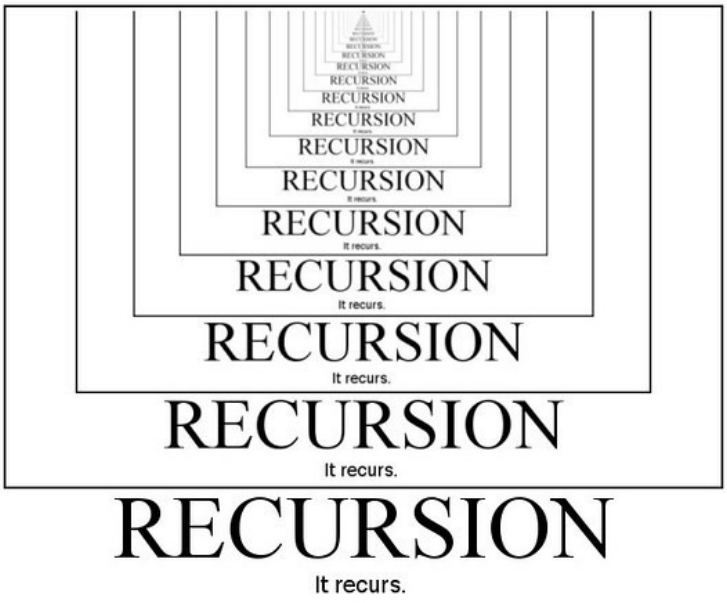
stanCode

標準程式教育機構

Assignment 5

This assignment is based on the Assignment 3 and 4 of CS106B at Stanford University
Image Credit: Algodaily.com

點此下載作業檔案



歡迎進到演算法的世界！本份作業改編自 Stanford 進階程式課程 **CS106B**，非常非常具有挑戰性。但若成功征服，您將會有能力，開始準備包含四大科技龍頭 **FAGA（Facebook, Apple, Google, Amazon）** 在內的各大公司的軟體工程師相關職位的面試。

遞迴 **(recursion)** 是所有軟體工程師面試題最困難的部分。這份作業將提供同學們所有一切解題需要的基本觀念，讓同學在 **LeetCode** 刷題路上可以一路過關斬將！

然而，一定會有不少同學會寫這份作業寫到懷疑人生……

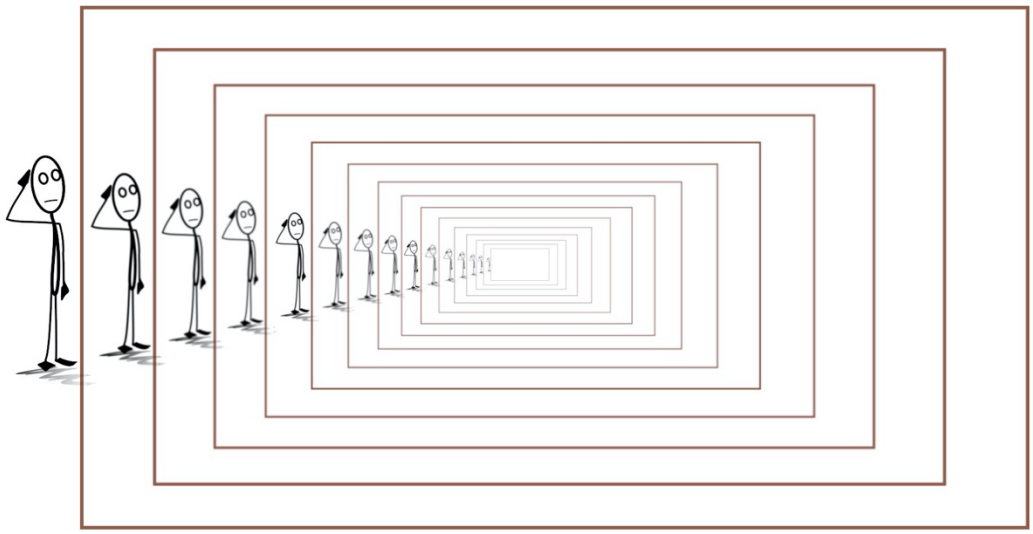


Image Credit: Kulbhushan Singhal

但請同學千萬不要放棄！教學團隊一定會陪你完成不可能的任務，讓你在不論是邏輯思維，還是程式能力，都有爆炸性的突破。

作業預計時間：15 小時

本份作業請勿使用 global variables

如果過程卡關歡迎各位向助教詢問！也非常鼓勵同學們互相討論作業之概念，但請勿直接把 **code** 分享給同學看，這很可能會剝奪他獨立思考的機會，並讓他的程式碼與你的極度相似，使防抄襲軟體認定有抄襲嫌疑。

Problem 1 - Tracing Recursive Code

第一題我們先來建立基本遞迴觀念，並了解遞迴程式執行的順序。
請試著模仿 Jerry 上課時，在白板追蹤遞迴程式的過程。追蹤下圖之遞迴程式碼，並在紙上寫下：

「每個 **stack frame** 執行的順序及其變數存的數值」

```python
def recursion():
    num = b(5, 2)
    print(num)


def b(n, k):
    if k == 0 or k == n:
        print('Base Case!')
        return 2
    else:
        return b(n-1, k-1) + b(n-1, k)


if __name__ == '__main__':
    recursion()
```

寫完之後，請在紙上空白處回答下列問題：

1. 請問執行這段程式碼會在 console 上看到幾遍 「**Base Case！！**」

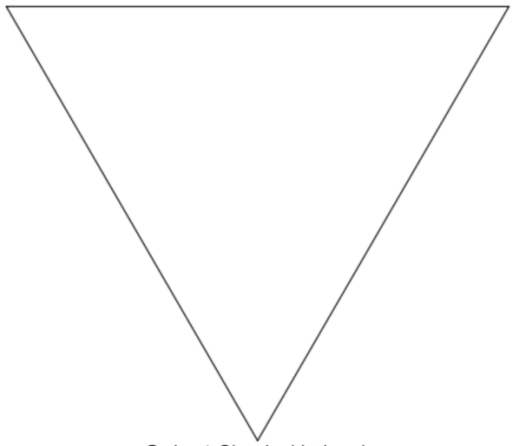
2. 變數 num 數值是多少？

請拍照後將圖檔放到作業資料夾內「 Problem 1」的資料夾中。

Problem 2 - sierpinski.py

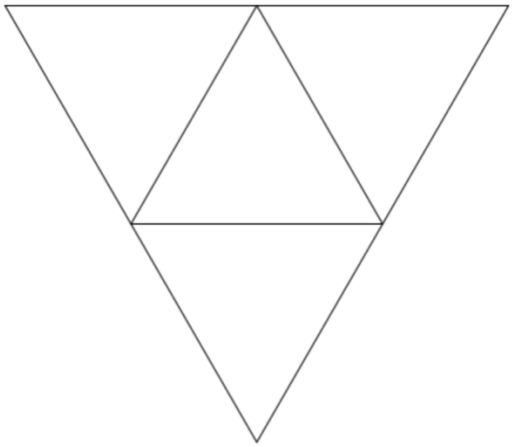
Fractal 是一種用遞迴概念 「 self similarity（自相似）」 所畫出來的幾何形狀。其中一個最有名的例子，就是波蘭數學家 Waclaw Sierpinski 發明的三角形：Sierpinski Triangle。

這種三角形會依照不同的 **order（階級）**而有相對應的變化。如果今天我們要畫一個 order 1 的 Sierpinski Triangle，會是一個單純的 倒立正三角形：

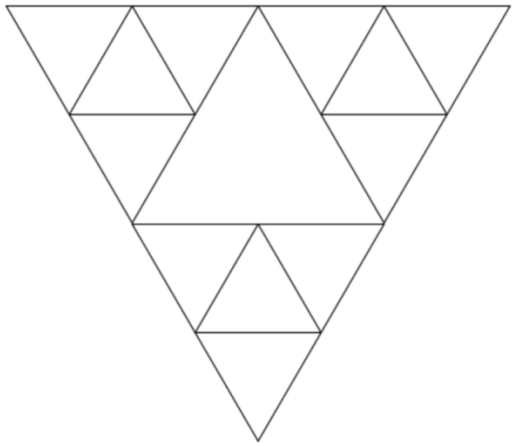


Order 1 Sierpinski triangle

而 order 2 & order 3 的 Sierpinski Triangle 會長得像這樣：



Order-2



Order-3

規則是這樣的：

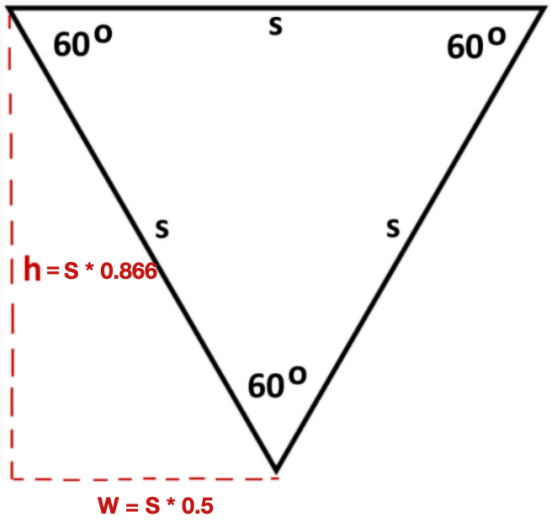
1. Order K-1 的 Sierpinski Triangle（以下簡稱三角形）邊長為 order K 的三角形邊長的一半。
2. 一個 order K 的三角形會由三個 order K-1 的三角形組成。
3. 這三個 order K-1 的三角形都位在 order K 的三個角落，中間留下一個正三角形的空間。

請在 window 上畫出不同 order 的 Sierpinski Triangle，程式當次執行的 order 由常數 ORDER 的值決定。我們已經在 main() 呼叫了您即將要撰寫的 def sierpinski_triangle(order, length, upper_left_x, upper_left_y)。這邊要注意的是，upper_left_x 與 upper_left_y 分別代表三角形左上方頂點的 x 座標與 y 座標，且您可以假設 order 為大於零的正整數。

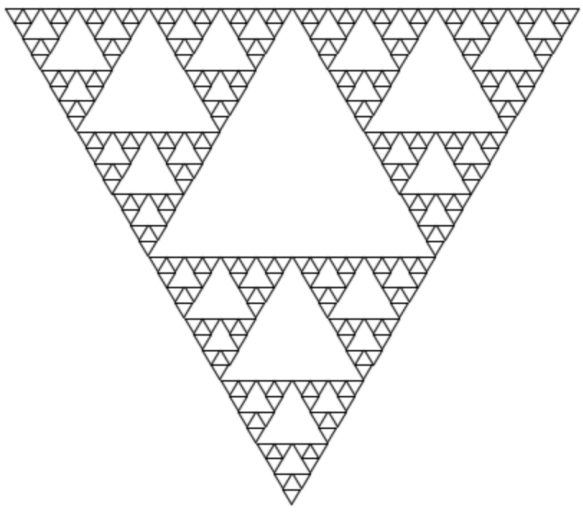
請特別留意：

有些同學可能會認為，Sierpinski Triangle 是由「往上指的三角形」和 「往下指的三角形」共同組成的。但請避免使用這個想法來編寫您的程式。因為遞迴應該是要尋找 self similarity，並使用可以「重複」的規則來組合成複雜的圖案。過程中可能會有許多圖型或線條堆疊在一起，而這是沒有關係的。

在製作三角形的過程中，您會發現下圖的三角形數學公式非常有幫助：



若您的程式撰寫正確，在執行 sierpinski.py 時會出現與下圖一模一樣的圖案：



... Order-6

Problem 3 - largest_digit.py

這題要請同學用遞迴的方式找出「一個任意整數中最大的數字」！
在 main() 中，我們丟了五個整數進去 find_largest_digit() 。若您的程式撰寫正確在執行 largest_digit.py 後，會在 console 上看到 **5**、**8**、**6**、**1**、**9** 這五個數字。
輸入的整數及其對應的答案，如下圖所示：

```
def main():
    print(find_largest_digit(12345))      # 5
    print(find_largest_digit(281))        # 8
    print(find_largest_digit(6))          # 6
    print(find_largest_digit(-111))       # 1
    print(find_largest_digit(-9453))      # 9
```

除了可以印出 **5**、**8**、**6**、**1**、**9** 這五個數字以外，還需要符合下列三個條件：

1. 請勿使用任何資料結構 (list、tuple、…) 及文字 (str)
2. 請勿使用迴圈 (for loop & while loop)，只能使用遞迴（recursion）函數
3. 程式效率應為 O(N)，N代表輸入整數的位數個數

Problem 4 - anagram.py

Anagram 的意思是「同字母異序字」。

舉例來說，**stop** 這個單字總共有 **6** 個 **anagrams**：
stop、**spot**、**tops**、**opts**、**post**、**pots**。

我們可以發現，每一個 anagram 都是使用了 stop 中的每個字母組成的。不過，並非所有排列組合的結果是一個英文單字，像 opst 或 ptso，就在字典裡找不到。我們要寫出一個程式，可以在接收使用者輸入的單字後，使用 backtracking 找出所有正確的 anagrams！

程式一開始會先印出 「Welcome to stanCode "Anagram Generator" (or -1 to quit)」 的字樣（如下圖所示）。有上過基礎班的同學，還記得 SC001 Assignment 2 的 weather master 題目嗎？我們當時是如何印出雙引號，並使用「常數（EXIT）」所存的值，來控制離開條件的。現在回想幾個月前，在上 SC001 的自己，希望此刻的你有感受到自己的成長與蛻變！

```
Welcome to stanCode "Anagram Generator" (or -1 to quit)
Find anagrams for:
```

假設使用者輸入單字 stop 後，按下鍵盤上的 Enter(return)，你的程式將開始嘗試各種單字組合，並判斷組合出來的單字是否存在於字典裡。程式執行畫面如下圖：

```
Welcome to stanCode "Anagram Generator" (or -1 to quit)
Find anagrams for: stop
Searching...
Found:  stop
Searching...
Found:  spot
Searching...
Found:  tops
Searching...
Found:  opts
Searching...
Found:  post
Searching...
Found:  pots
Searching...
6 anagrams:  ['stop', 'spot', 'tops', 'opts', 'post', 'pots']
Find anagrams for: -1

Process finished with exit code 0
```

以下七個重點提醒：

1. 請編輯名為 def read_dictionary( ) 的函式，使其可以讀取常數 FILE 所存的字典文字檔，並將其中的所有英文單字（記得去除換行字元）儲存在一個 Python list 中（可以使用 **global variable**）。

2. 請編輯名為 def find_anagrams(s) 的函式，使用 backtracking 的方式搜尋所有 anagrams（s 為使用者輸入的單字）。

3. 為了縮短搜尋時間，我們通常會提前將搜尋程序終止 (**early stopping**) ！請同學編輯 def has_prefix(sub_s) ，並 return「字典裡是否存在由 sub_s 開頭的字彙？」的 boolean 結果。

   要做到這個功能，我們會使用到一個叫做 **startswith( )** 的 Python String（文字）的內建 method。這個 method 可以判斷任意一個 String 是否是以另一個 String 開頭，並 return Boolean 結果。例如，當我們呼叫 'coding'.startswith('co')，會 return True；而當我們呼叫 'standard'.startswith('stat') ，會 return False。假

   設今天我們是要搜尋 "eraser" 的所有 anagrams。若排列組合的過程中出現了 "rr"，has_prefix("rr") 會將 "rr" 比對過整本字典後，發現沒有任何單字是以 "rr" 開頭的，告訴我們不需要繼續往下排列組合了。同理，has_prefix("srr"), has_prefix("sre") 都應該 return False，停止「explore」的過程。如此，我們程式的遞迴搜尋次數就可以大大減少，也大大加快我們程式的搜尋速度！（然而，可能有些同學會發現在使用 has_prefix() 後，發現跑的時間跟預期的有些落差。他的力量，會在下一份作業才會更明顯！這邊可以先忽略這個問題，完成下一份作業後最後再回來思考。）

4. 這個程式在處理上會花很多時間，適時在 console 上印出文字就顯得格外重要！（不然使用者會以為電腦當機了）。因此，在您的遞迴開始搜尋前，請先印出「**Searching…**」的字樣，告訴使用者我們已經開始搜尋。除此之外，每當我們找到一個 anagram，請印出 「**Found:** + (找到的單字)」，來增加即時感！

5. 最後，請將所有您搜尋到的 anagrams 儲存在一個 Python list，並在結束遞迴搜尋後印出該 list。舉例來說，若 arm 的 anagrams 為 arm、ram、mar，那麼遞迴結束後應該在最後印出：

   3 anagrams: ['arm', 'ram', 'mar']

6. 展示出來的 anagrams 應該都是獨一無二的，請勿加入重複的單字。同學們可以使用 contains 這個英文單字來測試。若程式正確無誤，應該可以看到如下圖的畫面：

```
Welcome to stanCode "Anagram Generator" (or -1 to quit)
Find anagrams for: contains
Searching...
Found:  contains
Searching...
Found:  canonist
Searching...
Found:  actinons
Searching...
Found:  sonantic
Searching...
Found:  sanction
Searching...
5 anagrams:  ['contains', 'canonist', 'actinons', 'sonantic', 'sanction']
Find anagrams for: -1

Process finished with exit code 0
```

7. 演算法之王！

def main( ) 裡面的 start = time.time( ) 以及 end = time.time( ) 可以幫我們記下演算法開始及結束的時間。這邊要請你將：

1. **start = time.time( ) 移動到使用者輸入(input) 完後的位置**
2. **end = time.time( ) 移動到印出所有結果後的位置**

```
def main():
    start = time.time()
    ####################
    #                  #
    #       TODO:      #
    #                  #
    ####################
    end = time.time()
    print('----------------------------------')
    print(f'The speed of your anagram algorithm: {end-start} seconds.')
```

助教會比較全班每一位同學的 anagram 演算法，看看誰的速度最快。stanCode 也將頒發 **500** 元獎學金給我們班的冠軍，大家加油！

評分標準

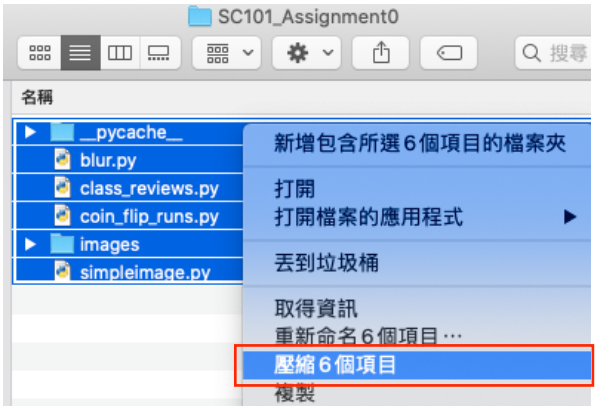
Functionality - 程式是否有通過我們的基本要求？程式必須沒有 bug 、能順利完成指定的任務、並確保程式沒有卡在任何的無限環圈（Infinite loop）之中。

Style - 好的程式要有好的使用說明，也要讓人一目瞭然，這樣全世界的人才能使用各位的 code 去建造更多更巨大更有趣的程式。因此請大家寫精簡扼要的使用說明、function敘述、單行註解。

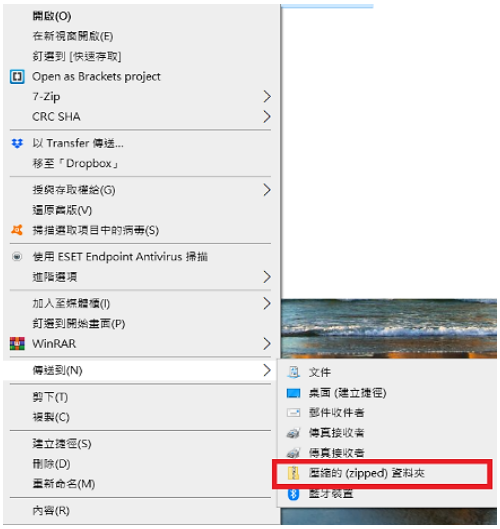
作業繳交

1. 以滑鼠「全選」作業資料夾內的所有檔案，並壓縮檔案。請見下圖說明。

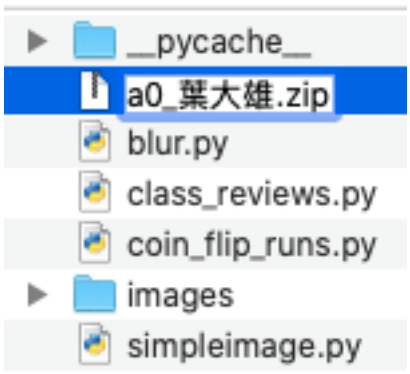
macOS：按右鍵選擇「壓縮n個項目」



Windows：按右鍵選擇「傳送到」→「壓縮的(zipped)資料夾」



2. 將壓縮檔(.zip)重新命名為「a(n)_中文姓名」。如：
   assignment 0命名為a0_中文姓名;
   assignment 1命名為a1_中文姓名; …



3. 將命名好的壓縮檔(.zip)上傳至Google Drive（或任何雲端空間）

   1) 搜尋「google drive」
   2) 登入後，點選左上角「新增」→ 「檔案上傳」→ 選擇作業壓縮檔(.zip)

4. 開啟連結共用設定，並複製下載連結

   1) 對檔案按右鍵，點選「共用」
   2) 點擊「變更任何知道這個連結的使用者權限」後，權限會變為「可檢視」
   3) 點選「複製連結」

5. 待加入課程臉書社團後，將連結上傳至作業貼文提供的
   「作業提交表單」