

Digital Image Processing Final Project Report

Image Resizing — Improved Inpainting

組員：陳彥廷(105060004)、王世宇(105060005)、謝承儒(105060016)

i. Abstract:

在綺麗的風景前，總會想要留下紀錄，日後就可以看著照片懷念往日的故事。然而這種地方往往是人們爭相前往的所在，因此總會混入許多不相關的人事物，因此我們便想要試著把他們移出照片，並保持影像的完整。

於是我們使用 Inpainting 的方法來將物件移除，但若是一開始選的 patch 有誤(例如:包含其他物件)，就會步步錯下去。



Fig 1 失敗案例

因此，我們希望做出沒有任何物件的假背景，再從中找 patch。目的在於希望 inpainting 的過程不受其他物件影響。

ii. Introduction:

1. Inpainting

Inpainting 是藉由同一張圖中找出相似區域，來填補未知區域。如下圖

Fig 2

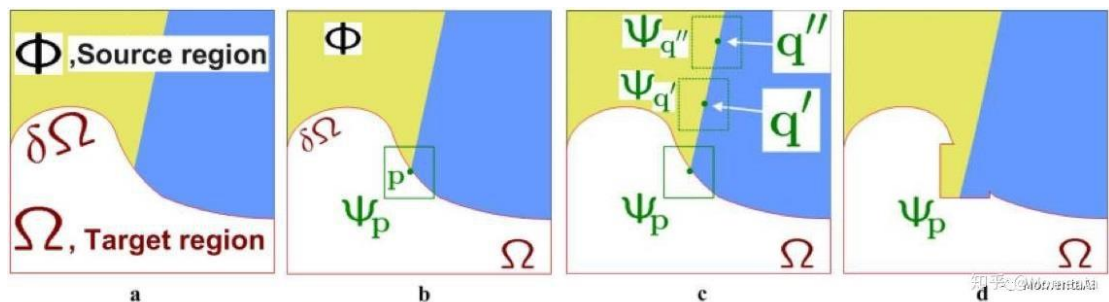


Fig 2 inpainting 流程

(1) 對待補全區域邊界的像素依次計算補全的優先度(priority)，這個優先度主要考慮 2 個因素：

- a. 周圍像素可信度高的位置要優先補
- b. 位於圖像梯度變化劇烈的位置要優先補

綜合二者得到所有優先度之後，挑選優先度最高的像素來補。

(2) 對於上一步找到的待補全像素，考慮它周圍的一個小 patch。在圖像

已知部分搜索所有的 patch，找到最相似的 patch。

(3) 用找到的 best match 來補全未知部分，並回到步驟(1)更新相關數值。

2. Seam Carving

若是要在某個方向單純縮放影像，影像中的主要內容也會因為延伸而失真，但若只刪減不重要的部分，失真的感覺會減少許多。Seam Carving 會用 gradient 的大小決定影像中的物件重要與否，用 gradient 產生的 energy map 延 horizontal 或 vertical 的方向取一條 energy 最小的 seam，如果要縮小影像的話則刪除 seam，相反的如果要放大則在 seam 旁增加一模一樣的 seam。

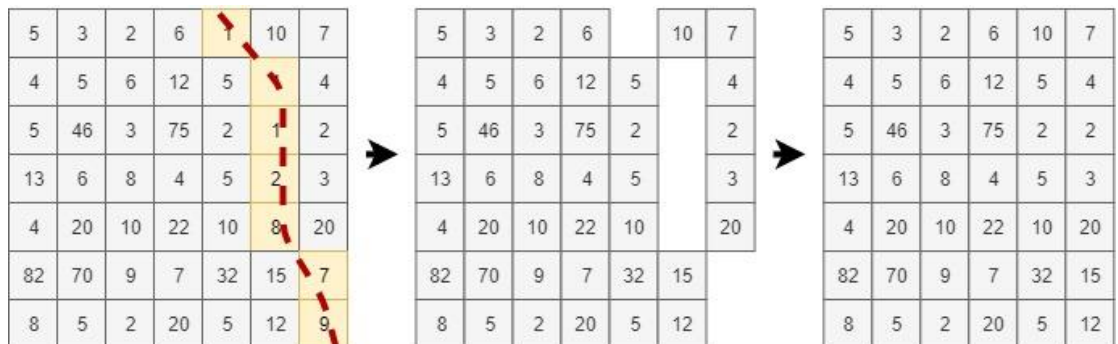


圖 3 如何使用 seam carving 移除 seam

我們的實作中物件移除佔了很大部分，因此在移除物件時，需要將 energy map 在要移除的物件的相對位置設為非常小的值(Ex.- 10^5)，因此在根據 energy map 找 seam 時，可以保證讓要刪除的 seam 通過移除物件的區域。同樣的動作重複要移除物件的寬度，即可讓物件一絲一絲被移除。

iii. Method:

1. Double inpainting

先用 inpainting 將物件全部移除，得到假背景，再用背景對原圖的物件 inpaint。這樣的做法可以有效的消除單純 inpainting 會填補到不合理區塊的問題，如 Fig 3.2，男生的影像被填至挖空的位置。但用先 inpainting 後的圖片再做 inpainting，至少影像不會明顯錯誤的被填補，如 Fig 3.3。但是 Double inpainting 的問題在於，inpainting 本身移除物件的大小不能太大，如果 mask 設太大，inpainting 的效果會非常差。如過再用 inpainting 做出背景圖，所使用的 mask 又會更大，效果會更差。

Fig 3.1 Input image



Fig 3.2 Original inpainting



Fig 3.3 Inpainting with background



2. Seam Carving

(1) 流程圖

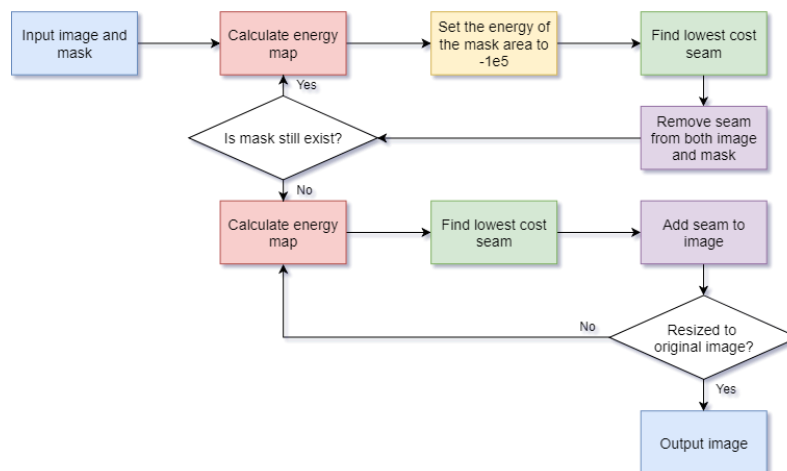


Fig 4 Seam Carving 如何移除物件

(2) 步驟

- 先對原圖做 Seam Carving 把所有物件移除，並在放大回原圖大小 => 得到假背景
- 對原圖的物件 inpaint，但從假背景得到 patch

3. Seam Carving Mask 優化

接續上述方法 2，在用 seam carving 產生背景圖時，mask 的產生非常重要。如果是簡單地用方形 mask 罩住要移除的物件，會讓 mask 左右兩邊的圖像直接接在一起，影像會相當不連貫。但如果能縮小 mask 的

大小，使 mask 盡量貼近要移除物體的大小，seam curving 的效果則會好上許多。

Fig 4.1



Fig 4.2



Fig 4.1 用了簡單的方形 mask，相對於 Fig 4.2 使用 improved mask，從大狗腳旁的山脈連接可以看到效果差許多。

為了能縮小方形 mask，我們做了以下處理：

- (1) 原始影像用 Gaussian filter 做 smooth 為了減少雜訊，再用 mask 圈出 gradient 的影像。
- (2) 為了減少不屬於要移除物體之外的其餘 gradient，我們對 gradient 影像取 threshold。而這時的 gradient 仍然代表邊界。
- (3) 為了讓要產生的 mask 包含到物體的內部，所以再用 box filter，再取一次 threshold，產生最終的 mask。

iv. Result:

Fig 5.1 Input image



Fig 5.2 Original inpainting



Fig 5.3 Inpainting with background



Fig 6.1 Input image



Fig 6.2 Original inpainting



Fig 6.3 Inpainting with background



Fig 5.2 和 Fig6.2 都會有 inpaint 到錯誤區塊的問題，右側的 improved inpainting 則完全沒有此類的問題，可以比較好的移除目標物體。

v. Discussion:

1. Improved mask

Improved mask 在我們所使用的影像中可以讓 mask 的大小減少超過三分之一，用 seam carving 做 object removal 產生的影像效果可以顯著提升。

Fig 7.1



Fig 7.2



Fig 7.3



Fig 7.4



Fig 7.5



Fig7.2 mask 的 pixel 數量為 5430。Fig 7.4 improved mask 的 pixel 數量為 3524，相對於 Fig 7.2，大小縮減了 35%。我們的 improved mask 對移除物件中間仍有相當大的 gradient 的物體很有效果，像是上述的結果就減少了 35% 的面積。

但若是移除物體邊界明顯，但是中心的 gradient 卻很小，我們的方式卻可能會把物體中間排除在 mask 之外，造成物體中心沒辦法有效移除。

Improved mask 可以再提升的方法，可能可以再多加入一個步驟，再選取 mask 最外面點做 poly2mask，保證 mask 都有覆蓋到中心。但是副作用可能是 poly2mask 的採樣點數量不夠多，沒辦法貼近移除物體的邊緣，造成 mask 大小又提升，反而可能會比原本的 mask 更大。

2. Improved inpainting

由 Fig 可以看出，若單純做 inpainting，會因為一個準備要填補的 patch 中已知的部分和 source region 某一區塊很相像，而將 source region 的相似 patch 填補過來。

但是相像的區塊中可能包含不合理的部份，例如大狗的腿也一起被填補進來。而之後更中間的部分卻是會參照到填補的 patch，因此參照了大狗的腿填補進來的大狗的其他部分，造成錯上加錯。用 seam carving 產生的純背景圖作為 source region 則可以解決錯誤 inpainting 的問題。

另外從 Fig 可以看到背景的山脈並不連貫，從 inpainting 的方式是由外而內的填補就可以知道山脈的不連貫是必然的現象，因為從外側填補並沒辦法預知中間要交界的情況。因此 inpainting 比較適合給背景單一重複且沒有需要連貫的影像做 object removal。

vi. Reference:

1. Criminisi, Antonio, Patrick Pérez, and Kentaro Toyama. "Region filling and object removal by exemplar-based image inpainting." Image Processing, IEEE Transactions on 13.9 (2004): 1200-1212.
2. Shai Avidan, Ariel Shamir. "Seam Carving for Content-Aware Image resizing"