運算思維導向課程設計實戰

陳怡芬
yfchen@gapps.fg.tp.edu.tw
2017.06.10

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

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

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。

專題名稱

接龍撲克牌遊戲

Design by

林東成

專題名稱

SAMPLE

動手玩音樂《我的音樂盒》

Design by
Yifen Chen 2016

專題簡介

本專題引導學生思考電腦自動化演示接龍遊戲的創作過程，透過對撲克牌遊戲法的分析，了解模組化程式設計與程式流程的概念。

鼓勵學生自行創作牌類遊戲，設計屬於自己的電腦遊戲。

專題重點為迴圈結構、排序演算法、與模組化程式的學習。

活動中透過重複的遊戲方法與牌類分析，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。

利用小組學習方法共創一個接龍牌類遊戲，並將專題成果展示。

專題簡介

SAMPLE

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。

重要概念(BIG IDEA)

資料表示法(陣列)

流程控制(判斷)

迴圈結構(迴圈)

模組化程式設計(函式)

演算法實作(泡泡排序、二元排序)

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)

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接龍遊戲

主要問題 (ESSENTIAL QUESTIONS)

SAMPLE

學生能分解問題並從規律性中尋找規則

學生能了解陣列資料結構以數值模型記錄牌類資料

學生能運用函式進行各功能的定義

學生能運用迴圈結構與模組化程式設計完成本專題

總體學習目標

- 學生能經由牌類數值化的體驗精確掌握科技符號與運算思維表達。
- 學生能透過牌類拆解、尋找規則、與抽象化等運算思維進行系統性思考，並發展有效解題方法。
- 學生能透過程序性規畫與程式編寫整合運算思維與資訊科技解決問題的能力。
- 學生能將作品上傳於網路平臺，公開程式原始碼並進行傳播、分享與賞析，充分利用資訊科技與他人合作並進行創作。

總體學習目標

- 學生能經由音符數值化的體驗精確掌握科技符號與運算思維表達。
- 學生能透過樂句拆解、尋找規則、與抽象化等運算思維進行系統性思考，並發展有效解題方法。
- 學生能透過程序性規畫與程式編寫整合運算思維與資訊科技解決問題的能力。
- 學生能將作品上傳於網路平臺，公開程式原始碼並進行傳播、分享與賞析，充分利用資訊科技與他人合作並進行創作。

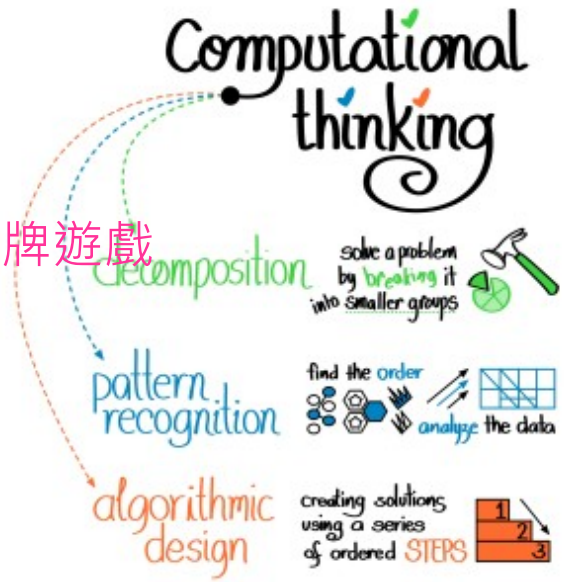
運算思維

問題拆解(Decomposition):解析牌類

尋找規則(Pattern Recognition): 從遊戲的規律性中尋找規則

抽象化(Abstraction): 以數值模型記錄牌類資料

演算法設計(Algorithm Design): 運用模組化程式設計完成接龍撲克牌遊戲



運算思維

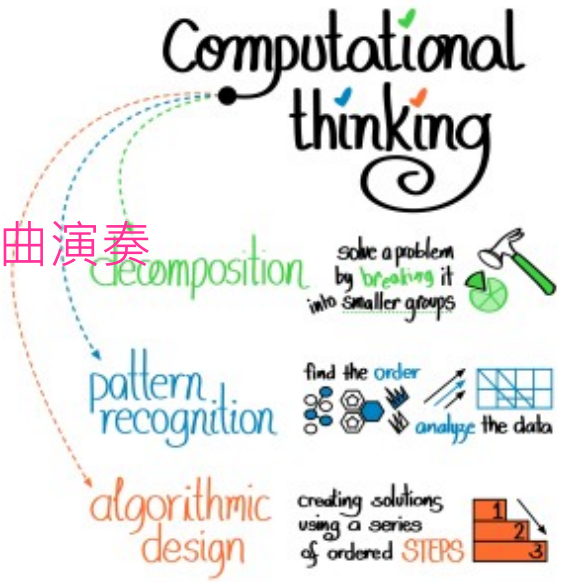
SAMPLE

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

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 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 p-V-1 能整合資訊科技進行有效的溝通表達。

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。

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
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
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)

演算法：資A-V-1 重要資料結構的觀念與應用

資A-V-2重要演算法的概念與應用

資A-V-3演算法效能分析

程式設計：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(排序演算法)

資訊科技應用：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：資H-V-1資訊科技的合理使用原則。

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

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。

U-A3 具備規劃、實踐與檢討反省的素養，並以創新的態度與作為因應新的情境或問題。

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。

U-B2 具備適當運用 科技、資訊與媒體之 素養，進行各類媒體 識讀與批判，並能反 思科技、資訊與媒體 倫理的議題。

U-C2 發展適切的人 際互動關係，並展現 包容異己、溝通協調 及團隊合作的精神 與行動。

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

高中2年級學生

教學對象

SAMPLE

國中8年級學生

學習工具 | 參考資源

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/

線上程式編輯器：http://ideone.com/

參考資源

奇美博物館

維基百科-接龍

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

本專題活動以下列主要步驟進行設計：

一、以實際”神來也接龍”視覺化樣式展示引發學習動機。

二、進而引導學生將抽象運算視覺化，由具體轉為抽象。

三、接著，透過資料與結構與概念說明、程式語法說明。

四、帶領學生進入程式實作、創作、除錯與分析的學習歷程。

五、活動以三人一組進行，由學生熟悉遊戲的玩法，逐步引導學生思考電腦自動化遊戲創作的過程。

六、專題完成並由各小組利用電腦科技工具展示作品，培養學生合作與媒體素養。

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
視覺化樣式展示與操作	引發學生動機	接龍遊戲示範 遊戲畫面設計欣賞
	提問與討論	引導學生思考如何設計遊戲 遊戲獎勵方式及介面設計
抽象運算視覺化	陣列概念	引導學生思考陣列改念
	陣列資料分析	學習單-撲克牌陣列資料設計
	排序與函式對應	範例程式操作-排序函式
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-排序函式 範例程式操作-發牌與自動排序
語法說明 與程式實作	提問與討論- 排序方法	引導學生思考排序法的優劣 學習單-氣泡排序法與二元排序
程式創作	遊戲實作 遊戲音樂實作	範例程式操作-修改排序法自動發牌 遊戲音樂設計
觀摩與討論	展示學生作品	觀摩與學習

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

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

REFERENCE

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