專題名稱：碎形~尋找大自然的密碼
Fractals – code in nature

資訊科技概論/科技領域

教學資源： 個人電腦、網路、程式語言工具、學習單、簡報、範例程式、評量

來源：

https://www.google.com.tw/?gfe_rd=cr&ei=qScbV-y8L8ST9QWumbvADg&gws_rd=ssl#q=fractals+nature+

一、 專題摘要

本專題引導學生觀察多種碎形圖形的產生規則(rules)，學習尋找圖形樣式(finding patterns)。透過對碎形的自我相似性的理解與建構步驟的體驗，鼓勵學生自行創造圖形規則，設計屬於自己的碎形。學生可透過實作碎形的歷程學會以函式定義基本幾何圖形，並以重覆結構實作規律圖形。在實作碎形圖形的自我相似性過程中，能進一步體會遞迴函式的抽象概念。本專題重點為重複結構與與函式的學習，活動中透過重複樣式的辨識與碎形圖形的建構，讓學生體驗分解問題、樣式辨識、模型化與抽象化等運算思維歷程，進而處理複雜而龐大的任務。

二、 教學對象

國中 8 年級學生

三、 教學時數

4-6 節

四、 教學目標

學生能解析複雜圖形，並從規律性中尋找重複樣式- Decomposition & pattern recognition。

學生能以數學模型進行樣式規則的定義 - Modeling
學生能以數學模型述圖形物件- Abstraction
學生能運用函式描述圖形物件- Abstraction
學生能運用迴圈結構與模組化程式設計完成碎形圖 –Algorithm

五、 先備知識

了解 Scratch 程式設計基本工作環境
了解基本流程控制與循序結構之程式設計概念

六、 課程綱要 （課綱內容）

(一) 學習表現

資 t-IV-4 能應用運算思維解析問題
資 p-IV-1 能選用適當的資訊科技組織思維，並進行有效的表達

(二) 學習內容

資 P-IV-2 結構化程式設計
資 D-IV-2 數位資料的表示方法

七、 運算思維 (列出欲培養之 CT)

問題拆解(Decomposition): 解析複雜圖形
尋找規則(Pattern Recognition): 從規律性中尋找圖形重複樣式
模式化(Modeling): 以數學模型描述圖形物件
抽象化(Abstraction): 以函式描述圖形物件
演算法設計(Algorithm Design): 迴圈結構與模組化程式設計完成碎形圖繪製

八、 評量

專題前 – 先備知識診斷 ：基本程式概念
專題中 – 形式性評量：單元學習單、程式實作
專題後 – 運算思維與程式概念評量：尋找規則(pattern recognition)、問題拆解(decomposition)、程式流程控制、迴圈與函式概念

九、 教學活動步驟

本專題活動分四階段進行：第一階段為認識碎形與樣式(pattern)；第二階段則以紙筆繪製常見碎形；第三階段利用函式(function)定義幾何圖形樣式(pattern)，並繪製簡單幾何圖形；第四階段運用遞迴函式(recursive function)繪製碎形。

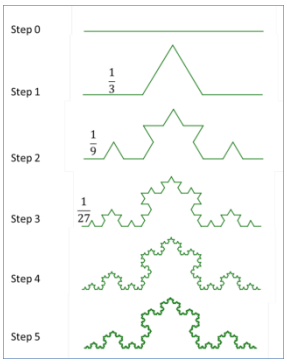
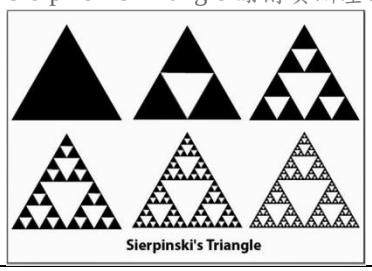
(一) 大自然界存在的神秘圖形規律 Fractals & patterns (50 分鐘)

本活動旨在引導學生觀察多種碎形圖形的產生規則(rules)，學習尋找圖形樣式(finding patterns)的方法

步驟	教學活動	活動內容	教材/學習單
1	引起動機	教師展示自然界中的各式神秘碎形，引導學生思考其規律	簡報
2	學生分組討論	學生分組討論碎形的樣式(patterns)與形成規律(modeling)	學習單
3	分享碎形的樣式	學生分享碎形的樣式(patterns)與形成規律(modeling)	學習單 線上平台
4	認識碎形(fractals)與樣式(patterns)		簡報

(二) 手繪碎形 Drawing Fractals(50 分鐘)

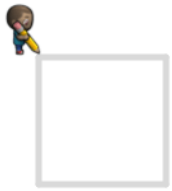
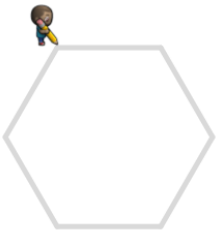
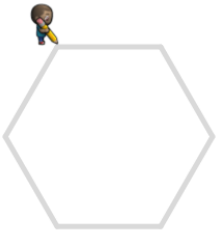
本活動旨在培養學生尋找 pattern 的能力，透過碎形圖的生成練習，促進學生對自我相似性(self-similarity)與遞迴(recursion)概念的理解。

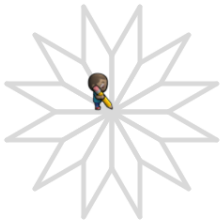
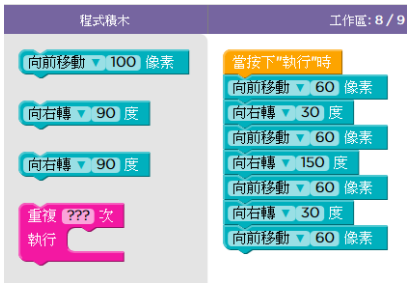
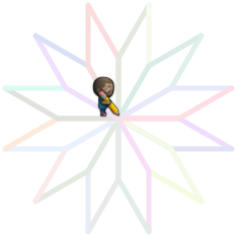
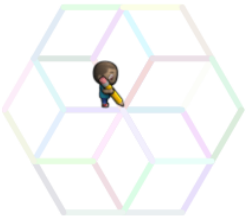
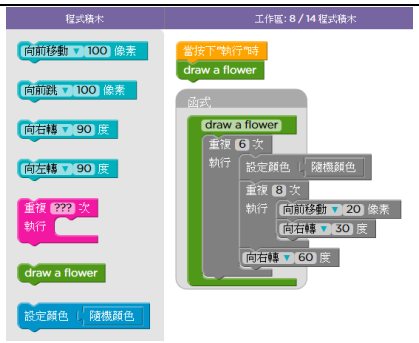
步驟	教學活動	活動內容	教材/學習單
1	引起動機	教師提問 碎形(fractals)具備什麼特性? 樣式(patterns)的意義是什麼?	簡報
2	Finding Pattern	由老師給定明確學習任務，請學生找出規律數列或圖形的第 n 項(number patterns, picture patterns, shape patterns, number sequence patterns…)	學習單
3	繪製碎形(I)	Koch curve - Snowflake 雪花曲線  線上展示 http://www.shodor.org/interactivate/activities/KochSnowflake/	學習單
4	繪製碎形(II)	Sierpinski's Triangle 謝爾賓斯基三角形  	

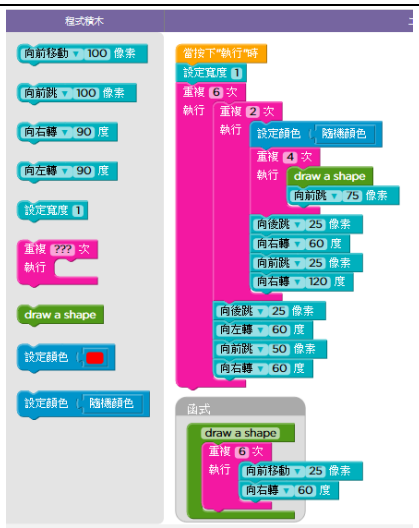
(三) 寫程式畫幾何圖形　Geometric drawing by programming (50 分鐘)

本活動旨在複習程序性流程控制(1-3 關)，引導學生運用重複結構進行流程簡化(4-7 關)，並學習以幾何圖形函式(8-10 關)建立複雜而規律的圖形。

活動任務：完成 Code.org / 畫家(Artist) 10 個小單元　或利用 scratch / Logo program 完成任務

步驟	任務說明	完成作品	程式積木
1.	**階段 10 的第 1 關** 歡迎光臨藝術家！首先，讓我們試著用 "向右旋轉" 及 "向前移動" 積木，畫一個簡單的正方形吧。每邊邊長為 100 像素。		
2.	**階段 10 的第 2 關-** 用 120 度、60 度及 150 像素當做邊長，畫出這顆鑽石吧		
3.	**階段 10 的第 3 關** 你能用邊長 100 像素及旋轉 60 度，來畫出這個六邊形嗎？		
4.	**階段 10 的第 4 關** 現在你有了一個新的程式積木可以玩囉，這個程式積木是"迴圈"，它能將一組命令重複執行。如果將這些指令重覆執行 6 次，會發生什麼事情呢？		

步驟	任務說明	完成作品	程式積木
5.	**階段 10 的第 5 關** 你需要重複循環多少次，才能將這顆鑽石畫成一朵花呢？		
6.	**階段 10 的第 6 關** 請注意我們是如何簡化鑽石代碼：藉由將它變成一個迴圈。你可以將整個序列使用迴圈重複執行 12 次來畫出一朵花。 提示：在鑽石迴圈執行後你需要旋轉 30 度，這樣你才不會畫在相同的鑽石上。		
7.	**階段 10 的第 7 關** 循環這個畫出六邊形的程式編碼六次來完成這個圖案。每一次你需要轉多少角度? 提示: 把圓的度數去除以循環的次數。		
8.	**階段 10 的第 8 關** 一個函式是另一種程式工具來幫助你避免重複打相同的程式編碼。這個函式是用來畫花朵，所以你可以在任何你想要的時候用它來畫花朵。用這個函式和新的"跳"積木來畫這些花朵。提示: 這些花朵彼此間格 150 像素		

步驟	任務說明	完成作品	程式積木
9.	**階段 10 的第 9 關** 這裡有一個我們之前編寫用來畫六邊形的函式叫做"畫一個形狀"。執行程式看看他會做什麼並去試著修改函式看會發生什麼事。你可以讓他畫一個樣式是由正方形或三角形或是八邊形組成的嗎?		
10.	**階段 10 的第 10 關** 現在去試著做任何你喜歡的圖案! 你有一個空的函式用來做任何你想做的事!		

(四) 寫程式畫碎形 Drawing Fractals by programming(50 分鐘)

本活動旨在應用傳值函式繪製不同尺度的幾何圖形。引導學生在實作碎形的過程中體會遞迴函式的能力，並依據不同參數的設定實現碎形的自我相似性，完成碎形圖形的繪製。

(未完成，將改以 Scratch 範例引導，並讓學生自由創作)

```
def f(length, depth):
    if depth == 0:
        forward(length)
    else:
        f(length/3, depth-1)
        right(60)
        f(length/3, depth-1)
        left(120)
        f(length/3, depth-1)
        right(60)
        f(length/3, depth-1)
```

f(500, 4)

十、 教學資源

(一) 教材簡報

(二) 學習單

1. 學習單下載：Free Printable Patterns Worksheets and Games
   http://prek-8.com/math/patterns.php
2. 學習單下載：手繪謝爾賓斯基三角形 Sierpinski's Triangle
   http://www.cttech.org/central/curriculum/related-ed/enrichment-program-summer-2004/Sierpinski/Constructing%20A%20Sierpinski%20Triangle.doc

(三) MIT 線上程式編輯器 ：https://scratch.mit.edu/projects/editor/

(四) 線上參考資源

1. 14 amazing fractals found in nature
   http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/blogs/14-amazing-fractals-found-in-nature
2. THE NATURE OF CODE
   http://natureofcode.com/book/chapter-8-fractals/
3. Exploration: Fractals(教案設計)
   https://sites.google.com/a/kcd.org/mathexplorations/fractals
4. Patterns in Fractals(教案設計)
   http://www.shodor.org/interactivate/lessons/PatternsInFractals/
5. Koch curve - Snowflake 雪花曲線
   http://www.shodor.org/interactivate/activities/KochSnowflake/
6. Sierpinski's Triangle 謝爾賓斯基三角形
   http://www.shodor.org/interactivate/activities/SierpinskiTriangle/
7. Code.org
   http://code.org