

悅趣化學習之 ARCS 學習動機設計與評估—以「能源戰爭」嚴肅遊戲為例

Gamification with ARCS Theory for “Energy War” Serious Game Design and Learning

Motivation Evaluation

王聖銘¹，黃絜如²，葉永森¹，林書瑄¹，林聿儒¹

¹台北科技大學互動設計系，台北，台灣

²建國科技大學商業設計系，彰化，台灣

ryan5885@mail.ntut.edu.tw

【摘要】 本研究聚焦於悅趣化學習之使用者體驗設計與評估，並以所發展學習台灣 10 種再生能源知識的互動嚴肅遊戲「能源戰爭」為例，進行研究之驗證與分析。本研究除導入 ARCS 動機理論整合數位學習遊戲的設計與發展，以及研究實驗與評估。並利用擴增實境的技術，結合情境設計、使用者經驗設計、圖像角色設計、動畫及音效製作、及故事敘述，導引多重感官的遊戲學習模式。而在實驗評估上，本研究以實驗來評估所規劃與設計之遊戲化學習機制，探討是否可以輔助能源教育；使用悅趣化學習系統提升學習者的學習興趣與學習動機，了解在不同學制下與不同互動媒體使用經驗的學生，對於本數位嚴肅遊戲在其使用後是否影響其學習動機與學習興趣。最後再針對學習者使用本研究之數位嚴肅遊戲的學習動機、系統易用性與使用者經驗面向進行評量與滿意度評估。於中部一所完全中學共 154 人為研究對象，進行教學與實驗，而後以「系統易用性評估量表」、「學習成效測驗單」及「學習動機量表問卷」對學習者進行施測，測驗所得資料以變異數分析 ANOVA 檢定與學習者表現進行分析。研究結果顯示：透過圖像設計與虛實整合所發展的嚴肅遊戲，能提升國高中學習者對學習能源知識的動機，且透過故事腳本的設計及創造與生活場景之關聯性，能增進國高中學習者學習能源知識的成效，其中國中部男性學習者的效果更為顯著。擴增實境應用於互動嚴肅遊戲中能引起學習者學習的好奇心與興趣，有助於提升學習者的學習興趣與學習動機，其中低學習成就學習者的效果更為顯著。後續本研究將導入不同的分析模式，針對所發展的多模式互動嚴肅遊戲、學習動機、及學習機制做多面向的評量。

【關鍵字】 嚴肅遊戲；擴增實境；ARCS 學習動機模型；使用者體驗；能源教育

Abstract: *This research developed a serious game of “Energy War” to evaluate the “Learning Effectiveness”, “Learning Motivation”, “Interactive Media Using Experiences” and “System Usability” of the game-based learning methodology in educating the young users about the related knowledge of renewable energy education. The Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARCS) model of motivation was employed in the process of developing the serious game along with the technologies of Augmented Reality. 154 high school students age between 13-17 years old, were invited to test play the serious game of “Energy War”. The result of system usability scale analysis, testing sheet and learning motivation questionnaires are collected and been analyzed by one-way ANOVA and the performance analysis. The results of this research are concluded as follows: The integration of graphic design and augmented reality virtual 3D model for serious game development can improve the learning motivation of high school children. Meanwhile, the correlation design between real life experience with the scenario story design of the serious game can improve the results of the high school children for learning knowledge of renewable energy, especially to the males of the junior student; Serious game development along with augmented reality could arouse the curiosity and interests of learners successfully for playing, especially to the low academic achievement learners. Advanced analysis methods are needed in the future studies for better evaluation on the correlation between multimodal interactive serious game development, learning motivation and learning mechanism. The mechanism of “learning by exploration” will also be reinforced in the future studies.*

Keywords: serious game, augmented reality, ARCS model of motivation, user experience, energy education

1. 前言

悅趣化學習是目前教育領域的新發展議題，且研究顯示悅趣化學習優於傳統的學習方式。許多學者的研究指出悅趣化學習方式能增加學生的學習興趣與學習動機(Burguillo, 2010; Dickey, 2011; Ebner & Holzinger, 2007)。悅趣化學習藉由數位遊戲中能夠促進學習者參與度與增強持續性的誘因，將之應用在數位學習的設計中以達到「寓樂於教」與「寓教於樂」的理想學習。學習者普遍認為在自然科學領域中使用數位遊戲來學習是簡單又容易，不僅有助於學習內容理解、增進學習者解決問題與主動學習等好處，使學習者的學習專注力、成績和自信心都能相對提高(Prensky, 2007; Garris, Ahlers, & Driskell, 2002)。悅趣化學習同時扮演橫跨數位遊戲與數位學習兩者之角色，為兩者之結合提供了未來發展的可能性，成為數位學習新一波的浪潮(Prensky, 2007)。因此若將學習之內容以遊戲的方式進行教學設計，並透過寓教於樂的方式維持學習者的動機與注意力，是一種有效的教學策略。

傳統的教學環境中常是由教師單向授課與講解方式來進行教學，往往因無法顧及學生的個別差異而導致有限的教學成效。然而在資訊科技的發展下，數位學習以其降低成本、強化反應能力、教材內容的一致性和個人化、教材內容的即時更新、隨時學習及通用性等特性，而具有相當的優勢(Belal, 2011)。隨著時代的演進，每當有新技術的產生，學者們便會研究該技術是否適用於教學，而擴增實境技術自然也是其中之一。擴增實境的媒介沉浸將數位資源融入現實生活中，具有虛實証和的特性，可促進學習者的經驗與互動(Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009)。基於以上背景，本研究結合行動裝置設計一套悅趣化學習系統以輔助能源教育，以節約能源、能源認知與態度為教學目標，透過悅趣化學習與擴增實境技術的應用提升學習動機與提供學習者在遊戲活動中嘗試與反思能源教育的意涵，並以此發展一套可行的數位遊戲學習模式。本研究設計學習活動與悅趣化行動學習系統來輔助能源教育，系統具有提供學習者節約能源的知識、增進學習者的學習動機、以及促進學習者的能源態度之培養等要素，研究也針對學習者在使用本系統的學習動機及能源態度的變化等面向進行評估。根據本研究之研究背景與動機，本研究的研究目的如下：1) 了解學習者以擴增實境學習系統學習時，圖像設計與學習動機的關係；2) 訓練學習者能藉由多感官體驗生活，並加深印象形成個人生活經驗；3) 探討多感官教學法對學習者能源教育的學習成效；4) 探討 ARCS 學習動機模式對學習者能源教育的學習興趣。

2. 文獻回顧

2.1. 悅趣化學習與嚴肅遊戲的發展

悅趣化學習是目前教育領域的新發展議題，且研究顯示悅趣化學習優於傳統的學習方式。許多學者的研究指出悅趣化學習方式能增加學生的學習興趣與學習動機(Burguillo, 2010; Dickey, 2011; Ebner & Holzinger, 2007)。悅趣化學習藉由數位遊戲中能夠促進學習者參與度與增強持續性的誘因，將之應用在數位學習的設計中以達到「寓樂於教」與「寓教於樂」的理想學習。學習者普遍認為在自然科學領域中使用數位遊戲來學習是簡單又容易，不僅有助於學習內容理解、增進學習者解決問題與主動學習等好處，使學習者的學習專注力、成績和自信心都能相對提高(Garris, et al., 2002; Prensky, 2007)。悅趣化學習同時扮演橫跨數位遊戲與數位學習兩者之角色，為兩者之結合提供了未來發展的可能性，成為數位學習新一波的浪潮(Prensky, 2007)。因此若將學習之內容以遊戲的方式進行教學設計，並透過寓教於樂的方式維持學習者的動機與注意力，是一種有效的教學策略。

相較於傳統的教育媒體與工具，透過玩遊戲的性質進行學習，使學習者對所習得的學問有

更深刻的體會。過去已有研究學者定義了悅趣化學習應具備的特性，為能讓玩家樂在其中的進行學習。而(Hogle, 1996)綜合各家學者意見，認為遊戲融入學習之中有以下幾個優點：1) 可引發內在動機並提高興趣：從 Malone and Lepper 的研究中，發現在遊戲中好奇與期望、控制與互動性以及故事情節的幻想性等特性，都可提高學習者的學習興趣和內在動機。學習者會為獲得成就感，在面臨困難挑戰時，能願意不斷的嘗試。2) 保留記憶：對於模擬遊戲的探討，發現相較於傳統的教學模式上，模擬遊戲在記憶保留方面有比較卓越的效果。3) 練習及回饋作用：一般許多遊戲學習軟體提供練習的機會，讓學習者可以反覆的操作，並獲得即時的回饋，讓學習者可以自我評估學習成效，促進學習目標的達成。4) 提升更高層次思考：正如認知發展理論，認為知識的建構是個體和環境互動的結果。電腦遊戲的設計符應了人類的認知結構，將教學內容融入遊戲當中，讓學習者不斷的在遊戲中解決問題、做決定，學習者要能夠整合自己所學，以找到解決方式。教學內容將不斷的重複進入學習者記憶中，是最好的學習形式。悅趣化學習能有上述的優點、利益，主要原因在於遊戲以模擬真實生活情境的方式，引導學習者直接應用教師所傳授的學問，嘗試處理真實生活中可能遭遇的問題。因此，相較於傳統的教育媒體和工具，透過玩遊戲進行學習，可以使學習者對所習得的學問有更深刻的體會。

2.2. ARCS 學習動機模式與擴增實境應用

ARCS 學習動機模式是 Keller(Keller, 1983)以其激勵學生學習動機的系統化設計模式為基礎，整合動機理論與相關理論所提出的。他認為傳統以來的教學設計對學習者學習動機的關注太少，任何一種教學設計所發展出來的教材，若無法引起學習者的興趣或專注，學習的效果將會大打折扣。因此，期望 ARCS 動機模式能提供教育工作者針對學生動機需求確認與了解教學的設計策略，以促學習動機，有效地提升學生的學習與表現。

Keller 所提出的 ARCS 學習動機模式包含激發學生學習動機的四項必備要素：注意(Attention)、相關(Relevance)、信心(Confidence)、滿足(Satisfaction)。若要引起學生的動機，須結合這四項要素，才能達到激勵學生學習的作用。此外，Keller 亦針對每一項要素各提供出三項激發學習動機策略。

擴增實境可應用於教育、醫療、軍事訓練、工程、藝術、娛樂、交通、商業行為等八個方面(Azuma et al., 2001)。隨著目前擴增實境技術的發展趨勢，已有許多各種不同的擴增實境應用於各層面的生活中。Billinghurst et al.(Billinghurst, Kato, & Poupyrev, 2001)所開發的 MagicBook 被認為是最早應用在教育上的案例。使用者透過手持式顯示器來觀察 MagicBook 上顯示的 3D 立體物件，3D 立體物件會依據場景與內容而做出不同的互動行為。此互動模式可滿足前述 ARCS 學習動機模式四要素中的前三項，亦即透過圖像引其學習可的注意，另由圖像衍生學習者與學習之事件之關連，而透過虛實整合的互動模式，則可建立學習者互動學習的信心。

後續亦有許多學者著手研究以擴增實境應用於教科書，擴增實境與教科書之結合不僅是讓學習者看到立體物件或動畫，此些立體物件與動畫更具有之互動性效果更能提升學習者之觀感。擴增實境可讓學習者沉浸入學習內容中的特質，讓學習不在只是面對安靜、不動的文字資訊。擴增實境可提供學習者一種新形態的學習工具，在未來發展上也有很大的延續發展空間。由上述例子發現擴增實境在教學應用上式可行且具有效益的。其優點是不同以往傳統教材的呈現方式，擴增實境藉由虛擬物件與現實世界結合的方式，以其獨特新奇的視覺效果、簡單直覺的互動性以及靈活多變的教學方式，讓學習者沉浸其中進而帶給更多學習樂趣，提升學習動機與學習參與度，達到最佳的學習效果。

3. 研究方法與流程

3.1. 「能源戰爭」嚴肅遊戲設計

本研究使用悅趣化學習系統提升學習者的學習興趣與學習動機並探討在不同學制下與互動媒體使用經驗差異之學生。最後再針對學習者使用本研究之數位嚴肅遊戲的學習動機、系統易用性與使用者經驗面向去進行評量與滿意度評估。

歸納本研究之實驗目的有如以下列點：1. 探討前導教學對於其學習興趣之影響性；2. 探討年齡學制對於其學習動機之影響性；3. 探討互動媒體使用經驗對其學習動機與學習興趣之差異；4. 運用擴增實境應用技術互動嚴肅遊戲的使用者經驗之評估與探討。

依前述的規劃，本研究在台灣能源認知與應用策略之互動嚴肅遊戲設計，利用互動設計透過擴增實境技術與能源特色視覺化的融合，發展「能源戰爭」的卡片戰鬥 APP 遊戲，首先將嚴肅遊戲的腳本設計，融入所設定的台灣能源認知數位學習議題的知識，其次則以互動設計的應用，結合美學、知識、科技技術與介面設計，以學習者使用者經驗的創造為目標，規劃整體知識體系與互動架構。最後則將以傳統遊戲卡片的設計，結合擴增實境技術以及互動媒體設計技術的應用，建構完整嚴肅遊戲的雛形，並評估不同互動模式的特性與差異。本研究「能源戰爭」嚴肅遊戲的整體架構如圖 1 所示。

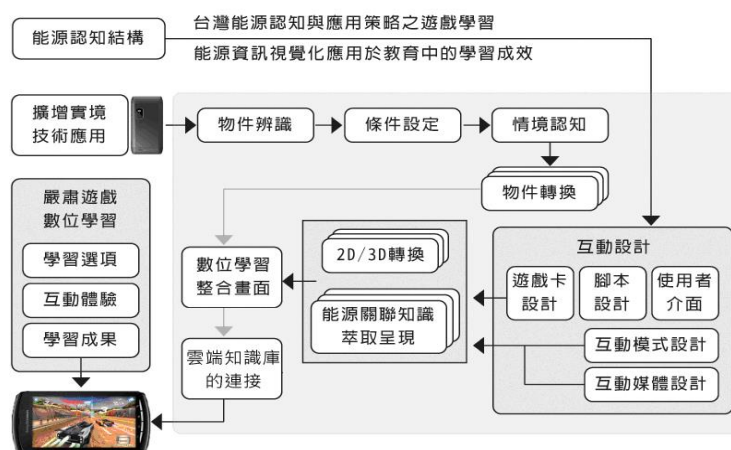


圖 1 本研究發展「能源戰爭」嚴肅遊戲的整體架構圖

本研究利用圖像辨識技術輔助學習，兼具遊戲性與教育性，達到寓教於樂的目的，透過趣味性的遊戲卡片互動方式，及色彩鮮明易懂的操作介面，讓使用者從遊戲體驗中自然而然的認知與學習，而卡片上附有 QR Code，民眾可利用智慧型手機、平板電腦下載此遊戲，只要藉由行動裝置與遊戲卡片就能隨時隨地遊戲，使學習無所不在。本議題主要將能源特色轉化為圖像，設計成具有能源象徵性的角色，透過圖像化方式使得各種能源的資訊內容更加有吸引力，並將能源圖像應用加值作為互動遊戲內容，把能源知識、符號與角色設計成遊戲卡片形式，帶入故事劇情及趣味性的互動模式，讓民眾除了從文字說明了解與學習能源外，並藉由圖像化的視覺傳達與遊戲互動的方式來加深其印象。本研究的能源角色設計是透過 ARCS 學習動機模式中的注意 (Attention) 及相關 (Relevance) 作為設計準則，引起學習者的興趣與注意，更刺激學習者的好奇心，再讓學習者根據對學習新教材及過去的經驗，產生切身相關的體認。同時並以希臘神話連接能源之特性，便於學習者記憶能源角色。相關角色的設計如圖 2 所示。

綜合以上學習內容之設定與整理，本研究將「能源戰爭」嚴肅遊戲學習內容包裝為一個故事情境，玩家選擇能源卡片後，利用擴增實境互動技術來辨識卡片圖像(如圖 3)，並藉由十種能源的力量來保衛地球。玩家的任務是以有限資源來隨意組出能源隊伍，進行捍衛工作並阻

止能源怪獸的破壞行為，藉此讓玩家了解地球上的能源狀況與種類，並了解如何在未來運用地球上的有限能源。若戰鬥成功，打敗所有怪獸，就能夠化解環境危機，學習能源問題解決之策略，規劃一系列的友善能源計畫；反觀戰鬥失敗，地球的狀況會越來越糟，怪獸將持續吞噬地球的生命力。



圖 2 「能源戰爭」嚴肅遊戲之能源角色設計



圖 3 「能源戰爭」嚴肅遊戲之能源圖卡設計

本研究從中設計「引導探索教學」類型之教學策略以 ARCS 動機模式做為教學方式與遊戲機制之設計架構，每個面向之動機模式包含三個激發動機的策略(Keller, 1999)，分別為「專注力：喚起知覺、喚起探究、多樣性」、「相關性：熟悉性、目標導向、配合學生的動機」、「自信心：對成功的期望、挑戰的情境、歸因的塑造」、「成就感：自然的結果、正面的結果、維持公正」四個階段。教學流程以動機要素：專注力、相關性、自信心、滿足感之四階段進行遊戲與教學；在遊戲機制部分，以豐富的多媒體 2D/3D 圖案、動畫、聲音與擴增實境互動操作來吸引學習者的注意力。一開始先從「專注力：喚起知覺、喚起探究、多樣性」階段，透過互動遊戲的擴增實境畫面引起學習者的注意，在提出問題引導學習者思考，喚起舊有的認知與經驗，並說明透過互動遊戲學習之目的與介紹遊戲單元。遊戲機制部分則以提供卡片顯示 3D 模型畫面，引起學習者視覺上的刺激，與設計能源介紹之介面來吸引學習者探究能源知識，因學習內容範圍因素，遊戲設計了多個場景關卡，增加學習與體驗的多樣性。

3.2. 悅趣化學習成效評估設計

本研究採用量化與質化兩種調查方式進行資料的蒐集與分析，用以了解使用者對於能源知識的學習興趣與學習成效之評估。量化分析採用問卷調查法，質化方式採用觀察法與訪談法。本研究的問卷設計共分為五個部分，第一部分：受訪者基本資料，記錄學習者的性別與年級、第二部分：互動媒體使用經驗背景，了解學習者使用過哪個互動媒體、第三部分：互動遊戲裝置體驗感受，以 ARCS 動機模式為設計依據，並根據過去文獻與互動遊戲之功能性、介面使用性、卡片辨識性、學習內容趣味性發展出此問卷之題目內容；第四部分：互動遊戲裝置系統易用性，以系統易用性量表為設計依據，並分析使用者對系統使用滿意度、易用性及可用性的相關看法進行評估；第五部分：使用者經驗分析，藉由問卷作為使用者系統回饋，在問卷中透過系統易用性量表調查對於本實驗操作和資訊傳達互動的動作，皆為滿意度研究的範圍。採用李克特式五等量表方式填答。

4. 實證研究與分析

4.1. 「能源戰爭」嚴肅遊戲之發展

本遊戲的系統開發以 Unity3D 遊戲引擎軟體撰寫 JavaScript 程式，結合 QCAR 的 Vuforia SDK 擴增實境技術，作為互動模式的技術創作；而遊戲內容與介面的多媒體部分，運用到視覺影像軟體 Adobe Photoshop、Adobe Illustrator 和 3D 建模軟體 Autodesk Maya 以及動畫製作

軟體 Adobe After Effect，設計出互動學習遊戲並融入能源教育內容，最後利用 Unity 3D 輸出 Android 應用程式 apk 檔案，置入行動裝置安裝與執行。本遊戲的硬體裝置與互動物件含行動裝置、能源角色卡片、台灣地形卡片，使用能利用行動裝置上的鏡頭，辨識能源角色卡片圖案與遊戲內容互動，達到多模式互動學習之目的。

本遊戲結合 QCAR 的擴增實境技術，在圖像辨識部分需將設計好的圖像，上傳至 QCAR 的 Vuforia 平台進行目標追蹤辨識，在由 PC 端下載其辨識完成的 unity package 檔案，並直接匯入 Unity 3D 遊戲引擎內做編輯，透過遊戲引擎編寫遊戲互動程式並將多媒體內容與圖像辨識機制做編輯與整合，從 Unity 3D 直接發佈 apk 檔；最後，將此檔案安裝於行動裝置內，來達成圖像辨識與觸碰感應的多模式互動操作。

4.2. 實驗設計與結果分析

本研究以某一完全中學進行實證研究。受測者一共有 154 位，高中部 51 人，男生 14 人，女生 37 人。國中部 103 人，男生 54 人，女生 49 人。本研究以實地參與方式，從旁觀察學習者操作過程，並透過實驗與學習問卷之結果分析。本研究的 ARCS 問卷量表依全體學習者、高中部男性學習者、國中部男性學習者、高中部女性學習者、國中部女性學習者的所有題數之整體信度進行分析。高中部男性學習者量表整體題目 Cronbach's α 值為 0.935，國中部男性學習者量表整體題目 Cronbach's α 值為 0.867，高中部女性學習者量表整體題目 Cronbach's α 值為 0.808，國中部女性學習者量表整體題目 Cronbach's α 值為 0.758，而全體學習者量表整體題目 Cronbach's α 值為 0.844，所以此份量表均具有高度信度。

本研究結果縣市，在專注力分析中，男性學習者的評估平均分數都高於女性學習者的評估平均分數，除了題目「我會被互動操作所影響，不能專注於學習」。研究結果也顯示國高中部男性學習者能從遊戲中的故事情境、互動體驗、互動內容以及介面設計，達到吸引學習者的專注力，但國中部女性學習者體驗「能源戰爭」互動嚴肅遊戲能專注學習明顯較高並持以正面反應。在相關分析中，全體學習者對於「能源圖像可以讓我聯想到它的名稱與特性」與「我覺得互動遊戲內容讓我對能源知識的認識有幫助」的評估平均分數都明顯較高，因此多數學習者都認同體驗「能源戰爭」互動嚴肅遊戲內容有助於能源知識的聯想與幫助，但需要進行多次體驗「能源戰爭」互動嚴肅遊戲方可學習能源知識。在自信心分析中，男性學習者對於題目「我能夠了解互動遊戲操作後會呈現甚麼樣的效果」和「我有信心完成所有互動遊戲內容與學習」的評估平均分數都高於女性學習者的評估平均分數，尤其是國中部學習者的評估平均分數明顯較高。相反題目「我覺得互動裝置不好操作，有些困難」(反向題)對於全體學習者而言顯示普通程度。故男性學習者的體驗遊戲經驗比女性學習者多，因此對於男性學習者操作「能源戰爭」互動嚴肅遊戲會知道所呈現的效果與獲得較強烈的自信心，但在操作「能源戰爭」互動嚴肅遊戲上仍比女性學習者較高出少許。在滿足感動機分析中，國中部學習者對於題目「我對互動遊戲的學習方式沒有興趣」(反向題)、「當任務成功完成時，我會有成就感」和「我覺得今天的互動遊戲體驗很好玩」的評估平均分數都明顯高於高中部學習者的評估平均分數，但國中部女性學習者卻對於國中部學習者對於題目「我對互動遊戲的學習方式沒有興趣」(反向題)的評估平均分數卻只有 3.18，因此本研究認為國中部女性學習者對於自然科學內容的興趣比國中部男性學習者顯然來得低。故多數學習者進行「能源戰爭」互動嚴肅遊戲時，完成遊戲任務後能獲得成就感，同時學習者對於遊戲的學習方式與互動體驗都感到很好玩、有趣。

而 ARCS 整體構面實驗結果分析的結果，以全體學習者性別差異進行整體動機量表進行統計分析，結果顯示男性學習者在題目「我會被互動操作所影響，不能專注於學習」(反向題)的評估平均分數略顯低於女性學習者外，其餘題目的評估平均分數都明顯高於女性學習者，因為女性學習者在體驗互動嚴肅遊戲「能源戰爭」時比男性學習者顯然行為順從與文靜，並不

會在遊玩時與朋友間竊竊私語或大聲嚷嚷，集中精神專注於體驗遊戲。故男性學習者較認同遊戲的互動模式、能源角色與畫面設計能引起注意力，對於遊戲單元的設計與任務機制體驗能感到滿足感，然而女性學習者比男性學習者認為藉由遊戲互動後對於這些知識都有了基本的認識，並覺得從遊戲中學習較為有趣。

此外，由實驗結果得知，學習者的注意力學習動機有達顯著性：學習者對於題目「互動遊戲的體驗能吸引我的注意力」及「遊戲中的每個畫面都能吸引我的注意力」 $p < .05$ 達顯著性，故拒絕虛無假設，即男性學習者與女性學習者的得分具有顯著差異，男性學習者的評估平均分數顯著高於女性學習者 0.37 和 0.28，故男性學習者認為遊玩「能源戰爭」互動嚴肅遊戲能吸引注意力。學習者的自信心學習動機有達顯著性：學習者對於題目「我能夠了解互動遊戲操作後會呈現甚麼樣的效果」、「我有信心完成所有互動遊戲內容與學習」及「我覺得互動裝置不好操作，有些困難」(反向題) $p < .05$ 達顯著性，故拒絕虛無假設，即男性學習者與女性學習者的得分具有顯著差異，男性學習者的評估平均分數顯著高於女性學習者 0.4、0.31 和 0.46，故男性學習者認為遊玩「能源戰爭」互動嚴肅遊戲除了有遊戲經驗之外，連在操作使用擴增實境上也比女性學習者來得更更有自信心。學習者的滿足感學習動機有達顯著性：學習者對於題目「我對互動遊戲的學習方式沒有興趣」(反向題) $p < .05$ 也達顯著性，故拒絕虛無假設，即男性學習者與女性學習者的得分具有顯著差異，男性學習者的評估平均分數顯著高於女性學習者 0.41，故男性學習者認為透過遊玩「能源戰爭」互動嚴肅遊戲用以學習比女性學習者略顯有興趣。

5. 結論與建議

本研究聚焦於台灣能源認知與應用之互動遊戲設計，思考如何利用互動設計上的趣味性、知識性、互動性與介面設計的融合，發展台灣能源認知悅趣化學習的互動遊戲設計，並從透過前導教學與評量實測設計，評估系統可用性、易用性等發展成效。透過實驗設計與驗證的結果本研究的結論如下：

本研究發現結合擴增實境技術，在學習互動上透過圖像結合多媒體內容，將平面元素角色轉化為立體化之效果，能吸引學習者的注意力，研究者發現有數名學習者花了約十分鐘左右閱讀能源角色卡片上的資訊並想探究能源內容，能源知識部分本研究以圖文影像呈現，雖然此學習方式較無互動效果，但在觀察學習者學習時，是能夠專心的看完介紹，並感到非常有趣甚至曾詢問研究者希望能索取本研究之實驗工具能源角色卡片，因此圖像結合多媒體內容有助於吸引學習者注意力，可以將其互動方式運用在其他教學領域，而多媒體內容除了立體化圖像外，並融入動態影音效果，增加視覺上的刺激。

然而，本研究在系統滿意度部分結果顯示，因受測者未能於遊戲前先熟悉操作系統，以致受測者在回答系統易用性量表上會產生偏差，若操作過於繁雜，反而增加學習者負擔。因此，遊戲內容加入適當的操作指示並簡化遊戲流程，提升遊戲操作性與順暢度，同時建議後續的研究者適當的教學安排及引導，以避免受測者無足夠的時間熟悉操作系統和問卷回饋的偏差，同時也建議後續的研究者可準備一組以上的實驗器材以順利讓大量受測者在短時間內都可體驗實驗全部流程。擴增實境技術應用必須透過圖卡辨識，要考量到圖卡的辨識度，及行動載具相機的解析度，還有學習者使用系統的操作環境、光源等因素。

而透過現地觀察與訪談的結果本研究所使用之工具「能源戰爭」互動嚴肅遊戲比起一般課堂學習來得更為好玩，有興趣。故本研究對於低學習成效之學習者是非常有吸引力且有明顯地提升低學習成效之學習者的學習動機與興趣。

參考文獻

- Wu, Y.-T., Chang, M., Li, B., Chan, T.-W., Kong, S. C., Lin, H.-C.-K., Chu, H.-C., Jan, M., Lee, M.-H., Dong, Y., Tse, K. H., Wong, T. L., & Li, P. (Eds.). (2016). *Conference Proceedings of the 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016*. Hong Kong: The Hong Kong Institute of Education.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE, 21*(6), 34-47.
- Belal, A. R. (2011). Students' perceptions of Computer Assisted Learning: an empirical study. *International Journal of Management in Education, 5*(1), 63-78.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications, IEEE, 21*(3), 6-8.
- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education, 55*(2), 566-575.
- Dickey, M. D. (2011). Murder on Grimm Isle: The impact of game narrative design in an educational game-based learning environment. *British Journal of Educational Technology, 42*(3), 456-469.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology, 18*(1), 7-22.
- Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education, 49*(3), 873-890.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming, 33*(4), 441-467.
- Hogle, J. G. (1996). *Considering Games as Cognitive Tools: In Search of Effective "Edutainment"*.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status, 1*, 383-434.
- Malone, T. L. (1987). Making learning fun: a taxonomy of intrinsic motivations for learning. *In Aptitude, Learning, and Instruction, Cognitive and Affective Process Analyses, 3*, 223-235.
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. United States: Paragon House.