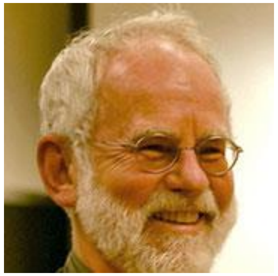
運算思維
在中小學之推動策略

盧東華
dhlu888@gmail.com
臺北市立大學

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)



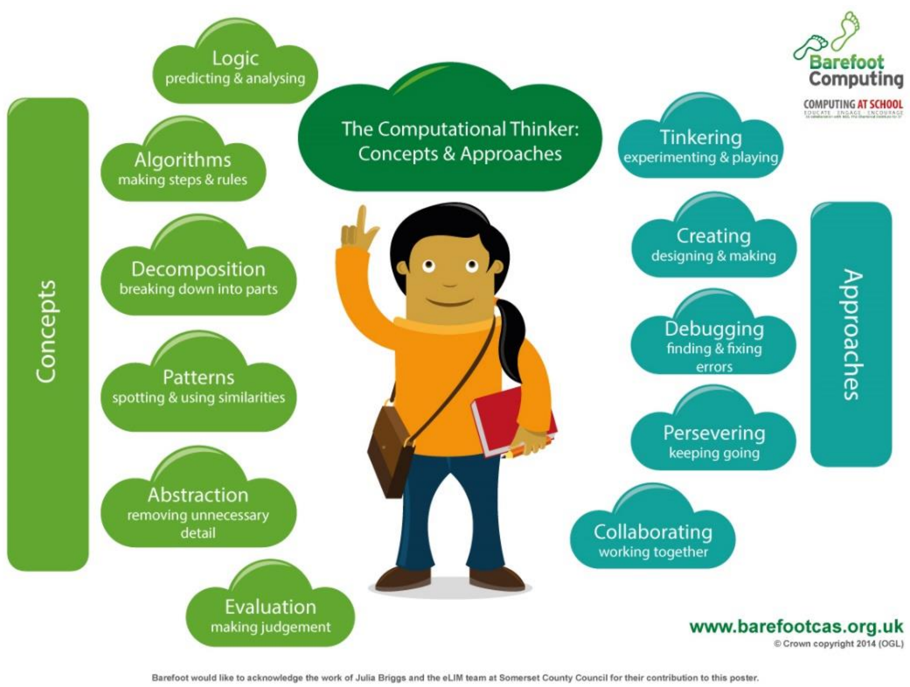
資料來源：
Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.
Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. Educational Researcher, 42(1), 38–43.

什麼是運算思維?

- Grover & Pea認為運算思維應包含
  - 抽象化與樣式一般化
    - 模型化
    - 模擬
  - 系統化資訊處理
  - 符號系統宇表示
  - 演算法與流程控制
    - 迭代、遞迴與平行思考
    - 條件式邏輯
  - 結構化問題解析
  - 效能分析
  - 除錯與系統化偵錯

什麼是運算思維?

- Google 對運算思維的定義
  - 運算思維是一種利用運算解決問題所需之「心智歷程」（抽象化、演算法設計、解析、樣式辨識等）與「具體產出」（自動化、資料表示、樣式一般化等）



引自：http://barefootcas.org.uk/barefoot-primary-computing-resources/concepts/computational-thinking/

運算思維的內涵（三）

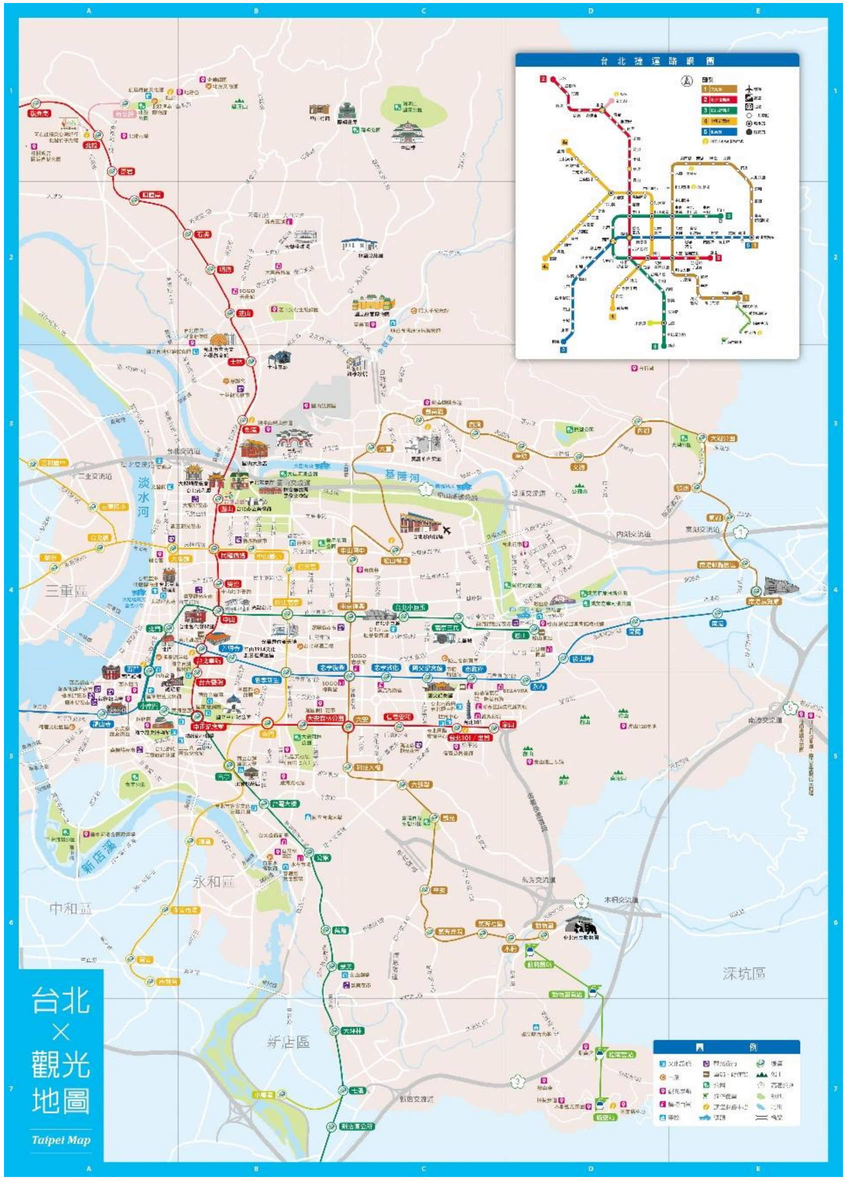
Google Computational Thinking for Educators (2010)認為具體的運算思維包含的要素有：

1. 拆解問題：將數據、流程或是問題拆解成較小與可管控的部份。
2. 模式識別：觀察數據所呈現出來的模式、趨勢及規律等現象。
3. 抽象化：辨別產生這些模式的一般性原則。
4. 演算法設計：建立一個解決問題或類似問題的執行步驟。

什麼是運算思維?

- 根據Google的定義，運算思維包含
  - **抽象化:** 對定義主要概念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工作
  - **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

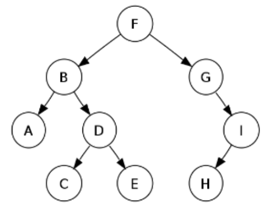
資料來源：Google (2015). Exploring Computational Thinking. Retrieved from https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-omputational-thinking/

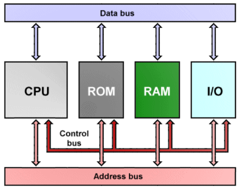


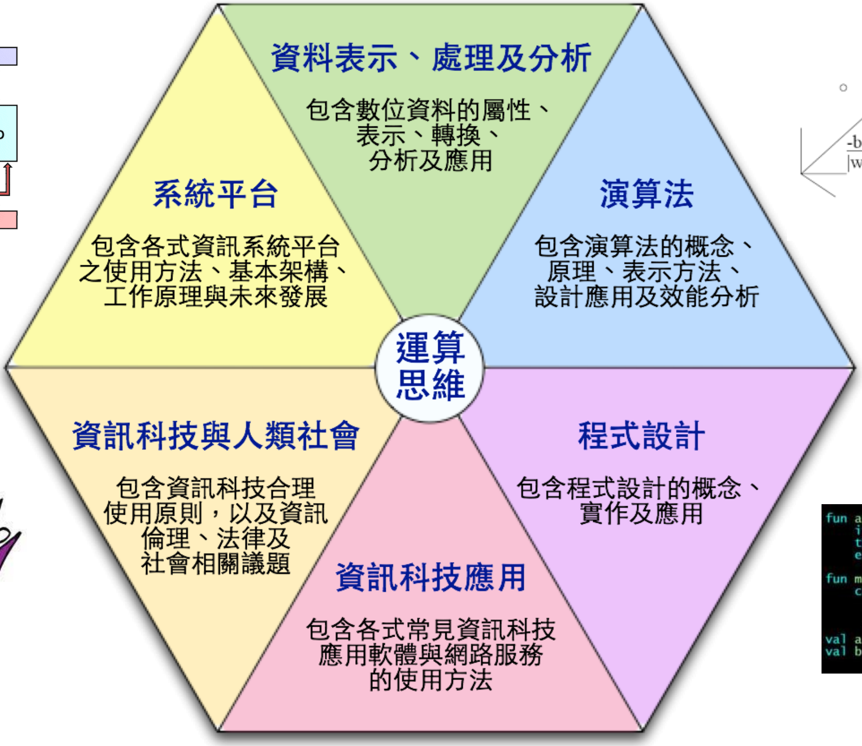
引自：
http://www.travel.taipei/frontsite/tw/cms/cmsAction.do?method=goCMSDetail&listOne=true&contentId=278&menuId=20126

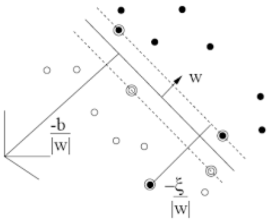
如何培養-運算思維與資訊科技課綱

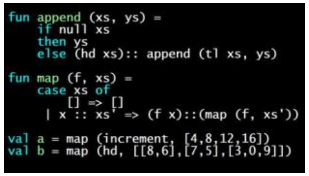
- 我國課綱與運算思維











推動策略

- 1-6培訓種子教師(4小時課程)
  - 運算思維與問題解決（1.5 hr）
    - 運算思維精神與內涵
    - 運算思維與學生關鍵能力之關聯性
    - 如何運用運算思維培養學生關鍵能力
  - VPL 介紹與體驗（2.5 hr）
    - Code.org課程內容介紹
    - Bebras小學題目實例介紹與分析
    - Blockly實例分享與實作
    - Scratch實例分享
    - 網路上其他教學資源分享

推動策略

- 7-9培訓種子教師(16小時課程)
  - 課綱精神、內容介紹 (1 hr)
  - 運算思維、程式設計、資訊科學概論整體性介紹 (2 hrs) 講授與分組討論活動
  - 程式設計與運算思維 (1 hr)
  - 資訊科學與運算思維 (1 hr)
  - 程式設計學習工具體驗 (4 hrs): 講解及實際體驗課程
  - 資訊科學主題 (8 hrs)
    - IoT 、資料處理與分析、資安、隱私、智財、生涯進路、資訊專題
  - 資訊科相關活動、競賽介紹

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

資料來源：Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, *2*, 48–54.