

運算思維

2017-10-6 徐秋鑾



什麼是運算思維



https://youtu.be/T_nGwkLHbzs?list=PLCU64uVnOP_e62QrrKe_ytNDPC_IjrTY

什麼是運算思維-定義

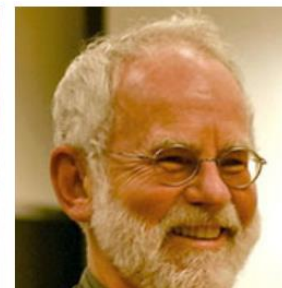
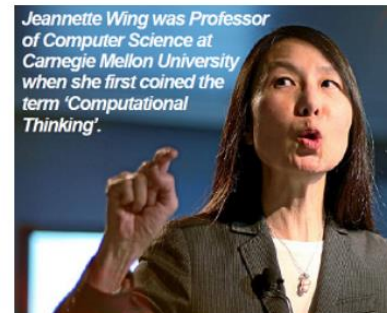
- 運算思維 $\neq$ 資訊科技使用能力
- 運算思維 $\neq$ 程式設計
- 運算思維 $\neq$ 資訊科學

→ 那麼什麼是運算思維？



什麼是運算思維-定義

- “運算思維是利用電腦科學的基本概念進行問題解決、系統設計與人類行為理解的思維模式”
(Wing, 2006)
- “運算思維讓我們能擁有電腦科學家面對問題時所持有一種的思維模式” (Grover & Pea, 2013)



改州市區。



什麼是運算思維

- 運算思維就是解決問題的方法
- 將來生活，科技和生活是絕對分不開的
- 運用電腦科學基本概念(李忠謀)來分析問題、設計系統並解決問題
- 程式設計的學習是培養運算思維的最直接方式之一
- 小學生先以Blockly、Scratch培養邏輯思考的訓練
- 程式設計從簡單的動畫創作到問題解決到甚至硬體的操控



什麼是運算思維-定義

- 各國課綱所提及的運算思維定義
 - 美國CSTA¹「電腦科學」課程
 - 一種能利用電腦解決問題的思維，包含使用如抽象化、遞迴、迭代等概念來處理與分析資料，並產出實體與虛擬作品的的能力(CSTA, 2011)
 - 澳洲「數位科技」課程
 - 利用數位科技設計與實作演算法解決問題的思維(ACARA, 2013)
 - 英格蘭「運算」課程
 - 一種凌駕於電腦軟硬體之上，能針對系統與問題提出思考架構的思維模式(DOEE, 2013)
 - 我國「資訊科技」課程
 - 具備運用運算工具之思維能力，藉以分析問題、發展解題方法，並進行有效的決策(國教院，2015)



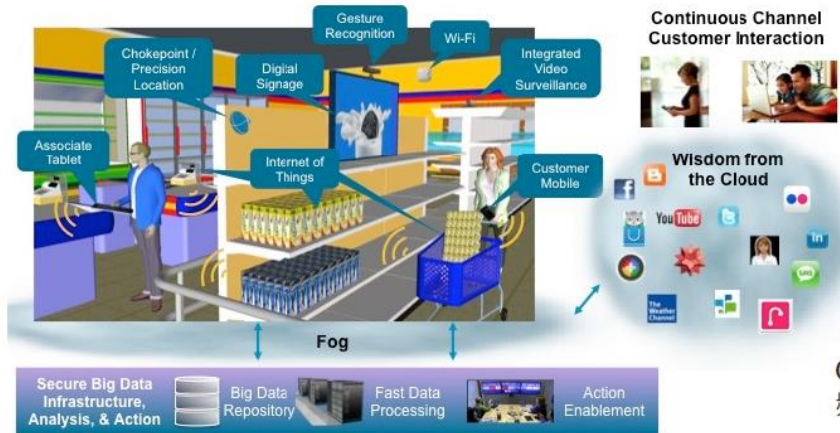
什麼是運算思維-定義

- 根據Google的定義，運算思維包含
 - 抽象化: 為定義主要概念去識別並萃取相關資訊
 - 演算法設計: 產出有序指令以解決問題或完成任務
 - 自動化: 利用電腦或機器重覆任務
 - 資料分析: 透過歸納模式或發展深入分析方法以理解資料
 - 資料蒐集: 蒐集與問題解決相關的資料
 - 資料表示: 用適合的圖表、文字或圖片等表達與組織資料
 - 解析: 將資料、程序、問題拆解成較小、較容易處理的部分
 - 平行化: 同時處理大任務中的小任務以有效達到解題目的
 - 樣式一般化: 產生所觀察樣式的模型、規則、原則或理論以測試預測的結果
 - 樣式辨識: 在資料中觀察樣式、趨勢或規則
 - 模擬: 發展模型以模仿真實世界的程序



這是一個運算的時代

Capturing Store Insights for Timely Engagement



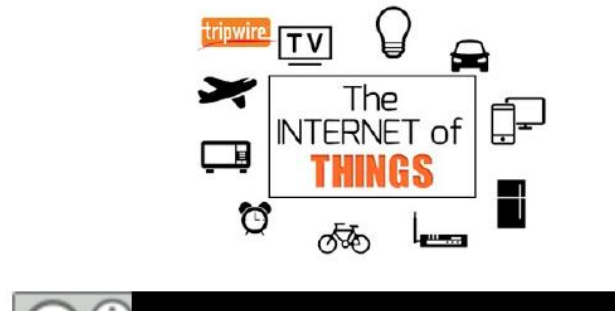
[Paul Schottmiller](#) - March 19, 2013



GHETTO UBER DRIVER
頻道建立者：[Latrell G.](#)



The [Apple Watch](#), released in 2015.



運算思維的重要性-日常生活

- 美國卡內基梅隆大學教授 Jeannette M. Wing 認為在基礎語言能力中應該加入電腦運算的因素，在讀、寫和算數之外，還需要該加上電腦運算的概念：「電腦運算思考的技巧，並不是只有電腦科學家的專利，而是每個人都應該具備的能力及素養。」
- 日常生活與運算的關係愈來愈密切
 - 社交網路
 - 智慧型居家
 - 醫療
 - 交通
 - 購物
 - ...
- 具備運算思維能更善用運算解決日常生活問題



運算思維的重要性-職涯發展

- 科學與工程領域
 - 利用運算模擬建築結構，以確認安全性
 - 利用運算預測氣象，以增加準確性
- 人文與社會領域
 - 利用運算分析並優化廣告投放策略
 - 利用運算分析人口老化趨勢與醫療資源分布
- 藝術領域
 - 利用運算建構三維動畫
 - 利用運算創作數位音樂



運算思維的重要性-職涯發展

- 科學與工程領域

- 利用運算模擬建築結構，以確認安全性
- 利用運算預測氣象，以增加準確性

- 人文與社會領域

- 利用運算分析並優化廣告投放策略
- 利用運算分析人口老化趨勢與醫療資源分布

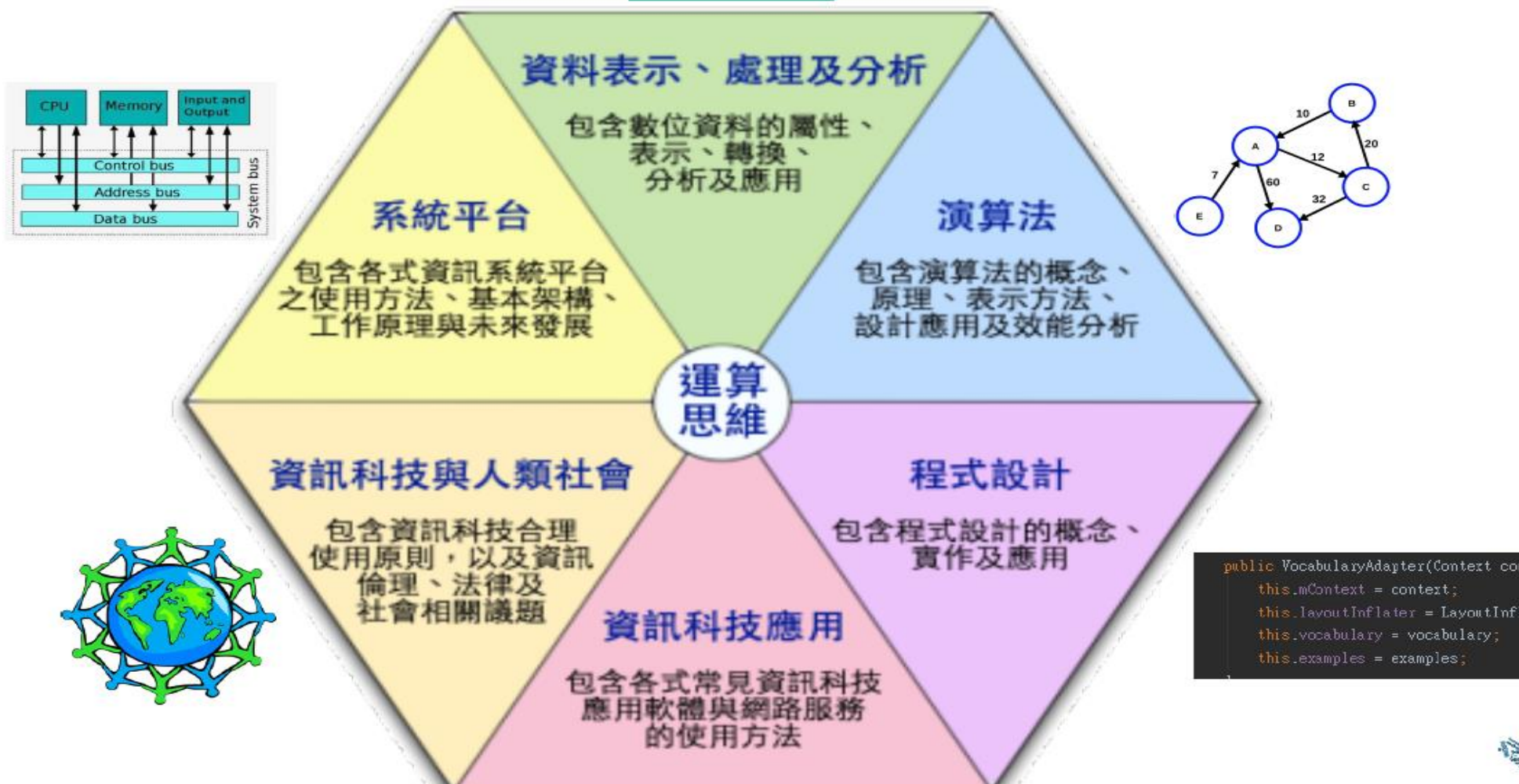
- 藝術領域

- 利用運算建構三維動畫
- 利用運算創作數位音樂



如何培養-運算思維與資訊科技課綱

• 我國課綱與運算思維



如何培養-運算思維與其他學科領域

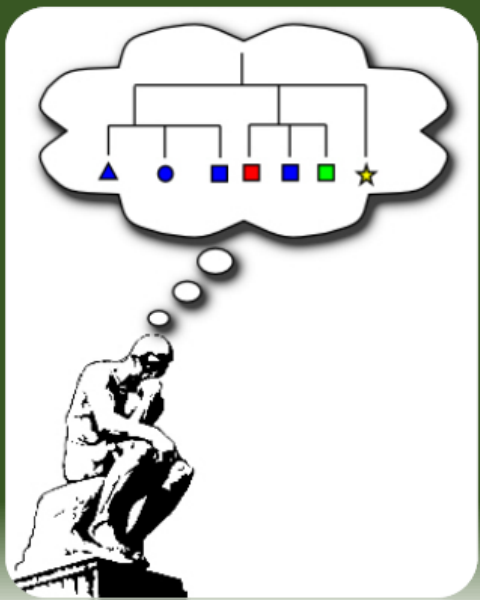
• 運算思維元素於各領域之應用範例

運算思維元素	各領域應用範例				
	資訊科學	數學	科學	社會研究	語言藝術
抽象化	使用程序來封裝一組經常重複使用的指令；使用函數；使用條件敘述、迴圈、遞迴等	使用代數的變數；辨識應用問題中的基本事實；研究代數函數並與程式函數比較；使用迭代(iteration)來解決應用問題	為一個物理的實體建立模式	總結事實，從事實中演繹結論	使用明喻和隱喻；寫有分支的故事
問題解析	定義物件和方法；定義main和functions	利用表示式表達運算順序	對物種進行分類		撰寫大綱
資料表示	使用資料結構，例如：陣列(array), 鏈結串列(linked list), 堆疊(stack), 佇列(queue), 圖(graph), 雜湊表(hash table)等	用長條圖、圓餅圖表示資料；使用集合、數列、圖等表示資料	從實驗資料做出結論	總結並表達趨勢	為不同句型呈現其樣式
模式化與模擬	利用動畫呈現演算法，參數掃值(parameter sweeping)	繪製笛卡爾平面上的函數並修改變數的值	模擬太陽系運動	玩世紀帝國、Oregon trail	重現一個故事
演算法思維	學習經典演算法；針對某一領域的問題實作演算法	做長除法、因數分解；作加減法的進位	進行實驗程序		撰寫操作說明 41



未來人才需求

- 具備善用運算方法與工具解決問題的能力 → 運算思維



- 具備創新與動手實作的能力 → 程式設計
- 問題解決
- 溝通表達
- 合作共創

```
C Program for Bisection Method Source Code
1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 float fun (float x)
4 {
5     return (x*x*x - 4*x - 9);
6 }
7 void bisection (float *x, float a, float b, int *itr)
8 /* This function performs and prints the results of one iteration */
9 {
10     *x = (a+b)/2;
11     ++(*itr);
12     printf("Iteration no. %d X = %f\n", *itr, *x);
13 }
14 void main ()
15 {
16     int itr = 0, maxitr;
17     float x, a, b, allerr, x1;
18     printf("\nEnter the values of a, b, allowed error and maximum iterations:\n");
19     scanf("%f %f %f %d", &a, &b, &allerr, &maxitr);
20     bisection (&x, a, b, &itr);
21     do
22     {
23         if (fun(a)*fun(x) < 0)
24             b = x;
25         else
26             a = x;
27         bisection (&x, a, b, &itr);
28         if (fabs(x1-x) < allerr)
29         {
30             printf("After %d iterations, root = %f\n", itr, x1);
31             return 0;
32         }
33         x1 = x;
34     }
35     while (itr < maxitr);
36     printf("The solution does not converge or iterations are not sufficient");
37     return 1;
38 }
```

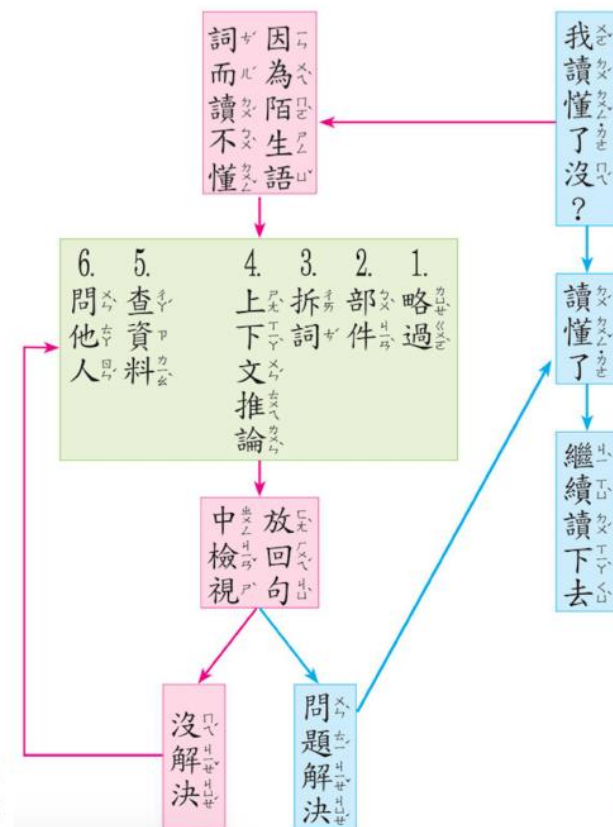
美國二十一世紀關鍵能力聯盟訂定二十一世紀的關鍵能力包含：批判性思考與解決問題、溝通、合作共創、以及創造力 (Partnership for 21st Century Skills-P21, 2007)



國語科融入運算思維

解決字詞問題流程圖

- 提供明確的步驟
- 將思考外顯化
- 學生模仿、學習，最後內化成自己的能力。



解決字詞問題流程圖
資料來源：陳欣希教授研發團隊



以往教學概況

- 透過講述，直接灌輸知識為主
- 以往常見的字詞教學方式
 - 請學生用查生字的方式，找到字詞的意思
 - 挑戰一：字典上有不同的解釋，學生要能判斷應該選哪一個
 - 挑戰二：字典上的解釋可能衍生更多需解決的生難字詞
 - 由教師直接講述，解釋課文中的語詞
 - 教師的挑選，卻未必等於學生閱讀時遇到的困擾



調整教學方式

- 透過「理解監控策略」解決字詞問題，以引導，培養學生能力為主



覺察閱讀的
困擾

將閱讀上的
困擾分類

解決字詞問題，
歸納方法

- 目標 - 覺察閱讀的困擾

- 教師示範

- 以放聲思考示範第一段，如何一邊閱讀一邊在文本上註記

第一段課文

翻開爸爸的相簿，
我看到時間的腳步，
那一張張相片，
都在告訴我，
發生在爸爸身上的故事。

教師放聲思考示範

我不懂「翻開」這個詞語的意思，所以把不懂的詞語圈起來，旁邊打個問號。

我知道「腳步」的意思，但不懂「看到時間的腳步」代表什麼意思？所以把不懂的這句話畫線，再打一個問號。

照片不會說話，怎麼「告訴我」呢？這個部分我看不懂，所以也畫線，打問號。



覺察閱讀的
困擾

將閱讀上的
困擾分類

解決字詞問題，
歸納方法

- 目標 - 覺察閱讀的困擾

- 教師示範

- 以放聲思考示範第一段，如何一邊閱讀一邊在文本上註記

第一段課文

翻開爸爸的相簿，
我看到時間的腳步，
那一張張相片，
都在告訴我，
發生在爸爸身上的故事。

教師放聲思考示範

我不懂「翻開」這個詞語的意思，所以把不懂的詞語圈起來，旁邊打個問號。

我知道「腳步」的意思，但不懂「看到時間的腳步」代表什麼意思？所以把這句話畫線，再打一個問號。

照片不會說話，怎麼「告訴我」呢？這個部分我看不懂，所以也畫線，打問號。



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問
題，歸納方
法

- 學生實作

- 閱讀第二段並在在文本上以「？」標示自己不懂的部分

【第二段】

翻開爸爸的相簿，
在相簿裡：
有一個小娃娃，
躺在搖籃裡，開心的笑著；
有一個小孩子，
包著尿布正在學走路；
有一個小學生，
高興的從老師手上領取畢業證書，
這些都是小時候的爸爸。



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問題，
歸納方法

• 分享討論

- 請學生分享在哪些部分做了「？」
- 教師彙整學生的註記
- 教師解決學生的困擾

翻開爸爸的相簿，
在相簿裡：？
① 有一個小娃娃，
躺在搖籃裡，開心的笑著；
② 有一個小孩子，
包著尿布正在學走路；
③ 有一個小學生，
高興的從老師手上領取畢業證書，
這些都是小時候的爸爸。

Handwritten notes and arrows: 誰翻? 片 誰? 誰? 誰? 誰? 誰?



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問題，歸納方法

- 歸納整理

- 閱讀時，可以一邊在文本上註記，覺察收穫或困擾



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問
題，歸納方
法

- 目標 - 將閱讀上的困擾分類，再一起討論，解決問題
- 請學生根據之前學過的方法，一邊閱讀文本，一邊標示不懂的部分



覺察閱讀的
困擾



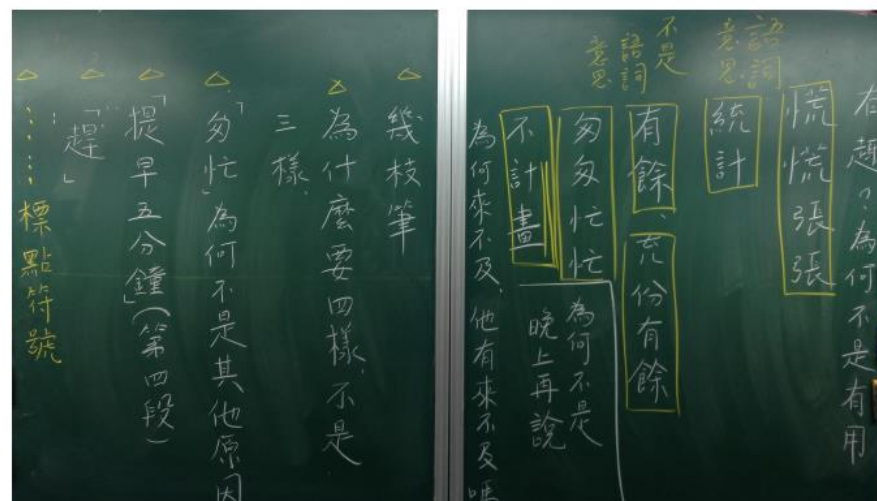
將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問題，
歸納方法

• 分享討論

- 請學生分享在哪些部分做了「？」
- 教師彙整學生的註記並板書
- 請學生將有問題的部份分類：「語詞（字詞）」、「非語詞（字詞）」
- 師生共同討論語詞的意思



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問題，
歸納方法

- 歸納整理

- 將閱讀時遇到的問題分類，可更快速的聚焦問題，找出解決的方法



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類

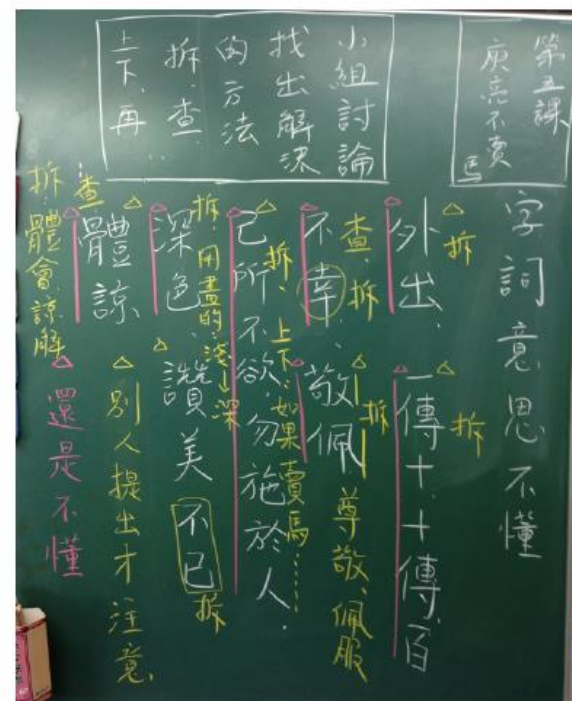


解決字詞問題，
歸納方法

- 目標 - 歸納解決字詞問題的方法

- 學生實作

- 請學生根據之前學過的方法，一邊閱讀文本，一邊標示不懂的部分



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類



解決字詞問
題，歸納方
法

• 分享討論

- 將有問題的部份分類：「語詞（字詞）」、「非語詞（字詞）」
- 分組討論如何找出語詞（字詞）的意思
- 彙整學生提出的解決方法，例如：
 - 「外出」：將語詞拆解，意思是「外：外面」、「出：出去」，即「出去外面」。
 - 「敬佩」：將語詞拆解，意思是「敬：尊敬」、「佩：佩服」，即「尊敬佩服」。
 - 「己所不欲，勿施於人」：要了解課文內容，透過「上下文推論」的方式，才能了解。



覺察閱讀的
困擾



將閱讀上的
困擾分類

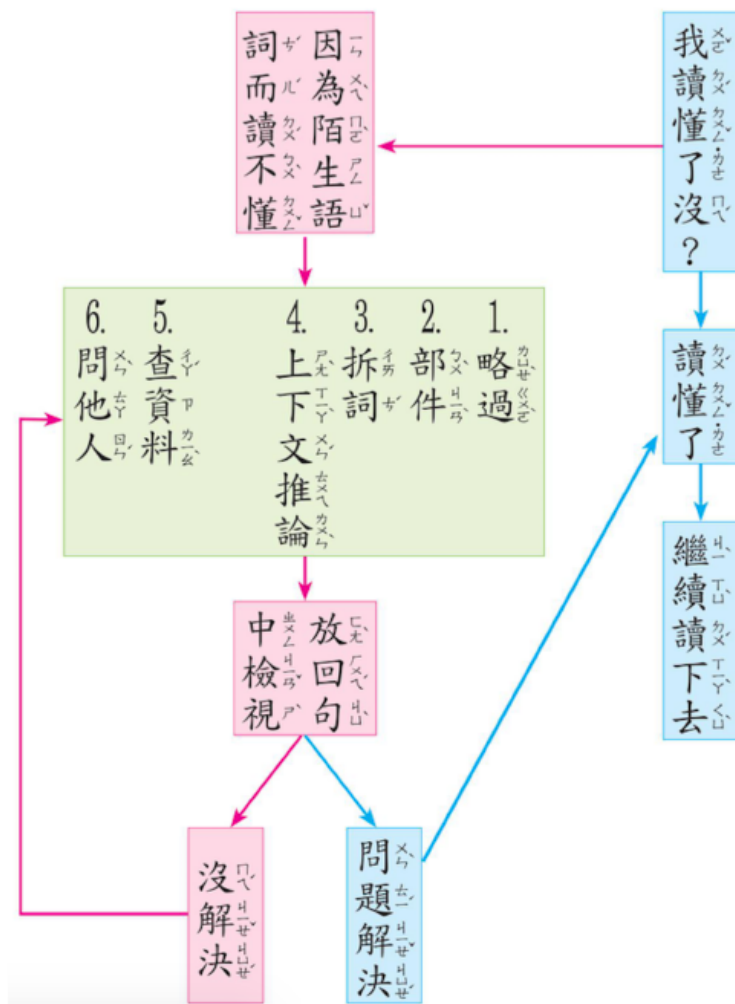


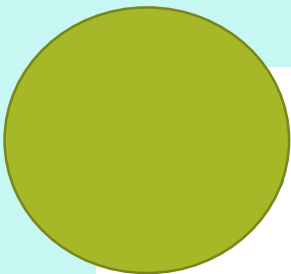
解決字詞問題，
歸納方法



• 歸納整理

- 如果「語詞（字詞）」的意思不影響理解，也可以先「略過」
- 下次閱讀時，可以按照這個流程圖的方法，解決不懂的字詞問題





小結

- 學生在課前先自主預習，帶著對文本初步的理解進入課堂學習，可節省不少上課時間
- 透過這樣的歷程，不但可培養學生自主學習的習慣，可以讓他們學會判斷問題、尋求適當的策略來解決問題
- 培養學生自行解決問題的能力，是運算思維的重要精神之一



運算思維融入自然領域

- 自然科學的教學與運算思維的步驟不謀而合

自然科學



- 自然現象的形成要素
- 因果關係的探究
- 變化歷程的分析
- 規律性延伸應用



運算思維



- 問題分解
- 模式識別
- 重點摘要
- 演算法設計

- 以融入式的做法，彰顯運算思維在自然領域課程之應用
- 掌握如何應用運算思維的特性以解決問題。



教學示例



運算思維與程式設計學習

國小階段

- 資訊科技之體驗與應用
- 目標導向運算思維學習
- Blockly, Kudo, Scratch, Alice 等

國中階段

- 以運算思維與資訊科技解決問題
- 問題導向運算思維學習
- S4A, App Inventor, Cthinking 等

高中階段

- 了解運算思維原理，並能進一步整合應用
- 創作導向運算思維實踐
- Java/C/C++/Python
- Arduino, App Inventor



全球有一大堆人都在瘋玩的S4A

■基礎級：

從基礎玩起，S4A這個免費又具中文化的**堆積木式拼圖軟體**，即使沒搭硬體也可以玩出動畫與遊戲。

■入門級：

當S4A遇上Arduino，可透過硬體在電腦互動與遊戲，也可透由元件與感測器產生許多有趣的互動行為，如燈光的變化、馬達控制，以及溫度、溼度、酒精...的感測運用。

■進階級：

體驗智慧家庭物聯網的遠端控制應用，以及行動裝置的互動，使用App自由操控電腦中的角色與場景，或控制硬體元件執行特定功能。

■專業級：

自行改造S4A，玩出不同創意，運用繼電器實現智慧家電的理想，以及使用有線與無線遙控自走車。最後，再從S4A延伸到發展中的S2A，玩出個人的無限創意！

Arduino控制板



各領域培養運算思維



- 程式設計融入教學是各領域培養運算思維的可行方法



教學案例分享：

<http://compthinking.csie.ntnu.edu.tw/index.php/document/38-2017-04-12-03-45-37>



小試身手

blockly

<https://blockly-games.appspot.com/?lang=zh-hant>

Code

<https://studio.code.org/sections/RFQWXP>

<http://www.bdes.tn.edu.tw/uploads/tadnews/tmp/803/tea.pdf>
[#tea.pdf](#)

