.