

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería

Reporte

Ecualización de un histograma en imágenes

Profesor(a): ING. GUNNAR EYAL WOLF ISZAEVICH

Semestre 2025-1

Grupo: 6

Integrantes de la Brigada:

Gayosso Rosillo Sebastian Emiliano 319191750

Perez Delgado Erandy Estefanya 319147788

Objetivo Principal

Evaluar la eficiencia del procesamiento paralelo en comparación con el procesamiento secuencial al aplicar el algoritmo de ecualización de histograma en imágenes, con el fin de analizar mejoras de rendimiento y entender las ventajas y limitaciones del enfoque paralelo en el contexto de sistemas operativos.

Objetivos Específicos

1. Comprender el proceso de ecualización de histogramas:
 - a. Explicar cómo esta técnica ajusta el contraste de la imagen y detallar el funcionamiento básico del algoritmo de ecualización en sí mismo, proporcionando el contexto para la aplicación del paralelismo.
2. Implementación secuencial:
 - a. Desarrollar una versión secuencial del algoritmo, evaluando los recursos utilizados y el tiempo de procesamiento para diferentes tamaños de imagen, como referencia para la comparación con la implementación paralela.
3. Implementación paralela:
 - a. Crear una versión paralela del algoritmo usando técnicas de procesamiento paralelo (como el uso de múltiples hilos), enfocándose en optimizar la eficiencia y minimizar el tiempo de procesamiento.
4. Comparación de desempeño:
 - a. Comparar ambas implementaciones (secuencial y paralela) en términos de velocidad de procesamiento y uso de recursos, con énfasis en la evaluación de la eficiencia y los beneficios del paralelismo en el contexto de sistemas operativos.

Introducción

¿Has visto imágenes tanto en blanco y negro o a color algo difusas o no se ven muy bien?

¿Haz intentando mejorarlas utilizando softwares como *Photoshop*?

¿Y si pudieras mejorar su contraste fácilmente?

La respuesta es la ecualización del histograma de la imagen. Pero primero, ¿qué es un histograma? Un histograma es una representación gráfica que muestra la distribución de luz en una imagen. Cada píxel de la imagen tiene un valor que indica su brillo, y este valor oscila entre 0 y 255. Los valores cercanos a 0 representan las zonas oscuras, mientras que los valores cercanos a 255 corresponden a las áreas más claras.

Entonces, ¿qué significa ecualizar? Ecualizar el histograma de una imagen es ajustar los niveles de intensidad para que cada nivel de brillo tenga un número equilibrado de píxeles. Esto optimiza el contraste, resaltando detalles y mejorando la visibilidad sin perder información.

La ecualización de histograma es una herramienta muy útil en el procesamiento de imágenes, desde aplicaciones cotidianas hasta campos avanzados como la radiología.

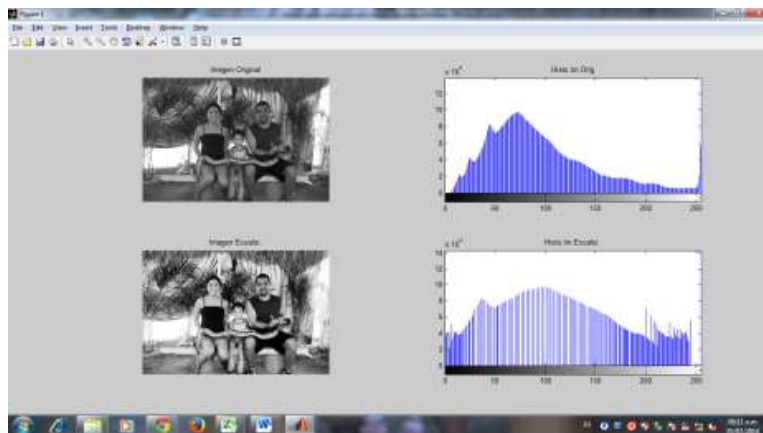


Imagen 1. Imagen junto a su histograma (Recopilada de: WordPress.com)

Desarrollo

Descripción del algoritmo de ecualización de histograma

Cálculo de histograma:

El histograma de una imagen monocromática es una matriz en la que cada posición representa el nivel de intensidad de la imagen (por ejemplo, de 0 a 255 para una imagen de 8 bits). En

este caso existen 256 niveles posibles porque $2^8 = 256$, lo que es debido a que cada nivel representa una combinación binaria única en un byte de 8 bits.

Para cada píxel de la imagen, se aumenta el valor del histograma. Índice correspondiente al nivel de intensidad del píxel. Esto proporciona la distribución de frecuencia de cada nivel de intensidad en la imagen.

Función de distribución acumulativa (CDF):

La función de distribución acumulativa es necesaria para suavizar, ya que ayuda a mostrar los niveles de intensidad de manera uniforme.

Para calcular el CDF, se ha agregado un histograma de valores. Matemáticamente, la CDF del nivel de intensidad i se define como:

$$CDF(i) = \sum_{j=0}^i histograma(j)$$

Esto significa que en cada nivel de intensidad i , la CDF almacena la intensidad por debajo de 0 píxeles iguales a i .

Normalización CDF:

Ajustar los valores de intensidad en el rango $[0, 255]$. Primero, definimos un valor CDF mínimo distinto de cero llamado CDF_{min} .

Cada valor de intensidad se normaliza con la fórmula:

$$nueva\ intensidad = \left\lfloor \frac{CDF(i) - CDF_{min}}{\# total\ de\ píxeles - CDF_{min}} * (L - 1) \right\rfloor$$

donde L es el número total de niveles de intensidad (por ejemplo, 256 para un 8-bit-imagen de bits).

Esta fórmula ajusta el valor CDF para cubrir todo el rango posible de intensidades, ampliando así los valores mínimo y máximo.

Maapeo de los valores de intensidad:

Se reemplaza cada píxel con su respectiva nueva intensidad en el histograma ecualizado, esto se obtiene empleando la nueva intensidad a cada píxel de la imagen en base a su valor en el CDF.

Paralelizado de la ecualización

Distribución de hilos:

Utilizando OpenMP, se le asigna a cada núcleo disponible del procesador un hilo para el trabajo en paralelo, esto agiliza los cálculos en comparación con el cálculo en secuencial. Estos hilos distribuyen la carga de trabajo, se hace dividiendo los cálculos entre los núcleos del procesador para el histograma y la acumulación de la CDF.

Paralelización de cálculos

Los hilos trabajan en paralelo para procesar secciones de la imagen, calculando el histograma y el acumulado de CDF. Lo cual deja que cada hilo pueda actualizar el índice sin problemas, y acelerando el procesamiento.

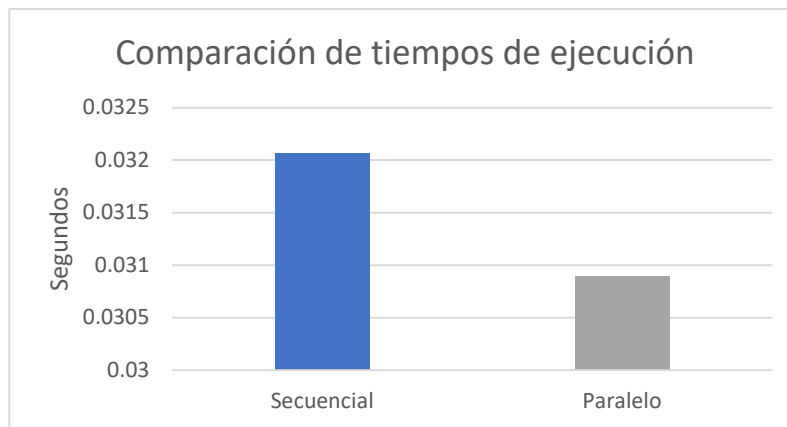


Imagen 2. Gráfica de velocidades en secuencial vs paralelo

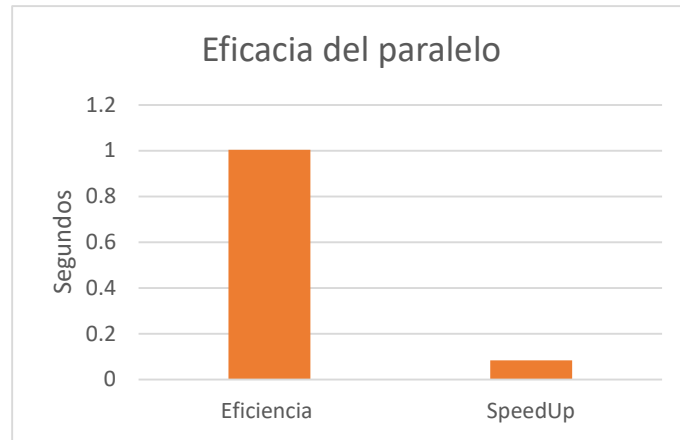


Imagen 3. Gráfica de la eficiencia de trabajar en paralelo

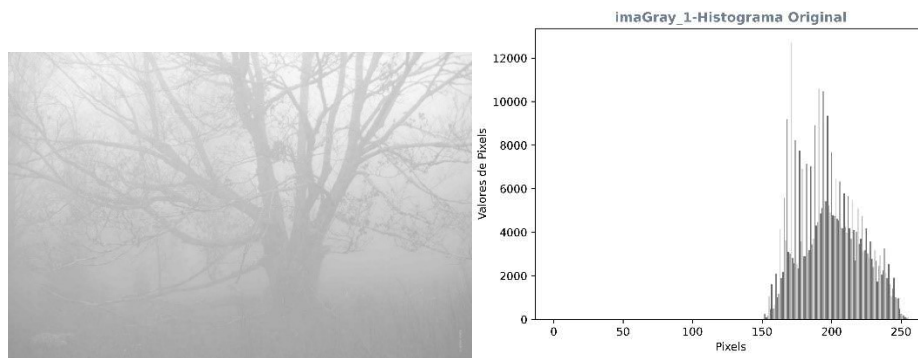


Imagen 4 y 5. Imagen original y su histograma

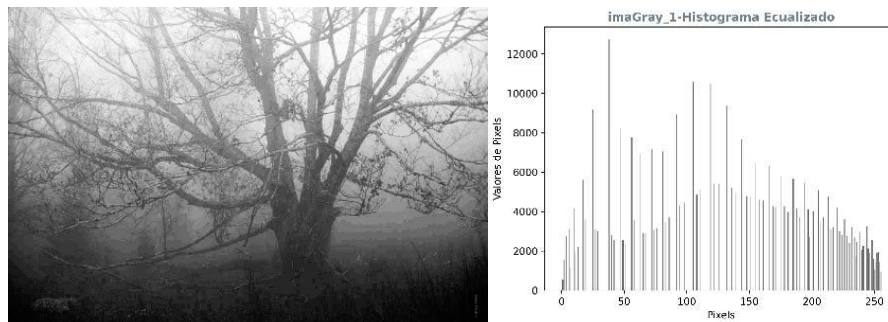


Imagen 6 y 7. Imagen ecualizada y su histograma

Ventaja del paralelismo

Como se puede observar, al distribuir y separar operaciones entre varios hilos, se logra una mejora considerable en base al tiempo de ejecución en comparación con la versión secuencial.

Conclusión

La ecualización de histograma es útil para ajustar el contraste en imágenes y fue utilizada como caso de estudio para comparar el procesamiento secuencial y el paralelo. Al emplear paralelismo con OpenMP, se observó una mejora significativa en el tiempo de procesamiento al distribuir las tareas entre múltiples hilos. Esta optimización es especialmente beneficiosa en imágenes de mayor resolución, donde la reducción de tiempo de procesamiento resulta notable.

El enfoque paralelo permitió una evaluación directa de las ventajas y limitaciones del uso de múltiples hilos, demostrando que el paralelismo es una herramienta poderosa para aumentar la eficiencia de procesamiento en tareas computacionalmente intensivas. Este estudio destaca la importancia del paralelismo en el rendimiento de sistemas operativos modernos y cómo su correcta implementación puede mejorar el desempeño en aplicaciones prácticas.

Bibliografías

- colaboradores de Wikipedia. (2023, 23 diciembre). Ecualización del histograma. Wikipedia, la Enciclopedia Libre.
https://es.wikipedia.org/wiki/Ecualizaci%C3%B3n_del_histograma?form=MG0AV3
- Ecualización de histograma _ AcademiaLab. (s. f.). <https://academia-lab.com/enciclopedia/ecualizacion-de-histograma/?form=MG0AV3>
- Spiegato. (2021, 12 julio). ¿Qué es la ecualización de histograma? - Spiegato. Spiegato.
https://spiegato.com/es/que-es-la-ecualizacion-de-histograma?form=MG0AV3#google_vignette
- LAPI - UNAM. (s.f.). Procesamiento Digital de Imágenes: Realce de la imagen. Recuperado de https://lapi.fi-p.unam.mx/wp-content/uploads/PDI_Cap4_Realce-de-la-Imagen.pdf
- PROCEDIMIENTO PARA ECUALIZAR UNA IMAGEN POR SU HISTOGRAMA. (2014, 7 julio). Trabajos y Experiencias Escolares.
<https://gsnava.wordpress.com/2014/07/07/procedimiento-para-ecualizar-una-imagen-por-su-histograma/>

