
創新程式設計課程與教學模式之研發

～台北市建國高級中學高瞻計畫之子計畫五～

王鼎中^{1*} 丘聖光¹ 林淑玲¹ 梅文慧¹ 林美娟²

¹臺北市立建國高級中學

²國立臺灣師範大學 資訊教育研究所

【轉載自：中華民國第二十四屆科學教育學術研討會 論文發表】

摘要

程式設計一直是高中電腦課程的重點之一，其教學目標在於培養學生的邏輯思考與解決問題能力。本研究採用新興的程式開發環境 Alice 做為教學工具，藉由其視覺化界面所具有之易操作性，試圖提升學生的學習興趣並降低學習挫折感；此外，研究者並將認知師徒制與建模概念融入教學活動設計中，期能有效建立學生正確的程式設計概念。本研究於完成 Alice 教材開發、教學活動設計與學習單設計之後，針對高中一年級四個班級的學生共 166 人進行教學實驗，其中兩個班級學習 Alice 程式設計（實驗組），另兩班則學習 C++（對照組），教學內容皆包含變數、運算式、選擇結構、重複結構、內建函數等程式設計基本概念。研究結果發現，兩組學生對於各該程式語言的學習興趣與動機都很強，組間並無顯著差異存在；而在評量程式設計概念的紙筆測驗中，實驗組的表現則明顯優於對照組，其差異達統計上的顯著性，顯見 Alice 似乎較 C++ 更能在一電電腦課程有限的教學時數內，有效地建立學生正確的程式設計概念。此發現應有助於提供高中電腦教師進程式設計教學的另一種選擇。

關鍵詞：高瞻計畫、程式設計教學、Alice 程式設計、建模、認知師徒制

壹、研究背景

根據國內程式設計教學情形之相關調查研究顯示（孫晉忻，2003；陳宏煒，2003；莊雅茹，1995），雖然在高中電腦課程標準中，程式語言及演算法總節數佔整個電腦課程約百分之四十，僅有五成左右的教師教授課程標準內程式設計的所有相關主題，且就整體電腦課程而言，教師及

學生普遍認為學習成效最差的是「程式設計」的部份，探究其可能原因包括：學生邏輯能力較差、課程內容較理論化、學生學習興趣差、上課時間少等，因此實有必要針對程式設計課程內容以及影響學生學習興趣的部份加以研究，以期能有效提升程式設計課程的學習興趣與學習成效。

如果教師們跳脫傳統程式語言的教授方式，改採以物件優先(object-first)的教學策略，把物件當成演員及佈景，將程式

* 為本文通訊作者

架構當作劇情，程式設計者變成編劇和導演，讓學生發揮創意使物件間產生互動，這樣的教學方式能否改善現在程式教學的缺憾，又能達到高中程式教學的目的，是我們要研究的主題。

貳、理論基礎

一、程式設計課程的重要性

程式設計在高中電腦課程綱要中佔有相當的比例，為什麼高中生要學程式設計課程？程式設計教學對高中生有什麼必要性？經探討可歸納出下列幾個原因：

(一) 可以讓學生進一步了解電腦運作原理

學習程式設計是讓學生更能從中了解電腦運作的基本原理及流程，對於市面上各種的應用軟體是如何產生的，有更深一層的認識，以及如何運用程式語言解決實際問題(吳正己、何榮桂，1998)。

(二) 對進入大學資訊相關科系的先修準備

(賴和隆，2006)：大學科系中，資訊學群為第一大學群，程式設計是資訊相關科系的必要學程，所以在高中時學習程式設計，對於學生未來是否選擇大學資訊相關科系，有正向的幫助(莊雅茹，1995)。

(三) 提升學生邏輯思考，及解決問題能力

(吳正己、林凱胤，1997)：學習程式設計，必須很清楚了解電腦的執行流程，按步驟去撰寫指令，才能得到正確的結果，所以學習程式設計可以訓練學生邏輯思考的能力。

二、程式設計課程的困境

根據孫晉忻(2003)針對台北市 17 所高中所作的調查，程式語言課程佔電腦總課程比例第二位，但有將近五成的電腦教師並未教授程式設計課程，根據以往的教學經驗發現，同學學習程式設計課程時最常遭遇到的困境是寫程式挫折感大(While，1997)，傳統程式設計皆以文字編寫，教師們大多著重在語法及語意的教學上，學習者必須熟記大量的指令及語法，才能寫出一個簡單的程式，而程式語言的指令及語法又皆為英文字，記誦已經不易，加上很多程式語言對語法的要求非常嚴格，即使一點小錯誤(如忘記打「;」、「“」、「 ’」…等)，都有可能造成程式無法執行，而程式越大，無法執行的機率就越高，即使學生在學習過程中能跟上教師的教學進度並解出與教師使用範例相同的問題，但當他們必須應用較進階、複雜的結構化程式概念時，也無法運用所學(陳宏煒，2003)。語法難記，偵錯不易，加上無法解決複雜問題，都會讓學生產生挫折感，降低學生學習程式設計的意願。

三、Alice 3D 互動式程式設計環境

Alice(<http://www.alice.org>)是一種新式的 3-D 互動式圖形程式設計環境，由卡內基美隆大學(Carnegie Mellon University)所發展出來的。主要用於協助學生探索物件導向(object-oriented)程式設計，提供學生學習程式設計(programming)必要概念和問題解決(problem solving)策

略，使修習程式設計課程學生，透過創作動畫電影、簡單的影像遊戲、在自創的虛擬世界中控制 3D 物件的動作，來學得基本的電腦科學知識。

以下分別探討與說明關於 Alice 教學的相關研究以及為什麼選擇 Alice 作為教學工具的原因：

(一) Alice 教學的相關研究

1. Alice 能增進學習者在問題解決和演算法思考的能力

傳統程式設計教學，通常學生在入門課程中只做數值計算，鮮少練習面對問題時，思考如何找出好的演算法。演算法思考對程式發展是非常重要的。依據 Stephen Cooper, Wanda Dann, 和 Randy Pausch(2000)研究資料顯示，做演算法思考，就是要能清楚描述問題，再把問題細分成多個較好處理的小問題，然後一步步解決每一個小問題。學生使用 Alice 時，必須規劃腳本，也就是故事發展的流程，虛擬世界中每個物件的動作，及物件間的關係。Alice 程式製作過程中，學生已將整個腳本細分成多個小程序，再思考問題解決方法與適當的程式結構，逐步完成每個小程序。

2. Alice 改善學生的學習態度

傳統程式設計教學常使學生對程式設計的態度偏向負面。在入門課程中，即使簡單的程式，都很容易遇到挫折。呆板的介面往往讓人認為程式設計是單調乏味的，這些印象常成為日後是否主修電腦的重要決定因素。

Bishop-Clark, Courte, 和 Howard (2006) 提及 Alice 使學生正面轉變對程式設計的態度，尤其是之前被認為在這個課程低學習成就的學生。有趣、立即的回饋，可提高學生學習興趣，增加學習成就。Cooper, Dann, 和 Pausch(2000)的研究也指出，對原本程度就高的學生，也更增進學習動力，樂意主動投入更多時間修改程式碼，以觀察程式碼對動畫的影響，成就感使他們樂在其中。這些學生對自己發展演算法設計程式的能力充滿信心，對物件、方法、程式結構展現直覺能力。

3. Alice 能有效的增進學生間合作學習

Alice 以說故事方式發展程式的特性，可使學生透過小組討論、腦力激盪，來發揮創意，共同創作故事情節。Bishop-Clark, Courte, 和 Howard(2006) 以及 Howard, Evans, Courte, 和 Bishop-Clark (2006)之研究刻意比較獨自學習 Alice 與兩人一組學習 Alice 的差異，發現兩人一組合作學習，學生學習興趣會更高，對了解演算法與 Alice 程式設計的關係，也有顯著的成效。

(二) 選擇 Alice 作為教學工具的原因

在我們多年的教學經驗中發現，程式設計課程，通常無法引起學生興趣。從寫第一個程式開始，就常被嚴謹的語法所困擾，即使已有相當數學程度的學生，仍然無法避免一個小小分號或括號的失誤，就造成程式執行失敗。很少學生能在短時間精熟語法而快速除錯，除錯程式(debugger)

的錯誤訊息僅能參考，無法明確指引如何修改程式，有時甚至造成誤解。學生花費大量時間與精力在語法除錯上，往往在整個課程結束時，都無法進入演算法思考階段，甚至只做了些數值運算，當然，更不可能提及物件觀念。程式設計課程目的包含了引起學生對電腦科學的興趣，及了解基本的程式設計概念。如果有像 Alice 這樣的軟體工具進入我們的課程，既能提高學生學習興趣，降低挫折感，又能讓學生了解程式設計必要概念，我們很樂意改變我們的教學方式，研發新的教材，帶給學生更好的學習經驗，期待能使學生認為，原來，學程式設計也可以很有趣！

參、研究對象、方法與進行步驟

一、研究對象

本研究以臺北市立建國高級中學為課程實驗場域，研究對象為資訊教師與建國中學高一學生，在資訊教師方面，藉由讀書會、專家諮詢、工作坊等活動的辦理，研發創新的程式設計教學課程，並藉由循環式的教學行動策略來探討合適的教學模式；在建國中學高一學生方面，本研究將在原有的資訊課程中安排 Alice 程式設計課程，參與學生人數預計安排 4 個班約 166 人，藉由與資訊教師的互動，了解學生對於 Alice 程式設計課程的接受程度與所遭遇的困難點，評估 Alice 程式設計課程的適切性，提供程式設計課程的另一種選擇。

二、研究架構

本研究計畫採三循環行動研究設計，研究架構如圖一所示，第一循環實施對象為本校一個高一班級約 40 人，主要目的在於透過小規模的實驗，了解課程規畫及教材編排是否恰當，第二循環則擴大為本校高一多個班級實施（實際規劃四個班級 166 人參與），除檢視課程規劃外，更將著眼於教學模式的研發，第三循環則邀請異質學校數個班級實施（預計安排三個學校各一個班級約 140 人），驗證所研發的課程規畫、教材設計與教學模式等在其他學校推廣的可行性。

三、研究方法

本研究初期透過文獻探討與讀書會的進行，探討程式設計課程現況與困境、了解 Alice 動畫式程式開發環境的特性與限制，以及了解認知師徒制的教學方法與相關文獻研究，以作為教材研發與教學設計之參考。

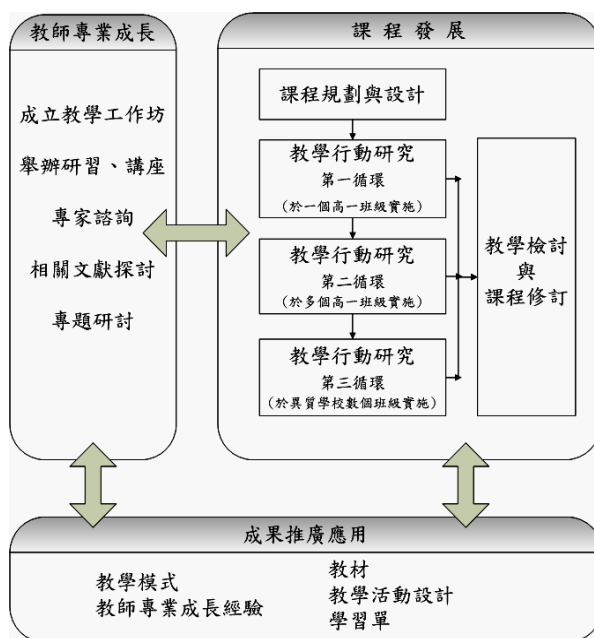
在課程研發階段，本研究以循環式教學行動策略（如圖二所示）來進行，此階段的教學策略主要在於利用 Alice 介紹程式設計的基本概念與流程結構，同時，為求課程規畫的流暢性，將以一個較完整的例子串連所有的單元，以期使同學在完成整個例子後即可清楚了解程式流程與架構，每個教學單元則依照單元教學活動設計、與研究群進行教案研討、實施教學活動、反省並描述困境、檢討與修正策略的流程進行，前一單元完成後即進行下一單元教學，直至完成

所有教學單元之教學為止。

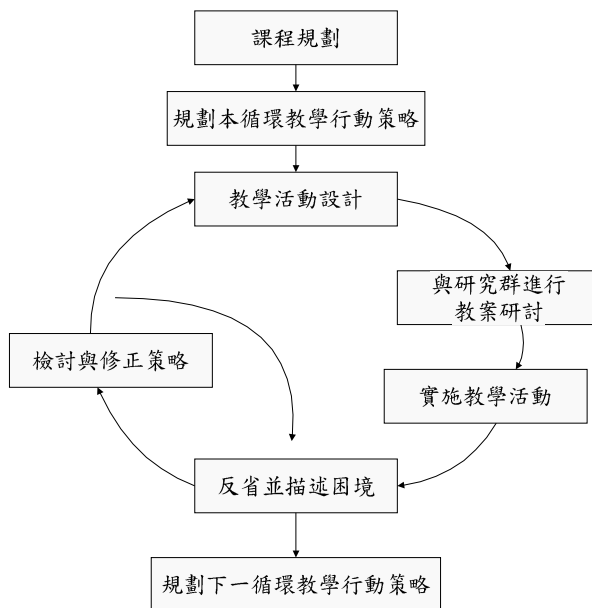
在課程驗證階段，本研究採準實驗

研究法（如圖三所示）進行教學實驗，

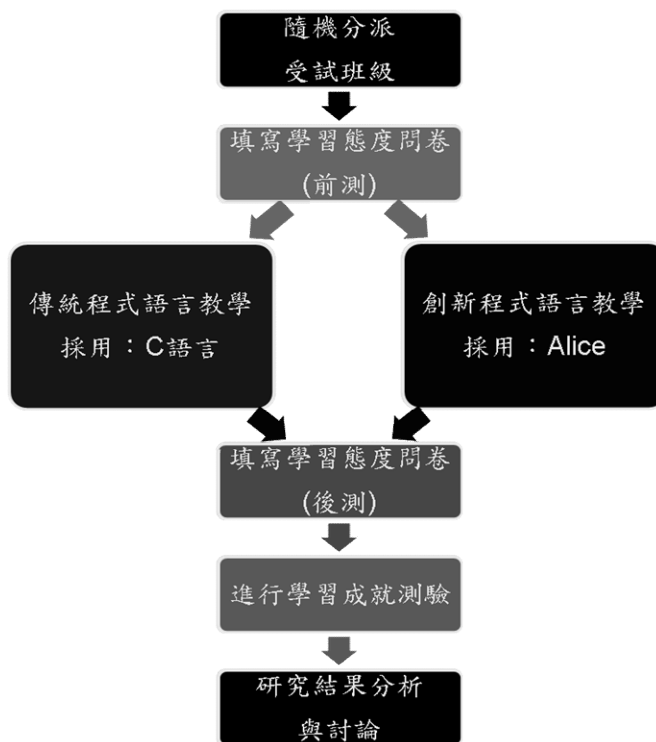
以評估創新程式設計課程的可行性。



圖一、研究架構圖



圖二、循環式教學行動策略



圖三、教學實驗設計

教學實驗開始前，先將高中一年級四個班級的學生共 166 人，隨機分派兩個班級進行 Alice 教學，其餘兩個班級則進行 C++ 教學，教學內容皆包含變數、運算式、選擇結構、重複結構、內建函數等程式設計基本概念，並規劃於八個教學單元中實施，每位同學於教學進行前都完成一份學習動機問卷，並於教學後完成相同一份問卷，用以評估學生的學習動機以及學習程式設計的自信心，此外，在教學後每位同學亦接受一份程式概念的紙筆測驗，以瞭解學生對於程式概念教學的吸收與接受程度。

四、進行步驟

本研究計畫自 96 年度開始實施，

96~97 年為課程研發及教師專業發展階段；97~98 年為課程實施階段 I，98~99 年為課程實施階段 II、成效評估及成果推廣階段。具體的實施步驟說明如下：

- 成立資訊教師教學成長工作坊，增進資訊教師之教學專業知能。
- 引進新興程式設計開發環境做為教學工具，研發創新程式設計教學課程教材。
- 融入建模與認知師徒制的概念，研發創新程式設計教學方法。
- 進程式設計課程教學實驗，評估並調整教材內容與教學方法。
- 建置資訊交流平台網站，擴大教學

與推廣的效用。

五、課程發展

為提升程式設計的教學成效，本研究以建模為核心理念進行課程發展(圖四)，建模的歷程包括確認(identify)問題、模型選擇(model selection)、模型建構(model construction)、模型效化(model validation)、模型分析(model analysis)、模型調度(model deployment)、以及模型應用(model application)與模型再發展或再建構(re-development or re-construction)(邱美虹, 2007)。因此，課程的每個單元以一個問題情境起始，經由分析問題、以原有模型解決問題、形成新模型、進行模型驗證等歷程，逐步解決問題情境，接著提供類似的問題情境，透過統整與應用的歷程，達到解決新情境問題的目標。期望藉由此種課程規劃方式，除能引導學生建立應有的模型外，也能理解並發展出自己的建模的方式。

為能搭配 Alice 程式設計的教學，並能有效提升學習者的學習成效與學習興趣，本研究嘗試將認知師徒制的理念融入教學活動設計中(如圖五所示)，以認知師徒制的六階段方法：示範(modeling)、教導(coaching)、提供鷹架及淡出(scaffolding & fading)、闡明(articulation)、反省(reflection)、探索(exploration)，做為教學活動設計的核心理念。

六、資料收集與分析

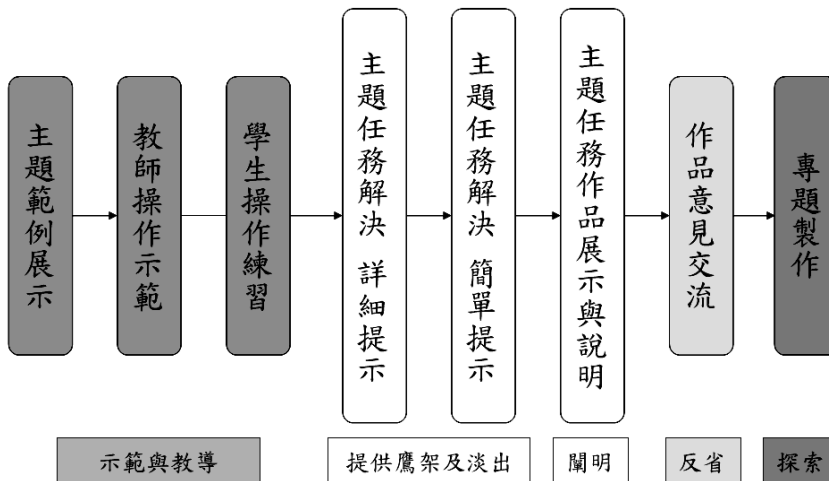
在實驗課程結束後，每位參與的學生皆接受程式概念的紙筆測驗，該測驗共有 20 題單選題，每題都有一個主要要測驗的程式設計概念，在 Alice 組及 C++ 組的測驗題中具有一對一的對應關係，也就是說，對於每一個 C++ 組的測驗題，Alice 組便有一題測驗相同程式概念的題目與之對應，測驗題目都以 Bloom 的雙向細目表進行檢驗，以確保測驗題能充分涵蓋所教授的內容。

而在實驗進行之前，所有同學亦都完成了一份動機問卷，該問卷主要在評估學生的學習動機以及學習程式語言的自信心，相同的問卷也在實驗結束後進行一次，此外，在實驗結束後尚進行了一份經驗問卷的調查，主要在評估學生在學習過程中的學習經驗，其中動機問卷共有 25 個問題，經驗問卷則有 20 個問題，兩份問卷皆具有很高的信度(Cronbach alpha 分別為 0.87 and 0.88)。

在程式概念測驗的分析顯示，Alice 組的成績(mean: 81.59)明顯優於 C++ 組的成績(mean: 75.92)，且達到 .05 的顯著水準($p = .024$)，顯示 Alice 似乎在有限的時間內協助學生學習程式設計基本概念時較有效率，在動機問卷前後測的組內比較發現，兩組在學習動機及學習程式的自信心方面皆沒有顯著的改變，此外，在組間的比較發現，兩組的學習動機與學習經驗亦無顯著的差異，學生似乎對於這兩種程式語言的接受程度都不錯。



圖四、以建模為核心進行課程發展



圖五、融入認知師徒制的教學活動設計

肆、結論

本研究目前已完成 Alice 創新程式設計課程的教材編寫、教學活動設計，並於課堂上進行了小型的課程實驗，獲得以下結論：

- 一、由於 Alice 與傳統程式語言有極大的差異，因此，在計畫進行之初，密集安排了讀書會、專家諮詢、交流分享等活動，讓成員熟悉 Alice 程式開發工具，並藉由工作坊的進行，提供本校資訊教師一個分享教學經驗與討論的機會，對於課程規劃與教學模式之研發，奠定了非常堅實的基礎。
- 二、進行教學實驗時，過程係以單元教學活動設計、與研究群進行教案研討、實施教學活動、反省並描述困境、檢討與修正策略的流程進行，在此歷程中，不僅教學者較能掌握學生的學習狀況，教材設計規劃時也較能符合學生的學習需要，相當值得後續課程研發工作之參考。
- 三、研究結果發現，兩組學生在教學實驗前後的興趣與動機的改變並無顯著的差異，學生似乎對於這兩種程式語言的接受程度都不錯，而在程式概念紙筆測驗的分析顯示，實驗組(Alice)的表現優於對照組(C++)且達顯著水準，Alice 似乎較傳統程式語言，能更有效率地在有限時間內進行程式概念的教學。因此，在目前高中資訊課程有限的教學時間限制下，本研究認為 Alice 相當適合作為高中程式設計

課程的教學使用，提供教學者進行程式設計教學的另一種選擇。

伍、致謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助(NSC96-2514-S-640-005-GJ)，邱美虹教授、周金城教授團隊為研究提供的各項指導與協助，以及本校參與本計畫研究的所有同仁的投入與付出，在此一併致謝。

陸、參考文獻

- 何榮桂(2001)：他山之石可以攻錯~亞太地區(臺、港、新、日、韓)資訊教育的發展與前瞻，資訊與教育，81，1-6。
- 吳正己(2000)：高中電腦教科書編撰建議，國立編譯館通訊 13(2)，11-17。
- 吳正己、何榮桂(民87)，高級中學新訂電腦課程的內涵與特色，科學教育月刊，第208期，p26-32。
- 李進寶(1994)：美國電腦學會，對高級中學電腦課程之建議，資訊教育，41，31-34。
- 高慧君、吳正己(2002)：美國高中的先修大學電腦科學課程(APCS)簡介。科學教育月刊，247，64-73。
- 陳宏煒(2003)：高中電腦課程實施現況調查，國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- 邱美虹(2007)：模型與建模能力之理論架構，論文發表於中華民國科學教育學術研討會，高雄，台灣。
- Cathy Bishop-Clark, Jill Courte, Elizabeth V.Howard(2006). Programming in Pairs with Alice to Improve Confidence, Enjoyment, and Achievement. Baywood Publishing Co., Inc. 213-228.

- Elizabeth V.Howard, Donna Evans, Jill Courte, Cathy Bishop-Clark(2006). A Qualitative Look at Alice and Pair-Programming. Proc ISECON 2006, v23, 1-8.
- Schulte, C., Magenheimer, J., Niere J., & Schäfer W.(2003). Thinking in Objects and their Collaboration: Introducing Object-Oriented Technology. Computer Science Education 2003 , vol. 13. No. 4. pp.269-288
- Stephen Copper,Wanda Dann, Randy Pausch(2000). Alice: A 3-D Tool for Introductory Programming Concepts. JCSC, the Consortium for Computing in Small Colleges, 108-117.
- Stephen Copper,Wanda Dann, Randy Pausch(2000). Developing Algorithmic Thinking with Alice.
- Stephen Copper,Wanda Dann, 和 Randy Pausch(2003). Teaching Objects-First in Introductory Computer Science. SIGCSE' 03 February 19-23, 2003, Reno, Nevada, USA.

【轉載說明】

台北市建國高級中學高瞻計畫在國科會的支持下已進入第二年，在執行計畫老師的努力下，去年(2008) 總計畫及各子計畫主持人以論文集的方式於中華民國第二十四屆科學教育學術研討會上進行口頭發表，獲得很大的迴響，因此將該計畫的初步研究結果以轉載方式與同好分享。