Problema cooperativo: Filtrado de Imágenes

En Procesamiento Digital de Imágenes, un ***filtro de convolución*** es una operación que se realiza sobre una imagen de entrada A y producen una imagen de salida A' de forma tal que sobre cada pixel de A se opere sobre un llamado ***kernel de convolución***. Un kernel de convolución es una matriz de tamaño mucho menor a la imagen (usualmente, de tamaños 3x3 o 5x5) que se aplica sobre cada pixel de la imagen original A. Formalmente, un filtro es un operador $\bar{\bar{x}}$ tal que

$$A'(u,v) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} A(u-i, v-j)K(i,j) = A\bar{\bar{x}}K$$

Por ejemplo, sea el kernel ***K=*** $\begin{bmatrix} 1,1 & 2,1 & 3,1 \\ 1,2 & 2,2 & 3,2 \\ 1,3 & 2,3 & 3,3 \end{bmatrix}$

Pixel A'[i,j] = $\begin{bmatrix} \mathrm{A[i-1,j-1]K[1,1]+} & \mathrm{A[i,j-1]K[2,1]+} & \mathrm{A[i+1,j-1]K[3,1]+} \\ \mathrm{A[i-1,j]K[1,2]+} & \mathrm{A[i\ ,j\ ]K[2,2]+} & \mathrm{A[i+1,j]K[3,2]+} \\ \mathrm{A[i-1,j+1]K[1,3]+} & \mathrm{A[i,j+1]K[2,3]+} & \mathrm{A[i+1,j+1]*K[3,3]} \end{bmatrix}$

En otras palabras, el kernel se desplaza por toda la imagen original y se obtiene la suma de los productos del pixel (al centro del kernel) con sus vecinos de acuerdo con los índices. Con esta técnica y aplicando los kernel adecuados, se consiguen una serie efectos sobre las imágenes.

Propuesta:

Teniendo un conjunto de imágenes grandes en formato BMP (mapa de bits) implemente en equipos un programa que permita paralelizar la aplicación de un determinado conjunto de filtros sobre todas las imágenes, aprovechando la arquitectura del cluster Guane. La entrada será un directorio con un conjunto de imágenes en formato BMP, y la salida un segundo directorio con las imágenes filtradas.

Por ejemplo, usando la imagen benchmark "lena" con el kernel "outline" se obtiene este efecto:

$\overline{\overline{x}}$ $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$ =

Asuma que las imágenes están en formato de escala de gris (un byte por pixel). Un programa en C para leer/escribir archivos en formato BMP estará disponible en el Slack y en Guane, así como una biblioteca de imágenes de prueba usadas comúnmente en la literatura.

Referencias:

Live demo: https://setosa.io/ev/image-kernels/

Convolución: https://mathworld.wolfram.com/Convolution.html

Filtros de Convolución para imágenes: https://en.wikipedia.org/wiki/Kernel_(image_processing)

Programa para leer/escribir imágenes BMP en C :
https://elcharolin.wordpress.com/2018/11/28/read-and-write-bmp-files-in-c-c/

Sobre la imagen de Lenna: http://www.lenna.org/

Base de datos de imágenes: http://sipi.usc.edu/database/