

運算思維量表發展之研究

The Study of Developing a Computational Thinking Scale

陳彥君¹ 劉遠楨²

CHEN, YEN CHUN¹ 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 : andream0918@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

本研究主要目的為編製一份適合國中學生使用的運算思維量表。根據文獻探討建構出運算思維的架構：包括抽象化、演算法思維、拆解、模式辨識、平行化、數據資料處理共六個面向構念，檢測國中學生運算思維能力；並比較不同背景(性別、年齡、學校地區與家庭經濟狀況等變項)的國中學生在運算思維能力上的差異性。本研究以國內國中學生為受試者，先對 215 位學生進行預試後，決定以項目分析和因素分析作為運算思維量表的因素和指標，並完成量表的編製、常模建立、信效度之研究。本研究以國內國中為樣本，以研究者自行編製之「運算思維量表」作為工具，透過問卷調查研究法針對國內國中學生為對象進行正式施測，共回收 532 份問卷，包括紙本問卷及線上問卷，以項目分析、探索性因素分析及驗證性因素分析來建構本研究之量表。

本研究結果可分為以下三部分：(一) 本研究建構之所提出的「運算思維量表」理論量表模式與觀察資料具有良好之適配度；(二) 本研究建構之「運算思維量表」具有良好的建構效度；(三) 本研究建構之「運算思維量表」具有良好的建構信度。最後，根據研究結果為運算思維量表的發展提出建議，協助教師了解國中學生運算思維能力程度，並提供未來的研究者參考。

關鍵字：運算思維、運算思維量表、抽象化、演算法思維

Abstract

The main purpose of this study is to compile a computational thinking scale that is suitable for students in the country. Based on the literature review, we have constructed a framework for computing thinking: including abstraction, algorithmic thinking, decomposition, pattern recognition, parallelization, and data processing. We have a total of six constructs oriented to test the thinking abilities of secondary school

students; and compare different backgrounds (sex differences in the ability of thinking between students of junior high schools, ages, school districts, and family economic conditions. In this study, subjects of domestic middle school students were selected. After a preliminary test of 215 students, it was decided to use project analysis and factor analysis to determine the factors and indicators of the computational thinking scale, and to complete the preparation of the scale, establish the norm, and Validity study. This study uses the domestic country-centered sample as a tool, and conducts formal surveys targeting domestic students and middle school students through a questionnaire survey method. The questionnaire has collected 532 questionnaires, including paper-based questionnaires. On-line questionnaires were constructed using project analysis, exploratory factor analysis, and confirmatory factor analysis to construct the scale of this study.

The results of this study can be divided into the following three parts: (1) The theoretical scale model and observation data of the “operational thinking scale” proposed by this study have a good fit; (2) the “operational thinking” of this research construction The "scale" has a good construct validity; (3) The "operational thinking scale" constructed by this study has a good construction reliability. Finally, based on the results of the study, the author proposes suggestions for the development of the computational thinking scale, assists teachers in understanding the degree of computing thinking ability of the junior high school students, and provides references for future researchers.

Keywords : Computational thinking, Computational thinking scale, Abstraction, Algorithmic thinking

壹、緒論

本研究的目的是發展一份檢測學生運算思維能力的量表，研究者針對運算思維進行文獻探討後，找出運算思維有哪些構念(construct)，再依據構念意涵發展量表問題，編製具有信度與效度的量表，期能對教育相關人員檢測學生運算思維能力有所助益。

一、研究背景與動機

二十一世紀是資訊發展迅速的時代，在數位資訊爆炸的今日，電腦與各式行動裝置的研發與應用日新月異，在這個時代成長的孩子被稱為 D 世代 (digital generation)(Roberts, 2010)或「數位原住民」(digital native) (Kirschner, & De Bruyckere, 2017)，會應用數位工具是基本能力，會發展符合自身需求的數位工具更是新時代的趨勢；世界各地教育潮流開始強調學會寫程式的重要性，期望透過過程式教育讓學生具備基本運算思維能力(Wing, 2006)。

運算思維是二十一世紀人類應具備的基本能力 (Özgen et al., 2017)，運算思維與現代人的關係密不可分，多數人已身處其中，受其影響至深而未特別察覺。本研究欲探討運算思維(computational thinking)的概念，檢視運算思維的定義、內涵與構念，將其構念發展為一份運算思維量表，建立量表測試人們是否具備運算思維能力及具備的運算思維程度為何，提供相關教育人員參考運用。

二、研究目的與待答問題

(一) 研究目的

1. 藉由文獻探討，整合運算思維(CT)的定義與內涵，選擇本研究欲探討的運算思維主要構念。
2. 將選擇的運算思維主要構念發展為具有信度與效度的運算思維量表。
3. 運算思維在不同性別、年齡、學校地區與家庭經濟狀況等變項是否具有差異性。

(二) 待答問題

1. 本研究發展之運算思維量表構念選擇是否適切？
2. 本研究發展之運算思維量表是否具有信、效度？
 - (1) 本研究發展之國小及國中運算思維量表項目分析表現品質狀況為何？
 - (2) 本研究發展之國小及國中運算思維量表具有代表性因子為何？
 - (3) 本研究發展之國小及國中運算思維量表之品質狀況？
3. 運算思維在不同性別、年齡層及教育程度是否具差異性？

貳、文獻探討

一、運算思維意涵

運算思維不是一個新概念，自 20 世紀 60 年代以來，在電腦科學領域就已經強調此項重要技能 (Denning, 2009; Grover & Pea, 2013)。1960 年代時期，Alan Perlis 認為，所有學科的大學生都需要學習編寫程式和「運算理論」(computational theory) (Guzdial, 2008)。運算思維發展至今，對於運算思維的定義與內涵，甚或運算思維相對應的能力，不同學者有不盡相同的見解。有學者認為運算思維是運用電腦解決問題的能力，也有學者認為運算思維是培養像電腦科學家一樣的思考能力(Wing, 2006; Grover & Pea, 2013)，所謂像電腦科學家一樣的思考能力意味著不僅能夠寫程式且能在多個抽象層面上進行思考(Wing, 2006)。儘管運算思維包含了對於電腦和電腦程式設計至關重要的概念，但它是一個更廣泛的術語，其中包括一個綜合問題表示，預測和抽象化的問題解決框架 (NRC, 2008; Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas, & Clark, 2013)。

二、運算思維構念

本研究將各種對於運算思維定義與內涵歸納整合選擇出六種運算思維的主

要構念，是最多學者們共通認為運算思維構成的關鍵概念，也是運算思維最能夠應用至電腦科學以外的各種領域的核心精神，包括六項：抽象化(abstraction)、演算法思維(algorithm thinking)、拆解(decomposition)、模式辨識(pattern recognition)、平行化(parallelization)、數據資料處理(data progressing)。

參、研究方法與程序

本研究以國內國中學生為受試者，先對 215 位學生進行預試後，決定以項目分析和因素分析決定運算思維量表的因素和指標，並完成量表的編製、常模建立、信效度之研究。本研究以國內國中學生為樣本，以研究者自行編製之「運算思維量表」作為工具，透過問卷調查研究法針對國內國中學生為對象進行正式施測，共回收 532 份問卷，包括紙本問卷及線上問卷，以項目分析、探索性因素分析及驗證性因素分析來建構本研究之量表。

肆、結論與建議

本研究結果可分為以下三部分：(一) 本研究建構之所提出的「運算思維量表」理論量表模式與觀察資料具有良好之適配度；(二) 本研究建構之「運算思維量表」具有良好的建構效度；(三) 本研究建構之「運算思維量表」具有良好的建構信度。最後，根據研究結果為運算思維量表的發展提出建議，協助教師了解國中學生運算思維能力程度，並提供未來的研究者參考。

參考文獻

- 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(1), 48-54.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Educations*, 72, 145-157.
- Chen, G., Shen J., Cohen B. L., Jiang, S., Huang X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Educations*, 109, 162-175.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30. doi:10.1145/1516046.1516054.
- Durak, H. Y., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Educations*, 116, 191-202.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.

doi:10.3102/0013189X12463051

Korkmaz, Ö ., Ç akir, R., & Ö zden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569.

Roberts R. M. (2010). *The Digital Generation and Web 2.0: E-Learning Concern or Media Myth?* Las Vegas, NV: University of Nevada.

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18, 351-380.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35.

