

一、方法描述 - 演算法原理與實作方式描述

所有的圖片讀入後，會先將其 resize 成 224×224 ，並將值 normalize 為 0-255 區間，因為後續有些方式必須在整數的型態中才能使用。

1. Raw image :

使用原始圖片進行辨識，同時使用到 RGB 3 個 channel 的資訊，使用 SSD 的方式求出與 train dataset 最小誤差之圖片即將改圖片歸為該類。

2. HOG :

方向梯度直方圖是用於目標檢測的特徵描述器。這項技術是用來計算局部圖像梯度的方向信息的統計值。HOG 描述器最重要的思想是：在一副圖像中，局部目標的表象和形狀 (appearance and shape) 能夠被梯度或邊緣的方向密度分布很好地描述。

實作上使用 skimage 中的 hog 函式，此函式是使用灰階的圖片做運算，因此必須將彩色圖片轉為灰階後再使用。使用的參數如下：orientations=9, pixels_per_cell=(8, 8), cells_per_block=(8, 8)。完成後再利用結果 hog_image 做 SSD 來求出其分類。

3. Local Binary Pattern :

局部二值模式在紋理分類問題上是一個非常強大的。其是一個簡單但非常有效的紋理運算。它將各個像素與其附近的像素進行比較，並把結果保存為二進位數。LBP 最重要的屬性是對諸如光照變化等造成的灰度變化的強健性。

實作上是使用 skimage 中的 local_binary_pattern 函式，此函式是使用灰階的圖片做運算，因此必須將彩色圖片轉為灰階後再使用。使用該方式時，將採點數 P 設為 24、半徑 r 設為 3。求得其每個 pixel 的 Binary Pattern 之後，再利用其做 SSD 來求出其分類。

4. Co-occurrence Matrix :

由於紋理是由灰度分佈在空間位置上反覆出現而形成的，因而在影像空間中相隔某距離的兩畫素之間會存在一定的灰度關係，即影像中灰度的空間相關特性。灰度共生矩陣就是一種通過研究灰度的空間相關特性來描述紋理的常用方法。

實作上是使用 skimage 中的 greycomatrix 函式，此函式是使用灰階的圖片做運算，因此必須將彩色圖片轉為灰階後再使用。使用該方式時將 d 設為(1,1)，求得了 Co-occurrence Matrix 之後再利用其做 SSD 來求出其分類。

5. Color histogram :

將各個 channel 的數值分成 256 個 bins 統計數量 (也就是剛好一個數值一個 bin)，接著再利用每張圖片中， 256×3 個 features 做 SSD 來求出其分類。

實作上是使用 opencv 中的 calcHist 函式來統計出各個 channel 的 Color histogram。

6. Gabor Filters :

Gabor Filters，是一種用於紋理分析的線性濾波器，即其主要分析的是，圖像在某一特定區域的特定方向上是否有特定的頻率內容。研究發現，Gabor Filters 適合於紋理表示和辨別。在空間域中，2D Gabor Filters 是由正弦平面波的高斯核函數。

實作上是使用 skimage 中的 gabor_kernel 函式來做出不同的 2D Gabor filter，利用相異之 frequency、theta、sigma_x、sigma_y 來做出 filter 後，再以此與原圖做 convolution。得到結果圖後，再將每張結果圖求 mean 和 var 當做 feature vector，完成之後將結果利用 SSD 來求出其分類。(之所以要求 mean 和 var 當做 feature vector，是因為拿 convolution 後的結果去做運算的話，每張圖片共會有 $224*224*8$ 個值，導致運算量過於龐大。)

7. Bag-of-Features (Bag-of-Word):

建立 BoW 模型主要分為如下幾個步驟:

(1) 特徵提取

假設有 N 張圖片，第 i 張圖片可由 $n(i)$ 個 image patch 組成，也就是可以由 $n(i)$ 個特徵向量表達，特徵向量可以根據特徵問題自行設計，常用特徵有 Color histogram, SIFT, LBP 等。

(2) 生成 codebook

對上一步得到的特徵向量進行分群(可以使用 K-means 等分群方法)，得到 K 個中心，用各群中心構建 codebook。

(3) 根據字典生成直方圖

對每張圖片計算該圖片的每個「單詞」應該屬於 codebook 中的「哪一類」單詞，從而得到該圖片對應於該 codebook 的 BoW 表示。

實作上在特徵提取這一步驟使用了 SIFT 來做提取，該方法因為有專利的關係無法在一般的 opencv 中使用，必須安裝 opencv-contrib-python==3.3.0.10。

以 validation 的檔案為例，train dataset 總共可以提取出 467224 個維度 128 的特徵。接著再將其使用 scipy 套件提供的 k-mean 分成 512 個類別後，再將 test dataset 中的每張圖片分別歸類後做成 histogram。完成之後使用 train data 和 test data 的 histogram，利用 SSD 求出分類。

二、實驗結果

	Validation	Test on Kaggle
Raw image	45.70%	52.46%
HOG	20.47%	22.54%
Local Binary Pattern	19.21%	14.48%
Co-occurrence Matrix	39.68%	35.89%
Color histogram	57.37%	62.59%
Gabor Filters	17.44%	13.10%
Bag-of-Features	15.54%	14.11%

三、結果討論 - 對於實驗結果的一些解釋和討論

以結果上來說，基本上準確率普遍都是偏低的，表現最好的選項有點超乎意料之外是 Color histogram，在 kaggle 上面的結果還有超過 60%。至於其他大部分的方法都低於 25%。我覺得有個很大的問題是這次的實驗都是直接把輸出的特徵利用 SSD 來求取類別，但從網路上找到的相關資料都是要在搭配一些傳統機器學習的方法做分類（如：SVM）。或許以後可以多再搭配其他各類型機器學習的方式，看看結果是否會比較好。

另外以 HOG 方法為例，如果把其特徵圖畫出來可以發現，他在擷取特徵上出現了些許偏差，很多圖片中他抓到的並不是草的輪廓，而是背景上黑白相間的部分，然而背景並不應該是用來被判斷種類的依據，或許這也是其中一個會讓結果不如預期高的原因。

只是 Color histogram 在本次的結果是最佳的還是有點讓人驚訝，畢竟每張圖片都是有植物和背景，植物的綠色分佈應該是不會差異太大才是。電腦視覺的領域有點時候或許不像我們想像的那麼直觀。

四、問題討論 - 作業撰寫中遭遇的演算法問題與實作的困難

我覺得最大的困難還是在最剛開始的時候對各個演算法的不熟悉，雖然有了函式的協助，但很多時候參數該如何設定並不是很直覺，所以導致在寫每個演算法的過程中花了很多的時間在釐清演算法的原理上面。不過在寫完這次的作業之後，把每個方法的結果 feature 都嘗試以圖片的方式呈現出來，對於各個演算法背後的概念也有了更深入的了解。

雖然這次的結果並不是到很高（原因及改進部分如前所述），但懂了這些方法之後，以後在做圖片資料的分析時，一定會有很好的幫助。

另外在寫程式過程中遇到最大的麻煩是 SIFT 這個演算法目前是有專利的，因此在運用上並不是那麼自由，opencv 也將其從原本的函式庫中移除，必須要安裝特定版本的函式庫才能使用。

```
pip install --user opencv-contrib-python==3.3.0.10
```