

實體操作與虛擬實境的運算思維對STEM職業興趣和空間思維能力之影響

The Influence of Hand-on Operation and Virtual Reality Computational Thinking
on STEM career Interest and Spatial Thinking

高德祥¹ 劉遠楨²

KAO, DE HSIANG¹ LIU, YUAN CHEN²

¹ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Student

E-mail : mermaidz86@gmail.com

² 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Professor

E-mail : liu@tea.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨在探討不同運算思維教學法對國小學童 STEM 職業興趣的影響。本研究採準實驗研究法，研究對象是四所臺北市國小，共八個班級、202 位五年級，採立意取樣隨機分組機制，將學生分成三組，分別為虛實整合組、實體操作組，與虛擬實境組。研究者自編運算思維學習平台，引導三組學生進行運算思維課程，分組使用 CoSpaces 與 micro:bit 進行運算思維學習，藉以提昇 STEM 職業興趣與空間思維能力。實驗為期十週，共十堂課。本研究採單組前測-後測設計，使用工具有 STEM 語意問卷、職業興趣量表、空間推理測驗，和運算思維測驗本研究將根據研究結果提出建議，以供未來研究與教師推動運算思維課程時之參考。

關鍵字：STEM 職業興趣、運算思維、空間思維、虛擬實境

Abstract

This study aims to explore the impact of different computational thinking methods on STEM career interest. Eight intact classes of 202 fifth graders from four elementary schools in Taipei City were recruited, and they were randomly assigned into three groups: VR-micro:bit group, micro:bit group and VR group. The researchers established a computing learning website to guide three groups of students to conduct computational thinking courses. Two tools, CoSpaces and micro:bit, were used to improve students' STEM career interest and spatial thinking ability. A pre- and post-test for each group, STEM Semantic Survey and Career Interest Questionnaire (CIQ), Spatial Reasoning Instrument (SRI), Computational Thinking Test (CTT) were applied. Implications for adopting computing thinking courses in classrooms and suggestions for future research are discussed.

Keywords: STEM career interest, computational thinking, spatial thinking, virtual reality (VR)

壹、緒論

一、研究背景與動機

近年來，世界各國在 STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 職業人才的需求逐年成長，培育 STEM 職業人才是科技進步的關鍵，為此各國持續修訂教育課程的發展方向來確保 STEM 職業就業人數，(Christensen, Knezek, & Tyler-Wood, 2014; NRC, 2008; PCAST, 2010)。根據 STEM 職業方面的研究，普及 STEM 課程活動(Bybee, 2013)，從小培養學生對科學的積極態度，有助於提高學生未來謀求 STEM 職業的意向(Minogue, Madden, Bedward, Wiebe, & Carter, 2010)。

STEM 表現與空間思維能力息息相關(Jang, 2016; Uttal & Cohen, 2012)，許多科學與數學課程的學習需要空間思維能力，如果空間思維能力不足，在學習上會困難重重(Newcombe, 2013)，若能在學習過程中給予空間思維能力的培養與協助，例如虛擬實境，對學生的學習興趣與成效會有顯著成效(Lee & Wong, 2014)。

現今運算思維風行於臺灣國中小課後與課外課程，結合程式設計、軟體模擬與硬體互動等的運算思維課程能提高學生的 STEM 職業興趣(Bass, Hu Dahl, & Panahandeh, 2016)，因此運算思維課程被認為是提高 STEM 職業興趣的方法。運算思維課程根據教學法可以分為結合微處理器與感測器的實體操作課程、使用軟體模擬的課程以及近期結合 3D 平台的虛擬實境課程；本研究提出虛實整合的運算思維課程，擷取實體操作課程與虛擬實境課程雙方的優點，從空間思維與運算思維兩方面學習，提高學生的 STEM 職業興趣。

二、 研究目的與待答問題

本研究主要目的，在於探討虛實整合的運算思維課程，對國小學生的 STEM 職業興趣的影響，以及探討空間思維與運算思維對 STEM 職業興趣的影響。

待答問題為：

- (一)在虛實整合的運算思維課程後，學生的 STEM 職業興趣是否有顯著差異？
- (二)空間思維與運算思維的訓練，對學生的 STEM 職業興趣的提昇是否相關？

貳、 文獻探討

一、STEM 職業興趣

根據研究調查，國小與國中生處於發展態度和信念的關鍵階段，但是一些學生早從國小階段就對科學失去興趣(Keeley, 2009)，小學生在參與 STEM 領域專業的實做活動時，可以獲得更多的科學知識和 STEM 興趣(Maltese & Tai, 2011)，因此國中小是推廣與發展 STEM 職業興趣的重要階段(Christensen et.al, 2014; Knezek et.al, 2012; Maltese & Tai, 2011)。

二、空間思維能力

不同的 STEM 學科有不同的空間思維能力需求(Newcombe & Shipley, 2015)，STEM 教學的歷程中，經常需要內在動態的思考，因此任何針對內在動態空間思維的訓練設計，都可以視為對 STEM 學習有最有直接的關係(Taylor & Hutton, 2013)。虛擬實境的課程設計能協助低空間思維能力的學生理解特定空間概念(Lee & Wong, 2014)，在沉浸式的虛擬實境環境裡，能提供更好的空間感知(Paes, Arantes, & Irizarry, 2017)，有助於學習者理解高空間思維需求的內容。

三、運算思維

運算思維 (Computational Thinking, 簡稱 CT) 是指在解決問題時所產生的一連串認知過程(Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2016)。K-12 的運算思維學習以序列、循環、並行化、事件、條件與運算子等運算概念為基礎進行與運算思維相關的學習任務(Brennan & Resnick, 2012)，藉由積極參與程式設計的學習歷程，學生可以掌握運算思維的概念(Sáez-López, Román-González, & Vázquez-Cano, 2016)。

綜上所述，在未來不管是資訊從業人員，又或者是一般民眾，運算思維都將會是一項不可或缺的能力，空間思維能力又是 STEM 與運算思維不可或缺的基本能力。在臺灣，即將上路的十二年國教，多採用讓學生們利用簡單易學的視覺化程式設計語言，創作屬於自己的數位故事和遊戲，藉以提高運算思維能力。

四、實體操作與虛擬實境的運算思維工具

雖然運算思維可以與各科目結合，但是多數的教師仍然偏好使用程式設計來進行運算思維課程，(Lye & Koh, 2014; Zhong, Wang, Chen, & Li, 2016)。結合微處理器如 arduino、micro:bit，配合各種感測器來提昇運算思維學習動機與成效的課程常見於運算思維的課程(Martín-Ramos et al., 2018)，且利用大量且豐富的數位工具進行問題的探究，使學生對能使用資通訊設備的職業產生極大的興趣與渴望(Duran, Höft, Lawson, Medjahed, & Orady, 2014)。

使用軟體如 Scratch 進行數位故事和遊戲的創作也是常見的運算思維教學，相較於 2D 的 Scratch，在虛擬實境下進行運算思維學習，有助於對空間思維能力的提昇，也可以帶給學習者更多逼真且安全的體驗，更加豐富的虛擬素材能激發學生創作的動力，提昇學生對資訊媒體的熟練度，以及對運算思維的學習興趣。

本研究想要開發實體操作與虛擬實境運算思維課程，探究虛實整合後的課程是否同時具備，實體操作課程時學習者操作設備所產生的高度興趣，與虛擬實境課程對空間思維與學習興趣的提昇；利用這樣的課程設計對於運算思維與空間思維的改變，能否引發學生產生更高的 STEM 職業興趣。

參、研究方法與設計

一、研究工具

本研究使用之研究工具有五，分別敘述如下

(一) micro:bit 教學平台

本研究使用英國與微軟推廣的微處理器 micro:bit 搭配線上編輯平台 makecode editor 進行編輯，micro:bit 內建多種感測器與 5X5 LED 燈，程式的寫入流程簡單，可以排除硬體與韌體燒錄的問題，讓學生專注在運算思維課程同時，又能與硬體達到互動效果。

(二) CoSpaces 教學平台

本研究使用線上 3D 運算思維學習平台 CoSpaces，使用故事與遊戲的設計為基礎，讓學生在豐富的 3D 情境下進程式設計與在沉浸式虛擬實境情境下體驗成果，同時進行空間思維與運算思維的訓練。

(三) 教學網站

本研究根據三組實驗組所進行的教學，使用 Google site 分別架設學習網站，提供學生以 gif 動態影片拆解學習歷程的每一個學習步驟，讓學生能根據網站內容進行自學。

(四) STEM 職業興趣量表

本研究使用由(Peterman, Kermish-Allen, Knezek, Christensen, & Tyler-Wood, 2016)開發的 STEM 語意問卷與職業興趣量表[CIQ]作為 STEM 職業興趣測量工具，STEM Semantics Survey 的 Cronbach's alpha 值在.85-.95 間，共 25 題，使用對比語意形容詞來蒐集受測者對 STEM 興趣與態度；CIQ 是 5 點李克特式態度工具共 13 題，Cronbach's alpha 值在.70-.93 間，可以有效測量受試者的 STEM 職業興趣。

(五) 空間推理測驗

本研究採空間推理測試 [SRI](Ramful, Lowrie, & Logan, 2017)，共 30 題 Cronbach's alpha = 0.849，進行心像旋轉、空間定位與空間可視化等三種構面的測量，來分析空間思維能力與運算思維及 STEM 職業興趣之關係。

(六) 運算思維測驗

本研究採 Computational Thinking Test(CTt)共 28 題，Cronbach's alpha = 0.793~0.80 (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017)，包含運算思維程式設計 7 面向，可以有效測驗受測者運算思維發展水平。

二、 研究設計與實施

本研究採準實驗法，採立意取樣隨機分組的方式，以臺北市四所學校五年級，共 8 個班級 202 位學生為實驗對象，分為三組進行實驗教學如表 1 所示。

表 1：參與研究各組學生統計表

		組別			
		虛實整合組	虛擬實境組	實體操作組	總計
性別	男性	22	43	40	105
	女性	19	46	32	97
總計		41	89	72	202

本研究設計不等組前測-後測設計，前後測採用 STEM 職業興趣量表、空間

推理測驗與運算思維測驗作為測量工具，期間進行二階段運算思維課程實驗處理如表 2 所示。

表 2：實驗設計

	前測	實驗處理	後測
虛實整合組	O1	X1X2	O2
虛擬實境組	O3	X3X4	O4
實體操作組	O5	X5X6	O6

說明：

O1 表示虛實整合組前測、O3 表示虛擬實境組前測、O5 表示實體操作組前測
 O2 表示虛實整合組後測、O4 表示虛擬實境組後測、O6 表示實體操作組後測
 X1X2 表示虛實整合組進行 2 階段課程、X3X4 表示虛擬實境組進行 2 階段課程、X5X6 表示實體操作組進行 2 階段課程

實驗課程根據分組提供虛擬實境與實體操作的課程內容，分為兩階段設計，各階段提供相同的主題與運算思維內容給學童，如表 3 所示。

表 3：教學實驗流程

週次	實驗階段	虛實整合組	虛擬實境組	實體操作組	活動時間
第 1 週	前測	STEM 職業興趣量表、空間思維測驗與運算思維測驗			1 節
第 2-5 週	主題一	Micro:bit1：序	CoSpaces1：序	Micro:bit1：序	4 節
		列、loop、事件觸發。	列、loop、事件觸發。	列、loop、事件觸發。	
第 6-9 週	主題二	CoSpaces2：變	CoSpaces2：變	micro:bit2：變	4 節
		數、隨機數、if/else	數、隨機數、if/else	數、隨機數、if/else	
第 10 週	後測	STEM 職業興趣量表、空間思維測驗與運算思維測驗			1 節

肆、結論與建議

本研究於前測資料分析結果發現，空間思維與運算思維的相關 $r = .493$ ，有中等程度正相關，代表空間思維越高者與運算思維也會有好表現；STEM 職業興趣與運算思維的相關 $r = .256$ ，有低度正相關，代表 STEM 職業興趣高分者其運算思維分數可能會高分，STEM 職業興趣與空間思維無顯著相關；但本研究之假設為實驗後空間思維與運算思維的改變 STEM 職業興趣的關係，所以待後測之後將在進行更多的分析。

另外在前測的分項中發現，受試者數學興趣與空間思維的心向旋轉的關係 $r = .189$ ，以及空間思維的空間定位的關係 $r = .182$ ，代表空間思維的這兩個向度與數學興趣有低度正相關；空間思維的空間可視化與自然科學興趣的相關 $r = .193$ ，接近中度正相關；代表作答學生對於 STEM 職業興趣量表中自然科學與數學熟悉，能合理作答，但是對於工程、技術與職業三個子向度較為陌生，未來在測驗題上須給予更清晰的說明與引導。

表 4-1 micro:bit 組後測成對樣本 t 檢定

	平均數	標準差	標準錯誤平均	95% 差異數的信賴區間		df	顯著性	
				下限	上限			
空間思維前測-後測	-1.79167	5.19734	.61251	-3.01298	-.57035	-2.925	71	.005
運算思維前測-後測	-1.94444	3.69579	.43555	-2.81291	-1.07598	-4.464	71	.000
STEM語意學前測-後測	2.16000	26.4529	3.05452	-3.92627	8.24627	.707	74	.482
職業興趣前測-後測	.22667	8.45109	.97585	-1.71775	2.17109	.232	74	.817

在 micro:bit 組前後測成對樣本 t 檢定，空間思維能力與運算思維的成績有顯著差異，但是 STEM 職業興趣相關的語意學與職業興趣測驗並無顯著差異。