

(Previous): Convert the system into the y, cb, cr coordinates

$$\begin{bmatrix} y[m,n] \\ cb[m,n] \\ cr[m,n] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.5 \\ 0.5 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r[m,n] \\ g[m,n] \\ b[m,n] \end{bmatrix}$$

(1) Initialization:

Choose  $K$  center points randomly.

Denote the center by  $(m_k, n_k)$  and denote the color by  $(y_k, cb_k, cr_k)$

$k = 1, 2, \dots, K$

(2) For each pixel  $m, n$  calculate

$$d[m, n, k] = \sqrt{\lambda_1 \left[ (m - m_k)^2 + (n - n_k)^2 \right] + \lambda_2 \left( y[m, n] - y_k \right)^2 + (cb[m, n] - cb_k)^2 + (cr[m, n] - cr_k)^2}$$

$k = 1, 2, \dots, K$

$\lambda_1$  and  $\lambda_2$  are adjustable.

In usual,  $\lambda_2 < 1$

$\lambda_1$  is also smaller and the importance of the location is determined by  $\lambda_1$

(3) Assign the pixel  $[m, n]$  to the  $h^{\text{th}}$  region if

$$d[m, n, h] < d[m, n, k] \quad \text{for all } k \neq h.$$

(4) Modify  $(m_k, n_k)$  and  $(y_k, cb_k, cr_k)$  for each region

$$m_k = \text{mean}_{[m,n] \in k^{\text{th}} \text{ region}} (m), \quad n_k = \text{mean}_{[m,n] \in k^{\text{th}} \text{ region}} (n), \quad y_k = \text{mean}_{[m,n] \in k^{\text{th}} \text{ region}} (y[m, n]),$$

$$cb_k = \text{mean}_{[m,n] \in k^{\text{th}} \text{ region}} (cb[m, n]), \quad cr_k = \text{mean}_{[m,n] \in k^{\text{th}} \text{ region}} (cr[m, n])$$

Repeated (2)-(4) with enough number of times (e.g., 15 times)

進一步的改良

(i) 首先，是 initial 的中心點

微調至 gradient 最小的點

先做 x 和 y 方向的 edge detection，得出 gx, gy

再算  $g[m, n] = (gx[m, n]^2 + gy[m, n]^2)^{0.5}$

如果 [mk, nk] 為其中第 k 個中心點

則在 [mk + a, nk + b], a, b = -L, -L+1, ..., L 的範圍內

找尋 g[m, n] 值最小的點

並取代原本的 [mk, nk] 為新的中心點

(ii) 增加 K 值試著將影像分成更多的區域

一般會分為 500 區左右，K=500

這樣雖然會增加運算量

但我們可以在第二步當中設定

只和  $abs(mk - m) < M/K^{0.25}$  且  $abs(nk - n) < N/K^{0.25}$  的點相比

(M, N) 是影像的 size

(iii) 調整第二步的 lambda1 和 lambda2 的值

讓效果可以更好

(iv) 最後的結果，若沒有 contact 則再做細分

例如，如果第 k 區其實是二個以上的不相鄰區域

則將第 k 區再做細分

(先二值化，再用和上次 fast scanning 的方法做分割

類似於 Matlab 當中 bwlablel 的指令)

若使用 Python, binary segmentation 的指令為

```
from skimage import measure
```

```
B = measure.label(A)
```