

Water color effects for images

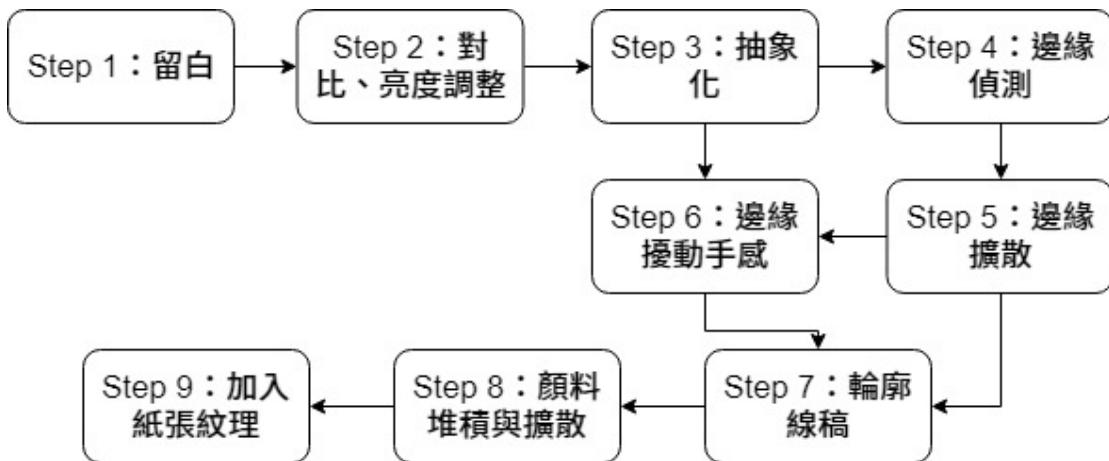
組員：

B04902071 資工四 陳允中

B04902099 資工四 黃嵩仁



系統架構：



實作步驟：

Step 1：留白

首先，為了保留雲朵、波浪等高亮度區域，先進行留白。

將原本的圖片，從 RGB domain 轉換至 Lab domain，再利用 CIE76 色彩差異公式，計算出色差值。若該 pixel 與白色的色差值，小於最大色差值(黑色、白色間色差值)的 14%，則留白。

CIE76 公式：

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_2^*)^2 + (a_2^* - a_2^*)^2 + (b_2^* - b_2^*)^2}$$



Step 2：對比、亮度調整

利用 $g(i, j) = \alpha f(i, j) + \beta$ 公式調整對比度與亮度，公式中的 α 、 β 兩參數分別控制對比度、亮度， $f(i, j)$ 為原 pixel value， $g(i, j)$ 為調整後的 pixel value。



Step 3：抽象化

為了使相片看起來沒有那麼”真實”，因此必須採取抽象化的動作，削去部分細節。實作上使用 Alternating Guided Filter (AGF)，利用 Gaussian filter 來模糊/平滑化影像，並使用 joint bilateral filter 來恢復邊緣。

Input :

Input image = I

iteration = N

filter sigma in the color space = σ_{color}

filter sigma in the coordinate space = σ_{space}

window size = w

Output :

Output image = O

Pseudocode :

Initialize G_0 = all zero matrix

for $t = 1$ to N

$G_t = jointbilateralfilter(I, G_{t-1}, w, \sigma_{space}, \sigma_{color})$

$G_t = jointbilateralfilter(G_t, I, w, \sigma_{space}, \sigma_{color})$

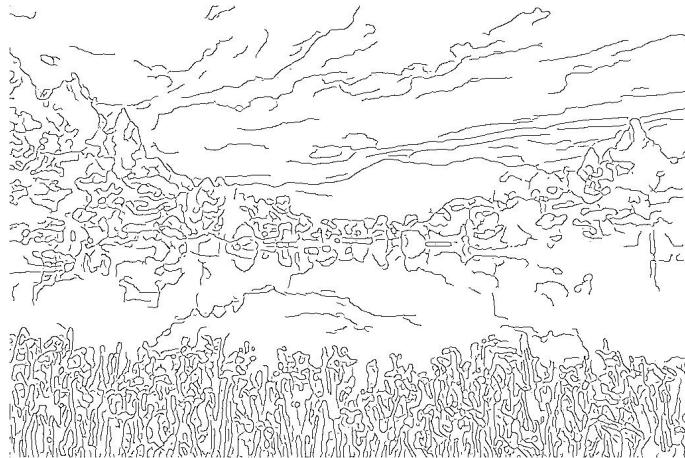
$G_t = medianfilter(G_t)$

$O = G_N$



Step 4：邊緣偵測

Edge detection 方面，我們將 Step3 所得到的結果，轉換成 gray scale 後，利用 Canny 演算法找出邊緣。



Step 5：邊緣擴散

由於水彩畫是人手利用畫筆所畫，因此線條不會像是真實照片一樣完美連接，因此我們以一機率分布，將 Step 4 所得到的邊緣向外擴散。



Step 6：邊緣擾動手感

由於水彩畫作畫時，邊緣周圍除了上步驟敘述的畫筆問題外，也可能會有不同色彩相疊等相互影響的情況，因此我們將屬於邊緣的 pixel，做 median filter 的處理，而非邊緣的 pixel 值則變更為 window 內隨機一個點的 median 值。



Step 7：輪廓線稿

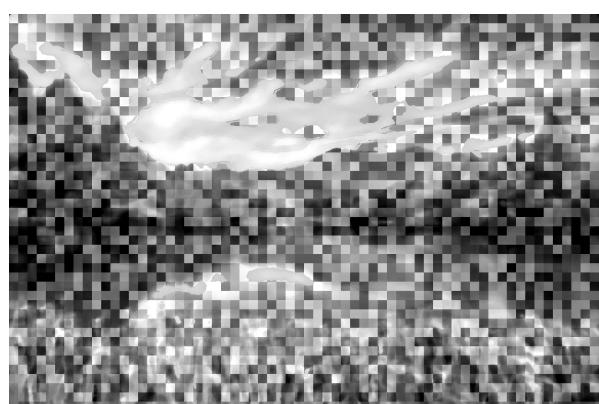
由於水彩畫作畫前，大多會利用鉛筆等工具在紙上針對邊緣做草稿，因此為了呈現此效果，我們將屬於邊緣的 pixel，在 Lab domain，將 L 以一比率(0.95)調低，以達到紙上鉛筆的草稿筆觸。



Step 8：顏料堆積與擴散

由於水彩畫上色時，顏料與水彩的分布是不均勻的，且由於毛細現象，水與其中所帶的顏料會流動、擴張，因此我們以類似 Perlin noise 的方式，以 $16*16$ 與 $32*32$ 的 window 大小所得到的結果(經由 disk 來平滑化)相結合，在調整亮度，達到如水彩畫般的暈染效果。

$16 * 16$



$16 * 16$ (smooth 後)



32 * 32



結合後

32 * 32 (smooth 後)



調整亮度



result



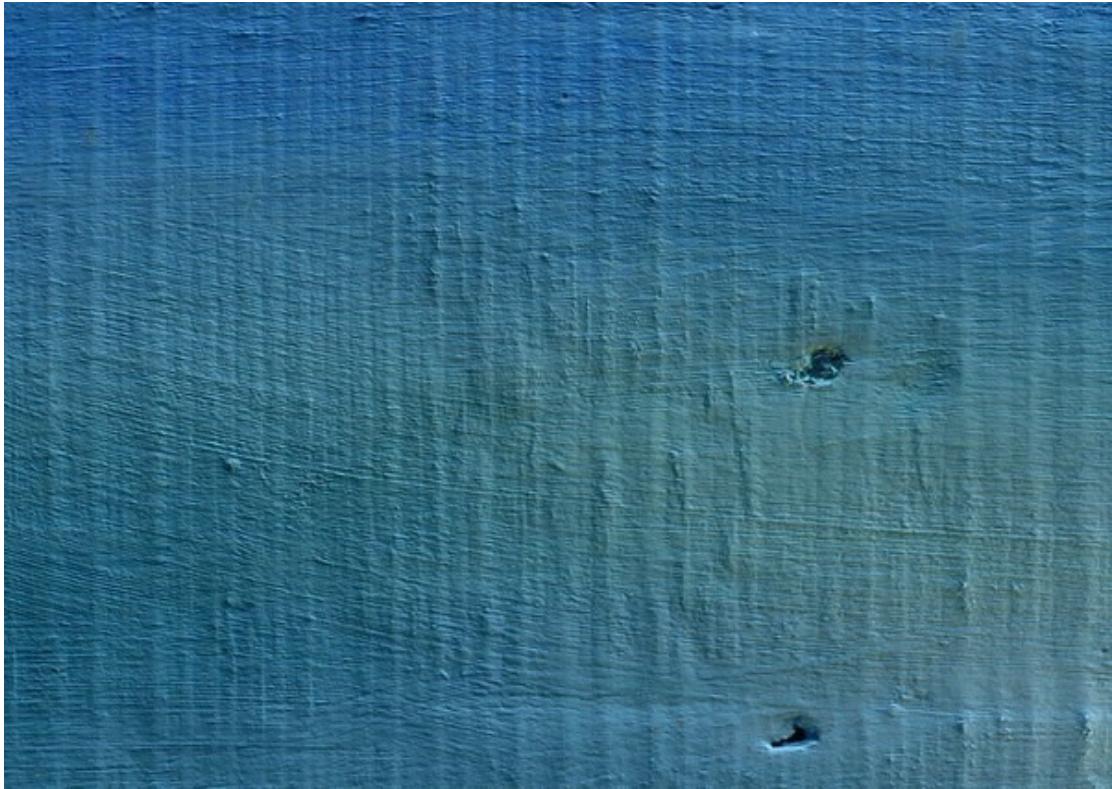
Step 9：加入紙張紋理

將 Step 8 所得到的結果，與真實紙張影像相結合。實作方法為將真實紙張 image 轉換為 gray scale 後做 normalize，再經過公式調整，公式為

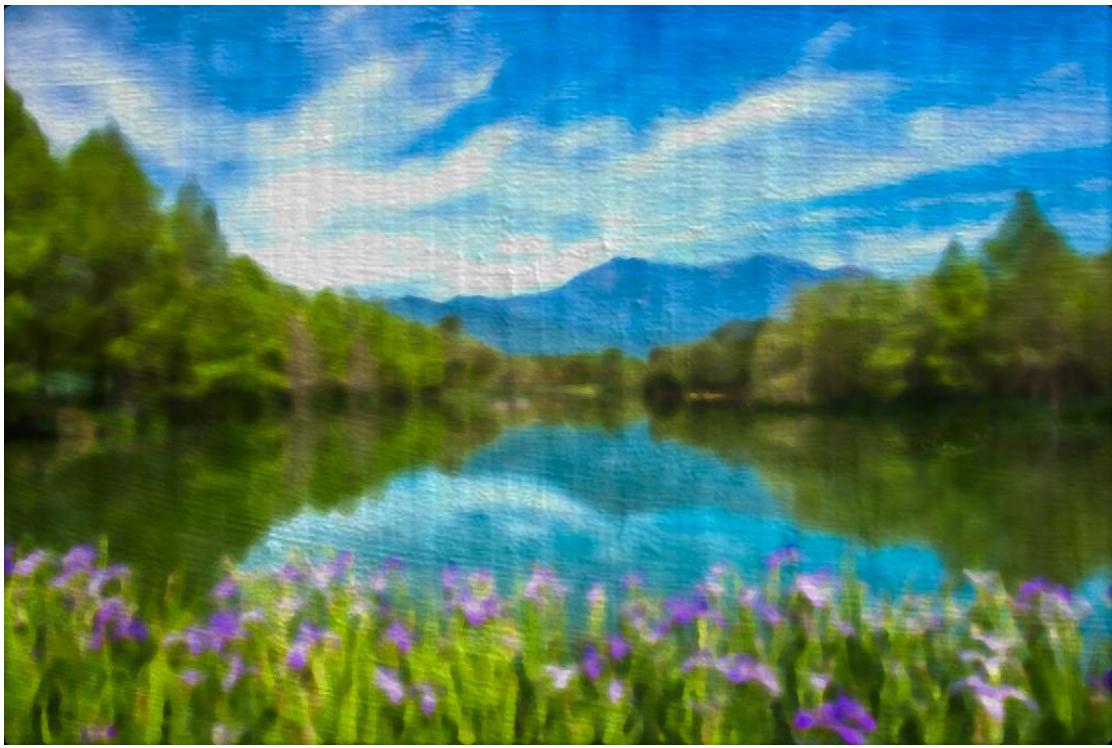
$$g(x, y) = \alpha * g(x, y) + (1 - \alpha)$$

將 $g(x, y)$ 在 Lab domain 與 Step 8 所得到的結果做處理，便得到有著紙張質感的水彩畫風格影像。

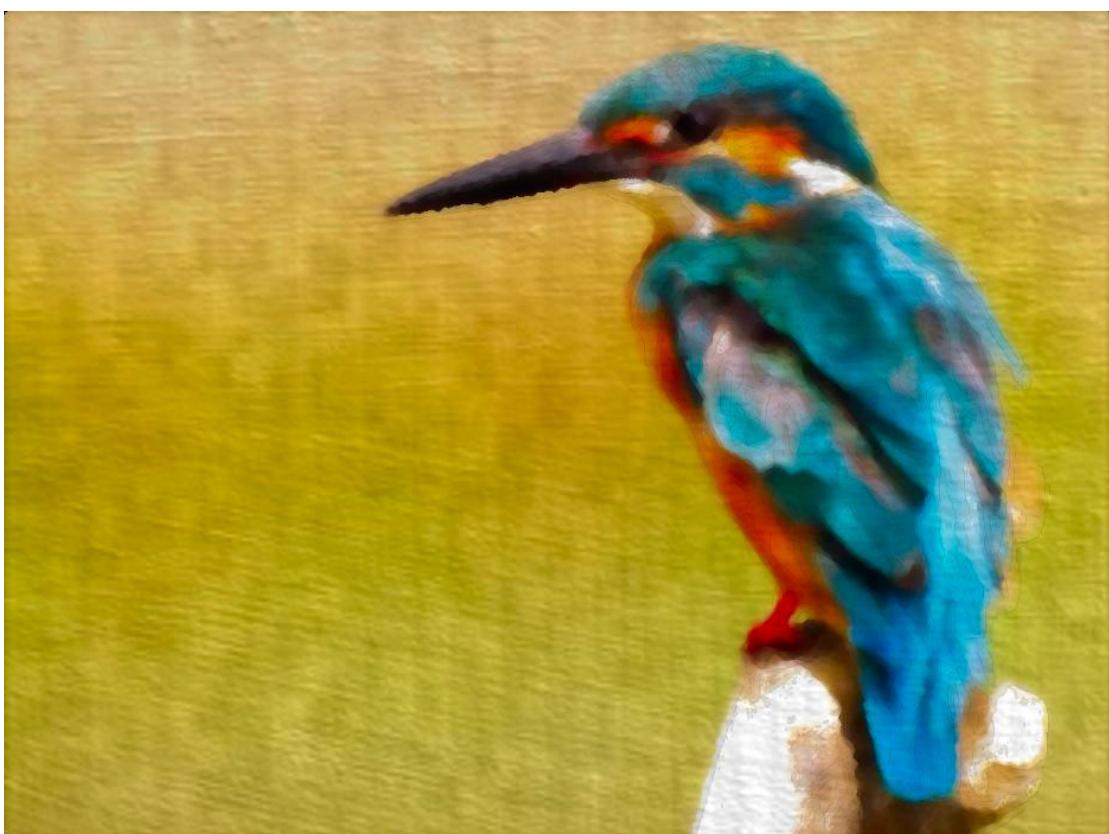
參考之紙張紋理



最終結果



其他測試結果

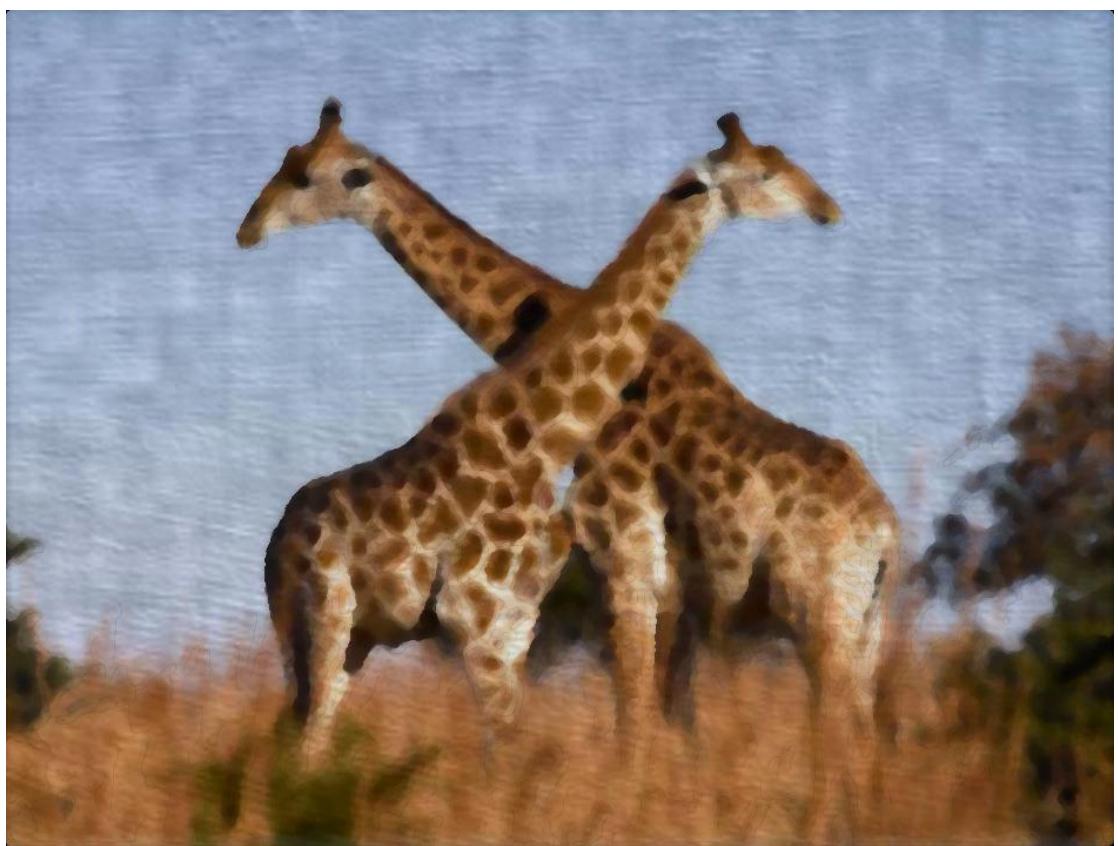














參考文獻

- [1] 許明仕, and 林正中. 以真實影像為基礎之全自動水彩風格轉化. Diss. 2017.