Análisis del Problema

El objetivo de este desafío es recuperar una imagen original a partir de una versión alterada que ha pasado por distintas transformaciones a nivel de bits. Este escenario simula un caso de ingeniería inversa, donde con información limitada debemos deducir tanto qué tipo de transformaciones se aplicaron como el orden en que se hicieron.

La imagen fue modificada utilizando una serie de operaciones, incluyendo XOR con una imagen de distorsión, rotaciones y desplazamientos de bits, con un límite máximo de 8 bits por operación. Después de cada transformación excepto la última se aplicó un proceso de enmascaramiento. En este, se elegía un píxel al azar como punto de partida (la semilla) y se sumaba una sección de la imagen alterada con una máscara determinada (M). Toda esta información se guardó en archivos de texto, que ahora servirán como referencia para revertir las transformaciones.

Para resolver el problema contamos con la imagen final distorsionada (ID), la imagen de distorsión utilizada (IM), la máscara aplicada (M), y los archivos de texto que documentan el resultado del enmascaramiento en cada etapa.

La estrategia para reconstruir la imagen original se basa en una verificación sistemática. El enfoque consiste en aplicar distintas operaciones bit a bit (como XOR, rotaciones y desplazamientos) a la imagen distorsionada e ir comprobando si los resultados coinciden con lo que se registra en los archivos de enmascaramiento. Cada vez que se identifica una coincidencia, podemos deducir qué transformación se aplicó en ese paso.

El algoritmo conceptual sigue estos pasos:

Cargar todos los elementos: imagen distorsionada, imagen de distorsión, máscara y archivos de enmascaramiento.

Comenzar con la imagen distorsionada y aplicar todas las transformaciones inversas posibles (XOR, rotaciones y desplazamientos en ambos sentidos).

Tras cada transformación, realizar el proceso de enmascaramiento utilizando la semilla indicada en el archivo correspondiente y comprobar si el resultado coincide con lo que se almacenó.

Cuando haya coincidencia, registrar la transformación y continuar desde ese punto con la nueva imagen generada.

Repetir el proceso hasta identificar todas las transformaciones y reconstruir paso a paso el camino hacia la imagen original.

Hay algunos aspectos técnicos importantes que no deben pasarse por alto. El número de combinaciones posibles de transformaciones puede ser muy alto, por lo que es necesario un algoritmo eficiente que limite el espacio de búsqueda. Además, se trabaja con imágenes BMP de 24 bits, en las que cada píxel ocupa 3 bytes (uno por canal de color), lo que requiere un control detallado de la memoria y las operaciones a nivel de byte. Es fundamental que la verificación del enmascaramiento sea precisa para evitar resultados erróneos.

Por último, la reconstrucción se basa en aplicar las transformaciones inversas en el orden opuesto al que fueron realizadas. Algunas de estas tienen inversas directas: la operación XOR se anula a sí misma (A XOR B XOR B = A), una rotación hacia la derecha se revierte con una rotación hacia la izquierda, y un desplazamiento hacia la derecha se revierte desplazando hacia la izquierda.

Este enfoque sistemático es el que nos permitirá identificar correctamente la secuencia de transformaciones y, con ello, recuperar la imagen original.