運算思維導向課程設計實戰

資訊科技課綱工作坊

陳怡芬
yfchen@gapps.fg.tp.edu.tw
2017.07.17

課程設計與教材開發

UNDERSTANDING BY DESIGN
重視理解的課程設計

重要概念 (Big ideas)	主要問題 (Essential questions)
• 學科內容的「核心」概念 • 能有效連結學科內容的事實與技能 • 教學設計時不能只將知識內容照本宣科 • 而是要解構、綜合後再理解、建構	• 生活中經常面對與解決的重要問題 • 學習者藉由主要問題來掌握big idea並做出相關決策 • 切中學科知識主題與引起學習動機的問題

UbD是美國的教育專家Grant Wiggins與Jay McTighe於1998年所提出

利用Big ideas 引導學習者積極學習

素養導向教材開發

- **學習**是以**素養培養**為目標
- 不是侷限於某一主題或單元的知識或能力指標
- **教材設計**亦當如此
- 強調 **big ideas**
- 才是內化素養的學習、思維能力的培養

國立臺灣師範大學 資訊教育研究所 吳正己教授

課程發展重點

資訊科技之課程設計**以運算思維為主軸**，透過電腦科學相關知能的學習，培養邏輯思考、系統化思考等運算思維，並藉由資訊科技之設計與實作，增進運算思維的應用能力、問題解決能力、團隊合作以及創新思考。

- **國民中學教育階段**著重於培養學生利用運算思維與資訊科技解決問題之能力
- **高級中等學校教育階段**則逐步進行電腦科學探索，以了解運算思維之原理而能進一步整合應用。
- 國民中學教育階段授課時，建議應考量學生先備知識與學習起點行為，教師可彈性調整課程內容的深度與廣度。以「資訊應用」為例，國民中學教育階段可強調軟體的整合應用，輔以實作的概念與原則，解決問題或表達想法，而並非要求學生熟練各類應用軟體之操作技能。

分組討論與教案設計

教案範例 HTTP://CT.FG.TP.EDU.TW

模組化程式設計 | 我的音樂盒

模組化程式設計 | 碎形~尋找大自然的密碼

資料編碼 | 看不懂的情書

結構化程式設計 | 終極密碼

資料科學 | 演算法設計 | 圖靈的紙條

模組化程式設計 | 猴子吃香蕉

程式設計專題 | 智慧型停車格停車系統製作

…

專題名稱

專題簡介

專題名稱：動手玩音樂《我的音樂盒》

專題簡介

本專題引導學生思考電腦自動化演奏音樂的創作過程，透過對樂曲中樂句結構的分析，了解模組化程式設計與程式流程的概念。鼓勵學生自行創作音樂，設計屬於自己的音樂盒。專題重點為迴圈結構與與模組化程式的學習。活動中透過重複樂句的辨識與樂曲建構，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，學習處理複雜任務。

Design by
Yifen Chen 2016

SAMPLE

重要概念(BIG IDEA)

重要概念(BIG IDEA)

SAMPLE

資料表示法

流程控制

迴圈結構

模組化程式設計(函式)

演算法實作

主要問題 (ESSENTIAL QUESTIONS)

主要問題 (ESSENTIAL QUESTIONS)

SAMPLE

學生能分解問題並從規律性中尋找規則

學生能以數值模型記錄音符資料

學生能運用函式進行樂句的定義

學生能運用迴圈結構與模組化程式設計完成自動化樂曲演奏

引發學習動機 – HOW DOES IT WORK?

如何激發學生的學習動機 - 教師教學成長中心

激發學生學習動機的策略 - 銘傳大學

(一)學習活動應與學生興趣相符 (活動主題的選定)

(二)教學活動應結合學生的興趣 (活動主題的選定)

(三)激發學生對學習的好奇心 (為什麼會這樣? 是如何做到的)

(四)運用寓教於樂的策略與方法 (好玩的)

(五)善用新奇與熟悉策略於教學 (教師最擅長又創新的策略)

(六)說明當前學習與未來生活關係 (智慧生活中的電腦科學)

引發學習動機 - 提問原則與技巧

- **轉引：**運用一個具有多種答案的問題，加以探討的技巧。
- **迅速提示：**迅速提示技巧是用於誘導學生逐步接近正確答案的一種技巧。
- **深入探究：**在協助被問者，能對問題答案做更深入詳細的探討。
- **轉問：**在某位學生發問後，教師不直接回答該學生，而是轉問其他學生，以使更多學生參與討論，使學習重心在學生身上。
- **反問：**反問是請發問學生自己做答，好讓發問者有機會自行思考問題。

引起動機 – 視覺化展示與提問

引起動機 – 視覺化展示與提問

SAMPLE

動機：自動演奏鋼琴與音樂盒音樂欣賞

提問：想一想音樂盒、自動化鋼琴是如何自動演奏的呢?

(學生討論與發想)

說明：自動化音樂演奏的原理與發展

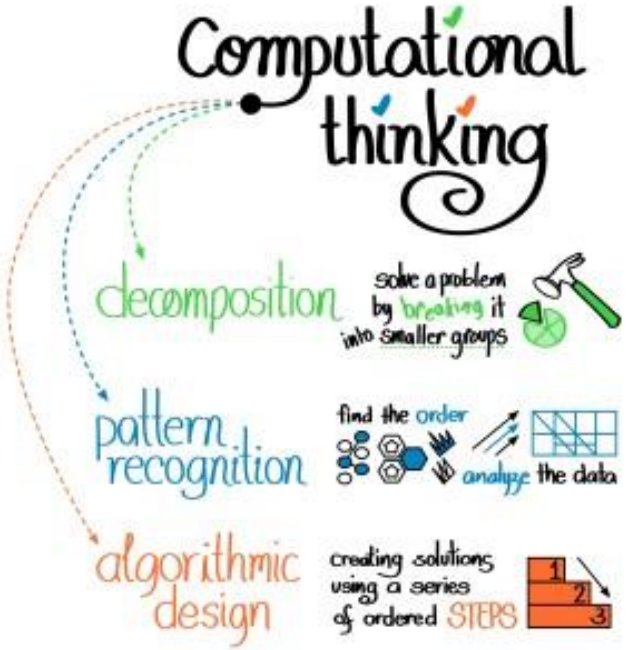
運算思維

問題拆解(Decomposition):

尋找規則(Pattern Recognition):

抽象化(Abstraction):

演算法設計(Algorithm Design):



運算思維

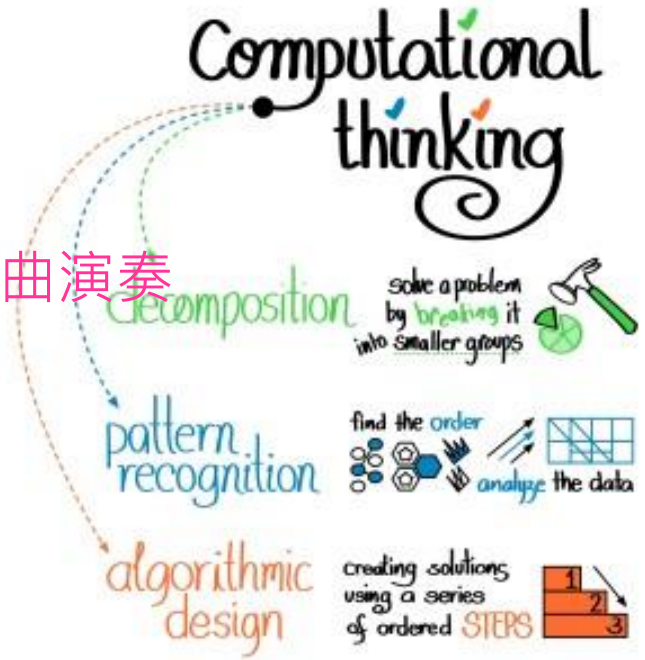
SAMPLE

問題拆解(Decomposition):解析樂句

尋找規則(Pattern Recognition): 從樂曲的規律性中尋找規則

抽象化(Abstraction): 以數值模型記錄樂曲音高與節拍資料

演算法設計(Algorithm Design): 運用模組化程式設計完成自動化樂曲演奏



學習表現

1. **運算思維與問題解決**：能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。
2. **資訊科技與合作共創**：能利用資訊科技與他人合作並進行創作。
3. **資訊科技與溝通表達**：能利用資訊科技表達想法並與他人溝通。
4. **資訊科技的使用態度**：能建立康健、合理與合法的資訊科技使用態度與習慣，並樂於探索

學習表現

1.學習表現

類別	學習表現
運算思維與問題解決(t)	資 t-IV-1 能了解資訊系統的基本組成架構與運算原理。 資 t-IV-2 能熟悉資訊系統之使用與簡易故障排除。 資 t-IV-3 能設計資訊作品以解決生活問題。 資 t-IV-4 能應用運算思維解析問題。
資訊科技與合作共創(c)	資 c-IV-1 能熟悉資訊科技共創工具的使用方法。 資 c-IV-2 能選用適當的資訊科技與他人合作完成作品。 資 c-IV-3 能應用資訊科技與他人合作進行數位創作。
資訊科技與溝通表達(p)	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。 資 p-IV-2 能利用資訊科技與他人進行有效的互動。 資 p-IV-3 能有系統地整理數位資源。
資訊科技的使用態度(a)	資 a-IV-1 能落實康健的數位使用習慣與態度。 資 a-IV-2 能了解資訊科技相關之法律、倫理及社會議題，以保護自己與尊重他人。 資 a-IV-3 能了解資訊科技相關行業之進路與生涯發展。 資 a-IV-4 能具備探索資訊科技之興趣。

1.學習表現

類別	學習表現
運算思維與問題解決(t)	資 t-V-1 能了解資訊系統之運算原理。 資 t-V-2 能使用程式設計實現運算思維的解題方法。 資 t-V-3 能應用運算思維評估解題方法的優劣。
資訊科技與合作共創(c)	資 c-V-1 使用資訊科技增進團隊合作效率。 資 c-V-2 能認識專案管理的概念。 資 c-V-3 能整合適當的資訊科技與他人合作完成專題製作。
資訊科技與溝通表達(p)	資 p-V-1 能整合資訊科技進行有效的溝通表達。
資訊科技的使用態度(a)	資 a-V-1 能實踐康健的數位公民生活。 資 a-V-2 能使用多元的觀點評論資訊科技相關議題。 資 a-V-3 能樂於探索新興的資訊科技。

學習表現

SAMPLE

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。

1.學習表現

類別	學習表現
運算思維與問題解決(t)	資 t-IV-1 能了解資訊系統的基本組成架構與運算原理。 資 t-IV-2 能熟悉資訊系統之使用與簡易故障排除。 資 t-IV-3 能設計資訊作品以解決生活問題。 資 t-IV-4 能應用運算思維解析問題。
資訊科技與合作共創(c)	資 c-IV-1 能熟悉資訊科技共創工具的使用方法。 資 c-IV-2 能選用適當的資訊科技與他人合作完成作品。 資 c-IV-3 能應用資訊科技與他人合作進行數位創作。
資訊科技與溝通表達(p)	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。 資 p-IV-2 能利用資訊科技與他人進行有效的互動。 資 p-IV-3 能有系統地整理數位資源。
資訊科技的使用態度(a)	資 a-IV-1 能落實康健的數位使用習慣與態度。 資 a-IV-2 能了解資訊科技相關之法律、倫理及社會議題，以保護自己與尊重他人。 資 a-IV-3 能了解資訊科技相關行業之進路與生涯發展。 資 a-IV-4 能具備探索資訊科技之興趣。

1.學習表現

類別	學習表現
運算思維與問題解決(t)	資 t-V-1 能了解資訊系統之運算原理。 資 t-V-2 能使用程式設計實現運算思維的解題方法。 資 t-V-3 能應用運算思維評估解題方法的優劣。
資訊科技與合作共創(c)	資 c-V-1 使用資訊科技增進團隊合作效率。 資 c-V-2 能認識專案管理的概念。 資 c-V-3 能整合適當的資訊科技與他人合作完成專題製作。
資訊科技與溝通表達(p)	資 p-V-1 能整合資訊科技進行有效的溝通表達。
資訊科技的使用態度(a)	資 a-V-1 能實踐康健的數位公民生活。 資 a-V-2 能使用多元的觀點評論資訊科技相關議題。 資 a-V-3 能樂於探索新興的資訊科技。

學習內容

1. **演算法**：包含演算法的概念、原理、表示方法、設計應用及效能分析。
2. **程式設計**：包含程式設計的概念、實作及應用。
3. **系統平台**：包含各式資訊系統平台（例如：個人電腦、行動裝置、網際網路、雲端運算平台）之使用方法、基本架構、工作原理及未來發展。
4. **資料表示、處理及分析**：包含數位資料的屬性、表示、轉換、分析及應用。
5. **資訊科技應用**：包含各式常見資訊科技應用軟體與網路服務的使用方法。
6. **資訊科技與人類社會**：包含資訊科技合理使用原則，以及資訊倫理、法律及社會相關

學習內容(國中)

2.學習內容

內容類別	學習內容
演算法 (A)	七年級 資 A-IV-1 演算法基本概念 － 問題解析 － 流程控制 八年級 資 A-IV-2 陣列資料結構的概念與應用 資 A-IV-3 基本演算法的介紹 － 搜尋 － 排序
程式設計 (P)	七年級 資 P-IV-1 程式語言基本概念、功能及應用 資 P-IV-2 結構化程式設計 － 循序與選擇結構 － 重複結構 八年級 資 P-IV-3 陣列程式設計實作 資 P-IV-4 模組化程式設計的概念 資 P-IV-5 模組化程式設計與問題解決實作
系統平台 (S)	九年級 資 S-IV-1 系統平台重要發展與演進 資 S-IV-2 系統平台之組成架構與基本運作原理 資 S-IV-3 網路技術的概念與介紹 資 S-IV-4 網路服務的概念與介紹
資料表示、處理及分析 (D)	九年級 資 D-IV-1 資料數位化之原理與方法 資 D-IV-2 數位資料的表示方法 資 D-IV-3 資料處理概念與方法 － 資料整理與整合 － 資料壓縮 － 資料轉換
資訊科技應用 (T)	七年級 資 T-IV-1 資料處理應用 專題 － 資料搜尋 － 資料組織與表達 － 資料運算與分析 九年級 資 T-IV-2 資訊科技應用 專題 － 多媒體應用 專題※ － 程式設計應用 專題※
資訊科技與人類社會 (H)	七年級 資 H-IV-1 個人資料保護 資 H-IV-2 資訊科技合理使用原則 資 H-IV-3 資訊安全 八年級 資 H-IV-4 資訊科技重要社會議題 資 H-IV-5 資訊倫理與法律 九年級 資 H-IV-6 資訊科技對人類生活之影響 資 H-IV-7 資訊科技相關職業類科之升學進路 資 H-IV-8 資訊科技相關職業之生涯發展

※為選授內容。

學習內容(高中)

2.學習內容

內容類別	學習內容
演算法 (A)	資 A-V-1 重要資料結構的概念與應用 － 樹 － 圖 資 A-V-2 重要演算法的概念與應用 － 遞迴結構 － 分而治演算法 資 A-V-3 演算法效能分析
程式設計 (P)	資 P-V-1 陣列資料結構的程式設計實作 資 P-V-2 重要演算法的程式設計實作 － 遞迴結構 － 搜尋演算法 － 排序演算法 － 分而治演算法※
系統平台 (S)	資 S-V-1 系統平台之運作原理 － 工作管理與資源分配 － 分散式系統 － 網路路由 資 S-V-2 系統平台之未來發展趨勢
資料表示、處理及分析 (D)	資 D-V-1 巨量資料的概念 資 D-V-2 資料探勘與機器學習的基本概念
資訊科技應用 (T)	資 T-V-1 數位合作共創的概念與工具使用
資訊科技與人類社會 (H)	資 H-V-1 資訊科技的合理使用原則 資 H-V-2 個人資料的保護 資 H-V-3 資訊科技的重要社會議題 資 H-V-4 資訊科技對人類社會之影響 資 H-V-5 資訊科技領域性向之自我理解

內容類別	學習內容
	資 H-V-6 資訊科技相關行業之進路與生涯發展

學習內容(國中)

SAMPLE

資P-IV-2結構化程式設計

資D-IV-2數位資料的表示方法

資料表示、處理及分析 (D)	九年級 資 D-IV-1 資料數位化之原理與方法 資 D-IV-2 數位資料的表示方法 資 D-IV-3 資料處理概念與方法 － 資料整理與整合 － 資料壓縮 － 資料轉換
資訊科技應用 (T)	七年級 資 T-IV-1 資料處理應用 專題 － 資料搜尋 － 資料組織與表達 － 資料運算與分析 九年級 資 T-IV-2 資訊科技應用 專題 － 多媒體應用 專題※ － 程式設計應用 專題※
資訊科技與人類社會 (H)	七年級 資 H-IV-1 個人資料保護 資 H-IV-2 資訊科技合理使用 原則 資 H-IV-3 資訊安全 八年級 資 H-IV-4 資訊科技重要社會議題 資 H-IV-5 資訊倫理與法律 九年級 資 H-IV-6 資訊科技對人類生活之影響 資 H-IV-7 資訊科技相關職業類科之升學進路 資 H-IV-8 資訊科技相關職業之生涯發展

※為選授內容。

2.學習內容

內容類別	學習內容
演算法 (A)	七年級 資 A-IV-1 演算法基本概念 － 問題解析 － 流程控制 八年級 資 A-IV-2 陣列資料結構的概念與應用 資 A-IV-3 基本演算法的介紹

內容類別	學習內容
	－ 搜尋 － 排序
程式設計 (P)	七年級 資 P-IV-1 程式語言基本概念、功能及應用 資 P-IV-2 結構化程式設計 － 循序與選擇結構 － 重複結構 八年級 資 P-IV-3 陣列程式設計實作 資 P-IV-4 模組化程式設計的概念 資 P-IV-5 模組化程式設計與問題解決實作
系統平台 (S)	九年級 資 S-IV-1 系統平台重要發展與演進 資 S-IV-2 系統平台之組成架構與基本運作原理 資 S-IV-3 網路技術的概念與介紹 資 S-IV-4 網路服務的概念與介紹

科技領域學習重點與 科技領域學習重點與核心素養呼應表參考示例

十二年國民基本教育課程綱要科技領域（草案）- 國家教育研究院(2016.2)。

取自 http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/92/pta_10229_131308_94274.pdf

P.28-32

一、資訊科技

（一）國民中學

科技領域/資訊科技學習重點		科技領域核心素養
學習表現	學習內容	
資 a-IV-1 能落實康健的數位使用習慣與態度。	資 H-IV-1 個人資料保護 資 H-IV-2 資訊科技合理使用原則	科-J-A1 具備良好的科技使用態度，並能應用科技知能，以發揮自我潛能及實踐自我價值。
資 t-IV-1 能了解資訊系統的基本組成架構與運算原理。 資 t-IV-2 能熟悉資訊系統之使用與簡易故障排除。 資 t-IV-3 能設計資訊作品以解決生活問題。 資 t-IV-4 能應用運算思維解析問題。	資 S-IV-1 系統平台重要發展與演進 資 S-IV-2 系統平台之組成架構與基本運作原理 資 S-IV-3 網路技術的概念與介紹 資 S-IV-4 網路服務的概念與介紹 資 A-IV-1 演算法基本概念 資 A-IV-2 陣列資料結構的概念與應用 資 A-IV-3 基本演算法的介紹 資 P-IV-1 程式語言基本概念、功能及應用 資 P-IV-2 結構化程式設計 資 P-IV-3 陣列程式設計實作 資 P-IV-4 模組化程式設計的概念 資 P-IV-5 模組化程式設計與問題解決實作 資 T-IV-2 資訊科技應用專題	科-J-A2 具備理解情境與獨立思考的能力，並運用適當科技工具與策略，處理與解決生活問題與生命議題。
資 t-IV-1 能了解資訊系統的基本	資 S-IV-1 系統平台重要發展與	科-J-A3

領綱核心素養

領綱核心素養

SAMPLE

科-J-A1

具備良好的身心發展知能與態度，並展現自我潛能、探索人性、自我價值與生命意義、積極實踐

科-J-A2

具備理解情境與獨立思考的能力，並運用適當科技工具與策略，處理與解決生活問題與生命議題。

科-J-B1

具備運用各種科技符號與運算思維表達溝通的素養，並理解日常生活中科技與運算的基本概念，應用於日常生活。

科-J-B3

具備藝術展演的一般知能 及表現能力，欣賞各種藝術的風格和價值，並了解美感的特質、認知與表現方式，增進生活的豐富性與美感體 驗。

教學對象 | 時間

教學對象 | 時間

SAMPLE

國中8年級學生 | 4-6 小時

學習工具 | 參考資源

學習工具 | 參考資源

SAMPLE

學習工具

個人電腦、網路、程式語言工具、學習單、簡報、範例程式、評量

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

參考資源

奇美博物館

維基百科-自動演奏鋼琴

不能說的秘密-Hanlin自動演奏鋼琴系統

教學設計

教學設計

SAMPLE

本專題活動以四個主要步驟進行設計：首先，以視覺化樣式展示引發學習動機；進而引導學生將抽象運算視覺化，由具體轉為抽象；接著，透過資料與結構與概念說明、程式語法說明，帶領學生進入程式實作、創作、除錯與分析的學習歷程。

活動以兩人一組進行，共分四個單元。由學生熟悉且節奏簡明的兒歌、兒歌自選曲、流行樂曲、到樂曲創作，逐步引導學生思考電腦自動化演奏音樂的創作過程

教學設計

教學設計	教學活動	活動內容

教學設計

SAMPLE

教學設計	教學活動	活動內容
視覺化樣式展示與操作	引發學生動機	自動化音樂演奏 自動演奏鋼琴與音樂盒音樂欣賞
	提問與討論	引導學生思考如何自動演奏- 自動化音樂演奏的原理與發展
抽象運算視覺化	識譜與演唱	引導學生思考人類唱歌的歷程
	樂句結構分析	學習單-標示樂句名稱
	樂句與函式對應	範例程式操作-播放樂句函式
程式概念說明	函式概念與說明 控制流程概念與說明	範例程式操作-辨識樂句函式 範例程式操作-依樂曲演奏流程置放樂句
語法說明 與程式實作	提問與討論- 音符資料表示法	引導學生思考音符代號的意義 學習單-音符資料與數值對應
程式創作	兒歌實作 兒歌變奏曲實作	範例程式操作-修改樂曲演奏流程、音符、樂器與演奏速度，創作變奏曲
觀摩與討論	展示學生作品	觀摩與學習

REFERENCE

REFERENCE

SAMPLE

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. Retrieve from http://www.amanyadav.org/CEP991A/wp-content/uploads/2014/08/Barr_Stephenson_2011.pdf

Wing, J. M. (2006). *Computational thinking.* Communications of the ACM, 49(3), 33-35. Retrieve from https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf

林育慈、吳正己（2016）。運算思維與中小學資訊科技課程。國家教育研究院教育脈動電子期刊，201608(6)。取自 http://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/02287aac-dc26-4ad4-b87e-2881e942dc16

賴和隆（2016）。應用運算思維於高中資訊教學設計之分享。國家教育研究院教育脈動電子期刊，201606(6)，195-206 。取自 http://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/6fe1eedf-10a1-4e1e-890e-dbbec8ce0647

國高中資訊科學探索課程學習活動（2012）。取自http://csexp.csie.ntnu.edu.tw/（資訊科學探索網）

十二年國民基本教育課程綱要總綱(教育部發布版)(2014.11.28)。取自http://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw

十二年國民基本教育課程綱要科技領域（草案）- 國家教育研究院(2016.2)。取自 http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/92/pta_10229_131308_94274.pdf