

應用 iBeacon 與智慧分組機制探討互動式學習平台之設計

Design of an Interactive Learning Platform Integrating iBeacon and Smart Grouping Mechanisms

王馨雅¹, 余旻勳², 江岷恆³, 吳婕⁴, 黃淑賢⁵

臺灣勤益科技大學資訊管理系

⁵shuhsien@gm.ncut.edu.tw

【摘要】 在智慧教室與教育數位轉型趨勢下，傳統課堂管理方式面臨點名耗時、分組效率低與互動不足等問題。雖然行動學習與位置型服務（Location-Based Service, LBS）已被廣泛應用於教育場域，但多數研究僅聚焦單一功能，缺乏整合式教學管理機制。本研究整合 iBeacon 技術與行動裝置，設計一套具備自動點名、即時任務派發與智慧分組功能之互動式學習平台，並以 40 名大學生為對象進行實證分析。研究結果顯示，點名時間由平均 8 分鐘縮短至 40 秒內，任務平均回覆率達 95%，72% 學生表示專注度提升，81% 認為課堂互動顯著改善。研究顯示整合式智慧教室設計可同時提升行政效率與學習動機，並展現 LBS 技術於教育應用之發展潛力。

【關鍵字】 iBeacon；智慧學習；行動學習；智慧分組；課堂互動

Abstract: Traditional classroom management often suffers from inefficient attendance processes and limited interaction. While mobile learning and location-based services (LBS) have been applied in education, most studies focus on single functions rather than integrated classroom management. This study develops an interactive learning platform integrating iBeacon technology with three core features: automatic attendance, real-time task dispatch, and smart grouping. An empirical study involving 40 undergraduate students was conducted. Results show significant improvements in attendance efficiency, interaction rate, and learning motivation. The findings highlight the pedagogical value of integrating LBS into smart classroom environments.

Keywords: iBeacon, Smart Learning, Mobile Learning, Smart Grouping, Classroom Interaction

1. 前言

在多人班級的高等教育課程中，教師需同時兼顧教學互動與行政管理。然而，傳統課堂管理模式仍以紙本點名與人工分組為主，不僅耗時，亦可能降低教學流暢度與學生參與動機。特別是在強調合作學習與即時回饋的教學環境中，行政流程往往成為影響教學品質的重要隱性成本。

近年行動學習（Mobile Learning）與智慧教室（Smart Classroom）概念逐漸成熟，但現有研究多聚焦於數位教材推播或即時測驗工具，對「課堂管理機制整合」之探討仍相對有限。換言之，多數系統強化了學習內容傳遞，卻未有效解決教師在出席管理與合作學習安排上的負擔。

因此，本研究試圖回應以下研究問題：

位置型服務（LBS）是否可有效優化課堂出席管理流程？、即時任務派發機制是否能提升課堂互動強度？、智慧分組機制是否有助於合作學習公平性與效率？

本研究整合 iBeacon 技術與智慧分組演算法，建構一套兼具行政效率與教學互動功能之整合式學習平台，並透過實證研究驗證其教學效益。

2. 相關文獻

2.1. 行動學習與即時互動理論

行動學習 (Mobile Learning) 強調學習活動不受時間與空間限制，並透過行動裝置促進即時互動與情境參與。依據情境學習理論 (Situating Learning)，學習若能嵌入真實情境並結合即時回饋，將有助於提升學習動機與認知投入程度。近年研究指出，行動裝置的即時推播與互動功能可提升學生課堂參與度與注意力集中程度，尤其在大班制教學環境中更具顯著效果。然而，多數行動學習應用仍著重於教材數位化或課後補充資源，對於課堂即時管理與互動流程整合之探討仍相對不足。當課堂行政流程（如點名或分組）佔用過多教學時間時，即便導入數位工具，仍可能削弱學習沉浸感。因此，如何將行動學習機制延伸至課堂管理層面，成為智慧教室設計的重要議題。本研究即嘗試將行動互動與課堂管理整合，以強化教學流暢度與參與密度。

2.2. 位置型服務於教育應用

位置型服務 (Location-Based Service, LBS) 透過裝置定位與情境辨識技術，提供即時且情境化的資訊回饋。在教育場域中，LBS 常被應用於校園導覽、博物館學習導航與出席管理等情境。iBeacon 作為低功耗藍牙 (Bluetooth Low Energy, BLE) 技術之一，具備低成本部署、無感觸發與高即時性等特性，相較於 QR Code 或 RFID 技術更能減少使用者操作負擔。過去研究多聚焦於 iBeacon 在出席管理或單一推播功能上的應用，證實其可提升行政效率並降低代簽風險。然而，現有文獻較少探討 LBS 與教學互動設計之整合模式，亦缺乏將定位技術延伸至合作學習與任務管理之應用。本研究因此以 LBS 為核心技術，將其整合至多功能教學平台，以探索其在智慧教室整合設計中的實務價值。

2.3. 合作學習與分組公平性

合作學習理論指出，小組成員組成方式將直接影響學習參與度與成果品質。若小組能力分布過於集中，可能導致高能力學生承擔過多任務，而低能力學生參與度降低。過去研究顯示，條件式分組（如依成績或學習風格分配）較隨機分組更能促進均衡參與與正向互動。然而，在實際教學情境中，教師常因時間限制而採隨機或自行選組方式，導致分組效率與公平性難以兼顧。智慧分組機制若能透過演算法進行最佳化配置，將有助於降低能力差距並提升合作效能。然而，目前相關研究多集中於線上學習環境，對於實體課堂中結合位置辨識與動態分組之探討仍相對不足。本研究即基於合作學習理論，設計條件式分組演算法，以提升課堂合作公平性與整體學習品質。

3. 系統設計

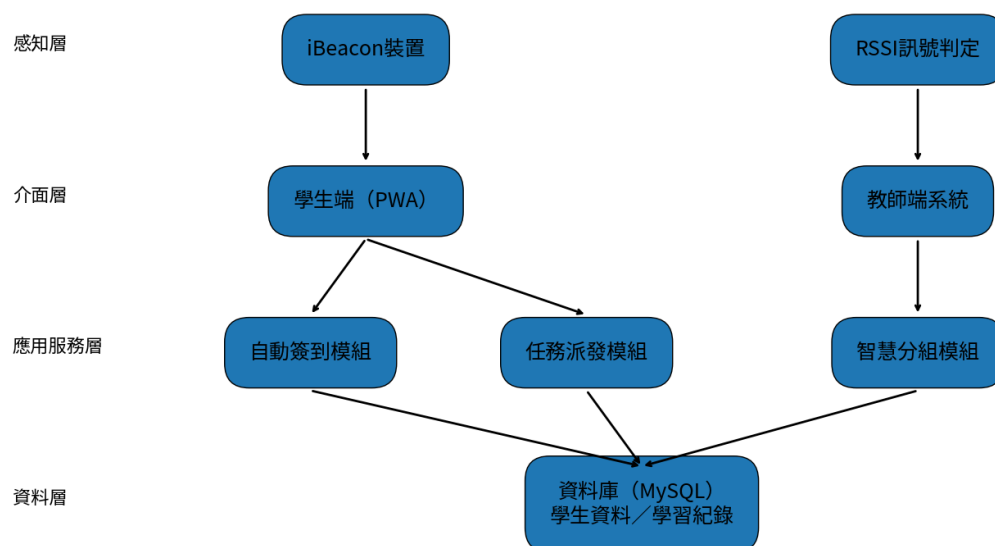
3.1. 設計理念與整合架構

本研究之系統設計並非僅為技術實作，而是以「降低行政負擔以提升教學互動密度」為核心設計理念。根據智慧教室發展趨勢，教學科技的價值不應僅體現在工具層面，而應促進教學流程優化與學習參與提升。因此，本系統採整合式設計思維，將出席管理、任務互動與合作學習三項功能置於同一平台架構中，以避免多系統切換造成之教學斷裂。

整體架構採三層式設計, 包括: 感知層(Perception Layer)、應用服務層(Application Layer)、互動介面層 (Interface Layer) 感知層負責透過 iBeacon 訊號偵測學生裝置進入教室範圍, 並以訊號強度與時間閾值進行雙重驗證, 以降低誤判率。應用服務層負責資料驗證、任務派發控制與分組演算法運算。互動介面層則提供教師與學生即時操作環境, 確保教學流程不中斷。此架構之設計目標在於實現「無感簽到、即時互動、動態分組」三項功能整合, 提升教室整體運作效率。

圖 1

系統架構圖



3.2. 自動點名機制設計

傳統課堂點名方式通常需耗費大量教學時間, 且容易因人工操作產生代簽或誤記等問題, 進而影響出席紀錄之準確性。為解決此問題, 本研究導入 iBeacon 低功耗藍牙技術進行位置辨識, 建構自動化課堂簽到機制。

本研究中, iBeacon 設備部署於教室固定位置, 設定訊號廣播範圍約為 X 公尺。學生透過行動裝置接收 Beacon 訊號, 系統依據 RSSI (Received Signal Strength Indicator) 訊號強度判斷學生與 Beacon 之距離, 當訊號强度高於設定門檻且持續時間達指定秒數時, 即判定學生已進入教室範圍並完成簽到程序。

相較於以 QR Code 或人工掃描為基礎之點名方式, iBeacon 技術具備無接觸式偵測之優勢, 學生無需進行額外操作即可完成簽到, 有效降低課堂操作負擔並減少排隊或操作錯誤所造成之干擾。此外, 為提升系統資料之可靠性, 本研究於簽到流程中加入時間驗證機制與重複訊號排除邏輯, 以避免重複簽到或誤判情形發生。

透過上述設計, 本系統不僅能有效縮短課堂點名所需時間, 亦可減少教學流程中斷, 使教師能更專注於課程內容與教學活動之進行, 進而提升整體教學效率。

3.3. 即時任務派發與回饋機制

為提升課堂互動密度並促進學生即時參與, 本研究設計即時任務派發模組。教師可於教學過程中透過系統發布各類型學習任務, 學生透過行動裝置進行即時作答, 系統則自動彙整

學生回應並以視覺化方式呈現答題分布情形，使教師能即時掌握整體學習狀況，因此，本模組不僅供課堂互動功能，作為教師進行教學決策的工具。

圖 2

iBeacon 即時任務派發系統操作介面

學生	作答題數	答對題數	答對率
王小明	3	2	66.7%

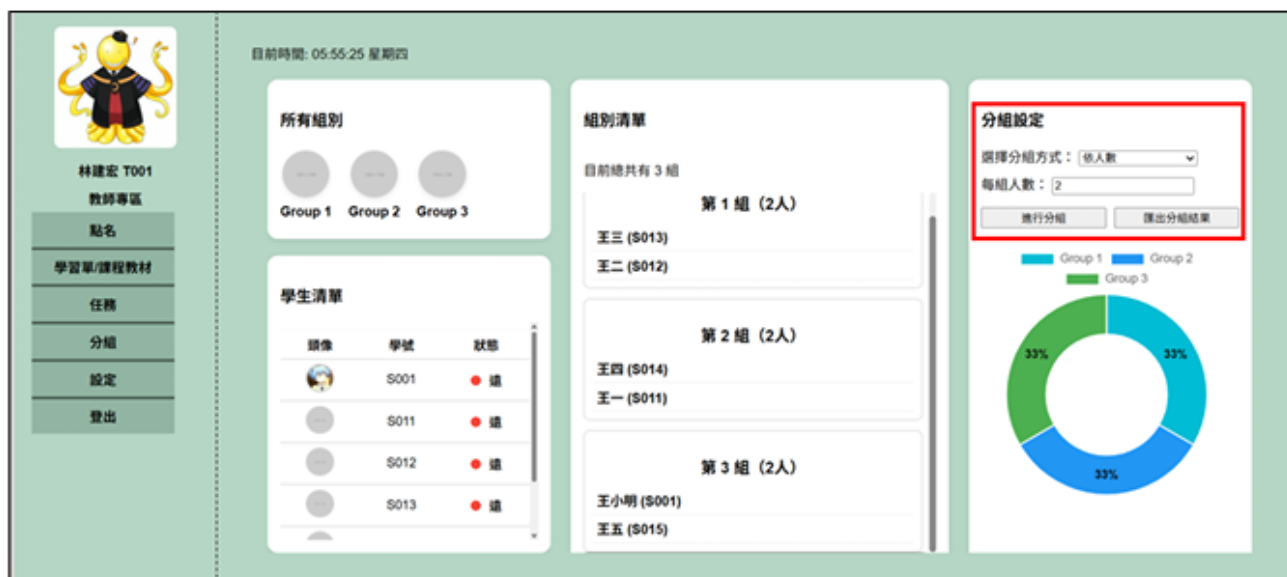
3.4. 智慧分組演算法設計

合作學習之成效往往受到小組組成方式影響。若採用隨機或人工分組，容易造成能力集中或性別比例失衡，進而影響學習公平性與合作品質。為改善此問題，本研究設計智慧分組演算法，透過條件式分組機制自動產生學習小組。

本分組機制採用條件式權重分配策略，依據學生過往學習成績、性別比例及教師自訂條件進行配置。系統先進行能力分級（如高、中、低），並在分組過程中考量人數限制與比例條件，透過加權計算進行最佳化分配。其流程包括：蒐集學生基本資料、進行能力分群、設定分組條件，並透過演算法完成最佳化分組與結果輸出。透過此機制，不僅可降低能力集中現象，亦能減少教師人工分組負擔，提升小組合作之公平性與學習成效。

圖 3

iBeacon 智慧分組功能操作介面

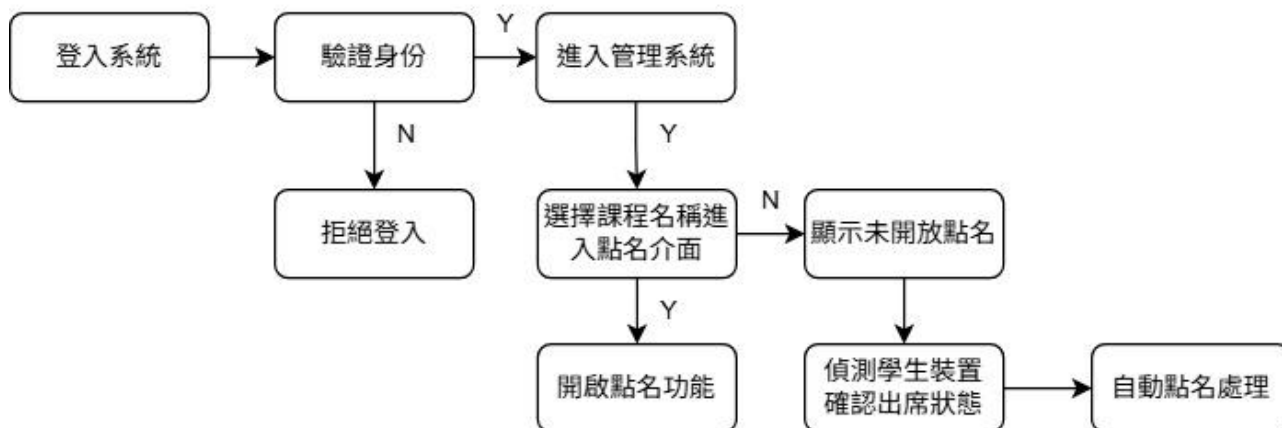


3.5. 教學流程整合設計

本系統設計強調教學流程之整合與連續性。透過 iBeacon 自動簽到、即時任務派發與智慧分組等功能模組，系統可協助教師在課堂中進行管理與互動活動。課前教師可建立課程與學習任務；課中學生透過行動裝置完成簽到、參與任務與小組活動；課後系統則自動彙整學生學習紀錄與參與數據，提供教師進行後續教學分析。透過此整合流程，本系統不僅提供技術功能，更重新定義課堂管理與學習互動之整體運作模式。

圖 4

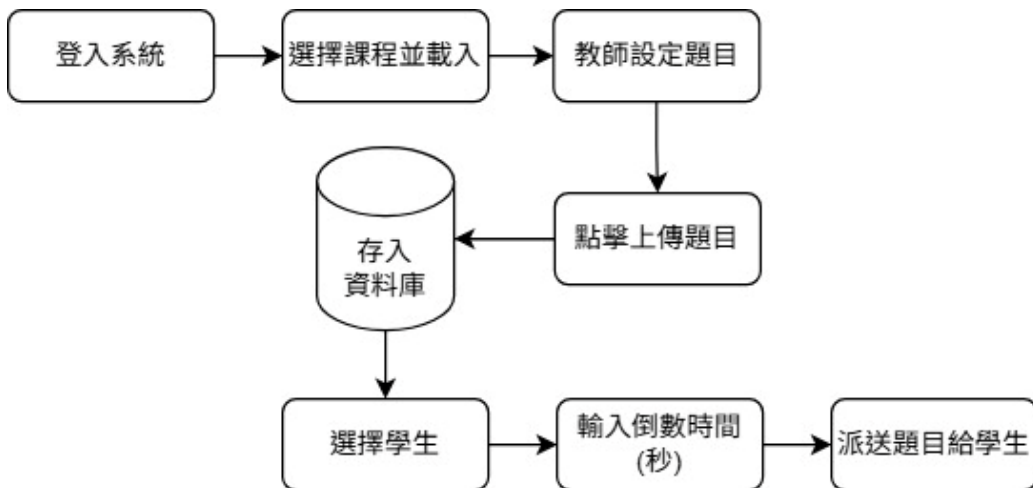
自動點名流程圖



如圖 4 所示，自動簽到流程由學生登入系統開始，系統首先進行身份驗證。當驗證成功後，使用者即可進入管理系統並選擇對應課程進入簽到介面。若該課程尚未開放簽到，系統會顯示未開放狀態；當教師開啟簽到功能後，系統會透過 iBeacon 訊號偵測學生裝置位置並確認出席狀態，最後自動完成簽到處理。透過此流程，系統能有效減少人工點名所需時間，並提升出席紀錄之準確性。

圖 5

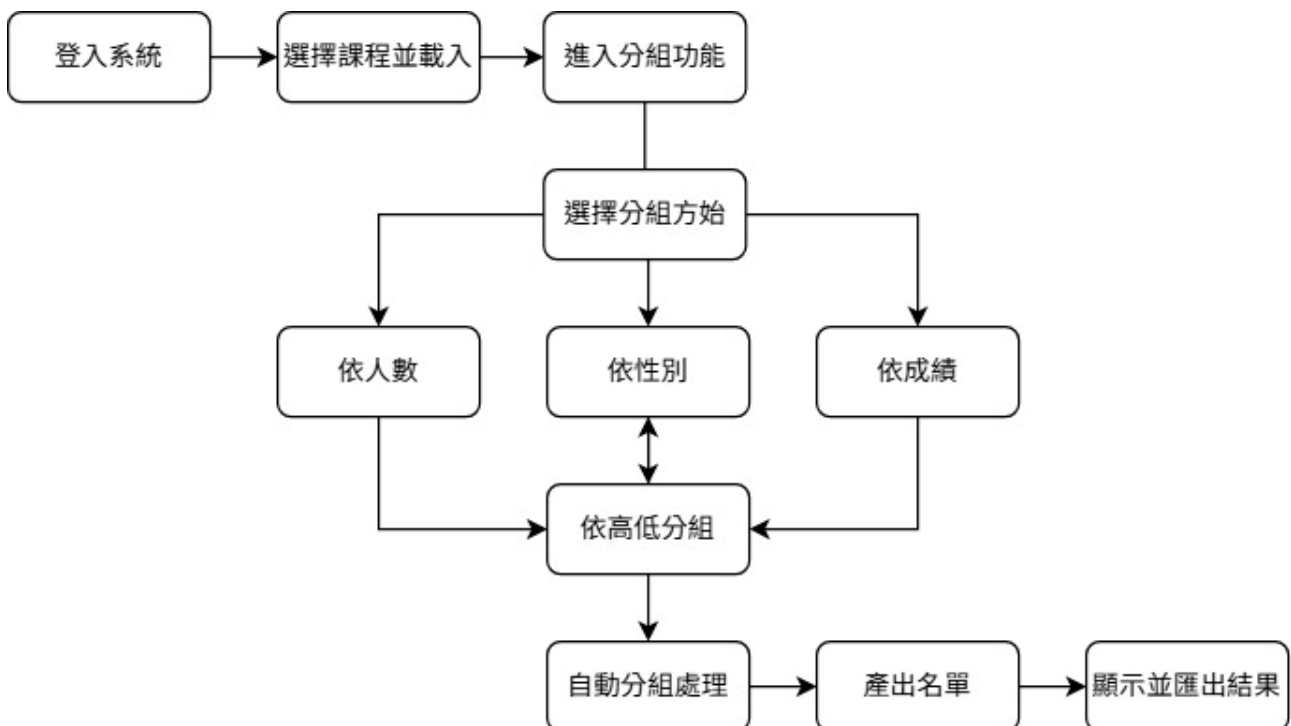
任務派發流程圖



如圖 5 所示，即時任務派發流程由教師登入系統並選擇課程開始。教師可於系統中設定題目並上傳至資料庫，接著選擇學生或指定學習對象，並設定作答倒數時間。系統完成設定後，任務將即時派發至學生裝置，使學生能在課堂中立即作答。此機制可協助教師快速掌握學生理解情形，並透過即時回饋調整教學節奏，以提升課堂互動與學習成效。

圖 6

智慧分組流程圖



如圖 6 所示，智慧分組流程首先由教師登入系統並選擇課程進入分組功能。教師可依據課堂需求設定分組條件，例如依人數、性別或學習成績進行分組。系統透過演算法進行條件式分配，使各組成員在能力結構上保持相對均衡。完成分組後，系統將自動產生分組名單並顯示結果。透過此機制，教師能快速完成分組安排，並促進小組合作學習之公平性與互動品質。

4. 研究方法

4.1. 研究設計與研究情境

本研究採準實驗設計，於同一門大學課程中比較傳統課堂管理模式與導入整合式智慧教室平台後之差異。研究場域為某科技大學資訊管理系必修課程，參與學生共 40 人。為降低樣本差異對研究結果之影響，本研究以同一群學生為對象，進行前後比較分析。

實驗教室具備穩定無線網路環境，並於教室內部署多點 iBeacon 裝置，以確保訊號覆蓋範圍與定位穩定性。所有學生皆使用個人智慧型手機參與研究，並於正式實驗前完成系統操作說明與測試，以避免技術熟悉度影響後續數據結果。

4.2. 研究流程與資料蒐集

本研究歷時四週。第一週採用傳統紙本點名與人工分組方式，紀錄點名所需時間與課堂互動情形，作為基準資料。第二至第三週導入本研究之整合式平台，啟用自動點名、任務派發與智慧分組功能，持續蒐集相關數據。第四週於課程結束後施測學習動機量表，並進行教師半結構式訪談。

行政效率以每堂課完成點名所需時間（秒）作為衡量指標；課堂互動則以任務回覆率與平均作答時間為觀察變項；學習動機則採用 Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) 之動機構面題項，使用 Likert 五點量表進行測量。本研究量表 Cronbach's α 值為 .87，顯示具良好信度。

量化資料採描述統計與配對樣本 t 檢定進行分析，顯著水準設定為 $\alpha = .05$ ；質性訪談資料則透過主題分析法整理教師觀點，以補充量化結果。

5. 研究結果

表 1

iBeacon 系統各構面平均數與標準差

構面	平均數 (M)	標準差 (SD)
學習參與	4.65	0.48
學習效率	4.55	0.52
系統易用性	4.48	0.50
課堂互動	4.40	0.57
整體滿意度	4.50	0.46

研究結果顯示，學生對 iBeacon 系統整體評價偏高，各構面平均分數皆高於 4 分。其中「學習參與」平均值最高 ($M = 4.65$)，顯示系統能有效促進學生課堂參與；「學習效率」平均為 4.55，反映學生認為系統有助於提升學習效率。「系統易用性」與「課堂互動」平均值分別為 4.48 與 4.40，顯示系統操作介面與互動機制具有良好使用體驗。此外，「整體滿意度」平均為 4.50，顯示多數學生對本系統持正向評價。

表 2

學習動機前後測之配對樣本 t 檢定

變項	平均數	標準差	t 值	p 值
前測	3.41	0.52		
後測	3.89	0.47	6.83***	.000

註：* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

為檢驗 iBeacon 系統導入對學生學習動機之影響，本研究採用配對樣本 t 檢定比較系統使用前後之差異。如表 2 所示，學生學習動機之前測平均數為 3.41 (SD=0.52)，後測平均數為 3.89 (SD=0.47)。統計結果顯示，前後測之間存在顯著差異 ($t=6.83$, $p<.001$)，顯示在導入 iBeacon 系統後，學生的學習動機顯著提升。此結果說明，透過 iBeacon 技術結合課堂互動與學習活動設計，能有效提升學生的課堂參與程度與學習投入情形，進而促進整體學習動機的提升。

致謝

本研究承蒙國家科學及技術委員會補助計畫（計畫編號：NSTC 114-2410-H-167-007）之經費支持，謹此致謝。

參考文獻

- 王大明 (2016)。行動學習於高等教育之應用與挑戰。《教育科技研究》，22(3)，45–67。
- 張淑華、李俊宏 (2018)。智慧教室之設計與實作：以行動裝置為基礎。《資訊教育研究》，10(2)，23–41。
- 鄭淑芬、黃家明 (2020)。藍牙低功耗技術於智慧校園之應用。《資訊管理學報》，31(1)，55–72。
- Ally, M. (2009). *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*. Athabasca University Press.
- Alqahtani, S., & Rajab, H. (2020). The effectiveness of mobile learning in higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 157, 103956.
- Chen, L., & Roe, P. (2022). A BLE-assisted student attendance and analytics framework for smart classrooms. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100050>
- Faragher, R., & Harle, R. (2014). Location fingerprinting with Bluetooth low energy beacons. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 33(11), 2418–2428.
- García-Reinoso, J., Carmona, E. J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Educational applications of IoT and BLE technologies: A systematic review. *Sensors*, 23(15), 6655. <https://doi.org/10.3390/s23156655>
- Griffiths, S. (2019). Exploring beacon use cases in teaching and learning. *Sustainability*, 11(15), 4005. <https://doi.org/10.3390/su11154005>
- Gómez, R., & García-Pablos, A. (2020). Beacon-based interactivity and learning feedback in mobile learning environments. *Interactive Learning Environments*, 28(6), 701–717. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1628692>
- Kukulska-Hulme, A., & Traxler, J. (2005). *Mobile learning: A handbook for educators and trainers*. Routledge.

- Li, Y., Sun, W., & Ho, K. (2023). A BLE-based personalized push notification strategy for improving learning participation. *Educational Technology Research and Development*, 71, 1121–1140. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10215-8>
- Lin, C.-H., Chen, Y.-M., & Chang, Y.-F. (2022). Using Bluetooth beacon technology for attendance monitoring in higher education classes. *IEEE Access*, 10, 114628–114637. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3203497>
- Neelakantan, A., Satpute, P., Shinde, P., & Devang, T. M. (2025). AIoT based smart education system: A dual layer authentication and context-aware tutoring framework (Preprint). *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2510.26999>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). University of Michigan.
- Santos, H., Coutinho, C., & Boticario, J. (2020). Understanding student engagement in mobile learning applications using BLE sensors. *Computers in Human Behavior*, 109, 106348. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106348>
- Song, X. (2023). A literature review on the application of iBeacon in education settings. *International Journal of Vocational and Technical Education Research*, 9(4), 40–44.
- Xu, M., Yu, Z., & Li, J. (2024). A BLE-based context learning approach for real-time participation and feedback in smart classroom. *Smart Learning Environments*, 11(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00256-7>