



大同學報

TATUNG JOURNAL

第三十七期 (Volume XXXVII)

中華民國一百一十一年十二月出版



大同大學 發行



大同學報

TATUNG JOURNAL

第三十七期 (Volume XXXVII)

中華民國一百一十一年十二月出版

大同學報編輯委員會

發行人 何明果

出版者 大同大學

總編輯 黃維信

編輯委員

謝富惠 謝尚琳 楊祝壽

王佳琪 林家華

總幹事 江怡萱

排版：大同大學研究發展處

地址：台北市中山北路三段 40 號

電話：(02)2182-2928

目 錄

CONTENTS

基於二階演算法於模糊類神經網路比例-微分-積分控制器設計.....	1
建立繪本譯者之兒童文學素養—創新課程設計與應用.....	13
從看見到洞見：應用「照片引談法」及「感知地圖」做為設計思考課程的場域探索教學策略之行動研究.....	23
基於 BERT 的智能疾病查詢系統.....	43
號誌化路口行人穿越道駕駛停讓行為影響因素及違規取締之探討.....	53
企業市場、社會責任與綠色導向對永續績效之影響性分析.....	65
互動 3D 環景虛實藝術探索體驗於多元文化城市之研究-來趟「台北」之旅.....	83

《論文摘要集》

FUZZY NEURAL NETWORK FOR PID CONTROLLER DESIGN BASED ON SECOND-ORDER ALGORITHM.....	97
INNOVATIVE CURRICULUM DESIGN FOR EQUIPPING PICTUREBOOK TRANSLATORS WITH CHILDREN'S LITERATURE COMPETENCE.....	98
FROM OBSERVATION TO INSIGHT: ACTION RESEARCH IN APPLYING 'PHOTO ELICITATION' AND 'PERCEPTUAL MAPPING' AS THE TEACHING STRATEGY OF FIELD INVESTIGATION IN DESIGN THINKING COURSE.....	99
AN INTELLIGENT DISEASE QUERY SYSTEM BASED ON BERT.....	100
EXPLORATION OF DRIVER YIELDING BEHAVIOR AT PEDESTRIAN CROSSWALKS ON SIGNALIZED INTERSECTIONS AND VIOLATION ENFORCEMENT.....	101
THE INFLUENCES OF MARKET, SOCIAL RESPONSIBILITY, AND GREEN ORIENTATION ON SUSTAINABILITY PERFORMANCE OF FIRMS.....	103
INTERACTIVE 3D ENVIRONMENT PANORAMAS VIRTUAL ART EXPLORATION EXPERIENCE IN A MULTICULTURAL CITY STUDY - TAKE A TRIP TO "TAIPEI".....	104

基於二階演算法於模糊類神經網路 比例-微分-積分控制器設計

呂虹慶 羅旭淵

大同大學 電機工程學系

摘要

本文提出基於二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器於兩輪平衡機器人的控制。所提出的比例-微分-積分控制器使用模糊類神經網路連續調整比例-微分-積分控制器的三種參數，分別是比例增益、積分增益、微分增益，並有效的減少追蹤誤差。二階演算法用於更新模糊類神經的參數，分別是模糊理論常用的高斯函數裡所需的權重、中心點與寬度。其中所使用的二階演算法為萊文貝格-馬夸特演算法，這一演算法結合梯度下降法與牛頓法作為模糊類神經更新法則，具有快速收斂的效果。最後，基於LEGO Mindstorms EV3兩輪平衡機器人所提供的動態模型以所提出的控制器評估性能。根據實驗結果顯示，本文所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器在兩輪平衡機器人的平衡控制方面有令人滿意的成效。

關鍵詞：二階演算法、比例-微分-積分控制器、模糊類神經網路

一、前言

平衡控制在數十年間被廣泛討論，其中倒單擺是其中最常被研究的項目[1]-[3]。倒單擺系統只要偏離平衡，就會因為重力產生的力矩會使單擺偏離平衡點進而倒下。使用控制系統，監控倒單擺的角度，在倒單擺開始要倒下時加以施加力或是力矩，使它往反方面移動，設法讓它平衡。

隨著機器人的研發逐漸成熟，相關的延伸應用也越來越多，平衡控制的兩輪平衡機器人也被發展出來。2002年由Garsser等人研發出Joe的兩輪平衡機器人[4]。於2008年Yamamoto利用LEGO Mindstorms NXT 的套件開發出NXTway-GS的兩輪自體平衡機器人[5]。在2014年Laurens Valk利用LEGO Mindstorms EV3 的套件開發出以比例-微分-積分控制器微控制器的兩輪平衡機器人[6]。本文將以LEGO Mindstorms EV3兩輪平衡機器人的模組，並使用二階

演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制對於兩輪平衡系統的探討。

傳統的反饋控制器比例-微分-積分控制器是十分熱門的控制策略，由於其控制結構非常簡單且易於實現，因此在工業領域中很常使用[7]-[8]。當比例-微分-積分控制器直接應用於非線性系統時，由於不可預測的輸入、未知的參數和環境的改變，會有較差的性能和強健性，主要是傳統比例-微分-積分控制器的參數是固定值所致。

模糊理論是以模糊集合為基礎，以研究不確定事物為目標，接受模糊現象存在的事實。起源於1965年美國加州柏克萊大學的Zadeh教授[9]。1985年由兩位日本學者Takagi與Sugeno所提出T-S模糊模型在模糊理論中經常被使用[10]。實際應用上，模糊控制具有解決不確定資訊的能力，也有一定的強健性，但是模糊規則以人為主觀定義的影響下確保其精確性，且因缺乏自我學習能力，在模糊規則之外的情況無法處

理。D. Pektaslan等人提出了一種在線學習方法，該方法是利用一系列觀察來不斷更新模糊規則庫 [11]。

類神經網路是由W. S. McCulloch和W. Pitts於1943年提出，是基於數學和閾值邏輯演算法所創造出一種神經網路的計算模型 [12]。類神經網路具有平行運算及學習的能力，為了解決大多數近似問題 [13]，類神經網路需要大量的神經元，因此收斂速度通常很慢，但為了取得更好的函數近似能力，使用大量的神經元是不可避免。

模糊類神經網路是結合模糊理論以及類神經網路的概念而形成[14]-[17]，與單純的模糊邏輯及類神經網路不同，模糊類神經網路同時具有兩者的優點如模糊理論在處理不確定資訊的能力以及類神經網路的學習能力。因此模糊類神經網路具有在不須要知道一個系統的數學模式下，便能成功的估測此一系統的能力，它具備了學習能力、最佳化，容易結合專家知識等多項優點，同時擁有廣泛近似能力、模糊推論能力與參數收斂等特性。

模糊比例-微分-積分控制器是將模糊理論在比例-微分-積分控制器上調整參數[18]- [19]。比例-微分-積分控制器加入模糊推論也具有處理不確定資訊的能力。但是基於專家的經驗或實驗，當情況未知或與已知情況有很大差異時，很難得到合適的模糊規則和隸屬函數。至於類神經網路比例-微分-積分控制器是在比例-微分-積分控制器中使用類神經網路，通常是調整比例-微分-積分控制器的參數[20]-[21]。控制器本身的結構仍然是一個比例-微分-積分控制器。它具有比例-微分-積分控制器結構非常簡單且易於實現，同時也有類神經網路的學習能力。當系統受到某種干擾而偏離平衡工作點時，比例-微分-積分型類神經網路可以調整權重，通過更新比例-微分-積分控制器的參數使系統恢復到穩定工作狀態。然而類神經網路比例-微分-積分型控制器的隱避層和節點沒有明確的物理意義，因此難以獲得合適的初始參數，可能導致訓練時間長，難以獲得最優結果。

D. E. Rumelhart等人於1986年提出訓練前饋神經網路的反向傳播算法 [22]，之後人們對加速收斂的方法進行了大量研究。標準數值優化技術，其中牛頓演算法與共軛梯度是其中比較流行的方法。牛頓演算法由Isaac Newton於1671年提出，以海森矩陣對目標函數進行近似，優點是有較快的收斂速度，但存儲和計算的會要求隨著網路大小而平方的上升 [23]-[25]。另外共軛梯度法係由 Hestenes 等人於1952年提出，它是一種介於梯度下降法與牛頓演算的

優化方法，同時具有穩定性和快速收斂等優點[26] - [27]。除此之外，萊文貝格-馬夸特演算法是使用最廣泛的二階演算法[28]-[30]。它主要結合梯度下降法與高斯牛頓法的優點。在初期疊代的時候，搜尋的方向接近梯度下降法，會快速逼近最佳點。疊代的後期趨近於高斯牛頓法所提供方向，可以克服梯度下降法的缺點，因此參數優化效果較好。

綜合上述，本文提出二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器，應用在控制兩輪平衡機器人以維持平衡。由於所提出的控制器結合了之前所提模糊類神經網路、二階演算法、以及比例-微分-積分控制器，同時可以獲得學習能力、模糊推論能力、快速收斂以及強健性等特性。藉由模糊類神經網路連續調整比例-微分-積分控制器的參數，從而最大限度地減少追蹤誤差。二階演算法用於獲得優化的模糊類神經的參數，其中所使用的二階演算法為萊文貝格-馬夸特演算法，這一演算法結合梯度下降法與牛頓法作為模糊類神經更新法則，具有良好的精確性與快速收斂的效果。最後，基於LEGO Mindstorms EV3兩輪平衡機器人所提供的動態模型以所提出的控制器來評估其性能。根據實驗結果顯示，本文所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器在LEGO Mindstorms EV3兩輪平衡機器人的平衡控制方面有令人滿意的結果。

二、兩輪機器人系統架構

圖1所示為利用樂高EV3所組建的兩輪自體平衡機器人



圖1. 兩輪自體平衡機器人

本文使用兩輪自體平衡機器人是通過直流馬達與陀螺儀使車體達到平衡，根據陀螺儀感測器能測得，包含車體傾角 φ 、車體傾角角速度 $\dot{\varphi}$ 、輪轉角度 θ 、輪轉角速度 $\dot{\theta}$ 等資訊，兩輪自體平衡機器人座標系統與參數分別在下列圖中呈現。

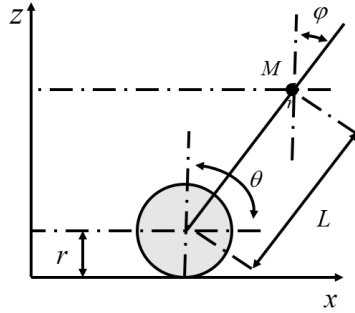


圖2. 兩輪自體平衡機器人座標系統



圖3. 兩輪自體平衡機器人實體座標系統

兩輪自體平衡機器人的系統模型可由位能轉換與電流使得直流馬達所產生力平衡推導得出，從系統位能及動能轉換，再根據拉格朗日公式產生下式：

$$\left[(2m + M)r^2 + 2J_w + 2n^2 J_d \right] \ddot{\theta} + (MLr \cos \varphi - 2n^2 J_d) \ddot{\varphi} = F_\theta \quad (1)$$

$$(MLr \cos \varphi - 2n^2 J_d) 2n^2 J_d + (ML^2 + J_d + 2n^2 J_d) - MgL \sin \varphi = F_\varphi \quad (2)$$

並由樂高官方所提供直流馬達的數據，可算出馬達所輸出的力

$$F_\theta = \alpha(v_l + v_r) - 2(\beta + f_w)\dot{\theta} + 2\beta\dot{\varphi} \quad (3)$$

$$F_\varphi = -\alpha(v_l + v_r) + 2\beta\dot{\theta} - 2\beta\dot{\varphi} \quad (4)$$

根據上式子使車體傾角趨近於 0 度，並忽略二次項，此時輸入項為 $u = [v_l \quad v_r]^T$ ，其中左右輪設定為同步

$$E \begin{bmatrix} \ddot{\theta} \\ \ddot{\varphi} \end{bmatrix} + F \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \dot{\varphi} \end{bmatrix} + G \begin{bmatrix} \theta \\ \varphi \end{bmatrix} = Hu \quad (5)$$

式中符號如下所示

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} \\ e_{21} & e_{22} \end{bmatrix}, F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{bmatrix},$$

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix}, H = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \end{bmatrix},$$

$$e_{11} = (2m + M)r^2 + 2J_w + 2n^2 J_d,$$

$$e_{12} = e_{21} = MLr - 2n^2 J_d,$$

$$e_{22} = MLr + J_b - 2n^2 J_d,$$

$$f_{11} = 2(\beta + f_w), \quad f_{12} = f_{21} = -2\beta,$$

$$f_{22} = 2\beta, \quad g_{11} = g_{12} = g_{21} = 0,$$

$$h_1 = \alpha, \quad h_2 = -\alpha,$$

$$\text{令 } [\theta \quad \varphi \quad \dot{\theta} \quad \dot{\varphi}]^T = [x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4]^T = \mathbf{x},$$

而 $\mathbf{x}$ 的下一刻狀態 $\dot{\mathbf{x}}$ ，如此可以表示為下式

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= A\mathbf{x} + B\mathbf{u} \\ y &= \mathbf{x} \end{aligned} \quad (6)$$

三、二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器

本節提出了一種二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器，用於非線性系統的追蹤控制。所提出的控制策略是由比例-微分-積分控制器作為主要的控制器，使控制器中三個參數 K_p 、 K_i 、 K_d 經由二階演算法模糊類神經網路估測器去進行參數更新。參數學習透過萊文貝格-馬夸特演算法來調整神經元之

參數，並經由Lyapunov定理證明該定律是穩定。控制器的架構如圖4所示。

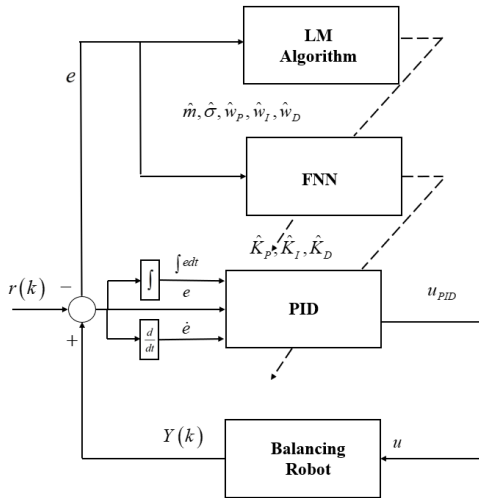


圖4. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器架構

(一) 模糊類神經網路估測器設計

為了開發模糊類神經網路，本文提出了一種多輸入多輸出模糊類神經網路，如圖5所示。

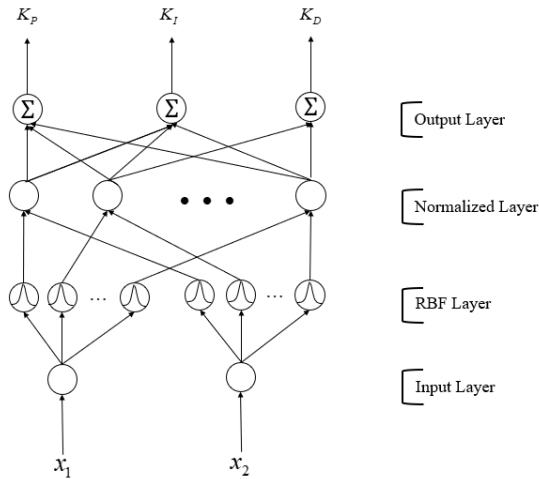


圖5. 模糊類神經網路架構圖

輸入層

這一層包含輸入變量 x_i ($i = 1, 2, \dots, k$) 進而傳輸到下一層，其中 x_i 表示 SOA-FNN 控制方案的輸入元素。在本文中，只考慮 x_1 是誤差， x_2 是誤差的微分

$$x_i(k) \quad i = 1, 2 \quad (7)$$

徑向基函數核層

這一層包含 P 個神經元，每個神經元為徑向基函數核層中具有 K 個模糊規則，第 j 代的輸出值為 ϕ_j

$$\phi_j(k) = \prod_{i=1}^k e^{-\frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} = e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \quad j = 1, 2, \dots, h \quad (8)$$

其中 $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_k]$ 為這一層的輸入向量； c_{ij} 為第 i 個輸入第 j 個高斯函數中心向量； σ_{ij} 為第 i 個輸入第 j 個高斯函數寬度向量。

標準化層

這一層包含 P 個神經元，標準化層第 n 代輸出值為

$$v_j(k) = \frac{\phi_j(k)}{\sum_{j=1}^p \phi_j(k)} = e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \bigg/ \sum_{j=1}^p e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \quad j = 1, 2, \dots, h \quad (9)$$

其中 $\mathbf{v} = [v_1, v_2, \dots, v_h]$ 是這一層的輸出向量。

輸出層

這一層包含三個神經元，根據權重策略的輸出值為

$$K_p(k) = \mathbf{w}_p \mathbf{v} = \sum_{j=1}^h w_{pj}(k) v_j(k) = \sum_{j=1}^h \left(w_{pj}(k) e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \bigg/ \sum_{j=1}^h e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \right) \quad (10)$$

$$K_i(k) = \mathbf{w}_i \mathbf{v} = \sum_{j=1}^h w_{ij}(k) v_j(k) = \sum_{j=1}^h \left(w_{ij}(k) e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \bigg/ \sum_{j=1}^h e^{-\sum_{i=1}^k \frac{(x_i(k) - m_{ij}(k))^2}{2\sigma_{ij}^2(k)}} \right) \quad (11)$$

$$K_D = \mathbf{w}_D \mathbf{v} = \sum_{j=1}^h w_{Dj}(k) v_j(k)$$

$$= \sum_{j=1}^h \left(w_{Dj} e^{\frac{-\sum_{i=1}^k (x_i(k) - m(k)_j)^2}{2\sigma(k)_j^2}} \right) / \left(\sum_{j=1}^h e^{\frac{-\sum_{i=1}^k (x_i(k) - m(k)_j)^2}{2\sigma(k)_j^2}} \right) \quad (12)$$

其中 $\mathbf{K} = [K_p \quad K_I \quad K_D]^T$ 是輸出層的輸出；

$\mathbf{W} = [\mathbf{w}_{pj}, \mathbf{w}_{ij}, \mathbf{w}_{Dj}]$ 是權重的參數矩陣，

$\mathbf{w}_{pj} = [w_{p1}, w_{p2}, \dots, w_{ph}]$ $\mathbf{w}_{ij} = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{ih}]$

$\mathbf{w}_{Dj} = [w_{D1}, w_{D2}, \dots, w_{Dh}]$ 是第 j 個輸出神經元和標準化層之間的權重。

(二) 具有二階演算法的模糊神經網路參數更新法則

為了增強模糊類神經網路的性能，在訓練過程中應同時調整參數（例如中心，寬度和輸出權重）。在本節中，將開發一種有效的二階演算法策略來調整參數。以下將對二階演算法策略進行描述。

根據當前訓練模式調整模糊類神經網路結構後，模糊類神經網路參數學習算法的核心部分是獲得自適應規則，根據給定的一組輸入輸出對來調整網路參數。學習過程涉及確定給定成本函數的最小值。計算成本函數相對於向量的梯度並調整向量。這種方法一般稱為反向傳播學習規則。

基於萊文貝格-馬夸特演算法，所提出二階演算法策略的更新規則為

$$\mathbf{L}(k+1) = \mathbf{L}(k) + [\mathbf{J}^T(\mathbf{L}(k)) \cdot \mathbf{J}(\mathbf{L}(k)) + \mu \mathbf{I}]^{-1} \mathbf{J}^T(\mathbf{L}(k)) \cdot \mathbf{e} \quad (13)$$

其中 $\mathbf{L}$ 的參數向量為

$$\mathbf{L}(k) = [\mathbf{w}_p(k), \mathbf{w}_i(k), \mathbf{w}_D(k), \mathbf{m}(k), \sigma(k)]^T \quad (14)$$

另外雅可比向量 $\mathbf{J}(\mathbf{x})$ 可以表示為

$$\mathbf{J}(\mathbf{L}(k)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial e(k)}{\partial \mathbf{w}_p(k)} & \frac{\partial e(k)}{\partial \mathbf{w}_i(k)} & \frac{\partial e(k)}{\partial \mathbf{w}_D(k)} & \frac{\partial e(k)}{\partial \mathbf{m}(k)} & \frac{\partial e(k)}{\partial \sigma(k)} \end{bmatrix} \quad (15)$$

其中 $\mathbf{I}$ 為單位矩陣， μ 為常數

(三) 模糊類神經網路比例-微分-積分控制器設計

本文提出的模糊類神經網路比例-微分-積分控制器是由兩個主要組成部分：分別是模糊類神經網路估計器和比例-微分-積分控制器。模糊類神經網路比例-微分-積分估計器用於更新比例-微分-積分控制器的參數。模糊類神經網路估計器的參數將在參數學習階段通過適應法則更新。根據 Lyapunov 定理，可以得到適應法則，同時保證了模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的穩定性。比例-微分-積分控制器是主控制器，它使用誤差，誤差的積分，誤差的微分來控制非線性系統。控制器設計將描述如下：

首先，設離散非線性系統描述如下

$$\sum: x(k+1) = F(x(k)) + G(x(k))u(k) \quad (16)$$

$$y(k) = x(k) \quad (17)$$

其中是 $u(k)$ 是系統的輸入， $x(k) \in R^n$ 是系統的狀態向量， $y(k) \in R^n$ 是系統的輸出向量。 $F(x(k))$ 和 $G(x(k))$ 是未知有界的非線性方程式。系統的追蹤函數定義如下：

$$E(k) = \frac{1}{2} e(k)^2 \quad (18)$$

追蹤誤差 $e(k)$ 可以定義為

$$e(k) = r(k) - Y(k) \quad (19)$$

其中 $r(k)$ 是所期望的輸出， $Y(k)$ 是系統的輸出。

(四) 比例-微分-積分控制器設計

在本文中，比例-微分-積分控制器是主要的控制器。這個控制器是由誤差、誤差的積分、誤差的微分以及相對應的權重 K_p , K_I 以及 K_D 結合而成。比例-微分-積分控制器的輸出可以被表示為

$$u_{PID}(k) = K_p(k)e(k) + K_I(k) \sum_{j=0}^k e_j + K_D(k)(e(k) - e(k-1)) \quad (20)$$

首先設誤差、誤差微分和誤差積分為

$$a_j(k) (j=1,2,3) \quad \begin{cases} a_1(k) = e(k) \\ a_2(k) = \sum_{j=0}^k e_j \\ a_3(k) = (e(k) - e(k-1)) \end{cases} \quad (21)$$

另外比例增益、積分增益與微分增益設為 $K_j(k) (j=1,2,3)$

$$\begin{cases} K_1(k) = K_p(k) \\ K_2(k) = K_i(k) \\ K_3(k) = K_d(k) \end{cases} \quad (22)$$

如此比例-微分-積分控制器的輸出可被重寫為

$$u_{PID}(k) = \sum_{j=1}^3 K_j(k) \cdot a_j(k) \quad (23)$$

(五) 系統穩定度分析

所提出的二階演算法於模糊類神經網路比例-微分-積分控制器利用系統輸入輸出數據來實現系統模型逼近和跟踪控制。對於二階演算法於模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的系統，我們可以利用李雅普諾夫證明閉環系統穩定性的以下結果。

首先將李雅普諾夫函數定義為

$$V(k) = \frac{1}{2} e(k)^2 \quad (24)$$

接著追蹤誤差 $e(k)$ 可以定義為

$$e(k) = r(k) - Y(k) \quad (25)$$

其中 $r(k)$ 是所需的輸出， $Y(k)$ 是系統的輸出

因此，李雅普諾夫函數的變化量為

$$\begin{aligned} \Delta V(k) &= V(k+1) - V(k) \\ &= \frac{1}{2} (e(k+1)^2 - e(k)^2) \end{aligned} \quad (26)$$

根據比例-微分-積分控制器的結構可定義

$$\Delta e(k) = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial e(k)}{\partial K(k)} \Delta K(k) \quad (27)$$

如此可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial e(k)}{\partial K(k)} &= \frac{\partial e(k)}{\partial Y(k)} \cdot \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} \cdot \frac{\partial u_{PID}(k)}{\partial K(k)} \\ &= - \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} a_j(k) \end{aligned} \quad (28)$$

而 $\Delta K(k)$ 為

$$\begin{aligned} \Delta K(k) &= - \frac{\partial E(k)}{\partial K(k)} \\ &= - \frac{\partial E(k)}{\partial e(k)} \cdot \frac{\partial e(k)}{\partial Y(k)} \cdot \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} \cdot \frac{\partial u_{PID}(k)}{\partial K(k)} \\ &= e(k) \cdot \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} \cdot a_j(k) \end{aligned} \quad (29)$$

重新整理後，我們可得

$$\begin{aligned} \Delta e(k) &= - \sum_{j=1}^3 \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} a_j(k) \\ &\quad \times e(k) \cdot \frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} a_j(k) \\ &= - \sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} \right)^2 (a_j(k))^2 e(k) \end{aligned} \quad (30)$$

接著令

$$\delta(k) = \left(\frac{\partial Y(k)}{\partial u_{PID}(k)} \right)^2 \quad (31)$$

$\Delta e(k)$ 如此可重寫為

$$\Delta e(k) = - \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 e(k) \quad (32)$$

再定義

$$e(k+1) = e(k) + \Delta e(k) \quad (33)$$

如此 $\Delta V(k)$ 可重寫為

$$\begin{aligned} \Delta V(k) &= \frac{1}{2} (e(k+1) - e(k)) (e(k+1) + e(k)) \\ &= \frac{1}{2} (e(k) + \Delta e(k) - e(k)) (e(k) + \Delta e(k) + e(k)) \\ &= \frac{1}{2} \Delta e(k) (2e(k) + \Delta e(k)) \\ &= e(k) \Delta e(k) + \frac{1}{2} \Delta e(k)^2 \end{aligned} \quad (34)$$

重新整理後，我們可得

$$\Delta V(k) = -e(k) \left(-\sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 e(k) \right) + \frac{1}{2} \left(-\sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 e(k) \right)^2 \quad (35)$$

接著

$$\begin{aligned} \Delta V(k) &= -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 \\ &\quad \times \left(2e(k)^2 - \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 e(k)^2 \right) \\ &= -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 e(k)^2 \\ &\quad \times \left(2 - \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 \right) \end{aligned} \quad (36)$$

由上式可知，如果以下條件成立

$$2 - \sum_{j=1}^3 \delta(k) (a_j(k))^2 \geq 0, \delta(k) \geq 0 \quad (37)$$

那麼就可以得到

$$\Delta V(k) \leq 0 \quad (38)$$

如此基於李雅普諾夫穩定性理論，只要 $\Delta V(k) \leq 0$ ，則可以保證採用二階演算法於模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的閉環控制系統的穩定性。

四、系統模擬

本節中，所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器將會藉由兩輪自體平衡機器人的模擬來證明它的有效性。接著，二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器會與一階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器、傳統比例-微分-積分控制器做比較。模擬的結果被顯示在圖中以及表格中。本文所進行的模擬是以 Matlab R2018b 進行模擬，取樣時間為 0.01 秒，系統的起始角度為 30 度。

為了證明所提出控制器的有效性，本文中考慮了兩種的案例。案例 1 是以對於兩輪自體平衡機器人進

行追蹤弦波參考訊號，追蹤 10 秒鐘，初始角度被設為 30 度。案例 2 是於 5 秒後，加入一個外部干擾。

案例 1：

兩輪自體平衡機器人追蹤弦波訊號 $\varphi = 10 * \sin(t)$ ，初始角度被設為 30 度。沒有外部干擾。

案例 2：

兩輪自體平衡機器人追蹤弦波訊號 $\varphi = 10 * \sin(t)$ ，初始角度被設為 30 度，另外在 5 秒後加入外部干擾。

案例 1：

此案例一為兩輪自體平衡機器人追蹤弦波訊號的模擬，且沒有外部干擾。從圖 6 中得知，因為一開始的誤差有 30 度的差距，所以控制器必須要提供多一點控制力。由圖 6 與圖 7 可知，所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的收斂能力可以被證明。兩輪自體平衡機器人系統的狀態可以有有效的追蹤弦波訊號。圖 8 與圖 9 分別是顯示機器人的角度的誤差以及角速度的誤差。可以看出追蹤響應良好，同時使追蹤響應的誤差相當小。在 2.4 秒後兩輪自體平衡機器人從約有 30 度的誤差收斂到趨近於 0 度的誤差。圖 10 控制力在 1.3 秒後在正負 2 牛頓附近。 K_p 、 K_I 與 K_D 分別是誤差、誤差積分以及誤差微分的係數。參數 K_p 被顯示在圖 11， K_p 處於暫時有較大的變化，並且在穩態時會收斂到一個範圍內。參數 K_I 被顯示在圖 12， K_I 是比例-微分-積分控制器中被用來消除穩態誤差的參數，參數 K_D 被顯示在圖 13，可以看到參數 K_D 只在一開始有改變，並且在穩態時會收斂到一個值。原因是 K_D 是比例-微分-積分控制器中被用來消除暫態誤差的參數。

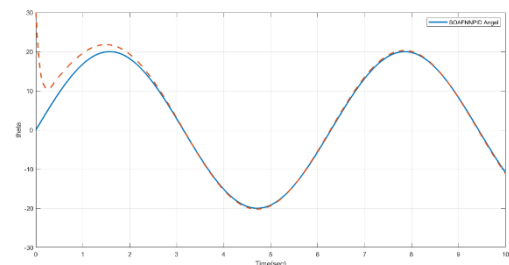


圖 6. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的角度的追蹤響應

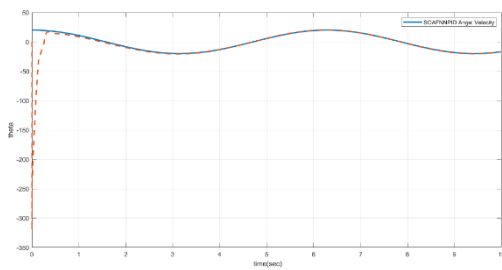


圖 7. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的角速度的追蹤響應

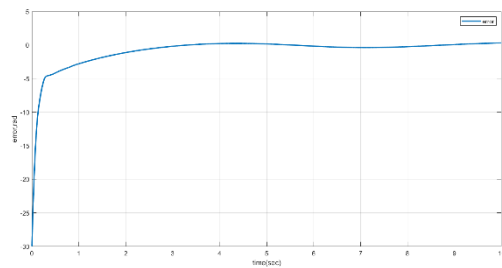


圖 8. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的追蹤誤差

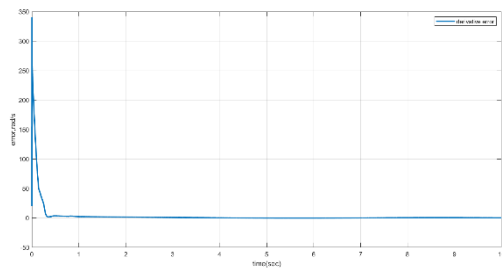


圖 9. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的追蹤誤差變化量

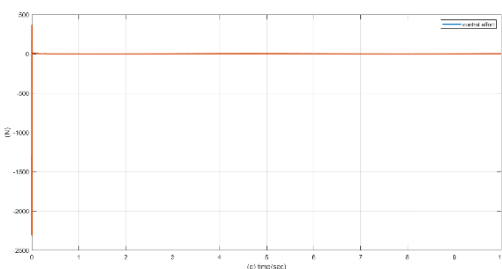


圖 10. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的控制力

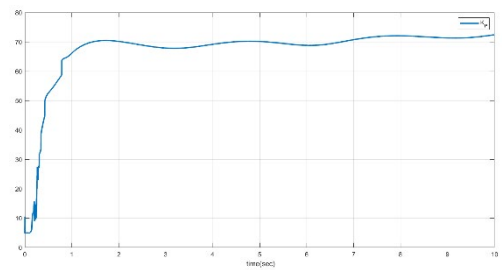


圖 11. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的參數 K_P

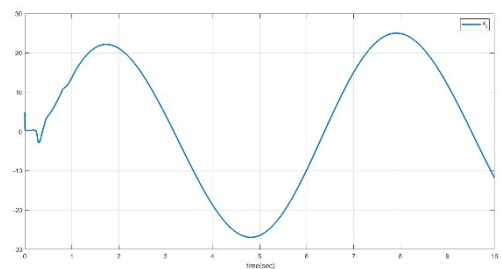


圖 12. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的參數 K_I

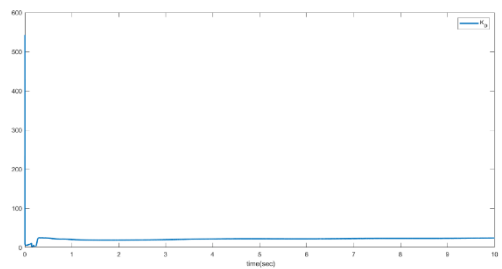


圖 13. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的參數 K_D

案例 2：

案例二為兩輪自體平衡機器人追蹤弦波訊號的模擬，並在5秒鐘時加入一個外部干擾。在圖14中，依然因為初始的誤差有30度的差距，所以控制器必須會有較大的控制力。在圖15與圖16中，所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的收斂能力可以被證明。圖17與圖18分別顯示角度的誤差以及角速度的誤差。在5秒之後，將會加入一個大的外部干擾，因此可以看到在圖19圖20與圖21中有一個響應在5秒處有較大的變化，也看出來在第6秒時系統又進入穩態。控制力顯示在圖19並且在0.5秒後在正負0.5牛頓附近，於5秒鐘時外部干擾的加入，造成大幅震盪。參數 K_p 被顯示在圖20， K_p 在暫態中變化，並且在穩態時會收斂到一個範圍內，由於5秒鐘時外部

干擾的加入，所以為將比例-微分-積分控制器的控制力增大，使系統重回穩態。參數 K_I 被顯示在圖20， K_I 是比例-微分-積分控制器中的參數並且被用來消除穩態誤差，因此 K_I 將會持續變動直到誤差收斂到零。在5秒鐘時外部干擾的加入，為增大控制力 K_I 也因此增大。參數 K_D 被顯示在圖21在一開始有改變，並在穩態時會收斂到一個值。在5秒鐘時外部干擾的加入，為增大控制力 K_D 也因此增大，重回穩態時又會收斂到一個值。

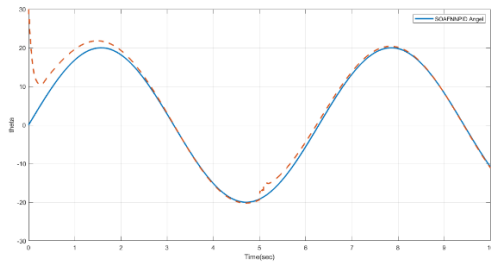


圖 14. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的角度的追蹤響應

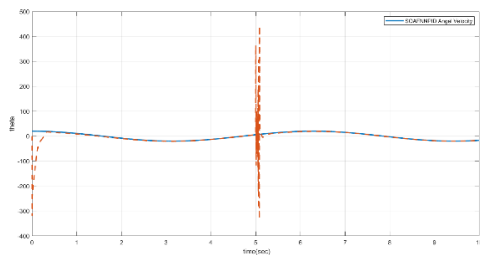


圖 15. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的角速度的追蹤響應

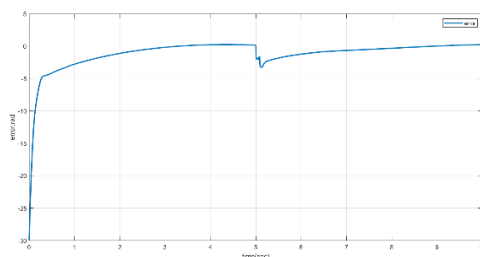


圖 16. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的追蹤誤差

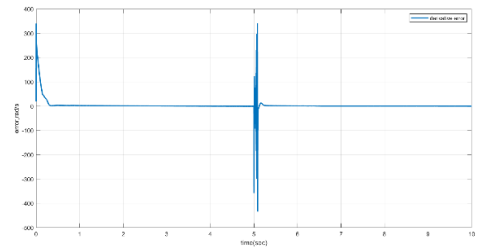


圖 17. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的追蹤誤差變化量

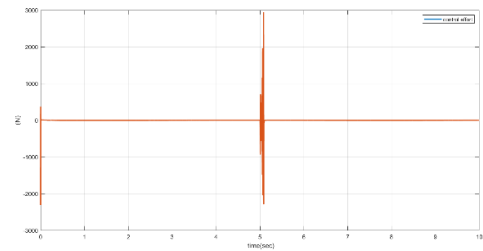


圖 18. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的控制力

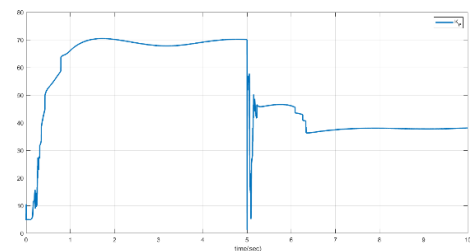


圖 19. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的參數 K_p

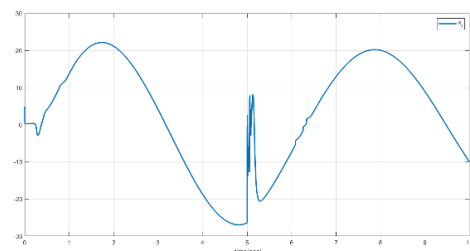


圖 20. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器的參數 K_I

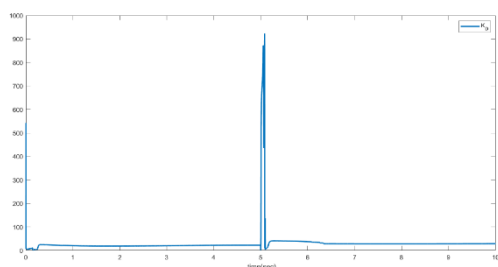


圖 21. 二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控

制器的參數 K_D

五、實機測試

本文使用 LEGO Mindstorms EV3 兩輪平衡機器人作為實驗平台，以倒單擺系統的方式維持平衡，監控兩輪平衡機器人的角度，在兩輪平衡機器人開始要倒下時加以施加馬達的輸出轉動車輪，使它往反方面移動，設法讓它平衡。

本文將二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器於兩輪平衡機器人進行實測。考慮了兩種的案例，案例 1 是對於兩輪自體平衡機器人進行平衡控制。案例 2 在兩輪自體平衡機器人進行平衡控制時加入干擾，實機數據分別顯示在圖 22 與圖 23 中。

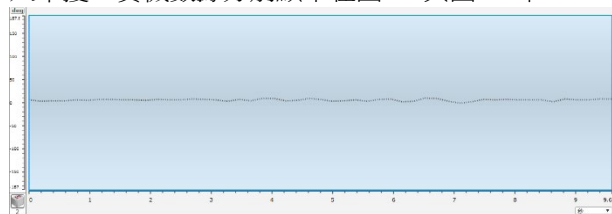


圖 22. 兩輪平衡機器人的實機數據

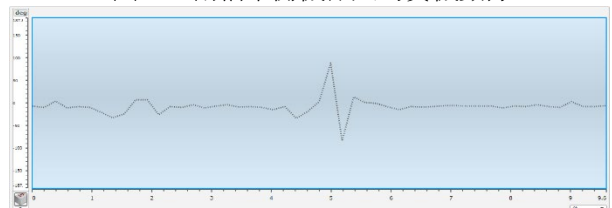


圖 23. 兩輪平衡機器人加入干擾的實機數據

六、結果與討論

本文利用二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器實現兩輪平衡機器人。為使狀態響應達到穩定與收斂，模糊類神經網路持續調整比例-微分-積分控制器的參數，從而最大限度地減少追蹤誤差。以萊文貝格-馬夸特演算法作為模糊類神經二階演算法

的更新法則。基於 LEGO Mindstorms EV3 兩輪平衡機器人所提供的動態模型對二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器評估性能。結果顯示，本文所提出的二階演算法模糊類神經網路比例-微分-積分控制器在 LEGO Mindstorms EV3 兩輪平衡機器人的平衡控制具有良好的表現。

致謝

本研究特別感謝大同大學基礎研究案 B111-E01-011 給予的經費補助。

參考文獻

- [1] C. H. Hung, W. J. Wang, and C. H. Chiu, "Design and implementation of fuzzy control on a two-wheeled mobile robots: modeling and controllability" *IEEE Transactions. Robotic*, vol. 23, no. 1, pp. 169-173, 2011.
- [2] J. Y. Chen, C. H. Liu, C. C. Chen, and K. C. Lin, "Adaptive fuzzy control of two-wheeled balancing vehicle" *First International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control*, pp. 314-344, 2011.
- [3] J. X. Xu, Z. Q. Guo, and T. H. Lee, "Design and implementation of a Takagi-Sugeno-type fuzzy logic controller on a two-wheeled mobile robot" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 60, no. 12, pp. 5717-5728, Dec 2013.
- [4] F. Grasser, Z. Q. Guo, and T. H. Lee, "JOE: a mobile, inverted pendulum" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 49, no. 1, pp. 107-114, Feb. 2002.
- [5] Y. Yamaoto, "Nxtway-gs: self-balancing two-wheeled robot" *Controller Design, The Math Works*
- [6] V. Laurens, "The lego mindstorms ev3 discovery book" June. 2014
- [7] M. Zhuang and D. P. Atherton, "Automatic tuning of optimum PID controllers," *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers.—Control Theory Appl.*, vol. 140, no. 3, pp. 216-224, May 1993.

- [8] M. Mahmud, S. M. A. Motakabber, A. H. M. Zahirul Alam and A. N. Nordin, "Adaptive PID controller using for speed control of the bldc motor," *2020 IEEE International Conference on Semiconductor Electronics (ICSE)* pp. 168-171, 2020
- [9] L. A. Zadeh, "Fuzzy Set" *Science Direct. Information and Control*, vol. 8, pp. 338-353, 1965
- [10] T. Takagi and M. Sugeno, "Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control" *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-15, no. 1, pp. 116-132, Feb. 1985
- [11] D. Pekaslan, C. Wagner ,and J. M. Garibaldi, "ADONIS—Adaptive online nonsingleton fuzzy logic systems," in *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 28, no. 10, pp. 2302-2312, Oct. 2020
- [12] W. S. McCulloch and W. Pitts, "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity" *The bulletin of mathematical biophysics*, 1943
- [13] K. S. Narendra and K. Parthasarathy, "Identification and control of dynamical systems using neural networks" *IEEE Transaction on Neural Networks*, vol. 1, no. 1, pp. 4-27, Mar. 1990
- [14] C. T. Lin and C. S. G. Lee, "Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems" *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 7, no. 5, Sept. 1996
- [15] C. Hsu, "Self-organizing adaptive fuzzy neural control for a class of nonlinear systems" *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 18, no. 4, pp. 1232-1241, July 2007
- [16] L. Liu, J. Fei, and C. An, "Adaptive sliding mode long short-term memory fuzzy neural control for harmonic suppression," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 69724-69734, 2021
- [17] Y. Fang, J. Fei, and T. Wang, "Adaptive backstepping fuzzy neural controller based on fuzzy sliding mode of active power filter," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 96027-96035, 2020
- [18] T. Brehm and K. S. Rattan, "Hybrid fuzzy logic PID controller" *Proceedings of 1994 IEEE 3rd International Fuzzy Systems Conference*, vol. 3, pp. 1682-1687, 1994
- [19] T. A. Mai, T. S. Dang, D. N. Anisimov, and E. Fedorova, "Fuzzy-PID controller for two wheels balancing robot based on stm32 microcontroller," *2019 International Conference on Engineering Technologies and Computer Science (EnT)* , pp. 20-24, 2019
- [20] M. Wang and A. An, "An adaptive PID control based on bp neural network for the voltage of MFC" *Chinese Automation Congress*, pp. 7040-7045, 2020
- [21] L. Lin and X. Peng, "A PID neural network control for permanent magnet synchronous motor servo system" *2010 5th International Conference on Computer Science & Education*, pp. 1174-1178, Aug. 2010
- [22] H. Cheng, L. Cui and J. Li, "Application of improved BP neural network based on LM algorithm in desulfurization system of thermal power plant," *2017 Chinese Automation Congress (CAC)*, pp. 5917-5920 , 2017
- [23] I. Newton, *The Method of Fluxions and Infinite Series: With Its Application to the Geometry of Curve-lines*. London. 1736: 339.
- [24] A. Pazderin and S. Yuferev, "Power flow calculation by combination of Newton-Raphson method and Newton's method in optimization," *2009 35th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics*, pp. 1693-1696, 2009
- [25] H. Zhao and H. Liu, "Predictor-corrector smoothing newton method for solving the second-order cone complementarity," *2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, pp. 927-930, 2010
- [26] Magnus R. Hestenes and Eduard Stiefel, *Methods of conjugate gradients for solving linear systems*, J. Research Nat. Bur. Standards pp. 49, 409–436, 1952
- [27] J. Zhang, W. Chen and B. Pan, "Non-negative feature extraction using conjugate gradient method," *2019 15th International Conference on Computational Intelligence and Security (CIS)*, pp. 402-405, 2019

- [28] H. Han, L. Zhang, X. Wu, and J. Qiao, "An efficient second-order algorithm for self-organizing fuzzy neural networks" *IEEE Transactions on Cybernetics*, vol. 49, no. 1, pp. 14-26, Jan. 2019
- [29] M. T. Hagan and M. B. Menhaj, "Training feedforward networks with the Marquardt algorithm," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 5, no. 6, pp. 989-993, Nov. 1994
- [30] S. Zhang, H. Huang, and Z. Han, "A levenberg-marquardt algorithm based incremental scheme for complex-valued neural networks," *2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, pp. 1479-1485, 2019

建立繪本譯者之兒童文學素養—創新課程設計與應用

高萍穗

大同大學 國際學院外語教育中心

摘要

全球化影響以及國際對兒童文學關注大幅提升，兒童讀物在出版業中迅速成長。目前台灣童書種類又以翻譯圖畫書為最大宗，具備專業知識技能之圖畫書翻譯人才需求也因此逐漸增加。鑒於此，自109學年度第一學期繪本編譯正式列入北市某大學應用外語系選修課程。本研究旨探討：一、繪本編譯之創新課程設計與應用歷程。二、兒童文學素養與圖文閱讀能力對繪本翻譯創作之影響力。三、繪本編譯之教學實踐反思。

本研究首先藉文獻探討蒐集資料，以Riitta Oittinen提出的圖畫書翻譯架構為基礎，歸納並重新論述翻譯圖畫書須具備之兒童文學素養。其次，融合皮爾斯符號學將圖文閱讀能力進行整合，把翻譯圖畫書過程分成前中後三階段，對繪本編譯進行一套18週的課程設計與實施，研究對象為41位北市某大學應用外語系大四學生。教學執行中，利用合作學習、學習歷程檔案、翻譯實作與教學觀察，剖析學生探索過程、思考變化和翻譯成效。最後透過翻譯作品比對、成果發表、同儕互評、問卷調查對課程設計與教學實踐進行反思。

研究成果首先是建立系統性的兒童文學素養教學與理論，並藉此設計編排一套創新課程與教材活動。再者，研究結果顯示兒童文學素養與圖文閱讀能力明顯有助於譯者理解分析“圖文本”，同時增加譯者翻譯策略與方法提高翻譯成效。未來研究可強化圖畫書多元主題單元，以拓展兒童文學素養之跨領域與社會參與面向。

本研究部分內容曾於2021年5月東海大學第十三屆教育專業發展學術研討會口頭發表。

關鍵詞：兒童文學素養、圖文閱讀、繪本翻譯

一、研究動機與目的

(一) 計畫緣起

全球化影響以及國際對兒童文學關注大幅提升，兒童文學於當今各領域百花齊放。義大利波隆納兒童書展暨插畫展已成繪本愛好者每年必朝聖之殿堂；全球大專院校將兒童文學結合教育、語文、藝術等學門開辦專業課程；閱讀繪本也被廣泛應用於藝術治療與樂齡教育。兒童讀物在出版業中持續

迅速成長，目前台灣童書種類又以翻譯圖畫書為最大宗，因此具備專業知識技能之圖畫書翻譯人才需求不減反增。有別於其他文體，圖畫書除了多富教育意涵，融合圖像與文字的特殊語言(iconotext)使譯者在翻譯過程中面臨全新挑戰。Riitta Oittinen曾針對翻譯圖畫書提出翻譯即是再次為譯文讀者重新寫作的觀點 (Oittinen 頁3)，鑑於此並覺察現今相關專業課程短缺，《繪本編譯》於2020年9月正式納入北市某大學應用外語系大四選修課程。

(二) 計畫目的

本教學研究計畫目的為培育專業圖畫書翻譯人才。從探索認識兒童文學素養，提升圖文閱讀能力，再到增進圖畫書翻譯策略與強化實踐能力，最終培養繪本鑑賞力，種下持續創作的動機。目前海內外大專院校提供的繪本相關課程多側重於教學應用或圖文作者栽培，然而，面對大量進口的外文圖畫書，同樣參與圖文創作過程一環的譯者卻少有系統性的完整訓練。專業圖畫書譯者須掌控的不僅是文字精準，更須具備編輯的敏銳以及藝評的美感，才能創作出視覺與聽覺平衡的譯文。

為達上述目的本研究將探討：一、繪本編譯之創新課程設計與應用歷程。二、兒童文學素養與圖文閱讀能力對繪本翻譯創作之影響力。三、繪本編譯之教學實踐反思。首先，藉文獻探討蒐集資料，以Riitta Oittinen提出的圖畫書翻譯架構為基礎，歸納並重新論述翻譯圖畫書須具備之兒童文學素養。學生透過主動學習與團隊合作將所學知識整合分析並提出問題討論。其次，課程融合皮爾斯符號學將圖文閱讀能力進行統整，學生運用習得之知識技能在翻譯創作過程中實際操演。最後，透過學習歷程檔案、教學觀察、同儕評量等方法呈現教學實踐研究成果，且探討未來研究之方向與可能。

二、文獻探討表

(一) 相關研究

圖畫書翻譯研究隨著兒童文學與進口圖畫書之盛行漸受矚目。陳宏淑在《兒童文學學刊》就兒童圖畫故事書翻譯提出七項翻譯原則，其中包含使用淺語、語言精確、意譯為主、敘事活潑、朗朗上口以及圖文融合等(頁135-137)。強調譯者在翻譯過程中須探究兒童讀者特質，並考慮圖文緊密結合之關係。柯倩華曾在李屏瑤的訪談中提到繪本的讀者是孩子，譯者要考慮到詞彙的選擇，還要理解整本書、作者的企圖、繪者的風格、故事氣氛與言外之意，如此才能準確指涉到原文的想像空間(OKAPI閱讀生活誌)。從兒童文學角度切入，John Stephens認為兒童文學等同於文化產物，它承載文化價值和準則使兒童讀者受到教育與社會化之作用(Stephens 頁8)。由此可見，具教育性與社會化作用之圖畫書通過語言轉換時必經歷文化與意識形態差異，而譯者必須

對於「兒童觀」也就是社會對於兒童的看法和態度具備某種程度的洞察力。Riitta Oittinen著重譯文聲音表達(頁10)，圖畫書常作為親子共讀的文類，它的「可讀性」成為小孩或大人在品、讀、玩故事時之關鍵。圖畫在編譯過程中少有變動，因此圖畫雖然可增進譯者理解原文，但相對也限制了譯者用字遣詞的選擇。

圖畫書是一種容納多樣符號的特殊語言，皮爾斯符號學(semiotics)將符號分成三大類(Short 頁214)：圖像記號(icon)、指示記號(index)、象徵記號(symbol)。圖像記號(icon)如同相片，其指涉的意義即為圖像本身。例如，一棵樹的圖像就代表一棵樹。指示記號(index)詮釋的意義可為多種，通常具邏輯性和關聯性。例如看到葉子會想到樹也可能聯想到花。最後，象徵記號(symbol)所代表的意義是約定俗成的，也是最具溝通限制且需要透過學習的。例如，語言就是一經典例子。「Tree」這個英文符號具代表樹，其具體形象跟樹無直接關連而是後來延伸出的符號義。

Oittinen藉皮爾斯符號學將翻譯圖畫書步驟分成前(firstness)中(secondness)後(thirdness)三階段(頁6)。如表1第一階段是譯者對圖畫書故事的直觀；第二階段開始分析原作的圖文關係；第三階段運用先前的觀察著手處理圖像與譯文之互動，為目標讀者呈現完整作品。所謂完整的圖畫書翻譯作品應是目標讀者可藉譯文探索原著之創作動機與目的，且從圖畫書故事中反映自身經歷或他人經驗。這裡的經歷與經驗是指語言、文化與個人背景。

表1. 皮爾斯符號學與Oittinen翻譯步驟比較

Pierce	Icon	Index	Symbol
Oittinen	Firstness	Secondness	Thirdness
	譯者對圖畫書故事的直觀	分析原作圖文關係	處理圖像與譯文互動

(二) 理論應用

建立在皮爾斯符號學與Oittinen之翻譯理論基礎上，翻譯圖畫書應注意故事中視聽覺的平衡，包含圖文互動、聲音表現、編輯排版等，請參考表2延伸

應用。為保持作品之完整性，除了須留意正文本與譯文中建構的兒童觀之外，剖析副文本(paratext)也將幫助譯者理解原作者之創作動機與價值。因此，本研究首次提出以培育專業圖畫書譯者為目標所發展之兒童文學素養，其基本理念為一專業圖畫書譯者應具備兒童文學知識背景與圖文閱讀能力，以解讀分析圖畫書之特性與故事內容，活用觀察與翻譯策略為目標讀者呈現完整的翻譯創作，並主動分享各類圖畫書之藝術風格與價值。

為掌握圖畫書翻譯知識技能並啟發持續創作之動機，課程設計將以學習者為中心列出相呼應之學習表現與內容。下一節研究方法及教學設計中將首次詳盡論述兒童文學素養之具體內涵與課程轉化。

表2. 皮爾斯符號學與Oittinen翻譯步驟比較

Pierce	Icon	Index	Symbol
	Firstness	Secondness	Thirdness
Oittinen	譯者對圖畫書故事的直觀	分析原作圖文關係	處理圖像與譯文互動
延伸應用	聲音表現、故事內容、藝術風格	圖文關係、文本、創作動機價值	視聽覺平衡、兒童觀、編輯排版

三、研究方法及教學設計

(一) 研究方法與步驟

本研究採行動研究法，研究對象為應用外語系41位曾修過翻譯理論與中級寫作之大四生。研究步驟始於文獻探討與理論應用，並設計一套呼應兒童文學素養導向之課程。透過教學第一現場觀察與團體討論，檢視課程設計之應用歷程。同時，利用學習紀錄檔案、翻譯作品比對與問卷調查，分析兒童文學素養與圖文閱讀能力對繪本翻譯創作之影響力。最後，統整歸納課程設計之執行成效與教學發現。

(二) 兒童文學素養之核心與教學重點

基本理念與目標
本研究以培育專業圖畫書譯者為目標，發展兒童文學素養導向之教學設計。其理念為專業圖畫書譯者應具備兒童文學知識背景與圖文閱讀能力，分析圖畫書之特性與故事內容，活用觀察與翻譯策略為目標讀者呈現完整翻譯創作，並主動分享各類圖畫書之藝術風格與價值。
核心素養內涵與延伸
根據歐盟 2020 年提出的八大核心素養(Key Competences for Lifelong Learning)，本課程設計藉其中三項延伸並融合理論應用，首次建構譯者所需之兒童文學素養。(一) Literacy Competence (二) Personal, Social and Learning to Learn Competence (三) Cultural Awareness and Expression Competence。首先 Literacy Competence 是指能夠運用文字、圖像、聲音等媒體進行有效且具創意情感之跨領域溝通。圖畫書本身就是一種包含兩種符號的特殊語言，創作者須掌握圖文互動與多媒體藝術型態來成功傳達訊息。其次，Personal, Social and Learning to Learn Competence 是指強調持續學習與團體合作並培養同理心。對圖畫書譯者而言具備同理心是翻譯過程中的核心能力，譯者為了探索原作創作動機與價值，了解目標讀者背景，必須養成自發性學習與團隊溝通能力。最後，Cultural Awareness and Expression Competence 也就是理解並尊重多樣文化形式與藝術表現，並且能利用多種溝通方式表達自我想法。鑑賞圖文創作是翻譯圖畫書的起點，唯有深化知識背景和語言敏銳度才能全面剖析作品的美與情感，靈活使用譯文向目標讀者分享藝術內涵，進而在翻譯創作過程中體驗樂趣與成就。
兒童文學核心素養
兒童文學與圖畫書的探索應用因範疇本身具跨領域性，各項具體涵養於是自然融合了核心素養(一)(二)(三)之特性，翻譯創作亦是語言、同理心和文化交流之結合表現。以下將詳述兒童文學素養之具體涵養、學習重點與評量方法。

具體涵養	學習重點	評量方法
具備兒童文學發展與理論知識，思辨跨文化兒童觀，連結圖畫書故事情境脈絡並分析文類、主題與目的。	A. 認識兒童文學發展 B. 說明兒童文學理論與應用 C. 辨別圖畫書種類、主題、目的 D. 探索海內外兒童教育	• 課堂觀察 • 團體報告 • 翻譯作業 • 紙筆測驗 • 校外參訪心得
具備圖文閱讀能力，掌握圖畫書組成結構與視聽覺平衡之要素。識別敘事結構與創作完整性。	E. 解剖圖畫書組成結構與副文本 F. 應用敘事學分析文本 G. 解讀圖文關係(裝飾、互補、衝突) H. 具備圖畫書編輯相關知識	• 課堂觀察 • 團體報告 • 翻譯作業 • 紙筆測驗 • 專家演講心得
具備跨文化溝通能力，能操作圖畫書翻譯策略，應用知識與技能實踐個人/團體翻譯創作。	I. 執行圖畫書翻譯策略 J. 創作圖畫書翻譯 K. 研究跨文化翻譯 L. 實行個人/團體創作	• 期中報告 • 翻譯作業 • 同儕互評
具備藝術感知、鑑賞能力，體會藝術創作與文化之密切關係，培養同理心與創作動機。	M. 分享本土/國際著名圖畫書作品 N. 認識本土/國際著名創作者 O. 鑑賞圖畫書作品 P. 發展圖畫書創作動機	• 課堂觀察 • 期末發表 • 同儕互評 • 團體作業 • 訪談

四、課程設計與教學成果

(一) 課程設計與學習重點對照

課程名稱			
繪本編譯 Picturebook Translation and Editing			
執行時間			
共 18 週，每週兩小時			
週次 (單元)	主題名稱	課程內容	學習 重點
一	Introduction: The Roles of Contemporary Picturebooks	• What is a Picturebook? • What is a Child? • Introduction to Childhood & Children's Literature	A B D
二	Picturebook Anatomy	• <i>The Playground of Peritext</i> (Higonnet, 1990) • Picturebook Anatomy • Picturebook Audience	E D
三	International Picturebooks: Translation and Cultural Perspectives	• <i>Whose Story? Translating the Verbal and the Visual in Literature for Young Readers</i> (Oittinen, 2008) • Peirce's Theory of Signs • Picturebook Translation Strategies	A B M G K
四	Picturebook Genre	• Picturebook Genre • <i>Language and Ideology in Children's Fiction</i> (Stephens, 2003)	B C D

五	Picturebook Makers (Guest Speaker)	• How to Make a Picturebook? • Who Are Picturebook Editors?	E H J
六	Translator between Images, Words and Sounds I	• Translation of Children's Picturebooks and Stories • Text-Image Interaction	G I
七	Translator between Images, Words and Sounds II	• <i>Translating Picturebooks: Revoicing the Verbal, the Visual, and the Aural for a Child Audience</i> (Oittinen, 2019) • Translating Sounds • Text Layout	G H I K
八	Translating Cultures	• <i>Translating Cultures</i> (Lathey, 2016) • History of Childhood	N K N P
九	Midterm	• Translation Project	I J L O
十	Picturebook Themes	• <i>Challenging and Controversial Picturebooks</i> (Evans, 2015)	C D
十一	Narratology I	• The Anatomy of Story • The Basic Elements of A Story	F L

十二	Narratology II	• Compact Guide to Short Story Writing	F L
十三	Wordless Picturebooks	• Translating Titles • <i>The Dynamics of Picturebook Communication</i> (Nikolajeva, 2000)	B G
十四	Picturebooks in Taiwan	• Field Trip to 毛毛蟲兒童哲學基金會 • Introduction to Youth Education	A D M N
十五	Dos and Don'ts in Picturebook Translation	• <i>Joys and Challenges of Translating Children's Books</i> (Ramadan, 2019)	I K
十六	Picturebook Review	• How to Write Picturebook Reviews	E O
十七	Final	• Final Project	J L O P
十八	Final	• Final Project • Peer Review	J L O P

(二) 教學過程與步驟

素養導向教學強調知識、技能與態度的整合，使學習產生意義達到終身學習之目的。因此本課程以 Bybee 在 1997 年提出的 The 5E Instructional Model 為主要教學步驟，製造獨立思考、同儕協作與師生共學的環境，激發終身學習與創作動機。教學過程概念如下：

教學步驟	The 5E Learning Cycle	課程執行內容
上課前 Prepare	Engage	- 閱讀分析指定圖畫書 - 閱讀指定兒童文學理論、翻譯策略、相關文獻資料 - 歸納彙整相關指定閱讀資料
	Explore	自由探索海內外圖畫書，比較原文/譯文
課堂中 Perform and Reflect	Explain	- 釋義指定閱讀資料 - 應用理論剖析指定圖畫書 - 提出呼應問題
	Elaborate	- 解決呼應問題 - 應用知識翻譯指定圖畫書 - 翻譯創作圖畫書
	Evaluate I	- 分享圖畫書翻譯創作 - 檢討圖畫書翻譯過程 - 同儕評量
上課後 Reflect	Evaluate II	- 反思師生評量回饋 - 修改圖畫書翻譯創作

舉例單元(七)之教學步驟，詳細說明如下：

單元(七) Translator between Images, Words and Sounds II		
教學目標	1.歸納並應用 Oittinen 翻譯圖畫書策略。 2.從跨文化翻譯比較狀聲詞之使用。 3.分析圖文互動與文字編排。	
指定圖畫書	Guji Guji/ 陳致元	
指定文獻與教材	<i>Translating Picturebooks: Revoicing the Verbal, the Visual, and the Aural for a Child Audience.</i> (Oittinen, 2019)	
教學步驟	教學執行內容	評量與紀錄
Engage	學生必須事先閱讀指定教材與圖畫書 Guji Guji，分析故事圖文關係與狀聲詞運用(中/英)。當週負責組別將製作一份簡報彙整指定教材之翻譯策略與應用方法。	簡報製作
Explore	學生按組別額外自由挑選一本繪本作品，且須找到兩種語言以上之原作/譯本攜帶至課堂討論。	借閱繪本
Explain	一、當週負責組別利用簡報歸納釋義指定教材之翻譯策略與應用方法，並提出討論問題帶領班級參與討論。學生按組別將問題套用在自由挑選繪本中，解析繪本圖文互動與譯本之編譯策略(包含文字、造型、編排等)。 二、教師補充說明指定教材，分享當週指定圖畫書之創作背景與動機，引導班級探索中/英/日狀聲詞比較，欣賞跨文化語言內涵。	團體報告 團體討論 學習單

Elaborate	學生按組別運用課堂所學之翻譯策略進行指定圖畫書翻譯創作。	翻譯創作
Evaluate I	一、分享翻譯創作成果與翻譯策略。 二、由教師按課程涵蓋之翻譯策略製作評分表，依組別進行同儕鑑賞與評分。	團體報告
Evaluate II	一、教師反饋。 二、修改翻譯創作。	翻譯創作

(三) 教學成果

本課程帶領學生落實學習重點，達成兒童素養之三大核心與四項具體涵養。首先，專業圖畫書譯者應具備兒童文學發展與相關理論知識，思辨跨文化兒童觀，連結圖畫書故事情境脈絡並分析種類、主題與目的。本課程設計引導學生自主探索學習、彙整蒐集資料，並將知識內化後重新敘述表達，從學生完整製作簡報、口頭報告、團體討論可充分展現學習成果。除此之外，學習單也記錄下學生利用每週所學進行分析繪本故事脈絡之應用過程。

圖 1 為報告組別就課前指定閱讀教材 *Translating Picturebooks: Revoicing the Verbal, the Visual, and the Aural for a Child Audience* (Oittinen, 2019)，整理歸納後所製作的簡報。

**Writing and Reading Direction
(Translating Cultural Signs)**

- Picturebooks published in English:
Left page: 'given' information -> current situations
Right page: 'new' information -> upcoming events




How The Grinch Stole Christmas by Dr. Seuss 紅田嬰•台灣傳統歌集/莊永明

- Picturebooks written in Persian/Chinese:
The other way around

圖 1. 學生團體報告簡報製作

圖 2 為報告組別就其彙整之翻譯策略及文獻資料所提出的討論問題，並帶領各小組針對指定與自由選圖畫書進行批判性思考。

Q4: Try bottom-up reading, is there anything different from top-down reading? (J-Jelena)

A4: When using bottom-up reading, I focus more on complicated words. Rather than reading the story, I feel I am reading an English vocabulary book. From bottom-up reading, I find it's difficult for me to feel relaxed while reading the story. However, when using top-down reading, I can feel relaxed and immerse in the story.

good!

Discussion Questions

Q1: If you were the translator of your chosen picturebook, would you

A1: Rather put all of your translated text at the end of the book or place your translated words under each line? why?

→ I would put all of the translated text at the end of the book because the readers can enjoy the text of original work.

圖 2. 團體學習單

其次，具備圖文閱讀能力，掌握圖畫書組成結構與視聽覺平衡之要素，識別敘事結構與創作之完整性。圖 3 為前往毛毛蟲兒童哲學基金會校外教學中執行之團體任務，各組須在圖書室挑選一本繪本並分析其敘事結構與故事大綱。圖 4 左上方為學生之翻譯創作，可明顯觀察到譯者在運用翻譯策略時在文字排版與聲音韻律上進行了處理。

再者，專業圖畫書譯者應具備跨文化溝通能力，能操作圖畫書翻譯策略，應用知識與技能實踐個人/團體翻譯創作。透過大量的翻譯練習與團體合作讓學生應用所學之兒童文學知識與翻譯策略實踐創作。同時，為落實素養導向教學課程讓學習產生意義，在每次翻譯創作過程中學生必須記錄剖析圖文本與執行翻譯策略之歷程。圖 4 範例除了呈現翻譯創作成果，也記錄下學生剖析圖畫書結構與應用翻譯策略之歷程。

最後，專業圖畫書譯者應具備藝術感知與鑑賞能力，體會藝術創作與文化之密切關係，培養同理心與創作動機。藉由同儕互評對翻譯創作進行賞析，如圖 5，除了教師給予之建議與回饋，譯者透過同儕評量能更直接理解不同讀者對作品的感受，進而發展同理心與溝通協調能力。建立反思學習是刺激主動學習促進態度養成之關鍵，練習記錄分享學習歷程與個人經驗開拓了終身學習價值，如圖 6；也

Picturebook Translation and Editing

Date	12/1.
Group Members	11. 王羽生 17. 江睿彦 22. 温大璋 24. 陈卓傑
Name of the Picturebook	希望山谷 The valley of hope
ISBN	978-967-10671-6-1
Plot Summary	A girl who loves sunflowers lives in a valley. The weather is always good. However, one day cloud (darkness) comes. The sun is gone, and the girl becomes upset. Finally, she gives a sunflower to the cloud. The cloud leaves and the sun comes back
Can you find out any character archetypes in the story? Describe their personalities.	(1. Hero 2. Mentor 3. Threshold Guardian 4. Herald 5. Shapeshifter 6. Shadow 7. Ally 8. Herald)
Hero: 秀清	
Threshold: Accident (Coming of a big dark cloud)	
Herald: event (she cries and realizes the reason why the cloud is coming)	
Shadow: The big dark cloud (darkness)	
Ally: The sunflower (The bright side)	

圖 3. 校外參訪團體學習單

• Your Translation 不， 不準， 不準在學校。 不準摸著臉。 不準給我逗貓。 不準給我挑耳屎。 不準在學校調皮。 他們覺得我是強姦？ 傻子嗎？	• Who is the narrator? Why do you think so? The narrator here could be the parents, for this is what parents <u>inclusively</u> <u>have to</u> <u>do</u> <u>for</u> <u>their</u> <u>children</u>. Also, the pressure in this poem is a good <u>visual aid</u> for the readers to picture the narrator.
• Who are your readers? Young learners, especially those who just start to learn languages.	• What tactics do you take in the process of translating? The structure of the source text looks like a pyramid. So, I try to keep the structure when I was translating. Also, the context of my translation is based on how parents scold their children, so I try to make my translation text like in with it.
• What is the text-world interaction here? (Decorative/Complementary/Contradictory) Why do you think so? I think the interaction is <u>complementary</u>, for the image here plays an important role. A visual aid so that the readers can understand that the narrator should be the teacher or the parents. If we remove the pressure, the narrator could be completely different, like my	• Does the story communicate meanings beyond the scope of either one alone? Yes, I think with the help of the illustration, the readers are able to get more information than simply reading the text.

圖 4. 個人翻譯成果，資料來源取自學生作業

Group:	10 Points	Comments
17. <i>Not My Fault</i> 不是我的错		
1 Translation	10	和它组不一样的是有故事背景, 增加了故事的感染力。
2 Text-Image Relationship	10	发音与情绪流畅 good
3 Oral Storytelling	10	这组的故事较完整, 翻译的文字较符合原文, 也较贴近他们的 Target Reader.
Total Score (30 Points)	30	

圖 5. 同儕互評，資料來源取自學生作業

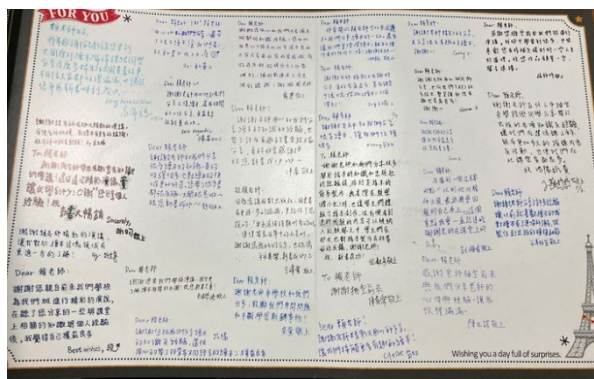


圖 6. 學生給予客座講者反饋，延續課後交流

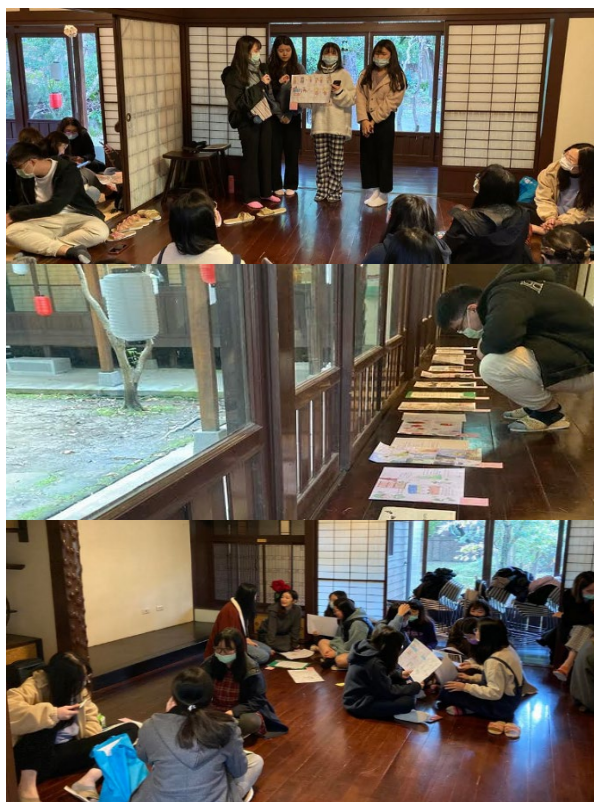


圖7. (上)同儕不記名投票，(中)分組討論，(下)分享創作歷程

(四) 學生回饋

素養導向之課程設計強調情感態度與學習歷程連結，因此為完整呈現教學實踐成果，本研究除了解析學生翻譯作品、簡報作業、觀察教學現場之外，也利用質性的紙筆訪談與量化問卷調查檢視課程設計內容及未來調整方向。本研究先以紙筆訪談針對學習成效進行了質性評估。多數學生表示獲得大量繪本相關與翻譯策略知識，且在記錄學習歷程中發現自我成長變化，多元教材內容使上課更豐富有趣。其中，甲生表示：「以前我以為製作繪本很容易，但是上完課後，(我)真的大開眼！一本簡單的繪本背後蘊含了很多意義，真的學到很多。」乙生提到：「這大概是大學四年中最開心的一門課，而且期末作業我自己非常有興趣，所以做起來也很快樂。」丙生寫道：「(這門課)讓我看到了原來充滿童趣的繪本隱藏了這麼多巧思。」丁生口述：「以前從來沒有人告訴我這世界到底是什麼？我到底是誰？(因為)這堂課還有繪本讓我開始想要自己找答案。」

下列表 3 為教學問卷調查結果，有效問卷共 41 份。問卷中圖畫書譯者又稱作繪本編譯者，原因來自於前述 Oittinen 提出之論點「翻譯即是再次為譯文讀者重新寫作」。問卷調查分作前測與後測兩部分，根據統計結果發現學生選修課程後對圖畫書與翻譯等相關知識明顯成長。同時，面對自我圖文閱讀能力與翻譯創作技巧應用也大幅提升信心。透過分析繪本與相關文獻幫助學生增進邏輯思維與批判性思考。值得注意的是問題 5，部分學生在選修課程前就認為圖畫書編譯者須具備圖文閱讀能力，並且多數在選修課程後更加認同此觀點，本課程研究對象皆曾修習一門以上翻譯、寫作相關課程，由此可重複證實對譯者而言圖畫書為特殊文體，必須增加相關知識與技能以提高翻譯成效。

表3. 前後測問卷調查結果

問卷調查							平均分數	
不同意 1 2 3 4 5 同意							選修前	選修後
1.	我認識國內外繪本的發展						2.2	4.1
2.	我了解圖畫書的特性與製作						2.5	4.4

3.	我了解繪本中的圖文關係	2.6	4.5
4.	我知道繪本翻譯與編寫的技巧	2.4	4.3
5.	我覺得繪本編譯者須具備圖文閱讀能力	3.7	4.6
6.	我覺得分析繪本與相關文獻幫助增加思考面向	3.4	4.4

(五) 教師教學反思

本研究從上述教學成果與學生反饋歸納出三大發現。一、兒童文學素養與圖文閱讀能力除了優化圖畫書翻譯成效，由於深入認識兒童文學理論與翻譯策略，清楚繪本圖文關係，理解作者、讀者、譯者(自我)文化背景，譯者自信心與創意度也相對增加。二、學生主動學習並領導同儕探索知識可有效推進邏輯思考、問題解決與領導能力。利用鼓勵探索知識、統整資料並達到共學目的。三、素養導向之課程設計重視學習思考過程、個人價值、創作理念與團隊合作精神，學生因此主動表達想法並且積極應用所學嘗試各項跨領域挑戰。圖 8 為學生向教師分享之學習應心得。該生藉單元(五)客座講者分享之繪本製作方法應用於實習教學現場，不但充分連結知識與情感更意外地實踐了社會參與。藉由本次教學實踐發現，下一階段研究可強化探索圖畫書多元主題，以拓展兒童文學素養之跨領域與跨學科面向。同時，為加深學習意義可擴大課程社會參與及全球議題範疇。

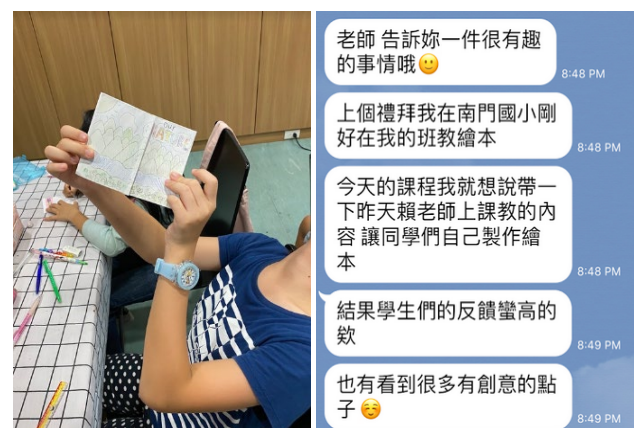


圖 8. 學生連結知識情感並實踐所學於國小教學實習現場，資料來源取自學生分享照片

參考文獻

- [1] Oittinen, Riitta, and Davies Maria González. *Whose Story?: Translating the Verbal and the Visual in Literature for Young Readers*. Cambridge Scholars, 2008, pp. 3-10.
- [2] 陳宏淑, “兒童圖畫故事書翻譯原則之探討與應用”, *兒童文學學刊*, 第 10 期, 2003 年, 頁 135-137。
- [3] 李屏瑤, “柯倩華: 繪本的讀者是孩子, 譯者不只是翻譯, 還要呈現所有氛圍”, *OKAPI 閱讀生活誌*, 2016 年 12 月 30 日, <https://okapi.books.com.tw/article/9366>, 2021 年 5 月讀取。
- [4] Stephens, John. *Language and Ideology in Children's Fiction*. Longman, 2003, p. 8.
- [5] Short, T. L. *Peirce's Theory of Signs*. Cambridge University Press, 2009, p. 214.
- [6] “Key Competences and Basic Skills.” *European Education Area*, https://ec.europa.eu/education/policies/school/key-competences-and-basic-skills_en.
- [7] Higonnet, Margaret R. “The Playground of the Peritext.” *Children's Literature Association Quarterly*, vol. 15, no. 2, 1990, pp. 47-49., <https://doi.org/10.1353/chq.0.0831>.
- [8] Oittinen, Riitta, et al. *Translating Picturebooks: Revoicing the Verbal, the Visual and the Aural for a Child Audience*. Routledge, Taylor & Francis Groups, 2019.
- [9] Lathey, Gillian. *Translating Children's Literature*. Routledge, Taylor & Francis Group, 2016.
- [10] Evans, Janet. *Challenging and Controversial Picturebooks: Creative and CRITICAL Responses to Visual Texts*. Routledge, 2015.
- [11] Nikolajeva, Maria, and Carole Scott. "The Dynamics of Picturebook Communication." *Children's Literature in Education*, vol. 31, no.4, 2000, pp. 225-239.
- [12] Ramadan, Emma. “Five Translators on the Joys and Challenges of Translating Children's Books.” *Words Without Borders*, 3 Apr. 2019, [https://www.wordswithoutborders.org/dispatches/article/five-translators-on-the-joys-and-challenges-](https://www.wordswithoutborders.org/dispatches/article/five-translators-on-the-joys-and-challenges-of-translating-childrens-books)
- [13] Bybee, Rodger W. *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Heinemann, 1997.

從看見到洞見：應用「照片引談法」及「感知地圖」做為設計思考課程的場域探索教學策略之行動研究

*陳彥甫¹ 姚彥廷² 林喬茵³

¹ 大同大學 媒體設計學系

² 大同大學 設計科學研究所

³ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所

摘要

設計思考是引導學生利用同理心來揭開和發現真實人群當中的機會，進而解決真實場域的複雜問題，然而，當學生進入場域，並非有足夠的敏銳度能洞察真實場域的問題，也缺少適當方式進行有效的收斂思考，進而定義有意義的場域問題。本研究目的是以「照片引談法」及「感知地圖」做為教學策略，開發同理心與問題定義的設計思考教學工具及方法論，並採取行動研究法，經歷兩個教學迴圈的行動研究迭代過程，第一個迴圈為一學期的設計系主題式設計課程，第二個迴圈為兩天的設計思考跨領域工作坊。本研究結果顯現設計思考教學之場域探索的教學，導入「照片引談法」及「感知地圖」可協助學生小組進行有效的場域探索溝通及知識建立，並協助教師引導學生進入場域時，可從觀察進昇洞察的效果。

關鍵詞：設計思考、場域探索、照片引談法、感知地圖

一、研究背景與動機

設計思考(design thinking)因為其工具和方法產出創新作品及解決方案，逐漸受到全球大學重視而放入課程中。這些課程通常是跨領域(interdisciplinary)或多領域(multidisciplinary)整合課程，提供不同領域學生共同修課，期望學生藉由以人為本的觀點，在跨領域課程中經歷設計思考的學習經驗，從發現真實現場的問題開始，以小組形式跨領域合作發揮問題解決(problem-solving)的能力，進而發展出解決方案或創新設計提案，解決實際的複雜問題(Wrigley & Straker, 2017)。

以設計思考為主軸的跨領域課程，除了促進跨學科的創造性思考和合作外，也彌補學生在不同學科的領域知識。傳統設計教育著重產品設計及開發過程的

工業生產、技術驅動典範，由於社會變遷，以使用者為中心的需求創新成為新的設計思維典範，在課程中帶入設計思考教學過程、促進設計系學生與不同學科學生之跨領域合作，成為設計系教師規劃新型態整合性設計課程面臨的變革與挑戰。設計思考強調解決真實場域的複雜問題，在設計系課程中，教師讓學生參與主題的場域情境、執行設計調查，並於進入現場前提供觀察技巧的教學。然而，教學現場經常發生的困境，是學生進入場域卻沒有足夠的敏銳度，洞察場域正在發生的潛在性問題，不易聚焦出具創新觀點依賴教師的行前引導及個別指導，缺乏於課堂連貫教學的方法與工具，此為第一線帶領設計思考教學教師需面對的考驗。

在此背景下，本研究的研究問題有2：1.如何引導學生將場域調查的資訊進行系統性的收整與分

析，收斂定義有意義的設計問題？2.如何發展出適合設計系學生，甚至跨領域學生團隊的教學方法及策略？讓進行設計思考教學的教師能有方法可依循，引導學生從「看見」現場到「洞見」設計問題。研究預期成果為釐清設計思考場域教學方法論、開發教學策略、工具及步驟，協助教師引導學生建立於設計思考前端階段所需之問題探索及問題定義的能力，未來可作為銜接相關課程內容進入設計思考後端階段時發展設計解方的基礎。

二、教學理論基礎

本研究旨在開發設計思考之設計調查階段的教學策略及工具，探討以設計思考為主軸架構的課程，於場域探索的情境學習中引入設計研究工具「照片引談法」及「感知地圖」，協助教師引導學生於場域中探索、觀察、發現及捕捉，收集場域資訊及分析，並定義設計問題。課程教學理念及理論基礎的文獻探討如下：

(一) 以設計思考為理念的教學方法

設計思考被廣泛地視為一種思考風格，或是設計行為中體現出的認知過程研究(Cross, 2007)。Schön(1983)與Lawson(2005)討論並反思設計師如何思考，Buchanan(1992)以現實生活中的「棘手問題(wicked problems)」開始論述，討論設計師處理的問題屬於不明確的問題，能創造性地重新定義問題是設計師專業技能的一部分。設計思考與創新密切相關，並於設計和管理領域都廣泛地探討其應用，在行政、管理研究領域及商業媒體中也成為趨勢。創新顧問公司IDEO和史丹佛大學D.School將「設計思考」概念化為非設計背景的人員進行評估和使用設計方法的一種特定方式，也就是說，結合理論與實作的設計思考，已經從「設計是一門學科(design as a science)」轉變為「設計是一種心態(design as a mindset)」(Johansson-Sköldberg, Woodilla, & Çetinkaya, 2013)。

美國史丹佛大學D.School將設計思考放入課程，旨在激發學生創造力和合作能力，讓工程、醫學、商業、人文和教育等不同學科的學生參與設計思考課程。史丹佛大學將設計思考分為五步驟，分別為同理心(empathy)、定義(define)、創意發想(ideate)、原型(prototype)、測試(test)(Lewrick et al., 2018)。而英國Design Council(2007)以容易理解的雙菱形模型說明

創新團隊的設計流程，包含發現(discovery)、定義(define)、開發(develop)、交付(deliver)四個階段，示意如圖1。藉由兩次的發散思考及兩次的收斂思考，說明團隊從觀察看待世界及留意新事物、定義問題、創造原型及測試解決方案的概念，到最終發佈成果的過程。雙菱形模型的步驟與流程，在大學教育形成「設計導向學習(design-based learning, 縮寫為DBL)」模式，鼓勵學生進行系統性思考和綜合導向的工作模式，開展跨領域團隊的創意思維和產品開發(楊朝陽等人, 2018)。

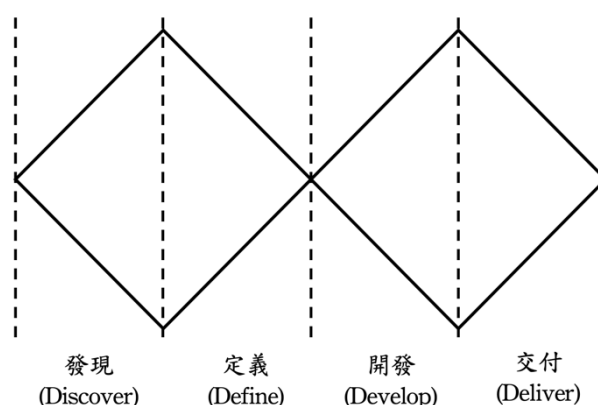


圖 1. 雙菱形模型設計流程(Design Council, 2007)

「設計思考」運用同理心來揭開和發現真實人群中的設計機會。當使用同理心來進行探索真實人群時，會出現「設計時刻(design moments)」，這些設計時刻提供與設計相關的想法並支持產品創新(McDonagh & Thomas, 2010)。同理心步驟所使用的方法，多來自於人文社會領域的研究方法，例如民族誌(ethnography)研究法的觀察方式。設計思考者會從自己身處的環境暫時地觀察環境、物品與人們之間的關係，透過觀看、聆聽和理解，可以在不打擾人的情況下，進而洞察人們與實體環境的互動方式，了解在實體環境時的挫敗感和挑戰。然而，從觀察到洞察的過程，經常讓學生感到不知所措，因此，本研究以設計思考理念於教學中引導學生，注重將觀察方法化為學習，融入教學策略及工具的學習過程。

(二) 場域探索教學：情境學習(situated learning)

場域探索是設計思考第一個步驟「同理心」的發現歷程，場域探索不會只是一次探索，而是迭代

性(iterative)進行。課程中進行場域概述，引導學生進入特定場域，並與場域中的人事物互動，例如觀察、訪談或拍照紀錄，其互動過程為情境學習(situated learning)模式。情境學習基於情境認知理論(situated cognition theory)，讓學習者了解知識和技能如何應用與學習知識和技能本身同樣重要，認識情境脈絡中的物理性和社會性元素，為學習過程中的關鍵(Brown, Collins, & Duguid, 1989; Lave & Wenger, 1991; Putnam & Borko, 2000)。

當學生圍繞課程主題發展知識和技能基礎時，需要進入真實場域感受真實狀況及連結性，當進行設計思考教學時，基於場域的調查過程可以作為學習的情境脈絡與學習平台。學生在特定情境中，以某種形式的社會參與進行學習及獲取知識(Lave & Wenger, 1991)，另一方面，教師也預期學生會在該場域中的觀察與訪談進行自我批判，進而建立問題及解決問題。

本研究將設計思考教學的場域探索視為以「情境學習」為起點的「設計導向學習」，教師在規劃課程及教學活動時，讓學生以小組方式進行教學，學生參與的活動與項目，為小組合作及互相分享的方式進行，因此同時也具備合作學習(cooperative learning)的特徵，學生相互支持、鼓勵和幫助，彼此交流想法，互相給予回饋，遵循共同的目標，讓學生有機會學習以建設性和創造性的方式處理人際關係、群體關係和社會關係(Slavin, 1990)。

(三) 照片引談法(photo elicitation)

照片引談法(photo elicitation)是利用圖片來進行訪談的研究方法，以訪談方式進行的研究方法，大致可分為兩類：(1)僅使用文字進行的訪談；(2)結合圖片和文字所進行的訪談。而這兩類最大的區別可以從人類的演化觀點切入，人類大腦處理視覺訊息比處理語言訊息還多，圖片可以刺激人類的深層意識，然後再由文字表達，若僅使用文字進行訪談，文字交換所使用的大腦部分則較少(Richard & Lahman, 2015)。Collier(1957)指出圖片引發了更長及更全面的訪談，同時也幫助受訪者克服傳統訪談產生的疲勞和重複性，而圖片的微妙功能是刺激受訪者不易察覺的記憶，並激勵和釋放關於受訪者的生活情感陳述能力。

Suchar(1989)定義照片引談法的三種主要用途：(1)揭示參與者對文化的理解；(2)揭示參與者的社會

心理；(3)調查參與者對他們在社交場合想法和行為的理解。因此，照片引談法是參與者與研究者之間合作的研究調查模式。在合作中，訪談的對話由圖片激發和引導(Harper, 1994)，而訪談脈絡的細節，可以由圖片和相對應對話來詮釋(Collier, 1995)。Prosser與Schwartz(1998)則強調照片引談法可用於探索參與者的價值觀(values)、信念(beliefs)、態度(attitudes)和意義(meanings)，觸發被壓抑的記憶或對記憶和社會系統的理解。當人物、物品、情境和現象有難以描述的屬性時，可以提供特定內容的圖片，藉以理解細微或不容易察覺的關係，以及各種不同面向的認識方式。

照片引談法所使用的圖片，可以由研究者提供或是由參與者提供。若是由參與者對一個問題或提示進行拍照或提供圖片，則需要提供一種工具來取得參與者的洞見(Samuels, 2004)，另一方面，參與者提供的方式，某種程度也給予參與者自主提供圖片的權力(Deal & Fox, 2006; McLaren, 2009)。

本研究應用照片引談法的概念於設計思考教學，讓學生在進入場域的過程進行觀察，也鼓勵學生用自身的角度來進行拍照，進而帶回教室與同組同學討論並解釋自己的觀點，藉此引發學生在團隊討論激發出不同的想法。

(四) 感知地圖

感知地圖(perceptual mapping)是市場行銷研究中的主要分析工具(Green, Carmone & Smith, 1988; Shocker & Srinivasan, 1979)，讓參與者藉由視覺化呈現對某一系列產品或品牌的知覺和偏好，這個工具可用於新產品設計、廣告、零售業或其他產品開發及行銷應用。感知地圖可以是多維面向，但通常以二維的十字座標來進行繪製。

應用感知地圖讓創新團隊了解：(1)使用者用來評估所調查類別中產品的基本認知範圍；(2)目前產品和潛在產品的相對位置。不同研究者藉由不同方式來繪製感知地圖，例如Green與Wind(1973)使用相似度量表(similarity scaling)來定義聯合分析中使用的基本維度，Pessemier(1977)應用判別分析(discriminant analysis)生成聯合空間圖，並在他的DESIGNR模型中用於新產品設計，Hauser與Urban(1977)則是使用因子分析(factor analysis)來辨別消費者的感知和創新機會。如果感知地圖使用正確，可以協助團隊辨別機會及提升創造力，並將營銷策略引導到最有可能吸引消費者的方向。然而，感知地圖不一定非要經過詳細研

究進行繪製，它也可以藉由人們根據自己對事物的理解或判斷而進行繪製。

本研究嘗試將感知地圖及以圖片為訪談素材的照片引談法結合。以視覺化呈現人們知覺和偏好的感知地圖，採用二維的十字座標來繪製，考量學生進入場域進行觀察時，環境、物品與人三者之間的互動與關聯是洞察的核心，進而有機會發現歸納出有意義的問題。

三、研究方法

本研究採用Lewin(1946)的行動研究(action research)為研究方法，行動研究是理論與實踐結合的研究方法(Avison, Lau, Myers, & Nielsen, 1999)，廣泛地應用於教育領域。行動研究的步驟包含計畫(plan)、行動(act)、觀察(observe)和反思(reflection)，並以重複迴圈循環的迭代進行，側重於行動和變革，在相當短的時間範圍內開展工作，包含大量協作(collaboration)和參與(participation)(MacColl et al., 2005)，研究者參與行動中規劃、實施、觀察行動的變化，並利用研究者的理論與經驗服務於被研究對象。本研究經歷兩個教學迴圈的行動研究迭代過程(如圖2)，而這兩次教學迴圈的目的、學生對象、教學內容及時間長度皆不同。

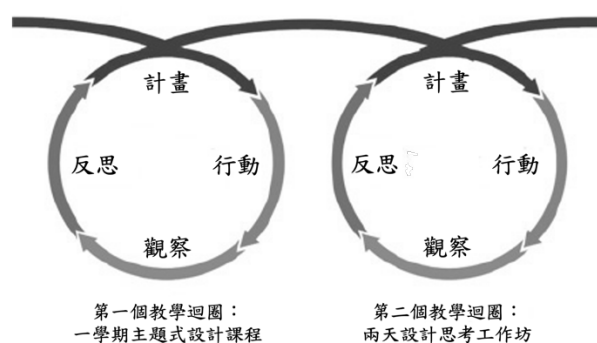


圖 2. 本研究採取行動研究之過程

第一個教學迴圈為一學期的設計系主題式設計課程，設計思考是設計系課程的教學核心，教學過程包含設計調查及需求定義，接下來才會進入設計專業的概念發想與原型製作。概念發想與原型製作是設計系學生的強項，但是在設計調查及需求定義的過程，學生往往會不知如何收斂定義有意義的設計問題。為

回應本研究的研究問題1，本研究第一次教學迴圈著重於照片引談法與感知地圖的導入，觀察是否有效幫助學生定義有意義的設計問題。

研究團隊進行第一個迴圈時，回顧教學理論、照片引談法、感知地圖等文獻，規劃課程內容及場域探索工具與步驟，並先以單一背景的設計系學生為對象實施第一次教學，運用教學策略並紀錄教學過程、觀察學生學習歷程及收集成果，課程結束後，研究團隊進行教學反思，探討學生在課程中不理解的部分及原因，以修正照片引談法與感知地圖教學的教學指導語。

第二個迴圈為兩天的設計思考跨領域工作坊，該工作坊目的是讓參與學生有跨領域合作及設計思考的學習體驗。雖然與學生來自不同科系及領域(例如工程領域、人社領域)，但跨領域工作坊的教學課程是以設計思考為架構，以探討、解決真實情境的問題及需求為學習過程，不同領域學生的專業訓練不同，敘事能力與技巧也不同，如何進行有效的跨領域對話，需要合適的教學方法及工具來引導學生。為回應本研究的研究問題2，本研究第二次教學迴圈著重於照片引談法與感知地圖的導入，觀察是否適合幫助學生進行跨領域對話，並達成共識。

根據第一個迴圈的反思結果，修正引導指導語納入進入第二個迴圈，再次行動實施教學，進一步以多元背景科系學生為對象，以同樣教學策略用於不同類型的工作坊課程進行跨領域教學，並紀錄教學過程、觀察學生學習歷程及收集成果，再次進行反思收整實踐結果。雖然兩次教學迴圈的目的、參與學生、教學內容及時間長度皆不同，但是兩次迴圈皆聚焦於照片引談法與感知地圖的導入成效。

本研究分為研究團隊及教學團隊。研究團隊成員包含大學設計系教師2位及教學助理1位，於研究中實際開發設計思考教學之場域探索教學策略及工具與步驟、規劃及執行課程，第一線收集資料及分析，掌控研究過程的計畫、行動、觀察及反思。教學團隊成員包含5位教師，於本研究進行教學，其中2位教師亦為研究團隊成員。此外，參與第一個教學迴圈的教師共2位，參與第二個教學迴圈的教師共4位，其中一位教師也參與第一個教學迴圈。教師參與研究團隊、教學團隊、第一個教學迴圈及第二個教學迴圈的情形，整理如表1。

表 1. 本研究教師參與本研究情形

	研究 團隊	教學 團隊	教學 迴圈 1	教學 迴圈 2
教師 1	○	○	○	○
教師 2	○	○	○	
教師 3		○		○
教師 4		○		○
教師 5		○		○

本研究資料收集方式主要為教學過程的參與觀察、訪談及文件分析，實施教學時將課程活動以拍照、錄影、筆記方式進行紀錄，並於取得參與課程學生同意後，於課程後訪談學生或收集回饋單，了解學生的學習狀況、想法與改變，訪談內容以錄音筆進行紀錄，再謄寫為逐文字稿摘錄重要句進行編碼及分析。學生在課程過程所產生的文件及成果產出，則以影像及文字紀錄整理歸檔，作為學生學習歷程，與訪談資料比對使用，以多元資料來源作為三角校正的基礎建立研究信實度。當所有資料蒐集後，以課程及工作坊的資料類型、參與者分類、代號、重要句編號等進行資料編號。編號方式如表 2，舉例如「C1-I-G5-S1-01」，C1-I 表示第一個教學迴圈 C1 的訪談資料 I、G5-S1 表示學生組別 5 的 A 參與者(若無組別代號表示不記名資料)、001 為資料編號 001，再以開放性編碼(open coding)做主題分析(林本炫, 2007)進行資料分析。

表 2. 研究資料編碼方式

教學迴圈	資料類型	參與者分類	代號
C1	F 回饋單 (Feedback sheet)	G 學生組別	1~5
C2	I 訪談 (Interview)	T 教師	1~5
	M 影音紀錄 (Media)	S 學生個人	1~30
	P 發表 (Presentation)		
	TM 教材簡報 (Teaching material)		
	W 學習單 (Worksheet)		

四、課程設計與教學策略

為發展設計思考的場域探索教學策略，本研究以設計思考雙菱形模型的階段歷程為基礎，並導入設計研究工具「照片引談法」及「感知地圖」，發展課程設計及擬定教學策略，說明如下：

(一) 以設計思考雙菱形模型為歷程的課程設計

雙菱形模型將設計過程的收斂思考與發散思考以視覺化方式表現，代表發散思考和收斂思考至少會發生兩次，包括一次確認問題及另一次的創造解決方案。本研究主要關注第一個菱形的發現問題、定義問題階段，也就是於課程中加強前段的「設計調查」，採較高比重的教學介入。

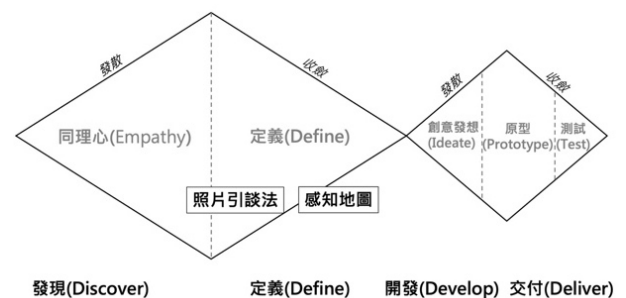


圖 3. 本研究課程設計以雙菱形模型為基礎

如圖 3 所示，第一個菱形的佔比較大，並且於第一個收斂階段導入「照片引談法」及「感知地圖」，強調引導學生於場域探索的發現階段後，進入定義階段能提出關鍵問題，避免解決錯誤的設計問題。雙菱形設計過程各階段的課程設計重點如下說明。

1. 發現階段：

安排學生進入真實場域、接觸場域相關人員，引導學生以客觀的方式來觀察，並懷著同理心考量使用者、留意發生的事物，透過多種調查方法收集情報資訊，如觀察、訪談、體驗等，用圖片、影像、繪圖或文字方式來記錄，從發現的事物中，發散思考各種潛在機會的可能性，逐漸產生自己的觀點及見解，發現使用者的需求、痛點或問題。

2. 定義階段：

回到教室引導學生了解前一階段中發現的所有

可能性，導入「照片引談法」及「感知地圖」協助組員組內溝通、交流觀察及想法，彙整情報及分析、判斷、收斂。引導學生思考重要性、優先順序、可行性等定義階段的目標是發展一個清晰的設計摘要(brief)，盡可能收斂成一句簡短的話，來說明解決問題會面臨的設計挑戰。

3. 發展階段：

引導學生團隊針對設計挑戰尋找可行的解決概念或方案，經由規劃圖表、示意繪圖及手作原型等實作，發想多個解決方案、激發創意構想、做出具體的呈現物品作為溝通的工具，用動手做讓思考更明確，並透過評估測試的迭代過程，幫助找尋錯誤及修正錯誤，找到真正適合的解決方案，使團隊的想法更完善。

4. 交付階段：

最後階段的交付在課程中就是成果發表，學生團隊將最終概念想法產出的成果呈現發表，形式可能是實體產品、遊戲流程或 App 等作品，透過演示、模擬操作、簡報或情境劇，讓講評老師或使用者理解或體驗，從中也可以再次觀察使用狀況及了解回饋，有助未來持續修正設計。

(二) 導入照片引談法與感知地圖為教學策略

本研究於課程中進行場域探索時，讓每位學生以自己的手機拍攝於場域觀察的人、物、空間等照片，當結束探索回到教室後，請學生從自己所拍的照片中挑選有限的張數，期望學生在挑選照片的過程，確認欲分享照片的內容，再將手機以 wi-fi 連線拍立得輸出機將照片印出，並由教師引導於組內討論選擇的照片並分享想法，此為本研究採用照片引談法的教學策略。

而感知地圖的教學策略，則是引導學生評估場域觀察情境的認知範圍，在進行場域探索過程中，會包含空間、空間使用者以及空間內的物品，簡言之，場域探索是在理解並釐清該場域中出現的：人、物、空間三者之間關聯性。導入照片引談法與感知地圖為教學策略，是藉由視覺化呈現、個人想法分享、系統性分析，進而協助學生共同討論定義出場域問題。

場域中蘊含人、物、空間之間的關聯性，在進行場域觀察時，學生多會以場域中的物品為觀察目標。物品以使用性而言，可以分為「人」使用與「空間」

使用，例如電話是提供「人」使用、盆栽是美化「空間」使用。物品若是以材質屬性而言，則可以分為「人工」與「自然」，例如電話是「人工」屬性、盆栽則是偏「自然」屬性。

感知地圖是用二維的十字座標進行繪製，如圖 4 所示，十字座標 Y 軸的上、下分別為人與空間，X 軸的左、右分別為人工與自然，學生可依據照片內容判斷後，放置於感知地圖的第 I、II、III、IV 象限並以關聯性考量落點的位置。

若照片內容的物品是「自然」屬性且提供給「人」使用時，則放置於第 II 象限；若物品為「人工」屬性且提供給「人」使用時，則是放置於第 I 象限；若物品為「人工」屬性且提供給「空間」使用時，則是放置於第 III 象限；若物品為「自然」屬性且提供給「空間」使用時，則放置於第 IV 象限。學生在放置照片的過程中，會逐漸呈現關注的場域內容是聚焦在哪一個象限、哪個象限的照片是較少，這時候可預期學生能自我覺察該場域的特色，並檢視是否有遺漏探索部分。

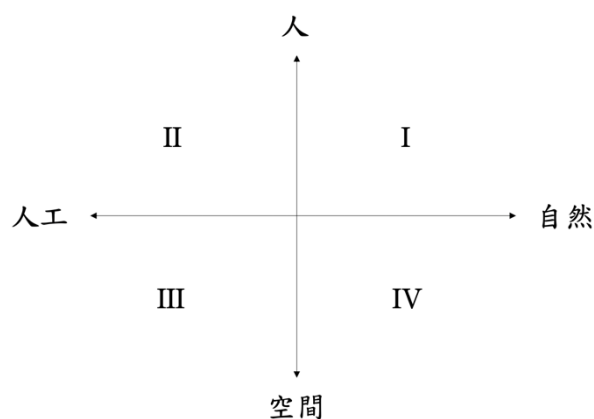


圖 4. 以感知地圖作為場域探索教學策略的分析

當完成照片放置於感知地圖後，學生可再補充文字資訊作為說明詮釋，由此過程將組內的觀察與想法，視覺化呈現全貌，進而引導學生分析場域、洞見問題、連結資訊，凝聚彙整小組的共同目標與方向，達成共識後再進入後續的設計流程。

五、教學實踐歷程

本研究以兩次迴圈的行動研究實踐教學，作為釐

清場域探索工具教學方法論、開發教學方法、工具及步驟的根據基礎，並且以教與學的觀點聚焦「照片引談法」及「感知地圖」的實施情形。實踐歷程由本研究的教學團隊教師在課程中引導學生進行操作與討論，同時紀錄課程教學行動。第一次迴圈為設計系一學期的主題式設計實作課程，修課學生為同一科系、皆為設計背景，由兩位設計系教師帶領課程，從宏觀的視野綜觀整體設計思考教學流程、教學策略的運用、引導重點、學生的參與狀況及反饋；第二次迴圈為兩天的跨領域設計思考工作坊，為校內的通識課程，修課學生為多元科系背景，師資為不同背景之四位教師跨領域合作教學，從微觀的角度觀察教學流程中的步驟、教學策略關鍵重點、教師與學生會遇到的問題及解決方式。根據兩次迴圈的教學實踐行動研究，探討教學策略的應用，發展出引導學生能從「看見」到「洞見」的課程與教學設計。

(一) 第一次教學迴圈：設計系主題式設計實作課程

1. 課程內容與教學策略實施方式

第一次教學迴圈實施於大同大學媒體設計學系大三選修課程「數位遊具設計」，授課教師共2位。該課程是以設計思考流程為教學架構，帶領具備數位媒體設計基礎的學生接觸實際的長照場域，從中找尋有潛力的主題進行遊戲化之高齡者互動創新設計。

課程進行期間為106學年第一學期課程，修課學生共計18位，3人1組，共分6組。課程為期15週，每週上課3小時，並於第6週週末追加一次情報彙整與洞見分析課程，導入「照片引談法」及「感知地圖」。每週教學重點如表3。

表 3. 第一次教學迴圈「數位遊具設計」每週課程教學重點

週次	課程階段	課程內容及教學重點
第 1 週	課程說明 認識主題	說明課程進度，讓學生了解學習目標，強調前段重點是場域調查，需要仔細觀察、拍照與文字紀錄，並邀請長照相關學者及長照機構人員來校簡介與行前提醒。
第 2-4 週	場域探索 情報收集	每組三位組員輪流至三個長照場域進行觀察探索，讓每位學生都能認識各層級的長照機構。
第 5-6 週	場域探索 情報收集	每組三位組員各分配一位固定的組員至三個場域其中之一，於同地點進行連續二週的場域探索。
*第 6 週末	情報彙整 洞見分析 照片引談法 感知地圖	情報彙整與洞見分析課程，介紹並引導各組操作「照片引談法」與「感知地圖」；透過照片引談法讓每人以拍攝的場域照片進行溝通；透過感知地圖讓小組經討論將照片依關聯性強弱放置，由此過程與視覺化呈現場域資訊彙整結果，進而分析場域現象、洞見問題，凝聚小組共同的目標與方向。
第 8 週	情報彙整 收斂主題 設計發想	彙整場域調查資料，將場域調查結果分析，收斂確認主題方向後，每組依主題發想提出三個構想案。
第 9 週	期中提案	進行期中提案發表，內容包含場域調查、「照片引談法」與「感知地圖」操作結果，收斂過程與提出三個構想案。提案內容包含：設計聲明、設計案草圖、可能應用的技術等。教師在課堂給予提案內容修正回饋。
第 10-14 週	設計定案 可行性修正 原型製作	期中提案三擇一定案後，進行可行性修正，包含操作流程、人因尺寸、回饋方式等，以及運用技術確認，開始製作概念原型。
第 15 週	期末提案	期末發表邀請場域人員及長照相關學者講評，學生以簡報及原型發表，說明完整設計流程，包括從場域調查開始，使用「照片引談法」與「感知地圖」的過程，搭配實體原型輔助說明小組的設計提案。

國內長照場域有各種類型，不同族群或地區的經營方式也會不同；為了讓同學能較寬廣、更完整認識目前國內長照環境，課程第2~4週採取輪流參訪三個場域的方式，安排長照2.0政策定義之三層級的場域，讓每位同學都能體驗現行體系中各層級的機構，接觸多元高齡者族群及觀察不同場域，避免同學執著於單一場域的現象，並在第5~7週改採定點深度觀察跨週的場域情況。經過六週場域調查後，讓學生累積不同場域的觀察經驗，期望能以更全面的角度分析，理解與發現國內長照單位所發生的真實現象、需求與問題。

本研究教學團隊於第6週週末安排「情報彙整與洞見分析」課程，運用「照片引談法」與「感知地圖」的教學策略，引導操作工具及步驟，讓各組內成員能分享、詮釋場域所見，團隊共同交流情報，將場域資訊分類、歸納與比較。藉由工具的導入，協助學生分析場域、洞見問題，凝聚小組共同的設計目標與方向。

2. 實施結果分析與發現

課程實施完成後，由授課教師於期末進行學生訪談，分析學生學習成果，以情境學習、照片引談法、感知地圖、學生提案成果四面向探討如下。

(1) 情境學習：建構目標族群與場域知識

「設計思考」為數位遊具設計課程教學的主軸，透過進入真實場域作為情境脈絡與學習平台，引導學生在場域中觀察，實地參與長照場域活動中學習與建構知識，運用同理心揭開發現人群中的潛在機會，進而解決真實場域的複雜問題。六週場域探索特地安排三種不同類型的場域，這種安排方式引導學生接觸不同族群的高齡者，以及不一樣的場域類型；場域中不僅觀察高齡者，也同時觀察相關照護人員、場域、課程、器材等；多元角度的進行場域調查，對於蒐集情報來說較為完整。

I. 認識多元高齡族群

課程參與學生均為大三學生，年齡約20~25歲，與課程設定的高齡者、長照場域，在人、事、物、環境等差異大，學生們在高齡議題上顯得較為陌生、既定印象與認知也可能與事實有所落差；課程中安排學生進入實際場域，學生表示能夠親身觀察、體會高齡場域是重要的：

可以實際去看，不是我們自己想像的。

(C1-I-G1-S1-001)

場域對於老人的一些行為模式大多都從口述而來，沒有親眼看到感受會強一點。

(C1-I-G5-S2-003)

如果只是看家裡的長輩的話，其實不太準，因為只有單一的老人的話沒辦法，想得比較完善。

(C1-I-G4-S2-003)

即使學生生活中有接觸高齡者的機會，例如家中爺爺、奶奶或鄰居等，但畢竟接觸到的高齡者人數有限，日常生活中看到的高齡者，亦可能與長照場域中的高齡者屬不同族群；例如長照場域中常見到失智症族群，但在日常生活中看到失智症的比例較低：

平常不太會接觸到長輩，就算是我們的阿公阿嬤，也比較少看到這麼多失智症患者的現象。

(C1-I-G5-S1-001)

我們後來才是有細分成可能有失智的長者，或是功能比較健全的長者。(C1-I-G4-S1-004)

II. 接觸不同場域類型產生動力與想法

不同場域調查幫助同學了解高齡者生活，學生們在場域接收資訊後，對於未知領域產生更多的探索動力與想法：

我覺得說如果真的要設計出一個適合所有場域的遊具的話其實還滿困難的。

(C1-I-G4-S1-002)

好處的話可以了解不同性質，一個是整合性的服務、一個是復健加長輩照護，可以到現場去了解不同的東西蠻好的。(C1-I-G2-S1-001)

只有待在那一區，就變成有點以偏概全，就是會覺得老人可能有什麼樣的問題，可是他們其他區的人可能覺得沒有這個問題。

(C1-I-G4-S3-002)

實際去場域上觀察目標對象他需要的改變的困難是甚麼。(C1-I-G3-S2-006)

場域中有許多為高齡者安排的設備及空間，同學們實地觀察高齡者的使用情況，如設備的操作效果、高齡者使用流程等，透過現場觀察操作過程發現更多高齡者生活中的細節：

活動的時間有些長輩會去踩腳踏機，然後那個腳踏機自己要去搬椅子他們還是會去踩。

(C1-I-G2-S2-002)

場域裡長照工作者也是現場觀察的一項重點，相較請專家到校演講，同學能夠在場域中親自看到長照

工作者的工作情況，同學可隨時提出問題詢問，不僅豐富了高齡相關知識，場域的親身經歷也加深了同學的記憶：

比較特別的是長輩跟照護人員的互動。

(C1-I-G1-S2-003)

可以觀察老人家跟照護員的互動。

(C1-I-G2-S3-001)

照服員每天都在看，他一定能夠知道比我們這幾天還要多的事情。(C1-I-G3-S3-001)

(2) 照片引談法：增進場域資訊的記錄、發掘與溝通技巧

課程運用「照片引談法」教學策略，第一週課程說明時，教師就預先鼓勵學生場域觀察時要專心、細心，由自身的角度觀看，並進行拍照或文字記錄；這些照片於調查後帶回小組內討論。全班分為六組，各組的三位學生於場域調查階段刻意安排至不同場域觀察進行，以便日後彙整時蒐集較完整的資訊。

進行「照片引談法」時，小組成員帶來各自場域調查資訊進行組內情報彙整，透過照片以視覺化方式傳遞資訊，顯示當時關注的重點，有助於回想當時場景與情況，彼此帶領其他成員了解當時各自的經歷；透過照片的輔助，個人資訊得以更完整的傳達給小組成員，充分溝通有更好的整合效果。

I. 發掘更多不顯眼的訊息

當場域探索內容難以口頭陳述，如產品、情境、人、時間等內容時，可透過照片影像的提示，了解更為細緻不易觀察到的地方，照片能夠傳達比文字與口說更為豐富易讀易懂的資訊，同學表示透過照片引談的方式，能在討論時放大照片，觀看更多的細節，輔助傳達場域當下情境與故事。

直接鎖定一個物件或者是一個主題，那接下來你就只是把它放大過來看他大概有什麼。

(C1-I-G3-S3-009)

場域資訊是多元的，有時單靠口說、文字不易清楚傳達。學生表示使用照片輔助，有助於回想當時狀況，也可從照片中讀取細節資訊，讓小組成員明瞭遇到困難時的環境為何，需要改進的地方在哪裡。

照片裡面有帶玩那個反應遊戲之類的，可以實際了解老人的家的活動是哪邊會有點障礙？哪邊還是能夠深入了解？針對那個部分可以去想一些可以改善的地方。(C1-I-G2-S3-002)

訪談中學生以律動課程的照片為例，組內討論時照片作為知識分享的工具；藉由圖片的視覺呈現，提供可被理解與分享的線索，解釋於場域看到的狀況。從同學分享的內容可以發現許多較不顯眼，或難由單一靜態畫面所呈現的訊息，例如：使用輔具的狀況、與長輩有趣的互動、高齡者主動參與遊戲等。

直接觀察使用者使用各種輔具的狀況，或是他們在玩遊戲參與一些活動的一些情形。

(C1-I-G3-S2-001)

我們跟長輩互動玩傳球的遊戲，可以跟長輩有這個互動蠻有趣的。(C1-I-G2-S2-004)

大家很主動走到他們桌子上面，等待照服員拿他們慣例會玩的遊戲，這還滿深刻的，沒想到他們會這麼的主動而不是被動的要長照工作專員帶他們玩。(C1-I-G3-S1-004)

照片輔助有助於學生回想，並再一次進行資訊整理，解說時使用照片輔助，陳述當時狀態給組員了解，影像與口說的結合讓同學理解照片無法傳達的內容。

II. 促進團隊溝通

照片對於小組溝通有正面效果，由於每位學生均大致了解三個場域的狀態，使用照片會幫助同組成員一起回想在該場域時的觀察。學生們藉由照片介紹所見所聞給組員，聆聽方亦可透過一邊觀察照片一邊聽說明，更快速與正確的理解，給予即時回饋。

即可拍最有幫助，照片可以幫助我們回想當時。

(C1-I-G2-S2-006)

拍照也蠻需要的，因為那時候把照片洗出來之後你可以組員之間可以互相分享。

(C1-I-G1-S1-008)

藉由第六週的情報彙整與洞見分析課程，使用照片引談法的教學策略，營造組員間提出照片、共同公平探討的機會。教師引導同學如何使用照片引談法，透過小組討論的方式，讓學生回顧場域觀察的內容，也提出個人對於長照場域的觀點。照片的視覺訊息，提供學生發掘不顯眼訊息的機會，小組成員透過照片能更快地理解對話內容，並給予即時回饋。團隊成員間的溝通越順暢，越能清楚彼此重視的場域資訊，使能夠更早凝聚小組共同目標與方向。

(3) 感知地圖：有助彙整分析場域資訊與洞見設計問題

第六週的情報彙整與洞見分析課程，也應用「感知地圖」教學策略，學生小組討論輸出的照片，依「人」、「空間」、「人工」、「自然」四屬性的關聯性強弱置入感知地圖中，引導小組進行場域資訊分類、歸納與比較。

I. 資訊視覺化呈現

由於修課學生接觸長照場域與高齡者的經驗較少，在場域探索中可得到許多資訊，但如何將這些資訊予以系統性地蒐集和整合，學生則認為是較困難的部分。

其實有很多可以觀察，就是像我們拍出來的東西其實滿雜的，所以就比較難聚焦在某一個點上面。(C1-I-G1-S2-002)

而感知地圖中象限具備屬性關聯性的強弱，經由討論，學生將照片依屬性關聯性的強弱放置相對位置，對於資訊歸納是有幫助

觀察完之後可以用象限圖做歸納。(C1-I-G1-S1-007)

II. 現況彙整與定義

感知地圖的視覺化呈現，讓學生透過觀察圖面上的群聚樣貌，搭配照片原本的內容，進行場域現況的問題假設。例如圖面密集區域為觀察到場域的重視之處，可能已有許多相關設計著手處理；而圖面稀疏空缺處是場域所較少具備的部分，該部分相關設計可能是較少關注。

感知地圖主要是說我們會發現說有一些東西在現實中已經做出來的設計或是改變。(C1-I-G3-S3-005)

感知地圖比較好去歸納出所有的分類，就是到後來比較好去判斷出設計的方向要往哪邊走，然後也比較好去整體歸納出就是立可拍他們的弱點是哪裡。(C1-I-G3-S2-005)

在進行場域現況的問題假設時，各組圖面顯示調查結果雷同，觀察的結論為長照場域缺乏空間與自然元素；然而這些缺乏的部分同學大多認為是設計限制，視為課程期間無法解決的項目。

我們有找到他們缺乏甚麼，可是我們沒有辦法解決，因為他們很少去戶外，因為右下角是空間和自然，可是我們要做的東西是沒有辦法解

決，所以沒有往那個方向發展。(C1-I-G1-S2-010)

我個人覺得朝自然那邊會很困難，如果朝人工那邊會比較好分類，要做哪一些方向，比較好朝那個東西去發想。(C1-I-G3-S1-008)

III. 建構問題意識

觀察感知地圖中照片的群聚分佈，結合感知地圖的象限屬性，能協助學生聚焦於場域資訊的問題核心，更清晰的建構假設推論。例如：場域中的高齡者是缺乏走動的：

他們長期待在室內，坐在椅子上缺乏走動。(C1-I-G2-S2-005)。

例如：失智症往往有黃昏症候群情況，經常傍晚在空間出口處徘徊，目前的最佳解是獨處。

黃昏症候群，可是照服那邊的處理方法是先跟她聊一聊，然後可是他沒有辦法把她勸回去的話，就是讓她自己一個人先靜一靜。(C1-I-G5-S1-003)

同學們從本身的設計專業進行思考，將場域問題予以萃取，試圖找到自身專業能夠切入的解決方向。

我覺得如果可以再增加一點趣味性的話可能會更有趣吧！所以看到他們有使用那一台可以再改良。(C1-I-G2-S2-003)

IV. 擬定團隊設計方向

各組在建立場域感知地圖後，小組討論了場域現況與分類，感知地圖的象限分類讓成員間溝通有了實際依據，對於凝聚團隊共識是有幫助的，學生表示感知地圖對於具體方向的擬定很有幫助。

象限圖最有價值最有幫助，就很具體地知道方向在哪，因為可以從觀察裡面去歸納分類，到時候再發想的時候可以決定要走哪一類。(C1-I-G1-S2-011)

從學生的回饋中，發現學生團隊在將來的設計方向的選擇，大多數設計方向與現今場域處理範圍相同，以保守小幅度修正或延伸為主。

盡可能不要去碰到第四象限或第一象限那種整個大環境的改變，因為整個大環境的改變很慢而且困難。(C1-I-G3-S3-007)

感知地圖提供了視覺化的呈現方式，有助於團隊建立共識，擬定將來進行的方向。雖然課程中六個小組設計方向選擇偏向保守的目前處理範圍，但也顯示

出感知地圖對於在團隊共識凝聚是有幫助的。

(4) 設計課程學生提案成果

為期 15 週的「數位遊具設計」課程，藉由第六週情報彙整與洞見分析的活動，學生團隊擬定設計方向，課程的後半學期開始進入雙菱形的流程的第二個菱形「解決方案」的發散思考與收斂思考，由第一個菱形收斂出的設計方向，發散出三個初步構想，於期中提案發表，並由教師給予提案修正回饋。接著於原型階段逐步收斂，各組由期中三提案中選擇一案進行可行性修正，確認可運用的技術並製作概念原型。

至期末時，學生需要完成概念原型的設計提案，並以簡報說明整學期的設計脈絡，包括經歷場域調查、照片引談法、感知地圖的設計發展歷程，如何經過場域資訊探討與分析、分類、歸納與比較，以及擬定主題、實作測試等一系列的過程，並搭配原型展演的方式發表。摘要學生於課程期間，從進入長照場域到最後完成「數位遊具設計」的設計作品提案成果，如表 4。

表 4. 課程設計提案成果

作品名稱	作品描述
妙手快算	數字認知及計算能力的卡片遊戲，減緩失智症的惡化，增進高齡者彼此互動。
憶童	雜貨店為背景，根據卡牌任務找出對應物件串在雜貨店內架上，增進照服員與長輩、長輩間的互動。
Dis Slipper	穿上附加感應器的拖鞋，看著螢幕內的遊戲任務，透過行走達到遊戲目標。
健康光球	透過按壓改變顏色的矽膠光球，讓傳接球遊戲可以有更高的互動性跟可玩性。
UU Soft	跟隨音樂節奏拍打大腿上的數位裝置，肩頸上的裝置將一起作動，達到按摩與娛樂效果。
推推工程車	藉由肢體運動搖控工程車，依序使用建材建造房子。

3. 小結

「數位遊具設計」課程將「照片引談法」與「感知地圖」兩種方法，帶入場域探索的過程，期望提升

學生探索場域與聚焦創新觀點的效果。藉由「照片引談法」的教學策略，每位學生有照片的視覺輔助，能夠將自己的想法完整傳達給組員，使得團隊的資訊能夠有效率的彙整，照片輔助下更容易說明當時的情境、對齊彼此的認知，不僅促進團隊的溝通，也可以發現更多場域細節。而「感知地圖」的教學策略，透過視覺化的群聚結果，讓團隊推知場域現況的問題假設，組員們再凝聚共識，進行將來的設計方向擬定。此外，從「感知地圖」上群聚較稀疏的位置，提供學生作為思考將來創新機會的方向。場域調查後的設計收斂過程，運用「照片引談法」與「感知地圖」的教學策略，學生得以有效的溝通及凝聚團隊共識，減少教師介入協助設計方向決策的程度，提升設計課程中小組獨立執行專案的可能性。

(二) 第二次教學迴圈：設計思考跨領域工作坊

1. 課程內容與教學策略實施方式

此設計思考跨領域工作坊課程規劃由研究團隊組織跨領域教師團隊，共同針對主題「日式建築」、「解說導覽」、「APP設計」以及校園內的歷史建築「志生紀念館」(簡稱志生館)合作課程設計及協同教學，工作坊課程是引導不同科系學生以設計思考過程，進行以志生館日式建築部分的解說導覽App設計，主要學習目標為跨領域合作及製作空間解說導覽App專案。依據不同單元由所屬專長的教師主講，工作坊教師團隊包括課程發起者媒體設計系教師一位、專長日本文化的應用外語系教師一位、場域志生紀念館管理教師一位，以及專長解說導覽教師一位，全程皆為四位教師協同教學，共同帶領小組討論及實作。

參與學員來自多元科系組成，採用自由報名的方式，主要為大同大學學生，並且開放外校大學生及社會人士。參與學員總共30位，其中學生26位、社會人士4位，年級分佈從大一到大四皆有，科系組成包括應用外語16位、工業設計6位、資訊工程2位、事業經營1位、媒體設計1位、航海1位、化學工程1位、資訊管理1位、警察專科學校1位。學員共分為六組，每組皆為跨領域組成。工作坊教學內容的單元、時間、學習重點、教學方式及表現方式，摘要如表5。

表 5. 設計思考跨領域工作坊課程表

	單元	時間	學習重點	教學方式	表現方式
第一天	破冰暖身與設計思考	1小時	課程說明、小組互動	講解、活動	自我介紹
	認識日本文化與志生館	2小時	場域探索、任務解謎	講解、體驗	觀察任務單
	解說「解說」	1小時	觀念理解、感知開啟	講解、案例	討論分享
	重回現場自由探索	1小時	探索感受、紀錄捕捉	場域探索	照片拍攝
	導覽主題設定： 照片引談法 感知地圖	2小時	照片挑選、分享交流 歸類分析、關係定位 小組討論、形成共識	小組討論	照片分享 感知地圖
	導覽主題發表	1小時	主旨呈現、交流分享	小組發表	發表及海報
	介面設計原則、流程與架構	1.5小時	概念架構、連結發想	講解	流程圖 架構圖
第二天	導覽App原型製作	3.5小時	小組共創、原型實作	小組實作	App紙模型
	App原型影片製作	1.5小時	成品製作、構想實現	小組實作	App原型影片
	作品發表與講評回饋	1.5小時	成果發表、交流回饋	小組發表 講評	發表及海報 影片 回饋單

此工作坊教學也以雙菱形的架構實施(圖5),透過實際教學探討於跨領域教學導入「照片引談法」及「感知地圖」教學策略的潛力及可能性。實施期間,本研究團隊角色為工作坊講師及課堂觀察人員,針對雙菱形流程依序從場域探索、跨域溝通、分析聚焦、設計思考創意實作等面向進行分析探討,並針對跨域溝通、分析聚焦面向探討「照片引談法」、「感知地圖」之教學方法、步驟及運用結果。

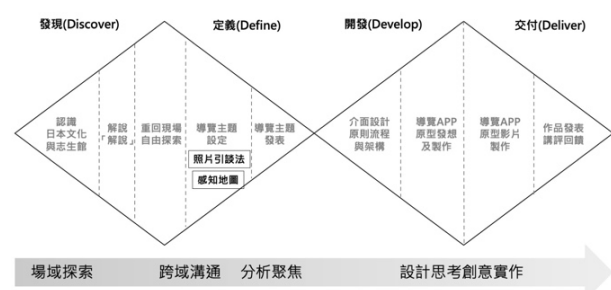


圖 5. 工作坊教學單元對照雙菱形模型

此工作坊包含不同單元階段,各單元階段的活動與目的說明如下。工作坊主要場域「志生館」為和洋折衷建築,包含歐式風格與日式風格,因此,「認識日本文化與志生館」活動是安排學生第一次的場域探索,讓學生探索過程中進行拍照,完成場域探索後,

就會側重日本建築解說,讓學生認識日本文化,並理解志生館的日式建築部分。「解說『解說』」單元是案例解說,目的是讓學生理解空間解說導覽的概念、技巧及呈現方式,讓學生理解如何組織空間解說的脈絡與特色。

「重回現場自由探索」單元則是安排學生第二次場域探索,相較於先前第一次場域探索,學生會將「解說」觀念帶入探索過程,並且補拍先前探索遺漏部分。

「導覽主題設定」單元導入「照片引談法」及「感知地圖」,目的為彙整同學個人資訊達成小組共識後,進行各組導覽主題發展,在「導覽主題發表」單元進行分享。由於製作解說導覽 App 為工作坊學習主要目標,「介面設計原則、流程與架構」單元目的則是讓學生學習 App 介面設計的知識,並在「導覽 App 原型製作」單元進行實作,考量製作時程較短,App 紙模型實作僅以紙原型呈現。最後,請各小組將導覽主題與 App 紙模型製作介紹影片,盡可能將構想完整呈現,並於最後作品發表時分享。

2. 實施結果分析與發現

(1) 情境學習：從場域探索啟動設計思考

1. 細緻、有鷹架的場域探索教學

場域探索的重點是讓學生認識志生館,建立發想解說導覽 App 的基礎知識及收集解說素材。志生館

位於大同大學校園內，建築特色融合日式與西洋風格，近年轉型為藝文展覽及活動空間。透過志生館作為情境脈絡，目的是強調真實感、連結學生的生活、並且培養觀察的敏銳度跟技巧，學生從中可以學習文化、建築、校園歷史等知識，觸發與開啟設計跟發現的機會。負責「認識日本文化與志生館」單元的授課教師，提到場域探索階段引導學生的期待：

我負責日式房屋的介紹，我的想法是希望大家能夠多注意到一些平常覺得不怎麼樣的地方的東西，因為很多東西你隨便晃一圈，晃著就過了，但是如果能夠細細看、去找為什麼，或者去了解他的原因的話，其實有更多的樂趣在裏頭，那我的部分是希望讓他們知道這些。(C2-I-T2-002)

觀察場域細節、理解建築、文化及故事的重要性在於收集導覽的素材來源。因此，授課教師以結構性的方式講解日本建築文化概念，提供探索的鷹架並安排體驗活動，引導學員透過提示在志生館內找尋7個建築細節的位置，引起學生興趣之後，再介紹更多日式建築的室內配置及文化禮儀，並搭配志生館管理教師以管理者的角色說明館內舉辦的展覽類型、導覽重點、曾舉辦的活動、出版品等，提供學員具體素材，觸發對於志生館活動參加者及展覽觀眾的同理心。

II. 有助從場域探索到引發問題意識

接續的「解說『解說』」單元，由負責解說導覽的教師解說導覽的基本概念、設定主旨與對象的重要性、提供解說媒材的案例，說明解說的三把鑰匙「揭示、連結、啟發」，引導學員以同理心的角度，開啟感覺的開關，開啟對於解說的想像及 App 設計的問題意識，發現值得作為解說主旨的方向：

這個單元想要帶領同學去看到有興趣跟觸動他們的故事之後，要怎麼再告訴別人。志生館是故事非常豐富的地點，包括本身的建築還有發生過的事情、舉辦過的活動。要怎麼把這麼複雜的素材內涵精煉有主題的解說，透過解說連結人跟環境的關係……。 (C2-I-T4-003)

「重回現場自由探索」單元學員再次回到志生館，有別於第一次探索是有任務的觀察，再次的探索則讓學員帶著問題意識自由發現，從學生的回饋中得知學生於工作坊的探索中，確實跟之前曾參觀志生館的經驗不同：

以前我們來參觀志生紀念館的時候，都不會發

現建築有那麼多細部的、需要了解的……背後的故事以及細節，真的了解後就會發現其實日式建築很有特色，而且它隱含的意思我覺得很有趣。(C2-I-G3-S1-002)

反應出學生開啟探索的興趣、洞察的敏銳度，原本陌生的建築及文化知識，經由實際去看、去經驗、去接觸，更能學習平常碰不到的知識，洞察自己發現的潛在問題，也能有開放的心態與求知的動機。

場域探索是設計思考教學第一個階段引發同理心、觀察力很重要的過程，不只是單次的走馬看花，而會在每次的探索中迭代性地進行，因此工作坊中，安排了探索的迭代，讓學員有意識地捕捉，也藉此提供互動的機會，讓學員在自然而然的情境下，與教師、與組員有跨領域的交流。

(2) 照片引談法：視覺化的跨領域溝通媒介

創新機會來自成員多元背景的互動激盪，如何透過跨領域設計思考工作坊的學習經驗，促成不同科系的學員彼此互動、溝通、合作，發想出創新的提案，成為第二次教學迴圈的關注焦點。「導覽主題設定」單元是小組溝通合作的關鍵，此階段為定義問題的收斂思考階段，也是本研究探討從「看見」到「洞見」的重要引導階段，針對設計思考教學中跨域溝通的教學，從以下二個面向探討。

I. 跨域溝通的難度與挑戰

教師們來自不同科系專業背景，教師端也是第一次以志生館為主題共同開課，課前即對引導學員溝通有所共識：

我們這次算跨領域，有很多不一樣的學系的朋友同學，也有外面來的參加的學員，學習到知識以外，我還希望他們還能學習到「如何溝通」，這畢竟是在以後，還有在平常做事的時候最重要的一件事情。(C2-I-T2-006)

困難的來源包括學生對主題的瞭解、背景的多元性、對於志生館的經驗與連結的差異，此外，如何在有限的時間中引導小組於發散性思考與收斂性思考的執行與轉換，對於平常習慣課程為單一科系學生的教師們，也是教學上的挑戰：

今天做設計的學生團隊其實對主題是第一次接觸，又是不同的背景，要如何在不同經驗跟對這個地方關係是不同深淺的狀況下一起合作，也是這次蠻大的挑戰。(C2-I-T4-002)

時間也是一個困難，畢竟他們時間真的沒有太多，那在這麼短的時間內，要怎麼去吸收，把吸收的東西轉換成一個東西，…最後還要有一個成果跟發表，時間也是一個困難點。

(C2-I-T2-003)

II. 視覺化溝通媒介的成果

「導覽主題設定」的素材來自於場域探索的個人觀察，鼓勵學員從自身的角度觀察、拍攝觀察的空間、物、人，再帶回教室與小組討論。教學過程中，由設計系教師負責此階段的實作流程，藉由照片做為小組溝通的媒介，引導學員從參觀者、探索者的角色，轉換身份為設計師、解說員的角色：

如果你是志生館的解說員，請試著規劃一條路線給你的觀眾，這個觀眾未來會到志生館，規劃時請將路線的主旨，例如解說歷史或展覽，還有目標對象是誰，寫在便利貼上，貼在 A4 紙上。A4 紙會分兩大塊，包括「主旨、對象、照片」……請各位重新思考，每人挑選四張照片規劃一個路線，……去串一個你們想要解說的故事。(C2-M-T1-001)。

每位學員在觀察中會拍攝很多照片，需要先消化收斂自己的想法，只能挑選「四張」最關鍵的輸出為實體照片。挑選的過程中是「個人」的思考時間，學員需要提取從場域觀察及教師講解中獲得的相關知識，連結自己的觀察與思考，透過影像說明自己的發現、感受、概念及想法。接著用文字寫下主旨與對象，將照片和文字結合將想法視覺化，完成「主旨發想學習單」(圖 6)。



圖 6. 已完成的主旨發想學習單

學員以照片舉例在場域中從觀察到的事物，呈現的形式相當多元，包括場域特色，如建築外觀、內部特色、歷史文物、展覽活動等，照片凝聚出的解說主旨、對象，幫助學員引發細微或不易從表面覺察的潛力，也能激勵與釋放學員的表達與陳述動機。

學員提出的解說主旨類別大部分與場域目前經營的方向有關，如基本介紹、日式建築、歷史回憶懷舊等，但更進一步發展出有別現有的目標對象及解說主題，有些學員則是跳脫既有已提供的解說服務，甚至連結自身的經驗與故事，發想出潛在的特色、需求及觀眾群。學員之間針對場域的解說導覽及目標對象的可能性，交流不同的觀點、想法，甚至刺激較深層的回憶及寬廣的想像力。

(3) 感知地圖：形成跨領域觀點彙整、分析的視覺化共識平台

運用感知地圖作為彙整場域情報、分析及形成小組共識，協助將學生的個人的觀點推進到收斂出小組的主題，視覺化呈現全部成員的想法，進行系統化的分析，定義從場域中發現的問題。小組溝通與共識凝聚方式，在研究團隊過往的教學經驗中，是非常關鍵也很不容易引導的階段，因此本研究特別關注過程中學生的參與狀況及產出結果，從以下兩面向探討：

I. 跨領域思考整合的難度與挑戰

每位成員完成主旨發想學習單、組內分享的用意在於使所有人的想法及聲音能實體、均等的呈現，不至於僅由某些意見主導或缺乏表達的機會。接下來進到小組的分析及理出脈絡，對於學生及教師而言，如何達到跨領域溝通都是困難的挑戰：

每個人對於志生館的觀點或經驗都不一樣，如何把他們的個人經驗跟觀點，整理出一個團隊可以做出來的脈絡，需要花時間去討論。那原則上應該是我們帶學員做發散跟收斂的一個過程，基本上困難的地方是在「收斂」，他們要如何收斂出一個大家都會覺得這個脈絡是很不錯的一個導引的內容。(C2-I-T1-004)

授課教師團隊請同學深入補充文字描述，作為進入感知地圖的素材，根據第一張主旨發想學習單，再用至少五張便利貼寫下志生館跟自己有相關的經驗或故事，補充與第一張的關聯性，接著引從個人的思考到團隊的思考整合：

貼出來的照片很重要，這將是大張海報紙的養分。剛剛做的都是以個人為主，但實際上做導

覽App的時候會是一個團隊剛剛是從個人去思考，但實際上你們現在是一個team，要把每個人對志生館的經驗跟故事整合在一起。
(C2-M-T1-004)

II. 「感知地圖」作為視覺化的分析與共識平台的成果

感知地圖的教學步驟包括分類歸類、歸納推導、解構連結等理解與分析的認知過程，小組討論每張照片及便利貼的屬性、分類到合適的象限，並透過關係的判斷歸類定位。

感知地圖的十字可以看到一個邏輯，就是人、物品與空間，也就是環境與這三者之間關係。請根據剛剛所貼的個人四張照片，挑選出你們覺得可以貢獻在感知地圖上的兩張照片……舉例來講，人跟人工，X軸是物品，比如說是食物，工具、建築等，……設計沒有標準答案。這是給各位的例子，請跟組員討論照片可以放在哪個象限。(C2-M-T1-006)

接著根據照片將想像化為文字寫在便利貼上，貼入十字的象限內，各組的感知地圖中就會呈現照片及文字元素，幫助描述照片的想法與重點，就能逐漸釐清脈絡，從資訊中推導能發展的設計方向。設計系教師說明步驟後，教學團隊的其他教師也會至各組觀察及協助討論，引導學員比較照片與文字於數量及內容的差異及分佈，挑選能夠連結出解說故事脈絡的元素：

接下來請各位在海報紙上面，釐清導覽的脈絡，感知地圖當中裡面已經有照片、便利貼，但是並不是每張便利貼都要用，請討論挑選兩到三個便利貼來說明。尤其是如果是特別集中在第三象限，或特別集中在二三象限，能不能挑出二到三張，來設定導覽的App主題，給各位大約十分鐘的時間。(C2-M-T1-007)

第一天課程最末單元「導覽主題發表」為主題設定的收斂，教師需提供明確具體的操作步驟及時間，讓不同領域背景的學員皆能理解，在短時間內腦力激盪，產出有意義、有潛力的解說導覽主題，並於發表時摘要報告解說導覽App的設計聲明及核心重點。

從各組感知地圖的呈現成果，可以具體看到該組對於設計方向的共識，展現小組對場域觀察的覺知重點與關注面向。從發表中的陳述也可理解各組設計發想的脈絡，包括組內想法的一致或分歧、討論過程對主題的偏好、分析呈現的象限分佈、啟動發想的基礎

及根據，解說內容預計包含的元素及與現有場域如何連結(例如空間、物件)、目標對象設定等：

我們討論、拍的照片、大家的想法都很一致，比較偏向建築，所以我們打算做建築相關的介紹導覽App，主題是「志生回溯之旅- 和洋建築」。以和洋建築的介紹為基礎，再帶回志生館。我們想出來的三個主要項目，有當時的和洋建築的時空背景、日本人的習慣、西洋文化對日本的影響，最後是和洋建築的建築巧思如何運用在志生紀念館裡面。(C2-P-G4-001)

其他組別發想的成果還包括App呈現可運用的技術(例如AR)、偵探調查遊戲或獎勵等創意的解說呈現、解謎破關形式(C2-P-G3-1)、動漫主題(C2-P-G5-1)、投稿分享的參與式App(C2-P-G2-1)。由各組對場域的理解及判斷而製作的感知地圖，協助團隊辨別機會及發揮創造力，將設計方向推進到有可能吸引參觀者的方向。

(4) 跨領域設計思考創意實作成果

工作坊第二天的課程單元，也就是與雙菱形的「開發」與「交付」階段，引導各組進行設計思考創意實作，架構出「介面設計流程」及「App流程架構圖」，實作原型及測試。學生用紙筆、圖片等材料，繪製App紙模型介面原型，將流程以手機拍攝影片，作為模擬App操作的原型影片。實作原型同時也檢驗操作流程、資訊內容正確性及排除錯誤，以及測試使用的可行性。

完成設計製作後，最後於「作品發表與講評回饋」單元發表成品，各組需完成設定主題之解說導覽App原型成品，以口頭、海報及影片發表，包括App名稱、架構圖、流程圖及操作影片，說明操作及使用情境。每組發表時間五分鐘，並邀請兩位講評老師，一位為前通識中心主任、另一位為校外相關產業執行長。根據觀課紀錄摘要各組發表重點如表6。

表 6. 工作坊設計提案成果

作品名稱	作品描述
拼湊志生-日式建築的智慧	互動遊戲 App，兼具空間跟建築工法介紹。利用互動遊戲介紹志生館空間，讓參觀者透過收集空間內的物件拼圖碎片。
風華志生	App 主要是介紹志生紀念館的特色、建築及參觀者的心得。

神秘探訪	包括遊戲說明、近期展覽及展覽回顧等，介紹建築歷史特色、顯示每個空間並可掃描提供空間介紹，遊戲內容包括體驗、顯示地圖及解謎題目。
志生回溯之旅-和洋建築	主要客群為校內學生及年輕的校外遊客。鼓勵學生到志生館參觀了解它的歷史，對一般遊客提供參觀資訊、最新消息、歷史背景與空間介紹等，並提供不同語言介紹。
從日本動漫中看見日式建築	主要對象為「家庭」，以闔家觀賞的日本動漫中所呈現的日式建築元素激起共鳴，日式建築的元素是很多動漫中都會出現過的場景。App 精簡及專注於引發共鳴，以地圖呈現導覽，可點選動漫圖像觀賞。
大同校園怪談-志生館之失蹤案	主要分為遊戲、導覽、資訊三部分。透過遊戲進行導覽，導覽以AR呈現，分為志生館歷史、室內格局、文化，資訊則提供近期展覽、聯絡方式與場地租借服務。遊戲故事設定校內老員工突然離奇失蹤，請玩家幫忙尋找藉此認識老校長的故事，完成所有關卡後，就能解開謎底及結局。

六組跨領域組成的學生團隊，皆完成解說導覽App的原型製作。雖然以志生館為主題，但隨著成員的組成背景，製作出的作品內容及設計完成度相當多元，有的組別特別擅長故事設定，有的組別對於App介面的設計及繪圖能力較為熟練，有的組別特別注重透過連結引起參觀者的共鳴，展現出成員跨領域合作成果的多元層次樣貌。

3. 小結

第二次教學迴圈聚焦跨領域教師如何帶領跨領域組成的學生進入場域探索調查後的討論及分析，工作坊的短時間、密集性，有別於一學期課程時間，需要更緊密、連貫性的課程設計。研究發現於場域探索方面，需要更細緻、有鷹架的教學方式，例如探索任務、方法概念與案例，引導學生在有覺知的探索中引發出問題意識；於跨域溝通方面，會遇到不同科系背

景、經驗及時間有限的困難與挑戰，運用「照片引談法」可作為視覺化的溝通媒介，將個人觀察化為實體圖像，有助呈現構想表達、交流組內不同觀點及想法，互相刺激更深層的連結及想像力；分析聚焦方面運用「感知地圖」，則是從個人想法到團隊共識的關鍵，可將多元的個人觀點解構再重新建構為小組想法的思考橋接，作為視覺化的分析與共識平台，協助小組在短時間內進行腦力激盪，產出有意義、有潛力的解說導覽設計主題；在此基礎上的設計思考創意實作，不同科系背景組成學員的跨領域合作，每組皆能完成解說導覽App的原型製作任務，並從成果作品看到小組實作的多元性，研究團隊也透過實際的教學及學員的回饋，更加理解引導跨領域實作的教學複雜度與學員收穫。

六、結果與討論

以設計思考為架構的教學模式，在大學教育中作為多門學科整合的學習模式，為協助第一線進行設計思考教學的教師，引導並指導學生進行場域探索後的系統性分析，本研究教學團隊將照片引談法及感知地圖導入課程教學中，探討設計思考場域探索教學方法論及工具，採用的是過程模式(歐用生，1983)的理念發展本研究的場域探索課程與教學。

課程發展是在特定情境下進行的漸進活動，過程模式強調課程目標要考慮複雜的個人的、心理的發展形式(Hirst, 1975)。本研究基於這個觀點，參考Eisner(1969)的教學目標(instructional objective)和表現目標(expressive objective)來進行課程發展。教學目標是指一般的行為目標，表現目標則是敘述一種教育的境遇(educational encounter)，設定學生工作的情境、要解決的問題及從事的任務，以表現目標敘述程序(procedure)或原則(principle)，以指引課程發展，作為即時決定及修正的基礎。因此，本研究的課程發展並非始於詳述目標，而是先詳述程序、原則和過程，然後在活動、經驗中不斷地改變和修正(歐用生，1983)。

本研究設定的教學策略目標是讓學生理解在場域探索階段如何使用照片引談法與感知地圖進行有效收整資訊及系統性分析，收斂定義出有意義的設計問題。在兩次教學迴圈中，研究團隊根據課程主題，分別設定學生的工作情境、問題及任務。

在場域探索的教學行動中，以學習者的興趣、能

力和經驗為教育起點，在真實情境中讓學習者得到第一手經驗，學習過程強調學習者自我學習而非教師教導，也不是嚴格的紀律訓練，不強加知識給學習者，以此建構知識的教育形式，實踐「過程模式」的課程發展。經歷行動研究的兩次教學，本研究研發成果為設計思考之場域探索教學的「照片引談法」及「感知地圖」教學策略及工具，其教學步驟歸納如下：

- (1) 介紹場域資訊：多數學生對於教師安排的場域通常不熟悉，介紹場域資訊是重要的第一步，幫助學生建立場域的基本概念。
- (2) 給予場域觀察的拍照任務：學生進入場域的觀察，雖然有可能會與場域中的人進行互動，包含訪談，但大多時候是用眼睛去看，往往看完後就會忘記，教師需要給予學生拍照紀錄的任務，要求學生在場域中用手機拍攝值得討論或分享的内容，而且越多越好。
- (3) 輸出值得討論的照片：進行場域探索後，學生的手機內會有許多場域照片，雖然每張照片都有其意義，但仍請學生自我批判每張照片的重要性，挑選對自己非常重要的 2 至 3 張照片進行輸出。
- (4) 分享經驗與觀點：學生藉由輸出的照片輔助進行經驗與觀點分享，以照片為小組討論的媒介，另一方面，照片是視覺呈現，所以學生可以清楚指出照片中的特徵進行討論。
- (5) 分析場域内容：採用二維十字座標的感知地圖進行場域分析，學生可以將照片依人、物、空間三者之間的關聯性進行分類，照片置入於感知地圖是依據十字座標的相對位置，因此可看出該場域中較多聚焦的象限，並且讓學生反思討論場域觀察缺少的部分。
- (6) 再次進入場域探索：由於感知地圖視覺化呈現場域觀察缺少的部分，學生可以再次進入場域，確認觀察遺漏部分加強觀察，並進行照片拍攝，於再收集資料後，強化資料分析與重新檢視收斂出的設計問題。

場域是一個複雜且動態的情境，蘊含人、物、空間之間的關聯性，不同的場域有不同内容與元素，以設計思考進行場域探索時，由於需要釐清情境現況及定義使用者需求，因此，在本研究設定感知地圖的二維十字座標中，Y 軸上、下分別為人與空間，X 軸左、右分別為人工與自然。藉由二維十字座標劃分的 I、II、III、IV 象限，學生在放置照片的過程中，會逐漸呈現關注的場域内容是聚焦在哪一個象限、哪個象限的照片是較少，這時候學生就可以自我覺察該場域的

特色，並檢視是否有遺漏探索部分。

然而，情境探索不見得是探索人、物、空間之間的關聯性，也可以探索其他不同物種(例如不同生物)、特定屬性(例如軟、硬)等關聯性，感知地圖二維十字座標 X 軸、Y 軸的命名設定，建議可依不同主題需求來進行調整，教師在操作上可以有更多的彈性來調整命名，以協助學生團隊進行理性討論，凝聚小組共識。

七、教學反思

本研究兩次教學迴圈分別為一學期的設計系主題式設計課程與兩天的設計思考跨領域工作坊，雖然兩次教學迴圈的目的、學生對象、教學内容及時間長度皆不同，然而，本研究聚焦在照片引談法與感知地圖的導入教學、學生在進行場域探索過程。

參與教學迴圈的授課教師包含設計系教師與非設計系教師，在回顧學生進行場域探索時，皆肯定課程使用照片引談法與感知地圖能順利引導學生進行場域探索後的討論。其中設計系教師認為有助於設計學生進行設計調查工作，在與小組學生討論設計想法時，學生能提清楚指出其設計脈絡來自於場域探索，而不是天馬行空的想法。非設計系教師則指出照片引談法與感知地圖能有效地協助學生討論，在跨領域教學過程中，授課教師最擔心遇到學生不願意分享自己的觀點及看法，特別是在場域探索過程中，每位學生要能提出自己的觀點，才能對團隊有所貢獻。

研究團隊將照片引談法及感知地圖帶入場域探索教學，歷經兩次的教學迴圈，整理參與本研究教學迴圈教師們的反思及回饋，並歸納教學策略優點及教學過程的調整，說明如下。

當學生進入場域進行觀察時，會拍照紀錄影像，對於拍攝者而言，所拍的每張照片都具有意義，因此，照片的挑選並輸出，是讓拍攝者挑選對於自身有意義的照片，並分享給同組參與者，建立起參與者與場域之間的連結。由於所有學生都有其場域探索的經驗，藉由照片引談法的個人詮釋，串連組內每位學生對於場域所觀察的經驗，並且彙整各組員對於場域的觀察資訊，進而取得場域內所提供的知識。由此可知，學生在進行場域探索的個人經驗，以及小組組員的經驗，可經由照片引談法建構小組共有的場域知識，此知識並不全然由授課教師建立，而是學生自行發現並經由團體的照片互相詮釋所建構而成，如同 Blenkin 與

Kelly(1981)所描述知識是經由經驗獲得，而經驗是教育過程的核心。這樣的教學成效獲得授課教師們肯定，因為學生們對場域的知識是從藉由經驗建構及分享獲得。

在兩次教學中，都可以見到照片對於學生團隊溝通的幫助，討論場域狀況時若僅靠文字描述，不見得可以進行有效的團隊溝通，但是當照片拿出來時，小組成員可以更快的理解當下發生的狀況。因此，照片可以視為連結學生之間的討論媒介，進而可協助發掘場域內正在發生與潛在的問題。感知地圖則是以二維的十字座標分析場域中人、物、空間三者的關聯性，並將照片依四個象限進行分類。兩次教學迴圈的學生表現，皆可以看到透過感知地圖進行理性討論，凝聚小組共識，透過各象限中的照片資訊多寡，讓學生自我覺察小組在場域探索的關注面向，視覺化各成員的調查範圍，從理解場域人、物、空間的相對位置，辨別潛在機會與提升創造力，協助小組定義場域中的問題並擬定設計方向。

從感知地圖的視覺化分佈，幫助學生釐清場域屬性，並能自我解析場域觀察較多與不足的面向，例如：較多的觀察在人工屬性且提供給人使用的物品，較少觀察到偏向自然環境屬性的內容。這樣的自我解析，可以讓學生於再次進入場域時調整觀察的方向，重新組織自己的場域探索，發展個人的、新的、變動的經驗。兩次教學迴圈的執行，教學研究團隊除了安排場域的情境學習，也引導學生進行照片引談法與感知地圖的操作，學生團隊皆能順利執行場域探索的資料分享、彙整、討論及分析。因此，在場域探索的教學過程，學生不僅是知識的接受者，也是主動的探究者，學生的行動是有目的，並朝向於解決真實情境提出的問題，也重組了學生對於場域的觀點。

本研究所設計的場域探索教學課程及工具，可以見到學生小組能進行有效的場域探索溝通及知識建立，然而，場域的複雜性及設計思考的開發性，教學過程仍需授課教師具備的設計思考教學經驗。本研究兩次的教學迴圈，皆於課程規劃階段依據學生背景、經驗基礎考量，執行過程也須隨時注意學生學習，調整教學過程的執行細節，例如時間安排、鷹架結構的強度、教學介入的程度、學生團隊的溝通引導、教師團隊的角色分配、是否需補充知識或技術性的指引等。課程操作時間的限制，也影響學生作品的多元性，本研究兩次教學迴圈，分別為一學期課程與兩天工作坊，在最後作品呈現，一學期課程作品相較於兩天工作坊的多元性較佳，這是未來教師進行教學時必須留意。

八、結論與建議

本研究為解決設計思考教學之設計調查階段的場域探索教學問題，將設計研究工具「照片引談法」及「感知地圖」作為教學策略導入課程中，作為連結場域的溝通媒介及視覺化分析工具，實際應用於同理心與定義問題教學，經過一學期的設計系課程與兩天設計思考跨領域工作坊的兩次教學迴圈，本研究教學研發成果為設計思考之場域探索的教學策略及工具「照片引談法」及「感知地圖」。發現照片可作為小組溝通的媒介，協助學生進行個人對於場域經驗的詮釋，串連學生團隊內每位成員於場域觀察的經驗，彙整成員的場域的觀察資訊及詮釋，進而建構小組共有的場域知識。感知地圖可協助凝聚小組成員的共識，透過四個象限中的照片資訊分析，讓學生能自我覺察小組成員在場域探索的關注面向。

藉由「照片引談法」及「感知地圖」，皆能有助學生於場域探索的資料分享、彙整、討論及分析等團隊溝通，在學習表現上，顯現學生成為學習中主動的探究者，學生為有意識、有目的的行動，於知識面向自我建構對場域的觀點，並經歷及完成一次完整的解決真實情境問題的學習經驗。本研究結果顯現設計思考教學之場域探索的教學，導入「照片引談法」及「感知地圖」可協助學生小組進行有效的場域探索溝通及知識建立。

由於情境探索不見得是探索人、物、空間之間的關聯性，也可以探索其他不同物種、特定屬性等關聯性，「感知地圖」二維十字座標X軸、Y軸的命名設定，因此，本研究建議可依不同課程需求來進行調整，教師在操作上可以有更多的彈性來調整命名，目標仍是以協助學生團隊進行理性討論，以凝聚小組共識。

未來建議方面，由於本研究是以本團隊自身開設的課程為行動研究案例，期待更多執行設計思考教學實務的教師，能嘗試運用本研究的教學策略於其他的教學現場，期望本研究經驗能帶給相關教師教學上的幫助或啟發，也期待更多的實務應用及改善建議，例如不同背景組成的學生團隊、課程主題、師資組成；研究方法的建議方面，可嘗試運用更多元的研究取徑及資料收集方式做更深入的研究，例如建立參與學生基礎線資料，更深度掌握學生學習的起點狀態，發展課程前後評估機制，發展更明確的學習成效評估指標，例如針對學生實作的多元評量方式，或是從教師觀點探討教師社群的協同教學、教師準備度等面向，

研究設計思考教學的更多面貌。

誌謝

本研究感謝大同大學基礎研究案(計畫編號：B109-V01-028)與教育部跨領域教師發展暨人才培育計畫-「子計畫3、設計思考解決方案驗證模組發展計畫」之經費贊助，也感謝提供本研究進行教學的場域單位，無私地提供空間及設備，讓課程及工作坊能順利進行。

最後，感謝參與本研究課程及跨領域工作坊的教師、同學及任何活動參與者，在活動中提供任何想法給本研究團隊，讓本研究團隊不斷地用不同的角度重新檢視教學過程。

參考文獻

- [1] 林本炫(2007)。不同質性研究方法的資料分析比較。載於周平、楊弘任(主編)，*質性研究方法的眾聲喧嘩*(頁127-150)。嘉義：南華大學教育社會學研究所。
- [2] 楊朝陽、康仕仲、陳彥甫、林喬茵、王嫻凌、林怡萱(2018)。以「設計導向學習」模式初探智齡設計課程。*中華民國科學教育學刊*，26(S)，399-418。
- [3] 歐用生(1983)。課程發展模式探討。高雄市：復文。
- [4] Avison, D. E., Lau, F., Myers, M. D., & Nielsen, P. A. (1999). Action research. *Communications of the ACM*, 42(1), 94-97.
- [5] Blenkin, G. M., & Kelly, A. V. (1981). *The primary curriculum*. London, UK: Harper & Row.
- [6] Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- [7] Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design issues*, 8(2), 5-21.
- [8] Collier, J. J. (1957). Photography in anthropology: A report on two experiments. *American Anthropologist*, 59(5), 843-859.
- [9] Collier, J. J. (1995). Photography and visual anthropology. In P. Hockings (Ed.), *Principles of Visual Anthropology* (2nd ed., pp. 235-254). New York, NY: Mouton de Gruyter.
- [10] Cross, N. (2007). *Designery ways of knowing*. London, UK: Springer.
- [11] Deal, C., & Fox, P. (2006). Living with conviction: photography, identity, and collaborative learning at Hampton-Sydney College and Piedmont Regional Jail. *Transformations*, 17(2), 44-64.
- [12] Council, D. (2007). 11 lessons: A study of the design process. Retrieved from <https://www.designcouncil.org.uk/resources/report/11-lessons-managing-design-global-brands>
- [13] Eisner, E. W. (1969). Instructional and expressive objectives: Their formulation and use in curriculum. In *Instructional Objectives (AERA Monograph Series on Curriculum Evaluation, No. 3)*. Chicago: Rand McNally.
- [14] Green, P. E., Carmone, F. J., & Smith, S. M. (1988). *Multidimensional scaling: Concepts and applications*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- [15] Green, P. E., & Wind, Y. (1973). *Multiattribute decisions in marketing: A measurement approach*. Hinsdale, IL: Dryden Press.
- [16] Harper, D. (1994). On the authority of the image: Visual methods at the crossroads. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 403-412). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [17] Hauser, J. R., & Urban, G. L. (1977). A normative methodology for modeling consumer response to innovation. *Operations Research*, 25, 579-561.
- [18] Hirst, P. H. (1975). *Knowledge and the Curriculum: A Collection of Philosophical Papers*: Routledge & K. Paul.
- [19] Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: Past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, 22, 121-146.
- [20] Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- [21] Lawson, B. (2005). *How designers think the design process demystified*. Oxford, UK: Elsevier Architectural Press.

- [22] Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- [23] Lewrick, M., Link, P., & Leifer, L. (2018). *The Design Thinking Playbook: Mindful Digital Transformation of Teams, Products, Services, Businesses and Ecosystems*: Wiley.
- [24] MacColl, I., Cooper, R., Rittenbruch, M., & Viller, S. (2005). *Watching ourselves watching: Ethical issues in ethnographic action research*. Paper presented at the The 17th Australia conference on Computer-Human Interaction: Citizens Online: Considerations for Today and the Future, Australia.
- [25] McDonagh, D., & Thomas, J. (2010). Disability + relevant design: Empathic design strategies supporting more effective new product design outcomes. *The Design Journal*, 13(2), 180-198.
- [26] McLaren, C. (2009). Analyzing qualitative data about hospitalized children: Reflections on bodily expressions. *The Qualitative Report*, 14(1), 140-154.
- [27] Pessemier, E. A. (1977). *Product management: Strategy and organization*. New York, NY: Wiley/Hamilton.
- [28] Prosser, J., & D., S. (1998). Photographs within the sociological research process. In J. Prosser (Ed.), *Image-based research: A sourcebook for qualitative researchers* (pp. 115-130). London, UK: Routledge.
- [29] Putnam, R., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15.
- [30] Richard, V. M., & Lahman, M. K. E. (2015). Photo-elicitation: reflexivity on method, analysis, and graphic portraits. *International Journal of Research & Method in Education*, 38(1), 3-22.
- [31] Samuels, J. (2004). Breaking the ethnographer's frames: Reflections on the use of photo elicitation in understanding Sri Lankan monastic culture. *American Behavioral Scientist*, 47(12), 1528-1550.
- [32] Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner*. New York: Basic Books.
- [33] Shocker, A. D., & Srinivasan, V. (1979). Multiattribute approaches for product concept evaluation and generation: A critical review. *Journal of Marketing Research*, 16, 159-180.
- [34] Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [35] Suchar, C. S. (1989). The Sociological Imagination and Documentary Still Photography: The Interrogatory Stance. In R. B. Flaes (Ed.), *Eyes Across the Water: The Amsterdam Conference on Visual Anthropology and Sociology* (pp. 51-63).
- [36] Wrigley, C., & Straker, K. (2017). Design thinking pedagogy: The educational design ladder. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(4), 374-385.

基於BERT的智能疾病查詢系統

史美華¹ 林羿緯² 謝禎罔²

¹ 福建三明學院 產品設計系

² 大同大學 資訊工程學系

摘要

本研究基於BERT模型來對使用者問句進行理解與關鍵字提取，並且在系統裡面加入了兩個機制，一個是將問句進行前處理，處理掉一些沒用的字詞和標點符號，另一個則是透過暫存的機制，將無法回答的問題記錄下來，並且直接給予答案，這樣可以在進行下次訓練之前當有人詢問跟之前無法回答的問題相似或一樣的問題時，可以回答使用者答案，研究結果使用疾管家的問句清單進行測試，2,322個問句裡面可以正確回答出1,956個問句，準確率有84.2%，並且利用官網內常見QA內利用爬蟲取出410句問句進行測試，經過暫存庫快速擴充以後410句問句裡面可以回答361句，準確率約88.0%，而疾管家只能回答其中96句問題，準確率只有23.4%，證實暫存的機制在應用上有不錯的效果。

關鍵詞：自然語言理解、深度學習、Rasa NLU、BERT、Transformer

一、緒論

隨著網路的發達，民眾可以自行在網路上查詢想了解的疾病資訊，不過網路上的資料通常多且繁雜，不容易找到想要的資訊，而打電話至1922防疫專線進行諮詢，根據衛生福利部[1]與新聞[2]的報導，自2007年10月開始免費施打流感疫苗，1922的進線總量較2006年上升了18%以上，其中轉接客服人員的諮詢量上升了50%，以及因為今年新型冠狀病毒的肆虐，原本每天100、200通的進線量，在2020年四月時平均每天需要面對1.2萬多通的電話，對接線人員造成極大的負擔，而且客服工作需要時常面對使用者的抱怨，導致離職率偏高，而智能客服就可以有效解決這個問題，不只24小時在線，只要訓練好相關的知識即可回答大部分的問題，根據英國的 Juniper Research 發布的一份報告調查顯示[3]，預估在2022年智慧客服系統可以替醫療及銀行行業節省約80億美元的成本，加上智慧客服在目前的環境背景下已經是一個趨勢，根據調查[4]千禧一代中，有40%的受訪者表示其問題如果

一個小時內得不到解決話他們就會換個渠道來尋找答案，對公司來說，這等於是間接損失客戶。

基於以上的原因，本研究希望可以提供一個方便使用者快速查詢疾病相關資訊的系統，雖然還無法完全取代人工客服，但是可以有效地回答一些常見的問題，減輕目前客服人員的壓力。

二、相關研究

(一) 智慧詢答系統

在2005年，吳友仁提出一篇論文「支援企業客服中心運作之自動問答與知識摘要技術」[5]，其研究基於擷取關鍵字配合貝氏定理，推論出目標問題與常見問題的相似性，並透過機制決定可能的候選答案。系統在成效方面，自動問答的準確率約為58.47%、知識摘要功能的召回率約54.38%，而就系統整體功能而言，平均召回率為31.80%、平均精確率為15.37%、平均可閱讀性83.28%。

而在2019年楊健鑫提出的一篇論文「基於網站爬蟲之智慧客服設計與實作」[6]，裡面使用Seq2Seq模型結合Attention Model與Bi-directional LSTM，透過5000筆自來水公司的資料用來訓練，並且透過Dialogue Tree搜尋答案，準確度有86.4%，之後透過爬蟲從台灣PPT等8個公開來源資料庫抽取1000筆資料進行驗證準確率有83.2%，不過利用此方法搜尋答案時，輸入的問句往往需要5~6秒的時間才能回覆使用者答案，而當使用者問題有許多時，長時間的等待會導致失去耐心。

(二) 自然語言處理技術

1. RNN

遞歸神經網路(Recurrent Neural Networks, RNN)是在自然語言處理的領域中最常使用到的演算法，經常用於語音識別、文本翻譯等領域，為了能夠基於上下文來理解文章的涵義，RNN的算法能夠對每個元素狀態在自身網路中循環，將結果不斷地傳遞給下一層，使訊息可以持續的存在，以作為後續判斷的依據(如圖1)。

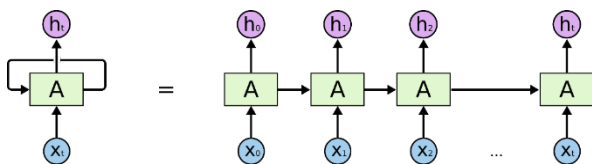


圖1. RNN展開圖[7]。

而將RNN導入語言模型(Language Model)最早可以追溯到Mikolov等人[8]在2010年發表的論文，在此研究中，作者將隱藏層作為狀態儲存單元，將當前的字詞與上一的狀態做疊加，來預測下一個單詞，利用此架構，在華爾街日報的語音識別的任務中，相較原本的RNN，RNNLM可以減少18%的文字錯誤率，而在更難的NIST RT05的任務當中，錯誤率也較原本的降低了5%。

2. LSTM

長短期記憶模型(Long Short Term Memory networks, LSTM)，是Hochreiter 等人[9]在1997年所提出，該演算法解決了大部分RNN遇到的問題並在近期受到推廣。所有的RNN都具有同一種重複模塊的形式，在標準的RNN當中，此重複模塊通常具有簡單的結構，例如單個Tanh層(如圖2)。

而LSTM也是同樣的結構，但是具有不同的重複模塊形式，不同於單一的神經網路層，LSTM通常會有四個，並且透過裡面的3個閥門(Gate)來控制哪些訊息是需要保留的，分別是Forget Gate、Input Gate與Output Gate。(如圖3)。

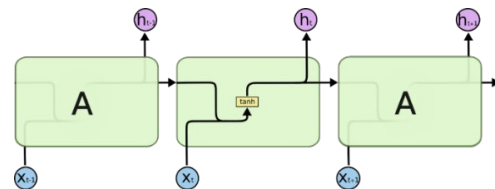


圖2. 標準RNN重複模塊[7]

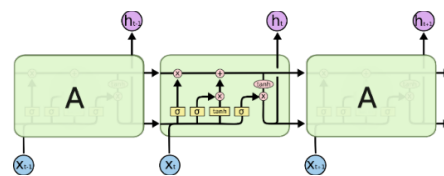


圖3. LSTM 重複模塊[7]

3. Encoder-Decoder框架

Encoder-Decoder框架是一種應用於Seq2Seq問題的模型，最早是源自Google於2014年所提出的論文(Sequence to Sequence Learning with Neural Networks)[11]，目的是要解決Seq2Seq輸入序列與輸出序列需要等長的問題，常被用於機器翻譯、語音識別與對話機器人等任務上面。Encoder-Decoder的核心概念就是利用多層的LSTM將不定長度的輸入對應成固定為度的向量，並且利用另一個LSTM將向量解碼輸出(如圖4)。

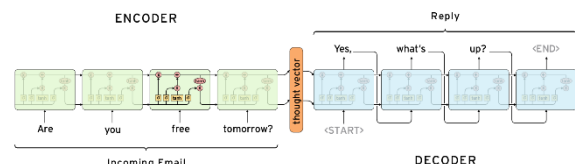


圖4. Encoder-Decoder架構[11]

4. 自注意力機制

注意力機制的核心論文分別是2014年9月提出的Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate[12]與2015年8月提出的Effective

Approaches to Attention-based Neural Machine Translation[13]，原本的Encoder-decoder會將生成的最後一個向量交給Decoder解碼取出整句的資訊，而Self-Attention的機制則是將所有的詞彙計算出來的向量都交給Decoder，讓Decoder可以決定要將注意力放在哪個詞彙上。

而該技術最大的突破則是Google於2017年6月發表的一篇論文Attention Is All You Need[14]，在Encoder-decoder雖然已經很好使用，但是它是基於RNN來實作，為了取得輸出向量，需要將所有元素跑過一遍，這會導致無法有效的平行運算，而該論文則提出了Self-attention mechanism的機制，該機制完全基於自注意力機制且避開CNN與RNN的Seq2Seq模型，至今已獲得大量的引用，該方法可以在不使用RNN的情況下，只使用Encoder-Decoder模型加上attention機制就能獲的非常好的結果，並且便於平行運算，而運用此機制的模型則是Transformer[15]，它是建立在Encoder-Decoder的架構之上，大多數具有競爭力的神經網路翻譯模型都具有Encoder-decoder的架構，像是2014年Cho等人[16]提出的論文。

5. BERT

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)是在2018年由Jacob Devlin等人提出的一種基於雙向Transformer[15]的二段式遷移模型，不同於以往的語言模型，Bert是通過在所有的訓練層當中對上下文進行聯合調節，來預先訓練來自未標記文字的深層雙向表示，因此預訓練的Bert可以只用一個額外的輸出層進行fine-tuning，無須對模型進行大量的修改，就可以套用到其他的NLP任務。

Bert雖然概念簡單，但是刷新了11個NLP任務的紀錄，像是將GLUE(General Language Understanding Evaluation) [17] 榜單上的分數提升至80.4%(較之前提升7.6%)、MultiNLI的準確率 86.7% (較之前提升5.6%)，以及將SQuAD v1.1 的問答測試得分提升至93.2分(較之前提升1.5分)，比人類高出2.0分。

三、研究方法

(一) 資料搜集

經過搜尋後，在公開平台上目前最有可信度的資料為衛生福利部疾病管制署官方網站[18]，以及LINE@疾管家[19]。在疾管署網站上依照各種傳染病

有一些基本介紹，像感染症狀、傳染方式與預防方法等等，並且也有包括一些關於民眾常見問答的整理。

而LINE@疾管家是由疾管署與宏達國際電子股份有限公司(HTC)旗下健康醫療事業部DeepQ團隊合作建置，裡面的內容相較於疾管署官網的資訊大多是已經篩選過並且過濾掉一些專業術語方便民眾閱讀，是個很適合蒐集資料的地方，蒐集到的資料有從疾管署官網的法定傳染病蒐集到96種疾病與疾病九宮格內例如發病症狀與預防方法等問答類型11種，疾管家的問答庫蒐集到2,322筆問句，將問句的疾病與類別進行排列組合，並且加入一些口語化的問句後產生94,075筆訓練數據。

(二) 系統架構

當使用者輸入問題時，先將輸入的問句進行前處理，前處理的流程首先是先利用CkipTagger[20]進行斷詞，在斷詞之後將標點符號移除，並且將停用詞移除將剩下的部分進行斷詞後轉換成羅馬拼音，最後利用轉換出來的羅馬拼音將同義詞與錯別字進行修正。之後將斷詞後的詞語羅馬拼音用於搜尋暫存庫內是否有類似的問題判斷方式是比對到關鍵字數量大於等於85%，如果有的話將回答答案，沒有的情況下會將問題送進model裡進行辨識，該方式主要目的是當系統遇到無法回答或是不滿意的回答時，可以將問題加入暫存庫並且給予適當的回答，之後類似的問句再度被詢問時，可以對暫存庫進行比對，將有記錄過的答案回答給使用者而不是後面語意分析後錯誤或不適合的答案，因為利用詞語來進行比對，所以需要比較高的相似度，並且只有移除像是語助詞(的、嗎、等)對問句沒什麼意義的字詞來進行後續的分析。

取得該問題的Intent與Entities，將辨識結果整合起來後利用Elastic Search進行搜尋，有答案時將回答答案，沒有的情況下將問題記錄至暫存庫並且將前處理的資訊保留，以供之後的流程進行搜尋(如圖5)。

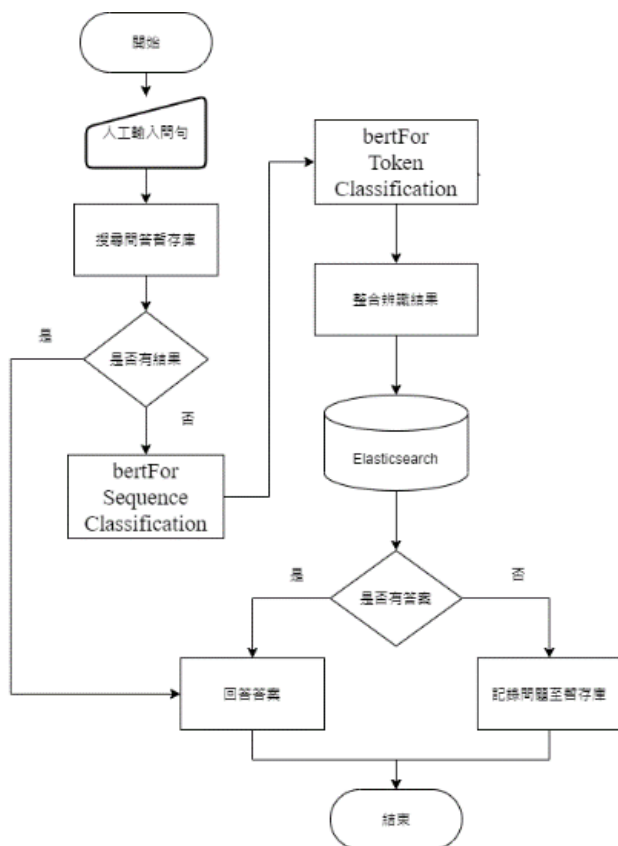


圖5. 系統架構圖

1. 訓練資料產生標記與訓練

Bert有提供多種針對NLP的Fine-tuning訓練的模型，本論文主要用的到為BertForTokenClassification (單一句子標記任務)與BertForSequenceClassification (單一句子分類任務)兩種分類任務，前者功能為抓取出句子內包含的關鍵字，而後者則是為了對問句進行分類，將問句區分為不同的類型，訓練資料之前需要先對其中的語句依照Bert格式標記3個特殊的Token，分別是 [CLS]、[SEP]以及[PAD]，[CLS]為分類任務的最後一層，會被視為整個序列的輸出，通常放置輸入序列的最前面、[SEP]是當輸入的序列大於兩句時，在兩句子中間插入此Token進行區隔、[PAD]為Zero Padding的遮罩，將長度不一的序列補齊，以方便平行運算。

Sentence:	什		○	
	麼		○	
	是		○	
	登		B-infectiousDisease	
	革		I-infectiousDisease	
	熱		E-infectiousDisease	

圖6. 關鍵詞標記範例

在進行BertForTokenClassification的資料標記時，除了將輸入的句子加入Token外，需要對每字進行標記，將關鍵詞利用BIEO(O: Non-key phrase ; B: Begin word of key phrase; I: Middle word of key phrase; E: End word of key phrase)的方式標記開始與結尾，並且將其他的字詞標記為O(如圖6)，用這樣的標記方式告訴模型「登革熱」是這個問句的關鍵字。

2. 無法回答的問題處置方式

系統使用時，使用者輸入的文字非常多元，容易出現無法回答使用者問題或是使用者不滿意答案的情況下，所以本系統建立了一個暫存庫可以記錄滿意度低或者是無法回答的問題，該暫存庫的功用在於，在下次將從使用者那邊蒐集到的數據重新訓練前，可以經由維護人員在該資料庫內對該問題先給予答案，之後經由文句比對的方式先從暫存庫回答使用者。目前文句比對有兩種方案，一是使用萊文斯坦距離 (Levenshtein Distance) [21]的演算法計算兩個字文句的相似度，該演算法是目前常見的字串相似度比對演算法，但是這個方法在使用上並不適合，因為問句的順序相反或是倒裝句之類的問句就會導致資料無法再萊文斯坦距離上取得良好的準確度。

二是當像是停用詞語助詞之類的都移除之後，將剩下的詞語都當成是需要的詞，依據設定的Query條件選擇至少需要match的比例或是數量，當斷詞後順序相反或是倒裝句可以取得相同的斷詞結果，相比於Levenshtein Distance對字元進行比對，因該該方法是透過比對相同詞語比率來進行分析，當輸入的問句所包含的詞語相對於在暫存庫內的問句有超過85%則判斷是相似的問句，該方法可以避免順序相反或是倒裝句導致的準確率降低。

3. 問題錯別字處理與同義詞轉換

當在現代多數人都電腦打字的情況下，容易出現打錯字的問句，所以在送入模組進行分析的過程中，為了能夠有效的提高實用性，需要有方法可以減少因為打錯字而無法在暫存庫搜尋到結果情況，這邊採用的方式是將問句轉換成羅馬拼音的形式，利用羅馬拼音來進行比對，可以提高問句比對的準確性，將同音錯字的詞語轉換過去，而同義詞的部分也可以運用此機制來辨別，像是A型肝炎同時也可以稱為甲肝或A肝等多種名稱，所以利用同義詞轉換可以減少大量的訓練數據，降低訓練的時間。

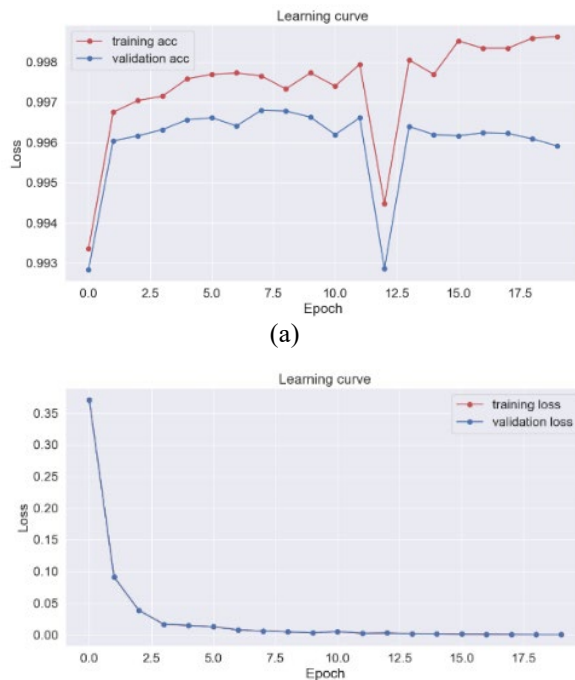


圖7. BertForSequenceClassification 訓練結果。

(a)Accuracy。(b)Loss。

四、實驗結果

在相關研究方法上，RasaNLU [22]也是最常被用來做為自然語言理解的工具，因此本研究先運用RasaNLU來進行疾病查詢的訓練，不過在中文環境下必須同時先進行斷詞。

(一) RasaNLU模型

本次實驗先使用28,106個問句進行測試，將資料隨機取出7成19,689筆問句進行訓練以及3成的驗證資料集8423，Epoch為2000訓練時準確度有99%，loss則為3，訓練時間約為23分鐘，而從驗證集的Confusion matrix發現，資料比較少的Intent準確率會大幅下降，雖然也有不錯的平均準確度。

接下來將完整資料進行訓練，訓練數據共94,075筆，一樣隨機取出7成為訓練集66,360筆資料與測試集27,715筆資料，Epoch為2000訓練時準確度有97%，loss則為4.65，訓練時間約為2小時，這邊可以發現當資料量增加到原先3倍多之後，訓練時間相對拉長許多，不適合未來繼續擴充訓練。

(二) BertForSequenceClassification模型

訓練之前需要先找出適合的fine-tuning參數，一開始先使用28,106個問句進行測試，將資料隨機取出7成的19,689筆問句的數據集以及3成的驗證集8,423，經過測試後再使用AdamW的優化器進行Fine-tuning，並且利用進行學習率預熱機制，一開始使用預設的參數lr初始設定為 $1e-3$ ，eps設定 $1e-6$ ，訓練的結果準確率能夠微幅的提升。

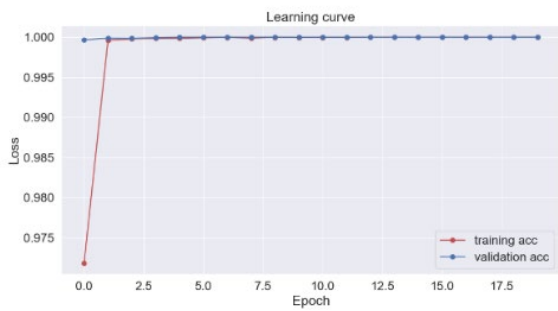
確認優化器可以些微提升準確度的情況下，使用原本訓練資料進行訓練，訓練數據共94,075筆，隨機取出7成為訓練集66,360筆資料與測試集27,715筆資料，訓練結果訓練集準確度約99.7%，驗證集準確度約99.6%，每次Epoch時間約4分30秒，總訓練時間約為90分鐘，不過得益於預訓練模型的關係，在Epoch為5的情況下模型就已經有不錯的表現，實際上需要的訓練時間約為25分鐘(如圖7)。

(三) BertForTokenClassification模型

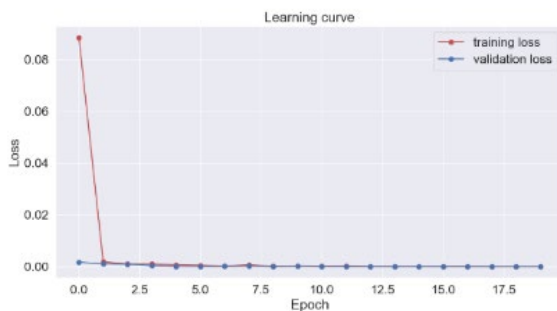
使用BertForTokenClassification模型進行關鍵字實體分析，使用的部分測試資料將資料隨機取出7成19,678筆問句進行訓練以及3成的驗證資料集8,434，一開始先嘗試在未進行fine-tuning的情況下，檢視模型的實用性，在經過一段時間訓練之後，訓練集準確度在74%，驗證集則是79%。

之後使用AdamW優化器進行調參，使用預設的參數lr初始設定為 $1e-3$ ，eps設定 $1e-6$ ，發現準確度大幅降低，並且驗證集的loss無法收斂，代表該訓練參數並不適合，之後將學習率降低，使模型能夠保留更多的預處理資訊，在參數lr設定為 $2e-5$ 與eps設定 $1e-8$ 的情況下，相比未進行Fine-tuning的模型可以提高準確率，並且loss也降得更低。

最後將得到的參數套用在完整訓練資料上，可以觀察到準確度維持在不錯的位置，而且loss也有收斂，每Epoch訓練時間約為10分鐘，總訓練時長約3小時，不過實際上Epoch為2時準確度以及loss已經收斂，實際上總訓練時長約30分鐘即可，相較於RasaNLU的2小時訓練時間，分別訓練Bert的兩個模型所需要的時間相對低很多(如圖8)。



(a)



(b)

圖8. BertForTokenClassification 訓練結果。

(a)Accuracy。(b)Loss。

(四) 本研究與疾管家的比較

與疾管家的比較分為二部分，其一是利用疾管家的問句清單來進行測試，驗證本研究的系統機制是否能夠回答疾管家問句，測試結果2,322句問句裡面有366句無法得到答案，準確度為84.2%，其二是利用官網內常見QA內利用爬蟲取出410句問句進行測試，一開始系統無法順利回答出來，在經過暫存庫快速擴充以後，410句問句裡面可以回答361句，準確率約88.0%，而疾管家只能回答其中96句問題，準確率只有23.4% (如表1)，可以知道疾管家只能針對問答問內有的資訊進行回答，而本系統則可以透過結合暫存庫與語意分析的方式來回答無法回答的問題，當累積一定數量的暫存資料後，在未來進行重新訓練。

表1. 本系統與疾管家準確率之比較

類別項目	本系統	疾管家
疾管家問句正確率	84.2%	100.0%
官網 QA 問句正確率	88.0%	23.4%

(五) 回復答案速度測試

當使用者輸入問句之後，需要知道從輸入問句至回答答案需要多少時間，本次測試總共測試5次，每次利用迴圈詢問100筆問句，用以計算需要的時間，計算結果平均每回答100句需要74.14秒，平均一句的回答時間為0.74秒 (如表2)。

表2. 答案回覆時間

次數	100句所需時間
第一次	77.4秒
第二次	73.8秒
第三次	73.4秒
第四次	73.5秒
第五次	72.6秒
平均	74.14秒

(六) 實驗畫面與問題

當問句進來之後搜尋到的資訊會透過LINE@傳送給使用者，除了回覆答案以外還會進行滿意度調查以及推薦相關問句給使用者(如圖9)。

利用暫存庫的機制回答問題時，有時候會遇到問句相似卻答案不一樣的情況，因為包含的關鍵詞相似，所以答案雖然偏差不大，不過在細部的意思上可能會有所出入(如圖10)。疾管家對於官網QA能回答的問題不多，能夠回答的問題都是比較簡單的疾病QA，而本系統在透過問句的前處理後將問句儲存至暫存庫後，可以回答出官網QA的問題，並且在稍微更改一下問句也能回答出來(如圖11)。

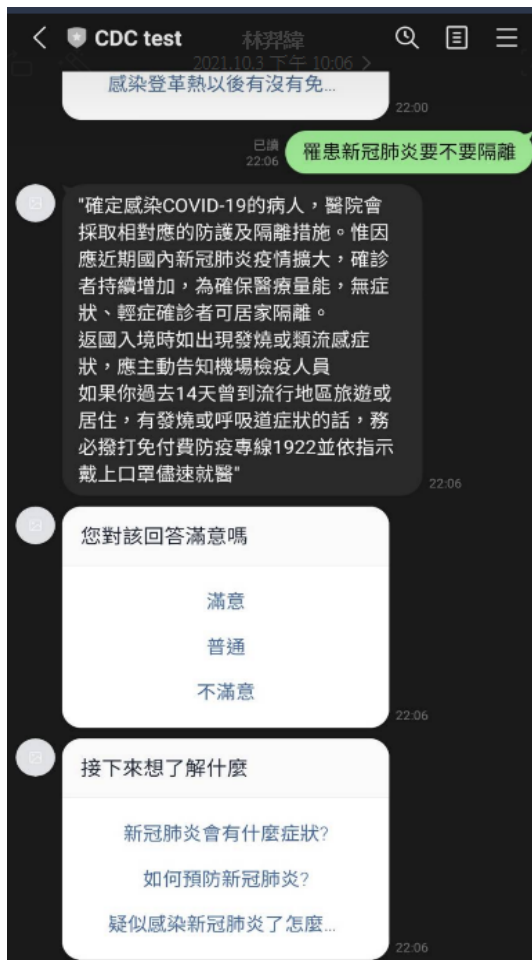
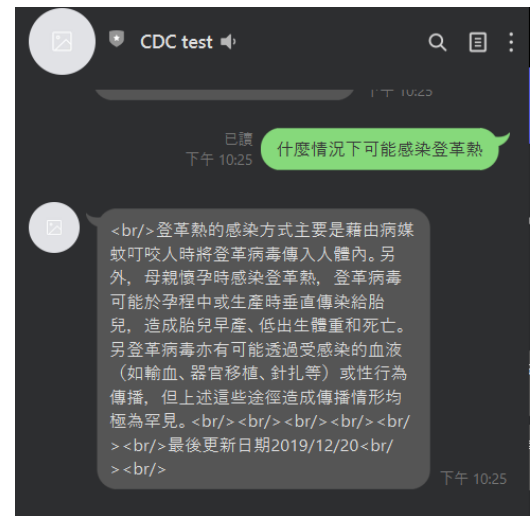
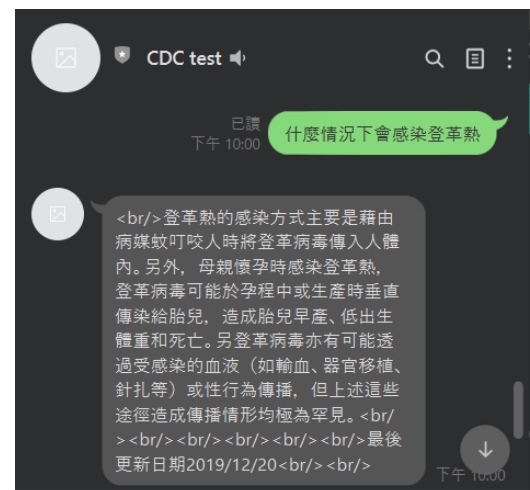


圖9. 回覆問題畫面

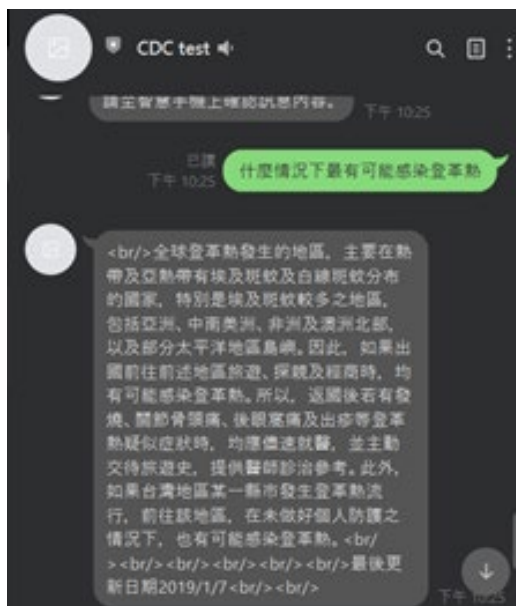


(b)

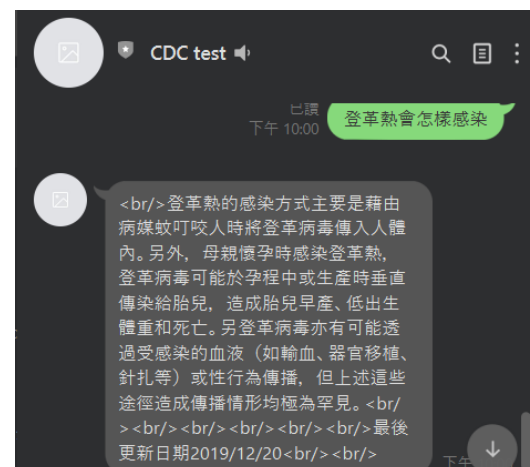
圖10. 問題相似答案不一樣狀況(a)與(b)。



(a)



(a)



(b)

圖11. 修改問題正確回覆範例(a)與(b)

五、結論與未來展望

這次實驗在運用Bert與RasaNLU來進行訓練都有不錯的準確度，不過RasaNLU要在中文環境使用的情況下並須同時引用Mitie [23] 與Jieba [24]，並且根據官方的文檔後續的更新並不推薦繼續使用這些pipeline，而使用Bert的模型可以在少量的Epoch情況下得到不錯的準確度，可以讓訓練時間縮短許多。

在訓練句子分類任務時，有無加入AdamW進行fine-tuning影響並不大，不過還是可以些微提升準確率，而在單一句子標註任務中，Fine-tuning的影響就非常大，找出適當的學習參數以後，前後的準確率提升許多。

疾管家的問句清單進行測試，2,322個問句裡面可以正確回答出1,956個問句，準確率有84.2%，而官網內常見QA利用爬蟲取出的問句410句問句進行測試，經過暫存庫快速擴充以後410句問句裡面可以回答361句，準確率約88.0%，疾管家只能回答其中96句問題，準確率只有23.4%，證明暫存機制在快速擴充問題是有一定的效果的，進行速度測試5次，每次利用迴圈詢問100筆問句，用以計算需要的時間，計算結果平均每回答100句需要74.14秒，平均一句的回答時間為0.74秒。

而目前本系統有五個需要改進的地方，其一是在資料的蒐集與調整方面，要蒐集到大量的問句需要耗時大量的時間，並且使用者通常是一般民眾比較不會了解一些專業術語，若是正式使用需要依靠暫存的機制來回答使用者問題，並且慢慢地擴充訓練資料與知識庫，也需要人力來進行標註，其二是在使用者詢問時，如果不知道如何詢問的情況下能不能引導使用者取得答案，未來應該可以透過設計編輯每種問題的關連製作出流程方式的問答機制，其三是知識庫與暫存庫的答案製作，由於各種問題的答案都需要一開始是由專業人士提供並審核，所以製作時人工操作的部分占了很大部份，如果能夠利用問句自動產生出答案後再經由專業人士進行檢查，應該可以縮減掉許多時間，其四是錯字修改的機制，目前是透過羅馬拼音避免掉一些錯別字，但是羅馬拼音在使用上也沒辦法對差異太大的字進行修正，其五是當使用者輸入的問句裡面如果有多個問題的情況下，目前系統會回答的一個問題，未來如果可以把所有的問題答案整合在一起，能使系統的功能更加完善。

誌謝

本研究感謝恒基科技之經費贊助。

參考文獻

- [1] 衛生福利部, “1922民眾疫情通報及諮詢服務專線, 陪您過2008平安年,” Feb. 4, 2008. [Online]. Available: <https://www.mohw.gov.tw/cp-16-28723-1.html>
- [2] 中央社, “1922防疫專線 300客服單日最多接逾4萬通電話,” Apr. 6, 2020. [Online]. Available: <https://tw.stock.yahoo.com/news/1922-防疫專線-300-客服單日最多接逾4萬通電話-100314070.html>.
- [3] Juniper Research, “Chatbots, a Game Changer for Banking & Healthcare, Saving \$8 Billion Annually by 2022,” [Online]. Available: <https://www.juniperresearch.com/press/chatbots-a-game-changer-for-banking-healthcare>, Accessed on: July. 1, 2021.
- [4] Felix, “提升客戶滿意度，智能客服未必是一把「萬能鑰匙」,” June. 12, 2017. [Online]. Available: <https://kknews.cc/zh-tw/tech/aogeqkn.html>
- [5] 吳友仁, “支援企業客服中心運作之自動問答與知識摘要技術,” 國立清華大學碩士論文, 2005年。
- [6] 楊建鑫, “基於網站爬蟲之智慧客服設計與實作,” 大同大學資訊工程所碩士論文, 2019年。
- [7] Github, “Understanding LSTM Networks,” Aug. 27, 2015. [Online]. Available: <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- [8] T. Mikolov, M. Karafiát, L. Burget, J. Černocký and S. Khudanpur, “Recurrent neural network based language model,” in Proceedings of the International Speech Communication Association (Interspeech), pp. 1045–1048, 2010.
- [9] S. Hochreiter, J. Schmidhuber, “Long Short-Term Memory,” Neural Computation, 9(8):1735-1780, 1997.

- [10] I. Sutskever, O. Vinyals and Q. V. Le, “Sequence to Sequence Learning with Neural Networks,” Sep. 10, 2014. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1409.3215>
- [11] G. Corrado, “Google AI Blog,” Nov. 3, 2015. [Online]. Available: <https://ai.googleblog.com/2015/11/computer-response-to-this-email.html>
- [12] D. Bahdanau, K. Cho, and Y. Bengio, “Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate,” Sep. 1, 2014. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1409.0473>
- [13] M. T. Luong, H. Pham, and C. D. Manning, “Effective Approaches to Attention-based Neural Machine Translation,” Aug. 17, 2015. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1508.04025>
- [14] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. Kaiser and I. Polosukhin, “Attention Is All You Need,” Jun. 12, 2017. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- [15] J. Devlin, M.W. Chang, K. Lee and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding,” Oct. 11, 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1810.04805>
- [16] K. Cho, B. V. Merriënboer, C. Gulcehre, D. Bahdanau, F. Bougares, H. Schwenk and Y. Bengio, “Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation,” Jun. 3, 2014. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1406.1078>
- [17] GLUE, General Language Understanding Evaluation, [Online]. Available: <https://gluebenchmark.com/>, Accessed on Dec. 4, 2022.
- [18] 衛生福利部疾病管制署, “狂犬病,” [Online]. Available: <https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/u5dFJL5s1K6uh0EcWVzJYQ>, Accessed on: July. 6, 2021.
- [19] Line@, “疾管家,” [Online]. Available: <https://page.line.me/vqv2007o>, Accessed on: July. 6, 2021.
- [20] Github, “CkipTagger,” Sep. 10, 2020. [Online]. Available: <https://github.com/ckiplab/ckiptagger>.
- [21] Wikipedia, “Levenshtein distance,” 2015, Sep. 10, 2020. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Levenshtein_distance, Accessed on: July. 6, 2021.
- [22] Rasa: Open source conversational AI -Rasa, [Online]. Available: <https://rasa.com/>, Accessed on: July. 6, 2021.
- [23] Davis E. King. “Dlib-ml: A Machine Learning Toolkit,” Journal of Machine Learning Research 10, pp. 1755-1758, 2009.
- [24] Jieba: 結巴斷詞台灣繁體特化版本, [Online]. Available: <https://github.com/APCCLab/jieba-tw>, Accessed on: Dec. 4, 2022

號誌化路口行人穿越道駕駛停讓行為影響因素及違規取締之探討

*陳昭華 陳竑志

中華大學 企業管理學系

摘要

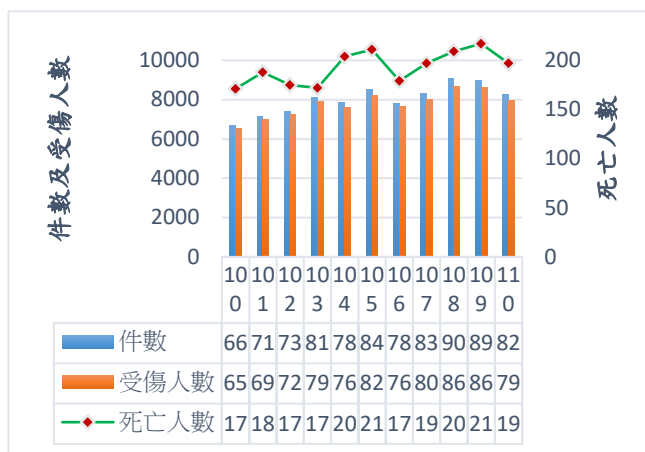
本研究旨在分析汽機車駕駛於號誌化路口行人穿越道停讓行人通行之現象並探討影響駕駛停讓行為之相關變數，以及「三公尺停讓」取締原則於實際道路執法的適切性。研究範圍選定新竹市住宅區、醫院學校區及商業區各一處號誌控制路口的行人穿越道為實驗場址，以攝影法收集汽機車駕駛停讓行為的資料，並以卡方檢定方法進行「駕駛停讓行為（以停讓／不停讓行人比例表示）」以及「駕駛停讓距離是否符合三公尺」二變項與相關影響變項間之關聯分析。

三處路口的駕駛停讓行為資料分析結果皆未達100%停讓，顯示交通法規規定的行人穿越道的行人擁有絕對路權是的未被完全遵守，代表加強駕駛的交通宣導或加強取締，在國內仍屬非常重要。綜合三處路口的駕駛停讓行為資料與其影響變項間的關係檢定結果為(1)駕駛停讓行為與車輛種類有顯著關係，顯示不同停讓行人通行的路權觀念，存在於不同車種的駕駛，而一般機車及貨車駕駛停讓比例小於汽車駕駛的結果，顯示一般機車及貨車駕駛較需要被加強教育及管理。(2)駕駛停讓行為與行人性別、行人密集程度無顯著關係，這不同於歐美文獻的研究結果。其中，與行人性別無顯著關係的可能原因為國內行人非如歐美的多膚色；另，不論行人密集程度如何，國內的機車常有穿梭行人人群通過而不停讓的險象。(3)駕駛停讓行為與行人通行狀態有顯著關係，顯示小跑步通過行人穿越道的行人，因傳遞出明確的通行訊息，使得駕駛可以做出明確的停讓決策而較會被停讓，這呼應了文獻研究的結果。(4)駕駛停讓距離是否符合三公尺，與路口行人穿越道所在區位有顯著關係，且符合的比例在住宅區與商業區路口高於醫院學校區路口，此因醫院學校區該路口有較高比例的機車。(5)住宅區與醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺，皆與行人通行狀態顯著關係，這也是因為具有通行自信的行人對駕駛停讓產生的影響所致。(6)醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺，與車輛種類有顯著相關，且一般機車停讓的符合比例明顯低於其他車種，再次說明一般機車駕駛應被加強教育及管理。(7)商業區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺，與各影響因素皆無顯著關係，表示其路口的汽機車駕駛不會受到行人性別、密集程度以及通行狀態影響其停讓時是否符合三公尺取締原則的行為。(8)三處路口的駕駛停讓行人通行不符合三公尺取締原則的比例接近30%以上，隱含著三公尺取締原則在考量被取締駕駛的權益及行人安全時，於警察實際執法的準確衡量及判斷一致性，以及三公尺是否為適當長度等面向，似仍存在進一步檢討的空間。

關鍵詞：行人穿越道、駕駛停讓行為、行人自信、三公尺取締原則

一、緒論

國內行人於路口發生交通事故的件數由100年的6,662件上升至110年的8,263件，受傷人數由100年的6,548人上升至7,935人，如圖1所示，顯見路口為行人交通事故之易肇事地點，實需交通管理單位重視以改善行人交通安全。再依據交通部統計資料，交通事故中約有六成發生於路口，其中行人死亡人數近四成也發生在路口，路口行人致死事故肇因以「車輛搶越行人穿越道」及「行人未依規定行走行人穿越道、地下道、天橋而穿越道路」為前二、三名[1]，顯示路口肇事的肇因為車輛搶快通過路口與行人違規通過路口二項。



資料來源：道安資訊查詢網[2]

圖1. 全國100-110年路口行人事故件數及死傷人數

交通管理3E之工程、教育、執法為改善交通安全的作法，執法為一短期改善手段。我國規範「駕駛停讓行人優先通行」相關交通法規計有「道路交通管理處罰條例」第7-2、44、48、86條及「道路交通安全規則」第103條。這些條文皆強調行人穿越道上的行人有「絕對路權」，行經之汽機車不能只是放慢車速，要確實做到「停讓」[3]。

有鑑於國內外的行人交通事故易發生於路口，且國內外交通管理單位皆透過執法來改善，惟行人因交通事故受傷或死亡的人數在全世界仍然年年上升[4,5,6]。近期交通部與內政部警政署於2020年9月1日共同實施為期一個月的全國路口安全大執法，加強取締汽、機車不停讓行人的行為。警政署指出不停讓行人的「取締原則」為(1)路口無人指揮時，汽車在行人

穿越道上以距離行人行進方向一個車道寬（約3公尺）以內及前懸已進入行人穿越道上為取締認定基準；(2)路口有人指揮時，不聽從指揮強行通過者，得逕予認定舉發；(3)以攔停舉發方式執行為原則，但當場不能或不宜攔截製單舉發者，得直接逕行舉發[7]。

據統計，2020年9月1日全國路口大執法取締件數總計10,559件，其中違反道路交通管理處罰條例第44條第2項「汽車駕駛人，駕駛汽車行經行人穿越道有行人穿越時，不暫停讓行人先行通過者」以及第3項「汽車駕駛人，駕駛汽車行近行人穿越道遇有攜帶白手杖或導盲犬之視覺功能障礙者時，不暫停讓視覺功能障礙者先行通過者」計354件、第48條第2項「汽車駕駛人轉彎時，除禁止行人穿越路段外，不暫停禮讓行人優先通行者」以及3項「汽車駕駛人轉彎時，除禁止行人穿越路段外，行近攜帶白手杖或導盲犬之視覺功能障礙者時，不暫停讓視覺功能障礙者先行通過者」計514件、第53條「汽車駕駛人，行經有燈光號誌管制之交岔路口闖紅燈者以及紅燈右轉行為者」計8,321件、第78條有關行人違規者計1,370件、發生路口交通事故件數為410件[3]。據此全國路口安全大執法的統計資料顯示，汽機車於路口違規及不禮讓行人的比例遠大於行人於路口的違規，此意味著加強取締汽機車於路口違規的執法，對於路口行人通行安全具有重要的意義。

基於路口為車輛及行人共同的易肇事地點與政府於上述全國路口加強執法的統計資料，以及Stoker等人[4]提出不同土地使用特性會影響行人肇事風險的論點，本研究選定新竹市住宅區、醫院學校區及商業區各一號誌管制交叉路口的行人穿越道，以攝影調查法收集汽機車駕駛停讓行人穿越道行人通行的資料，探討影響號誌路口行人穿越道之汽機車駕駛停讓行人的因素，以及汽機車於行人穿越道前三公尺停讓行人通過的取締原則於實際道路執法的適用性，以供交通管理單位於改善和提升行人交通安全之參考。

二、文獻回顧與探討

我國有關汽機車駕駛停讓行人優先通行的規定，是基於行人有優先通行路權的概念。李克聰等人[8]於108年的研究比較日本、新加坡、中國、香港的法規指出，我國與其他國家對於車輛行經行人穿越道禮讓行人之相關規定並無明顯差異；該研究也指出，台北市與高雄市的交通警察大隊對於車輛禮讓行人的取締原

則略有不合，且欠缺明確的規範，故建議政府應提出一適用於全國的統一裁罰標準，以教育汽機車駕駛如何正確地禮讓行人優先通行，且降低取締時與違規者的認知差距。美國的法律同樣地賦予行人在行人穿越道的優先通行路權，且要求車輛在任何時候皆須停讓行人，例如，在無交通號誌控制的斑馬線或行人穿越道前、在設有「停」標誌的無號誌控制交叉口前、機動車在未設置專用右轉號誌的交叉口前右轉時、機動車在未設置專用左轉號誌的交叉口前左轉時，車輛皆須停讓行人，而且是以行人不違規為前提下才有的權力[9]。歐洲大部份的國家關於車輛禮讓行人的法律規定雖略有差異，但皆要求車輛必須停讓行人穿越道上通行的行人，但同樣地也是在行人不違規的前提下才擁有此路權[10, 11]。

駕駛停讓行為(Driver Yielding Behavior)為行人與車輛交互作用(Pedestrian Vehicle Interaction, PVI)的交通行為，也是造成車撞行人肇事的主要因素之一[4]。PVI相關的研究多以無號誌控制的行人穿越道為研究範圍，有號誌控制的屬於少數，因為行人的風險相對較低。Amado等人[12]對於無號誌控制的行人穿越道的PVI研究有詳細的回顧，該研究指出PVI是動態的且與道路幾何特性、管制法規及執法、駕駛和行人的特性有關，同時駕駛停讓的意願和行人通行的自信(Assertiveness)則是影響PVI的眾多因素之一。事實上，PVI包含行人行走的行為和駕駛的停讓行為二大部份，Amado等人的研究指出文獻研究對於行人行走行為的分析主要基於行人接受可以通行的時間間距(Time Gap)的機率，而對於駕駛停讓行為的探討則多聚焦在界定哪些因素較會影響駕駛停讓行為，並提到車輛的動態、駕駛的特性、交通量、行人的特質及行人通行時同時發生的事件，都是影響駕駛停讓行人的重要因素。該研究也同時提到，對於有號誌控制下的行人穿越道的PVI，多著重在行人通行行為的微觀模擬研究。

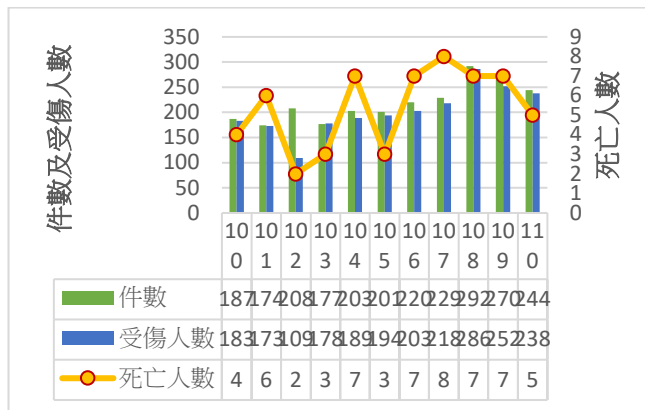
在無號誌控制的行人穿越道的駕駛停讓行為研究中，Schneider等人[13]的研究以觀察法收集20處無號誌控制路口行人穿越道駕駛停讓的資料，探討影響駕駛停讓的因素發現，當主幹道的速限或車流量較低、路口的行人穿越道長度較短、路口設有學校巴士站牌、行人為白人、行人站在街上、行人較積極表現通行的自信時，駕駛比較會停讓。Shaon等人[14]的研究也指出，行人通行時若較具有自信或積極的表現出通行自信，則駕駛人停讓的比例會提高，而且經由高強

度的違規取締執法後發現，行人只要具有中等程度的通行自信，駕駛人就會停讓。Schroeder和Roupail [15]的研究以駕駛的屬性、行人特性和停讓發生同時的情境因素，應用邏吉特(Logit)模式建立駕駛停讓的預測模式，研究發現駕駛較會停讓給表現出有通行自信的行人，但當車速較快或需較大的減速或以車隊(Platoon)通過時，車輛停讓行人的機率就會降低。Bella和Ferrante[16]針對二處路段中的行人穿越道進行車輛禮讓行人的實際攝影調查研究，二處行人穿越道具有不同的標線，一處為白色的斑馬線，另一為紅白相間的斑馬線，且皆有行人穿越的警告標誌，但皆沒有號誌控制。該研究紀錄行人抵達路緣時相對車輛駛近斑馬線時的速率及離斑馬線的距離，並以此距離和速率的比值為當行人抵達路緣時車輛駛入斑馬線所需的時間，以此代表行人和車輛的交互作用。研究結果顯示紅白相間的斑馬線有較高的行人停讓比例，且在車輛和行人交互作用具有高風險時(即車輛駛入斑馬線所需的時間為較小的情境)，停讓的情況尤其顯著。

Coughenour等人[17]以實驗法研究美國拉斯維加斯市二處位於中等所得收入區的無號誌控制的路段中行人穿越道的汽車駕駛停讓行人行為，該研究邀集白人及黑人男性各一人及白人及黑人女性各一人共四位，扮演行人各進行近30次穿越行人穿越道路的實驗並同時錄影紀錄以分析。研究結果顯示，僅有27.98%的停讓行人的比例，且停讓行人的比例隨著車價的降低而提高，另，相對於黑人男性而言，車輛比較會停讓女性白人。

三、資料調查與整理

新竹市為國內較小型的城市，但行人於路口發生交通事故的件數，類似於全國的發展趨勢，由100年的187件上升至110年的244件，受傷人數由100年的183人上升至238人，如圖2所示，顯見新竹市城市規模雖較小，但路口仍是行人容易產生交通事故的易肇事地點。



資料來源：道安資訊查詢網[2]

圖2. 新竹市100-110年路口行人事故件數及死傷人數

本研究採用攝影調查法，抽樣調查的路口分別位於新竹市的住宅區、醫院學校區及商業區，各為位於住宅區的(1)經國路一段與田美三街及民主路交叉路口（簡稱住宅區路口）、位於醫院學校區的(2)光復路二段與水源街交叉路口（簡稱醫院學校區路口）、位於商業區的 (3)中央路與民生路交叉路口（簡稱商業區路口）。於此三處路口綠影收集汽機車駕駛通過行人穿越道時停讓行人的資料。此三處調查路口的幾何配置、交通相關訊息及攝影範圍，詳如表1所示。

表1. 調查路口幾何配置及交通相關訊息

路口	區位	幾何配置及交通相關訊息
經國路一段、田美三街及民主路	住宅區	 •東西向經國路設有行人專用號誌、50 公里/小時速限標誌、左轉機車須二段式左轉。 •南北向田美三街與民主路設有行人專用號誌、無速限標誌、左轉機車不須二段式

光復路二段、水源街	醫院學校區	左轉。 •攝影範圍：黃色圓圈處。  •東西向光復路設有行人專用號誌、50 公里/小時速限標誌、左轉機車須二段式左轉。 •南北向水源街設有行人專用號誌、無速限標誌、左轉機車不須二段式左轉。 •攝影範圍：黃色圓圈處。
中央路、民生路	商業區	 •東西向中央路設有行人專用號誌、無速限標誌、左轉機車不須二段式左轉。 •南北向民生路設有行人專用號誌、無速限標誌、左轉機車不須二段式左轉。 •攝影範圍：紅色圓圈處。

由於三處路口位於不同土地使用特性區域，故攝影調查時間依所處區域人潮較多的時段分別選擇如下：住宅區經國路一段與田美三街及民主路交叉路口攝影調查時間為上午8點至9點以及下午5點至6點；醫院與學校區的光復路二段與水源街交叉路口的攝影調查時間為上午7點至8點以及下午5點至6點；中央路與民生路交叉路口因鄰近購物中心，攝影調查時間設定

為上午11點30分至12點30分以及下午5點至6點。

依據攝影調查的影像資料，整理出以下資料：(1)車輛類型：機車（非重型機車、重型機車）、小汽車、大貨車(大客車)；(2)行人類型：男性、女性；(3)行人密集程度：1位行人、1人以上的一群行人；(3)行人狀態：小跑步、行走；(4)汽機車駕駛停讓行人通行與否：停讓、無停讓，而停讓的型態，再進一步區分為符合、不符合三公尺停讓的取締原則兩類。

本研究判定汽機車駕駛停讓行人於行人穿越道通行是否符合三公尺取締原則的設定，說明如下：(1)以現場行人穿越道的三個枕木標線（含間隔）寬度為三公尺距離的標準；(2)是否停讓的三公尺判別基準線劃設如圖3-(b)、(c)之紅線所示；(3)以本研究調查的號誌化路口而言，當綠燈時，綠燈行向的右轉車輛及對向綠燈行向的左轉車輛，會與行人穿越道上通行的行人產生交互作用，如圖4之示意。若車輛在三公尺基準線外（前）停讓，即判定該樣本為停讓，在三公尺內停讓，則為無停讓；另外，若車輛不減速、搶先在行人前通過，亦判定為無停讓。



(a)



(b)

圖3. 記錄駕駛停讓與否之三公尺基準線示意圖

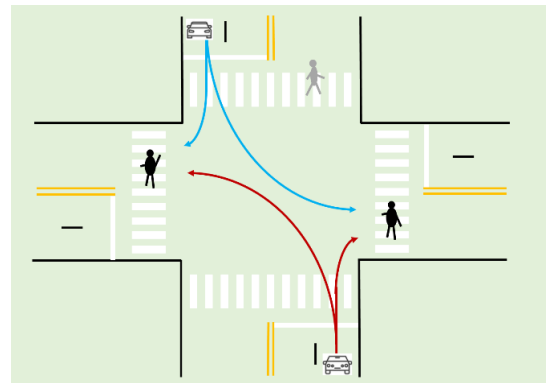


圖4. 交叉路口車輛與行人穿越道行人交互作用示意

四、資料分析與結果

三處號誌化路口的汽機車禮讓行人於行人穿越道通行的攝影調查資料，經整後的類別資料如表2、3、4所示，而以車輛種類為主的三處路口的總樣本次數分佈則呈現於表5。

表2. 住宅區路口駕駛停讓行人穿越道行人通行樣本次數資料

變項類別		停讓		無停讓	
		次數	符合 3 公尺	不符合 3 公尺	次數
機車	非重機	54	37 (69%)	17 (31%)	47
	重機	8	6 (75%)	2 (25%)	14
車	小汽車	44	34 (77%)	10 (23%)	23
	大貨車	22	17 (77%)	5 (23%)	10
合計		128	94	34	94
行人 性別	男性	73	53 (73%)	20 (27%)	58
	女性	55	41 (75%)	14 (25%)	36
合計		128	94	34	94
行人 密集 程度	1 人	102	73 (72%)	29 (28%)	85
	1 人 以上	26	21 (81%)	5 (19%)	9
	合計	128	94	34	94
行人 通行 狀態	小跑步	31	29 (94%)	2 (6%)	7
	行走	97	65 (67%)	32 (33%)	87
合計		128	94	34	94

表3. 醫院學校區路口駕駛停讓行人穿越道行人通行樣本次數資料

變項類別		停讓		無停讓	
		次數	符合 3 公尺	不符合 3 公尺	次數
機車	非重機	50	20 (40%)	30 (60%)	39
	重機	15	10 (67%)	5 (33%)	9
車	小汽車	37	25 (68%)	12 (32%)	22
	大貨車	14	10 (71%)	4 (29%)	4
合計		116	65	51	74
行人 性別	男性	69	39 (57%)	30 (43%)	47
	女性	47	26 (55%)	21 (45%)	27
合計		116	65	51	74
行人 密集 程度	1 人	83	46 (55%)	37 (45%)	54
	1 人 以上	33	19 (58%)	14 (42%)	20
合計		116	65	51	74
行人 通行 狀態	小跑步	24	18 (75%)	6 (25%)	11
	行走	92	47 (51%)	45 (49%)	63
合計		116	65	51	74

表4. 商業區路口駕駛停讓行人穿越道行人通行樣本次數資料

變項類別		停讓		無停讓	
		次數	符合 3 公尺	不符合 3 公尺	次數
機車	非重機	43	27 (63%)	16 (37%)	45
	重機	17	12 (71%)	5 (29%)	7
車	小汽車	38	27 (71%)	11 (29%)	18
	大貨車	17	11 (65%)	6 (35%)	6
合計		115	77	38	76
行人 性別	男性	62	39 (63%)	23 37%)	48
	女性	53	38 (72%)	15 (28%)	28
合計		115	77	38	76

行人 密集 程度	1 人	78	51 (65%)	27 (35%)	53
	1 人 以上	37	26 (70%)	11 (30%)	23
合計		115	77	38	76
行人 通行 狀態	小跑 步	28	20 (71%)	8 (29%)	16
	行走	87	57 (66%)	30 (34%)	60
合計		115	77	38	76

本研究的變項為類別資料，包含有「駕駛停讓行為」（以停讓／不停讓行人的比例表示）、「駕駛停讓距離是否符合三公尺」、車輛種類、行人性別、行人密集程度、行人通行狀態等變項，分析類別變項間的關係主要為卡方檢定方法[18]，以獨立性檢定方法檢定二變項的關係，多重列聯表分析(Multiple Contingency Table Analysis)，檢定三個變項的關係。

首先，由表5可知，總樣本的路口駕駛停讓與不停讓行人通行的比例分別為59.5%及40.5%，接近6：4。而三處路口個別的駕駛停讓與不停讓的比例，在住宅區路口為58%及42%，醫院學校區路口為61%及39%，商業區路口為60%及40%，也都接近6：4。再經由t檢定方法分別檢定三個路口的駕駛停讓比例是否大於不停讓行人通行比例。檢定結果顯示，三個路口的駕駛停讓行人的比例皆顯著大於無停讓的比例，其中住宅區路口 $t=0.638$ ， $p=0.273$ 、醫院學校區路口 $t=0.893$ ， $p=0.203$ 、商業區路口 $t=0.857$ ， $p=0.212$ 。

表5. 總樣本資料次數分佈

變數		停讓行為		合計
		停讓	無停讓	
車輛	非重機	147	131	278
	重機	40	30	70
	汽車	119	63	182
	大貨車	53	20	73
	合計	359	244	603

其次，基於「駕駛停讓行為」的資料來自三個不同區域路口行人穿越道且為次數資料，首先以多重列聯表分析方法檢定「駕駛停讓行為」、車輛種類、行人穿越道所在區位等三變項的關係。檢定結果如表6所示，「駕駛停讓行為」與「行人穿越道所在區位」無顯著關聯，但與車輛種類有顯著關係($\chi^2=23.04$ ， p

值=.005)，其中，車輛種類停讓比例的多寡依序為小汽車(65.4%)、重機(57.1%)、非重機(52.9%)、大貨車(43.5%)。

表6. 駕駛停讓行為×車輛種類×路口區位多重列聯表分析摘要結果

檢定內容	檢定值	自由度	p 值
車輛種類×駕駛停讓行為			
Pearson χ^2	13.04	3	.005
Tau	-.154		.000
Coefficient of Contingency*	.145		.005
行人穿越道所在區位×駕駛停讓行為			
Pearson χ^2	.542	2	.762
Tau	-0.24		.577
Coefficient of Contingency*	.030		.762

*列聯係數

由於「駕駛停讓行為」與行人穿越道所在區位無顯著關係，因此整合三處路口樣本資料進行「駕駛停讓行為」與行人性別、行人密集程度、行人通行狀態等三變項的關係檢定，結果整理如表7所示。顯示「駕駛停讓行為」與行人性別以及行人密集程度無顯著關係，但與行人通行狀態則有顯著關係。當在不同的行人通行狀態下，駕駛停讓行人通行的比例大小依序為行人小跑步通過時為70.9%、行人走路通過時為56.8%，顯示行人以小跑步通過行人穿越道的狀態下，汽機車相對而言比較會停讓行人通行。

表7. 整合三處路口樣本之「駕駛停讓行為」與行人性別、行人密集程度、行人通行狀態之關聯性檢定結果

檢定內容	χ^2	自由度	p 值
行人性別×駕駛停讓行人行為	2.080	1	.149
行人密集程度×駕駛停讓行人行為	2.312	1	.128
行人通行狀態×駕駛停讓行人行為	.837	1	.005

同理，以獨立性檢定進行「駕駛停讓距離是否符合三公尺」、路口行人穿越道所在區位二變項的關係檢定，結果為顯著有關($\chi^2=8.294$, p 值=.016)，顯示不同土地使用特性區域內的路口，其汽機車駕駛停讓距離是否符合三公尺的比例，會有不同。因此，將三處路口的資料分開進行「駕駛停讓行人是否符合三公尺取締標」與車輛種類、行人性別、行人密集程度、行人通行狀態間之關係檢定。

依據三處路口分別統計的資料已呈現於表2，其中，住宅區路口的汽機車駕駛停讓距離符合三公尺的比例為73%，不符合三公尺的比例為27%， t 檢定結果為符合三公尺的比例顯著大於不符合的比例($t=1.872$, $p=0.067$)；醫院學校區路口的汽機車駕駛停讓距離符合三公尺的比例為56%，不符合三公尺的比例為44%， t 檢定結果為符合三公尺的比例顯著大於不符合的比例($t=0.494$, $p=0.321$)；商業區路口的汽機車駕駛停讓距離符合三公尺的比例為67%，不符合三公尺的比例為33%， t 檢定結果為符合三公尺的比例顯著大於不符合的比例($t=0.895$, $p=0.058$)。

三處路口樣本各自檢定「駕駛停讓距離是否符合三公尺」與車輛種類、行人性別、行人密集程度、行人通行狀態等樣本變項之關係，檢定結果整理如表8所示。三個路口的檢定結果不盡相同，在商業區的路口，駕駛停讓距離是否符合三公尺，皆不受車輛種類、行人性別、行人密集程度、行人通行狀態的影響；在住宅區的路口，駕駛停讓距離是否符合三公尺，不受車輛種類、行人性別、行人密集程度的影響，但受行人通行狀態的顯著影響；在醫院學校區的路口，駕駛停讓距離是否符合三公尺，不受行人性別、行人密集程度的影響，但受車輛種類、行人通行狀態的顯著影響。

依據上述各顯著影響關係檢視表2知，於住宅區路口，當行人小跑步通過行人穿越道時，駕駛停讓距離符合三公尺的比例為94%，大於行人行走通過時的67%；於醫院學校區的路口，當行人小跑步通過行人穿越道時，駕駛停讓距離符合三公尺的比例為75%，大於行走通過行人穿越道時的51%，且在醫院學校區的路口，不同車輛種類駕駛停讓距離符合三公尺的比例依序為大貨車71%、小汽車68%、重機67%、非重機40%，顯示非重型機車（即一般機車）駕駛停讓行人通行超過一半以上的比例皆不符合三公尺取締原則。

表8. 不同路口「駕駛停讓距離是否符合三公尺」與樣本變數之關係檢定結果摘要

路口區位	檢定內容	χ^2	自由度	p 值
住宅區	車輛種類×駕駛停讓距離是否符合三公尺	1.177	3	.758
	行人性別×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.061	1	.805
	行人密集程度×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.899	1	.343
	行人通行狀態×駕駛停讓距離是否符合三公尺	8.482	1	.004
醫院學校區	車輛種類×駕駛停讓距離是否符合三公尺	9.251	3	.026
	行人性別×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.016	1	.898
	行人密集程度×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.044	1	.833
	行人通行狀態×駕駛停讓距離是否符合三公尺	4.418	1	.036
商業區	車輛種類×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.766	3	.858
	行人性別×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.999	1	.318
	行人密集程度×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.271	1	.603
	行人通行狀態×駕駛停讓距離是否符合三公尺	.335	1	.563

五、綜合討論

綜合駕駛停讓行為及駕駛停讓距離是否符合三公尺之資料分析結果，分別進行與文獻研究結果比較及管理意涵的討論如下。

(一) 駕駛停讓行為分析結果討論與管理意涵

駕駛停讓行為的統計結果在三處路口以及三處路口總計樣本的駕駛停讓與不停讓的比例皆接近6：4，並未達到100%停讓。由於國內法規規定行人穿越道上的行人是擁有絕對的路權[3]，如此的結果顯示政府仍

需加強交通宣導，或者加強取締，以匡正汽機車駕駛在通過路口行人穿越道時的停讓行為，確實做到100%停讓以提升行人的安全。

文獻研究[12, 13, 14, 15, 16, 17, 19]提到影響駕駛停讓行為的因素很多，但這些研究的對象多為設有管制標誌但無號誌控制的路段上的行人穿越道。本研究以號誌化路口的行人穿越道為研究範圍，此與文獻研究顯有不同，但獲致與文獻研究類似的結果：駕駛停讓行為與車輛種類、行人通行狀態(小跑步或行走)有關，與行人性別、行人密集程度無關。

駕駛停讓行為與車輛種類有顯著關係的研究結果，與文獻研究[15]相近，但該研究提及的車輛種類是以汽車為主並包含了大眾運輸車輛，而本研究則多了機車但不包含大眾運輸車輛。該文獻也提及，公車比小汽車容易停讓行人穿越道的行人。另外，文獻研究[12, 15, 19]提及車輛的動態(Vehicle Dynamics)是影響駕駛進行停讓決策的重要因素，而機車與四輪以上的車輛的動態顯然不同，因此可推定是造成本研究此顯著關係的重要因素。再者，有關本研究車輛種類停讓比例的多寡，依序為小汽車(65.4%)、重機(57.1%)、非重機(52.9%)、大貨車(43.5%)，顯示國內相關單位的交通管理，應針對一般機車及貨車駕駛，加強停讓行人的交通安全教育宣導或於考照時的訓練內容中特別強調。

駕駛停讓行為與行人通行狀態有顯著關係的結果，與文獻[12, 13, 14, 15]指出「有通行自信」的行人較會被車輛停讓的結果相同，這是因為在駕駛停讓行人穿越道行人通行的交互作用中，有通行自信的行人會對駕駛發出明確的通行訊息，可降低駕駛於進行停讓決策時的猶豫空間，以做出適當的停讓決策。所以，交通安全教育與宣導上應增加或落實這種通行自信的教育，以提升行人於行人穿越道的通行安全。

駕駛停讓行為與行人性別無關的結果，與文獻[13, 16, 17, 19]研究結果不同。造成此差異的原因仍需進一步研究以釐清，但已知的是歐美有不同膚色的行人而國內則無，另外歷史文化的差異也可能是原因，但仍需進一步研究以探究。

駕駛停讓行為與行人密集程度無顯著關係的結果，與文獻[15]研究結果不同，這顯示國內的汽機車駕駛的停讓決策標準與歐美的汽車駕駛存在著差異，而導致此差異的因素仍需進一步蒐集資料以探討和分析。然而，可以確定的是，本研究的樣本含有高比例的機車，在錄影資料中，常可見一般機車以慢速穿梭行人群通過而不停讓的情況。這再次印證相關交通管

理單位，必須針對一般機車駕駛提高禮讓行人的教育，其作法之一為可於考照中加強禮讓行人的教育，其二為要求違規機車駕駛必須接受特別的禮讓行人的教育訓練。

(二) 駕駛停讓距離是否符合三公尺取締原則 分析結果討論與管理意涵

執法是屬於交通管理常用的3E方法之一，而駕駛停讓行人要符合三公尺的距離，是國內警政署在交通安全執法時的取締原則。本研究駕駛停讓距離是否符合三公尺和路口行人穿越道所在區位的檢定結果為顯著有關，表示在住宅區、醫院學校區以及商業區路等不同土地使用特性區域內的路口的汽機車駕駛，其停讓行人時符合三公尺取締原則的比例存在著差異。經檢視表2知，駕駛停讓距離符合三公尺的比例，在住宅區與商業區路口為七成左右(各為73%及67%)，醫院學校區路口則為56%，另外，醫院學校區路口駕駛停讓樣本中，機車的比例最高(56%)，且非重型機車駕駛停讓不符合三公尺的比例為60%，大於符合的比例40%，明顯地不同於住宅區與商業區路口駕駛停讓樣本的趨勢。由此可推論，醫院學校區路口因為一般機車的比例較其他二處路口的高，且由表2知一般機車駕駛停讓行人不符合三公尺的比例，在三處路口都是有最高的比例，呈現出較高比例的不符合三公尺的樣本。這也顯示一般機車在停讓行人的行為上，顯得較不尊重行人的路權。另由檢視錄影調查資料顯示，一般機車的停讓行為常出現非到無法閃避行人時才停讓的險象，而這在交通管理的意義上也顯示，相關交通管理單位應加強一般機車駕駛的交通安全教育，甚至可增加於機車考照時的要求條件或建立立法提高罰則。

住宅區和醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺的因素，皆與行人通行狀態顯著有關，此二結果同樣可歸結如同四之(一)提及的具有通行自信行人的影響。醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺與車輛種類顯著有關，顯示不同的車種有不同的符合與不符合三公尺取締原則的比例。依表2可知，各車種符合三公尺取締原則的比例依序為大貨車、小汽車、重機、非重機，而非重機40%的符合比例顯然低於其他車種，顯示前段關於一般機車駕駛停讓行為的討論亦適用於此。商業區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺與各影響因素無顯著關係，這表示商業區路口的汽機車駕駛不會受到行人性別、密集程度以及

通行狀態，影響其停讓時是否符合三公尺取締原則的行為。但此結果是否適用於全國，仍須進一步蒐集其他規模城市的號誌化路口停讓資料以確認。

本研究三處路口的駕駛停讓行人通行不符合三公尺停讓標準的比例在住宅區路口為27%、醫院學校區路口為44%、商業區路口為33%。這近三成的不符合比例，雖然停讓了行人，但以警政署的三公尺停讓取締原則而言，仍然會被取締。如此，引起了二個值得討論問題：(1)本研究是以錄影資料並自設判定標準以進行判斷是否符合三公尺的停讓，但實際執法務時，警察是以自己的判斷為準，如此對於違規當事人的權益是否會產生傷害？(2)停讓取締原則的三公尺，在實際執法過程中是如何衡量的？如何維持其精準度、執法一致性？三公尺是否太短或太長？這都存在著進一步探究的空間。

六、結論與建議

本研究蒐集及分析新竹市不同土地使用特性的三處號誌化路口車輛於行人穿越道停讓行人通行之交互作用現象，並探討影響此種停讓行為的相關變數，以及「三公尺停讓」取締原則於實際道路實施的適切性，獲致結論與建議如后。

(一) 結論

(1)三處路口的駕駛停讓比例皆未達100%，顯示相關交通管理單位仍需加強交通宣導，或者加強取締，以匡正汽機車駕駛在通過路口行人穿越道時的停讓行為，確實遵守行人在行人穿越道上擁有絕對路權的法規規定，以提升行人的安全。(2)駕駛停讓行為與車輛種類有顯著關係，顯示不同車種駕駛人對於停讓行人通行確實存在不同的路權觀念，且由於非重機和大貨車駕駛的停讓比例較小汽車與重機為低，顯示相關交通管理單位應針對一般機車及貨車駕駛，加強停讓行人的教育以及不停讓行為的取締。(3)駕駛停讓行為與行人性別、行人密集程度無顯著關係，此與國外文獻研究結果不同。其中，與行人性別無顯著關係的可能原因為國內行人非如歐美的多膚色；另，不論行人密集程度如何，國內的機車常有穿梭行人人群通過而不停讓的險象。(4)駕駛停讓行為與行人通行狀態有顯著關係，顯示以小跑步通行於行人穿越道的行人比行走的行人較會被汽機車駕駛停讓，呼應文獻研究結果指出的具有通行自信的行人，會傳遞明確的通行訊息給

駕駛，使得駕駛可以做出明確的停讓決策而沒有模糊的空間。(5)駕駛停讓距離是否符合三公尺與路口行人穿越道所在區位有顯著關係，且符合的比例在住宅區與商業區路口為七成左右，醫院學校區路口為五成多。此乃因醫院學校區路口的駕駛停讓樣本有較多的機車比例，且資料顯示，三處路口的一般機車駕駛停讓行人不符合三公尺的比例都是最高的。(6)住宅區和醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺的因素皆與行人通行狀態有顯著關係，此結果也是因為具有通行自信的行人對駕駛停讓的影響所致。(7)醫院學校區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺與車輛種類有關，且各車種符合三公尺取締原則的比例依序為大貨車、小汽車、重機、非重機，而非重機40%的符合比例顯然低於其他車種，再次顯示相關交通管理單位應針對一般機車駕駛，加強停讓行人的教育以及不停讓行為的取締。(8)商業區路口的駕駛停讓距離是否符合三公尺與各影響因素無顯著關係，表示商業區路口的汽機車駕駛不會受到行人性別及密集程度以及通行狀態，影響其停讓時是否符合三公尺取締原則的行為。(9)三處路口的駕駛停讓行人不符合三公尺取締原則的比例為30至40%以上，隱含著三公尺停讓的取締原則在考量被取締的當事人（或駕駛）的權益及行人安全時，在警察如何精確衡量、判斷及維持一致性，以及三公尺是否為適當的長度等，仍存有進一步檢討的空間。

(二) 建議

由於時間、人力和成本的限制，本研究僅以新竹市三處性質不同的路口為調查對象，後續可再收集更多不同規模縣市及區位特性的路口資料以驗證本研究的結果，並進一步探索造成駕駛停讓行人通行是否符合三公尺取締原則於商業區與行人通行狀態、車輛種類、行人性別、行人密集程度皆無顯著關係的原因，以及實務上三公尺停讓取締原則的問題。

參考文獻

- [1] 內政部，”9/1起路口安全大執法5大重點強力取締”，交通安全入口網，109年，檢自 <https://168.motc.gov.tw/theme/news/post/2008311922467>。擷取日期：110年2月18日。
- [2] 道安資訊查詢網，<https://roadsafety.tw/AccOrder?Order=Age&type=%E8%A1%8C%E4%BA%BA>，2022年。
- [3] 孫晉英，”路口安全相關問題之研析”，立法院資訊網，2020年。檢自：<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=200228>。擷取日期：110年2月22日。
- [4] P. Stoker, A. Garfinkel-Castro, M. Khayesi, W. Odero, M. N. Mwangi, M. Peden, and R. Ewing, ”Pedestrian Safety and the Built Environment: A Review of the Risk Factors,” *Journal of Planning Literature*, vol. 30, no. 4, pp. 377-392, 2015.
- [5] World Health Organization, *Pedestrian Safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Geneva, Switzerland: WHO Press, World Health Organization, 2013.
- [6] World Health Organization, *Global Status Report on Road Safety 2018*, Geneva, Switzerland: WHO Press, World Health Organization, 2018.
- [7] 交通部道安委員會，”行人路口事故平均每日24件9/1起加強全國「路口安全大執法」”，*道路交通安全督導委員會*，2020。檢自 <https://reurl.cc/3NeKb0>。擷取日期：110年2月19日。
- [8] 李克聰、李俊勇、黃珮瑄，”臺灣地區行人安全問題分析與因應對策”，*108年道路交通安全與執法研討會*，桃園：中央警察大學，339-352頁，2019年。
- [9] A. Zakareuski, *U.S. Rules of the Road*, 2020. Retrieved Feb. 24, 2021, from <https://driving-tests.org/beginner-drivers/rules-of-the-road/>.
- [10] Katie, ”European Crossing Laws,” *Where The Sidewalk Starts*. <http://www.wherethesidewalkstarts.com/2011/05/european-crossing-laws.html>.
- [11] Commercial Motor, *How the rules of road differ across Europe*, January 23, 2008. Retrieved July 21, 2022, from <https://www.commercialmotor.com/news/how-the-rules-of-road-differ-across-europe>
- [12] Harley Amado, Sara Ferreira, José Pedro Tavares, Paulo Ribeiro and Elisabete Freitas, ”Pedestrian–Vehicle Interaction at Unsignalized Crosswalks: A

- Systematic Review,” *Sustainability*, vol. 12, no. 2805, pp. 1-23, 2020.
- [13] R. J. Schneider, A. Sanatizadeh, M. Shaon, Z. He, and X. Qin, “Exploratory analysis of driver yielding at low-speed, uncontrolled crosswalks in Milwaukee, Wisconsin,” *Transportation Research Record*, vol. 2672, no. 35, pp. 21–32, 2018.
- [14] M. R. R. Shaon, R. J. Schneider, X. Qin, A. Sanatizadeh, Z. He, A. Sanatizadeh, M. D. Flanagan, K. Santiago, and A. Bill. “Exploration of Pedestrian Assertiveness and Its Association with Driver Yielding Behavior at Uncontrolled Crosswalks,” *Transportation Research Record*, vol. 2672, no. 35, pp. 69-78, 2018.
- [15] B. J. Schroeder and N. M. Roupail, “Event-Based Modeling of Driver Yielding Behavior at Unsignalized Crosswalks,” *Transportation Engineering*, vol. 137, no. 7, pp. 455–465, 2011.
- [16] F. Bella and C. Ferrante, “Drivers’ Yielding Behavior in Different Pedestrian Crossing Configurations: A Field Survey,” *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2021, pp. 1-10, 2021.
- [17] C. Coughenour, J. Abelar, J. Pharr, L. Chien, A. Singh, “Estimated car cost as a predictor of driver yielding behaviors for pedestrians,” *Journal of Transport & Health*, vol. 16, pp. 1-6, 2020.
- [18] 邱皓政，*量化研究與統計分析—SPSS與R資料分析範例解析*，台北：五南圖書出版公司，2019年。
- [19] B. J. Schroeder, *A Behavior-Based Methodology for Evaluating Pedestrian-Vehicle Interaction at Crosswalks*, dissertation, North Carolina State University, U.S.A., 2008.

企業市場、社會責任與綠色導向對永續績效之影響性分析

*陳世良 呂宜緻 何玉霞

亞洲大學 經營管理學系

摘要

近年來企業受到極端氣候與新冠疫情 (Covid-19) 的影響下，全球企業特別重視綠色導向及減少碳排放問題，企業如何永續發展已變成為各國企業首要的議題。傳統的商業模式是追求廠商利潤極大化，透過銷售產品或服務，追求股東最大利益。然而當今社會需考慮永續發展的方法，改變其商業模式來因應市場需求以獲得其競爭優勢。金管會於 2021 為落實企業永續責任，提出「公司治理 3.0-永續發展藍圖」，要求上市櫃公司在 ESG (Environment, Society and Governance) 的資訊揭露與品質，並且每年須發布永續報告書 (Sustainability Report)。因此企業 ESG 投入不只可使公司有好的永續表現，更可使公司獲得社會大眾的認可與青睞，同時使企業在激烈的環境中獲得最終競爭優勢。永續導向 (Sustainability Orientation) 是企業重要的策略導向，本研究探討企業永續導向三構面：市場導向、社會責任導向與綠色導向對企業永續績效的影響。本研究藉由問卷調查蒐集 225 名企業之管理階級主管，運用階層迴歸分析方法，研究實證結果發現，企業市場導向、社會責任導向與綠色導向皆顯著影響企業之社會、經濟及環境等績效。最後研究提出相關建議作為企業永續發展與經營之參考。

關鍵詞：永續績效、永續導向、市場導向、社會責任導向、綠色導向

一、緒論

著名永續學者 Elkington (1997) 提出企業永續三重底線 (Triple Bottom Line, TBL) 經營原則，指出企業除追求利潤之經營績效目標外，也要兼顧環境績效與社會責任績效。近年來全球企業在 Covid-19 疫情與極端氣候變遷影響下，企業反思如何兼顧經濟利潤、社會責任與環境責任使得企業均衡現在與未來世代的福祉，以達到永續發展。金融監督管理委員會 (2021) 為落實企業永續責任，提出「公司治理 3.0-永續發展藍圖」，要求上市櫃公司在 ESG (Environment, Society and Governance) 的資訊揭露與品質，並且每年須發布永續報告書 (Sustainability Report)。Flammer (2013)，指出企業社會責任不僅可增加財務績效，同時亦能提高員工滿意度，使企業更能滿足顧客需求。Azmi et al.

(2020) 指出 ESG 活動會影響企業的績效，尤其在 ESG 三構面中，環境績效最顯著。Fatemi et al. (2018) 指出公司 ESG 績效可增強公司的股價，ESG 活動資訊揭露更增強 ESG 與股價之間的關連性。因此企業 ESG 投入不只可使公司有好的永續表現，更可使公司獲得社會大眾的認可與青睞，同時使企業在激烈的環境中獲得最終競爭優勢。

企業策略導向 (Strategic Orientation)，如學習導向、創業導向與市場導向等概念，近年來引起管理學、行銷學和創業學學者的廣泛關注 (Cano et al., 2004; Grinstein, 2008; Kirca et al., 2005; Shoham et al., 2005)。因為企業策略導向被視為指導和影響組織活動，其旨在確保企業生存能力和績效的行為原則。Gatignon and Xuereb (1997) 指出管理者的策略導向，

反映經營者如何透過一套根深蒂固的組織價值觀與經營信念，以開展企業的經營哲學，這些價值觀和信念引導並實現公司卓越的績效。Hakala (2011) 指出過去策略導向研究，不論是學習導向或創業導向皆會刺激組織學習並激勵公司不斷尋找新方法來辨認、分析與滿足顧客需求，從而使公司能更多新產品創新。

Roxas and Coetzer (2012) 定義永續導向 (sustainability orientation) 為公司對環境與社會的關注融入在其策略與營運的活動中。本文參考過去永續文獻中，萃取出永續導向之三大構面，分別為市場導向、社會責任導向與綠色導向。本研究目的是要了解企業永續導向：市場導向 (Market Orientation)，社會責任導向 (Social Responsibility Orientation) 及綠色導向 (Green Orientation) 等對企業永續績效之影響關係。

傳統商業模式是在市場機制下，追求廠商利潤極大化，企業於自由競爭市場追求生存，透過販賣產品或服務，追求股東最大的財務利益。然而在當今社會除研發新產品與改變生產流程及研發新技術外，仍需考慮永續發展的方法，改變其商業模式來因應市場需求以獲得其競爭優勢。Narver and Slater (1990) 研究指出企業為達永續績效，除企業必須具有企業市場導向、重視市場機制及符合客戶需求，產品導向符合永續之目的。企業不應僅著眼於成本及短期利益而應整合各項企業活動並著重於提供客戶卓越的產品及服務價值，因此本研究提出第一個研究問題：

提問一：企業市場導向是否對永續績效有所影響？

歐洲聯盟 (European Union, 2013) 對企業社會責任導向的定義為企業對社會應當負起責任的觀念，持續秉持為社會大眾服務的行為表現，使組織內成員、員工家庭成員及凝聚民眾社區能力，以維護地球環境品質為目的，提升社區民眾之生活品質水準，及促進社區發展達到經濟發展之目的。Porter and Karmar (2002) 提出企業應該將社會責任納入自訂的策略規劃，並且指出明確的企業社會責任策略除可提升企業正向的形象外，還可以降低企業成本，進而取得競爭優勢而獲利。

近年來，企業組織思考營運過程中，對其所處社會及四周環境具有責任，即為企業社會責任導向 (Corporate social responsibility Orientation, CSRO)，企業於賺取利潤後開始關注社會公益及民眾之社會需求，回饋社會其目的為解決社會問題、創造公益價值。鑑此，企業執行社會責任已成為必要因素之一，對內

部員工教育訓練、對外社區環境之保護除維持經營利益之外，需考量保護環境為地球永續盡力以達企業競爭優勢。然而，企業社會活動是否可以增加企業品牌認知。企業在追求企業應有資本利得之外，是否也應考慮企業應盡的社會責任呢，因此本研究提出第二個研究問題：

提問二：企業社會責任導向是否對永續績效有所影響？

Hart (1995) 提出自然資源基礎觀點 (natural-resource-based view)，認為新的資源與能力最重要的驅動來源之一，就是組織必須面臨自然環境的缺乏與挑戰，其擴展資源基礎理論觀點，提出三個相互關連的組合策略，分別為環境污染防治、產品管理與永續發展，並透過環境污染防治降低汙染成本；產品管理取得領先市場地位；企業永續發展取得未來競爭地位優勢。

在現今競爭激烈的市場中，利害相關者都非常關注，如何透過環境綠化方可展現永續發展的潛力 (Alona and Vidovic, 2015；Dangelico and Pontrandolfo, 2013；Yadave et al., 2017)。因此本研究提出第三個研究問題：

提問三：企業綠色導向是否對永續績效有所影響？

二、理論背景與假設

(一) 策略導向(Strategic Orientation)與企業永續導向(Sustainability Orientation)

Gatignon and Xuereb (1997) 認為管理者的策略導向 (Strategic Orientation) 反映經營者如何透過一套根深蒂固的組織價值觀與經營信念，以開展企業的經營哲學，這些價值觀與信念指導著公司實現卓越績效的努力。Hakala (2011) 也指出策略導向是「指導和影響企業活動並旨在產生確保企業的生存能力和績效的行為的原則」，這些價值觀和信念定義如何使用資源、超越個人能力，並將資源和能力成為具有凝聚力的整體。該能力是無形且具交互作用、難以交易、難被模仿或仿製，因而能成為競爭優勢的來源。

永續導向 (Sustainability Orientation) 也是企業重要的策略導向。Claudy et al. (2016) 指出高永續導向公司會促進組織學習，引導其成員更有效將經濟、社會和環境需求整合到新產品開發中，從而提高創新

績效。Adams et al. (2016) 也指出具有高永續導向的公司，其新產品開發之員工能夠提高新產品屬性、新產品設計及製造流程的效率。Calic and Mosakowski (2016) 與 Varadarajan (2017) 認為永續導向包括根深蒂固的價值觀與信念，這些價值觀與信念塑造公司永續活動的行為規範。Claudy et al. (2016) 與 Fraj-Andrés et al. (2009) 分別指出永續導向可作為產品創新的重要驅動力，此新觀點可有效地獲取資源，從而實現卓越的創新績效。本文參考過去永續管理文獻與 Elkington (1997) 萃取出企業永續導向三大構面，分別是行銷導向、社會責任導向與綠色導向。

(二) 永續績效(Sustainability Performance)

根據 Elkington (1997) 提出的 TBL 永續三底線，認為公司追求績效時須注意 (1) 經濟績效、(2) 社會責任績效與 (3) 環境績效。永續發展願景為展現全體人類決心，提升每個人生活品質並維護宜居的地球環境。永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs) 認為人類福祉、社會需求、環境皆與經濟活動有連動之關聯性。於社會面，其風險來源於就業技能不足、貧富差距，其原因來自家庭背景或弱勢族群缺乏基本學歷或經濟成長分配不均，社會面之目標以全民充分就業及有穩定的所得；於經濟面，其風險來源於原物料短缺、水質、土壤等因素及環境退化造成經濟及社會衝突，經濟面可能原因為資源缺乏、物料價格高漲或政治因素，再生能源不足或水土保持不佳，經濟面之目標以包容永續的經濟成長、永續農業經濟；於環境面，其風險來自經濟活動所造成的污染、廢棄物的排放或者缺乏都市規劃或者氣候變遷，環境面之目標為維護宜居的生活環境，舒適及安全永續地球。

循環台灣基金會 (2018) 邁向台灣 2030 永續發展專刊指出，循環經濟不僅重視「永續消費與生產」，也必需落實其他面向的永續發展目標，其關鍵策略如環境議題、經濟活動及社會需求等面向。永續績效已成為企業永續管理的重要目標，Zhan et al. (2021) 探討供應鏈主管在遴選供應商及對供應商的評估，永續績效 (社會績效、經濟績效、環境績效) 是重要決策的依據。

1. 社會績效(Social performance, SP)

根據研究文獻發現企業承擔社會責任能為企業帶來長期利益，如增強企業品牌商譽、人力資源方面能吸引優秀人才及企業具有優越的社會績效與競爭

優勢 (Formbrun and Shanley, 1990)。組織在實踐永續發展的結果可帶來減少環境污染因子的經濟影響、降低能源消耗的經濟成本與環境效益成本 (Melville, 2010)。因此在社會績效層面上，組織應重視員工健康，提供一個健康的工作環境與減少工安事故發生 (Andersen, 2007)。黃義俊與高明瑞 (2003) 指出，企業要在未來最主要的策略方向掌握自然環境、經濟因素，企業注重環境因素，如此將會獲得有別於其他企業的市場競爭優勢。提供更好的工作條件、平等的人權、公平的報酬及文化多樣性都是影響社會層面的因素之一 (Rajak and Vinodh, 2015)，因此，企業重視員工福祉，公平性的報酬將影響企業之社會層面績效。

2. 經濟績效(Economic Performance, EP)

Liu et al. (2014) 與 Meyskens et al. (2010) 研究指出企業注重研發新產品或以顧客服務為導向時，需於競爭對手提出產品及服務品質時，先捕捉新想法或市場競爭機會。因此，企業市場導向已經實現了更好的經濟績效。Kropp, Lindsay and Shoham (2006) 研究指出經濟績效是指組織從其活動中獲取經濟價值及各方面的績效；而社會績效是指企業組織在為其利害相關人創造社會價值或實現社會使命，而達成目標產生的績效 (Coombes et al., 2011)。Wang (2019) 研究將永續績效視為衡量企業將環境、社會和經濟繁榮融入其企業策略之過程，以長期目標永續發展。

3. 環境績效(Environmental Performance, ENP)

企業於環保績效方面可加入綠色創新之實務，產品於研發設計考量原料之回收、使用友善環境之材料，對環境及資源之效率，如綠色產品設計之創新、技術創新，注重環境污染防治；現今消費者從傳統觀念趨向環境議題，因此企業應更重視環境之友善，為企業社會責任及環境行為負責；除此之外企業加重環境保護政策不但為企業降低經營成本，企業產品更能符合消費者需求，因而增加企業市場佔有率，並為企業形象提升，增加企業環境效益。Yusuf et al. (2020) 與 Sarkis et al. (2011) 研究發現環境績效為降低地球自然資源消耗，保護地球人類生存所需的稀少資源，減少產品的碳足跡及降低對環境無益之物質之產生。

(三) 企業市場導向(Market Orientation)與永續績效之關聯

本節依據相關文獻研究為基礎，進行文獻整理及假說之建立。市場導向是近十幾年來行銷領域的一大熱門討論議題 (Sanzo et al., 2003)，對於企業來說是相當有價值的，因為它使組織專注在持續蒐集目標消費者的需求與競爭者的能力，並運用所蒐集的資訊創造優越的顧客價值 (Slater & Narver, 1995)。策略領域觀點則認為，市場導向視為一種決策的觀點 (Shapiro, 1988)，而製造商所採取的行動就是其策略的具體展現 (Chen, 1996)。企業市場導向涉及行銷概念的實施 (Deng and Dart, 1994)。有助於公司對預測、應對和利用環境變化的能力，從而實現卓越的績效。

目前有關市場導向的文獻，多位學者有不同的解釋。現今主流市場導向概念可分為兩大觀點，分別由 Kohli and Jaworski (1990) 所提出以「企業活動」為焦點的市場導向，以及 Narver and Slater (1990) 所提出以「企業文化」為焦點的市場導向。

知識經濟時代變化，企業研發新產品時面臨環境不確定性，必須考慮市場需求。因此，企業勢必重視市場、顧客導向，而企業市場導向不但能維持組織的競爭優勢更可以改善員工態度及為企業帶來長期效益 (Day, 1994)。企業如有效運用企業市場導向機制，將有助於提高企業經營績效及市場競爭優勢。Dobni and Luffman (2003) 指出市場導向與組織績效能夠兼具經濟、社會和公司治理的績效。

Porter and Kramer (2006) 指出如果企業要分析其社會前景，必需使核心業務選擇的相同構架及承擔社會責任，然而企業社會責任導向不只是企業成本、規範或慈善行為，它還可以造就企業機會，探討企業價值再造，如何導入企業社會責任於組織策略營運方針，為經營者與社會大眾進行企業社會責任。傳統組織的競爭力 (例如成本、品質、供應鏈靈活性) 已不再足夠，須面臨更嚴格的环境保護議題及遵循法令規範，社會對環境問題的意識以及消費者對環保產品意識日益增長，企業必須在其營策略中將競爭重點與環境和社會標準保持一致，方能於市場中獲得競爭優勢 (Chen et al., 2015; Vanalle et al., 2017)。

因此，具市場導向的企業將為組織帶來諸多永續績效(社會、經濟及環境績效)，根據上述文獻，本研究提出以下假設：

- H1：企業市場導向正向顯著影響永續績效。
H1a：企業市場導向正向顯著影響永續績效中之社會

績效。

H1b：企業市場導向正向顯著影響永續績效中之經濟績效。

H1c：企業市場導向正向顯著影響永續績效中之環境績效。

(四) 企業社會責任導向(Corporate Social Responsibility Orientation)與永續績效之關聯

Lee (2017) 研究發現，以企業社會責任為導向的實踐和溝通的描述一直受到重視，認識到這一概念的多面性和多維性，企業社會責任導向被視為特定環境的組織行動和政策，並考量到利害相關者的期望及經濟、社會和環境績效等三重底線 (Aguinis, 2011)。Polychronidou et al. (2014) 與 Tran (2014) 研究指出銀行客戶越來越關注銀行社會、環境之治理問題，這表示客戶愈關心企業社會責任之政策表現。Kerlin

(2010) 建議，社會經濟背景將是調節組織績效之間關係的重要變項。Kim and Moon (2017) 研究指出企業社會責任導向為中心的企業，若企業社會責任付出的時間愈長，則其社會和財務方面都表現較好；企業的社會責任使命與意圖會正向影響社會績效

(Lortie et al., 2017)。企業組織傾向於專注社會價值的貢獻，隨後產生更高的社會績效 (Battilana et al., 2015)。企業永續於考量環境與社會面向，並提升企業競爭力，重點於企業利害關係人關切的議題，以表達企業之責任與正當性。Wang et al. (2022) 以社會交換理論驗證出公司的社會永續導向會對公司績效產生正面效果。Hart (1995) 研究表示企業重視事前之環境預防更可獲得更高的環境績效。企業社會責任被認為是關乎組織的長期成功。在說明盈利能力、社會責任和環境保護是企業社會責任的關鍵要素時，它整合了 TBL 概念 (Pan et al., 2020)，因此，具企業社會責任導向的企業將為組織帶來諸多永續績效 (社會、經濟及環境績效)，根據上述文獻，我們提出以下假設：

- H2：企業社會責任導向正向顯著影響永續績效。
H2a：企業社會責任導向正向顯著影響永續績效中之社會績效。
H2b：企業社會責任導向正向顯著影響永續績效中之經濟績效。
H2c：企業社會責任導向正向顯著影響永續績效中之環境績效。

(五) 企業綠色導向(Green Orientation)與永續績效之關聯

綠色供應鏈應該從社會和企業的視角，導入全新的綠色設計概念，直至最終回收再利用，持續發展並做到雙向溝通的境界（黃聯海、陳政徽、劉文雄，2006）。

實施綠色供應鏈（Green Supply Chain Management, GSCM）做法的企業將減少廢氣排放、減少廢水、減少固體廢棄物、減少有害及有毒物質的消耗、減少環境事故發生率，提高公司的環境改善。作為組織實踐和流程的結果，可以在組織和環境層面評估改善自然環境、減少污染的經濟影響以及降低能源的經濟和環境成本的可能性（Melville, 2010）。企業的投資報酬率、銷售成長、提高市場占有率和稅後淨利潤的績效。Chen（2008）認為，落實環境管理策略的企業，不僅能避免法規的懲罰，還能提升企業的綠色形象。Sarkis（2003）指出綠色供應鏈管理不僅重視環境績效，企業執行綠色供應鏈管理可以降低成本、促進原物料回收再利用、降低廢棄物及有害物質的產生。

Melville（2010）的組織實踐和流程使得可以在組織和環境層面評估改善自然環境、減少污染的經濟影響以及降低能源的經濟和環境成本的可能性；陳恒毅與劉振宏（2013）以 ISO 14001 環境管理規範作為綠色供應鏈管理的指標。Shashi et al.（2019）指出，儘管對綠色實踐的投資具有直接成本，但從長遠而言，例如透過更清潔、更高效的生產、改進的材料處理和廢物管理來降低成本，這些途徑將帶來可觀的報酬。Yu and Huo（2019）提出環境導向對供應商的綠色管理與財務績效產生顯著正向的效果。

企業關鍵能力是來自企業預警性的市場導向機制及企業市場導向之回應性，兩者皆能夠有效地在跨部門間資訊傳遞時產生資訊與資訊的使用率，使得企業能夠建立競爭優勢，突顯產品差異化進而提升績效，同一商品在市面上必定有許多的競爭者，除非產品是創新性。

Slater and Narver（2000）研究指出以市場導向的企業，該企業更能瞭解客戶當前和未來需求及能為顧客優於競爭對手的產品及解決方案的能力。市場驅動型企業最顯著的特點是企業能掌握市場的資訊及與客戶鏈接能力。

在綠色產品設計的研究中 Zhang（1999）等人提出 6R（Reuse, Recycle, Reduction, Redesign,

Re-process, Re-concept）的概念，其重點是研究綠色導向是否可以帶來卓越的績效。本研究參考綠色供應鏈管理的文獻，主張綠色市場導向會影響公司的內部綠色實踐和綠色供應鏈管理，從而導致卓越的環境和財務績效。因此，根據上述文獻，我們提出以下假設：

H3：企業綠色導向正向顯著影響永續績效。

H3a：企業綠色導向正向顯著影響永續績效中之社會績效。

H3b：企業綠色導向正向顯著影響永續績效中之經濟績效。

H3c：企業綠色導向正向顯著影響永續績效中之環境績效。

三、研究方法

(一) 研究架構

本研究透過市場導向、社會責任導向與綠色導向三個構面探討對永續績效影響之實證分析，主要架構是以市場導向、社會責任導向及綠色導向為自變項；永續績效為依變項。研究架構如圖 1 所示。

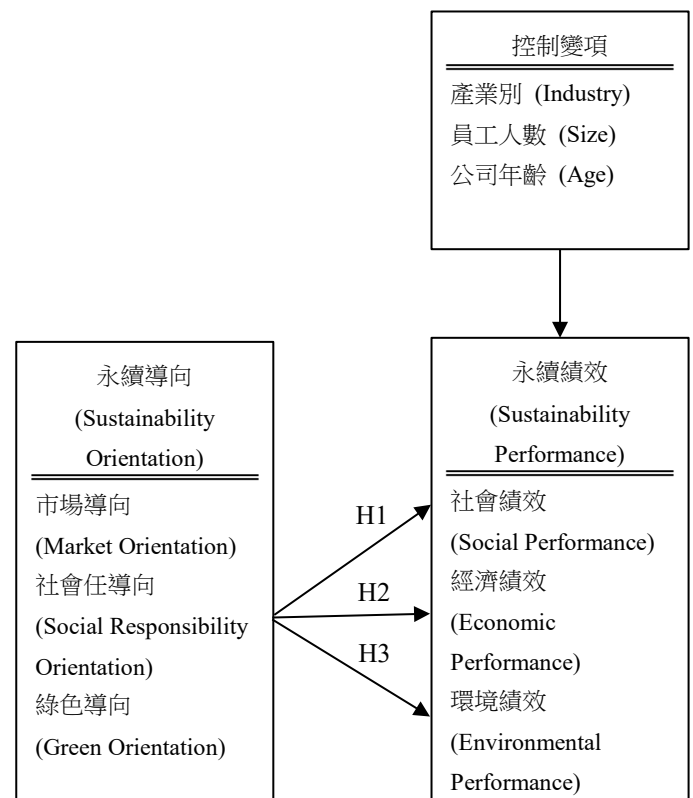


圖 1 研究架構

(二) 研究對象

本研究初步的問卷題項是依據研究架構、文獻探討的結果編製而成的。再透過 Google 雲端的電子表單修改成正式的表單發放給受測者。而在發放給受測者之前，會先寄一封 E-mail 詢問受訪者是否願意幫忙填寫，若願意，會再寄一封表單連結方便填答。

本研究調查對象來自中華民國創業投資商業同業公會、加工廠商名錄網頁資料、搖籃到搖籃種子講師人才資料庫、社會責任報告書及台灣循環經濟商展參展公司資料為母體清冊，並與管理階級主管為調查對象，調查期間為 2021 年 5 月 15 日至 2021 年 8 月 15 日止。

(三) 研究變項之操作定義與調查工具

本研究問卷共分為四部份，分別為：市場導向、社會責任導向、綠色導向及永續績效量表。背景資料分為公司基本資料，包含公司所屬產業分類、公司員工人數、公司成立年齡；受訪者基本資料，包含性別、教育程度、年齡、職業、服務年資及職務。

本研究採用問卷調查法，依據研究架構及文獻探討結果所彙編而成，依序為「市場導向、社會責任導向、綠色導向、永續績效」量表。採用「李克特五點尺度 (Five-point Likert Scale)」方式進行衡量，分別為「非常不同意」給予 1 分、「不同意」給予 2 分、「普通」給予 3 分、「同意」給予 4 分、「非常同意」給予 5 分。

發放調查問卷，依實際填答情形進行分析，以 SPSS 統計軟體為工具，統計分析項目為描述性統計、相關分析、階層迴歸分析。

下列依序探討「市場導向、社會責任導向、綠色導向及永續績效」量表分述如下：

1. 市場導向量表

本研究以市場導向被視為行銷概念以及管理策略 (Mokhtar et al., 2014)；本研究市場導向量表以企業之產品與服務於開發時優先考量市場機制及客戶需求為導向，首重於產品之品質及服務。

2. 社會責任導向量表

以社會責任為導向的產品和技術，將有助於企業之發展。雖然過去管理和經濟研究，長期以來利潤最大化與社會或環境價值觀有不一致的現象 (Chrisman and Carroll, 1984; Cohen and Winn, 2006)，但人們越來越認識到追求之間存在協同關係。

大多數人認為業務決策不僅要考慮利潤最大化，更應在解決問題上做出貢獻，這不是企業的經濟利益，而是企業應盡的社會責任 (Chiu, 2014)。企業於社會責任參與表現其效益是高過於成本的支出，延伸而來正向的績效表現，(Soloman and Hanse, 1985)。

3. 綠色導向量表

陳恒毅與劉振宏 (2013) 指出環境績效離不開環境之空氣污染防治、水污染防治及規範環境績效之評估準則 (OHSAS 18001) 職業安全衛生管理系統。

4. 永續績效量表

本研究永續績效量表目的為調查公司能全面性考量社會面、經濟面、環境面之因素與社區互動良好，並積極參與社區活動，因此永續績效量表參考 Kropp et al. (2006)；Coombes et al. (2011)；Solomon et al. (2019)；Liu et al. (2014)。

上述市場導向、社會責任導向、綠色導向、社會績效、經濟績效及環境績效等各構面題項，參見附表 1。

四、研究結果與討論

(一) 相關性分析

本研究各構面之相關係數如表 1，顯示構面間具有顯著正相關，因此，相關分析有一個重要任務，根據樣本相關係數推斷母體相關情況 (陳寬裕, 2014)。

表 1. Pearson 相關係數分析

構面	市場 導向	社會責任 導向	綠色 導向	永續績效		
				社會 績效	經濟 績效	環境 績效
市場 導向	0.805					
社會責任 導向	0.583**	0.858				
綠色 導向	0.564**	0.597**	0.707			
社會 績效	0.599**	0.584**	0.829**	0.865		

經濟 績效	0.578**	0.417**	0.699**	0.747**	0.872	
環境 績效	0.515**	0.568**	0.785**	0.748**	0.653**	0.893

註：n = 225。；**：在顯著水準為 0.01 時（雙尾），相關顯著。對角線之值為一潛在變數之平均變異抽取量 (AVE) 的平方根。該值應大於非對角線之值。

(二) 信度與效度分析

如前節附表 1 中，市場導向、社會責任導向、綠色導向及社會績效、經濟績效與環境績效等各構面，依據 Nunnally (1978) 建議，Cronbach's α 值皆達 0.6 以上，故本問卷題項信度良好。

效度分析即測量的正確性，測量欲測量構念的程度，顯示出測量內容真正的特徵（邱皓政，2010）。本研究量表係引用學者之量表內容，與專家討論加以修訂為填答者可以理解的題項內容，故本問卷具有高度的內容效度，另採用因素分析法進行問卷效度之檢驗。表 2 的對角線呈現各構面的 AVE 值，其值皆大於 0.5，故問卷題項具有收斂效度。區別效度分析目的在驗證不同構面於相關性分析在統計上是否存在差異，在不同構面的題目間應該不具有高度相關，表 2 中，矩陣中對角線為各構面 AVE 的平方根，如表中，市場導向 AVE 為 0.805 皆高於各構面間的相關係數；其他構面如社會責任導向、綠色導向、社會績效、經濟績效與環境績效皆有相同結果，因此各構面皆有良好的區別效度。

(三) 階層迴歸分析

本研究以階層迴歸分析（Hierarchical Regression Analysis）以驗證研究假設是否成立，研究中自變項為市場導向、社會責任導向、綠色導向，而依變項分別為永續績效中之社會績效、經濟績效與環境績效，分析中考慮控制變項：產業別、員工人數及公司年齡等對永續績效的影響。

1. 企業永續導向與社會績效關聯性

本節實證分析企業永續導向對社會績效的影響，附表 2 數據顯示，模式一至模式五分別為控制變項與三個企業永續導向對社會績效的影響。模式一為控制變項對社會績效的迴歸分析，控制變項的解釋變異為 $R^2 = 0.049$ ，而模式二為加入市場導向自變項後，各變項對社會績效的解釋變異為 $R^2 = 0.403$ ，相較於模式

一，解釋變異變化為 $\Delta R^2 = 0.354$ ，市場導向加入後的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中市場導向的迴歸係數為 $\beta = 0.731$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示市場導向正向影響社會績效，故研究 H1a 獲得支持。而模式三是控制變項加入另一社會責任導向之自變項後，各變項對社會績效的解釋變異為 $R^2 = 0.389$ ，相較於模式一， $\Delta R^2 = 0.340$ ，加入社會責任導向後解釋變異顯著增加，迴歸式中社會責任導向的迴歸係數為 $\beta = 0.700$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示社會責任導向正向影響社會績效，故研究 H2a 獲得支持。而模式四是加入綠色導向自變項後，各變項對社會績效的解釋變異為 $R^2 = 0.723$ ，相較於模式一， $\Delta R^2 = 0.674$ ，綠色導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中綠色導向的迴歸係數為 $\beta = 0.900$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示綠色導向正向影響社會績效，故研究 H3a 獲得支持。最後，模式五是將控制變項加入永續三導向後，市場導向、社會責任導向與綠色導向的迴歸係數分別為 $\beta_1 = 0.192$ 、 $\beta_2 = 0.046$ 與 $\beta_3 = 0.772$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，該模式亦呈現，企業的永續三導向皆正向顯著影響社會績效。

2. 企業永續導向與經濟績效關聯性

本節說明企業永續導向對經濟績效影響分析，附表 3 分析數據顯示，模式一至模式五分別為控制變項與企業永續導向對經濟績效的影響。模式一為控制變項對經濟績效的迴歸分析，控制變項的解釋變異為 $R^2 = 0.037$ ，而模式二是加入市場導向自變項後，各變項對經濟績效的解釋變異為 $R^2 = 0.357$ ，相較於模式一，解釋變異變化為 $\Delta R^2 = 0.320$ ，加入市場導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中市場導向的迴歸係數為 $\beta = 0.716$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示市場導向正向影響經濟績效，故研究 H1b 獲得支持。而模式三是控制變項加入另一社會責任導向之自變項後，各變項對經濟績效的解釋變異為 $R^2 = 0.201$ ，相較於模式一， $\Delta R^2 = 0.164$ ，社會責任導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中社會責任導向的迴歸係數為 $\beta = 0.500$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示社會責任導向正向影響經濟績效，故研究 H2b 獲得支持。而模式四是加入綠色導向自變項後，各變項對經濟績效的解釋變異為 $R^2 = 0.514$ ，相較於模式一， $\Delta R^2 = 0.477$ ，綠色導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中綠色導向的迴歸係數為 $\beta = 0.781$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示綠色導向正向影響經濟績效，故研究 H3b 獲得支持。最後，模式五是將控制變項加入永續三導向後，

市場導向、社會責任導向與綠色導向的迴歸係數分別為 $\beta_1 = 0.383$ 、 $\beta_2 = 0.220$ 與 $\beta_3 = 0.708$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，該模式亦呈現，企業的永續三導向皆正向顯著影響經濟績效。

3.企業永續導向與環境績效關聯性

本節說明企業永續導向對環境績效影響分析，附表 4 分析數據顯示，模式一至模式五分別為控制變項與企業永續導向對環境績效的影響。模式一為控制變項對環境績效的迴歸分析，控制變項的解釋變異為 $R^2 = 0.046$ ，而模式二加入市場導向自變項後，各變項對環境績效的解釋變異為 $R^2 = 0.315$ ，相較於模式一，解釋變異變化為 $\Delta R^2 = 0.270$ ，加入市場導向後的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中市場導向的迴歸係數為 $\beta = 0.696$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示市場導向正向影響環境績效，故研究 H1c 獲得支持。而模式三是控制變項加入另一社會責任導向之自變項後，各變項對環境績效的解釋變異為 $R^2 = 0.351$ ，相較於模式一，解釋變異變化為 $\Delta R^2 = 0.305$ ，社會責任導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中社會責任導向的迴歸係數為 $\beta = 0.724$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示社會責任導向正向影響環境績效，故研究 H2c 獲得支持。而模式四是加入綠色導向自變項後，各變項對環境績效的解釋變異為 $R^2 = 0.644$ ，相較於模式一，解釋變異變化為 $\Delta R^2 = 0.598$ ，綠色導向的解釋變異顯著增加，迴歸式中自變項中綠色導向的迴歸係數為 $\beta = 0.927$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，顯示綠色導向正向影響環境績效，故研究 H3c 獲得支持。最後，模式五是將控制變項加入永續三導向後，市場導向、社會責任導向與綠色導向的迴歸係數分別為 $\beta_1 = 0.098$ 、 $\beta_2 = 0.090$ 與 $\beta_3 = 0.822$ ，其顯著水準 $p < 0.001$ ，該模式亦呈現，企業的永續三導向皆正向顯著影響環境績效。

本研究經迴歸分析得知，同時探討企業市場導向、社會責任導向與綠色導向皆正向顯著永續績效，其中市場導向對經濟績效的影響結論與 Narver and Slater (1990) 及 Dobni and Luffman (2003) 研究一致，而社會責任導向對社會績效的影響結論與 Wang et al. (2022) 結論相同。最後永續導向中的綠色導向對經濟績效的影響結論與 Yu and Huo (2019) 的推論相符。

五、結論與建議

2021 年金管會公布新版「公司治理 3.0—永續發展藍圖」，將 CSR 報告書 (Corporate Social Responsibility Report) 更名為永續報告書

(Sustainability Report)，企業責任從社會責任提升擴大至永續責任。企業永續是指在不犧牲未來利害關係人的前提下，滿足既有的直接或間接利害關係人 (如公司股東、員工、顧客與社區) 的需求 (Dyllick and Hockerts, 2002)；或者是，在公司營運與利害關係人的互動中，表現出對社會與環境的關懷 (Van Marrewijk, 2003)。

企業要能為利害關係人謀最大福利，企業主管的永續導向的經營哲學扮演很重要的角色。本文提出企業永續導向三構面分別為市場導向、社會責任導向及綠色導向，探討其對永續績效 (經濟績效、社會績效與環境績效) 的影響性分析。研究以問卷調查蒐集 225 名企業之管理階級主管，運用階層迴歸分析方法。實證結果發現企業永續導向皆正向顯著影響永續績效；因此，企業除重視傳統的市場導向外。本研究亦發現企業社會責任導向及企業綠色導向兩因素也正向影響永續績效。本研究之學術研究意涵結果整理如下：

(一) 理論與實務貢獻

在學術與實務上具有以下兩點貢獻：

(1) 過去策略行銷文獻 (Voss et.al., 2000；Zhou et al., 2005)，較強調主管的行銷導向對企業經營影響，本文在企業的策略導向中，結合市場導向、社會責任導向與綠色導向對永續經營作深入的探討與實證分析。

(2) 過去企業主管唯一責任就是追求股東之最大利潤，然而在現代 ESG 永續治理上如何兼顧股東、員工、社會大眾等利害關係人之利益是公司主管的主要責任，金管會於 2021 年發表「強化 ESG 資訊揭露、營造永續發展之國際競爭力」，強調基於環境保護、社會責任越受全球高度重視，本研究實證結果顯示主管具備永續導向可達成兼顧經濟、社會責任與環境等三贏局面。

近年來，顧客、員工、投資者和政府等利害關係人皆向企業施加更多壓力，要求企業在環境管理和社會責任展現更大的努力，因此，永續供應鏈已成為企業的關鍵目標。傳統的供應鏈管理關注企業的速度、成本與交貨的時間，而永續供應鏈則增加維護環境與社會價值的目標，這隱含著企業必須更努力投入永續

的議題，如氣候變遷、水資源安全、減少溫室氣體排放、森林砍伐、人權與勞動條件的改善。本研究指出為解決上述永續問題，企業主管更需具備永續導向的經營哲學，方能提升企業在永續全方位的績效。

(二) 未來研究建議

近年來永續發展三要素中的環境議題，已成為產官學高度關注及重視的問題，尤其在碳中和（Carbon Neutral）的議題，透過減碳運動來逆轉氣候危機對人類生存的挑戰，因此未來研究方向可深入探討企業永續導向對碳中和管理績效之影響。

參考文獻

- [1] 邱皓政，「量化研究與統計分析：SPSS 資料分範例解析」，五版，台北：五南出版社，2010。
- [2] 金融監督管理委員會，「公司治理 3.0-永續發展藍圖」，2021。
- [3] 陳恒毅、劉振宏，「從綠色供應鏈管理實務觀點評估企業績效之研究」，*中小企業發展季刊*，第 29 期，頁 49-80，2013。
- [4] 陳寬裕、王正華，「論文統計分析實務 SPSS 與 AMOS 的運用」，五南，2014。
- [5] 黃義俊、高明瑞，「從利害相關人的觀點實證研究綠色創新的採行與組織績效之關係：LISREL 模式」，*中山管理評論*，第 12 卷第 4 期，頁 633-674，2003。
- [6] 黃聯海、陳政徽、劉文雄，「綠色供應鏈管理之分析」，*品質月刊*，第四十二卷第十二期，2006。
- [7] Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. "Sustainability-oriented innovation: A systematic review," *International Journal of Management Reviews*, Vol. 18, No. 2, pp. 180-205, 2016.
- [8] Aguinis, H. "Organizational responsibility: doing good and doing well." In S. Zedeck (Vol. Ed.), *APA handbook of industrial and organizational psychology*: Washington, DC: APA. Vol. 3, pp. 855-879, 2011.
- [9] Azmi, W., Hassan, M.K., Houston, R., and Karim, M.S. "ESG activities and banking performance_International evidence from emerging economies," *Journal of International Financial Markets, Institutions, and Money*, Vol. 70, pp. 101277, 2021.
- [10] Bhattarai, C. R., Kwong, C. C. Y., and Tasavori, M. "Market orientation, market disruptiveness capability and social enterprise performance: An empirical study from the United Kingdom," *Journal of Business Research*, Vol. 96, pp. 47-60, 2019.
- [11] Calic, G., & Mosakowski, E. "Kicking off social entrepreneurship: How a sustainability orientation influences crowdfunding success," *Journal of Management Studies*, Vol. 53, No. 5, pp. 738-767, 2016.
- [12] Cano C. R., Carrillat, F. A., & Jaramillo, F. "A meta-analysis of the relationship between market orientation and business performance: evidence from five continents." *International Journal of Research in Market*, Vol. 21, pp. 179-200, 2004.
- [13] Chen, M. J. "Competitor analysis and inter-firm rivalry: Towards a theoretical integration," *Academy of Management Review*, Vol. 21, No. 1, pp. 100-134, 1996.
- [14] Chen, Y. S. "The driver of green innovation and green image – green core competence." *Journal of Business Ethics*, Vol. 81, No. 3, pp. 531-543, 2008.
- [15] Claudy, M., Peterson, M., & Pagell, M. "The roles of sustainability orientation and market knowledge competence in new product development success," *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 33, No. S1, pp. 72-85, 2016.
- [16] Coombes, S. M. T., Morris, M. H., Allen, J. A., and Webb, J. W. "Behavioural orientations of non-profit boards as a factor in entrepreneurial performance: Does governance matter?" *Journal of Management Studies*, Vol. 48, No. 4, pp. 829-856, 2011.
- [17] Dangelico, R., Pontrandolfo, P., & Pujari, D. "Developing sustainable new products in the textile and upholstered furniture industries: Role of external integrative capabilities," *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 642-658, 2013.

- [18] Deshpande, R., Farley, J.U. and Webster, F. E. Jr. "Corporate culture, customer orientation, and innovativeness," *Journal of Marketing*, Vol. 57, No. 1, pp. 22-7, 1993.
- [19] Dobni, C. B. and Luffman, G. "Determining the scope and impact of market orientation profiles on strategy implementation and performance." *Strategic Management Journal*, Vol. 24, pp. 577-585, 2003.
- [20] Dyllick, T. and Hockerts, K. "Beyond the Business Case for Corporate Sustainability," *Business Strategy and the Environment*, Vol. 101. No. 11, pp. 130-141, 2002.
- [21] Elkington, J. "Cannibals with forks – Triple bottom line of 21st-century business," Stoney Creek, CT : New Society Publishers, 1997.
- [22] Elkington, J. "Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business," *Environmental quality management*, Vol. 8, No. 1, pp. 37-51, 1998.
- [23] Fatemi, A, and Glaum, M and Kaiser, S. "ESG performance and firm value: The moderating role of disclosure," *Global Finance Journal*, Vol. 38, pp. 45-64, 2018.
- [24] Flammer, C. "Does corporate social responsibility lead to superior financial performance A regression discontinuity approach," *Management Science*, Vol. 61, pp. 2549-2824, 2013.
- [25] Fraj-Andrés, E., Martínez-Salinas, E., & Matute-Vallejo, J. "A multidimensional approach to the influence of environmental marketing and orientation on the firm's organizational performance," *Journal of Business Ethics*, Vol. 88, No. 2, pp. 263–286, 2009.
- [26] Gatignon, H., & Xuereb, J. "Strategic orientation of the firm and new product performance." *Journal of Marketing Research*, pp. 77–90, 1997.
- [27] Grinstein, A. "The relationship between market orientation and alternative strategic orientation." *European Journal of Marketing*. 2008.
- [28] Hakala, H. and Kohtamäki, M. "Configurations of entrepreneurial-customer-and technology orientation: differences in learning and performance of software companies," *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, Vol. 17, No. 1, pp. 64-81, 2011.
- [29] Hart, S. L. "A natural-resource-based view of the firm," *Academy of Management Review*, Vol. 20, No. 4, pp. 986-1014, 1995.
- [30] Kim, T. H., and Moon, M. J. "Using social enterprises for social policy in South Korea : Do funding and management affect social and economic performance ? " *Public Administration and Development*. Vol. 37, No. 1, pp. 15-27, 2017.
- [31] Kirca, A. H., Jayachandran, S., and Bearden, W. O. "Market Orientation: A Meta-Analysis Review and Assessment of Its Antecedents and Impact on Performance." *Journal of Marketing: Chicago*, Vol. 69, No. 2, pp. 24-41, 2005.
- [32] Kohli, A. K., and Jaworski B. J. "Market Orientation: The Construct, Research Propositions, and Managerial Implications," *Journal of Marketing*, Vol. 54, No. 2, pp. 1-18, 1990.
- [33] Kropp, F., Lindsay, N. J., and Shoham, A. "Entrepreneurial, market, and learning orientations and international entrepreneurial business venture performance in South African firms," *International Marketing Review*, Vol. 23, No. 5, pp. 504-523, 2006.
- [34] Lee, T. H. "The status of corporate social responsibility research in public relations : A content analysis of published articles in eleven scholarly journals from 1980 to 2015," *Public Relations Review*, Vol. 43, No. 1, pp. 211–218, 2017.
- [35] Liu, G., Takeda, S., and Ko, W. W. "Strategic orientation and social enterprise performance," *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, Vol. 43, No. 3, pp. 480-501, 2014.
- [36] Lortie, J., Castrogiovanni, G. J., Cox, K. C. (2017). "Gender, Social salience, and social performance : how women pursue and perform in social ventures." *Entrepreneurship and Regional Development*, 29 (1-2), 155-173.
- [37] Melville, N. P. "Information systems innovation for environmental sustainability," *Management Information Systems Quarterly*, Vol. 34, No. 1, pp. 1-21, 2010.

- [38] Meyskens, M., Robb-Post, C., Stamp, J. A., Carsrud, A. L., & Reynolds, P. D. "Social ventures from a resource-based perspective : An exploratory study assessing global Ashoka fellows," *Entrepreneurship Theory and Practice*, Vol. 34, No. 4, pp. 661-680, 2010.
- [39] Mokhtar, S. S. M., R. Z. Yusoff and A. Ahmad. "Key elements of market orientation on Malaysian SMEs performance," *International Journal of Business and Society*, Vol. 15, No. 1, pp. 49-64, 2014.
- [40] Narver, J. C. and Slater, S. F. "The Effect of a Market Orientation on Business Profitability," *Journal of Marketing*, Vol. 54, No. 3, pp. 20-35, 1990.
- [41] Nunnally, J.C. *Psychometric Theory*, New York: McGraw-Hill, 1978.
- [42] Porter, M. E., and Kramer, M. R. "The competitive advantage of corporate philanthropy," *Harvard Business Review*, Vol. 80, No. 12, pp. 57-68, 2002.
- [43] Porter, M. E., and Kramer, M. R. "The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility," *Harvard Business Review*, Vol. 12, pp. 78-92, 2006.
- [44] Rajak, S., and Vinodh, S. "Application of fuzzy logic for social sustainability performance evaluation: a case study of an Indian automotive component manufacturing organization," *Journal of Cleaner Production*, Vol. 108, pp. 1184-1192, 2015.
- [45] Roxas, B., & Coetzer, A. "Institutional environment, managerial attitudes and environmental sustainability orientation of small firms," *Journal of Business Ethics*, Vol. 111, No. 4, pp. 461-476, 2012.
- [46] Sanzo, M. J., Santos, M. L., Vazquez, R., and Alvarez, L. I. "The effect of market orientation on buyer-seller relationship satisfaction," *Industrial Marketing Management*, Vol. 32, No. 4, pp. 327-345, 2003.
- [47] Sarkis, J. A. "strategic decision framework for green supply chain management." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 11, No. 4, pp. 397-409, 2003.
- [48] Sarkis, J., Zhu, Q., and Lai, K. H. "An organizational theoretic review of green supply chain management literature," *International Journal of production economics*, Vol. 130, No. 1, pp. 1-15, 2011.
- [49] Shapiro, B. P. "What the hell is market-oriented?" *Harvard Business Review*, Vol. 66, No. 6, pp. 19-25, 1988.
- [50] Shoham, A. and Rose, G. M. and Kropp, F. "Market orientation and performance: a meta-analysis," *Marketing Intelligence & Planning* Vol. 23, No. 5, pp. 435-454, 2005.
- [51] Slater, S. F., and Narver, J. C. "Does competitive environment moderate the market orientation-performance relationship?" *Journal of Marketing*, Vol. 58, No. 1, pp. 46-55, 1995.
- [52] Soloman, R. and K. Hansen. "Investors, corporate social performance and information disclosure : an empirical study," *Accounting Review* Vol. 53, No. 1, pp. 94-111, 1985.
- [53] Solomon, A., Ketikidis, P., and Koh, S. C. L. "Including social performance as a measure for resilient and green freight transportation," *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, Vol. 69, pp. 13- 23, 2019.
- [54] Stefanelli, N. O., Jabbour, C. J. C., and Jabbour, A. B. L. d. S. "Green supply chain management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil : An exploratory survey," *Energy Policy*, Vol. 75, pp. 312-315, 2014.
- [55] Van Marrewijk, M. "Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: Between Agency and Communion," *Journal of Business Ethics*, Vol. 44, pp. 95-105, 2003.
- [56] Varadarajan, R. "Innovating for sustainability: A framework for sustainable innovations and a model of sustainable innovations orientation," *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 45, No. 1, pp. 14-36, 2017.
- [57] Voss, G.B.; Voss, Z.G. "Strategic orientations and firm performance in an artistic environment." *J. Mark*, Vol. 64, pp. 67-83, 2000.
- [58] Wang, C. H. "How organizational green culture influences green performance and competitive

- advantage,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 666-683, 2019.
- [59] Wang, X.Z., Yang, M., Park, K.H., Um, K.H. and Kang, M.G. “Social sustainability of a firm: orientation, practices, and performances.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 19, pp. 1-12, 2022.
- [60] Yu, Y.B. and Huo, B.F. “The impact of environmental orientation on supplier green management and financial performance: the moderating role of relational capital.” *Journal of Clean Production*, Vol. 211, pp.628-639, 2019.
- [61] Yusuf, Y., Menhat, M. S., Abubakar, T., and Ogbuke, N. J. “Agile capabilities as necessary conditions for maximizing sustainable supply chain performance: An empirical investigation,” *International Journal of Production Economics*, Vol. 222, pp. 107501, 2020.
- [62] Zhan, Y.Z., Chung, L., Lim, M.K., Ye, F., Kumar, A., and Tan, K.H. “The impact of sustainability on supplier selection: a behavioural study.” *International Journal of Production Economics*, Vol.236, pp. 108-118, 2021.
- [63] Zhang, Y. Wang, H.P. and Zhang, C. “Green QFD-II : A Life Cycle Approach for Environmentally Conscious Manufacturing by Integrating LCA and LCC into QFD Matrices,” *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 5, pp. 1075-1091, 1999.
- [64] Zhou, K.Z.; Yim, C.K.; Tse, D.K. “The effects of strategic orientations on technology-and market-based breakthrough innovations.” *J. Mark*, Vol. 69, pp. 42-60, 2005.

附表 1. 企業永續導向與永續績效構面量表

構面	題項	因素負荷量	Cronbach's α	參考來源
市場導向	1.公司的產品與服務開發是由於市場機制及客戶的意見為依據。	0.612	0.724	Deshpande et al. (1993) Bhattarai et al. (2019)
	2.公司產品與服務在業界表現是最好。	0.681		
	3.公司非常強調研發、技術與創新。	0.655		
M O 社 會 責 任 導 向	1.公司設施符合職業安全、工傷預防處置、健康檢查及職業病預防等措施	0.799	0.822	Stefanelli et al. (2014)
	2.公司會定期為員工舉辦安全訓練及考核。	0.752		
	3.公司傳遞文化和價值觀，確保員工了解公司重要的政策和宣導員工遵守法令法規。	0.672		
SR O 綠 色 導 向	1.公司會對員工實施環境議題之特殊訓練。	0.679	0.941	Zhu et al. (2010)
	2.公司有實施污染防治，以降低環境衝擊。	0.705		
	3.公司會將環境因素納入內部績效考核。	0.680		
	4.公司會進行跨部門合作以促進環保改善。	0.730		
	5.公司在產品設計中會考量如何減少材料消費及能源消耗。	0.684		
	6.公司產品設計時會依循再利用 Reuse，再循環 Recycle，材料再回收 Recovery 之 3R 原則。	0.655		
	7.公司在產品設計時會避免或減少使用具危險性之材料。	0.686		
	8.公司能遵循廢棄最小化的原則如最少包裝，加以生產產品。	0.669		
	9.公司會收集與回收壽命已結束之產品與物料。	0.692		
	10.公司會投入多餘舊品與材料。	0.773		
	11.公司會銷售多餘閒置不用機器設備。	0.762		
	12.公司會投資回收循環系統以處理廢產品及不良品。	0.746		
社 會 績 效 SP	1.公司之社會責任形象遠優於競爭對手。	0.701	0.886	Kropp et al. (2006) Coombes et al. (2011) Solomon et al. (2019) Liu et al. (2014)
	2.公司較競爭對手更能重視利益相關團體的權益。	0.609		
	3.公司能與社區互動良好，積極參與社區活動。	0.621		
	4.公司能因循環經濟活動，獲得更高的聲譽和信任。	0.654		

經濟績效 EP 環境 績效 EN P	5.公司長期經濟效益遠高於競爭對手。	0.646	0.844
	6.公司獲利遠高於競爭對手。	0.522	
	7.公司在全球市場優勢遠高於競爭對手。	0.543	
	8.公司能在水污染防治之改善遠優於競爭對手。	0.750	0.886
	9.公司能在空氣污染之改善遠優於競爭對手。	0.679	
	10.公司能在噪音污染管制之改善遠優於競爭對手。	0.617	
	11.公司能在環境意外事故防治遠優於競爭對手。	0.597	

附表 2. 企業永續導向與社會績效 (SP) 關聯性分析

	社會績效 (SP)				
	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五
控制變項					
綠色能源	1.151	1.471	1.560	0.621	0.808
塑膠橡膠製品	0.812	0.974	1.332	0.700	0.793
食品及飲料製造業	0.587	1.065	1.100	0.504	0.675
化學材料製造業	0.444	0.996	0.887	0.144	0.361
製造業	0.802	1.265	1.098	0.469	0.658
其他	0.689	1.289	1.167	0.405	0.635
員工 50 至 100 人	-0.006	-0.267	0.059	-0.176	-0.216
員工 101 至 500 人	0.166	0.124	0.177	-0.082	-0.057
員工 5001 至 1000 人	-0.197	0.025	-0.044	0.105	0.130
公司年資 10 年以下	-0.028	0.126	0.116	-0.161	-0.092
公司年資 11 至 20 年	-0.101	-0.093	-0.232	-0.168	-0.165
公司年資 31 至 40 年	0.012	-0.052	0.004	0.099	0.069
公司年資 41 年以上	0.116	-0.060	-0.105	0.059	0.006
自變項					
市場導向		0.731***			0.192***
社會責任導向			0.700***		0.046***
綠色導向				0.900***	0.772***
R ²	0.049	0.403	0.389	0.723	0.743
△R ²		0.354***	0.340***	0.674***	0.694***

註：n = 225；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$ ；*** $p < 0.001$

附表 3. 企業永續導向與經濟績效 (EP) 關聯性分析

經濟績效 (EP)					
	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五
控制變項					
綠色能源	0.717	1.031	1.009	0.257	0.340
塑膠橡膠製品	0.574	0.732	0.945	0.476	0.407
食品及飲料製造業	0.425	0.894	0.792	0.353	0.450
化學材料製造業	0.409	0.950	0.726	0.149	0.323
製造業	0.594	1.048	0.805	0.305	0.482
其他	0.530	1.118	0.872	0.284	0.471
員工 50 至 100 人	0.218	-0.038	0.265	0.071	-0.072
員工 101 至 500 人	0.277	0.236	0.285	0.063	0.057
員工 5001 至 1000 人	-0.303	-0.086	-0.194	-0.042	0.002
公司年資 10 年以下	-0.041	0.109	0.062	-0.156	-0.110
公司年資 11 至 20 年	0.180	0.188	0.086	0.121	0.172
公司年資 31 至 40 年	0.096	0.032	0.089	0.170	0.132
公司年資 41 年以上	0.245	0.072	0.087	0.195	0.177
自變項					
市場導向		0.716***			0.383***
社會責任導向			0.500***		0.220***
綠色導向				0.781***	0.708***
R ²	0.037	0.357	0.201	0.514	0.568
△R ²		0.320***	0.164***	0.477***	0.531***

註：n = 225；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$ ；*** $p < 0.001$

附表 4. 企業永續導向與環境績效 (ENP) 關聯性分析

	環境績效 (ENP)				
	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五
控制變項					
綠色能源	0.070	0.492	0.144	0.475	0.318
塑膠橡膠製品	-0.544	-0.007	-0.020	-0.660	-0.558
食品及飲料製造業	-0.444	0.087	0.043	-0.529	-0.389
化學材料製造業	-0.312	0.145	0.081	-0.622	-0.456
製造業	-0.104	0.202	0.195	-0.446	-0.308
其他	-0.186	0.308	0.206	-0.478	-0.303
員工 50 至 100 人	0.054	0.122	-0.017	-0.121	-0.127
員工 101 至 500 人	0.240	0.251	0.075	-0.015	0.010
員工 5001 至 1000 人	-0.364	-0.205	-0.047	-0.053	-0.039
公司年資 10 年以下	-0.163	-0.013	0.008	-0.299	-0.244
公司年資 11 至 20 年	0.119	-0.016	0.011	0.050	0.042
公司年資 31 至 40 年	-0.016	-0.025	-0.022	0.072	0.053
公司年資 41 年以上	0.065	-0.164	-0.104	0.006	-0.039
自變項					
市場導向		0.696***			0.098***
社會責任導向			0.724***		0.090***
綠色導向				0.927***	0.822***
R ²	0.046	0.315	0.351	0.644	0.652
△R ²		0.270***	0.305***	0.598***	0.606***

註：n = 225；* $p < 0.05$ ；** $p < 0.01$ ；*** $p < 0.001$

互動 3D 環景虛實藝術探索體驗於多元文化城市之研究-來趟「台北」之旅

*施美如^{1,2} 吳聖虎³ 陳立杰⁴

¹大同大學 設計科學研究所

²銘傳大學 動漫文創設計學位學士學程

³華梵大學 攝影與 VR 設計學系

⁴大同大學 工業設計學系

摘要

當代跨領域的互動媒體藝術，可透過探索複合型多樣形態的多元文化城市地景風貌的虛擬旅遊體驗，得到更豐富的人文藝術美學和3D環景科技的互動關係。隨著科技與電腦技術的演化更新，透過虛擬導覽的方式進行旅遊規劃已是趨勢。傳統的環景影像多為一張長型風景全圖呈現，觀看或體驗重要景點時，無法一次性完整的探索景點全貌，必須搜尋多個重要地標才有利了解全場域風貌，並且缺乏想像空間與延伸性的導引，也缺乏美感的藝術視覺刺激與趣味性。因此，選定國內重要城市的地標重組拼貼，建構虛擬環景結合時間軸轉化藝術風格的動態展示，提出讓使用者可透過環景互動展現，並模擬體驗探索進入城市景點與使用情境的真實性，並且凸顯視覺藝術的美感，達到更有效率的虛擬旅遊導覽。經由文獻探討統計分析互動環景藝術具有深入研究與創新的價值，接著邀請國內大專生(N=117)區分為外籍生與本籍生且出生地以中南部為主的學生進行體驗並填寫評估問卷操作，並且在操控體驗探索後，經由相關文獻整理、分析，將實驗統計分析建立具有高度、比較性實用假設關鍵因素。包含遊客體驗、操控感受與持續體驗之顯著的相關係研究，並也期望研究結果能夠作為未來設計師開發相關環景系統創作重要城市地標之參考。

關鍵詞：3D環景科技、互動體驗、多元文化城市、時間軸應用

一、緒論

(一) 研究背景與動機

Covid-19 新冠疫情持續蔓延三、四年間，各國祭出全面性旅遊限禁令，在各國旅遊的限制令上紛紛採取半緊閉或全面實施鎖國政策，禁止旅客出入境與頻繁移動路線，此疫情已經深深影響改變人們的旅遊活動方式。雖然虛擬全景 360°並不是一個全新概念，也不是重新應用於各多元文化城市的新嘗試。但緊閉的國門限令時間久後，想四處觀光遊玩的旅客人數仍暫居多數，藉由虛擬旅遊的開啟，透過不同虛實藝術景點的探索，以數位化 3D 環景操控讓旅者能夠一次性的認識重點區域且著名城市景點。

(二) 研究目的

當下數位技術整合應用盛行，透過數位內容呈現數位化的新媒體時代，讓生活饗宴更為豐富且便利。最直接且最實際範例便是 Google Map 街景或是博物館導覽。Google Map 在數位虛擬環景時下擁有最先進的導覽技術，讓使用者透過了環景畫面，沉浸現場探索地域的環境並且可以 360°的全域觀看，不僅了解地圖上的地標，更可清楚觀看地景圖像是什麼樣貌。透過其出色的視覺效果和引導能力，選擇以複合型多樣形態的多元文化城市地景場域展示提供了新的解釋可能性，為了讓遊客在參觀這些旅遊景點時有了更多的動力和期望 H. Li, H. Ito (2021) [1]。不過雖在 Google Map 地圖能使樣貌清晰可見，但一地區的探索較為無趣且單一化。

假使能夠在單一環景平台下同時且一次性的探索更多更具意義的重點區域，可讓旅者深切得到廣大範圍且多面向的文化景點探索與搜尋，J. L. Higuera-Trujillo (2017) 研究指出 360°全景圖根據參與者的心理反應提供最接近現實的結果[2]。藉此針對不同學籍(分為本國生與外籍生，且出生地以中南部為主)與不同性別的 117 位大專生，親自操控體驗平台系統後填寫問卷調查統計。本研究的目的如下：

1. 結合 360°環景架構，拼貼在地重點景色加入時間軸的運行，以實景轉換藝術風格的環境互動，讓使用者操控多層次多深度的體驗空間。
2. 虛實混合的技術展現，不僅為虛擬旅遊帶來更豐富的導覽介紹外，也創作出與傳統環景照片形式不同的展現語言。

3. 台灣因疫情影響重創觀光產業，產業轉型可朝向數位 3D 互動環景模擬情境可行方向推廣更多有利多元文化的重點。

在體驗操控探索後，將實驗統計分析建立具有高度實用性假設關鍵因素，包含遊客體驗體、操控感受與持續體驗具有顯著力的關係之研究。以利提出更多的設計建議方向，以提供不同的多元文化景點元素要點設計，更符合相關開發的使用者參考展示應用。

(三) 研究方法

本研究將運用 3D 模擬技術透過互動 3D 環景虛實藝術探索體驗多元文化城市，研究以虛擬旅遊探索與數位應用開發連結創造更具影響力的展示平台，針對應用 3D 環景虛實藝術探索於多元文化景點之展示設計要點分為四階段進行探討：

第一階段：利用文獻分析蒐集互動環景技術、虛擬旅遊探討平台、旅遊文化遺產建構等相關探討，藉此統整分析歸納設計要點與使用回饋以進行研究驗證。

第二階段：透過問卷詢問外籍生與本籍生且籍貫為中南部的學生分析選定「台北著名觀光景點」為呈現展示效果，製作 1 款互動 3D 環景展示空間，以多元文化城市拼貼繪製為主，在立體球體中虛實呈現，並且運用 3D 軟體，作為互動 3D 環景實境的創作呈現後並進行實測。

第三階段：邀請國內大專生(N=117)區分為外籍生與本籍生且籍貫為中南部的學生參觀虛擬旅遊者進行實測後給予問卷調查，以李克特量表、ANOVA 變異數分析與獨立 T 檢定進行驗證統計分析具體的指出自己對該項陳述的認同程度驗證回饋要點。

第四階段：最後經由環景設計實際操控展示創作成果，並提出以下結論：

(1)環景虛實設計非常適合當成虛擬導覽和探索場域的展示平台

(2)互動 3D 動畫技術可以整合設計城市之重要特殊景點，增加情境的臨場感，讓視覺藝術增值。

(3)可建構針對不同的城市景點元素要點，設計符合各旅遊者在不同時間跨越不同距離的虛擬導覽探索展示設計。

二、文獻探討

本章透過互動環景設計系統選擇以複合型多樣形態的多元文化城市地景場域展示的探索展示-以「台北」為例研究文獻資料，論述環景設計與互動架構的彙整。選擇台北市的主要原因是以呈現台灣首都為重要地標或是介紹給外國人認識台灣之首選都市，大多是以台北市為主，經由文獻紀載美麗的福爾摩沙(Formosa)寶島包含豐富的歷史與文化建設，造訪台灣文化視角且能在環景互動的介面一次性探索多樣化且具文化意義的建築物，成為建構場地主要的素材來源。

(一) 遊客體驗

旅遊體驗後的感官經驗敘述是很抽象的，無法用直覺或形容詞解釋說明，「感覺」是指事物對身體感官的刺激，「知覺」則是根據感覺所獲得的訊息而做的心理反應(張春興, 1995) [17]，根據遊客體驗之概念呈現採用體驗行銷的先驅學者史密特 (Bernd H. Schmitt) (1999) 提出的全新不同形式的體驗 (Experience)，透過感官 (sense)、情感 (feel)、思考 (think)、行動 (action)、關聯 (relate) 五項體驗模型新型組合概念研究，可以提升遊客在旅遊過程的體驗過程中留下深刻的印象與回憶，並且記錄使用者的體驗之感受度。

(二) 操控整體感受

本研究的操控感受是為了衡量使用者在體驗探索本系統後能夠得到樂趣且能對於系統的建構引發的更強烈認同感。黃國樑(2010) [14] 操作產品的動作感受度，是受到使用者的經驗、價值觀、態度、文化背景等綜合而成。以 Pine & Gilmore (1998) 體驗理論中提出體驗價值四面向，包含：娛樂(Entertainment)、教育(Education)、美學(Esthetic)、遠離現實(Escapist)。Seth Thompson(2015) 透過虛擬實境的體驗而提出以身臨其境(Immersive)、綜合性(Integrative)、交互性(Interactive)、超媒體(Hypermedia)為主要四面向的應用。整理多位學者的文獻資料中都提到操控整體感受的主要焦點落在旅客體驗上，旅客體驗後的感受價值都會直接影響娛樂、操作、媒體、教育不同的面向。

(三) 環景設計

環景圖「Panorama」環景圖這個詞最早由愛爾蘭

畫家羅伯特·巴克提出，他以創作的愛丁堡環景畫呈現。環景設計是一種廣角圖或是可稱為全景圖，英文翻譯亦可稱之為寬景，其製作手法可以以畫作、相片、影片、3D 模型以水平或是垂直長畫面的形式存在 (J. L. Higuera-Trujillo (2017) [2]。

現今數位環景圖多透過拍攝並在電腦上加工而成的圖片且環景圖能依真實性的紀錄皆成為最常用的景觀和歷史事件的表現手法(Baloglu, S. (2001) [12]。Maarten Bassier (2018)指出 360°全景技術可用於生成 360°水平和 180°垂直視圖，並將 360°全景整合到虛擬環境中[6]。最常見到的圖像大都以寬景攝影為主，而寬景攝影的視角通常是小於 180 度，大約在視角左右在 180 度內的範圍呈現[7]。透過場域環景體驗虛實設計搭配可營造沉浸於高感官刺激的視覺刺激[8]。列舉各圖像依照不同攝影模式所呈現不同的視覺差異性效果：

1.寬景(攝影照片) (Panorama): 水平<180°、垂直<180°，可清楚以廣角模式看到全景，如圖 1 所示。

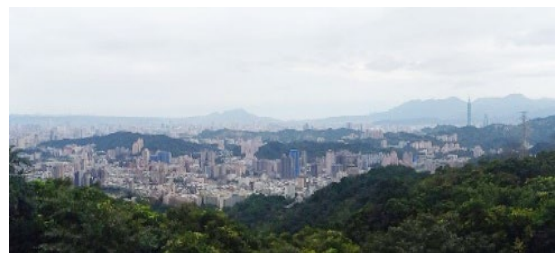


圖 1. 寬景，台北盆地，攝於樟山寺

2.全景(360°環景) (Full Panorama): 水平 360°、垂直<180°，畫面長寬比為 2：1，如圖 2 所示。

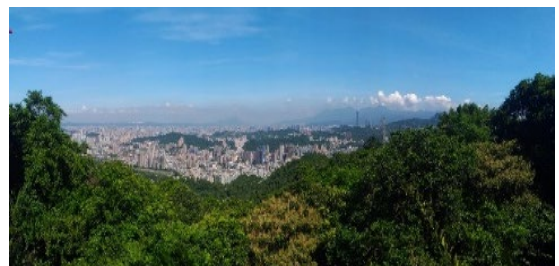


圖 2. 全景，台北盆地，攝於樟山寺

3.球型(720°全景) (Spherical Panorama): 水平 360°、垂直<180°，如圖 3 所示



圖 3. 球形環景，攝於台北當代藝術館

(四) 虛擬旅遊

所謂虛擬旅遊，主要在建立現實旅遊景觀基礎上，透過 360° 虛擬系統使用 3D 技術的虛擬世界表示實際景點、目的地或遊客體驗，作為遊覽目的地的宣傳或作為推廣，讓消費者先前體驗的一種方式 Ting Yang(2019) [13]。透過虛擬旅遊可讓操控者能夠感受到真實場景環景的趣味性，也能夠透過操控者親身體驗置身於模擬創建的 3D 模擬空間內，藉助一定的手段使具有邏輯性的建構在虛擬與真實之間，讓操控者感受到虛擬與實體影像所建構的共生創作空間，曾鈺涓(2016) [15]。

三、系統設計與製作

此研究地點選定經由觀光客最愛首選出充滿藝術人文地貌重要地標的台北，並問卷統計出在地 9 個重要觀光景點加入時間軸轉場環景設計建構，在實驗環境的系統架構下以交互時間軸實景與藝術風格兩個不同視覺張力的探索呈現，主要呈現探索地景風情時可以感受到現實與加入藝術風格時不同的感受力與回饋。

(一) 研究流程

本研究目的為探討以 360°環景互動平台，在地重點景色加入時間軸的運行，並以實景轉換藝術風格的環境互動，讓使用者操控多層次多深度的體驗空間。虛實混合的技術展現，不僅為虛擬旅遊帶來更豐富的導覽介紹外，也創作出與傳統環景形式不同的探索體驗[9]，依據研究目的所擬定研究流程、步驟、及實驗設計相關研究流程如圖 4 所示。

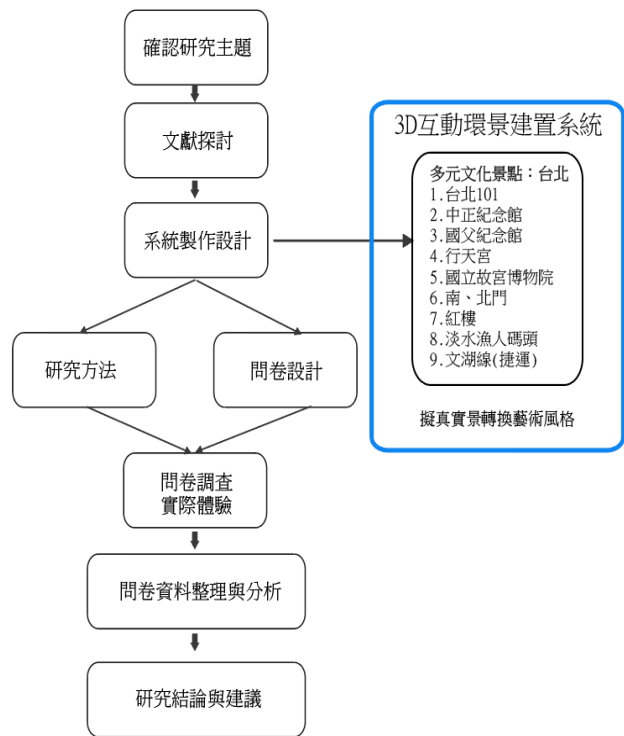


圖 4. 研究流程圖

(二) 台北市環景設計

當利用環景圖用作介面時，需鏈接不同媒體的潛力對象（文本、圖像、影視或其他全景圖）讓操控者能夠更能充分體感環境所帶給人的樂趣。本研究畫面主要以台北城市為主，製作方式(如圖 5)：

1. 製作的台北市環景影片，結合圖像與說明介紹文字元素呈現，以拼貼手法選定在地 9 個重要觀光景點加入時間軸轉場環景設計建構，以動態的 360°全景形式呈現。拼貼設計景點位置大多以實景所在地連接呈現，也讓每一個景點角度能夠密合在環景球體內，視覺觀賞達到舒適的體感效果。Kong and Rong (2017) [10] 研究指出，多元文化展示的體驗大多可以讓主角在體驗中獲取更多趣味且能擁有更具體的行為導向，並能提高使用者的感知享受。
2. 在製作景點選定先以問卷找出 9 個重要的觀光景點先確定角度拍攝實景圖像，在電腦軟體內加以風格化讓畫面呈現更具藝術風格，接著建置去背遮罩圖像，確認後以提供進入 3D 環境的模擬或建議的體驗。
3. 用戶操作和操作的能力影響他們對全景的體驗，並

能體驗後經由其介面給予反饋交流。

初始化	
風格化	
去背遮罩	
成品	

圖 5. 重點標的設計-台北 101

實驗平台樣本素材包含在台北城市內的九個景點，這九個景點選定依照觀光客最愛的參觀選定，以實景圖、透貼黑白圖，疊加渲染算圖，最後渲染成品後再調整呈現藝術風的效果呈現。(如圖 6、7、8)最後成品以油畫藝術風呈現畫面最主要原因是能夠區分實景與虛擬藝術風。操作模擬方式有三種模式，第一以電腦螢幕觀看滑鼠操作，第二以手機視屏點擊滑動操作，第三以 Vive 頭戴式虛擬眼鏡的方式觀看。數位鏡頭以 35MM 標準鏡頭設定，渲染解析度畫面呈現值(4000*2000 pixels)，實際體驗中最終選擇用電腦裸視觀看以滑鼠操控互動體驗(如圖 9)操作者觀看了 ASUS LED 螢幕，操作者使用裸眼觀看與操控環景設

備，一開始的設定原本可用以 VR 眼鏡設備為主，但在第一階段測試後，受測者表示因視差且對於 VR 眼鏡的設備配戴不熟悉而產生昏眩，導致問卷成效不如預期，為了給予使用者更好的體驗環境，選擇更舒適且不會暈眩的體驗方式，最後在實際體驗中選擇用裸視的觀看且在電腦體驗後填寫問卷。



圖6. 拼貼場景初始效果

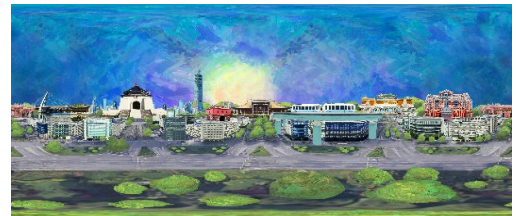


圖7 藝術風格場景轉化

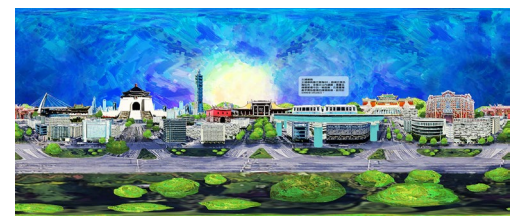


圖8. 地標文字說明呈現



圖 9. 操作模擬示意圖

(三) 概念性模型架構

本研究以透過相關文獻整理、分析與研究假設，提出概念性模型架構(如圖 10)以虛擬旅遊的旅客體驗與操控感受可以以高度影響正向相關性體驗同系統的持續性。探索虛實藝術所建構的多元文化城市可以提供更多元的體驗價值。Prentice(2004)[11] 的實證研究之結果指出個人體驗對操控感受度形成有正向顯著影響。Baloglu, S. (2001) 指出個人的體驗對感受有直接影響，而操作感受度也會影響到顧客再訪意圖。陳苡廷(2006)[16]指出體驗的完成必經由上述體驗媒介而發生。為此，能讓使用者創造豐富的體驗價值，更著重於體驗媒介的傳達性、和諧性與適切性。

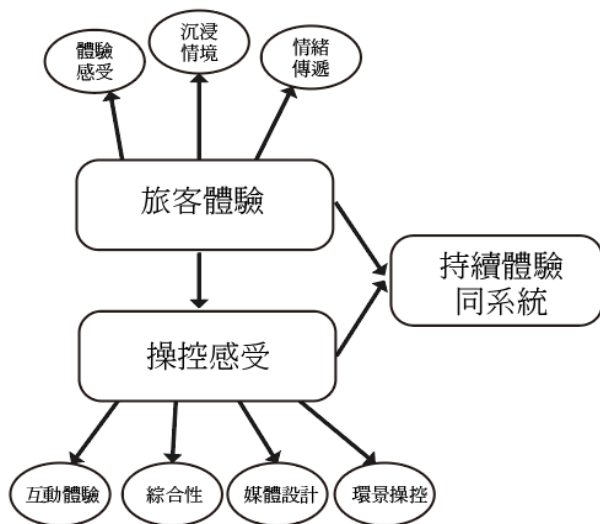


圖 10. 概念性模型架構

藉由文獻的整理提出以上假設性的模型概念，透過不同面相影響操控後的感受值所呈現出不同的價值。根據文獻參考整理統整後，以旅客體驗重新定義提出「體驗感受」、「沉浸情境」及「情緒傳遞」三個構面主要因素影響體驗感受度。操控感受則提出(一)互動體驗提供實用性平台能用透過 3D 環境的模擬或建議進入平台體驗。(二)綜合性的呈現結合各項媒體技術呈現如圖像、聲音、文字、圖片製作成動態影像 360°全景形式。(三)媒體設計則當全景拼貼圖像用作操作平台時，它可以擁有不同媒體的潛力對象。(四)環景操控達成需求，環景操控的互動性則為用戶端和操作的能力影響他們對互動的體驗，並可能透過其介

面與人交流。假設旅客體驗、操控感受與持續體驗同系統三者間存在高顯著性的相對關係：

假設 1：旅客體驗對操控感受具有顯著影響。

假設 2：旅客體驗對持續體驗同系統具有顯著影響。

假設 3：操控感受對持續體驗同系統具有顯著影響。

四、量表施測與結果

(一) 互動 3D 環景虛實藝術探索體驗於多元文化城市研究之現況

此研究中進入受試者 117 位個人基本資料之現況，正式實驗由 2022 年 4 月至 2022 年 5 月。首先在開始體驗前與使用者講解影片內容與操作說明，並且在實驗中適時引導參與者與說明，待體驗結束後，請參與者填寫問卷，並且 1 對 1 的詢問體驗後的反饋，整理後去除無效問卷題項後，進行統計分析。藉由參與者參與體驗互動環景平台並填寫問卷後進行正式分析實驗與統計運算，取得實驗資料，後得取有價值之數據驗證。等現況說明(如表 1)。

1. 「年齡」方面

「18~20 歲」受試者有 12 人(10.3%)，「20~25 歲」受試者有 92 人(78.6%)，「26~30 歲」受試者有 13 人(11.1%)。年齡方面以「20~25 歲」者佔最多數，而「18~20 歲」者佔最少數。

2. 「學籍」方面

「外籍生」受試者有 32 人(27.4%)，「本國籍」受試者有 85 人(72.6%)。學籍方面以「本國籍」者佔多數。

3. 「規劃台北旅遊」方面

「有」受試者有 93 人(79.5%)，「無」受試者有 24 人(20.5%)。規劃台北旅遊方面以「有」者佔最多數，而「無」者佔最少數。

「3D 環景影像電腦技術應用(複選)」

「多元文化」受試者有 70 人(59.8%)，「生活記錄」受試者有 55 人(47.0%)，「遊戲畫面」受試者有 84 人(71.8%)，「其他」受試者有 5 人(4.3%)。

表1. 受試者之「個人基本資料」現況表 (N=117)

項目	人數 (f)	百分比 (%)
年齡		
18~20 歲	12	10.3
20~25 歲	92	78.6
26~30 歲	13	11.1
性別		
男	59	50.4
女	58	49.6
學籍		
外籍生	32	27.4
本國籍	85	72.6
規劃台北旅遊		
有	93	79.5
無	24	20.5
3D 環景 電腦技術應用 (複選)		
多元文化	70	59.8
生活記錄	55	47.0
遊戲畫面	84	71.8
其他	5	4.3

(二) 不同年齡、性別、學籍對於環景系統差異驗證

1. 不同年齡

本研究以「單因子變異數分析」探討不同年齡的受訪者對於旅客體驗總量表認知上整體與「體驗感受」、「沉浸情境」及「情緒傳遞」等三個構面的差異，各構面的差異情形，如表 2。就整體層面而言，不同年齡之受訪者對於旅客體驗總量表認知未達顯著水準 ($F=1.213$, $p>.05$)，表示不同年齡之訪者對於旅客體驗總量表認知並無顯著差異存在。就各構面上的評估，不同年齡之受訪者在各構面上均未達顯著水準，表示不同年齡之受訪者在旅客體驗總量表之構面並無顯著差異存在。

表2. 不同年齡之旅客體驗考驗表 (N=117)

構面	年齡	樣本數 n	平均數 M	標準差 SD	F 值 (F)	p 值 (p)	事後比較 (Scheffe)
體驗感受	1 18~20 歲	12	4.42	0.43	.783	.459	
	2 20~25 歲	92	4.23	0.58			
	3 26~30 歲	13	4.37	0.58			
沉浸情境	1 18~20 歲	12	4.32	0.67	2.635	.076	
	2 20~25 歲	92	4.01	0.75			
	3 26~30 歲	13	4.43	0.46			
情緒傳遞	1 18~20 歲	12	4.33	0.50	.120	.887	
	2 20~25 歲	92	4.25	0.67			
	3 26~30 歲	13	4.32	0.76			
旅客體驗總量	1 18~20 歲	12	4.36	0.46	1.213	.301	
	2 20~25 歲	92	4.17	0.59			
	3 26~30 歲	13	4.37	0.42			

* $p<.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

2. 不同性別

接下來以獨立樣本 t 考驗來分析男性與女性之旅客體驗認知上整體與等三個構面的差異情形，其結果如下表 3。就整體考驗而言，在性別變項中，受訪者在旅客體驗總量表認知得分上未達顯著水準 ($t=.758$, $p>.05$)，表示不同性別之受訪者在旅客體驗總量表認知上沒有顯著差異。就各構面的考驗上，不同性別之受訪者生在各構面上均未達顯著水準，表示不同性別之受訪者在旅客體驗總量表之三個構面上並無顯著差異存在。

表3. 不同性別之旅客體驗t考驗分析摘要表 (N=117)

構面	性別	樣本數 (n)	平均數 (M)	標準差 (SD)	t 值 (t)	p 值 (p)
體驗感受	1 男	59	4.28	0.58	.185	.854
	2 女	58	4.26	0.56		

沉浸 情境	♂男	59	4.14	0.75	.700	.485
	♀女	58	4.04	0.70		
情緒 傳遞	♂男	59	4.33	0.62	1.021	.310
	♀女	58	4.21	0.71		
旅客 體驗 總量 表	♂男	59	4.25	0.55	.758	.450
	♀女	58	4.17	0.58		

*p<.05 **p<0.01 ***p<0.001

3.不同學籍

以獨立樣本 t 考驗來分析外籍生與本國籍之旅客體驗認知上整體的構面差異情形，其結果如下表 4。從表 4 可知，整體驗證而言，在學籍變項中，受訪者在旅客體驗總量表認知得分上達顯著水準（ $t=2.014$ ， $p<.05$ ），表示不同學籍之受訪者在旅客體驗總量表認知上有顯著差異，並以外籍生在平均數高於本國籍。不同學籍之受訪者生在沉浸情境（ $t=2.133$ ， $p<.05$ ）構面上達顯著水準，表示不同學籍之受訪者在沉浸情境構面上有顯著差異存在，並以外籍生在平均數高於本國籍。

表4. 不同學籍之旅客體驗t考驗分析摘要表（N=117）

構面	學籍	樣本數 (n)	平均數 (M)	標準差 (SD)	t 值 (t)	p 值 (p)
體驗感受	♂外籍生	32	4.41	0.46	1.634	.105
	♀本國籍	85	4.22	0.59		
沉浸情境	♂外籍生	32	4.32	0.55	2.133*	.035
	♀本國籍	85	4.00	0.77		
情緒傳遞	♂外籍生	32	4.34	0.53	.840	.404
	♀本國籍	85	4.24	0.71		
旅客體驗 總量表	♂外籍生	32	4.36	0.43	2.014*	.047
	♀本國籍	85	4.15	0.60		

(三) 不同年齡、性別、學籍對操控感受的驗證差異

1.不同年齡

本研究以「單因子變異數分析」探討不同年齡的受訪者對於操控感受總量表認知上整體與「互動體

驗」、「媒體設計」、「環景操控」及「綜合性」等四個構面的差異，各構面的差異情形，其結果如下表 5。

從表 5 可知，就整體層面而言，不同年齡之受訪者對於操控感受總量表認知未達顯著水準（ $F=.111$ ， $p>.05$ ），表示不同年齡之受訪者對於操控感受總量表認知並無顯著差異者生在各構面上均未達顯著水準，表示不同年齡之受訪者在操控感受總量表之四個構面上並無顯著差異存在。

表5. 不同年齡之操控感受考驗表（N=117）

構面	年齡	樣本 數 n	平均 數 M	標 準 差 SD	F 值 (F)	P 值 (P)	事後 比較 (S cheff fe)
互動 體驗	♂18~20 歲	12	4.05	0.60	.078	.925	
	♀20~25 歲	92	4.10	0.56			
	♂26~30 歲	13	4.14	0.54			
媒體 設計	♂18~20 歲	12	4.18	0.47	.446	.641	
	♀20~25 歲	92	4.13	0.62			
	♂26~30 歲	13	3.97	0.77			
環景 操控	♂18~20 歲	12	4.40	0.48	1.091	.339	
	♀20~25 歲	92	4.26	0.68			
	♂26~30 歲	13	4.52	0.49			
綜合 性	♂18~20 歲	12	4.10	0.73	.138	.871	
	♀20~25 歲	92	4.02	0.74			
	♂26~30 歲	13	4.11	0.71			
操控 感受 總量 表	♂18~20 歲	12	4.18	0.51	.111	.895	
	♀20~25 歲	92	4.13	0.55			
	♂26~30 歲	13	4.18	0.53			

*p<.05 **p<0.01 ***p<0.001

2.不同性別

以獨立樣本 t 考驗來分析男性與女性之操控感受認知上整體與四個構面的差異，各構面的差異情形，其結果如下表 6。從表 6 可知，在性別變項中，受訪者在操控感受總量表認知得分上未達顯著水準

($t=.334$, $p>.05$)，表示不同性別之受訪者在操控感受總量表認知上沒有顯著差異。就各構面的驗證上，不同性別之受訪者生在各構面上均未達顯著水準，表示不同性別之受訪者在操控感受總量表之四個構面上並無顯著差異存在。

表6. 不同性別之操控感受考驗表 (N=117)

構面	性別	樣本數 (n)	平均數 (M)	標準差 (SD)	t 值 (t)	p 值 (p)
互動 體驗	♂男	59	4.13	0.55	.615	.540
	♀女	58	4.07	0.56		
媒體 設計	♂男	59	4.11	0.63	-.136	.892
	♀女	58	4.12	0.62		
環景 操控	♂男	59	4.33	0.63	.471	.638
	♀女	58	4.28	0.66		
綜合 性	♂男	59	4.05	0.76	.224	.824
	♀女	58	4.02	0.70		
操控 感受 總量 表	♂男	59	4.16	0.53	.334	.739
	♀女	58	4.12	0.56		

* $p<.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

3.不同學籍

本研究以獨立樣本 t 考驗來分析外籍生與本國籍之操控感受認知上整體與四個構面的差異，各構面的差異情形，其結果如下表 7。從表 7 可知，就整體驗證而言，在學籍變項中，受訪者在操控感受總量表認知得分上未達顯著水準 ($t=1.199$, $p>.05$)，表示不同學籍之受訪者在操控感受總量表認知上並無顯著差異。就各構面的考驗上，不同學籍之受訪者生在各構面上均未達顯著水準，表示不同學籍之受訪者在操控感受總量表之四個構面上並無顯著差異存在。

表7. 不同學籍之操控感受考驗表 (N=117)

構面	學籍	樣本數 (n)	平均數 (M)	標準差 (SD)	t 值 (t)	p 值 (p)
互動 體驗	♂外籍生	32	4.19	0.51	1.078	.283
	♀本國籍	85	4.06	0.57		
媒體 設計	♂外籍生	32	4.24	0.51	1.529	.131
	♀本國籍	85	4.07	0.66		
環景 操控	♂外籍生	32	4.37	0.57	.662	.509
	♀本國籍	85	4.28	0.67		
綜合 性	♂外籍生	32	4.14	0.70	.985	.327
	♀本國籍	85	4.00	0.74		
操控 感受 總量 表	♂外籍生	32	4.24	0.45	1.199	.233
	♀本國籍	85	4.10	0.57		

* $p<.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

(四) 多元迴歸分析

接下來採取以多元迴歸分析，將受試者對於旅客體驗、操控感受等作為預測變項，持續體驗相同系統作為依變項，探討受試者對於旅客體驗、操控感受等二個因素對持續體驗相同系統的預測力。

1.受試者對於旅客體驗對持續體驗相同系統之迴歸分析：

整體受試者對於旅客體驗對持續體驗相同系統之迴歸分析。 R^2 的數據提供迴歸變異數的比重，由表 8 顯示以整體受試者對於旅客體驗預測持續體驗相同系統有 50.6%的解釋力 ($F=118.007$, $p<.05$)。在統計上，整體受試者對於旅客體驗能夠有效預測持續體驗相同系統，Beta 係數達.838 ($t=10.863$, $p<.05$)，表示整體受試者對於旅客體驗認知愈高，則持續體驗相同系統愈好。

表8. 受試者對於旅客體驗整體層面對持續體驗相同系統之多元迴歸分析摘要表

自變項	依變項	R	R ²	F	β	t
旅客體驗相同系統	持續體驗相同系統	.712	.506	118.007** *	.838	10.863***

2. 受試者對於旅客體驗各構面對持續體驗相同系統之迴歸分析：

R²的數據提供迴歸變異數的比重，由表9顯示以受試者對於應用於旅客體驗各構面預測持續體驗相同系統有 55.6%的解釋力 (F=47.257, $p<.05$)，顯示該解釋力具有統計的意義。其中以「體驗感受」構面為最佳預測持續體驗相同系統。受試者在「體驗感受」愈高，持續體驗相同系統愈良好。

表9. 受試者對於旅客體驗各構面與持續體驗相同系統之多元迴歸分析摘要表

自變項	依變項	R	R ²	F	β	t	p	VI F
體驗感受	持續體驗相同系統	.746	.556	47.257	.452	3.891	.000	2.452
沉浸情境					.10	.126	.900	1.983
情緒傳遞					.429	4.964	.000	1.879

* $p<.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

3. 受試者對於操控感受對持續體驗相同系統之迴歸分析：

整體受試者對於操控感受對持續體驗相同系統之迴歸分析，R²的數據提供迴歸變異數的比重，由表10顯示以整體受試者對於操控感受預測持續體驗相同系統有 72.3%的解釋力 (F=299.503, $p>.05$)。在統計上，整體受試者對於操控感受能夠有效預測持續體驗相同系統，Beta係數達 1.050 (t=17.306, $p<.05$)，表示整體受試者對於操控感受認知愈高，則持續體驗相同系統愈好。

表10. 受試者對於操控感受整體層面對持續體驗相同系統之多元迴歸分析摘要表

自變項	依變項	R	R ²	F	β	t	p
操控感受	持續體驗相同系統	.850	.723	299.503***	1.050	17.306** *	.000

* $p<.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

4. 受試者對於操控感受各構面對持續體驗相同系統之迴歸分析：

R²的數據提供迴歸變異數的比重，由表11顯示以受試者對於應用於操控感受各構面預測持續體驗相同系統有 73.5%的解釋力 (F=77.805, $p<.05$)，顯示該解釋力具有統計的意義。其中以「綜合性」構面為最佳預測持續體驗相同系統。受試者在「綜合性」高，持續體驗相同系統愈良好。

因此，探討不同背景變項受試者對於旅客體驗、操控感受與持續體驗相同系統之間的關係。研究者根據回收之有效問卷調查結果，以 Pearson 積差相求得兩者間的關係。依相關係數的定義，相關係數 $\geq .70$ 表示「高度相關」，相關係數介於.40至.70之間屬「中度相關」，相關係數 $<.40$ 為「低度相關」(吳明隆，

2011)。茲將「旅客體驗」、「操控感受」等整體與各構面及「持續體驗相同系統」整體之相關情形進行分析。

表11. 受試者對於操控感受各構面與持續體驗相同系統之多元迴歸分析摘要表

自變項	依變項	R	R ²	F	β	t	p	VIF
互動體驗	持續體驗相同系統	.858	.735	77.805	.090	.974	.332	2.502
媒體設計					.276	3.573*	.001	2.185
環景操控					.257	3.770*	.000	1.835
綜合性					.386	5.768**	.000	2.249

*p<.05 **p<.01 ***p<0.001

1.旅客體驗與持續體驗相同系統之積差相關分析茲將「旅客體驗」整體與各構面及「持續體驗相同系統」整體之相關情形整理如下表 12。

表12. 旅客體驗與持續體驗相同系統之積差相關摘要表

	旅客體驗			旅客體驗總量表整體
	體驗感受	沉浸情境	情緒傳遞	
持續體驗相同系統	.675**	.515**	.688**	.712**

*p<.05; ** p<.01

由表 12，就「旅客體驗」整體而言，受試者對於旅客體驗整體在整體與持續體驗相同系統整體之間

均呈現高度正相關($r=.712$, $p<.01$)，且達.05 的顯著水準，顯示問卷在受試者旅客體驗整體得分愈高，持續體驗相同系統的得分也愈高。茲將受試者對於旅客體驗與持續體驗相同系統的關係加以分析討論如下。

(1)旅客體驗之「體驗感受」測驗與「持續體驗相同系統」之相關情形

旅客體驗之「體驗感受」測驗對於「持續體驗相同系統」達顯著水準($r=.675$, $p<.01$)，顯示旅客體驗之「體驗感受」與「持續體驗相同系統」具有中度正相關關連性。

(2)旅客體驗之「沉浸情境」構面與「持續體驗相同系統」之相關情形

旅客體驗之「沉浸情境」構面對於「持續體驗相同系統」呈現正相關，且達顯著水準($r=.515$, $p<.01$)，顯示旅客體驗之「沉浸情境」與「持續體驗相同系統」具有中度正相關關連性。

(3)旅客體驗之「情緒傳遞」構面與「持續體驗相同系統」之相關情形

旅客體驗之「情緒傳遞」構面對於「持續體驗相同系統」呈現正相關，且達顯著水準($r=.688$, $p<.01$)，顯示旅客體驗之「情緒傳遞」與「持續體驗相同系統」具有中度正相關關連性。

(4)操控感受與持續體驗相同系統之積差相關分析

茲將「操控感受」整體與各構面及「持續體驗相同系統」整體之相關情形整理如表 13。由表 13，就「操控感受」整體而言，受試者對於操控感受整體在整體與持續體驗相同系統整體之間均呈現高度正相關($r=.850$, $p<.01$)，且達.05 的顯著水準，顯示問卷在受試者操控感受整體得分愈高，持續體驗相同系統的得分也愈高。

表13. 操控感受與持續體驗相同系統之積差相關摘要表

	操控感受				
	互動體驗	媒體設計	環景操控	綜合性	操控感受量表
持續體驗相同系統	.686**	.710**	.687**	.788**	.850**

*p<.05; ** p<.01

2. 受試者對於操控感受與持續體驗相同系統持續體驗相同系統之「互動體驗」測驗與「持續體驗相同系統」之相關的關係，加以分析討論如下：

依據第四章資料分析的結果歸納本研究之實證結論，再依結論提出具有高度實用性假設關鍵因素，包含遊客體驗體、操控感受與持續體驗具有顯著力的相對關係，將受試者對於操控感受與持續體驗相同系統持續體驗相同系統之「互動體驗」測驗與「持續體驗相同系統」之相關情形。

(1) 持續體驗相同系統之「互動體驗」測驗對於「持續體驗相同系統」

持續體驗相同系統之「互動體驗」測驗對於「持續體驗相同系統」達顯著水準($r=.686$, $p<.01$)，此數據在系統中顯示持續體驗相同系統之「互動體驗」與「持續體驗相同系統」具有中度正相關關連性。

(2) 持續體驗相同系統之「媒體設計」構面與「持續體驗相同系統」之相關情形。

持續體驗相同系統之「媒體設計」構面對於「持續體驗相同系統」呈現正相關，且達顯著水準($r=.710$, $p<.01$)，顯示持續體驗相同系統之「媒體設計」與「持續體驗相同系統」有高度正向關聯性。

(3) 持續體驗相同系統之「環景操控」構面與「持續體驗相同系統」之相關情形。

持續體驗相同系統之「環景操控」構面對於「持續體驗相同系統」呈現負相關，且達顯著水準($r=.687$, $p<.01$)，顯示持續體驗相同系統之「環景操控」與「持續體驗相同系統」具有中度正相關關連性。

(4) 持續體驗相同系統之「綜合性」構面與「持續體驗相同系統」之相關情形。

持續體驗相同系統之「綜合性」構面對於「持續體驗相同系統」呈現正相關，且達顯著水準($r=.788$, $p<.01$)，顯示持續體驗相同系統之「綜合性」與「持續體驗相同系統」具有高度正相關關連性。研究中萃取遊客體驗、操控感受與持續體驗具有顯著力的高度實用要素，最後歸納整理成最適設計要素準則。

五、結論與建議

(一) 結論

研究最後發現根據受試者在體驗之後的整體評

價分析結果，外籍生前往體驗參訪台北市的意願且持續體驗同系統意願度呈現高度實用性且具有正向關連性，相對本籍生且對於居住於中南部的大專生的意願雖統計呈現值不高，但仍歸納在正向影響值。這研究統計分析顯示探索體驗藝術 3D 環景系統是具有高度推廣意義存在，探索互動體驗可引發使用者的高度興趣，使得角色能夠享受環境，刺激角色帶來歡樂體驗，加入 360°環景視角變換，增加更多的旅遊樂趣。

虛擬旅遊領域或擴增型領域構建實體 3D 數位領域的輔助，讓虛擬旅遊平台的設計與推廣，能夠讓更多的旅客獲得多樂趣且趣味十足的虛擬體驗。而多元文化城市的延伸探索可藉由虛擬旅遊系統整合所有景點拼貼可以增加更多的趣味性與提供一個虛擬體驗文化景觀旅遊的選擇。依照目前的畫面以國內主景點設計，由問卷數位統計分析證明可提高使用者持續使用度，也為將來提供操控感受的實用因素且能提高能讓場域呈現更多元、更有趣、更多相關元素的互動模式。

(二) 研究之檢討與貢獻

後續研究之建議，在前述的統計分析提到因互動體驗中的「情緒傳達」得到很高的分數，代表受試者對於畫面的精彩度仍需要再進一步的強化因目前環景探索多元地域文化畫面的應用市場仍是很廣泛且需求相當高。活潑的互動元素，開拓豐富城市探索，並在畫面安排上多一些巧思上增加選項的規劃，啟發使用者對於探索景點更多的熱忱與歡樂。未來如要繼續研究與設計時，可嘗試藉由使用以更具有視覺感官刺激的畫面為主要的設計要素，提供使用者深入探索更具研究的意義。對於設計師創作類似數位觀光新體驗探索平台提供幾點具體貢獻：

1. 建構互動環景多元文化之視覺化系統以實景轉換藝術風格的環境互動，讓使用者操控多層次多深度的體驗空間。
2. 探討本國生與外籍生不同國籍生對於影響互動環景多元文化之視覺化系統遊客體驗體、操控感受與持續體驗具有顯著力的高度實用要素。
3. 可建構更多不同多元文化景點系統，設計符合各旅遊者在不同時間跨越不同距離的虛擬導覽探索展示設計。

經由研究分析討論的結果，統計分析呈現具有高度實用性假設關鍵因素，包含遊客體驗、操控感受與持續體驗，經由建構環景平台與探索體驗多元文化城

市過程中強視覺藝術與美感之間的聯繫，可創造更多多元文化的視覺效果和對沉浸式內容的擴增感官反應使與觀眾建立更緊密結合的互動關係。

參考文獻

- [1] Hengyi Li, Hiromu Ito (2021) Comparative analysis of information tendency and application features for projection mapping technologies at cultural heritage sites. *Heritage Science* volume 9, Article number: 126
- [2] J. L. Higuera-Trujillo, Juan López- Tarruella Maldonado, Carmen Llinares Millán (2017) Psychological and physiological human responses to simulated and real environments: A comparison between Photographs, 360° Panoramas, and Virtual Reality, *Applied Ergonomics* Volume 65, Pages 398-409
- [3] Schmitt, B. H.(1999).*Experiential Marketing: How to Get Customer to Sense, Feel, Think, Act, and Relate to Your Company and Brands*.New York, NY:The Free Press.
- [4] Pine II, B. J., Gilmore J. H. (1998) *The Experience Economy: Work Is Theatre & Every Business a Stage: Goods & services are no longer enough*, USA.
- [5] Seth Thompson (2015) *VR Panoramic Photography and Hypermedia: Drawing from the Panorama's Past*, Conference: The 21st International Symposium on Electronic Art
- [6] Maarten Bassier, Tijs Deloof, Stan Vincke Maarten Vergauwen (2018) Panoramic image application for cultural heritage, DOI:10.1007/978-3-030-01762-0_33 Conference: EuroMed 2018: Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection.
- [7] Philip Andrews (2003) *360 Degree Imaging: The Photographer's Panoramic Virtual Reality Manual (Photography on the Web)*
- [8] Kim, J.-H., Ritchie, J. R. B., & McCormick, B. (2010). Development of a Scale to Measure Memorable Tourism Experiences. *Journal of Travel Research*, 51(1), 12–25.
- [9] Chia-Pin Yu, Wei-Chun Chang, Jittakon Ramanpong (2019) Assessing Visitors' Memorable Tourism Experiences (MTEs) in Forest Recreation Destination: A Case Study in Xitou Nature Education <https://doi.org/10.3390/fl0080636>
- [10] Kong, Liming, and X.M. Rong (2017) Augmented reality technology applied in cultural heritage display. *China Cultural Heritage* 2: 62–69.
- [11] Prentice, R. (2004). Tourist familiarity and imagery. *Annals of Tourism Research* Volume 31, Issue 4, Pages 923-945
- [12] Baloglu, S. (2001) . Image variations of Turkey by familiarity index: informational and experiential dimensions. *Tourism Management*, 22, 127-133.
- [13] Ting Yang, Ivan Ka Wai Lai, Zhao Bin Fan, Qing Min Moc (2021) The impact of a 360° virtual tour on the reduction of psychological stress caused by COVID-19, Volume 64,
- [14] 黃國樑、陳國祥、黃妙雯、洪詩涵(2010年10月)，互動介面與視覺感性意象之研究，台灣感性學會研討會論文，國科會計畫編號 NSC-98-2221-E-006-090-MY3。
- [15] 曾鈺涓，(2016)〈真實與虛擬幻境中的觀者感知研究〉，行政院國家科學委員會研究案：「虛擬幻境中的沉浸感知-數位互動藝術創作研究」計畫編號：NSC 102-2410-H-128-027
- [16] 陳苡廷，(2006)從體驗行銷觀點探討意象之形成以2006 年台中燈會為例。2006年6月
- [17] 張春興。(1995). *教育心理學-三化取向的理論與實踐*. 台北: 東華書局.

FUZZY NEURAL NETWORK FOR PID CONTROLLER DESIGN BASED ON SECOND-ORDER ALGORITHM

Hung-Ching Lu Luo-Shu Yen

Department of Electrical Engineering, Tatung University

ABSTRACT

Two-wheel Balance Robot based on a Second-order algorithm Fuzzy Neural Network Proportional-Integral-Derivative controller is presented. The proposed proportional-derivative-integral controller uses a Fuzzy Neural Network to continuously adjust the three parameters of the Proportional-Integral-Derivative controller: proportional gain, integral gain and derivative gain, respectively, and it reduces the tracking error effectively. The second-order algorithm is used to obtain the optimized fuzzy neural parameters, which are the weight, center point and width required in the Gaussian function commonly used in fuzzy theory. The second-order algorithm used is the Levenberg-Marquardt algorithm. This algorithm combines the gradient descent method and the Newton method as the Fuzzy Neural Network updated law, which has the effect of rapid convergence. Finally, based on the dynamic model provided by the LEGO Mindstorms EV3 two-wheel balancing robot, the performance is evaluated with the proposed Fuzzy Neural Network Proportional-Integral-Derivative controller. According to the experimental results, the proposed controller has the satisfactory results in the balance control of LEGO Mindstorms EV3 Two-Wheel Balancing Robot.

Keywords: Second-order algorithm, Proportional-Integral-Derivative controller, Fuzzy Neural Network

INNOVATIVE CURRICULUM DESIGN FOR EQUIPPING PICTUREBOOK TRANSLATORS WITH CHILDREN'S LITERATURE COMPETENCE

Ping-shi Kao

Foreign Languages Education Center, Tatung University

ABSTRACT

Books for children and young adults remain the fastest-growing category in most publishing markets due to globalization and the increasing popularity of children's literature. As translated picturebooks account for the vast majority of the reading resources for young readers in Taiwan, professional picturebook translators have always been in demand.

In the fall of 2020, Picturebook Translation and Editing has become available as an elective course in the Department of Applied Foreign Languages at one of the universities in Taipei City. Conducted along with the course, this action research will first design and implement a new curriculum that aims to equip picturebook translators with children's literature competence and the creative practice experiences, including translation and writing. It will then collect data and evaluate the effectiveness of the curriculum. Following that, it will report the result and reflect on the possible change for the next cycles.

Borrowing Riitta Oittinen's viewpoint on translating picturebooks and Pierce's Sign Theory, this research will define the term children's literature competence to explain the theories and practices that back up the competence development in the curriculum. It analyzes the performance of 41 students who participated in the 18-week course through classroom observation, learning portfolios, translation practice, peer review and questionnaires. The result shows that the development of children's literature competence and iconotextual literacy has a positive impact on their creative practices. In addition, to encourage interdisciplinary learning in the classroom and connect students to their community, the curriculum will address a wider range of picturebook themes and community outreach activities for the next research cycle.

Keywords: children's literature, iconotextual reading, picturebook translation

FROM OBSERVATION TO INSIGHT: ACTION RESEARCH IN APPLYING 'PHOTO ELICITATION' AND 'PERCEPTUAL MAPPING' AS THE TEACHING STRATEGY OF FIELD INVESTIGATION IN DESIGN THINKING COURSE

**Yen-Fu Chen¹ Yen-Ting Yao² Chiao-Yin Lin³*

¹Department of Media Design, Tatung University

²Graduate Institute of Design Science, Tatung University

³Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology, National Taipei University of Education

ABSTRACT

Design Thinking is gradually gaining the attention of global enterprises because of its tools and methods to produce innovative products and solutions. More and more schools put Design Thinking into their curriculums. With empathy, students are guided to reveal and discover the opportunities in the real world, then to solve the complex problems. However, students' abilities are not sufficient to gain insight into the problems after the work of field investigation. Also, teachers spend much time facilitating the students to effectively define the meaningful problems from their observations. According to the perspective of Design-based Learning and Situated Learning, the purpose of this research is to develop the toolkit and methodology for the teachers who are instructing the students to inquire about the environment and define the meaningful problem. This research adopts the method of Action Research. The approaches of photo elicitation and perceptual mapping as the teaching strategy that was used in a semester design course and a two-day interdisciplinary workshop. The result indicates that the approaches of photo elicitation and perceptual mapping efficiently assist the students focusing on the discussion of field investigation for gaining the insight.

Keywords: Design Thinking, field investigation, photo elicitation, perceptual mapping

AN INTELLIGENT DISEASE QUERY SYSTEM BASED ON BERT

Mei-Hua Hsieh¹ Yi-Wei Lin² Chen-Chiung Hsieh²

¹Department of Product Design, School of Arts and Design of Sanming University, Fujian, China

²Department of Computer Science and Engineering, Tatung University, Taipei, Taiwan

ABSTRACT

This study understands user questions, extracts keywords based on the BERT model, and adds two mechanisms to the system. One is to pre-process the question sentences to remove useless words and punctuation marks. The other is to record unanswerable questions through a temporary storage mechanism and then give answers directly. This allows the user to be answered before the next training session when someone asks a similar or identical question to a question previously unanswerable. The disease steward's question list was used for testing in the experiment. Among the 2,322 questions, 1,956 could be answered correctly, with an accuracy rate of 84.2%. Use crawlers to extract 410 questions from the common QA on the CDC official website for testing. After the rapid expansion mechanism of the temporary storage, 361 of the 410 questions can be answered, with an accuracy of about 88.0%. However, the disease steward can only answer 96 of the questions, and the accuracy rate is only 23.4%, which proves that the temporary storage mechanism has a good effect on the application.

Keywords: Natural language understanding, deep learning, Rasa NLU, BERT, Transformer.

EXPLORATION OF DRIVER YIELDING BEHAVIOR AT PEDESTRIAN CROSSWALKS ON SIGNALIZED INTERSECTIONS AND VIOLATION ENFORCEMENT

**Chao-Hua Chen Hung-Chih Chen*

Department of Business Administration, Chung Hua University

ABSTRACT

The aims of this study focus on the investigation of driver yielding phenomena and its affecting factors at pedestrian crosswalk on signalized intersections with the examination of the appropriateness of practical violation enforcement issues regarding the 3-meter yielding principle proposed and regulated by National Policy Agency, Ministry of the Interior, ROC. One signalized intersection each on residential, hospital-and-school, and business area in Hsinchu City were selected as study sites by using video camera to collect data of driver yielding on pedestrian crosswalk for analysis. Two variables, the “driver yielding behavior” (represented by the rate of yield or not-yield to pedestrian) and the “driver yielding distance complied with 3-meter or not,” and their related affecting factors were tested with their association using χ^2 -test.

Survey results of the rate of driver yielding to pedestrians on crosswalk from all three study sites are all below 100%. This reveals the absolute right-of-way of pedestrian on crosswalk is not honored by drivers, showing the need of the enhancement of traffic safety education on drivers and violation enforcement are still a very important issue in Taiwan. Furthermore, results of the variable association analysis for all driver yielding behavior data show that (1) Driver yielding behavior is significantly related to vehicle types and survey data show that the percentages of motorcycle and truck drivers’ yielding are less than that of car drivers’, indicating drivers in different vehicle types do have different concepts (or perceptions) of pedestrian right-of-way and drivers of motorcycles and trucks need enhancement of traffic safety education and management. (2) Driver yielding behavior is not significantly related to pedestrian gender and levels of pedestrian density. The results are different from those of the literature owing to first, the reason of having different skin colors of pedestrian in foreign countries versus single skin color of pedestrian in Taiwan and second, risky scenes of maneuvering through pedestrian flows on crosswalks with different levels of pedestrian density are commonly seen in Taiwan. (3) Driver yielding behavior is significantly related to pedestrian crossing dynamics on crosswalks. This result reflects similar results of the literature, showing that pedestrian with assertiveness while crossing on

crosswalks are more likely to be yielded by vehicles because they can pass clear crossing signals to drivers for them to take precise and safe yields. (4) Driver yielding distance complied with 3-meter or not is significantly related to the locations of intersections, and the comply rate is higher in residential and business areas than that in the hospital-and-school area due to that there are more motorcycle samples in the hospital-and-school area. (5) Driver yielding distance complied with 3-meter or not in residential and hospital-and-school areas is significantly related to pedestrian dynamics. This result can also be considered as the effect resulted from pedestrian assertiveness. (6) Driver yielding distance complied with 3-meter or not in hospital-and-school area is significantly related to vehicle types and the comply rate of the 3-meter yielding distance of motorcycle drivers is the lowest among all other vehicle types, showing again that drivers of motorcycles need enhancement of traffic safety education and management. (7) Driver yielding distance complied with 3-meter or not in business area is not significantly related to any of their affecting factors, indicating drivers in business area show no difference in their yielding distance to pedestrian when encounter pedestrians with different gender, different levels of pedestrian density and pedestrian dynamics. (8) The rate of driver yielding distance not complied with 3-meter in all three study sites of intersections is close to 30% more, revealing that under the consideration of the rights and interests of the offenders and safety of pedestrian it could be necessary for further discussions on issues like policemen' precise measure and consistent judgement on the 3-meter yielding violation enforcement, as well as the appropriateness of the length of 3-meter.

Keywords: Pedestrian Crosswalk, Driver Yielding Behavior, Pedestrian Assertiveness, 3-Meter Yielding Violation Enforcement Principle.

THE INFLUENCES OF MARKET, SOCIAL RESPONSIBILITY, AND GREEN ORIENTATION ON SUSTAINABILITY PERFORMANCE OF FIRMS

**Shieh-Liang Chen Yi-Chih Lu Yu-Hsia Ho*

Department of Business Administration, Asia University

ABSTRACT

In recent years, under the influence of extreme weather and the new crown epidemic (Covid-19), global companies have paid special attention to green orientation and carbon emission reduction. How to achieve sustainable development has become the primary issue for companies in various countries. The traditional business model is to maximize the profits of manufacturers, and to pursue the maximum interests of shareholders through the sale of products or services. However, today's society needs to consider sustainable development methods and change its business model to meet market demand to gain a competitive advantage. In order to implement corporate sustainability responsibilities, the FSC proposed the "Corporate Governance 3.0-Sustainable Development Blueprint" in 2021, requiring listed companies to disclose information and quality in ESG (Environment, Society and Governance), and to issue sustainability reports every year (Sustainability Report). Therefore, corporate ESG investment can not only enable the company to have a good sustainable performance, but also enable the company to gain the recognition and favor of the public, and at the same time enable the company to gain the ultimate competitive advantage in the fierce environment. Sustainability Orientation (Sustainability Orientation) is an important strategic orientation of enterprises. This study explores the impact of three dimensions of enterprise sustainability orientation: market orientation, social responsibility orientation, and green orientation on corporate sustainability performance. This research collects 225 management executives of enterprises through a questionnaire survey; and uses the hierarchical regression analysis method. The empirical results of the research find that corporate market orientation, social responsibility orientation and green orientation all significantly affect the social, economic and environmental performance of enterprises. Finally, relevant suggestions are proposed as a reference for the sustainable development and operation of enterprises.

Keywords: Sustainability Performance, Sustainability Orientation, Market Orientation, Social Responsibility Orientation, and Green Orientation.

INTERACTIVE 3D ENVIRONMENT PANORAMAS VIRTUAL ART EXPLORATION EXPERIENCE IN A MULTICULTURAL CITY STUDY - TAKE A TRIP TO "TAIPEI"

**Mei-Ju Shih^{1,2} Sheng-Hu Wu³ Li-Chieh Chen⁴*

¹ The Graduate Institute of Design Science, Tatung University, Taipei, Taiwan

² Animation and Comic Creative Industries Design Program, Ming Chuan University, Taoyuan County, Taiwan

³ Photography and VR Design Department, Huaan University, New Taipei City, Taiwan

⁴ Department of Industrial Design, Tatung University, Taipei, Taiwan

ABSTRACT

The contemporary cross-disciplinary interactive media art can be used to explore the complex and diverse forms of a multicultural urban landscape through a virtual tourism experience that is richer in humanistic art aesthetics and interactive relationship with 3D panoramas technology. As technology and computer technology evolve, travel planning through virtual tours has become a trend. Traditional panoramic images are mostly presented as one long landscape map, so when viewing or experiencing important scenic spots, it is impossible to explore the entire scenic spot in one go, and it is necessary to search for multiple important landmarks to understand the whole scenery, and there is a lack of imagination and extended guidance, as well as a lack of aesthetic art visual stimulation and fun. Therefore, we selected important domestic city landmarks in Taiwan and reorganized the collage to construct a virtual landscape combined with a timeline transformation art style dynamic display, proposing to allow users to explore the authenticity of entering the city scenic spots and usage situations through the interactive display of the landscape and simulated experience, and highlight the aesthetics of visual art to achieve a more efficient virtual tour guide. Statistical analysis of the literature on interactive panorama art has the value of in-depth research and innovation, and then we invited domestic college students (N=117) who were classified as foreign students and native students, and whose birthplaces were mainly in the middle and south of Taiwan, to experience and fill out the evaluation questionnaire. It is expected that the results of the study will serve as a reference for future designers to develop related landscape systems and create important urban landmarks.

Keywords: 3D environment panorama technology, interactive experience, multicultural city, timeline application

誌 謝

大同學報第三十七期各篇論文，承蒙審查委員於百忙中，撥冗審查，不吝指正，使本期學報得以順利付梓，存此謹致最誠摯之謝忱。

大同學報第三十七期編輯委員會 敬啟