

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號：PEE107031

學門分類：工程

執行期間：107/08/01- 108/07/31

計畫名稱：運用樂高機器人組件進行生產物流系統模擬之教學研究

配合課程名稱：系統模擬與機器人實作

計畫主持人(Principal Investigator)：鍾武勳

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所：國立臺灣海洋大學運輸科學系

繳交報告日期：108 年 9 月 7 日

運用樂高機器人組件進行生產物流系統模擬之教學研究

一. 報告內文

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

在國內外許多交通運輸、運籌物流管理、工業工程與工業管理這些管理科學相關科系領域裡，其研究重點與教學核心很大的一部份圍繞著系統的設計、規劃、運作、控制、改善與分析等範疇。由於科系領域側重方向的不同，建構的系統一般可能是交通運輸系統、物流配送系統、碼頭裝卸系統、亦或是生產製造系統。實務上，這些實體系統建置及運作成本高昂，常達數千萬至數十億元不等，且需專業的訓練才能操作運行。故傳統上，在教授此類系統設計規劃相關課程時，由於物理條件及財務上的限制，主要授課方式以課堂原理講授輔以相關專業軟體操作進行，難以像一般理工課程可以進行小規模的實體操作實驗，僅能以專業軟體進行模擬分析，例如倉儲系統走道布置間距變寬，貨架由 14 道改為 12 道對作業效率的影響，如圖 1 所示。然而軟體的模擬分析全程在電腦上進行，許多真實世界的影響因子無法完全包含在內，仍有很大的侷限性。學生無法透過接觸實體系統的運作過程，觀察瞭解實體系統與電腦虛擬系統的差異，並且缺乏動手做與動手學的學習興趣，導致學習效果不佳。

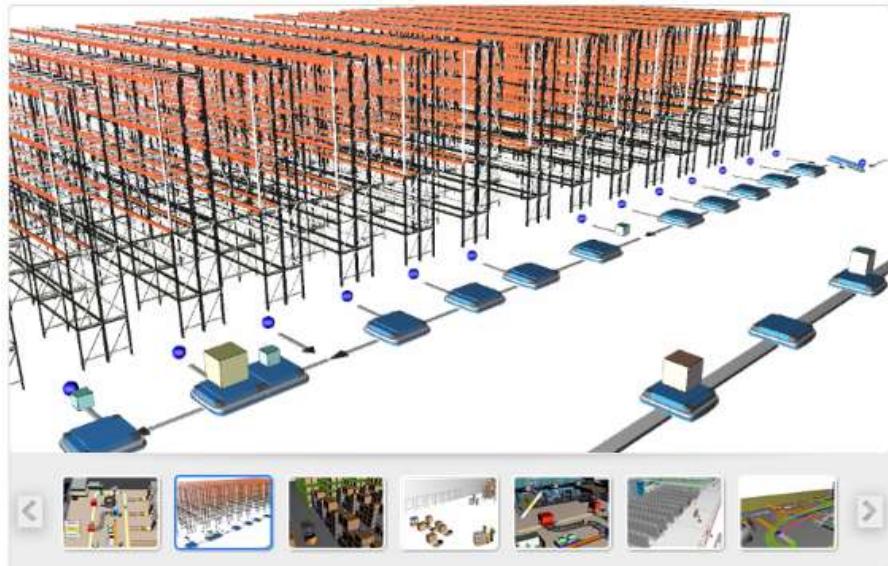


圖 1 倉儲系統模擬示意圖[1]

此外，如依循一些資金充裕的系所所採用的模式，單獨建置小型特製化的實體模擬教學或研究系統，不僅功能單一，僅能模擬生產或物流運輸環節中的某些特定功能及場景，缺乏彈性，難以改動適用於不同課程與不同教學需求，以致設備使用率低，且佔用空間龐大，價格高昂，動輒數百萬起跳，且後續維護嚴重依賴原始生產廠商，所費不貲，如圖 2 所示。用於教學之中，還須承擔因學生操作使用不當，導致設備損壞或故障停擺之風險及其所衍生的額外費用。



圖 2 對岸河北師範大學物流實驗室[2]

本人有幸於 2015 年藉由 2015ISMI 半導體智慧製造國際研討會之便，前往韓國第一理工學府 KAIST 韓國科學技術院現場參觀其工業暨系統工程學系應用 LEGO 機器人系統所建構研究與教學實驗室(如圖 3~5 所示)。據負責人 Young Jae Jang 教授介紹與現場展示，樂高 LEGO 機器人系統在教學上的應用對學生學習成效前後對照有顯著的提升，其教學研究成果發表於 *International Journal of Engineering Education* 期刊[3]，故興起將此類新式教學工具應用於國內相關科目教學使用之動機。



圖 3 KAIST 工業暨系統工程學系實驗室參觀

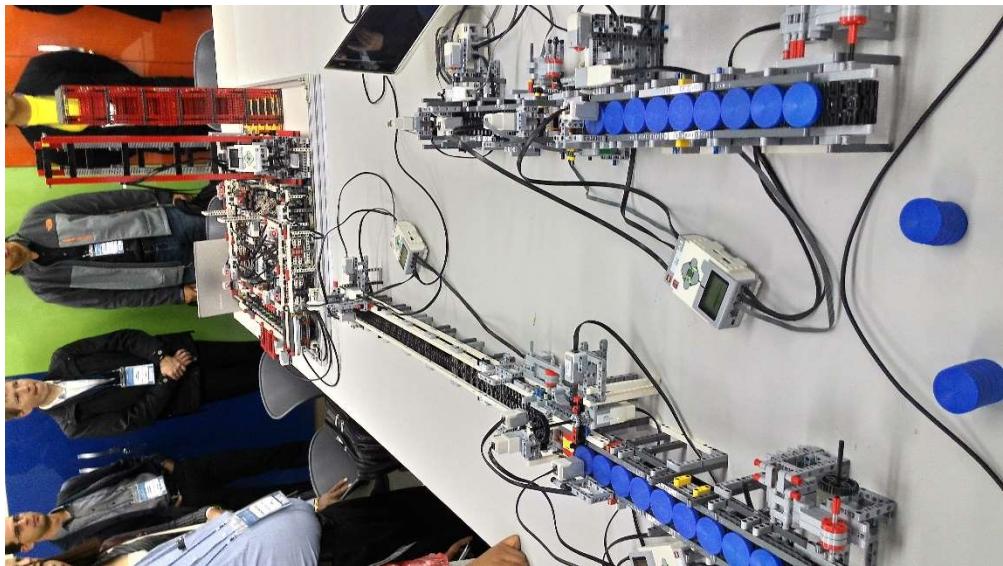


圖 4 樂高 LEGO 機器人系統組件組裝之模擬生產線

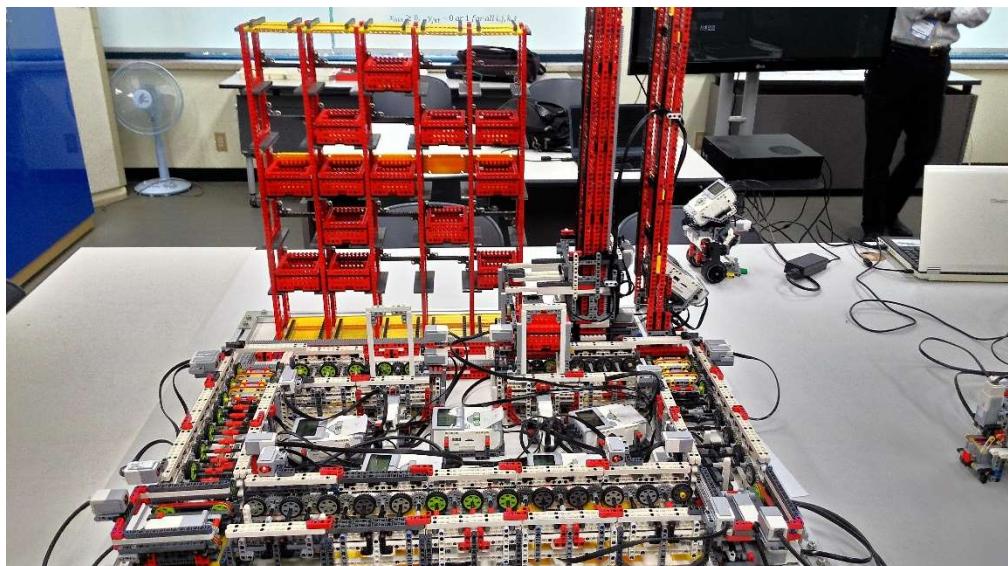


圖 5 LEGO 機器人系統組件組裝之自動化倉儲

在過去本校有限的經費支持下，2017 年初於本系利用舊有教室成立了智慧模擬教室，初步實驗性的運用 LEGO 機器人系統於系統模擬的教學之中，並獲致一定成效。然而由於資源及設備所限，且無國內無相關經驗可做依循，在教學過程中仍然充滿了許多問題與挑戰，例如 LEGO 機器人系統核心組件不足，導致學生創意受限，無法創造較為複雜的模擬系統，修課人數規模也受到一定的限制。由於舊有教室原始設計限制以及教學設備老舊，在結合智慧教學等新興教學技術授課時，均受到很大的阻礙，影響教學成效，如投影畫面切換不便，實物講解說明顯示不清，電源插座分配不足、無線網路不穩等等。有幸在教學實踐研究計畫較為充裕的資源挹注下，能夠逐步克服相關教學障礙，將此教學方式磨礪地更加完善，系統性地研究分析學習成效，形成教學模版，並能有效地推廣輻射至國內相關課程。

的教學之中。

計畫主題目的

本計畫主要針對現有系統設計規劃與分析的相關模擬課程進行教學研究，除了使用傳統模擬分析軟體外，希望運用樂高機器人組件的組合多樣性與可擴充性，使學生能夠親手設計、規劃以及創造建構一個迷你的生產、物流或運輸系統的模擬環境，激發學生學習興趣、開發學生創造力以及訓練團隊合作解決問題之能力。並且在此基礎之上，發展成教學模式模版，逐步推廣至國內類似教學課程之中。特別是針對非理工背景，機械操控及電腦程式知能薄弱之學生。

2. 文獻探討(Literature Review)

LEGO 樂高公司於 1988 年起與麻省理工學院 MIT 合作開發以教育為目的的智慧積木與機器人系統，可利用電腦程式控制以及各種標準化模組化的零組件建構出各式各樣不同功能的機器人，如圖 6 所示[4]。目前最新且較為普遍成熟的 LEGO 樂高機器人系統為 MindStorms EV3 系列[5]。國內許多中學機器人競賽或夏令營隊活動經常可見。看中此系統的創意多樣性與教學適應性，過去國外許多知名大學已廣泛應用 LEGO 機器人系統於科學工程等教學上，用以激發學生創意及學習興趣，並獲致良好成效[6-8]。

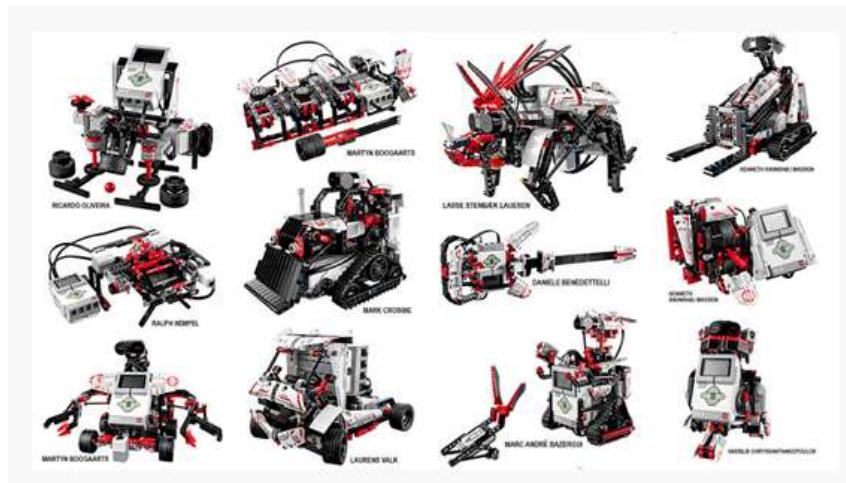


圖 6 各類不同功能的 LEGO 機器人[4]

然而過去，LEGO 機器人系統在教學上的應用主要侷限於理工科系等工程教育領域，如電機、資訊、自動控制等方面。著重在單個機器人的自主或遙控運作，例如車輛尋跡行走、堆高機搬運等等[9-12]，較為強調自主或是遙控操作程序編寫等技術層面議題，主要從工程師的角度進行教育訓練。與交通運輸、運籌物流管理、工業工程這些管理科學科系中系統設計規劃課程所強調的系統整合控制與全系統優化設計的概念與教學目的有所差異。此外，這些科系領域在國內或是國外許多歸屬於商管學院，並非工程或是資電學院，許多學生來源於社會組分組。這些學生在學

習系統設計規劃相關課程時，往往缺乏系統工程概念與整合能力，對控制程序的程式編寫能力薄弱，甚至有排斥感，造成學習此類課程時的學習障礙，以傳統方式進行教學，難以激起學習興趣，達成滿意的學習效果。

目前國內大學此類教學方法的應用在管理科學領域的教學上尚在起步階端，尚未普遍。有鑑於此，希望藉此教學研究計畫檢驗 LEGO 機器人系統應用於系統模擬教學相關課程之可用性與教學改進成效，做為未來推廣使用的參考。

3. 研究方法(Research Methodology)

本課程以 2018 年所開「系統模擬與機器人實作」課程為核心，以問題導向學習 (Problem-based learning PBL) 概念進行課程規劃設計。授課過程中引入新興的智慧教學手段，與學生討論互動，以增加課程之互動性，增進學生學習成效。其餘詳細說明如后：

課程規劃

本課程以 2018 年所開「系統模擬與機器人實作」課程教學為主，進行設計規劃，如下表所示。區分為兩大部分，前半段 (Week1~9) 教學主要以電腦模擬軟體實作為主，後半段 (Week10~18) 表內深色部分則引入 LEGO 機器人系統，幫助學生親手建構所感興趣的實體系統。首先前三週進行基礎知識、概念及原理介紹，並輔以案例說明，使學生具備基礎操作之知識。接著分別使用兩種模擬軟體，供應鏈模擬軟體(Goldratt Simulator)進行生產排程及產能配置模擬實作，以及系統流程模擬軟體(Arena)進行作業流程改善模擬實作，並請學生訪查實際案例，進行作業流程改善與分析於期中報告分享。在後半段實體系統建構時，則以 LEGO 樂高機器人系統為平台，從基礎功能介紹開始，一步步講解說明系統的操作控制，先透過教材內現有案例的模仿實作，待學生具備系統的建構與操作能力後，再組織案例的訪查與討論，激發學生發揮創意，建構感興趣的生產或物流作業系統(如無人搬運車系統、生產線系統等)，進行操作及演示，於期末進行分組競賽。

表 1 課程內容規劃表

週次	課程內容	週次	課程內容
Week 1	系統模擬基本概念	Week 10	LEGO 機器人系統基礎功能介紹
Week 2	機率與統計回顧	Week 11	控制程式撰寫說明與實作
Week 3	等候理論介紹與案例說明	Week 12	LEGO 機器人系統案例實作練習
Week 4	供應鏈模擬軟體基礎操作與練習	Week 13	LEGO 機器人系統案例實作練習
Week 5	不同供應鏈結構情境模擬	Week 14	系統設計案例訪查與討論
Week 6	系統流程模擬軟體基礎操作與練習	Week 15	系統硬體搭建
Week 7	系統流程案例訪查與討論	Week 16	系統軟體程序編寫
Week 8	系統流程案例模擬實作	Week 17	系統整合測試
Week 9	期中報告	Week 18	期末競賽

教學方法

LEGO 樂高機器人系統特點

本教學研究主要採用的機器人設備為 LEGO 樂高機器人 MindStorms EV3 系列核心組，內含一個可程式化控制器、兩個大型伺服馬達、一個中型伺服馬達、兩個觸碰感應器、一個顏色感應器、一個陀螺儀感應器、一個超音波感應器以及其他塑膠機構積木組件，如下圖所示。



圖 7 LEGO 樂高機器人 MindStorms EV3 系列核心組[5]

如前圖 6 所示，透過各種標準化模組化的零組件排列組合，可建構出各式各樣不同功能的機器人，這對不同課程不同的教學需求提供極大的適應性。由於各個部件高度標準化，相較於特製化百萬起跳的教具或系統，部件成本極為低廉。除控制器、伺服馬達及感應器等核心部件以千元計價外，其餘塑膠機構零件數十個一包以百元計價。除了原廠或代理商可訂購取得外，在二手市場流通量也極大，無須過多地依賴廠商後續的技術支援維護，這個對於日後的維護使用提供很大的便利。

在操作使用部分，除了控制器原始內建簡單的可程式化功能外，原廠提供了電腦與行動平台均可免費下載操作的程式編程軟體 EV3 Programming Software。如下圖所示，此編程軟體基於 LabView 架構所設計，有別於以往電腦程式一行一行逐字

編寫的方式，全部採視覺圖形化進行編程作業，大大的降低學習者的學習障礙與排斥感。除了內建有詳盡的多媒體文字影音操作說明，網路上亦有大量的中英文文字影音教學材料可取得，對學生與老師的學習門檻大幅降低。特別是過去缺乏工程技術背景，電腦程式語言訓練薄弱之學生，圖形化的操作介面，除了可減低學習障礙與恐懼感外，還可訓練其程式編程如迴圈、判斷等基礎邏輯概念。編程軟體與機器人系統的連結可採有線、無線 WIFI 或藍芽方式連結，電腦或手機平板等移動平台均可操作，教學使用十分方便。若要進行難度更高課程或研究，還可以 MATLAB 或是 C 語言進行更高階的操作設定。

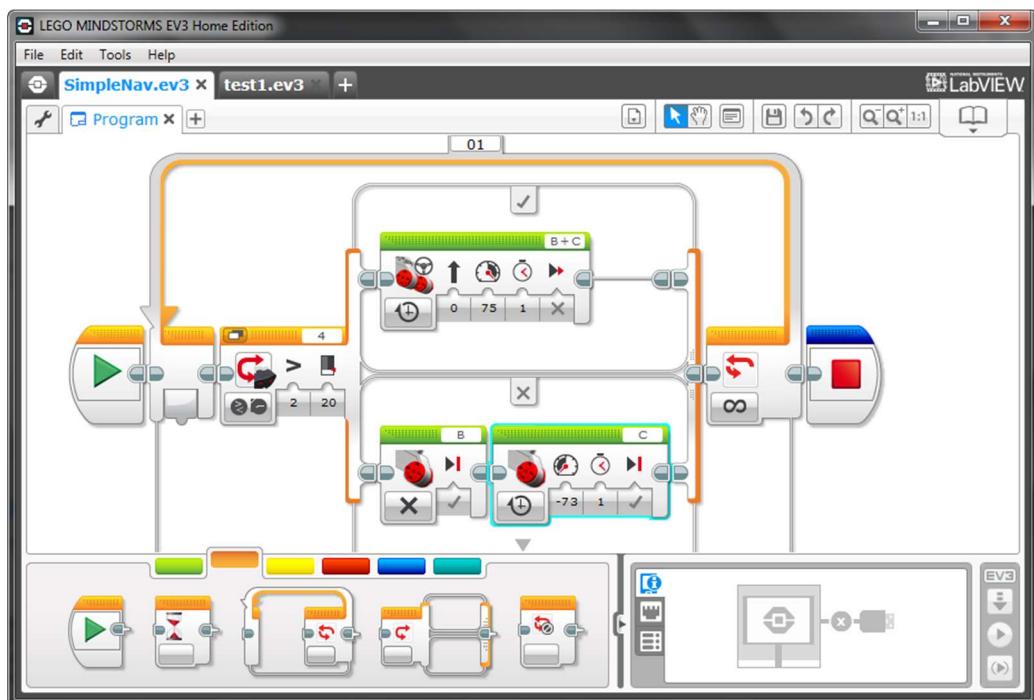


圖 8 LEGO EV3 Programming Software 編程軟體介面

問題導向學習（Problem-based learning PBL）

由於系統設計規劃模擬分析這類的課程是屬於實務應用導向非常強的課程，著重在解決產業實務的現實問題，並無標準答案與解方。因此，本課程引入部分問題導向學習（Problem-based learning）的技巧與方法，在每個階段基本知識原理講授完畢後，設計一個真實世界的系統規劃個案問題供學生進行課堂分組討論，利用所學之技術方法提出解決方案，各組進行交流與分享，相互學習刺激，培養學生主動學習、批判思考和問題解決能力。過程中，老師主要擔任問題討論引導，技術諮詢協助的角色，著重學生自主學習解決問題。各週課堂個案問題學習過程舉例說明如下：

Week 3: 銀行前台服務系統排隊問題，分組討論解決方案，計算分析，課堂報告分享。

Week 5: 不同供應鏈型態生產系統排程問題，分組討論與計算分析，課堂報告分享。

Week 6~9: 學生自行訪查生產或是服務系統個案，發掘問題，提供解決方案，進行電腦模擬分析，期中報告分享。

Week 14~18: 學生自行訪查生產或是服務系統個案，利用 LEGO 機器人系統自行設計建構系統模擬，發掘問題，分析比較，期末報告分享。

智慧教學與實作教學

由於現今世代年輕人自小即生活在網路資訊的世界，對於傳統充滿大量文字一對多的單向口頭課程講授方式，收效不佳。故此課程內容強化從做中學，使學生統整過去以及本課程上課所學知能，並整合運用於問題的解決。課程中將大量安排課堂實作部分的比例，以期達到課中即學會的效果，以便各分組能順利完成課後作業及報告。

此外，本課程盡可能地運用充滿圖片、影音之數位多媒體材料及多種數位資訊平台進行課程講授，與學生討論互動，以增加課程之互動性，增進學生學習成效。例如學生能使用手機或電腦利用 TronClass 課程平台上傳及下載課程教材與繳交作業及評分；利用 LINE 公告課程相關資訊並與學生進行課程內容討論；利用 Zuvio 進行隨堂測驗及分組報告互評等。

評量方式

成績評量分配比例為課堂參與 10%，作業 30%，期中報告 30%，期末競賽 30%。課堂參與作業成績主要由老師學生課堂表現及繳交作業內容評分。期中報告及期末競賽則納入同儕互評機制，當中 50%的比例由所有同學以手機投票評分，過程中將利用 Zuvio 平台進行互評，及時呈現互評結果，增加課堂互動與學生參與感，並對自我完成作品增加認可度。

研究架構

如前「課程規劃」所述，課程區分為兩大部分，前半段 (Week1~9) 教學主要以傳統的電腦模擬軟體實作教學為主，後半段 (Week10~18) 引入 LEGO 機器人系統，實體系統建構實作教學。教學過程引入數位智慧教學之工具方法，並全程錄影供教學改進以及後續教學回饋分析使用。最終兩階段教學的記錄以及回饋資訊將進行統整分析，如下圖所示，細部說明分述如后。

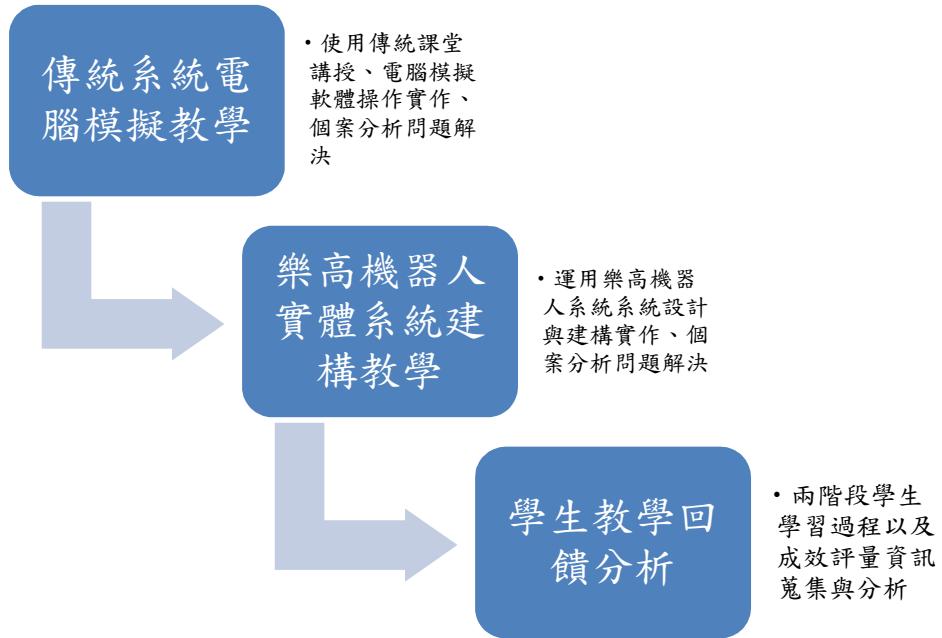


圖 9 研究架構示意圖

研究假設

本教學研究基本研究假設為管理科學相關科系（如交通運輸、運籌物流管理、工業工程與管理等科系等）學生很大比率為商管背景，或是高中社會組組別，工程技術相關知識及能力較為薄弱，以致缺乏動手做解決問題的工程技術能力，無法有效解決此領域專業系統整合、設計、分析等實務問題。透過課程訓練，能強化過去欠缺的工程技術能力，跨越電腦語言程式之類的學習障礙，初步具備動手解決系統整合、設計、分析等實務問題之能力。

研究對象

本教學研究課題針對對象主要為管理科學相關科系（如交通運輸、運籌物流管理、工業工程與管理等科系等），專業需建構系統整合概念者，且過去非資訊、電機、自控等背景，電腦語言程式訓練薄弱較缺乏興趣之學生。因課程內容包含電腦模擬分析，故過去最好修習過機率統計等相關課程，具備機率統計基礎知識。因本課程為選修課，故選修學生不限於前述背景，本次修課學生共計 9 名，共區分成 4 組，每組 2~3 名同學。學生組成分別為大二 3 名，大四 4 名，大陸交換生 2 名。學生知識背景組成如下圖所示，理工背景、人文社會商管及無特定屬性者分別各佔 1/3。

你過去的知識背景及學習歷程偏向於下列哪種?

9 則回應

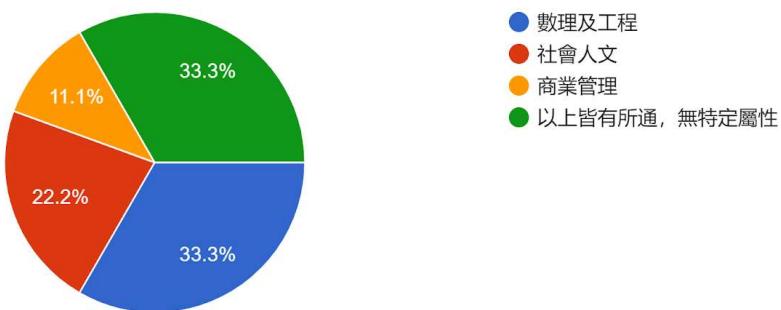


圖 10 學生知識背景組成

教學使用資源

- LEGO 機器人 EV3 系統核心組 13 組 (含新購)。
- 系統操控教學使用電腦 2 台 (教學說明 1 台, 系統操控 1 台)。
- 投影機 2 台 (教學說明 1 台, 系統操控展示 1 台)。
- 筆記型電腦或行動裝置至少 4 台, 由學生自行攜帶 (每組至少需 1 台, 需具備藍芽連線功能)。
- 實物投影機 1 台 (系統操作說明使用)。
- LEGO 機器人 EV3 編程軟體 1 套。
- 教室無線網路環境。

研究方法及工具

本教學研究採用方法、實施程序及資料蒐集分析 分述如下：

實施程序

在開始授課前，將提供學生「教學研究計畫告知說明書」，告知個人參與教學研究計畫之相關資訊與個人權益，並徵求同意。之後將依前面「課程規劃」與「教學方法」所述進行授課，授課過程中，全程錄影錄音，除可瞭解自身授課缺失與不足外，並用以觀察學生上課專注度、分組討論、互動交流情況等直觀教學反應現象。在課間及課後時間，透過 TronClass、LINE 及 Zuvio 等數位資訊平台，即時了解學生學習狀況，修正教學內容及方式。另外，期中及期末也以 Google Form 設計教學問卷，發掘教學問題，了解學生實際學習成效，供教學改進參考。

資料處理與分析

課程影音資料部分以團體教學過程記錄為主，不凸顯特定個人，將請學生兼任助理進行剪輯編排及後製，凸顯個人標記的部分，將儘量予以剪輯刪除，不對外公

開。老師授課部分資料，配合教育部計畫需求，內容上傳網路，授權向特定群體公開。分析部分也將請學生兼任助理記錄統計影片中學生上課專注度、分組討論、互動交流情況等教學反應。

課程問卷資料部分，以 Google Form 採不記名調查，無個人標記，將請學生兼任助理進行統計分析，以圖表方式綜合呈現學生學習狀態及成效，供未來教學改進參考，以及同儕教學交流分享。

4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

如前所述，本課程教學過程涵蓋有基礎操作的說明、系統硬體建構練習、控制程式撰寫、系統測試練習等。系統基本元件介紹完畢後，以簡單的無人車開始示範元件組合後的基本操作，以及控制程式的解說，如圖 11 所示。



圖 11 課堂基礎操作說明

基本操作分階段示範說明後，將同學分組，各組各自操作練習。同學練習過程中，巡視各組操作學習狀況，並當場解決同學學習問題。在各組操作練習的學習過程中，可讓同學學習到硬體建構、軟體程式控制、到系統測試完善的完整系統建構過程，如圖 12~15 所示。



圖 12 課堂操作練習實況 (1)



圖 13 課堂操作練習實況 (2)

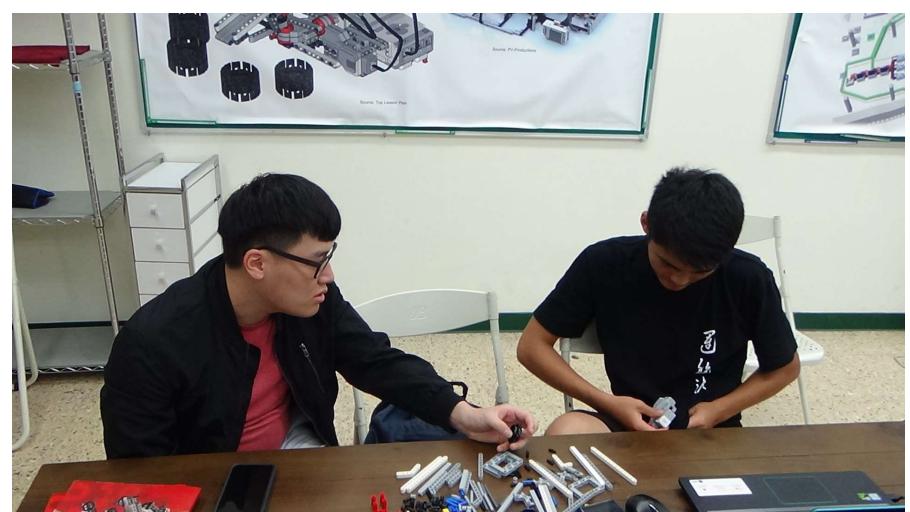


圖 14 課堂操作練習實況 (3)

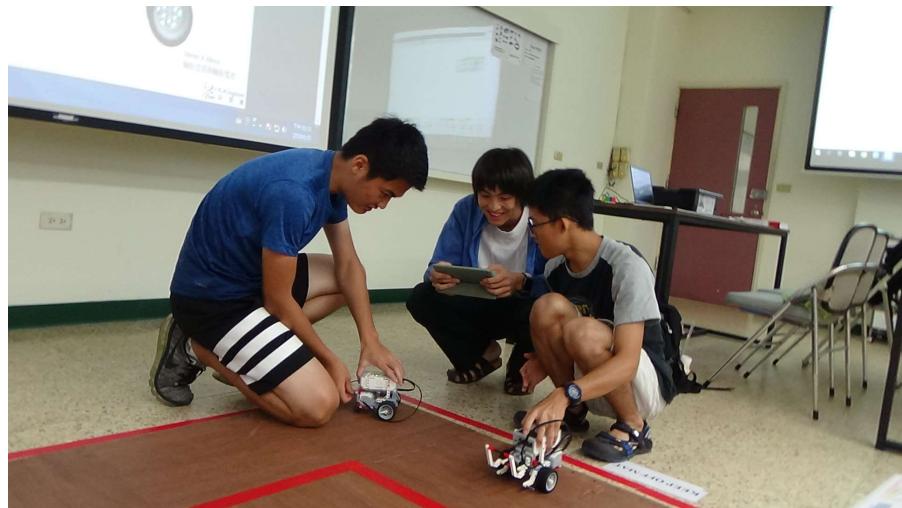


圖 15 課堂操作練習實況 (4) - 系統測試

在 LEGO 的作業練習設計方面，在學生具備基礎知能後，除了平常的課堂練習外，主要包含有一次的 homework 作業與最終期末報告的課堂作品展示。讓同學先從模仿學習開始，最後達成自主創新的目的。homework 作業的設計以原廠的教材及課本教材的範例為主，請同學先參照感興趣的教材範例，一步一步的模仿複製範例作品，完成最終測試，於課堂上展示。以下為同學參考教材範例完成 homework 作業的部分作品，牽引車與陀螺工廠，如圖 16 及 17 所示。



圖 16 學生 homework 作業作品-牽引車

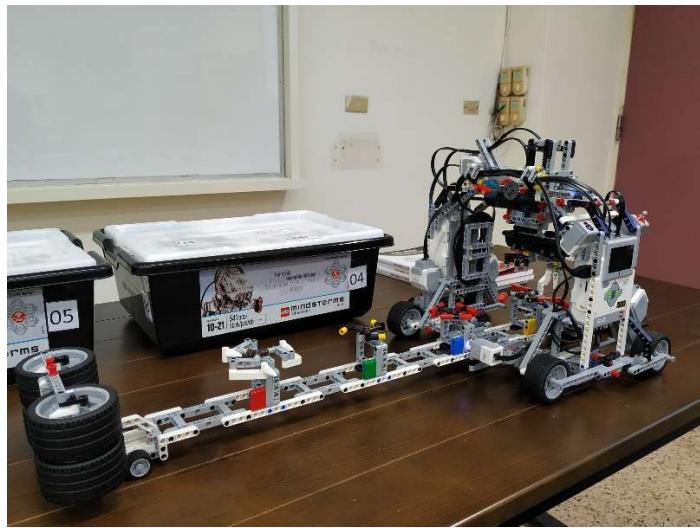


圖 17 學生 homework 作業作品-陀螺工廠

在期末報告的部分，則要求同學上網尋找感興趣的 LEGO 作品，特別是與運輸物流相關的作品，完成自主創造的學習，於課堂上展示。由於缺乏教材完整的步驟指引，同學必須具有更強的創新創造能力才能完成期末作品。最終期末作品展示的成績，由其他同學共同評定，老師僅做講評不參與評分，增加同學的參與感與學習興趣。以下為同學期末報告的部分作品，魔方機器人與自動化倉儲，如圖 18 及 19 所示。

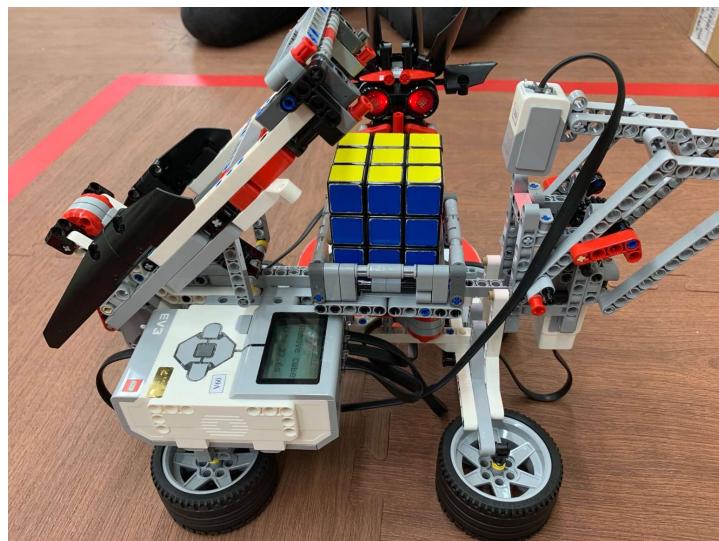


圖 18 學生期末作品-魔方機器人

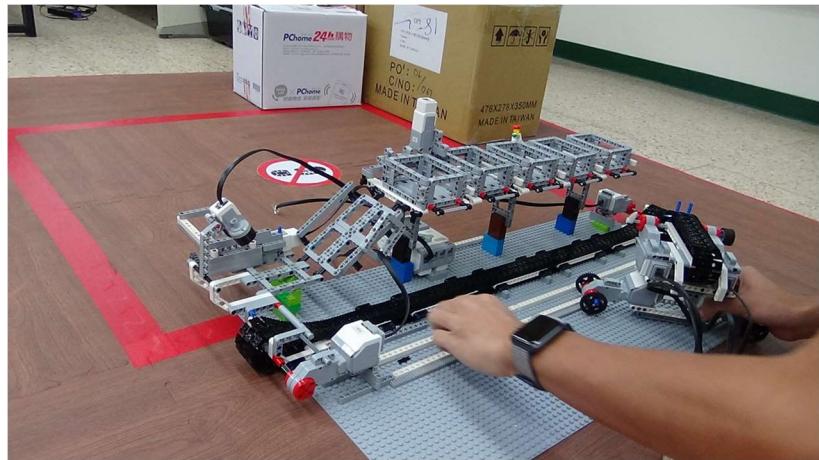


圖 19 學生期末作品-自動化倉儲

(2) 教師教學反思

本課程教學情況整體滿意度相當高，但受限於教室場地以及教具設備數量，最多僅可容納 15 人左右。若要增加教學人數，教室場地以及教具設備數量均需要做一定的擴容，相較其他課程，需要較大的設備投資。另外，本課程教學過程中，有大量的操作練習，考量到教學品質，需配置較多的教學助教才能順暢運作。故由於軟硬體的限制，運用樂高機器人組件進行實際教學雖有良好的教學成效，但較適合中小規模的班級人數實施。

(3) 學生學習回饋

透過樂高 LEGO 機器人系統教學後，學生的學習回饋不管在專業能力的學習培養成效(如模擬概念、系統控制、程式撰寫等)、課程整體學習成效與課程整體評價方面，均有不錯的回應。專業能力的學習培養成效有將近 9 成持「好」以上的正面評價。課程整體學習成效則有 1/4 持「非常好」的評價，其餘 7 成 5 均持「好」的正面評價。而在課程整體評價方面也有將近 9 成持「好」以上的正面評價，如圖 20~22 所示。

你覺得本課程樂高系統的操作練習對你...程式撰寫等)的學習與培養成效如何?
9 則回應

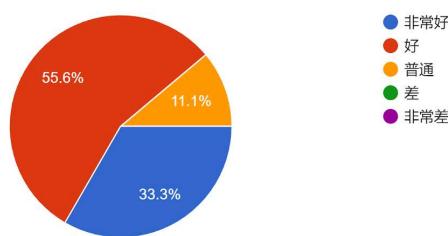


圖 20 期末教學問卷調查結果-專業能力的學習培養成效

你覺得自己對整體課程的學習成效如何?

8 則回應

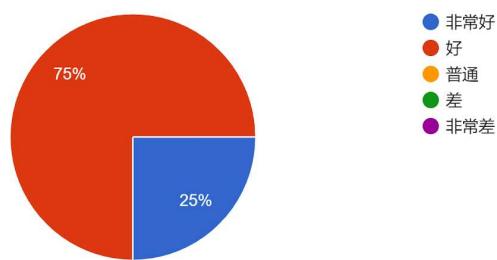


圖 21 期末教學問卷調查結果-課程整體學習成效

你對本課程課程整體評價如何?

9 則回應

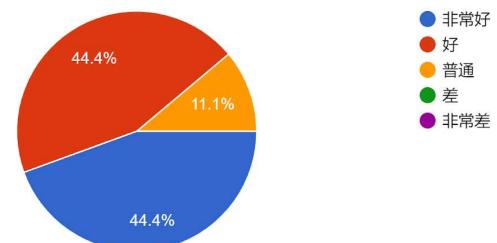


圖 22 期末教學問卷調查結果-課程整體評價

二. 參考文獻(References)

1. Createasoft, 2018, Retrieved: 20 Jan 2018, <http://www.createasoft.com/logistics-simulation>
2. 河北師範大學物流實驗室, 2018, Retrieved: 20 Jan 2018, <http://jgsy.hebtu.edu.cn/web/product/showproduct.php?lang=cn&id=26>
3. Jang, Young Jae, and Vina Sari Yosephine. "LEGO Robotics Based Project for Industrial Engineering Education." INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION 32.3 (2016): 1268-1278.
4. Instructables, 2018, Retrieved: 20 Jan 2018, <http://www.instructables.com/id/EV3-Tricycle-Figure-8-Rider/>
5. LEGO, 2018, Retrieved: 20 Jan 2018, <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>
6. Nagchaudhuri, Abhijit, et al. "LEGO robotics products boost student creativity in

precollege programs at UMES." *Frontiers in Education*, 2002. FIE 2002. 32nd Annual. Vol. 3. IEEE, 2002.

7. Mosley, Pauline, and Richard Kline. "Engaging students: A framework using LEGO robotics to teach problem solving." *Information Technology, Learning, and Performance Journal* 24.1 (2006): 39.

8. Danahy, Ethan, et al. "Lego-based robotics in higher education: 15 years of student creativity." *International Journal of Advanced Robotic Systems* 11 (2014).

9. 2018 年 工 業 機 器 人 競 賽 , 2018, Retrieved: 20 Jan 2018,
<https://bhuntr.com/tw/competitions/competitivealias4760071499065029>

10. Gomez-de-Gabriel, Jesus M., et al. "Using LEGO NXT mobile robots with LabVIEW for undergraduate courses on mechatronics." *IEEE Transactions on Education* 54.1 (2011): 41-47.

11. Gerecke, Uwe, and Bernardo Wagner. "The challenges and benefits of using robots in higher education." *Intelligent Automation & Soft Computing* 13.1 (2007): 29-43.

12. Panadero, Carmen Fernández, Julio Villena Román, and Carlos Delgado Kloos. "Impact of learning experiences using LEGO Mindstorms® in engineering courses." *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE. IEEE, 2010.

三. 附件(Appendix)

課程期末問卷內容：

教學內容

課程後半段樂高實作部分

1. 電子郵件地址 *

2. 你覺得本課程樂高實作部分的實用性如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

3. 你對本課程樂高實作部分的興趣程度如何？

單選。

- 非常高
- 高
- 普通
- 低
- 非常低

4. 你覺得本課程樂高實作部分的難易程度如何？

單選。

- 非常困難
- 困難
- 普通
- 簡單
- 非常簡單

5. 你對本課程樂高實作的哪個部分操作使用上有困難？

(可複選)

- 結構組合
- 機械結構建構(如齒輪、傳動等)
- LEGO EV3 Education 軟體操作
- 控制程式撰寫
- 脫離模仿，新物件創新
- 其他： _____

6. 你覺得本課程樂高控制程式操作部分的講授內容是否充足？

單選。

- 非常充足，不太需要增加
- 充足，剩餘不足處自行摸索或再請教老師助教即可
- 尚可，剩餘不足處自行摸索或再請教老師助教即可
- 不足，可再酌量增加
- 非常不足，需再多多增加

7. 承上題，若有不足之處請具體指出那個部分或是提供具體建議。若是沒有請寫無。

8. 你對本課程樂高實作部分的講授內容及講義材料整體評價如何？

單選。

- 非常滿意
- 滿意
- 普通
- 不滿意
- 非常不滿意

9. 你覺得本課程目前在整體內容安排上有何不足之處？有甚麼具體建議？若沒有請寫無。

教學方式

課程後半段樂高實作部分

10. 你覺得目前課程在課堂的講授說明是否清楚易懂？

單選。

- 非常清楚
- 清楚
- 普通
- 模糊
- 非常模糊

11. 你覺得目前採用學生分組練習操作的上課方式學習成效如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

12. 你覺得目前上課所採用先講解後分組練習的教學方式學習成效如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

13. 你覺得目前上課說明講解及練習操作的時數配置如何？

單選。

- 時數配置適當
- 說明講解時數太少
- 練習操作時數太少
- 說明講解及練習操作時數都太少

14. 你覺得課程目前的課堂練習、作業及期末報告困難程度如何？

單選。

- 非常困難
- 困難
- 普通
- 簡單
- 非常簡單

15. 相較於傳統程式撰寫文字行列的方式，你覺得課程樂高控制程式圖示化介面的操作練習，對於你學習電腦程式邏輯的建構效果如何？

單選。

- 非常好，簡單易懂易操作
- 好
- 普通，無明顯差別
- 差
- 非常差，沒太大幫助

16. 你覺得目前本課程樂高實作的哪個部分操作使用上說明較不清楚？

(可複選)

- 結構組合
- 機械結構建構(如齒輪、傳動等)
- LEGO EV3 Education 軟體操作
- 控制程式撰寫
- 其他：_____

17. 你覺得本課程目前在教學方式上有何不足之處？有甚麼具體建議？若沒有請寫無。

自我評量

課程後半段樂高實作部分

18. 你過去的知識背景及學習歷程偏向於下列哪種？

單選。

- 數理及工程
- 社會人文
- 商業管理
- 以上皆有所通，無特定屬性
- 其他：_____

19. 你過去是否學習過機器人的相關課程？

單選。

- 是
- 否

20. 你過去學習電腦程式的學習成效如何？

單選。

- 學習得非常好
- 學習得很好
- 學習得普通
- 學習得很差
- 學習得非常差
- 完全沒學習過電腦程式

21. 你平均每週花多少時間在課程的作業與學習上？

單選。

- 0小時
- 1~2小時
- 3~4小時
- 5~6小時
- 6小時以上

22. 你目前對分組組員作業與學習的參與程度滿意程度如何？

單選。

- 非常滿意，組員用心盡責
- 滿意，組員還算盡責
- 普通
- 不滿意，組員蠻混的
- 非常不滿意，組員幾乎都不參與

23. 你覺得本課程樂高系統的操作練習對你專業能力(如模擬概念、系統控制、程式撰寫等)的學習與培養成效如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

24. 承上題，若覺得自己目前對課程整體學習成效不佳，自評原因為何？(若學習狀況良好可跳過本問題)

(可複選)

- 個人學習能力差
- 個人專業程度不足
- 個人努力程度不足
- 個人興趣不足
- 課程內容太困難
- 老師授課說明不清楚
- 樂高實際操作太複雜
- 其他：_____

25. 你覺得自己在本課程目前最大的學習障礙為何？若沒有請寫無。

課程整體評量(期中+期末)

包含課程前半段軟體模擬以及後半段樂高實作部分

26. 你覺得本課程內容(軟體模擬與樂高實作)時數安排是否適當？

單選。

- 時數安排很適當
- 軟體模擬時數過長，樂高實作時數過短
- 軟體模擬時數過短，樂高實作時數過長

27. 你覺得自己對整體課程的學習成效如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

28. 你對本課程課程整體評價如何？

單選。

- 非常好
- 好
- 普通
- 差
- 非常差

29. 如果有機會的話，你是否會向其他同學推薦本課程？

單選。

- 是
- 否

30. 請寫下你對本課程的建議或是給老師的留言，若沒有請寫無。
