

運用物理模擬動畫創作輔助高中生學習程式設計之研究

Assisting High School's Students to Learn Programming Skills through Physics Animation Creation

高慧君¹，賴阿福²

¹臺北市立南港高中

²臺北市立大學 資訊科學系

koma@mail.nksh.tp.edu.tw, laiahfur@gmail.com

【摘要】本研究運用電腦程式 Python 與 VPython 模組進行高中物理模擬動畫創作與程式設計跨領域學習。經過 18 個小時的課程後，學生不僅學到程式設計基本概念，也對於物理現象與原理有更進一步的了解。

【關鍵字】高中生；程式設計；物理；Python

Abstract: Learning how to program can enhance the learners' high order thinking ability such as computational thinking skills. How to engage the learners in learning programming is an important issue. Due to attractiveness of computer animation, this study was to conduct a learning experiment for teaching high school's students to learning programming skills through constructing animation in Python language and VPython modular. The experiment lasted for 9 weeks. The research result indicates that the learners show high positive attitudes toward this learning model. The subjects showed that they can master physics concepts and learn programming skills simultaneously.

Keywords: High school's student, computer programming, physics, Python

1. 前言

21 世紀是科技、創意領先的世代。未來的時代，軟體正吞噬我們的世界，運用計算能力我們可以控制各式各樣的軟硬體，形成智慧型生活，如何讓學生具有程式設計的基本素養，以因應資訊化的社會，一直是筆者關心的重點。

傳統程式設計課程(例如：C、Java、Visual Basic)，對於初學者而言，有許多的學習障礙，例如：(1)一般程式語言是專門設計給專業程式設計人員使用，對於初學者而言過於龐大且複雜。(2)抽象的程式概念不易於課堂講述，傳統教學通常讓學生輸入資料後獲得輸出結果，對於指令所造成的電腦內部改變一無所知。(3)傳統教學使用的範例多是處理數字與符號，不易吸引學生的注意。Stein(1998)提出資訊科學的教學方式，應從「Computation is calculation」模式轉換成「Computation is interaction」模式。他認為程式範例的輸入與輸出不應該只是數值，應該是可以被觀察到的事物。因此，筆者採用臺灣大學物理系石明豐教授所研發物理模擬動畫創作來呈現程式執行結果，讓學生能觀察程式執行的歷程，逐步建立一個正確的概念機器，有助於降低初學程式設計的困難。

本課程所採用的 Python 是通用程式語言，所以，學生在學會後，其應用不限定在物理，也可以用在其他學科或領域，而配合 3 維空間模組 VPython，能夠讓學生在學習物理的同時，很輕易地將高中物理課程內容中所需要的「三維空間展示」、「動態變化」、或「現象模擬」表現出來，也因此學生的問題解決和計算思維能力，也在此「作中學」的方式中，逐步建立。

2. 研究目的

4.4. 研究工具

本研究採用李克特氏四等量表編製程式設計之學習態度感知問卷，由「非常同意」至「非常不同意」。預試資料以因素分析以取得構念效度，採用主成分分析法，其中轉軸方法運用 Kaiser 正規化的最大變異法，以 KMO 與 Bartlett 檢定， $KMO=.768 > .7$ ，Bartlett 的球形檢定 $p < .001$ ，顯示本量表適合進行因素分析；因素分析結果摘要如表 1 所示，學習態度感知問卷由二向度組成，包含為學習興趣、學習效益，總量表之變異解釋力為 63.854%，表示具有良好構念效度(construct validity)，整體量表之 Cronbach alpha 為 .893，顯示信度(reliability)亦佳。

表 1 程式設計學習感知之因素分析摘要

向度	題 目	因素負荷
向度 1: 學習興趣	2. 學了 vphysics 讓我更想學習程式設計技巧	.867
	3. 學了 vphysics 讓我覺得程式設計很有趣	.809
	9. 只要時間許可，我一定可以把程式學好	.746
	5. 我覺得學習程式設計，可以讓我做事方法更有信心	.733
	6. 我對於在這門課所學到的東西和創作的作品，覺得有成就感	.557
	特徵值=5.132 var=51.321% Cronbach alpha=.856	
向度 2: 學習效益	4. 學完此門課後，我能理解程式設計的基本概念	.907
	8. 學完此課程後，我發現程式設計的確可以訓練我的邏輯思考與問題解決能力	.769
	7. 學完此課程後，我認為學好程式設計對我的未來是有幫助的	.723
	1. 學習 vphysics 之程式設計有助於建立物理的概念	.628
	10. 學完此課程後，我認為我能夠將程式設計課程所學到的（如問題解決、邏輯思考、與創造力等），運用到其他科目上	.625
特徵值=1.253, var=12.533%, Cronbach alpha=.842		
總量表	var=63.854%, Cronbach alpha=.893	

4. 研究結果與討論

從表 1 顯示知道，全部學生(100%)都認為透過程式設計有助於建立物理的概念，在傳統的物理課程裏常常需要以方程式來描述三維世界現象，以了解的物理概念，然而列出方程式後，需要以較繁複的數學來解，因此，常讓學生迷惑於解數學而非學物理。就力學單元來說，中學階段的物理教學所學習的都是看到的現象，而藉由學生對於物理學科的理解，引導他們學習程式是一個很好的開始，從問卷顯示，大多數學生表示學了 vphysics 讓他更想學習程式設計技巧(78%)，而且因為學了 vphysics 讓他覺得程式設計很有趣(75%)，而透過 Vphysics 能更理解程式設計的基本概念(94%)。

在這次的教學實驗中，Python 程式語言對於學生是全新的知識，而物理概念有些是國中理化課程學過（例如：自由落體，虎克定律），有些是高二物理才會學到的概念（例如：動量，彈性碰撞，等速率圓周運動），所以學生除了學習程式外，也要學習一點物理概念，因此課程本身是有某種程度的困難度，在每周的課程中，除了示範與講解的程式碼外，教師也會要求指定作業讓學生動手改程式，並且寫下心得。在課程進行的過程中，許多學生表示課程有難度，但是在教師的堅持下，學生一點一滴地挑戰自己，到後來的作業中，學生在心得上表示「簡單一點點」、「很難，但是好玩」。陪伴學生走過困難的學習過程，到後來讓學生自己

從中發現辛苦學習後所帶來的樂趣與成就感，是教師教學最大的收穫。從問卷中顯示，大多數學生對於在這門課所學到的東西和創作的作品，覺得有成就感(94%)，也認同學好程式設計對自己的未來是有幫助的(89%)，並且同意學習程式設計的確可以訓練邏輯思考與問題解決能力(97%)，只要時間許可，我一定可以把程式學好(86%)。

表 1 學生學習問卷

題目	平均數	標準差	非常同意	同意	不同意	非常不同意
			4分	3分	2分	1分
學習 vphysics 之程式設計有助於建立物理的概念	3.31	0.46	31%	69%	0%	0%
學了 vphysics 讓我更想學習程式設計技巧	2.89	0.57	11%	67%	22%	0%
學了 vphysics 讓我覺得程式設計很有趣	2.89	0.61	14%	61%	25%	0%
學完此門課後，我能理解程式設計的基本概念	3.31	0.57	36%	58%	6%	0%
我覺得學習程式設計，可以讓我做事方法更有信心	2.83	0.65	11%	64%	22%	3%
我對於在這門課所學到的東西和創作的作品，覺得有成就感	3.28	0.56	33%	61%	6%	0%
學完此課程後，我認為學好程式設計對我的未來是有幫助的	3.22	0.63	33%	56%	11%	0%
學完此課程後，我發現程式設計的確可以訓練我的邏輯思考與問題解決能力	3.39	0.54	42%	56%	3%	0%
只要時間許可，我一定可以把程式學好	3.11	0.61	25%	61%	14%	0%
學完此課程後，我認為我能夠將程式設計課程所學到的（如問題解決、邏輯思考、與創造力等），運用到其他科目上	3.08	0.49	17%	75%	8%	0%

5. 研究結論與未來展望

本次實驗結果顯示高中生之學習態度皆為正向積極，尤其是對於學習物理概念之幫助，與讓學生體會程式對於自己未來之助益。經過這次的教學實驗，教師更熟悉了這份物理與程式教材、學生反應、與困難點，因此，在現有教學網頁（講義）的基礎下，我們將進一步錄製 16 堂教學影片，並且改進教學網站機制以符合學生個別化學習需求。

參考文獻

- 石明豐(2017)。VPhysics。2017年1月1日，取自：<http://vphysics.ntu.edu.tw>
- 高慧君(2017)。VPhysics。2017年1月1日，取自：[http://drweb.nksh.tp.edu.tw/student/lessons/B/Aiken, John M.\(2013\). Transforming High School Physics With Modeling And Computation. Stein, Georgia State University, http://scholarworks.gsu.edu/phy_astr_theses/18](http://drweb.nksh.tp.edu.tw/student/lessons/B/Aiken, John M.(2013). Transforming High School Physics With Modeling And Computation. Stein, Georgia State University, http://scholarworks.gsu.edu/phy_astr_theses/18)
- Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys*, 37(2), 83-137.
- Lai, A. F. (2011). The learning effect of visualized programming for Noice. GCCCE 2011.
- Lynn Andrea (1998). What we've swept under the rug: radically rethinking CS1. *Computer Science Education*, 8(2), 118-129.