

從工匠精神到智造未來：一所傳統工業學校的 AI 轉型與 STEAM 實踐行動研究

From Industrial Craftsmanship to AI Future:

An Action Research on STEAM Transformation in a Traditional Technical School

梁紹倫

香港仔工業學校(慈幼會)

SLLEUNG@ATS.EDU.HK

【摘要】在全球教育數位化轉型的浪潮下，傳統工業學校如何在此典範轉移中，既保留「動手做」(Learning by doing)的優良傳統，又有效融合人工智慧(AI)與新興科技，是當前教育界的重要議題。本研究以香港仔工業學校(Aberdeen Technical School, ATS)為個案，採用行動研究法(Action Research)，探討其如何透過「校本STEAM課程」與「全方位學習活動」的有機結合，構建具備工業4.0特質的創科教育生態系統。本研究收集了2019至2025年間的會議紀錄、初中各級學習歷程檔與成效數據，並透過「計畫—行動—觀察—反思」的螺旋循環不斷修正教學變量。結果顯示，透過縱向的螺旋式課程階梯(中一震子昆蟲、中二數據水火箭、中三AI辨識系統)與橫向的跨學科協作，能有效提升學生的運算思維與工程素養。針對大會主題「何以為界」，本文亦深入剖析了在引入生成式AI時，學校如何守住倫理與價值觀教育的界線。研究證實，該模式不僅顯著提升了學生的國際比賽表現(如Robofest、Idea contest、創意思維世界賽等等)，更在「香工小導師」計畫中證實了同儕教學對學生自信心與後設認知能力的正面影響。

【關鍵字】螺旋式課程；行動研究；人工智慧教育；STEAM實踐；跨科協作

Abstract: Amidst the wave of global digital transformation in education, a crucial issue in contemporary education is how traditional industrial schools navigate this paradigm shift, both preserving the excellent tradition of "Learning by doing" and effectively integrating artificial intelligence (AI) with emerging technologies. This study, taking Aberdeen Technical School (ATS) as a case study, employs action research methodology to explore how it constructs an innovative education ecosystem with Industry 4.0 characteristics through the organic combination of "school-based STEAM curricula" and "whole-person learning activities." The study collected meeting minutes, junior secondary learning portfolios, and effectiveness data from 2019 to 2025, and continuously refined teaching variables through a "plan-act-observe-reflect" spiral cycle. Results show that through a longitudinal **spiral curriculum** ladder (Secondary 1 vibration insects, Secondary 2 data water rockets, Secondary 3 AI recognition systems) and horizontal interdisciplinary collaboration, it can effectively enhance students' computational thinking and engineering literacy. Addressing the conference theme "Where is the Boundary?", this paper also deeply analyzes how schools maintain the boundaries of ethics and values education when introducing generative AI. The findings confirm that this model not only significantly improves students' performance in international competitions (e.g., Robofest) but also positively impacts students' self-efficacy and metacognition through the "Little Tutors" peer-teaching program.

Keywords: Spiral Curriculum; Action Research; AI in Education; STEAM Education; Interdisciplinary Collaboration

1. 前言

1.1. 研究背景與動機 隨著生成式人工智慧（GenAI）與物聯網（AIoT）技術的飛速發展，教育場域正經歷前所未有的重構。GCCCE 2026 大會主題「AI 時代的教育：何以可用、何以為界、何以可能」精準指出了當前教育工作者的核心挑戰。對於擁有深厚工業背景的學校而言，挑戰在於如何將傳統的「技能訓練」升級為「智能創新」，避免學生淪為技術的被動使用者。

香港仔工業學校（ATS）作為一所秉承慈幼會（Salesian）精神的百年工業學校，擁有「動手做」的深厚傳統。面對工業 4.0 的衝擊，學校確立了「優化校本 STEAM 課程」與「發展智能科技」的戰略目標（學校發展計劃，2020）。本研究旨在透過行動研究，檢視 ATS 如何將 AI 元素融入傳統工科課程，並探討此過程中的教學策略、實施成效及倫理邊界之界定。

1.2. 研究問題 本研究聚焦於以下三個核心問題：

1. 何以可用：傳統工科學校如何利用 AI 工具重塑 STEAM 課程，以提升學生的技術實作能力？
2. 何以為界：在引入先進 AI 技術時，如何確保價值觀教育（如倫理、國安、隱私）的邊界不被逾越？
3. 何以可能：基於數據驅動的教學反思與評估，如何促進教師專業發展與課程的持續優化？

2. 理論架構與課程設計

2.1. 建構主義與創客教育 本研究的課程設計深受 Papert(1980)的建構主義影響，主張學習發生在學生主動建構可視化作品的過程中。ATS 的課程設計從實體機械（震子昆蟲）到虛擬代碼（AI 模型訓練），體現了從「具象操作」到「抽象思維」的認知發展路徑。

2.2. 設計思維與工程循環 在 STEAM 教育中，工程設計循環是整合科學知識與技術實作的關鍵。依據 Wing (2006) 對運算思維的定義，本研究分析 ATS 如何將「同理心、定義、發想、原型、測試」的設計思維步驟融入課程，這與傳統僅側重「模仿製作」的工科教學有顯著區別。

2.3. AI 倫理與價值敏感設計 針對大會主題「何以為界」，本研究引入價值敏感設計（Value Sensitive Design, VSD）的概念。教育不僅是技術的傳授，更是價值觀的傳遞。在 AI 教育中融入國家安全、數據隱私及社會責任的討論，是確保技術向善的關鍵（UNESCO, 2024）。

3. 研究方法

3.1. 研究設計 本研究採用行動研究法（Action Research），透過「計劃—行動—觀察—反思」的循環螺旋，不斷優化教學實踐。研究期程涵蓋 2019 學年至 2025 學年，當中每一個學年進行檢討及優化。

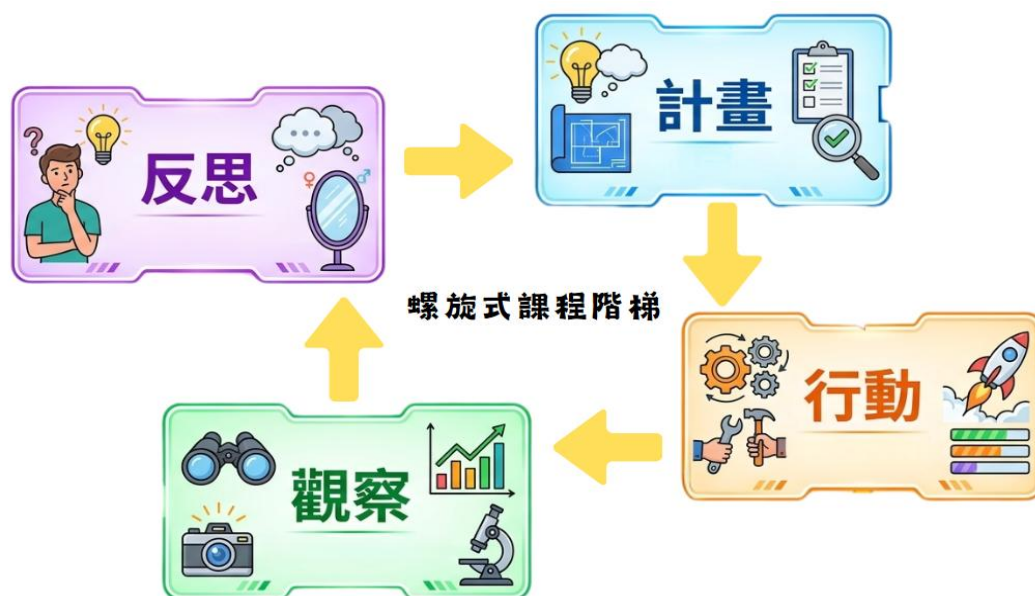


圖 1

3.1.1. 計劃 (Plan)

- 規劃課程專題與目標：根據年級和核心概念（如中一的美學與機械、中二的定量數據分析、中三的智能創造），確定具體的課程專題和教學目標。
- 規劃跨科協作模式：決定各學科在專題中的角色和協作方式（如 VA, DT, Science; Science, Math, ICT），確保資源和知識的有機融合。

3.1.2. 行動 (Act)

- 實施具體的課程活動：在課程活動中實施數據採集和技術工具的應用，讓學生成為技術的使用者。
- 鼓勵參與外部活動：推動學生參與國際比賽和活動，提供實際展示和挑戰的機會。

3.1.3. 觀察 (Observe)

- 收集多樣的成效數據：從各個方面收集數據，包括會議紀錄、學生的學習歷程檔、採集的數據、反思日誌，以及國際比賽表現。
- 驗證與分析數據：對收集到的數據進行驗證和分析。

3.1.4. 反思 (Reflect)

- 分析成效，識別問題：根據數據分析結果，反思課程和教學的優缺點，識別出教學問題（如成效數據中識別出學生編程不足、跨科時間衝突）。
- 動態調整教學模式：反思教學模式的動態調整（例如從反思中識別問題、協同教學的行動），並評估新的教學模式和外部資源的成效。

3.2. 資料收集與分析 資料來源包括：

- 文件分析：系統分析 STEAM 委員會會議記錄（2019-2025）、周年報告、財政預算案、課程大綱，以及逾 15 份正式會議紀錄。
- 學生作品：收集及隨機抽樣分析學生的「STEAM 學習歷程檔案 (Portfolio)」，包含設計草圖、程式碼及反思日誌。

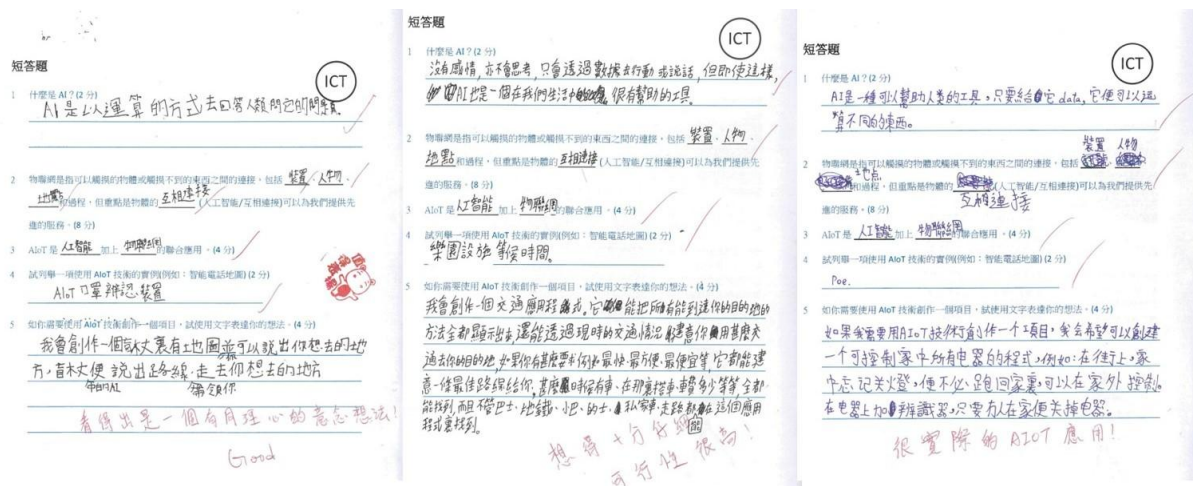


圖 2 成效數據：分析學生參與校內外比賽（如 Robofest、水火箭比賽）的量化成績及參與人數統計。

4. 校本課程設計與實踐

ATS 的 STEAM 課程採用「螺旋式上升」原則，橫跨初中三年，結合資訊科技 (ICT)、設計與科技 (DT)、科學 (Science) 及視覺藝術 (VA) 進行跨學科協作。

4.1 基礎概念層 中一級：美學與機械的融合——震子機械昆蟲

課程起點聚焦於具體操作。透過視覺藝術科設計外型，設計與科技科完成組裝，科學科講解，讓學生在動手做的過程中初步建立「能量轉換」的基礎認知。

透過在學園生活「探索」、「觀察」、「記錄」，冀望學生能夠關心及愛護大自然環境，培養愛護動植物的態度，從而愛惜自然。

設計

設計一

簡化形狀

設計二

簡化形狀

科學實驗

綜合各組的實驗結果：
使用下列方法充電 10 秒，放電時間如下：

組別	震子昆蟲放電時間(s)	
	鋰電池	太陽能板
第 1 組	391.7	80.7
第 2 組	302	21
第 3 組	242.5	22
第 4 組	380.5	32
第 5 組	391.2	42
第 6 組		
平均放電時間(s)	322.8	60.5

結論：
在相同的充電時間下，以「太陽能板 / 鋰電池」充電的震子昆蟲的放電時間較長。1 分
因此，以「太陽能板 / 鋰電池」充電的效能較好。1 分
可能，這種能源的供應量有限而會造成污染問題。1 分
而，太陽能板 是不會耗盡的。1 分
因此，社會有發展 太陽能板 的需要。1 分

國家安全教育
• 國家安全中心及科學教育、社會和經濟發展委員會

圖 3

課程目標：激發興趣，培養基礎手作與美學設計能力。

實施細節：

- 跨科整合：視覺藝術科 (VA) 教授「簡化造型」理論，引導學生觀察昆蟲特徵並繪製草圖；設計與科技科 (DT) 教授 CorelDraw 繪圖軟體及雷射切割技術；科學科 (IS) 講解能量轉換（電能轉動能）及偏心輪原理。
- 技術演進：從傳統手工切割轉型為數位製造 (Digital Fabrication)，學生需親手焊接電路，體現工匠精神。

價值融入：2024 年課程優化中加入了「國家安全資源要素」，引導學生在設計選材時思考資源永續與環境保護。

4.2 數據應用層 中二級：數據驅動的物理探究——智能水火箭

在第一層的基礎上，引入更複雜的變數控制與數據分析。除了學習「作用力與反作用力」，學生必須運用數學三角比及科技設備（如 iPad 或 Micro:bit 內建感應器）進行精確的數據採集與高度運算，使工程實踐由「具體組裝」上升至「數據量化分析」。

課程目標：從定性觀察轉向定量分析，引入物聯網（IoT）與數據素養。

實施細節：

- 傳統與創新：在利用作用力與反作用力原理製作水火箭的基礎上，根據《2023-2024 STEAM 委員會會議紀錄》，課程引入 Micro:bit 結合高度與加速度感測器。
- 數據分析：學生不再僅憑肉眼判斷飛行高度，而是需匯出感測器數據，繪製飛行軌跡圖表，並結合數學科的三角比（Trigonometry）知識驗證飛行數據。這標誌著教學從「經驗導向」轉向「數據導向」。

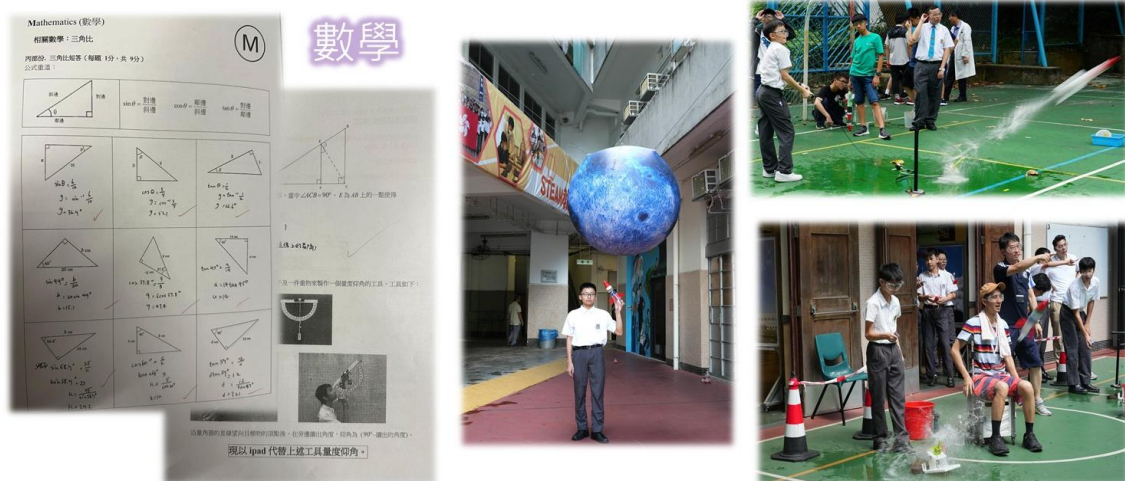


圖 4

4.3 智能創造層 中三級：AI 賦能的社會創新——AI 影像辨識系統

課程進階至最頂層的解決問題與系統整合。學生需運用前兩年累積的數位製造能力，結合高階的機器學習演算法與程式編寫，構建能解決實際問題的 AI 裝置（如人面或口罩辨識），實現從傳統技術到智能創造的螺旋升華。

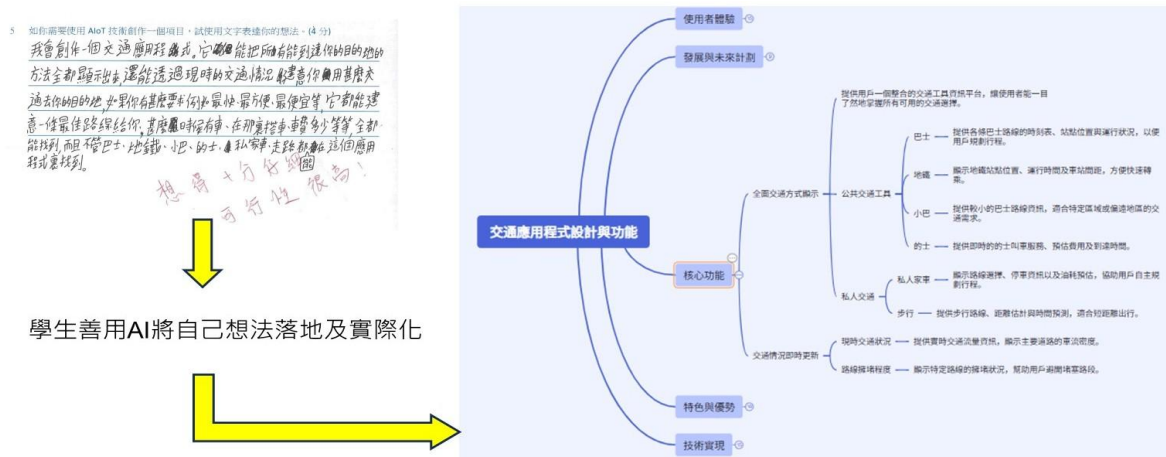


圖 5 課程目標：解決真實世界問題，探討 AI 的可用性與倫理邊界。

實施細節：

- 技術應用：課程由初期的「口罩偵測」（回應 COVID-19）演變為更廣泛的「AI 影像辨識」。學生使用 Teachable Machine 進行機器學習模型的訓練，理解監督式學習（Supervised Learning）原理，並利用 Tinkercad 設計 3D 外殼，結合 HuskyLens 進行實作。

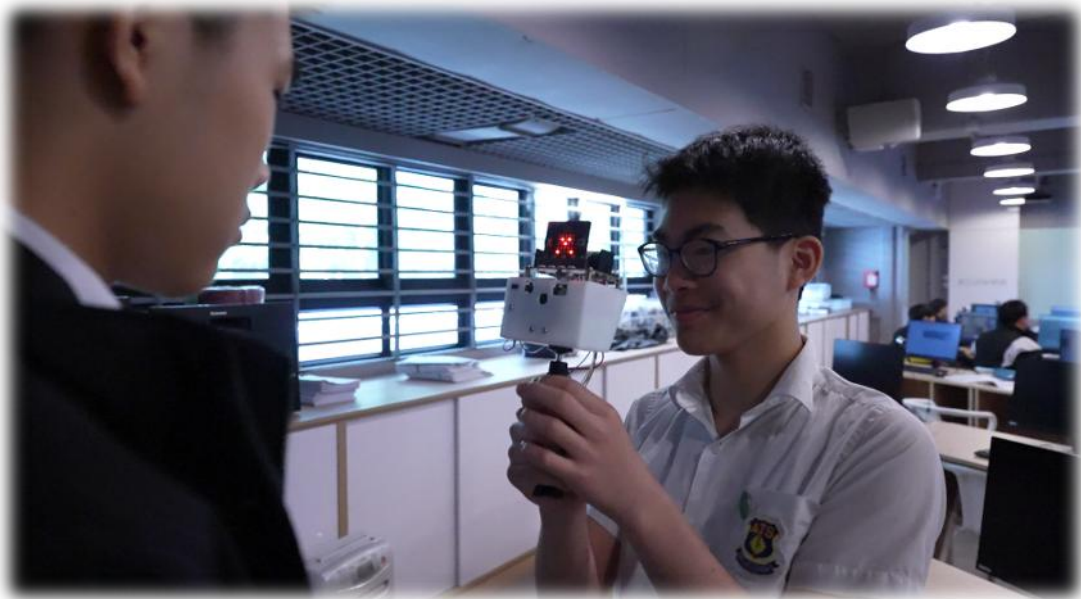


圖 6

- 倫理思辨：依據《2024-2025 會議紀錄》，課程特別增設「人工智慧安全」單元，討論人臉辨識數據的隱私權問題，引導學生反思科技監控與個人自由之間的平衡，體現「何以為界」的教育思考。

5. 實施成效與討論

5.1 量化成效：競賽表現與技能提升 根據《2023-2024 STEAM 委員會周年報告》，學生在多项高水平賽事中斬獲殊榮，證明了課程的有效性：

- Robofest 機械人大賽：學生展現了高階的編程邏輯與機械結構設計能力，獲得國際級獎項。
- IMXpo 賽車金獎：體現了工程實踐與空氣動力學知識的綜合應用。
- 大灣區青少年人工智能及網絡安全挑戰賽：驗證了學生在 AI 倫理與網絡安全方面的認知水平。

5.2 質性觀察：「香工小導師」與角色轉變 透過分析學生的活動反思表，研究發現「香工小導師（Little Tutors）」計劃對學生的自信心有顯著提升。在帶領小學生進行「熊貓 AI 藝術工作坊」時，學生從知識的接收者轉變為傳授者。一位中二學生反思道：「當我教會小學生如何訓練 AI 模型時，我才真正理解了機器學習的運作原理。」這印證了「教學相長」的教育理論，也顯示了全方位學習活動對學生軟實力（溝通、協作）的培養。

5.3 教學反思與動態調整 透過行動研究的循環，教學團隊不斷優化課程。例如，會議記錄顯示，教師團隊曾識別出「學生編程能力不足」與「跨科合作時間表衝突」的問題。隨後的行動循環中（2022-2023），學校引入了 Semtron FPGA 電子工程培訓與 Una 平台，並調整課時安排，讓 ICT 科與 DT 科在同一專題上進行協同教學，成功解決了技術門檻與行政障礙。

6. 討論：「界」與「可能」

6.1 何以可用：AI 工具的實踐效能 本研究發現，低代碼（Low-code）AI 工具極大降低了技術門檻，使初中生亦能掌握 AI 應用的核心邏輯。然而，硬體的維護與更新仍是挑戰。學校透過申請「奇趣 IT 識多啲」及優質教育基金（QEF），成功引入機械臂與無人機足球設備，示範了資源整合的重要性。

6.2 何以為界：堅守價值觀教育的防線 ATS 在推動 AI 教育時，並未盲目追求技術先進性。透過將天主教教育核心價值與國家安全教育元素融入課程（如中三級的 AI 安全討論），學校為技術應用劃定了倫理邊界。這回應了 GCCCE 對於 AI 時代教育倫理的關注，強調科技應服務於人的需求，而非取代人的價值。

6.3 何以可能：傳統工校的轉型圖景 ATS 的案例揭示了傳統工業教育在 AI 時代的無限可能。透過將「工業 4.0」概念引入校園（如「香工科研 4.0」小組），學校成功將舊有的「鉗工、木工」技能轉化為「數位製造、智能控制」能力。這證明了「動手做」的傳統並非包袱，而是通往 AI 實踐的最佳橋樑。

7. 結論與建議

本研究透過對香港仔工業學校的深入剖析，證實了在傳統技術教育基礎上疊加 AI 與 STEAM 元素的有效性。其成功關鍵在於：(1)課程的縱向連貫性，確保技能螺旋上升；(2)價值觀的引導，為技術應用劃定倫理邊界；(3)社群的建立，透過「大哥哥計劃」傳承知識。針對未來發展，本研究建議：

1. 重視「實物操作」的不可替代性：在虛擬模擬氾濫的今天，保留實體構建的環節對於培養物理直覺至關重要。
2. 倫理教育前置化：AI 倫理應是必修課，需融入每一次的技術實作中。
3. 建立可持續的師資培訓機制：鼓勵教師跨科備課與持續進修，是課程持續創新的動力源。

參考文獻

- Aberdeen Technical School. (2020-2025). *Annual Reports of STEAM Committee*.
- Aberdeen Technical School. (2024). *Meeting Minutes of STEAM Committee (1st, 2nd, 3rd Sessions)*.
- Hong Kong Education Bureau. (2023). *Module on Artificial Intelligence for Junior Secondary Level*.
- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- UNESCO. (2024). *Guidance for generative AI in education and research*.