

以 IDC 理論為導向之家庭閱讀成長森林：結合生成式 AI 與多模態指標的親子共讀系統原型設計

Family Reading Growth Forest: An IDC Theory–Driven Prototype Design of a Parent–Child Shared Reading System Integrating Generative AI and Multimodal Indicators

馮莞棋^{1*}，洪暉鈞²，陳德懷³

¹²³ 臺灣中央大學 網路學習科技研究所

*fwc571004@gmail.com

【摘要】 學校端 MSSR 有助於建立學生在校閱讀規律，但延伸至家庭情境後，常因時間壓力、引導策略不足與數位分心而中斷。為回應此困境，本研究提出「家庭閱讀成長森林」系統原型，以 IDC 理論為設計基礎，結合生成式 AI 與多模態指標，將共讀歷程轉化為森林成長的視覺化體驗。透過專注約束、口說回應紀錄、閱讀多樣性回饋與果實化提問建議，支援親子互動並降低家長引導門檻，並以班級公有森林摘要連結家庭與學校情境。本文進一步說明系統設計、互動流程與原型介面，作為後續系統實作與實證研究基礎，並期望為科技支持之家庭閱讀與家校連動設計提供可行方向。

【關鍵字】 家庭共讀；學習分析；IDC 理論；生成式 AI；多模態指標

Abstract: MSSR helps students develop reading routines at school, yet these routines often break down at home due to time pressure, limited guidance, and digital distractions. To address this issue, this study proposes the Family Reading Growth Forest prototype, grounded in IDC theory and integrating generative AI with multimodal indicators to visualize shared reading as forest growth. Through focus support, oral response records, diversity feedback, and fruit-based question prompts, the system supports parent–child interaction, lowers parental guidance barriers, and connects home and school contexts through a class forest summary. This paper presents the system design, interaction flow, and prototype interface as a foundation for future implementation and empirical research.

Keywords: Family Shared Reading, Learning Analytics, IDC Theory, Generative AI , Multimodal Indicators

1. 緒論

1.1 研究背景

學校端持續推動身教式持續安靜閱讀(MSSR, Modeled Sustained Silent Reading)等活動，能在課堂情境中提供穩定的閱讀時間與氛圍，協助學生建立在校的自主閱讀習慣。然而學生回到家庭後，閱讀行為常因為時間壓力、家長引導不足與現代數位化的影響而導致中斷，使得家庭共讀難以穩定維持。當家庭端缺乏持續的支持時，學生容易形成「在校閱讀者」而非「終身閱讀者」，導致學校端與家庭端之間的閱讀習慣出現中斷。

此外，家庭共讀雖有助於兒童語言發展、閱讀理解與親子互動(Bus et al., 1995)，但家長常常會面臨引導困難，而教師也較難掌握學生的家庭閱讀歷程，形成家校閱讀的資訊落差。此外，家庭閱讀不只需要持續進行，也應關注閱讀內容是否足夠多元；若長期集中於

特定類型文本，將可能限制兒童閱讀經驗的廣度。隨著教育科技、學習分析與生成式人工智慧的發展，家庭閱讀支持系統將可能由單純紀錄工具進一步成為引導、回饋與家校連動功能兼具的學習支持設計(Ochoa & Worsley, 2016; Kasneci et al., 2023; Hernández-Leo et al., 2025)。

1.2 研究動機與研究缺口

本研究的動機來自於學校閱讀延伸至家庭後容易中斷的現象。學校雖然可以透過 MSSR 建立學生的閱讀規律，但若是缺乏家庭端的延續與支持，學生仍難以形成長期且穩定的閱讀習慣(Bus et al., 1995; Merke et al., 2024)。此外，家庭共讀的困難不只是在於是否閱讀，更在於如何互動。許多家長雖然知道共讀的重要性，卻缺乏具體可行的提問與引導策略(Wood et al., 1976; Whitehurst et al., 1994)，使共讀品質與持續性受到限制。因此，若能引入生成式 AI 作為輔助性提問支援工具(Kasneci et al., 2023; Hernández-Leo et al., 2025)，提供低負擔且可直接使用的引導建議，將有助於降低家長的參與門檻，並提升共讀互動的可行性與品質。

而現有閱讀支持系統多偏重閱讀紀錄或事後分析，較少從家庭共讀的持續性、互動性與視覺化體驗出發進行整體設計，家校之間也缺乏低負擔且不具監控感的閱讀回饋機制。此外，若僅以單一行為資料呈現家庭共讀歷程，往往難以完整反映投入、互動與閱讀多樣性，因此需要結合多模態指標作為輔助，以支撐更具情境性與可理解性的回饋設計。本研究提出「家庭閱讀成長森林」系統原型，期望透過森林成長隱喻、生成式 AI 提問支援、多模態指標與摘要化班級回饋，提供兼具家庭可行性、家長引導支援與家校連動的共讀支持方案。

1.3 研究目的

本研究提出一套以 IDC 理論作為基礎、結合生成式 AI 與多模態指標之「家庭閱讀成長森林」親子共讀系統原型，以回應家庭閱讀難以延續、家長引導門檻高、閱讀內容過於集中及家校閱讀難以連動等問題。其中，生成式 AI 主要作為輔助性提問支援工具，多模態指標則用以補充共讀歷程中的投入與互動資訊。具體研究目的如下：

- (1) 提出家庭閱讀成長森林之系統原型設計，將共讀歷程轉化為視覺化學習體驗。
- (2) 結合生成式 AI 與多模態指標，支援家長引導與親子共讀互動。
- (3) 納入閱讀多樣性回饋設計，協助家庭覺察並拓展閱讀廣度。
- (4) 說明系統互動流程與原型介面，作為後續系統實作與優化基礎。
- (5) 探索班級公有森林的摘要設計，作為家校閱讀支持的連結方式。

基於上述研究背景與目的，本文聚焦於家庭閱讀成長森林系統之設計理念、互動流程、原型介面，以及後續評估與應用的可能性。

2. 文獻探討

2.1 家校閱讀與閱讀習慣延伸

學校端的 MSSR（身教式持續安靜閱讀）等活動，可透過固定時段與自行選擇閱讀題材協助學生建立在校閱讀規律；然而，閱讀行為能否延續至家庭情境，仍高度依賴家庭端的共讀頻率與互動品質。家庭閱讀相關後設分析指出，親子共讀與家庭閱讀介入對兒童語言與讀寫能力發展具有穩定正向的影響(Bus et al., 1995)；近期研究也顯示，若在閱讀活動中加入選書支持或互動機制，較可能促進閱讀動機與行為持續(Merke et al., 2024)。因此，若家庭端缺乏可持續的支持設計，校園閱讀成效容易在家庭情境中中斷，凸顯了家校連動設計的重要性。

2.2 鷹架理論與對話式共讀的提問支援

鷹架理論指出，學習者在尚未能自主完成任務時，透過暫時性支持可逐步內化策略並提升能力(Wood et al., 1976)。在家庭共讀情境中，對話式閱讀透過結構化提問流程與提問類型，能有效促進兒童的口語表達與理解能力(Whitehurst et al., 1994)。這顯示家庭共讀的關鍵不僅在於閱讀頻率，更在於家長是否具備可以直接使用的提問與引導策略，因此將提問鷹架融入共讀後的回饋設計，是可以被支持的。

2.3 悅趣化學習、IDC 理論與長期行為維持

悅趣化學習與遊戲化學習常被用來提升學生參與度與持續性，相關的研究成果與回饋形式、目標設定以及整體設計密切相關(Deterding et al., 2011; Hamari et al., 2014)。另一方面，IDC(Interest-Driven Creator)理論主張，學習應該由興趣驅動，並透過創造產出與持續循環逐步形成習慣(Chan et al., 2018)；後續的研究也進一步提出創造循環與習慣循環，說明創造行為與日常習慣之間的關係(Chen et al., 2019; Chen & Chan, 2020)。因此，若能將家庭共讀設計為成長意象、互動產出與回饋節奏兼具的體驗，將有助於共讀行為的長期維持。

2.4 多模態分析與生成式 AI 於家校連動中的角色

多模態學習分析指出，語音、表情與行為等多元訊息可以補足傳統行為在呈現學習投入與互動品質上的不足(Ochoa & Worsley, 2016)。然而，在家庭情境中，多模態資料並非每個家庭都能穩定取得高品質資料，因此需透過漸進式設計與保守機制降低不確定性。另一方面，生成式 AI 在教育中可支援個別化引導與回饋，但也需注意回饋的可靠性、偏差風險與隱私保護等限制(Kasneci et al., 2023)。近期研究指出，生成式 AI 有助於將學習分析結果轉化為更容易理解且可行動的回饋形式，前提是需清楚界定其設計適用範圍與使用情境(Hernández-Leo et al., 2025)。因此，本研究將生成式 AI 定位為輔助角色，用以產出低風險並可直接使用的提問鷹架，支援家庭與學校之間的回饋連動。

2.5 小結

綜合上述，家庭閱讀的延續性、家長引導策略支援、長期行為維持，以及生成式 AI 與多模態對回饋生成和理解的支持，皆顯示家庭閱讀支持系統需同時兼顧互動引導、視覺化回饋與家校連動設計。相較於現有多聚焦於共讀互動、閱讀紀錄或單一數位工具應用的做法，本研究進一步整合家長提問支援、閱讀多樣性視覺化、最小必要摘要驅動回饋，以及班級層級的摘要式連動，提出「家庭閱讀成長森林」系統原型，作為結合 IDC 理論、生成式 AI 與多模態指標的家庭共讀支持設計。

3. 系統設計構面與 IDC 理論映射

本研究提出的「家庭閱讀成長森林」系統原型，目的在於回應家庭共讀延續不易、家長引導門檻較高，以及家校閱讀支持難以有效連動等問題。本系統以 IDC 理論為設計基礎，將家庭共讀視為興趣維持、互動產出與習慣養成兼具的連續歷程。因此，本文提出五項核心設計構面，分別對應共讀啟動、投入視覺化、閱讀多樣性、共讀後表達，以及家校摘要回饋等面向，並結合漸進式多模態指標與生成式 AI 支援系統回饋與親子互動。

3.1 核心設計構面與 IDC 理論、指標及 AI 角色之映射

為更清楚說明「家庭閱讀成長森林」系統原型之理論基礎與設計邏輯，圖 1 整理五項核心設計構面與 IDC 理論、代表性指標、系統回饋形式及生成式 AI 角色輔助之映射關係。此處映射不僅對應 Interest、Creation 與 Habit 三個面向，也進一步說明各個構面如何支援家庭共讀歷程中的動機維持、互動產出與習慣養成。

此外，圖中代表性指標主要作為系統回饋與互動設計的依據，並依照漸進式設計原則，優先採用家庭情境中較容易穩定取得的基本行為資料，再視資料條件逐步補充多模態資訊。至於生成式 AI，本文將其定位為輔助性支援工具，主要應用於低風險、可直接使用的提問建議、選書建議與摘要式回饋，用以降低家長引導門檻並支援家校閱讀連動。

圖 1 家庭閱讀成長森林系統原型之理論映射關係圖

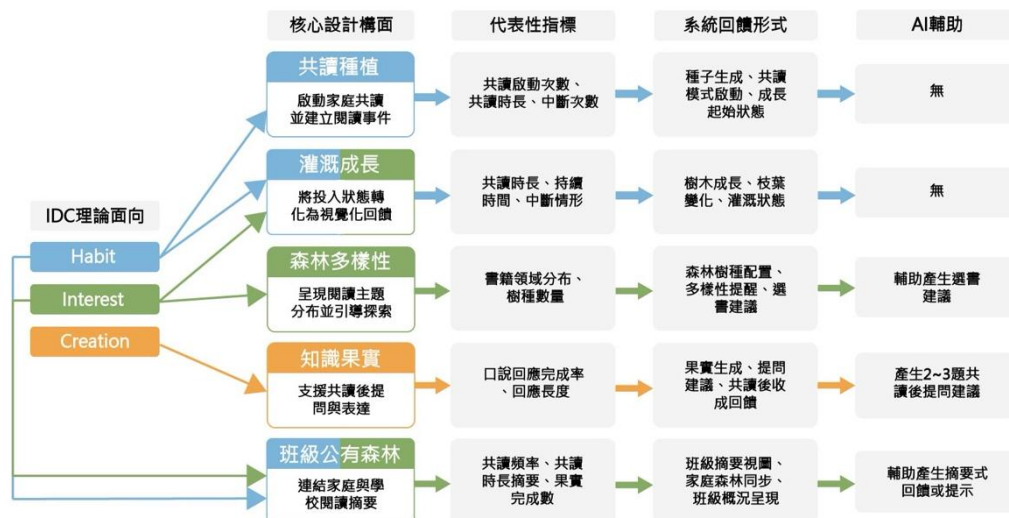


圖 1 說明五項核心設計構面與 IDC 理論面向、代表性指標、系統回饋形式及 AI 輔助角色之對應關係，用以呈現家庭閱讀成長森林系統原型之整體設計邏輯。

3.2 核心設計構面一：共讀種植—專注約束降低數位干擾

「共讀種植」作為家庭共讀之啟動入口，透過選書與啟動共讀事件，將共讀開始轉化為可重複且低門檻的閱讀儀式。主要對應 IDC 理論中的 Habit 面向，強調以穩定且可反覆執行的行動支持家庭閱讀的日常化。代表性指標包括共讀啟動次數、共讀時長與中斷次數，並以種子生成、共讀模式啟動與成長起始狀態作為主要回饋形式。考量家庭情境可能出現的臨時中斷，系統採取暫停而非枯萎的設計，以降低挫折感並維持再次投入的可能性。

3.3 核心設計構面二：灌溉成長—投入與互動的視覺化回饋

「灌溉成長」目的在於將共讀歷程中的投入狀態轉化為視覺化回饋，使家長與孩子能在閱讀過程中感知參與的累積與變化。此構面對應 IDC 理論中的 Interest 與 Habit 面向：一方面，透過可見的成長回饋提升閱讀參與感與持續投入意願；另一方面，透過持續共讀的行為累積，支持穩定閱讀習慣的逐步形成。代表性指標包括共讀時長、持續時間、中斷情形與完成登記狀態，並以樹木成長、枝葉變化與灌溉狀態作為主要回饋形式。在資料條件允許時，系統可進一步納入影音或互動線索等多模態資料，以補充對投入狀態的描寫。

3.4 核心設計構面三：森林多樣性—書籍領域與樹種對應以改善閱讀偏食

「森林多樣性」的設計目的，在於呈現家庭閱讀主題與書籍領域的分布情形，引導家庭逐步拓展閱讀題材，避免長期集中於少數類型而形成閱讀偏食。主要對應 IDC 理論中的 Interest 面向，強調透過主題探索與閱讀延伸維持長期參與動機。代表性指標包括書籍領域分布、樹種數量與多樣性變化，並以森林樹種配置、多樣性提醒與選書建議作為主要回饋形式。於 AI 角色輔助方面，系統可在低風險的前提下輔助產生簡要選書建議，以降低家長選書負擔。

3.5 核心設計構面四：知識果實—共讀後生成式提問鷹架與回饋收成

「知識果實」聚焦於共讀後的提問、回應與表達歷程，目的是將親子互動由閱讀陪伴進一步延伸為可累積的學習產出。主要對應 IDC 理論中的 Creation 面向，透過提問、口

說回應與果實生成，使閱讀後的理解表達成為具體可見的收成歷程。代表性指標包括口說回應完成率與回應長度，並以果實生成、提問建議與共讀後收成作為主要回饋形式。於 AI 角色輔助方面，本研究將生成式 AI 定位為共讀後提問支援工具，產出 2 到 3 題簡短且可直接使用的提問建議，以協助家長降低引導門檻。

3.6 核心設計構面五：班級公有森林—家校回饋入口

「班級公有森林」以摘要化方式連結家庭閱讀與學校情境，使教師能在不介入家庭細節的前提下，理解學生於家庭中的閱讀概況。主要對應 IDC 理論中的 Habit 與 Interest 面向，一方面透過班級層級的支持促進家庭閱讀持續性，另一方面也提升家庭參與的可見性與投入意願。代表性指標包括共讀頻率、共讀時長摘要與果實完成數，並以班級摘要視圖、家庭森林同步與班級概況呈現作為主要回饋形式。於 AI 角色方面，系統將其作為輔助性摘要回饋工具，以降低誤導與標籤化風險。

3.7 生成式 AI 的操作邏輯與風險控制

本研究將生成式 AI 定位為輔助性提問支援工具，主要於共讀後根據書籍領域、閱讀主題與孩子基本資訊，產出 2 到 3 題簡短提問，協助家長進行後續引導。為降低風險，系統透過任務導向提示詞限制 AI 僅生成適合親子共讀情境的問題，題型以文本理解、經驗連結與簡單延伸思考為主，並依學童年級調整語句難度；例如，可設定「請依據國小中年級學童理解能力，針對本次共讀內容產出簡短提問」，生成如「你覺得主角當時的心情是什麼？」。若輸出結果不符合條件，則退回使用預設提問模板。此外，本研究採最小必要摘要原則，避免不必要的原始影音資料直接作為 AI 輸入，以兼顧回饋穩定性與隱私保護。

4. 系統架構與資料流程

4.1 系統整體架構

「家庭閱讀成長森林」系統原型目的在於以低負擔方式支援家庭共讀歷程，並透過最小必要摘要與漸進式多模態指標，逐步擴充系統回饋的深度與完整性。整體架構以一次完整的共讀經驗為核心，依時間序對應閱讀前、閱讀中與閱讀後的三個階段，將家庭端的共讀行為轉化為視覺化成長回饋，並以摘要化方式連結至學校端。

如圖 2 所示，系統於家庭情境中引導家長在閱讀前完成選書並啟動共讀事件；閱讀中透過共讀計時與成長狀態呈現投入歷程；閱讀後則結合收成式登記與提問支援，引導家長與孩子進行簡短口說互動，逐步累積家庭森林的閱讀歷程。過程所產生的摘要資料將同步呈現在班級公有森林中，使教師能在不介入家庭細節的前提下掌握班級層級的閱讀概況，作為家校連動支持的基礎。

圖 2 系統運作示意圖



圖 2 以一次共讀歷程為範例，呈現家庭端共讀啟動、投入視覺化、收成式回饋與家庭森林歷程累積，並將最小必要摘要同步至班級公有森林，以支援家校情境間的連動與理解。

4.2 資料流程與漸進式設計

為兼顧家庭情境中的可行性與系統擴充性，本研究採取以「最小必要摘要」為核心的資料流程設計，如圖 3 所示。於步驟 1「共讀啟動」中，家長完成選書、建立共讀事件，並依照書籍領域對應相應的樹種，作為後續閱讀歷程記錄與森林呈現的起點。於步驟 2「共讀進行」中，系統啟動共讀計時與專注約束，記錄共讀時長與中斷情形以形成可穩定取得的基本行為資料。

於步驟 3「資料蒐集」中，系統將彙整最小必要摘要，包含共讀事件 ID、書籍領域、共讀時長、中斷次數、完成登記狀態與果實完成數，作為後續回饋與同步的主要依據。除了最小必要摘要外，圖中左側所標示之錄音、錄影與互動線索為可選擇的補充來源，唯有家長同意且設備條件允許時啟用，用以補充對共讀投入與互動歷程的描寫。當資料被啟用時，系統預計優先擷取與共讀投入及口語表達相關的低風險特徵，例如口語回應長度、是否完成回應、親子輪替次數，以及回應內容中是否出現相關的情節描述與因果推論等理解線索，作為質性摘要與策略提示之補充依據。相關分析以描述性特徵擷取、關鍵詞線索辨識與規則式判斷為主。

於步驟 4「生成回饋」中，系統依資料條件進行判斷：當僅有最小必要摘要時，提供以行為資料為主的基本回饋；當多模態資料可用且品質穩定時，將提供較完整的擴充回饋；若資料數量或品質不足，則退回保守回饋，以降低誤導風險。最後於步驟 5「呈現與同步」中，系統更新家庭森林狀態，並將摘要化資料同步至班級公有森林，以支援家校層級的低負擔回饋與閱讀概況掌握。

圖 3 家庭閱讀成長森林系統原型之資料流程與回饋層級設計圖

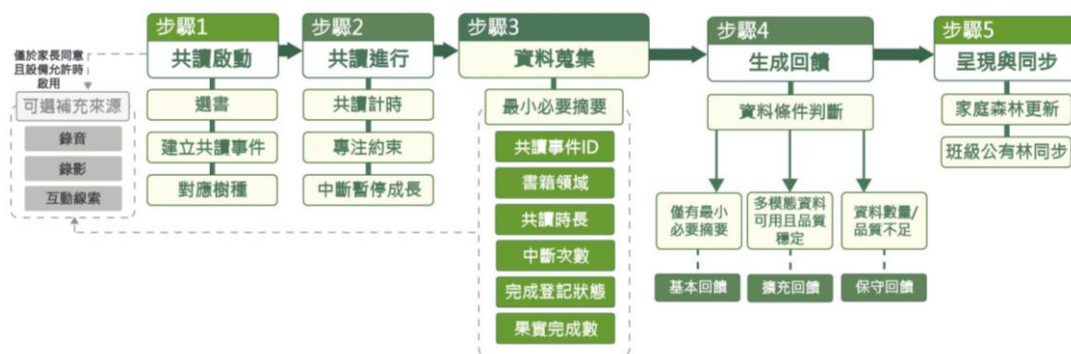


圖 3 呈現家庭閱讀成長森林系統原型之資料流程與回饋層級設計。系統以最小必要摘要為核心，並在資料條件不同的情況下，提供基本回饋、擴充回饋或保守回饋，最後完成家庭森林更新與班級公有森林同步。

4.3 最小必要摘要資料欄位

為避免系統設計過度依賴高成本資料，本研究以最小必要摘要作為家庭共讀回饋與家校同步的核心資料單位。其代表性欄位包含：共讀事件 ID、書籍領域、共讀時長、中斷次數、完成登記狀態，以及果實完成數。上述欄位主要反映家庭共讀的頻率、持續時間、閱讀分布與互動完成情形，可在不涉及複雜原始影音資料的前提下，支撐家庭端成長回饋與班級端摘要呈現。

相較於完整多模態資料，最小必要摘要強調低負擔、可穩定取得與易於同步之特性；錄音、錄影與互動線索等資料則作為選擇性補充來源，僅於家長同意且系統條件允許時啟用，以支援較高層次的互動提示與後續擴充設計。

5. 預期實踐路徑與方法

5.1 預期使用情境與實踐流程

本研究提出之「家庭閱讀成長森林」系統原型，預期應用於國小中年級學童家庭之親子共讀情境，並與學校端既有閱讀活動形成延伸與連結。整體流程包含閱讀前的選書與共讀啟動、閱讀中共讀計時與歷程記錄，以及閱讀後的提問支援、口說回應與收成回饋；家庭端產生之最小必要摘要將同步至班級公有森林，作為教師了解班級家庭閱讀概況之參考。後續初步驗證將聚焦於系統是否有助於支持家庭共讀持續參與、降低家長引導門檻，以及提升閱讀多樣性回饋與班級摘要設計之可理解性與實務可行性。

5.2 預期研究設計與參與對象

本研究預計採用單組前後測方式進行初步研究，以了解「家庭閱讀成長森林」系統原型於家庭共讀情境中的可行性與潛在影響。研究對象以國小中年級學童及其家長為主，招募 8 到 12 組家庭參與為期 8 週的系統試用。研究開始前先以前測問卷蒐集家庭既有閱讀情形、家長引導經驗與親子共讀習慣等資料；試用結束後，再透過後測問卷與使用回饋，了解家庭閱讀參與、家長引導感受與系統使用經驗之變化。此設計主要用於初步檢視系統原型的可行性，並作為後續研究規劃的基礎。

5.3 預期資料來源與評估指標

本研究之資料來源包含問卷資料、系統歷程資料與使用者回饋三個部分。前後測問卷可用以蒐集家庭共讀頻率、家長引導信心、親子共讀的互動感受，以及對家庭閱讀持續性的自我評估；系統歷程資料則包含共讀啟動次數、共讀時長、中斷次數、完成登記狀態、果實完成數與書籍領域分布等；此外，也可透過開放式回饋或簡短訪談補充家長對系統介

面、AI 提問建議、多樣性回饋與班級公有森林摘要的使用感受。評估指標主要分為行為、互動與感知三個面向。

5.4 預期分析方法

本研究以前後測比較與描述性分析為主。前後測的問卷資料可以用來比較家庭在使用系統前後之閱讀參與、親子共讀互動及家長引導感受上的變化；系統歷程資料則可以輔助呈現實際使用行為。考量本研究屬於先導性質，且樣本數可能有限，量化分析將以描述性統計、前後測差異比較及非參數檢定為主，以初步了解系統導入後可能的變化；質性回饋則透過開放式意見或簡短訪談，補充解釋家庭在使用過程中的困難、接受度與改進建議。

5.5 研究倫理與實務考量

本研究涉及家庭閱讀歷程與親子互動資料，因此採取最小必要摘要原則，以降低資料蒐集負擔與隱私風險。錄音、錄影與互動線索等補充資料僅於家長同意且設備條件允許時啟用，並非系統運作之必要前提。此外，班級公有森林僅呈現摘要化資訊，以避免家庭間產生過度比較壓力；生成式 AI 也僅限於低風險的提問支援與摘要式提示，不作為評分或能力判定依據。

6. 預期目標

本研究以「家庭閱讀成長森林」系統原型為核心，預期透過共讀啟動、投入視覺化、知識果實、森林多樣性與班級公有森林等設計，支援家庭共讀的持續發展，並協助家庭覺察與拓展閱讀廣度，作為後續系統實作與實證研究之基礎。

相較於現有多聚焦於共讀互動、閱讀紀錄或單一數位工具應用的家庭閱讀支持研究與 App，本研究的預期貢獻包括三點：第一，以 IDC 理論作為家庭共讀支持系統之設計基礎；第二，提出結合生成式 AI、漸進式多模態指標、最小必要摘要與森林成長隱喻之系統原型；第三，提出兼顧家庭可行性、家長引導支援、閱讀內容拓展與家校連動的閱讀支持方案。

致謝

本研究在國科會(NSTC 114-2410-H-008-014-MY3)與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- Bus, A. G., van IJzendoorn, M. H., & Pellegrini, A. D. (1995). Joint book reading makes for success in learning to read: A meta-analysis on intergenerational transmission of literacy. *Review of Educational Research*, 65(1), 1–21. <https://doi.org/10.3102/00346543065001001>
- Merke, S., Ganushchak, L., & van Steensel, R. (2024). Effects of additions to independent silent reading on students' reading proficiency, motivation, and behavior: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 42, 100572. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100572>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Whitehurst, G. J., Arnold, D. S., Epstein, J. N., Angell, A. L., Smith, M., & Fischel, J. E. (1994). A picture book reading intervention in day care and home for children from low-income families. *Developmental Psychology*, 30(5), 679–689. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.5.679>

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9–15). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025–3034). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Chan, T.-W., Looi, C.-K., Chen, W., & Chou, C.-Y. (2018). Interest-driven creator theory: Towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century. *Journal of Computers in Education*, 5(4), 435–461. <https://doi.org/10.1007/s40692-018-0122-0>
- Chen, W., Looi, C.-K., Chan, T.-W., & Tan, S. (2019). IDC theory: Creation and the creation loop. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14, Article 26. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0120-5>
- Chen, W., & Chan, T.-W. (2020). IDC theory: Habit and the habit loop. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15, Article 10. <https://doi.org/10.1186/s41039-020-00129-8>
- Ochoa, X., & Worsley, M. (2016). Augmenting learning analytics with multimodal sensory data. *Journal of Learning Analytics*, 3(2), 213–219. <https://doi.org/10.18608/jla.2016.32.11>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Hernández-Leo, D., Martínez-Maldonado, R., Pardo, A., Muñoz-Cristóbal, J. A., & Rodríguez-Triana, M. J. (2025). Generative artificial intelligence and learning analytics: A systematic review. *Behaviour & Information Technology*, 44(2), 239–276. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886>