

國立臺南大學數位學習科技學系畢業專題實作

源初之海：科學探究情境遊戲之設計開發與實證研究

Source of Sea - Robotic Positioning Investigative Complex Game

專 題 編 號： NUTN-ILT- PRJ-110-003

執 行 期 間： 109 年 2 月 至 110 年 1 月

專 題 參 與 人 員： S10655017 楊竣評、S10655018 黃宣銘、
S10655040 林炯邑

指 導 老 師： 施如齡 教授

中華民國 109 年 11 月 11 日

國立臺南大學數位學習科技學系畢業專題實作

源初之海：科學探究情境遊戲之設計開發與實證研究

Source of Sea - Robotic Positioning Investigative Complex Game

專 題 編 號： NUTN-ILT- PRJ-110-003

執 行 期 間： 109 年 2 月 至 110 年 1 月

專 題 參 與 人 員： S10655017 楊竣評、S10655018 黃宣銘、
S10655040 林炯邑

指 導 老 師： 施如齡 教授

中文摘要

科學教育強調除應讓學生了解科學是什麼外，也要了解科學的過程(教育部，2000)。遵循著探究的精神我們可以抽絲剝繭去分析事物，並且驗證自己的答案是否正確。在學校，老師會藉由實驗來打破學生原本的想像，讓他們透過觀察與驗證，感受震撼、產生懷疑，改變對於事物的看法。讓學生對於身邊事物提出疑惑，然後設計研究來進行驗證；從問題出發的探究，就是科學教育的精神。

本研究專題目標在於設計一款科學探究的情境遊戲，讓玩家在情境遊戲中透過定位判斷、目標探測、科學模型建立進行學習。同時，並利用情境遊戲促進玩家的實境模擬感，以遊戲化的過程提升學生學習動機與興趣。研究中採用機器人定位系統紀錄玩家於地圖中所採取的行動，以及所擷取的數據紀錄與推算預測，分析其行動與學習歷程，深入探究學習者的科學認知模型與思路，進而引導深度學習，達到科學探究的目的。

關鍵字：科學探究、情境遊戲、問題解決、運算思維、歷程分析。

Abstract

Science education emphasizes we should make students not only understand what science is, but also understand the process of science (Ministry of Education, 2000). Following the spirit of inquiry, we can analyze things and verify if our answers are correct. In school, teachers will make students think outside the box by experiments, making them feel shocked and doubtful by observation and verification. So, they can change their opinions on things. What's more? Teachers will make students ask questions about things around them, and then doing a research to verify them; the inquiry from questions is the spirit of science education.

The goal of the research is to design a situated game of scientific inquiry which focuses on the cultivation of the ability of computational thinking and problem-solving and makes players learn through the judgment of location, the target detection, and the establishment of scientific model. At the same time, situated games are used to

enhance players' sense of reality simulation and boost students' learning motivation and interests in the form of the process of gamification. In the research, we adopt the robot locating system to record the actions taken by the players on the map, collect the data records and predict. After analyzing their actions and process of learning, we inquire the learners' scientific cognitive models and thoughts deeply. And then we guide them to deep learning to achieve the goal of scientific inquiry.

Keyword: Scientific Inquiry, Situated Game, Problem Solving, Computational Thinking, Process Analysis

一、緣由與目的

在懵懂的年紀學生就展現對於世界的好奇，若在此時加以引導便會成為探索科學的最佳動力，此外，在科技的時代，能夠有效運用科技進行科學探究，則會更有效的解決問題。

首先，科學家的精神是必不可少的，我們必須培養學生這種科學探究之精神，讓學生能對於事物之間能夠產生質疑，並進一步去探索，接著，我們想要讓學生理解到各式各樣的現代科技，而其中物聯網之技術絕對是當今最重要的科技之一，因為在將來萬物皆有可能與物聯網有所連結，不過寓教於樂也是很重要的一點，而定位科技往往能夠讓一個遊戲產生很多樣的變化。

綜上所述，本專題研究旨在設計科學探究的情境遊戲，結合機器人定位系統，再透過物聯網之技術讓機器人與地圖互動，並以探索洋流與海洋資源為主題，設計一款兼具科學探究

與知能學習的桌遊，讓學生透過 mBot 機器人設計路徑程式在大地圖上進行洋流探測，並四處採集所需資源。

二、文獻探討

(一) 物聯網

物聯網(Internet of Things, IOT)意指將所有物品通過 RFID 或感應晶片等訊息感測設備與網際網路連結，實驗智能化識別與管理。物聯網的出現大大的改變了人類生活品質以及習慣，從居家生活到公司生產都有了顯著的變化。智慧家電的出現、物流追蹤與管理、室內定位等等都用到了物聯網的技術。也就是說，有了物聯網後，人們不再需要主動去操控器具，而是器具能夠在偵測與溝通後，自動做出反應，讓生活變得更加簡捷便利。例如：Levi's 曾經和 Google 聯合開發一款智慧夾克，能偵測使用者在衣服上的觸摸動作便能將導電衣接收的電子訊號轉為指令，透過藍芽連結手機完成相對應的手機功能。

近年來有許多產業與物聯網之應用有所關聯，例如：在農業上，有農業入侵系統，當有人入侵農田時，系統將會自動響起在農夫家中的警報並發送訊息通知給農夫(Roy al., 2015)，在工業上，則有能透過物聯網技術及新的框架，讓各層級的生產設備得以應對干擾並彼此進行協調的系統，進而節省製造時間和能源消耗(Zhang, Y al., 2018)，所以無論是什麼產業皆有可能結合物聯網，物聯網能夠讓事物充滿智慧，也正因為如此，物聯網在第四次工業革命(工業 4.0)佔有相當重要的地位。而為了將物聯網之效益最大化，物聯網技術常常搭配著大家耳熟能詳

的人工智慧一起使用，因為物聯網所收集之數據往往相當龐大，即所謂的大數據，所以要想理解這些數據，人工智慧就是個很好的工具，透過其去分析這些數據，即可找到最佳的決策 (Spyros G. Tzafestas, 2018)。

透過物聯網技術的應用將傳統桌遊與科技結合，使用者操作船隻於地圖中進行遊戲，定位系統偵測數據後即時傳送至電腦，再由電腦對機器船下達加減速行為，以及獲得的海洋物資提供了更即時的反饋以及全新的體驗。

(二) 定位系統

定位技術最實際的應用便是 GPS，人類將 GPS 結合許多領域的技術開發出許多充滿商機的應用，如：定位導航、Zenly、軍事系統等等，GPS 是藉由衛星訊號收發來達到定位效果，在室內會受到建築物影響訊號強度。因此後來發展出了室內定位技術，大多數透過無線感測技術結合其他定位方法來完成定位，如：Wi-Fi、藍芽、RFID 等 (李昱誠, 2018)，定位技術也因此衍生出以其為基底的商品，如：智慧倉儲系統、或是即使定位導覽系統等等，而在近期嚴重疫情的影響下，室內定位技術 RTLS (實時定位系統)，也活躍了起來，於室內它可以比 GPS 還要準確地定位，也就是說在醫院這種室內場所，RTLS 可以更加準確地追蹤病人的行蹤，所以有研究表示透過 RTLS 定位系統和 EMR (電子健康紀錄) 來追蹤與感染者有所接觸的人會是最有效率的，並能夠預防傳染病之爆發 (Hanley J Ho1 al., 2020)。本研究將定位技術結合物聯網技術應用於車輛定位，透過在地圖中

放上晶片，讓晶片在偵測到機器人上之晶片後，進行互動。最後，透過機器人的定位系統，以其座標位置來和地圖互動。定位系統以 UWB 晶片模組來測量與各個感測器的距離，經過計算後得到機器人之相對座標，透過物聯網系統進行資料傳遞。機器人在地圖上面進行科學探究，需要連結與地圖之間的資訊關係。使用物聯網串接兩者，傳遞相關資訊，是本研究中的關鍵科技之一。

透過定位系統我們可以獲取機器人之座標位置，實現我們洋流遊戲之遊玩，更進一步，藉由座標位置實現機器人與地圖之間進行互動，完成物聯網之應用。

(三) 科學桌遊

整體科學探究情境以遊戲式學習的方式來建構；科學桌遊為教育實踐的系統，具備能吸引學生嘗試、有動機去學習的特性。遊戲式學習能落實「做中學」，提升學習成效 (Prensky, 2001; Kirriemuir & McFarlane, 2004; 吳天貴, 2007)。遊戲若運用於學習上，玩家同時亦是學生，透過教學內容與遊戲特性的輸入，在過程中遊戲回饋引起玩家反思，再修正行為，這些過程重複循環能產生正向的學習成果 (Garris, Ashlers & Driskell, 2002; 吳天貴, 2007) 對於科學桌遊來說，玩家在回合 (或情境) 中每次動作或決策，遊戲可能有不一樣的回饋而讓玩家改變策略，或是由於玩家改變策略得到不同的回饋。藉由多次的遊戲回饋下嘗試、探索和經驗累積，加深玩家對於知識的體會與了解。此研究以科學探究桌遊的型態來設計整體情境，自遊戲帶入知識，玩樂時亦在思考和體悟，讓

遊戲過程亦為學生學習歷程。

「科學桌遊」一詞即是將科學內容藉由遊戲設計融入桌上遊戲架構，玩家在遊玩過程中透過一連串規則與遊戲機制的體驗，藉此期望玩家能從中了解並學習到科學知識。要讓玩家更融入桌遊中，需要讓遊戲世界與學習目標間有所連結。透過實體配件、模型及遊戲規則來建立兩者關係，並有系統性地呈現出遊戲整體(Gee, 2005；邱美虹，2016)。鄭秉漢(2019)綜整文獻認為基於科學學習的科學桌遊應具備兩大特性：a. 桌上遊戲的特性：遊戲背景、目標、謎題、遊戲內容、遊戲機制、可供玩家操作之實體物件等。b. 科學領域學習的特性：科學概念、可學習的環境、學習有所回饋等。例如以天災為設計背景的科學桌遊，作者將欲傳達給玩家的訊息融入遊戲之中，包括：颱風會造成何種影響，電塔倒塌會對生活品質造成何種影響等等，讓玩家在遊戲之餘也能與現實有所連接，進而達到學習目的。

經由文獻探究，我們希望透過探究科學桌遊的組成和明瞭科學模型在桌遊上的運用與限制，設計合適的配件、模型輔助學生融入遊戲，加以完善並兼顧遊戲性與教育性。藉由桌上遊戲來包裝探究性學習原先枯燥耗時的過程和提升學習成效，學生在遊戲中多次嘗試、探索和經驗累積，產生對科學知識的了解與自我定義；加入物聯網與定位系統於遊戲操作流程中，在遊戲中初步建立運算思維的觀念，由遊戲機制上初步了解物聯網技術的梗概，並在每次操作與決策下，建構出自己認為的洋流地圖模型。最後學生能在遊戲過程中完善的流程規則與遊戲建置下，建立合適的心智模型來

引導自我決策，在玩樂中培養學生自主思考與解題能力。

三、 研究方法與步驟

本遊戲運用科學模型概念加入遊戲機制與流程中。在本遊戲內容中海洋資源及洋流分布，依據地理學科相關課堂知識加以規劃。資源分布與洋流位置、性質需經由玩家探測、採集過程後才能得知概略，並由玩家自我紀錄於小地圖上做為下回合決策參考依據。學生藉由模擬船隻航行在遊戲回合中多次探索和採集，經驗累積因此逐漸了解海洋資源分布、洋流性質等科學知識，藉此包裝原先探究性學習歷程，原先枯燥耗時不易吸收之課堂知識轉化為遊戲內容。

(一) 科技應用

我們所使用之科技主要為物聯網以及定位技術這兩者：

1. 定位技術：

我們會在地圖的數個邊緣以及 mBot 身上裝上 UWB 定位晶片，接著透過地圖邊緣的數個晶片以雙邊雙向測距(DS-TWR)定位之方式，得出 mBot 身上晶片之座標。

2. 物聯網：

在地圖邊緣的數個晶片與 mBot 身上之晶片互動得出座標後，這個座標會被回傳至電腦的程式當中，而我們會將這個座標透過我們的程式來判斷其所在為地圖之何處，並要給加速、減速，還是正常速度之指令，最後再將著個指令上傳至本地端資料庫，而玩家再透過程式抓取這個指令，進而使用 mBlock 給予 mBot 下達指令，實現 mBot 與地圖之互動。

(二) 研究工具

1. 定位系統

本研究以 UWB 定位系統作為基底，透過雙邊雙向測距(DS-TWR)的方法取得設備之間的距離(圖 1)，雙邊雙向測距(DS-TWR)為單邊雙向測距(SS-TWR)再增加一次數據之發送與接收，單邊雙向測距原理即是由其中一個設備將數據傳輸至另一設備，而另一設備收到數據後也向其發送數據，首先，計算出最先發送數據設備的發送及接收數據的時間差，並減去另一設備發送與接收數據的時間差，接著除以二再乘以電磁波之速率，即可得到兩設備之距離，而雙邊雙向測距(DS-TWR)之所以再增加一次的發送與接收，是為了減小時間所產生之誤差，以提高精確度。並在獲取數據之後以三角定位法(圖 2)進行處理，取 a 至 f 的三個圈所構成的六個交點，並找出其三邊和最近的 b,c,f 三個點，藉所獲得的 r1、r2、r3 以及根據三個感應器的位置下去，相加再除三之後獲得 D 點，也就是我們所想要的位置座標。

於定位系統建置完成後，我們先以程式模擬出座標系統並帶入數個座標測試，檢驗目前定位系統的可靠性與正確性。之後於空曠室內場域定義座標點再由系統進行座標定位測試，校正與提升定位精度。

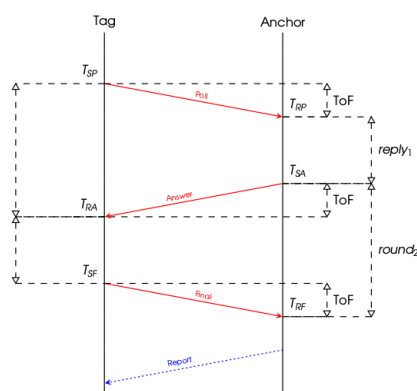


圖 1. 雙邊雙向測距原理

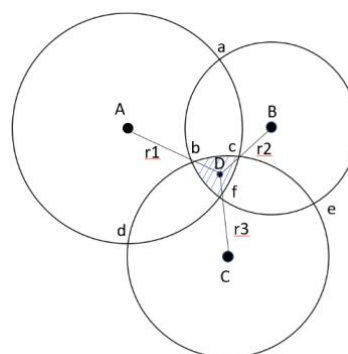


圖 2. 三角定位法

2. 程式回饋系統

mBot 是一款可以體驗編寫程式，適合剛開始接觸 sensor 與機器人控制的學習者使用。透過執行 mBlock，使用藍芽或 2.4G 無線模組與 mBot 連線，將其作為遊戲移動工具，並搭載藍芽晶片透過 IOT 傳遞訊息，作為小朋友於遊戲中所操作的角色。為了方便尚未對程式熟悉之玩家遊玩，我們事先建立出 mBot 移動之函數，包括了 mBot 之移動方向及移動速度的函數，而玩家只需修改其中之參數即可對 mBot 之路徑做出改動，至於其餘玩家不需要看到之零件組塊，我們將會隱藏起來讓玩家有著乾淨的介面，另外我們撰寫程式來呈現遊戲地圖之樣貌，而地圖上顯現出 mBot 之位置，當玩家透過 mBlock 來控制 mBot 的位置時，地圖上之 mBot 也會跟著移動。

本專題選定 DWM1000 晶片建構之系統下去進行實驗，在系統計算出

目標位置之後，數據會回傳至其提供之程式中，將辨識出來的數據上傳到本地端資料庫進行資料的統整與分析，在遊戲的同時我們的程式便會給予玩家該回合所獲得的資源，提供玩家進行下一步的決策，同時讓教學者了解玩家此時的心路歷程，並將整場遊戲紀錄保存下來，往後即可透過我們另一支程式重現所有場次及所有玩家之遊戲路徑，以便提供教學者進行後續分析。

3. 遊戲機制設計

本研究的科學探究情境遊戲為一探測遊戲，在遊戲中引導學生建立正確的洋流觀念以及科學研究精神。遊戲機制流程可以分成以下階段：

第一階段：提出系統要求：依據科學探究原理原則構思出洋流模型及地圖資源的設計(圖 3)，運用未來科技結合傳統教學知識設計機器人遊戲，並且保留遊戲的延展性，方便後續增加新的學習內容。

第二階段：玩家扮演科學家，於地圖中規劃探究路徑，操作機器人(探測船)進行洋流探測與資源採集。透過機器人定位系統偵測目前位置，於行經之經緯度網格進行地理數據探究，並且在系統中輸入參數，即時記錄玩家歷程，以此建立科學與心智模型。

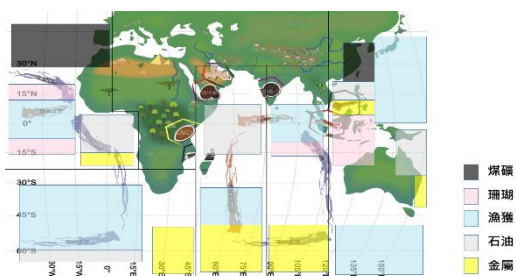


圖 3. 遊戲地圖中海洋資源分布範圍

第三階段：遊戲時，玩家運用所建構的洋流模型，進行遊戲決策、規劃航道，完成任務。航道中，若玩家

航入順向洋流則會使機器人移動速度增快，反之則減速(圖 4)。藉此讓玩家能夠得知洋流的流向與具體產生的影響。除此之外，回合中亦開放玩家交流訊息、資源交易、觸發隨機事件等行動，與其他玩家進行互動與協調，因應變化擬定策略，提升玩家在遊戲中思考層次。

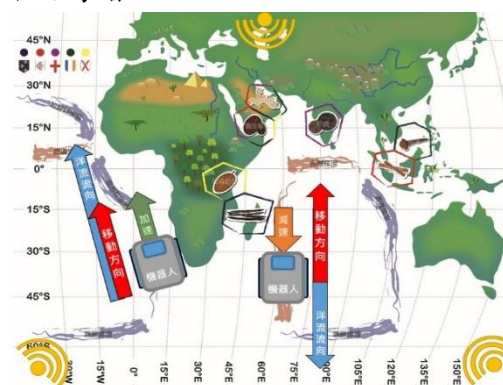


圖 4. 遊戲地圖定位偵測示意圖

遊玩方式

1. 遊戲介紹：

地圖：5.8 公尺*4.8 公尺之實體世界地圖

玩家人數：4 人

遊玩時間：約 30~50 分鐘

2. 玩家初始配置：

電腦一台、船隻機器車一台、所屬國家卡一張、小地圖一份

3. 開採與探索：

每一回合內，玩家將需操控船隻航行定點後採集所需資源：

- 由玩家編寫程式積木到達定點，由系統根據定位隨機給予玩家採集資源或特殊事件
- 該玩家上回合採集過區域，需隔一回合後才能再度採集
- 操縱過程中撞到陸地即為觸礁，該玩家回合便告結束，該回合無法採集資源
- 玩家該回合結束，在小地圖上繪製路徑與該海域可能資源，作為接下來遊戲決策參考與

依據，也藉此進行海洋科學探究的紀錄(圖 5)

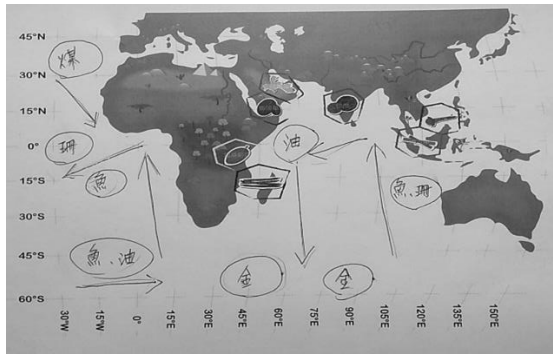


圖 5. 玩家在地圖上記錄資源與洋流

4. 資源交易：

在玩家回合內，可與最接近之鄰船玩家進行資源交易(資源量不一定對等，各取所需)，雙方同意談妥後便能交易。每回合交易限一次。

5. 船隻損壞：

若在回合中衝撞到其他玩家船隻，船隻便會受損無法自由操作，無法採集維持一回合。

6. 勝利條件：

玩家們依照所屬國家卡上「目標資源量」採集，若在最少回合內將國家資源總量滿足便為該玩家勝利。若觸發特殊事件中「海戰」：將其他玩家追擊至淘汰，由最後一位場上玩家勝利

第四階段：玩家結束遊戲回合後，投影出玩家遊戲行徑路線。事後根據定位紀錄圖分析玩家於遊戲中的行為(圖 6)，分析玩家可能的思路模式，以及科學模型的複雜度、關聯性與正確度。

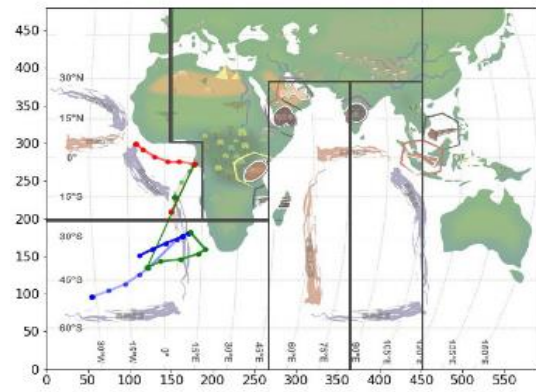


圖 6. 繪製玩家遊戲路徑示意圖

四、 結果與討論

學生們在體驗了本桌遊後，預期將會有以下特點顯現，首先，學生們學系態度將會變得更加地積極，與以往課堂上被動的態度不同，學生們會為了要更進一步去探索、遊玩洋流桌遊而趨於主動，再來，學生們對於內容將會更有印象，透過情境式學習，學生們可以更加沉浸於其中，也就更容易將所學之內容保存至長期記憶當中，最後，學生們將會更有自我觀點，因為洋流桌遊著重的是體驗的過程，所以遊玩當中並不會有任何是非對錯，學生們能盡情地將腦海中的想法揮灑出來。而在教師的教學上，洋流桌遊也起到了不小的變化，最直接的衝擊莫過於教學的模式，相較於過往的書本授課，取而代之的是一款桌上遊戲，還有教師的身分也發生了變化，從往昔將所學知識授予給學生們的全知全能，演變成了輔佐學生們去學習的地位，讓學生們自己去探索，當自己的老師。

五、 專題成果自評

將物聯網結合定位技術導入探究遊戲，讓學習者操作 mBot 機器人於地圖進行探究，能充分培養學習者自主學習的能力。以 mBot 編寫來訓練學習

者的運算思維，透過實際動手來聚焦思考規劃路徑研究出洋流實際運行方向，並在每一階段的探究步驟中進一步解析出洋流的流向善加運用其優勢，最後贏得遊戲。整個探究遊戲的流程跳脫傳統桌遊，有別於以往僅能限制於實物，融入科技元素後給予學習者更多操作空間，期待將來能更為提升程式精緻度以及機制的優化，以提升整體完成度以及質感為目標。

六、 參考文獻

- 吳天貴 (2007)。建置一個數位遊戲式學習系統以促進能源教育之學習動機及自我覺知。國立中央大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 林冠錡 (2016)。以眼動分析大學圖書館網頁使用者心智模式與物件位置典型性之研究。國立臺灣師範大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 林風南 (1998)。幼兒體能與遊戲。臺北市：五南。
- 邱美虹 (2008)。模型與建模能力之理論架構。科學教育月刊，306，2-9
- 邱美虹 (2016)。科學模型與建模：科學模型、科學建模與建模能力。取自 <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=13898>
- 國家教育研究院 (2016)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校自然科學領域草案。國家教育研究院。
- 張華顯 (2013)。物聯網之資訊安全偵測機制研究-以 Snort 建置於 Raspberry-Pi 為例。取自臺灣博碩士論文系統。
- 郭泓男 (2013)。探討導入科學探究於科展培訓對學生科學探究能力之影響。臺灣師範大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 陳育賢 (2019)。國小學童程式運算思維能力分析：以 mBot 機器人為例。國立臺南大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 陳宗逸 (2018)。公分級精準度務實可行室內定位技術追上需求【新通訊】。取自 <https://www.2cm.com.tw/2cm/SpecialProductDetails.aspx?id=F731C54FD4B2431CBC3F1E01CE10ABFF&NodeID=1A3C9033A2204949B613EB84DBE18FE4&refID=6599E75087A24C0DBA99B12C18494CC0>
- 陳昱誠(2018)。基於 Beacon 微定位和影像辨識的室內精準定位系統。國立宜蘭大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 葉瓊霞(2013)。有效地應用物聯網IOT於教育行政系統之研究。大葉大學。取自臺灣博碩士論文系統。
- 蔡銘修、陳振元 (2014)。情境模擬於數位學習之重要性：著重學生該做什麼。取自 https://ace.moe.edu.tw/events_file/seminar_2014/0202.pdf
- 鄭秉漢(2019)。科學桌遊與它們的 X。國立臺灣師範大學，取自國立臺灣師範大學圖書館。
- Arthur, D. (2005). *The effect of inquiry-based instruction on students (new mexico highlands university)*. Retrieved from http://etd.fcla.edu/CF/CFE0000530/Arthur_Debbie_J_200505_MEd.pdf

- Bude, C., & Bergstrand, A. K. (2015). *Internet of Things-Exploring and Securing a Future Concept (KTH Royal Institute of Technology, Stockholm City)*. Retrieved from https://pdfs.semanticscholar.org/5b4d/a47528fe80c2754fa84d8e157a2464c6a0ba.pdf?_ga=2.254095564.531935283.1578845397-1305958267.1578845397
- Chan, C., Burtis, J., & Bereiter, C. (1997). Knowledge-building as a mediator of conflict in conceptual change. *Cognition and Instruction, 15*, 1–40 (Faculty of Education University of Hong Kong). Retrieved from <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/42662/1/26206.pdf?accept=1>
- Council, N. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school (NRC Publication)*. Retrieved from https://www.desu.edu/sites/flagship/files/document/16/how_people_learn_book.pdf
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming, 33*(4), 441-467.
- Gee, J. P. (2005). What would a state of the art instructional video game look like? *Innovate: Journal of online education, 1*(6) .
- Greca, I. M. and Moreira, M. A. (2002). Mental, physical and mathematical models in the teaching and learning of physics, *Sci. Educ. 86*, 106 (Federal University of Rio Grande do Sul).
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching, 28*(9), 799-822. Retrieved from Wiley Online Library.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011-1026. Retrieved from ResearchGate database.
- Hartmann, S. & Frigg, R. (2012). *Models in science*. Retrieved from Stanford Encyclopedia of Philosophy database.
- Ho, H. J., Zhang, Z. X., Huang, Z., Hein, A. A., Lim, W. Y., & Chow, A. (2020). Validation of a Real-Time Locating System for Contact Tracing of Healthcare Workers during the COVID-19 Pandemic in Singapore. *Journal of Medical Internet Research*.
- Justi, R., & Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education, 27*(5), 549-573.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Literature review in games and learning*. Bristol: Nestafuturelab. Retrieved from TeLearn database.
- Kuhn D., Black, J., Keselman, A. &

- Kaplan, D. (2000). *The Development of Cognitive Skills To Support Inquiry Learning* (Teachers College Columbia University, New York City). Retrieved from <https://www.tc.columbia.edu/faculty/dk100/faculty-profile/files/opingcognitiveskillsthatupportinquirylearning.pdf>
- Kuhn, D., & Brannock, J. (1977). Development of the isolation of variables scheme in experimental and “natural experiment” contexts. *Developmental Psychology*, 13, 9-14.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill. New York, NY.
- Roy, S.K., Roy, A., Misra, S., Raghuvanshi, N.S., Obaidat, M.S., (2015). *AID: A prototype for agricultural intrusion detection using wireless sensor network*. 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC). London, UK.
- Tzafestas, S. G. (2018). Synergy of IoT and AI in Modern Society: The Robotics and Automation Case. *Robotics & Automation Engineering Journal* 3(5), 118-132.
- Weber, R. H. (2010). *Internet of Things – New security and privacy challenges*. Retrieved from ACADEMIA database.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Yadav, A., Hong, H. & Stephenson, C. (2016). *Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms*. Available from Springer Link database.
- Zhang, Y., Guo, Z., Lv, J. and Liu, Y. (2018) A framework for smart production-logistics systems based on CPS and industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(9), 4019-4032.