

Effect of Initial Image for Poisson Image Editing

B02505008 林永庭

Department of Engineering Science and Ocean Engineering,
National Taiwan University,
Taipei, Taiwan

摘要

本次作業是透過 Patrick Perez、Michel Gangnet 和 Andrew Blake 於 2003 年所發表的 Poisson image editing 來實作 Seamless cloning。Seamless cloning 能夠將剪下的圖片與背景圖片無縫隙地銜接在一起，然而在對 Laplace equation 求解的過程中對原圖使用 Jacobi Iteration，會使得需要大量迭代次數才能達到穩定解，其中起始圖片亦會影響收斂所需的迭代次數，因此本報告主要討論透過更改起始圖片來與計算迭代次數進行比較。

1. Seamless cloning

Seamless cloning 透過求出被剪下圖片的 Poisson equation，然後以背景值作為邊界值，讓被貼上的圖片能夠從背景圖片依照自身的 Laplacian value 作為空間上的二階斜率長出最終圖形，而其中 Laplacian value 可以透過有限差分法中的五點法，讓求解問題從二維 PDE 變為線性代數，理論上，可以透過對 k 個格點列出 $k \times k$ 的矩陣，再透過高斯消去法求得所有格點的值，然而高斯消去法處理大型矩陣所需要的計算量非常龐大，因此多數使用 Jacobi Iteration 反覆計算，直到圖片變化收斂。

2. 起始圖片

本次作業在基本演算法上，使用的起始圖片為原圖，然而直接使用原圖最為起始圖片最大的問題為，中心數值必須經過邊界數值逐次傳遞後才有開始變化，造成此原因為原圖與合成圖未受到邊界影響的部分，他們的空間二

階微分完全相同(因為圖片都一樣)，因此這部分的圖片在迭代過後不會產生變化，直到邊界值傳入後才開始產生變化，因此在前半部的迭代次數中，主要為將邊界值傳入合成圖的中心，後半部才偏向於數值穩定收斂，本次報告主要探討的起始圖片為：原圖(target)、背景圖(background)以及下一章提到的背景透明圖(transparent)。



Fig 2. 左至右為原圖、背景圖以及背景透明圖作為起始圖

3. 背景透明圖

背景透明圖這邊是指找出原圖背景的平均顏色(此四旋翼圖為白色)，然後以此平均顏色作為參考，找出背景圖(background)與原圖平均背景顏色(target mean)的差值，並讓此差值等於背景透明圖(transparent)與原圖(target)間的差值，換言之：

$$C_{trans} = C_{targ} + C_{back} - C_{mean}$$

其中原圖平均背景顏色 C_{mean} 為原圖邊界顏色的平均，因此原圖顏色等於自身背景顏色時，則背景透明圖顏色等於背景圖顏色，以模擬原圖在背景圖中的打光效果，其中值得一提的是，若背景圖自身的 Laplacian value 任一處皆為零，則原圖背景透明所得到的輸出即為最後的穩定解，因為：

$$\nabla^2 C_{trans} = \nabla^2 C_{targ} + \nabla^2 C_{back} = \nabla^2 C_{targ}$$

背景透明圖適用於原圖背景為純色的圖片如 Fig 3，能夠有效地去除原圖中的背景，讓起始圖片近似於最後的輸出

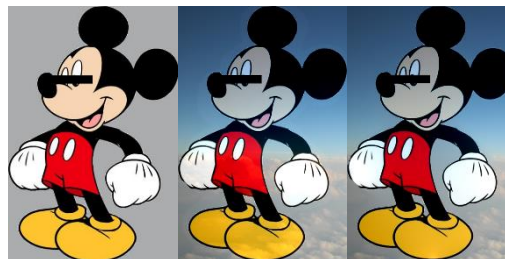


Fig 3. 某知名卡通人物之原圖、起始圖以及最終輸出

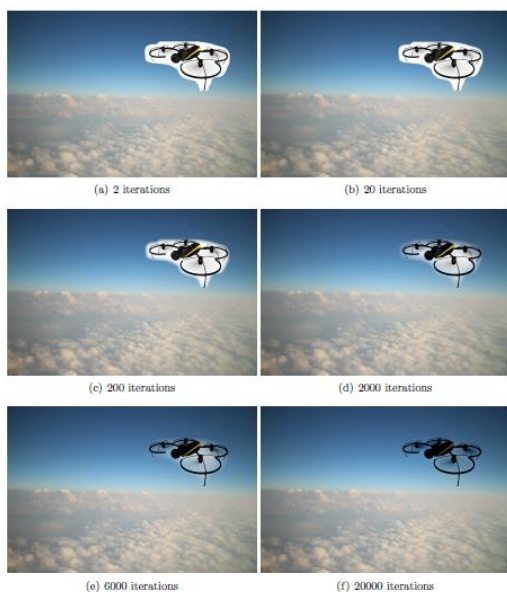


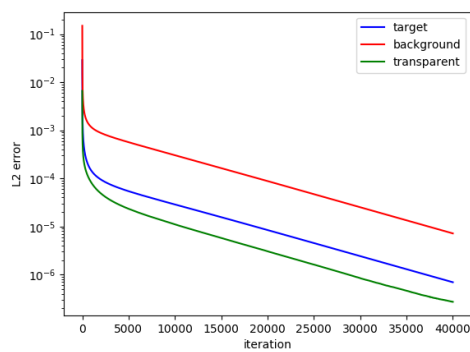
Fig 1. 不同迭代次數對原圖為起始圖影響

圖片，而其中背景透明圖與輸出圖最大差別為當原圖的 Laplacian value 等於零的部份(如卡通人物的黃色鞋子)，背景透明圖會保留背景圖的特徵(如雲朵)，而 Poisson editing 鞋子的部份則會維持純色，然而因為 Poisson editing 目標是讓最終圖片的 Laplacian value 與原圖相同，因此會使得原本作為背景的部份一律轉為純色，(如最終輸出的卡通人物腋下天空應為雲朵與藍天的交界，但最終輸出結果卻為灰色純色)，背景透明圖亦無法對於複雜背景的原圖如 Fig 4 進行有效的去背。



Fig 4. 某知名大學生之原圖、起始圖以及最終輸出

4. 迭代次數比較



透過紀錄每次計算結果與前次計算的 L^2 error，可以發現不論哪種起始圖片，在約莫前 5000 次的迭代中 error 變化皆很大，表示這一階段的計算還不穩定，驗證前面章節所提前半部計算為傳遞邊界條件，到了後半部的部份才為穩定計算，若以助教先前定義的 20000 組計算為基準(1 組兩次迭代，因此等效於 40000 次迭代)，則可以發現背景透明圖可以省下約 8000 次迭代，但使用背景圖則會增加約 20000 次迭代。

5. 結論

透過改變起始圖片確實能夠對計算收斂所需的迭代次數有所影響，若起始圖片越接近最終輸出圖片可以減少所需的迭代次數，然而無論使用甚麼樣的起始圖片，對於穩定計算部份的收斂速度皆不會產生影響，若要減少此區的收斂速度，則必須改良 Poisson equation 部份的迭代演算法。