

# 結合依附理論與個人化設計的多管道 AI 寵物機器人：維持學習參與及學習成效

## Based on Attachment Theory and Personalization: A Multichannel AI Pet Robot for

### Sustaining Learning Engagement and Outcomes

蕭煒傑<sup>1</sup>, 彭治揚<sup>2</sup>, 楊舒涵<sup>3</sup>, 王振漢<sup>4\*</sup>, 陳國棟<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup> 中央大學資訊工程學系

<sup>3</sup> 健行科技大學餐旅管理系

<sup>4</sup> 中央大學學習科技研究中心

\* harry@cl.ncu.edu.tw

**【摘要】** 教育機器人已證實可提升學習動機，但隨新穎效應減弱，如何維持長期參與成一大挑戰。本研究設計基於依附理論的 AI 寵物機器人，通過情感連結與共同目標維持學習參與，並融合實體與數位形式，提供無所不在的互動，解決資源受限與環境限制問題。機器人採用個人化設計，允許學生自訂外觀、聲音及個性，並透過「精靈封印」概念確保實體與數位形式的一致性。為評估效果，在桃園某科技大學進行 12 週實驗，65 名餐旅管理學生參與。結果顯示，結合依附理論與個人化設計的 AI 寵物機器人對於學生學習動機、長期參與度及學習成效均有正面影響。

**【關鍵字】** 教育機器人；寵物機器人；依附理論；長期關係；個人化

**Abstract:** Educational robots enhance learning motivation, but sustaining long-term engagement is challenging as novelty fades. This study designs an AI pet robot based on attachment theory to maintain engagement through emotional connections and responsibility. Combining physical and digital forms, it provides ubiquitous interaction to address resource and environmental constraints. The robot features personalized design, allowing students to customize appearance, voice, and personality, while the "Genie Seal" ensures consistency across forms. To evaluate its effectiveness, a 12-week quasi-experiment was conducted with 65 hospitality students. Results indicate that the AI pet robot, designed with attachment theory and personalization, positively impacts students' learning motivation, long-term engagement, and learning outcomes.

**Keywords:** Educational Robot, Pet Robot, Attachment Theory, Long-term Relationship, Personalization

## 1. 緒論

在過去二十年中，將社交型機器人應用於教育情境已受到研究者與實務工作者的高度重視，因為它們有潛力提升學習者的投入度、動機以及學習成效(Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018; Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, & Dong, 2013)。教育機器人已經在各種學習環境中進行試驗，從語言學習教室(Mazzoni & Benvenuti, 2015)到強調 STEM 的課程(Chang, Lee, Chao, Wang, & Chen, 2010)，皆顯示出其在支援個人化學習經驗、促進社會互動及激發好奇心上的潛力。

儘管已有這些進展，教育機器人在正式學習環境的長期效益與廣泛採用仍面臨諸多挑戰。首先，資源限制及取得公平性問題相當顯著，許多教室無法為每位學生提供個人專屬的機器人。當每位學習者無法與獨特的機器人建立專屬關係時，對機器人的擁有感及個人化程度便會降低，進而削弱學習動機(Deci & Ryan, 2013; Kanda, Hirano, Eaton, & Ishiguro, 2004)。其次，與機器人面對面的互動多半受限於課堂安排的時間，這樣的時限會影響學習持續性並縮短深入參與的時段。第三，由於技術限制，教育機器人的互動模式與能力通常有限，這可能使得新奇感很快消退，導致學生動機下滑，難以維持整學期的投入(Leite, Martinho, & Paiva, 2013)。

本研究的目標在於設計並評估一種基於情繫理論的寵物機器人，結合實體機器人與數位個人化元素，透過在實體機器人中嵌入具有個人特徵的數位「精靈」，實現實體與數位形式的身份與互動特徵的一致性，增強學生與機器人之間的情感連結與互動體驗。此外，本研究將評估該設計對學生與機器人之間的情感依附、學習參與度及學習成效的影響，進一步驗證其作為整學期間學習夥伴的應用潛力。根據上述研究背景與研究目標，本研究聚焦於以下待答問題：

- (1) 如何設計多管道 AI 寵物機器人以增加學生的互動並維持整學期學習參與？
- (2) 如何透過個人化設計的多管道 AI 寵物機器人來加強學生的情感依附並維持學習參與？
- (3) 基於依附理論的多管道 AI 寵物機器人是否能提升學生的學習動機、維持整學期學習參與，並改善學習成效？

## 2. 相關研究

### 2.1. 教育機器人

越來越多的研究探討社交型與教育型機器人在各種正式與非正式學習環境中提升學習者參與、動機及長期投入的潛力。教育機器人的使用範圍相當廣泛，從簡單的可程式化組件(例如 LEGO Mindstorms)到具社會輔助功能的人形機器人(例如 NAO、Pepper)，皆已融入各式各樣的教育情境中，以促進投入與學習動機(Belpaeme et al., 2018; Mubin et al., 2013)。研究結果顯示，當機器人可扮演社交夥伴或同儕角色，並透過適應性行為與個人化回饋引導學生，更能激勵學生更積極地參與學習任務(Kanda et al., 2004)。此外，長期研究指出，若設計得宜，社交型機器人可在較長時程內維持學生的興趣，方法包括提供多樣化的互動模式與持續演化的角色(Kory-Westlund & Breazeal, 2019)。

然而，將這種投入延伸至課堂以外，並在長期運作中維持熱度仍具挑戰性。面對面互動常受制於課程時段，且在缺乏持續調適或個人化的情況下，新奇感容易消退(Leite et al., 2013)。因此，如何突破時空限制，使得學生能持續參與並維持高度動機是目前教育機器人研究的重要議題。

### 2.2. 寵物機器人

寵物機器人因其增強情感連結的特性，展現出在長期互動中的獨特潛力。例如，萬代公司的電子雞(Lawton, 2017)與 Sony 的 AIBO 機器狗(Fujita, 2001)證明，當使用者需要照顧虛擬或實體寵物時，他們會逐漸產生情感依賴與投入，從而促進持續的互動。Melson 等人(2009)發現，兒童能與機器寵物建立類似真實寵物的依戀情感，而 Tanaka 等人(2007)指出，幼兒在與人形機器人的長期互動中能形成穩定的關係。此外，個人化設計在促進人機情感連結方面扮演了關鍵角色。當機器人的行為根據使用者需求與偏好進行調整時，使用者更容易促進長期參與與互動(Koay et al., 2007; Baxter et al., 2017)。

### 2.3. 依附理論

依附理論由 Bowlby(1988)提出，強調穩定的情感連結對個體心理與行為發展的重要性。最初該理論聚焦於嬰幼兒與主要照顧者之間的情感依賴，然而後續研究已將其應用範疇擴展至人與寵物，甚至人與機器人的互動關係(Beck & Madresh, 2008; Zilcha-Mano et al., 2011)。在人機互動(HRI)領域，研究顯示當機器人能夠提供持續陪伴、個人化反應與情感支持時，使用者將逐漸產生類似於人際依賴的情感連結(Bickmore & Picard, 2005; Ligthart, Neerinx, & Hindriks, 2022)。機器人若在互動中能根據使用者行為進行調整，並辨識其情緒給予適切回應，將有效強化信任感並建立穩固的長期關係(Rabb et al., 2022; Du et al., 2023)。

### 2.4. 多管道

多管道(Multi-channel)學習是一種結合多種學習平台、工具與資源的教學模式，透過傳統課堂、網絡教學、線上課程及移動應用等多元管道提供知識與學習機會。此模式不僅提升學習的靈活性，亦有助於滿足學生個別化與差異化的學習需求(Ling, 2020)。過去研究顯示，多

管道學習能有效提升學生的學習動機、滿意度及學習參與度(Prabowo et al., 2021)。此外, Taisheng et al. (2022)指出, 多管道學習突破了傳統教育的時間與空間限制, 使遠距教學更具精細化管理的可能性, 教師亦能更有效掌握學生的學習狀況, 提供適時的指導與支持。在教育領域, Boyarinov 和 Samarina (2020)強調, 多管道學習應涵蓋多種機器人教學工具, 以確保學習的連續性與個人化發展。綜合而言, 多管道學習不僅擴展學習方式, 也為教育提供更個人化與靈活的發展機會。

### 3. 系統設計

#### 3.1. 學習設計

本學習設計的核心在於培養學習者與寵物機器人之間的依附關係, 藉此促進長期互動並提升學習表現。設計結合了共同目標設定與平台代幣機制, 以「學習與照顧結合」的方式驅動學習者的參與和投入。共同目標的設定是學生與機器人將在期末展演中一同展示練習成果, 這一目標旨在提升學生對於學習責任的認知, 讓他們感受到與機器人合作的重要性, 進一步增強情感連結與對學習的持續關注。平台的代幣機制則以「照顧」為核心, 學生通過完成學習任務獲取代幣, 用於購買寵物機器人的食物、解鎖新功能或升級外觀, 寵物的健康狀態及能力提升直接反映學習者的學習投入, 進而形成正向的學習循環。學習材料由教師精心設計, 涵蓋基礎知識與對話腳本, 並與整體學習腳本無縫結合。這些腳本不僅用於教學指導, 也為學習者與機器寵物的合作學習提供基礎, 最終成果將應用於期末展演中, 全面展示學習者與寵物機器人的共同努力。

#### 3.2. 無所不在的寵物機器人

為了解決資源不足與學習環境限制的問題, 本研究設計了一個多管道學習系統。該系統基於依附理論設計, 讓學生各自擁有一個 AI 寵物機器人, 並通過實體和數位管道(如網頁)進行互動。學生可以自訂寵物機器人的數位寵物精靈, 包含外型、聲音及個性等特徵, 並能隨時透過數位管道進行存取與互動。

教室內的課堂練習和學習成果展示時, 實體機器人將作為主要的互動載體, 數位寵物精靈的個性、聲音和互動方式被整合到實體機器人中, 通過「封印」概念將其表現於實體機器人, 離開學校後, 學生則可以通過數位管道與寵物精靈繼續互動, 延續學習體驗。這樣的設計不僅解決了資源有限的挑戰, 讓每位學習者都能擁有一個獨立的寵物機器人, 還通過高度個人化的自訂功能, 賦予學習者對寵物機器人專屬情感依附, 精靈「封印」概念也維持了多管道的互動一致性。

#### 3.3. 系統架構

本系統基於張育甄(2023)提出的「利用情繫理論與共同目標設計具長期依戀關係的寵物機器人」, 延伸設計出「基於依附理論設計的多管道 AI 寵物機器人」, 並結合林孟衡(2023)提出的「數位雙生虛實同步劇場」, 構建了三個核心組件: 可自訂的個人化虛擬寵物、實體寵物機器人和數位學習劇場。

系統的虛擬寵物平台通過 WAMP 架構開發, 整合學習與個人化功能, 學習者在課堂外能夠自主探索學習內容, 同時與虛擬寵物精靈建立情感連結。這一平台提供互動式測驗與虛擬購物商城, 學習者每完成測驗即可獲得代幣, 並能在商城中購買寵物精靈相關道具、食品及解鎖新功能。虛擬寵物精靈的設計上, 利用 Live2D 技術讓學生自由選擇寵物精靈的外觀, 並藉由 VITS 技術生成符合學習者需求的個人化聲音, 使虛擬寵物精靈的表現更加生動和貼近學生的喜好。虛擬寵物精靈的對話由 ChatGPT 驅動, 能夠根據學習者的設計內容、場景互動以及過去的記憶生成精確的回應, 從而表達關懷、支持等情感需求, 讓虛擬寵物精靈成為學習過程中的重要同伴。

此外, 為了支持教師的教學需求, 系統增設「教師管理系統」, 該系統包含教材練習、學習追蹤和寵物管理三大功能。教師可透過教材練習功能編輯教材、布置作業、設置學習任務, 並設計包含選擇題、口說題等多種類型的練習題庫。學習追蹤功能讓教師能查看學生的學習

進度、任務完成率及口說練習記錄，進一步調整教學進度。寵物管理功能則支持教師查看學生寵物機器人的狀態，設置寵物商城的物品與互動遊戲，通過學生與寵物的互動情況評估學習參與度，並增強學生與寵物的情感連結。

數位學習劇場則是本系統中的另一核心組件，旨在提升學習者的創造力和學習成果展示能力。透過這一平台，學生能設計並演出學習內容為基礎的互動性強的學習劇本，並將這些劇本演繹出來，展示他們的學習成果。該平台無縫結合了平板應用與實體寵物機器人，實體機器人在演出中會根據劇情進行互動，透過面部表情和肢體動作增強戲劇效果，進一步幫助學習者深刻理解學習內容。同時，這種互動過程也提高了學習者參與的樂趣和動機，使學習過程變得更加生動和富有吸引力。

最後，實體寵物機器人基於 ASUS ZENBO 機器人設計，透過 ZENBO SDK 並結合資料庫中學生的個別資訊，提供個人化的面部表情與肢體動作，同時，語音互動採用學生透過 VITS 生成的個人化聲音，延續虛擬寵物精靈的行為與表達。透過 ChatGPT API，機器人能識別並理解學生的語音輸入，同時記錄和利用學生在虛擬平台上的互動歷史，結合寵物的當前狀態與情境，生成生動且適切的回應，實現虛擬與現實之間的無縫互動。

## 4. 實驗方法

### 4.1. 實驗對象

本研究於桃園某科技大學的餐旅管理系實驗，隨機選擇一年級的班級兩班共 65 名學生，一班為實驗組，一班為對照組。實驗組包括 34 名學生，男性 11 人，女性 23 人；對照組包括 31 名學生，男性 15 人，女性 16 人。實驗設計部分，實驗組於課堂內透過寵物機器人進行學習，並於課堂外透過具備寵物機器人互動功能的線上學習平台持續學習；對照組則於課堂內與一般機器人學習夥伴進行學習，課堂外則使用不具寵物機器人功能的線上學習平台進行學習。兩組在實驗過程中相互獨立，互不影響。

### 4.2. 實驗流程

本實驗為期 12 周，分為基礎教學、單元學習和學習結算三個階段，每周課堂時間為 2 小時。基礎教學階段包含前測以了解學生的先備知識，實驗流程介紹，以及基礎教材學習，為後續學習奠定知識基礎。單元學習階段首先介紹實驗系統功能，幫助學生熟悉操作。接著，學生進行 3 周劇本教材學習，通過情境劇本加深學習內容的理解，並在隨後 2 周進行數位學習劇場演練，與機器人展示練習成果。在這 5 周期間，學生還可利用口說練習系統與線上學習平台進行課後學習，進一步鞏固知識。最後，學生正式使用數位學習劇場與機器人展示學習成果。學習結算階段包括後測與問卷調查，收集數據和反饋以評估實驗效果。

### 4.3. 實驗量測工具

#### 4.3.1. 前測與後測試卷

前測及後測題目皆由專業的日文老師根據學期教材進行設計與批改，且實驗組與對照組皆使用相同試卷，題型包括是非題、選擇題及口試題，分數範圍為 0 分至 100 分。前測為瞭解兩組學生於實驗前的先備知識，後測為檢測兩組使用不同的學習系統後，對餐旅日語的知識和口說成效的影響。

#### 4.3.2. 問卷量表

本研究的問卷面向包含學習動機、對機器人依戀程度，目的在於瞭解兩組同學對於使用系統及其設計的感受。問卷使用 Likert 五點量表，評量等級範圍為 1 到 5 分，分別代表「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」和「非常同意」，以 Cronbach's alpha 作為評斷信度的指標。學習動機的問卷採用 Pintrich 等人(1991)的 MSLQ 量表中「自我效能」和「考試焦慮」問題；機器人依戀程度的問卷參考 Zilcha-Mano 等人(2011)的 Pet Attachment Questionnaire(PAQ)及 Archer 與 Ireland(2011)的 Dog Attachment Questionnaire(DAQ)。

## 5. 結果與討論

### 5.1. 前後測結果與討論

前後測試卷合計之有效樣本數為 65 份，其中實驗組為 34 份(男 11 人、女 23 人)，對照組為 31 份(男 15 人、女 16 人)。本節將針對資料進行常態分佈檢定以及 ANCOVA 檢定。由於實驗組及對照組的人數皆少於 50 人，因此使用 Shapiro-Wilk 進行常態性分布分析，結果顯示兩組前後測成績顯著性  $p$  值皆大於 .05，因此兩組的前後測皆符合常態分佈。

進行 ANCOVA 檢定前，需先進行迴歸同質性檢定，以檢驗組別與前測分數是否存在交互影響。組別與前測成績的交互影響符合組內迴歸同質性( $F = .620, p = .434 > .05$ )，本研究所使用的資料符合共變數分析之組內迴歸同質性的基本假設。另外使用 Levene 檢定來確認兩組的因變數(後測成績)是否符合變異同質性檢定，結果表示兩組後測成績的誤差變異量並無顯著差異( $p = .187 > .05$ )，通過變異同值性檢定。

根據上述的檢驗結果，可發現皆滿足供變數分析前提假設，可以接續使用單因子共變數分析。在實驗組與對照組排除前測成績的影響後，達成顯著差異( $F = 6.444, p = .014 < .05$ )，且調整後的實驗組後測平均顯著高於對照組後測平均( $ME = 83.98, MC = 77.51$ )。另外， $\eta^2 = .094$ ，根據 Cohen 於 1992 年的資料顯示，其效應值(Effect Size)是中等的效果量。這結果與先前的研究(Chen, 2012; Lin, Yeh, Huang, & Chen, 2022)一致，這些研究表明，在學習系統中融入類似寵物的互動模式對學習者的學習成效具有正面影響。學生與寵物產生情感連結，他們知道忽視寵物可能導致寵物的「死亡」，這激勵他們投入學習，以賺取代幣照顧寵物，最終促進學習成效的提升。

### 5.2. 口說練習系統及線上學習平台使用紀錄與討論

學生在展示學習成果前，可以透過口說練習系統與實體機器人來練習日語口說，並讓機器人給予學習回饋。實驗組的學生平均練習次數( $M_E = 4.32, M_C = 2.90$ )和句數( $M_E = 7.50, M_C = 5.81$ )都比對照組高。此外學生在課後可以透過線上學習平台進行學習活動，對照組使用一般學習平台，實驗組則可與數位管道寵物機器人互動。五周內，實驗組學生在每周登入天數及每天平均有效學習次數(扣除未完成與不及格練習)方面均優於對照組。第二周因新穎效應數據較高，在第五周因學校考試與活動的干擾數據略有下降，但實驗組學生仍能保持每天平均有效學習 2 次以上的穩定表現。以上結果與 Koay 等人(2007)和 Baxter 等人(2017)的研究有相似的發現，這些研究指出，個人化設計的機器人能夠增強互動意願和持續參與度。在本實驗中，寵物機器人能根據學生自訂的聲音、個性等，提供個人化的回饋，使學生更加樂於投入練習，從而維持學習參與。

### 5.3. 問卷結果與討論

問卷使用 Cronbach's Alpha 進行信度分析，結果顯示 $\alpha$ 係數為 .920，根據(George, 2011)之定義，此份問卷為高信度問卷。問卷根據研究問題分成兩個部份，包含學習動機(自我效能、考試焦慮)及機器人依戀。問卷使用獨立  $t$  檢定來分析實驗組(E)和對照組(C)的表現是否有所不同，結果發現在自我效能( $ME = 4.23, SDE = 0.699; MC = 4.11, SDC = 0.715, p = 0.488 > 0.05$ )、考試焦慮( $ME = 3.50, SDE = 0.902; MC = 3.62, SDC = 0.959, p = 0.602 > 0.05$ )，兩個面向均未達到顯著差異。這可能是因為一般學習夥伴機器人已具備一定的提升學習動機效果，而 12 週的實驗期間內兩組間的差異尚未充分顯現。在機器人依戀( $ME = 3.84, SDE = 0.800; MC = 3.56, SDC = 0.824, p = 0.179 > 0.05$ )面向，實驗組和對照組同樣未呈現顯著差異，可能的原因為，學生需要時間從接觸並熟悉系統，到逐漸與機器人建立穩固的情感依附，而 12 週的實驗期間可能不足以累積到在量測中呈現顯著差異的程度。

## 6. 結論與未來研究

本研究基於依附理論設計個性化機器人作為寵物，將照顧行為與學習活動連結，使學生持續關注學習活動，系統允許學生自訂寵物數位精靈(外型、個性、聲音)，並利用 ChatGPT 作為互動智慧，給予個人化回應，增強學生互動意願與學習參與。為解決互動時間與空間受限問題，設計了多管道交互模式，並透過「精靈封印」概念擴展互動，學生在課堂外與數位精

靈進行學習，課堂中與實體寵物互動，形成無所不在的學習，期末展演的共同目標設定也使學生的學習動力持續到學期末。實驗結果顯示，實驗組學生在口說練習與學習平台的使用次數上優於對照組，並在後期維持穩定，表明系統有效促進維持學習參與。此外，實驗組與對照組在學習動機(自我效能、考試焦慮)的量測結果未達顯著差異，這代表寵物機器人及一般學習夥伴皆具備提升學習動機效果，在本研究 12 週的實驗中尚未顯現差異。然而，機器人依戀問卷未達顯著差異的結果反映出情感依附的建立需要時間的累積，學生從熟悉系統到產生穩固的情感連結可能需更長時間干預才能顯現深層改變，這凸顯了進一步延長研究干預時間的重要性。而後測 ANCOVA 結果顯示，實驗組學習成績顯著優於對照組，證明多管道 AI 寵物機器人可有效維持整學期的學習參與，並提升學習成效。

未來研究應探索更長期干預效果，以深入瞭解多管道 AI 寵物機器人在情感連結與學習動機穩定性上的長期影響。此外，建議未來研究更全面地探討責任感在學習中的作用，通過強調學生對寵物機器人健康與發展的責任，進一步觀察由此衍生的學習責任感如何從興趣驅動的學習擴展至責任驅動的學習。同時，未來考慮整合更多多模態互動技術(如手勢控制或情緒識別)，進一步提升寵物機器人的交互能力，以優化學習者的使用體驗和學習成果。最後，本研究僅侷限於大學生及教育領域中，日語學習的學習參與和學習成效探討，故實驗結果有所限制，若日後能將其應用於其他年齡及領域，進一步觀察驗證，使本研究結論更具參考價值。

## 致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 111-2410-H-008-012-MY3；NSTC 113-2410-H-008-014-MY3；NSTC 113-2811-H-008-010。

## 參考文獻

- 林孟衡 (2023)。可融入使用者與實體物件之數位雙生實境學習系統 [未出版之碩士論文]。國立中央大學資訊工程學系。
- 張育甄 (2023)。利用情繫理論與共同目標設計具長期依戀關係的寵物機器人以提升學習成效 [未出版之碩士論文]。國立中央大學資訊工程學系。
- Archer, J., & Ireland, J. L. (2011). The development and factor structure of a questionnaire measure of the strength of attachment to pet dogs. *Anthrozoös*, 24(3), 249-261.
- Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PloS one*, 12(5), e0178126.
- Beck, L., & Madresh, E. A. (2008). Romantic partners and four-legged friends: An extension of attachment theory to relationships with pets. *Anthrozoös*, 21(1), 43-56.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3(21), eaat5954.
- Bickmore, T. W., & Picard, R. W. (2005). Establishing and maintaining long-term human-computer relationships. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12(2), 293-327.
- Bowlby, J. (1988). During the first third of this century there were two great proponents of developmental psychiatry—Adolf Meyer and Sigmund Freud. Both believed that. *The American journal of psychiatry*, 145, 1-10.
- Boyarinov, D., & Samarina, A. E. (2020). The potential of educational robotics in teacher education. *ARPHA Proceedings*, 3, 259-276.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(2), 13-24.

- Chen, Z. H. (2012). We care about you: Incorporating pet characteristics with educational agents through reciprocal caring approach. *Comput. & Educ.*, 59(4), 1081-1088.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.
- Du, Y., Crespo, R. G., & Martínez, O. S. (2023). Human emotion recognition for enhanced performance evaluation in e-learning. *Progress in Artificial Intelligence*, 12(2), 199-211.
- Fujita, M. (2001). AIBO: Toward the era of digital creatures. *The International Journal of Robotics Research*, 20(10), 781-794.
- George, D. (2011). *SPSS for windows step by step: A simple study guide and reference, 17.0 update, 10/e*. Pearson Education India.
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human-Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84.
- Koay, K. L., Syrdal, D. S., Walters, M. L., & Dautenhahn, K. (2007, August). Living with robots: Investigating the habituation effect in participants' preferences during a longitudinal human-robot interaction study. In *RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 564-569). IEEE.
- Kory-Westlund, J. M., & Breazeal, C. (2019). Exploring the effects of a social robot's speech entrainment and backstory on young children's emotion, rapport, relationship, and learning. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 54.
- Lawton, L. (2017). Taken by the Tamagotchi: How a toy changed the perspective on mobile technology. *The iJournal: Student Journal of the Faculty of Information*, 2(2).
- Leite, I., Martinho, C., & Paiva, A. (2013). Social robots for long-term interaction: a survey. *International Journal of Social Robotics*, 5, 291-308.
- Ligthart, M. E., Neerincx, M. A., & Hindriks, K. V. (2022). Memory-based personalization for fostering a long-term child-robot relationship. In *2022 17th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 80-89). IEEE.
- Lin, V., Yeh, H. C., Huang, H. H., & Chen, N. S. (2022). Enhancing EFL vocabulary learning with multimodal cues supported by an educational robot and an IoT-Based 3D book. *System*, 104, 102691.
- Ling, F. E. N. G. (2020, June). Discussion on Online Teaching Mode of Colleges and Universities under Multi-platform Integration. In *2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)* (pp. 274-277). IEEE.
- Mazzoni, E., & Benvenuti, M. (2015). A robot-partner for preschool children learning English using socio-cognitive conflict. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(4), 474-485.
- Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill, B. T. (2009). Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(2), 92-102.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Prabowo, R., Pratama, F., Arimbawa, P. A. P., & Shanti, M. (2021, September). Investigating multi-channel learning adoption on higher education students. In *2021 7th International Conference on Education and Technology (ICET)* (pp. 282-287). IEEE.

- Rabb, N., Law, T., Chita-Tegmark, M., & Scheutz, M. (2022). An attachment framework for human-robot interaction. *International journal of social robotics*, 1-21.
- Taisheng, W. A. N. G., Na, Z. H. A. N. G., Weiwei, D. U. A. N., Changchun, W. A. N. G., & Wentong, G. A. O. (2022). Research on Online Teaching Interaction based on the Combination of Multi-Platform. *The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1), 26.
- Tanaka, F., Cicourel, A., & Movellan, J. R. (2007). Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(46), 17954-17958.
- Zilcha-Mano, S., Mikulincer, M., & Shaver, P. R. (2011). An attachment perspective on human–pet relationships: Conceptualization and assessment of pet attachment orientations. *Journal of Research in Personality*, 45(4), 345-357.