Fusión de imágenes con Poisson

Alejandro Alcalde, Cristina Heredia*

Universidad de Granada
frits@howtoTeX.com

Abstract

Este trabajo corresponde al Proyecto final de la asignatura Visión por Computador y en él se aborda el problema de fusionar dos imágenes distintas en una sola, intentando disimular que el resultado es una imágen artificial. Para ello, se desarrollan mecanismos de interpolación basados en resolver ecuaciones de Poisson que nos permiten mezclar imágenes tanto opacas como no.

En este proyecto nos centramos en la edición de imágenes a nivel local, ya que nuestro interés se centra en aplicar cambios en una región seleccionada de una imágen concreta (imágen de destino) que normalmente implica incorporar la parte seleccionada de otra imágen (imágen fuente) a dicha imágen de destino en una posición indicada a voluntad, haciendo que dicha incorporación parezca lo más natural posible.

Para lograr esto, hemos hecho una implementación de algunas de las herramientas matemáticas que se describen en el papper **Poisson Image Editing**, concretamente, hemos implementado en código C++ la técnica de **seamless Normal Clonning** y la de **Mixing Clonning** como una mejora alternativa del anterior, ya que el empleo de mezcla de gradientes nos da mejores resultados con objetos con contenido transparente.
Para resolver el problema de la fusión de imágenes, en ambas implementaciones se recurre, como aconseja el papper mencionado, a plantear y resolver tres ecuaciones de Poisson que hemos resuelto mediante descomposición de Cholesky. Una ecuación por cada canal de la imágen(pues hemos trabajado en espacio RGB), que finalmente se usarán para obtener la imágen final.

I. Procedimiento y Solución de Poisson

La técnica de Poisson resuelve el problema definido como:

$$min_I \int\int^{\Omega} \parallel \bigtriangledown I - V \parallel^2$$

con

$$I|\partial_{\Omega} = I^*$$

, donde I es la imágen objetivo,

$$\bigtriangledown = \left[\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}\right]$$

es el operador de gradiente y V es el guidance field. Su solución es la única solución a la siguiente ecuación de Poisson:
$\Delta I = divV$ con $I|\partial_{\Omega} = I^*$ donde $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ es el operador Laplaciano y $div = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}$ es el operador de divergencia.
Así pues nosotros necesitaremos resolver tres ecuaciones de la forma anterior, una para cada canal de la imagen(RGB).
Esto en forma matricial y discretizada, equivaldrá a resolver tres ecuaciones de la forma $Ax = b$ por lo que el vector x será $x = A \setminus b$ o equivalentemente $x = A^{-1} * b$, donde A denota la matriz de coefficientes y b será el Vector solución.
La matriz de Coefficientes, que contendrá 0, -1 o 4 si pertenece a la diagonal, representará un núcleo de convolución ya que los píxeles estarán influenciados por sus cuatro vecinos

*Template by howtoTeX.com

adyacentes.
El vector Solución, b, tendrá tres filas, una por cada color de la imágen, y se obtiene resolviendo:

$$| N_p | f_p - \sum_{q \epsilon N_p \bigcap \Omega} f_q = \sum_{q \epsilon N_p \bigcap \partial\Omega} f^*_q + \sum_{q \epsilon N_p} v_{pq}$$

para cada $p\epsilon\Omega$, donde Ω denota los píxeles blancos de la imágen máscara, f es una función desconocida definida en el interior de Ω q es calquier pixel vecino de p ($q\epsilon N_p$) y v_{pq} es el gradiente (guidance field o guidance vect), que en función del método se calculará de una manera o de otra.

II. Seamless Normal Cloning

Como hemos mencionado, hemos implementado dos soluciones al problema. La primera de ellas fue el Seamless Normal Clonning. Ahora que sabemos la parte común a los dos métodos, veamos cómo se obtiene el guidance vect, que es la parte que difiere.
El método más básico se basa en importar los gradientes directamente de la imágen fuente (imágen que queremos copiar en otra), esto es: Siendo g la imágen fuente, $v = \bigtriangledown g$ ahora las ecuaciones a resolver serían de la forma: $\Delta f = \Delta g$ sobre Ω, con $f \mid_{\partial\Omega} = f^* \mid_{\partial\Omega}$ donde f se define sobre Ω (región blanca de la máscara) y f^* de define sobre el complementode Ω (región negra).
Computacionalmente, se calcula como:
para todo $< p, q >, v_{pq} = g_p - g_q$ donde $< p, q >$ son parejas de píxees vecinos. Para cada uno de los canales de la imágen.
No da malos resultados, pero con imágenes con algo de transparencia, como una nube por ejemplo, no funciona del todo bien.

III. Seamless Mixing Cloning

Ésta es una implementación mejorada del Seamless Normal Cloning, cuando se quieren copiar imágenes con algún contenido transparente. A diferencia del método anterior, aquí se calcula el guidance Vect tomando el gradiente más fuerte entre la imágen fuente y la imágen de destino. En forma discretizada:

$$v_{pq} = \begin{cases} f^*_p - f^*_q if \mid f^*_p - f^*_q \mid > \mid g_p - g_q \mid \\ g_p - g_q \end{cases}$$

que indica que v_{pq} será $g_p - g_q$ en otro caso(si no se cumple el anterior).

References

[1] P. Pérez, M. Gangnet, and A. Blake, "Poisson image editing," in *ACM SIGGRAPH 2003 Papers on - SIGGRAPH 2003*. Association for Computing Machinery (ACM), 2003. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1145/1201775.882269

Figure 1

Figure 2

Figure 3

Figure 4

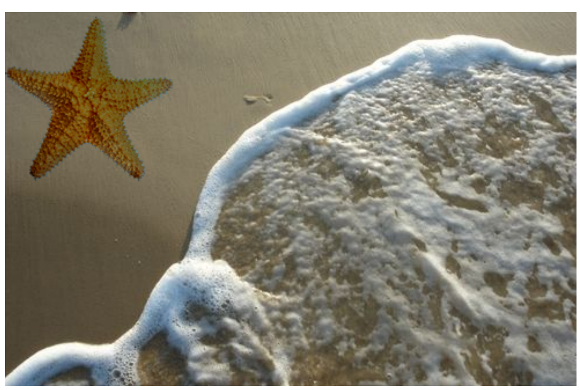

Figure 5

Figure 6

Figure 7

Figure 8

Figure 9

Figure 10

Figure 11