

OPERADORES PUNTUALES APLICADOS A LA ASTROFOTOGRAFÍA PARA LA DETECCIÓN DE NUEVOS CRÁTERES EN LA LUNA.

Pérez Trejo Addi Alberto

Instituto politécnico Nacional,

ESIME Zacatenco,

Visión por computadora

Ciudad de México, México.

apereztl507@alumno.ipn.mx

Resumen: En este documento mostramos los resultados obtenidos de aplicar operadores puntuales en el procesamiento de imágenes para la detección de nuevos cráteres de la luna, entre estos operadores se encuentran el operador puntual, identidad, inverso o negativo, umbral, umbral binario, umbral binario invertido, umbral escala de grises, umbral escala de grises invertido. Veremos las comparaciones entre la imagen original y las procesadas.

I. INTRODUCCIÓN

La visión por computadora es una rama de la inteligencia artificial que se centra en la capacidad de las máquinas para analizar, interpretar y comprender imágenes.

Esto se logra mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático, procesamiento de imágenes y análisis de datos.

A su vez la astrofotografía es una técnica de fotografía que se utiliza para capturar imágenes del universo, incluyendo estrellas, planetas, galaxias y nebulosas. La astrofotografía difiere de la fotografía tradicional debido a la naturaleza débil de la luz obtenida por los objetos celestes, lo que requiere técnicas especiales para capturar imágenes nítidas, largos tiempos de exposición y técnicas de procesamiento de imágenes. Así como el uso especial de instrumentos esto incluye el uso de telescopios, monturas de seguimiento, filtros, oculares, y softwares de búsqueda de objetos. La astrofotografía es una actividad popular entre los aficionados a la astronomía y también tiene aplicaciones en la investigación científica.

Para este proyecto usaremos operadores puntuales para comparar una imagen original obtenida de la NASA.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Para desarrollar el método primero analizaremos la imagen a estudiar después veremos su composición matricial y los operadores matemáticos para procesarla.

A. Imagen Sinus Iridum (Bahía del arcoíris) – Luna

La imagen para analizar se trata de Sinus Iridium o Bahía del arcoíris. Es una región que puede verse a simple vista. Son los restos de un cráter de impacto de 250 km de diámetro, el cual perdió su pared sureste. Su interior es fundamentalmente llano, así como una serie de crestas.



Fig. 1 Ubicación de Sinus Iridium. 720 × 720 pixels, file size: 54 KB, MIME type: image/jpeg

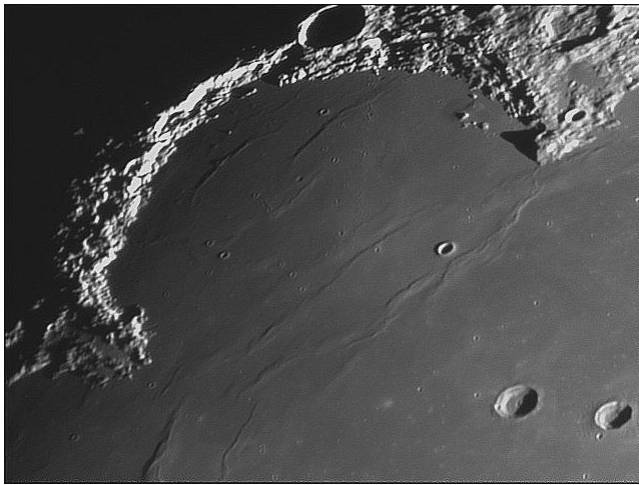


Fig. 2 Autor: Erick Roel (640 × 480 pixels, file size: 163 KB, MIME type: image/jpeg)

Fotografía para analizar.

Operadores puntuales.

Los operadores puntuales son un concepto en matemáticas, específicamente en el campo de la teoría de operadores. Un operador puntual es una función matemática que actúa sobre una función o un vector para producir otro. Los operadores puntuales son usados en diferentes ramas de las matemáticas y en aplicaciones como la física y la ingeniería. Por ejemplo, en la teoría de funciones, un operador puntual puede ser usado para representar la derivada o la integral de una función. En la teoría de operadores, los operadores puntuales son clasificados y estudiados por sus propiedades matemáticas.

OPERADORES PUNTUALES SOBRE IMÁGENES

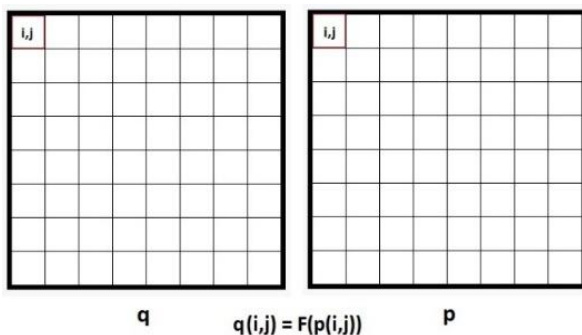
las operaciones puntuales son transformaciones de uno a uno, es decir el nuevo valor de un pixel 'q' en la posición (i , j) está en función de un pixel 'p' de otra imagen pero en la misma posición, es decir, (i , j).

Definamos:

q es la imagen original (entrada)

p es la imagen procesada (salida)

$$q(i,j) = F(p(i,j))$$

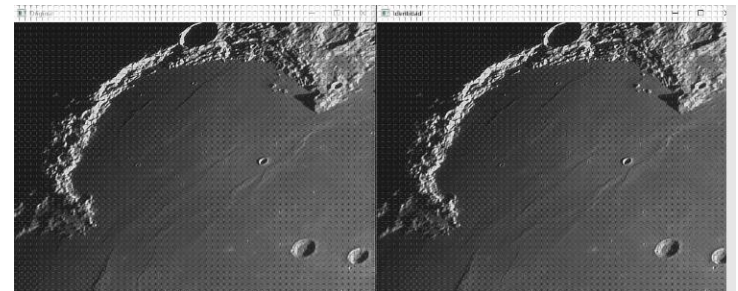
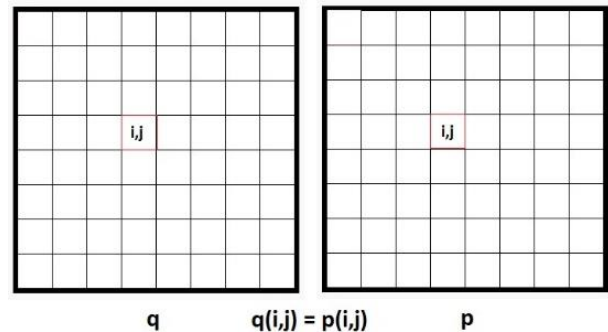


Operador identidad,

El operador identidad es un operador matemático que devuelve su operando sin modificarlo. Es decir, cualquier valor con el operador identidad se mantiene igual. En matemáticas, el operador identidad se representa como la unidad o matriz identidad.

Este operador crea una imagen idéntica a la imagen de entrada. La función de transformación es:

$$q(i,j) = p(i,j)$$



Original

Identidad

Se muestra la comparación entre la imagen original y el operador identidad.

Histograma



Original

Identidad

Al observar el histograma de cada imagen podemos notar como tienen el mismo espectro, solo que el operador identidad lo tiene ampliado.

Realizando la operación podemos ver que la imagen es exactamente igual y que la función q es igual a la función p, por lo que en este tipo de operador no podemos ver diferencias.

Operador inverso o negativo.

El operador inverso o negativo es un tipo de operador puntual que se utiliza en imágenes digitales para invertir los valores de los píxeles. Es decir, convierte los valores claros en oscuros y viceversa.

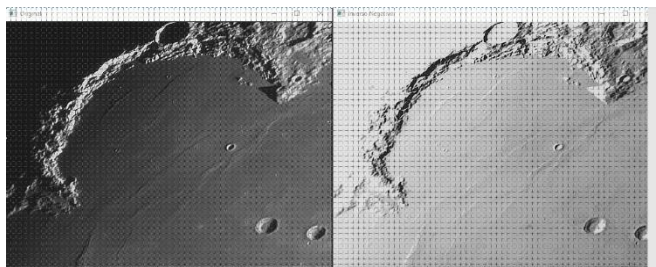
La forma de aplicar este operador es bastante sencilla: para cada píxel de la imagen original, se calcula su negativo simplemente restando su valor actual de un valor fijo (que suele ser el máximo valor de intensidad que puede tener un píxel en la imagen). Este nuevo valor de píxel es el resultado de la aplicación del operador inverso.

El resultado final es una imagen negativa, que se puede utilizar para destacar diferentes características de la imagen original o para efectos estéticos. Este operador también se

utiliza en algunos procesos de análisis de imágenes, como la identificación de patrones o la detección de bordes.[1]

1. Este operador crea una imagen inversa de la imagen de entrada.
2. Su función de transformación es:

$$q(i,j) = 255 - p(i,j)$$



Original

Inverso o negativo

El operador inverso negativo se aplica a imágenes digitales para invertir los valores de intensidad de los píxeles. Es decir, se toman los valores de intensidad de cada píxel y se les aplica una transformación para obtener su valor negativo.

El operador inverso negativo se define como:

$$S = L - 1 - R$$

donde S es el valor de intensidad de salida, L es el número de niveles de intensidad (por ejemplo, 256 para imágenes en escala de grises con 8 bits de profundidad), 1 es el valor máximo de intensidad, y R es el valor de intensidad de entrada (el valor original del píxel).

Histograma



Original

Inverso o negativo

Observando el histograma podemos ver que el espectro de medición se va a la parte contraria del original.

Este operador se utiliza en diferentes aplicaciones de procesamiento de imágenes, como la inversión de imágenes negativas en radiografías y la inversión de imágenes para mejorar su visibilidad.

Operador umbral.

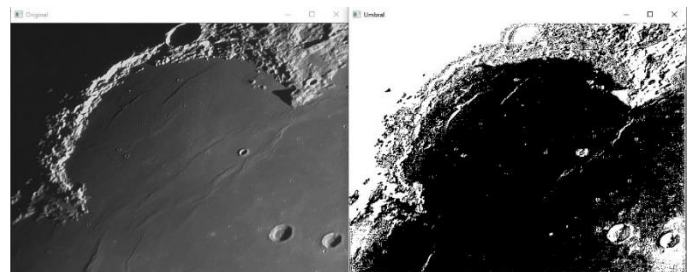
El operador de umbral es una técnica de procesamiento de imágenes que se utiliza para convertir una imagen en escala de grises o a color en una imagen binaria. La idea detrás del operador de umbral es simple: para cada píxel de la imagen de entrada, se compara su valor de intensidad con un umbral específico y se le asigna un valor de 1 o 0 en la imagen de salida, dependiendo de si el valor de intensidad supera o no el umbral.

El operador de umbral se puede definir matemáticamente como:

$$q(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{si } p(i,j) < T \\ 1 & \text{si } p(i,j) \geq T \end{cases}$$

donde $q(i, j)$ es el valor de intensidad de salida del píxel en la posición (i, j) , $p(i, j)$ es el valor de intensidad de entrada del píxel en la posición (i, j) , y T es el umbral.

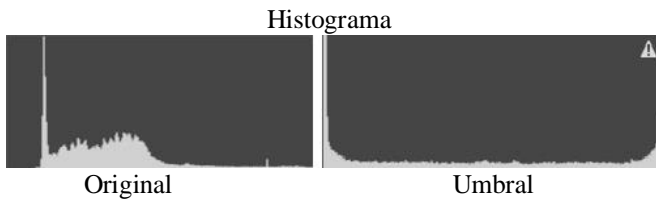
El umbral se puede ajustar para controlar la sensibilidad de la técnica de umbralización. Si el umbral es demasiado alto, muchos detalles importantes de la imagen pueden quedar ocultos o perdidos, y si el umbral es demasiado bajo, el ruido en la imagen puede ser exagerado. Por lo tanto, es importante elegir un umbral adecuado para cada aplicación específica.



Original

Umbral

Para los fines a los que le estamos buscando detalles de meteoros, ajustamos la intensidad de una forma en la que podamos ver rastros de ellos.



El histograma del umbral es un gráfico que muestra la distribución de los niveles de intensidad de una imagen en función del umbral de binarización. El umbral de binarización se utiliza para convertir una imagen en una imagen binaria, en la que los píxeles por encima del umbral se asignan a un valor y los píxeles por debajo del umbral se asignan a otro valor.

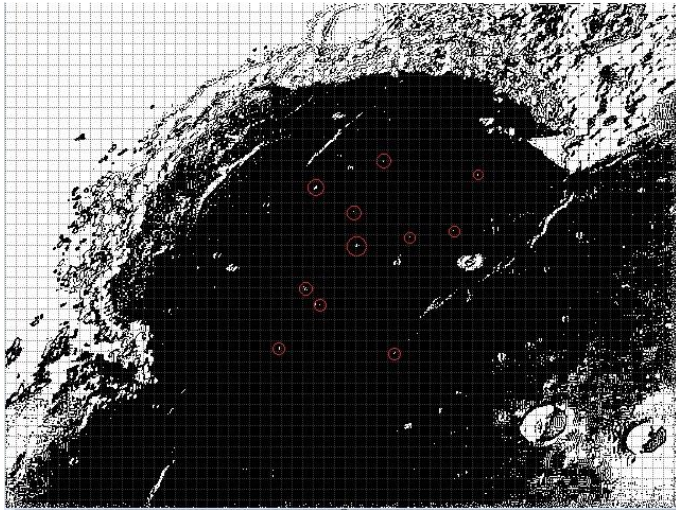


Fig. 3 Detalles de cráteres con el uso del operador umbral

Usamos una cuadrícula para determinar coordenadas los cuales nos facilita su identificación. Una ventaja de ello es que la bahía está totalmente oscurecida y podemos identificar con un color blanco los detalles de impactos de meteoros que no se ven a detalle en la original.

Operador umbral invertido.

El umbral binario invertido es una variación del operador de umbral binario en la que se invierten los valores de los píxeles en la imagen de salida. En lugar de asignar el valor de 1 a los píxeles cuya intensidad es mayor o igual que el umbral y el valor de 0 a los píxeles cuya intensidad es menor que el umbral, se asigna el valor de 1 a los píxeles cuya intensidad es menor que el umbral y el valor de 0 a los píxeles cuya intensidad es mayor o igual que el umbral.

$$q(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{si } p(i, j) < T \\ 0 & \text{si } p(i, j) \geq T \end{cases}$$

Donde $q(i, j)$ es el valor de intensidad de salida del píxel en la posición (i, j) , $p(i, j)$ es el valor de intensidad de entrada del píxel en la posición (i, j) , y T es el umbral.

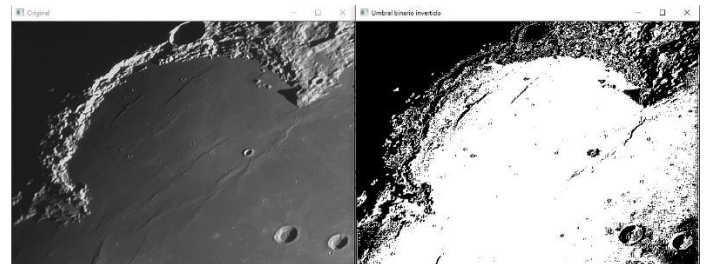
1. Este operador crea una imagen de salida binaria, a partir de una imagen de entrada en tonos de grises, donde

2. todos los niveles de gris cuyo valor está definido entre el

intervalo de $u1$ y $u2$ es 255 y todos los valores fuera

3. del rango es 0, es decir:

$$q = \begin{cases} 0 & \text{para } p \leq u1 \text{ o } p \geq u2 \\ 255 & \text{para } u1 < p < u2 \end{cases}$$

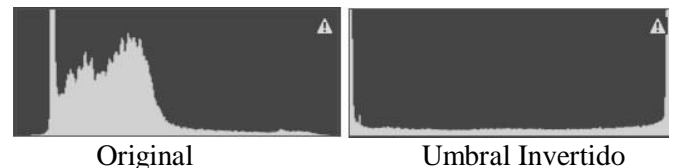


Original

Umbral Invertido
 $u1=50$ $u2=180$

El umbral binario invertido se utiliza en algunas aplicaciones de procesamiento de imágenes para invertir las relaciones de intensidad en una imagen y puede ser útil para destacar diferentes características de una imagen en función de los valores de intensidad de los píxeles.

Histograma



Original

Umbral Invertido

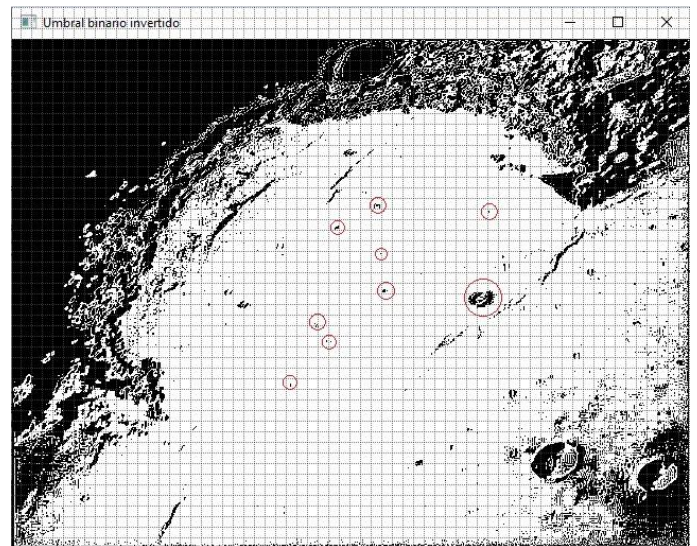


Fig. 4 Detalles de cráteres con el uso del operador umbral inverso

Con este resultado, podemos tomar en cuenta la sombras que generan los impactos de meteoros en la superficie lunar. Con la ayuda de la cuadrícula podemos identificar las

coordenadas de los nuevos impactos, así como aquellos que no pueden ser localizados a simple vista.

Umbral escala de grises.

El umbral en escala de grises se refiere a una técnica de procesamiento de imágenes en la que se utiliza un umbral dinámico para convertir una imagen en escala de grises en una imagen binaria. En lugar de utilizar un umbral fijo como en el umbral binario, el umbral en escala de grises utiliza un umbral dinámico que varía en función de la intensidad de los píxeles en la imagen.

La idea detrás del umbral en escala de grises es que diferentes zonas de una imagen pueden tener diferentes niveles de intensidad, por lo que pueden requerir umbrales diferentes para obtener la mejor separación entre los objetos de interés y el fondo.

El umbral en escala de grises se puede definir matemáticamente como:

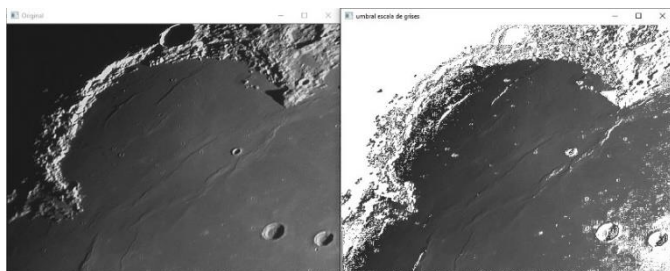
$$q(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{si } p(i,j) < T(i,j) \\ 1 & \text{si } p(i,j) \geq T(i,j) \end{cases}$$

donde $q(i,j)$ es el valor de intensidad de salida del píxel en la posición (i,j) , $P(i,j)$ es el valor de intensidad de entrada del píxel en la posición (i,j) , y $T(i,j)$ es el umbral dinámico en la posición (i,j) .

1. Este operador crea una imagen de salida con los únicos valor de nivel de gris comprendido entre el intervalo de $u1$ y $u2$ y el resto 255, es decir:

$$q = \begin{cases} 255 & \text{para } p \leq u1 \text{ o } p \geq u2 \\ p & \text{para } u1 < p < u2 \end{cases}$$

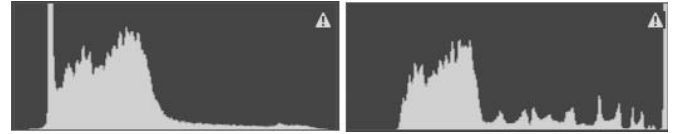
El umbral en escala de grises es útil para procesar imágenes con diferentes niveles de intensidad y puede producir resultados más precisos que el umbral binario fijo en algunas aplicaciones. Sin embargo, también es más complejo de implementar y requiere más tiempo de procesamiento.



Original

Umbral escala de grises
 $u1=50$ y $u2=180$

Histograma



Original

Umbral escala de grises

Aplicando el umbral de escala de grises podemos notar que se logran ver mejor el relieve de algunas partes altas al interior de la bahía.

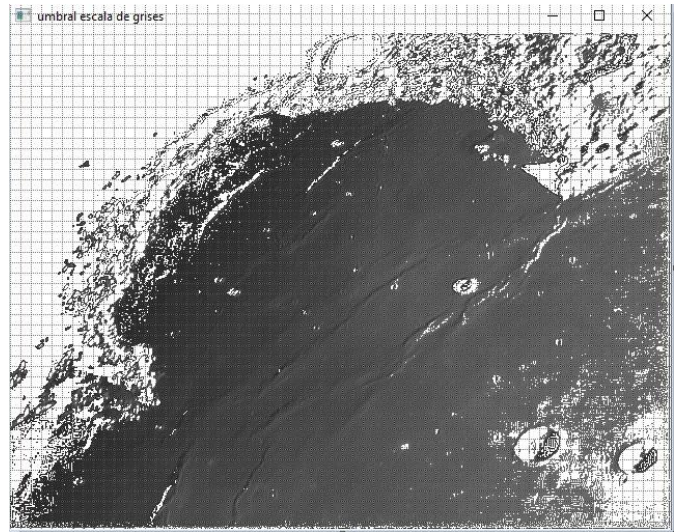


Fig. 5 Detalles de relieve con el operador umbral escala de grises

Umbral escala de grises invertido.

El umbral de grises invertido es una variación del umbral en escala de grises en la que se invierten los valores de los píxeles en la imagen de salida. En lugar de asignar el valor de 1 a los píxeles cuya intensidad es mayor o igual que el umbral y el valor de 0 a los píxeles cuya intensidad es menor que el umbral.

El umbral de grises invertido se puede definir matemáticamente como:

$$q(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{si } P(i,j) < T(i,j) \\ 0 & \text{si } P(i,j) \geq T(i,j) \end{cases}$$

donde $q(i,j)$ es el valor de intensidad de salida del píxel en la posición (i,j) , $p(i,j)$ es el valor de intensidad de entrada del píxel en la posición (i,j) , y $T(i,j)$ es el umbral dinámico en la posición (i,j) .

1. Este operador crea una imagen de salida con los únicos valor de nivel de gris invertido comprendido entre el intervalo de $u1$ y $u2$ y el resto 255, es decir:

$$q = \begin{cases} 255 & \text{para } p \leq u1 \text{ o } p \geq u2 \\ 255 - p & \text{para } u1 < p < u2 \end{cases}$$

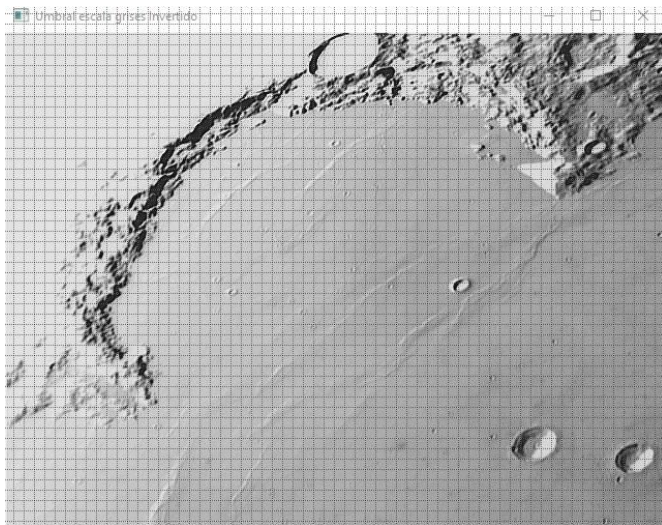
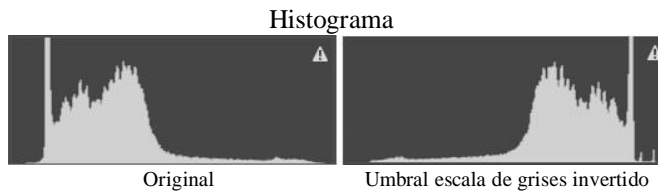


Fig. 6 Detalles de cráteres con el uso del operador Umbral escala de grises invertido

El umbral de grises invertido es útil en algunas aplicaciones de procesamiento de imágenes para invertir las relaciones de intensidad en una imagen y puede ser útil para destacar diferentes características de una imagen en función de los valores de intensidad de los píxeles. Al igual que el umbral en escala de grises, el umbral de grises invertido requiere más tiempo de procesamiento y es más complejo de implementar que el umbral binario fijo.



Aplicando este operador puntual podemos ver el cambio considerable en la intensidad en el brillo de la imagen por lo que resulta beneficioso usarlo en la búsqueda de sombras nuevas en determinadas regiones.

TABLA I
Detalles en fotografías

Operadores Puntuales			
Operador puntual	Sombras	Relieve	Detalle
Identidad	-	-	-
Inverso negativo	✓	✓	
Umbral		✓	✓
Umbral Inverso		✓	✓
Umbral escala de grises		✓	✓
Umbral escala de grises invertido		✓	

II. CONCLUSIONES

Los operadores puntuales son una herramienta importante en el procesamiento de imágenes, ya que nos permiten ajustar y mejorar la calidad de las imágenes de forma sencilla y rápida. Se utilizan en una variedad de aplicaciones, como en la mejora de imágenes médicas, en la detección de bordes en imágenes, en la eliminación de ruido de imágenes y en la corrección de iluminación en imágenes.

En el uso de la astrofotografía estas herramientas son de gran utilidad para definir detalles que no son visibles a simple vista. Aunque si hay que destacar que entre mejor sea la calidad de la imagen el procesamiento de la imagen será mejor.

En cuanto a la detección de nuevos cráteres podemos darnos cuenta que seguir los pasos como tener dos fotografías de la misma región en diferentes tiempos, crear una cuadrícula de coordenadas para facilitar la ubicación de las áreas así como el procesamiento de las imágenes nos arrojará resultados esperados en nuestro campo de estudio.

REFERENCIAS

- [1] <https://sites.google.com/site/lemared/operaciones-puntuales-sobre-imagenes?pli=1> [1]
- [2] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999

Observaciones del tutor: