

Exploración de filtros espaciales y morfológicos en escenarios reales

Yuri Javier Ccoicca Pacasi
Airan Steven Franco Galeano
Julian Andrés Medina Lopez
Alexander Rueda Dueñas

Resumen

El presente artículo tiene por fin presentar la importancia de los filtros espaciales y morfológicos en la visión artificial por medio de la aplicación de estos para destacar las características y el análisis de objetos en una serie de imágenes.

Al implementar los filtros espaciales, se logra resaltar los bordes, suavizar detalles y mejorar el contraste. Por otro lado, los filtros morfológicos permiten eliminar irregularidades en las imágenes conservando la estructura principal.

El documento expone escenarios comparativos de los filtros espaciales y morfológicos para determinar cuáles de las técnicas implementadas obtienen mejores resultados para mejorar la calidad visual de las imágenes seleccionadas y el realce de sus características principales. Se pretende una vez aplicados los filtros de una forma secuencial, lograr identificar en la galería de imágenes seleccionada el rostro de los individuos allí expuestos, enmarcándolos para su posterior análisis.

Palabras clave: ruido, histograma, calidad, contraste, pixel, intensidad, filtro espaciales, filtros morfológicos.

Introducción

Los filtros espaciales en visión artificial son herramientas empleadas para analizar imágenes por medio de la redistribución espacial de los píxeles. Esto se hace con el fin de optimizar las características, mejorar la calidad de la imagen y a su vez reducir el ruido.

Un pixel es la unidad más pequeña de una imagen digital, con el cual se representa un punto de color en una matriz de datos.

El ruido en imágenes hace referencia a distorsiones o variaciones no deseadas en los valores de los píxeles causadas por condiciones de iluminación.

Por otro lado, los filtros morfológicos son técnicas aplicadas en el procesamiento de imágenes que toman como referencia la teoría de conjuntos con el fin de modificar estructuras geométricas dentro de una imagen binaria.

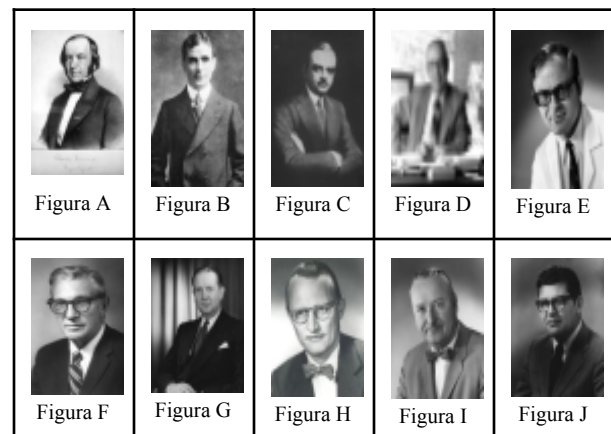
El preprocesamiento de imágenes tiene por finalidad mejorar la calidad visual antes de aplicar análisis o técnicas avanzadas. Entre las actividades a realizar durante esta etapa, destacan operaciones tales como suavizado, realce de bordes, apertura, cierre, erosión y dilatación. Esto conlleva a una interpretación más precisa de los datos visuales, logrando a su vez equilibrar la distribución de los píxeles para mejorar la percepción visual.

Material y métodos

Para llevar a cabo el laboratorio de mejora de imagen, se ha utilizado la herramienta Google Colab, la cual permite el procesamiento de imágenes. Además se utilizaron las siguientes bibliotecas Python:

- CV2: Es una biblioteca que permite tareas de visión por computadora.
- Matplotlib: Es una biblioteca que proporciona herramientas de interfaz gráfica de usuario.
- Numpy: Soporte para arreglos multidimensionales.

El set de imágenes utilizado para llevar a cabo el laboratorio es el siguiente:



Se ha asignado un nombre técnico para las imágenes que se utilizarán en el desarrollo del laboratorio, para dichas imágenes se presenta a continuación una tabla descriptiva(Tabla 1) que analiza el estado actual de cada una de ellas:

Nombre	Detalle	¿Tiene lentes?
Figura A	Personaje busto completo.	No
Figura B	Personaje busto completo.	No
Figura C	Personaje busto completo.	No
Figura D	Personaje busto completo.	Si
Figura E	Personaje busto completo.	Si
Figura F	Personaje busto completo.	Si
Figura G	Personaje busto completo.	No
Figura H	Personaje busto completo.	Si
Figura I	Personaje busto completo.	No
Figura J	Personaje busto completo.	Si

Tabla 1. Detalle y características de las imágenes.

En general, las imágenes presentan un buen nivel de luminosidad. Esto conlleva a poder apreciar detalles esenciales para el análisis visual.

Las técnicas aplicadas para el procesamiento de las imágenes seleccionadas para realizar el laboratorio son las siguientes:

- Filtros espaciales
- Filtros morfológicos

Filtros espaciales

Son técnicas utilizadas para analizar, mejorar y cambiar imágenes mediante operaciones sobre los píxeles. Permiten eliminar el ruido, optimizar detalles y resaltar bordes. Se basan en las siguientes técnicas:

- Filtro de suavizado: Son utilizados para reducir el ruido y aumentar la calidad de las imágenes. Su gran finalidad es permitir resaltar variaciones bruscas en los píxeles. Destaca aquí el filtro gaussiano, el cual por medio de una función matemática redistribuye los valores de los píxeles de una forma ponderada, con el fin de detectar los bordes y el preprocesamiento de la imagen. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 1):



Figura 1. Diagrama de flujo implementación filtro suavizado.

- Filtro de realce de bordes: Mejora el contraste y nitidez de los bordes, con el fin de resaltar las transiciones entre regiones. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 2):



Figura 2. Diagrama de flujo implementación Filtro de realce de bordes

- Filtro de detección de características: Permite identificar patrones importantes en una imagen, tales como bordes. Son muy utilizados algoritmos como SIFT, SURF y ORB, los cuales catalogan información relevante para el análisis visual. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 3):

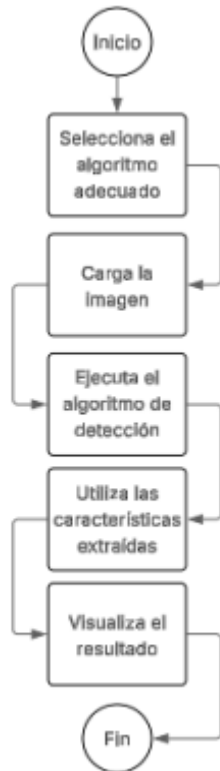


Figura 3. Diagrama de flujo implementación Filtro de detección de características.

Los beneficios obtenidos al implementar estas técnicas se centran en identificar patrones importantes de la imagen tales como bordes y resaltar las transiciones entre regiones.

Filtros morfológicos

Son herramientas utilizadas para procesar imágenes basadas en su estructura y forma. Ayudan a resaltar estructuras, optimizar segmentación de objetos y eliminar el ruido. Se basan en las siguientes técnicas:

- Filtro Erosión: Utilizado para reducir el tamaño de los objetos en una imagen binaria, eliminando píxeles en los bordes. Compara regiones de la imagen y elimina aquellos que no se encuentren dentro de ciertos criterios. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 4):



Figura 4. Diagrama de flujo implementación Filtro Erosión.

- Filtro Dilatación: Expande las regiones brillantes de una imagen, aumentando las dimensiones de los objetos y rellenando huecos. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 5):



Figura 5. Diagrama de flujo implementación Filtro Dilatación.

- Filtro Apertura y Cierre: La apertura elimina el ruido y se encarga de separar elementos de menor tamaño por medio de una erosión y una posterior implementación de la dilatación. Por otro lado el Cierre se encarga de unir regiones. Lo anterior con el fin de optimizar la detección de contornos y formas. Diagrama de flujo para su implementación(Figura 6):



Figura 6. Diagrama de flujo implementación Filtro Apertura y Cierre.

Ahora bien, los filtros morfológicos contribuyen a resaltar estructuras, optimizar la segmentación de objetos y eliminar el ruido en las imágenes.

Resultados

La sección se encuentra dividida en diez escenarios, uno por cada imagen y sus respectivos resultados. Se Evaluaron 5 de ellos y en la sección “resultados” se presentarán en su totalidad los datos obtenidos:

Escenario 1-Figura A.



Figura 7. Imagen original.

La imagen(Figura 7) Presenta una persona con su busto superior expuesto. La calidad de la imagen no expone afectaciones que impidan interpretarla.

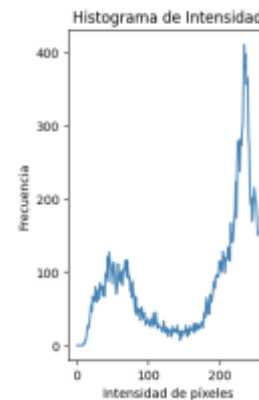


Figura 8. Histograma de intensidad imagen original.

Intensidad mayor frecuencia	235
Cantidad de ruido	10

El histograma generado(Figura 8) expone que la mayoría de los datos se agrupan alrededor de un valor central, lo que sugiere una distribución simétrica o casi simétrica. El valor del ruido obtenido (10) indica que la imagen tiene poco ruido y por consiguiente es más uniforme y tiene poca variabilidad en la intensidad de los píxeles.

Filtro espacial suavizado	Filtro espacial bordes

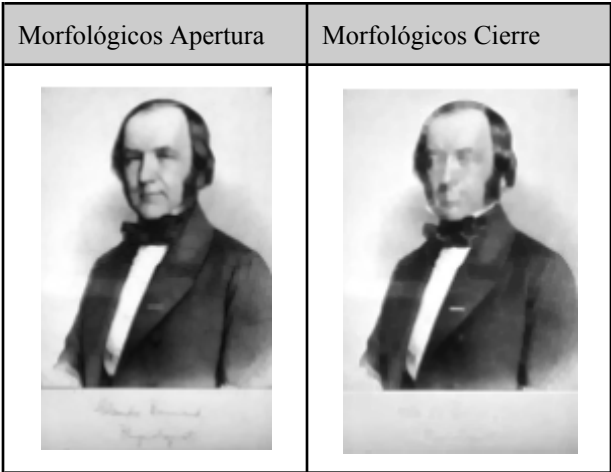
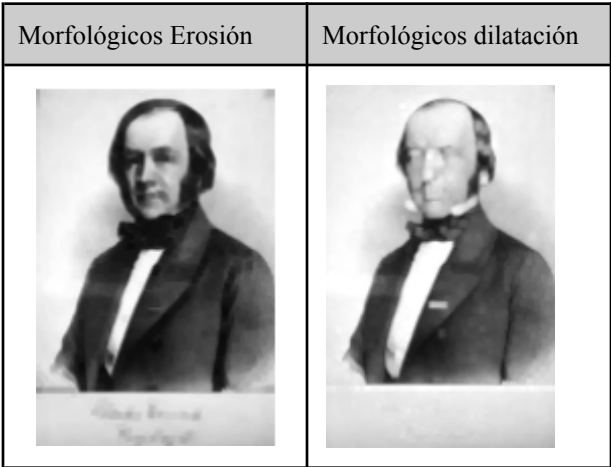


Figura 9. Resultados filtros espaciales y morfológicos.

En la figura 9 se presentan los resultados al aplicar los filtros espaciales y morfológicos. En estos se resaltan las características y optimizar la detección de contornos y formas. Por otro lado identificar patrones de la imagen y resaltar las transiciones entre regiones. Una vez se aplican los filtros se utiliza la técnica para detectar el rostro de la persona por medio del clasificador pre entrenado “haarcascade_frontalface_default” y se logra el siguiente resultado:



Figura 10. Identificar el rostro de la persona.

Escenario 2-Figura C.



Figura 11. Imagen original.

La imagen(Figura 11) Presenta una persona con su busto superior expuesto. La calidad de la imagen no expone afectaciones que impidan interpretarla.

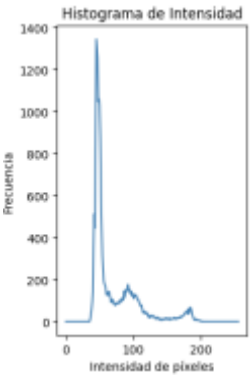


Figura 12. Histograma de intensidad imagen original.

Intensidad mayor frecuencia	45
Cantidad de ruido	4.9

El histograma generado(Figura 12) expone que la mayoría de los datos se agrupan alrededor de un valor central, lo que sugiere una distribución simétrica o casi simétrica. El valor del ruido obtenido (4.9) indica que la imagen tiene poco ruido y por consiguiente es más uniforme y tiene poca variabilidad en la intensidad de los píxeles.



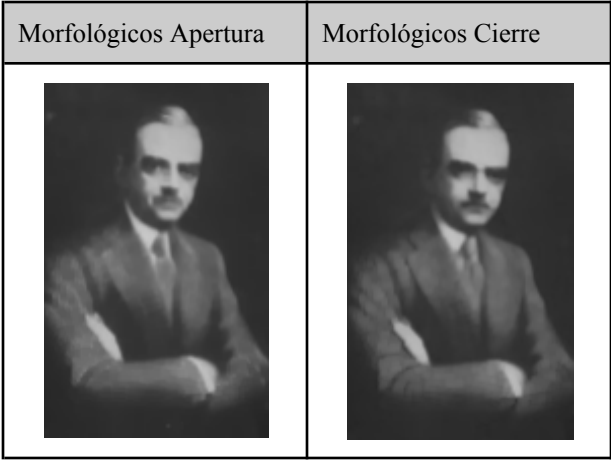
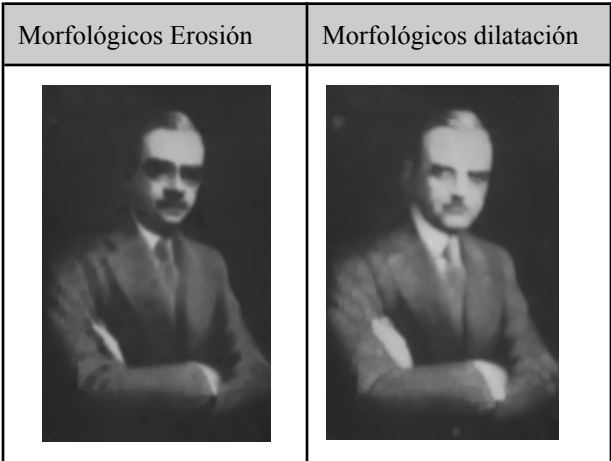


Figura 13. Resultados filtros espaciales y morfológicos.

En la figura 13 se presentan los resultados al aplicar los filtros espaciales y morfológicos. En estos se resaltan las características y optimizar la detección de contornos y formas. Por otro lado identificar patrones de la imagen y resaltar las transiciones entre regiones. Una vez se aplican los filtros se utiliza la técnica para detectar el rostro de la persona por medio del clasificador pre entrenado “haarcascade_frontalface_default” y se logra el siguiente resultado:



Figura 14. Identificar el rostro de la persona.

Escenario 3-Figura H.



Figura 15. Imagen original.

La imagen(Figura 15) Presenta una persona con su busto superior expuesto. La calidad de la imagen no expone afectaciones que impidan interpretarla.

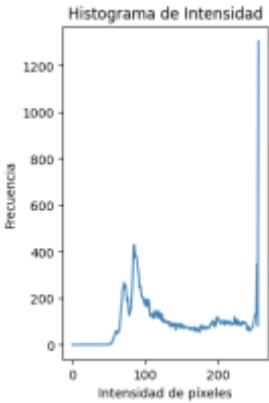


Figura 16. Histograma de intensidad imagen original.

Intensidad mayor frecuencia	255
Cantidad de ruido	8

El histograma generado(Figura 16) expone que la mayoría de los datos se agrupan alrededor de un valor central, lo que sugiere una distribución simétrica o casi simétrica. El valor del ruido obtenido (8) indica que la imagen tiene poco ruido y por consiguiente es más uniforme y tiene poca variabilidad en la intensidad de los píxeles.



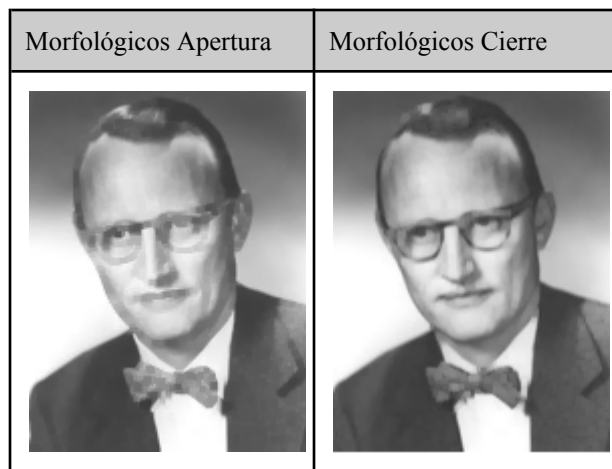
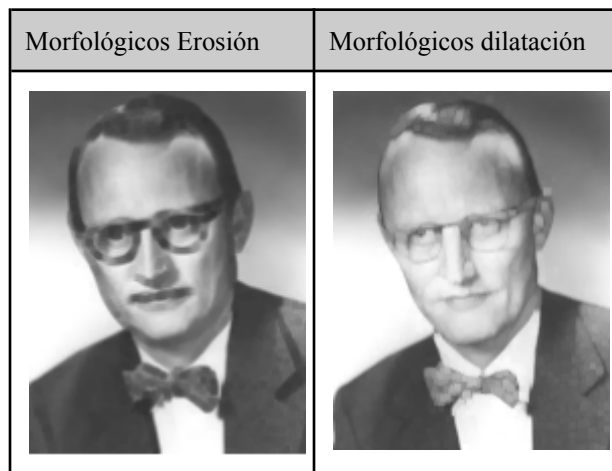


Figura 17. Resultados filtros espaciales y morfológicos.

En la figura 17 se presentan los resultados al aplicar los filtros espaciales y morfológicos. En estos se resaltan las características y optimizar la detección de contornos y formas. Por otro lado identificar patrones de la imagen y resaltar las transiciones entre regiones. Una vez se aplican los filtros se utiliza la técnica para detectar el rostro de la persona por medio del clasificador pre entrenado “haarcascade_frontalface_default” y se logra el siguiente resultado:



Figura 18. Identificar el rostro de la persona.

Escenario 4-Figura I.



Figura 19. Imagen original.

La imagen(Figura 19) Presenta una persona con su busto superior expuesto. La calidad de la imagen no expone afectaciones que impidan interpretarla.

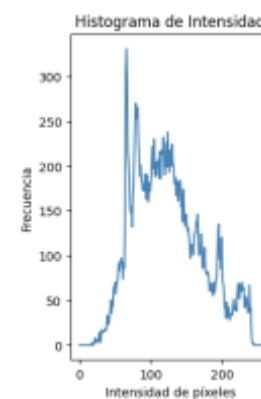


Figura 20. Histograma de intensidad imagen original.

Intensidad mayor frecuencia	66
Cantidad de ruido	7.3

El histograma generado(Figura 20) expone que la mayoría de los datos se agrupan alrededor de un valor central, lo que sugiere una distribución simétrica o casi simétrica. El valor del ruido obtenido (7.3) indica que la imagen tiene poco ruido y por consiguiente es más uniforme y tiene poca variabilidad en la intensidad de los píxeles.



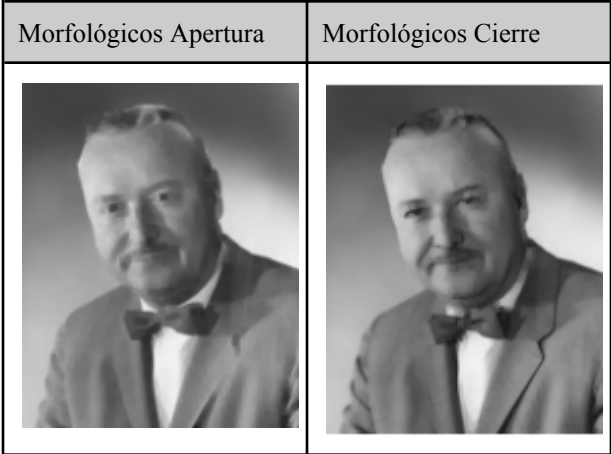
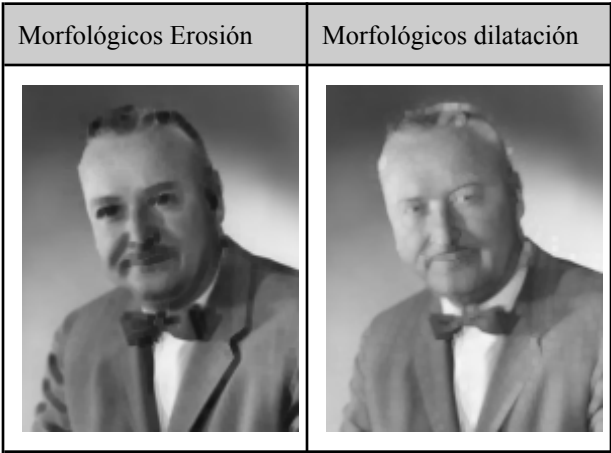


Figura 21. Resultados filtros espaciales y morfológicos.

En la figura 21 se presentan los resultados al aplicar los filtros espaciales y morfológicos. En estos se resaltan las características y optimizar la detección de contornos y formas. Por otro lado identificar patrones de la imagen y resaltar las transiciones entre regiones. Una vez se aplican los filtros se utiliza la técnica para detectar el rostro de la persona por medio del clasificador pre entrenado “haarcascade_frontalface_default” y se logra el siguiente resultado:



Figura 22. Identificar el rostro de la persona.

Escenario 5-Figura I.



Figura 23. Imagen original.

La imagen(Figura 23) Presenta una persona con su busto superior expuesto. La calidad de la imagen no expone afectaciones que impidan interpretarla.

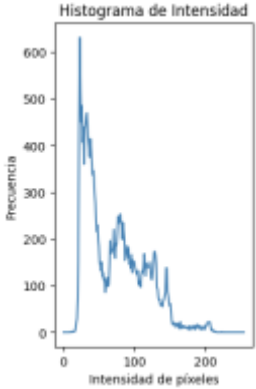


Figura 24. Histograma de intensidad imagen original.

Intensidad mayor frecuencia	23
Cantidad de ruido	5.9

El histograma generado(Figura 24) expone que la mayoría de los datos se agrupan alrededor de un valor central, lo que sugiere una distribución simétrica o casi simétrica. El valor del ruido obtenido (5.9) indica que la imagen tiene poco ruido y por consiguiente es más uniforme y tiene poca variabilidad en la intensidad de los píxeles.



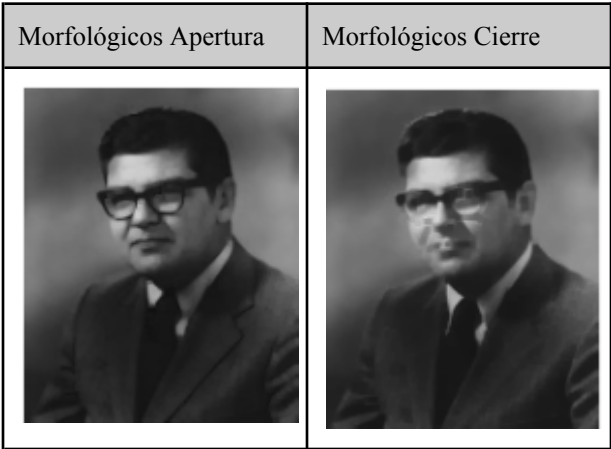
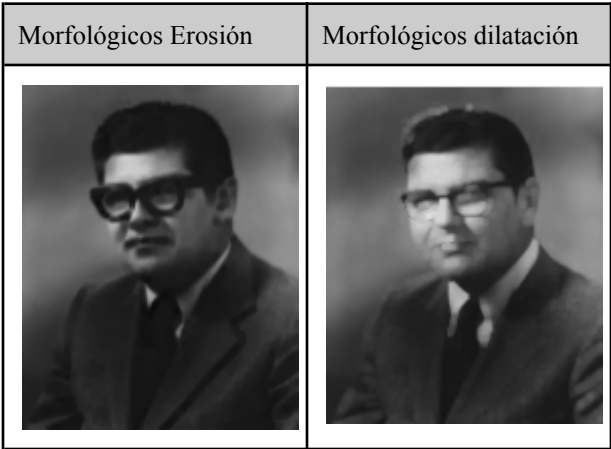


Figura 25. Resultados filtros espaciales y morfológicos.

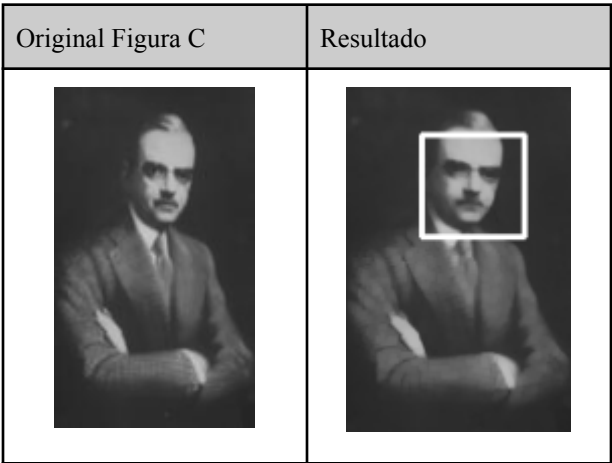
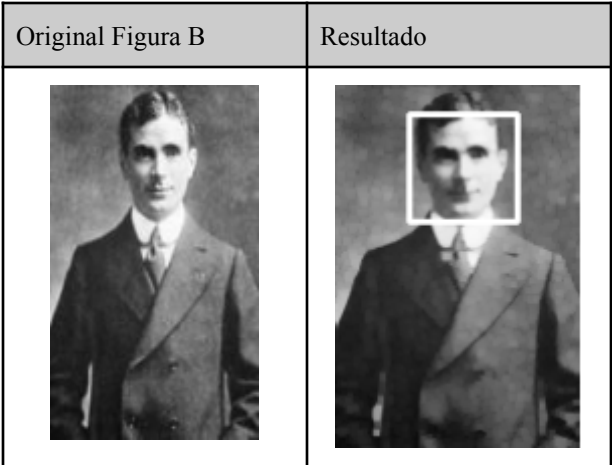
En la figura 25 se presentan los resultados al aplicar los filtros espaciales y morfológicos. En estos se resaltan las características y optimizar la detección de contornos y formas. Por otro lado identificar patrones de la imagen y resaltar las transiciones entre regiones. Una vez se aplican los filtros se utiliza la técnica para detectar el rostro de la persona por medio del clasificador pre entrenado “haarcascade_frontalface_default” y se logra el siguiente resultado:

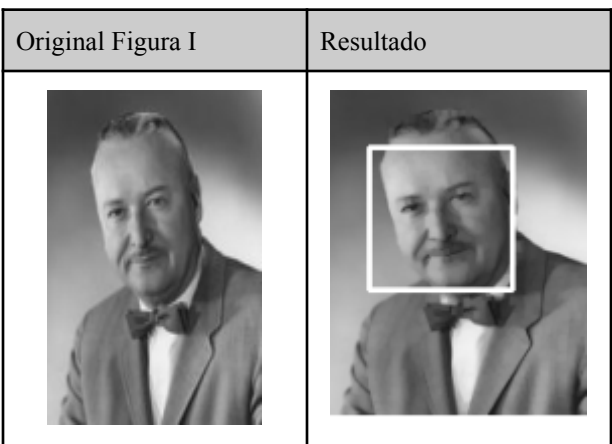
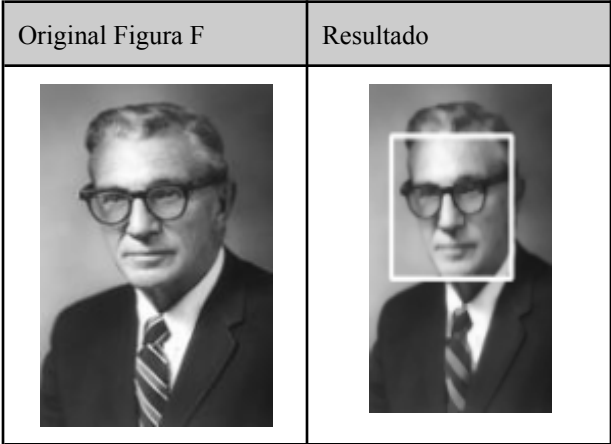
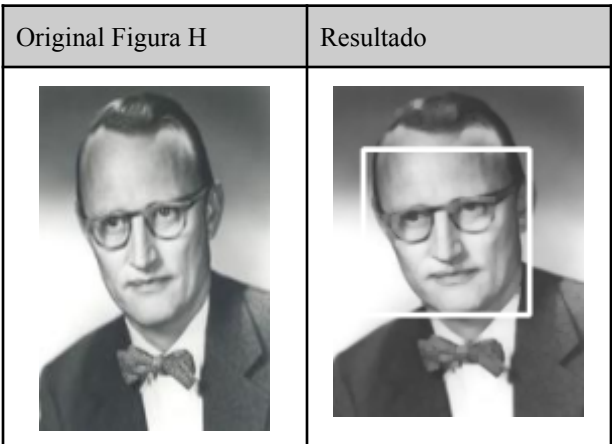
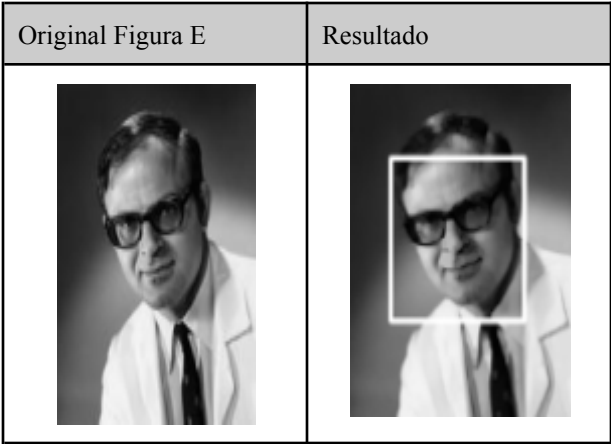
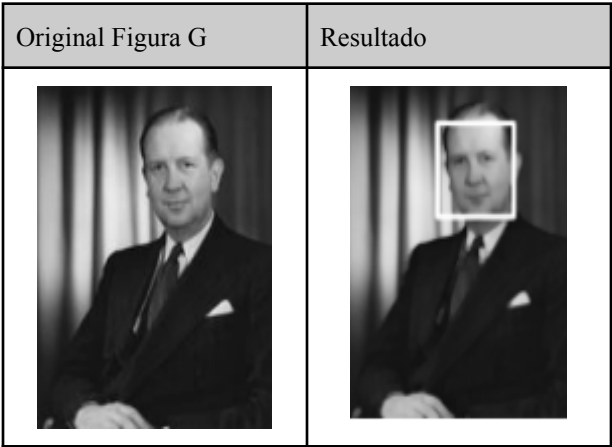


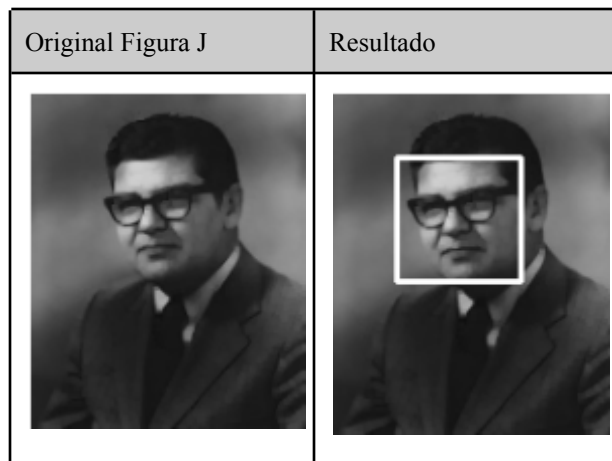
Figura 26. Identificar el rostro de la persona.

Conclusiones

A continuación se relacionan las imágenes originales con su respectiva imagen resultado una vez se aplicaron los filtros espaciales, morfológicos y la identificación del rostro correspondiente:







- person9.jpg
- person10.jpg

Referencias

Fernandez Montoro, Arturo. (2Ed.). (2013). *Python 3 al descubierto*. Madrid, España. Editorial Alfaomega.

Gonzalez, Rafael. (1Ed.).(2018). *Digital Image Processing*. Editorial Pearson.

Bernd, Jahne. (1Ed.).(2005). *Image Processing and Computer Vision*. Editorial Springer.

Richard, Szeliski. (1Ed.).(2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Editorial Springer.

Richard, Szeliski. (1Ed.).(2022). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Editorial Springer.

Pajares, Gonzalo. (1Ed.).(2015). *Procesamiento digital de imágenes*. Editorial Alfaomega.

Gómez, Juan Carlos. (1Ed.).(2017). *Fundamentos del procesamiento de imágenes digitales*. Editorial McGraw-Hill.

Rojas, Luis Fernando. (1Ed.).(2020). *Técnicas avanzadas de mejora de imágenes*. Editorial Springer.

Videos:

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 06-Detección de bordes.

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 07-Morfología.

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 08-Contour models.

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Accede a las clases. Clase - 2025-05-09.

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Accede a las clases. Clase - 2025-05-13.

UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Accede a las clases. Clase - 2025-05-23.

Páginas web:

Repositorio origen de las imágenes utilizadas en los escenarios del artículo .

<https://visualsonline.cancer.gov/searchaction.cfm?q=&to=2000&topicid=g10&sort=datecreatedoldest&page=5>

Aprende cómo leer un histograma.

<https://www.adobe.com/es/creativecloud/photography/discover/how-to-read-a-histogram.html>

Tras aplicar los filtros espaciales y morfológicos tratados en el documento, se evidencia el potencial de uso en diversas áreas de implementación y ofrecen grandes beneficios. Uno de ellos es el planteado al comienzo del artículo, el cual consiste en poder ubicar dentro de la imagen el rostro de cada uno de los individuos presentes en los escenarios.

Con el resultado obtenido subsiguiente al implementar los filtros espaciales y morfológicos, se mejora la detección de bordes, la localización de contornos y formas. Con lo anterior, para ubicar el rostro del individuo dentro de la imagen se puede aplicar un clasificador pre entrenado.

Un clasificador pre entrenado puede definirse como un modelo de aprendizaje automático, el cual ha sido entrenado con anterioridad con un conjunto de datos para identificar características y hacer predicciones sobre nuevos escenarios.

Es de vital importancia aplicar tanto filtros espaciales como morfológicos en los escenarios estudiados para lograr conseguir el objetivo planteado y finalmente como se ha expuesto en cada escenario analizado, ayudan a mejorar la experiencia visual y la detección de sus características más relevantes.

Anexos

A continuación se relacionan los archivos utilizados para llevar a cabo el laboratorio:

- filtoespacialmorfologico.py
- person1.jpg
- person2.jpg
- person3.jpg
- person4.jpg
- person5.jpg
- person6.jpg
- person7.jpg
- person8.jpg

Entender el histograma.

<https://www.youtube.com/watch?v=awE0SRnz5R4>

Filtros espaciales y morfológicos.

<https://www.youtube.com/watch?v=ETGIImHRNRns>

Operadores morfológicos

<https://www.youtube.com/watch?v=v-OnCN7syLo>

Detección de bordes

<https://www.youtube.com/watch?v=DLT7JhI4EXY>

Detección de rostros

<https://www.youtube.com/watch?v=Jljlm-I1cTs&list=PLBg7GSvtrU2N5zbvH7ThBn04ZWJQ0LKli>

Detección de rostros

<https://www.youtube.com/watch?v=-I45gpb2Frg>