

中國文化大學教師教學創新暨教材研發獎勵期末成果報告書

壹、計畫名稱：教育機器人系列01樂高NXT機器人教材研發計畫

貳、實施課程、授課教師姓名：教育機器人教學實務與應用、柴昌維

參、前言

本計畫研發教育機器人系列教材，撰寫樂高NXT機器人教學教材，並實際運用至教育機器人教學實務與應用的課程進度中，提升學生學習教育機器人技巧，並將學習的成效實際至教學場域進行教學實習，並帶領學生參與全國機器人競賽，透過實際體驗競賽的經驗，強化學習的成效。

肆、計畫特色及具體內容

1. 機器人教學

(1) 機器人教學定義

世界各國皆挹注大量資金與政策在智慧型機器人產業的開發領域，而教育型機器人便是其中一發展的領域(資策會，2011)，運用教育型機器人來進行教學，以輔助老師傳遞教材知識、協助學生理解學習內容，進而提升整體教學成效，即可稱為機器人教學(Benitti, 2012)。與傳統教學模式著重於集體式教學，屬較易實施教學方法，以老師課堂上講解為主，學習為輔，缺少學生的參與，師生互動性較少，無法立即評鑑與診斷學生學習的成效，等到階段性測驗後才可方知，且學習的資料來源是老師或老師準備教學教材(Farivar,1958;蔡振昆，2001)，然而運用機器人在課堂教學具有互動性高、可實際操作、操作過程彈性、操作結果具體可見等優點，不僅更符合學生的認知理解能力，也能藉由新穎的機器人教材教具，激發學生的學習動機(張玉山，2015)。機器人也是學習多元知識的媒介，除了科學、科技、工程、數學等學科知識外(Liu, Newsom, Schunn, &Shoop, 2013)，更可透過任務的解決歷程，培養學生的溝通合作與問題解決能力(Dilek, Adem, Hüseyin, 2011)。

依據機器人在教學過程中所扮演的角色，可將機器人教學分為以下五種類型(Chuang, Huang, Lin, Huang, 2010)，研究計畫內容依機器人輔助教學類型為主：

- A. 機器人學科教學(Robot Subject Instruction, RSI)：將機器人視為一門學科或課程以供學生作為學習內容。
- B. 機器人輔助教學(Robot-Assisted Instruction, RAI)：以機器人做為進行相關教學活動的主要教學媒體或工具，如資訊、數學、理化、自然科學等相關課程之教學，以機器人作為教學媒介。
- C. 機器人管理教學(Robot-managed Instruction, RMI)：將機器人的自動化特性應用於教育領域，諸如教學管理、成績事務管理、財務管理、人事管理、設備管理等。
- D. 機器人代理事務(Robot-Represented Routine, RRR)：以機器人取代人力，從事打掃校園、呈現教學影音內容等例行事務。
- E. 機器人主導教學(Robot-Directed Instruction, RDI)：機器人位於整個教學活動的主導地位，為機器人教學的最高階應用。

本研究探討主軸較符合機器人教育當中的機器人輔助教學(Robot-Assisted Instruction, RAI)。

(2) 機器人教學現況

國外推行機器人教育的年代已久，機器人在教育領域運用廣泛，機器人教學階段分為學前教育(preschool education)至高等以上教育(higher education)皆有相關研究與運用。有部分學者偏向將機器人視為教學工具或媒介，著重於探討如何運用機器人來提升教學效益與學科知識之學習成效(張玉山，2015)，從1998年樂高公司與麻省理工學院媒體實驗室(Media Lab, MIT)合作開發LEGO Mindstorms RCX 機器人教育套件後，電腦樂高已可利用樂高積木與電腦結合做為教具，突破了傳統機器人套件的限制，進而發展出科學教育機器人課程，透過課程的設計，學習者透過動手操作過程中，學習到機械、電腦控制、科學及程式控制的原理，結合日常生活中的知識，以團隊合作的方式，開拓學習者的科學領域、邏輯思考、創造力及團隊合作的能力及程式觀念之建立(蕭佳明，2011)。經由麻省理工學院媒體實驗室在教育現場的研究發現：透過課程設計的活動，結合電腦程式，控制所創造的積木模型，訓練學生從實際動手做的過程中，學習到機械原理、電腦控制和程式邏輯等科學相關知識，結合日常生活的科學常識，從生活化、具體化、活潑化的引導方式中，

學習推理思考、問題解決、創造發明、團隊合作，可以開拓學生的科學領域、邏輯分析及程式觀念的建立、激發學生對科學濃厚的興趣，並充實學校科技教學課程，讓教學活潑化、學習趣味化(洪秋萍，2005)，讓編寫程式不再是複雜與遙不可及，因此，越來越多的學校老師使用 LEGO Mindstorms 機器人教育套件，進程式設計教學。

國內機器人教育推行時間較慢，可提供的機器人教育選擇教具與教材不多(張玉山，2015)，以樂高(LEGO)公司 Mindstorms 系列之應用最為廣泛，樂高(LEGO)公司 Mindstorms 系列發展至第三代 EV3，第一代 RCX 系列推出時間較久遠，故教學現場應用與研究較少，例如將 RCX 系列做為教學媒介，輔助在國小學童創意學習與問題解決能力歷程上應用(施能木，2004)。近期機器人教學皆以 NXT 系列與 EV3 系列為主，在科學教育領域之研究成果豐碩，大致可分為以下四種(張玉山，2015)：

- A. 以 NXT 機器人做為課程內容的學習工具。包括：樂高機器人輔助學生學習程式設計與電路實作之成效研究(許雅慧，2005；曾義智，2006；謝亞錚，2009；吳庚軒，2010；王裕德、陳元泰、曾鈴惠，2012)、機器人教學提升學生科技創造力之研究(趙貞怡，2013；林育沖、黃能堂，2007)、以智慧型機器人做為真實數學學習工具之研究(簡清華、陳雅萍、葉國平，2009)、以機器人教學提升英語學習成效之研究(徐麗真，2011；陳振民，2013)。
- B. 以機器人做為提升學習動機、科學態度與團隊合作能力之輔助工具。包括：應用 LEGO Mindstorms 主題探究活動提升國小學童問題解決能力與科學態度(蔡錦豐，2009)、透過操作樂高機器人提升學生之人際關係、情緒管理與團隊合作能力(紀又綾，2012；曾吉弘、蘇珊筠、蔡宛庭、康仕仲，2012；趙貞怡，2013)。
- C. 以機器人做為教師的教學夥伴以及學生的學習代理人。包括：結合史賓機器人與 LEGO 組裝套件教具之可程式化機器人於教室做為教學夥伴之應用研究(游鎮嘉，2006；石兆芬，2007)、以樂高機器人做為混合實境學習環境中之代理人與學習夥伴(紀又綾，2010)。
- D. 以機器人為課程規畫之主題，設計相關活動教案與教材。包括：樂高機器人多媒體教材設計、發展與可用性評估(郭展馨，2009)、為特殊學生所發展之互動式機器人教學系統(蔡政宏，2011)、針對學生主動探索學習與問題解決能力的樂高機器人課程設計原則之探究

(李鎮亦，2012)。

2. 動手做學習文獻探討

(1) 建構主義(Constructivism)

建構主義的教學理論在近年來無論國內外都大受教育學者的推崇喜愛，它主張教學是以學習者為中心，由學習者主動建構所需的知識，而非被動地接受教學者已準備好的學習架構。建構教學理論將認知學習活動加以拓展，應用於真實學習情境之中，讓學習者主動建構知識的學習概念，並參與融入於知識的社會架構當中，培養解決問題的能力(楊宗敏，2009)。

建構主義的意涵在於把教學的核心轉移到知識學習的本身，建構主義以「人」為出發點，強調個體的認知是主觀建構的本身，建構主義可劃分依據影響學習情境，大致可分為下列三種：

- A. 個人建構主義(trivial constructivism)：「知識是認知個體主動建構，不是被動的接受或吸收」(Osborne, R. J., & Wittrock, M. C., 1983)。此建構主義認為知識是由學習者主動建構而來，所有的知覺和判斷都會受到學習者個人生活背景和態度影響，強調學習者個人主動求知和探索的動機。
- B. 急進建構主義(radical constructivism)：「認知的功能適應，是個人經驗的合理化，不是用來發現真理」(Von Glasersfeld, E., 1984)。知識的形成是由學習者經驗的合法化，強調由學習者個體的主觀經驗建構個體的知識，反映個人經驗與現實，以適應生活環境，不是用客觀的方式來記憶知識(張世忠，2000)。
- C. 社會建構主義(social constructivism)：「學習者經由與他人的共同磋商與互動，以達成一種共識」(Rogoff, B., 1990；Vygotsky, L. S., 1978)。強調個人的建構知識在於社會人文、環境、文化下建構，所建構的知識與社會上息息相關。

(2) 建構論(Constructionism)

建構論(Constructionism) 是由 Papert 所提出的學習理論，它是 Papert 延續修正皮亞傑的建構主義 (constructivism) 而提出的，建構論特別強調：學習者從經驗中主動建構知識；當學習者熱衷於對個人具有意義的事物時，學習者對新知識的建構是特別有效率。

建構論的基本理念是「從做中學、學中做」，強調學習者要從事創作外在的或可與人共享的作品。

學習者所從事的活動並非都可以算是學習的活動，最重要的是此項活動要具備豐富的學習內容（learning-richness）的本質。在運用機器人套件過程中，學習者不僅要建構自己的知識之外，更需要動手操作機器人及作品，以達到學習之目的。

(3) 實用主義

在十九世紀與二十世紀初的美國，實用主義逐漸崛起，這開創出美國獨特的哲學思想。實用主義的著名代表皮爾士和詹姆士，皮爾士是實用主義的開創者，他主要致力於對邏輯學的研究與建立信念理論。詹姆士為實用主義的發光者，他將零碎的、散亂的經驗串聯成一個統一的整體，使整個對象世界成了一個統一的、純粹的經驗的世界(謝建全等，2004)。

杜威也是實用主義的代表人之一，杜威接受了皮爾士及詹姆士的觀點，將經驗定義為有機體與環境之間的相互作用，經驗也是一種動態的歷程，人類的心靈與所有行為，包含文化、信仰與社會等，都在經驗的範圍之內。杜威曾提過：「教育為生活所必需」，「生活由傳遞而自新」。教育與生活是息息相關的，因有教育，生活顯得更有意義；因有生活，教育顯得更有意義(謝建全等，2004)。

杜威強調教學必須從學生的經驗出發，重視學生學習的主動性，主張在學生的學習過程中，應該避免過多的干預，將教學的重心從教師的身上轉移到學生身上，杜威在經驗主義教育理念中主張教學時應注重教學內容須與實際日常生活相結合，強調動手做、與從問題解決中學習可以培養學生良好思考的習慣(謝建全等，2004)。由杜威倡導從「做中學」的觀點來看，動手做科學，並從中去發現問題的解答方法是教育中非常重要的一環，創意機器人與動手作科學提供學習者動手做的學習環境與機會。

(4) 體驗式學習

體驗學習(Experience Learning)一書中指出：學習是經驗的轉換，以及知識創造的過程(Kolb, 1984)。體驗式學習的特質可大致區分為以下六點(陳如山，1998；Kolb, 1984)：

A. 學習重在過程，不在結果

體驗式學習主張學習取決於思考元素累積之多寡，重在過程的有效性和持續性，而非大量的強迫灌輸。因此，學習是過程，不是產物。

B. 學習透過體驗的連續過程而來

經驗是不斷累積而來，每個新經驗都是從舊經驗中延續發展而成，也必會影響後續經驗的產生。於是，在反覆的期待與經驗交互作用之下，學習自然而然的發生了。

C. 學習過程中會產生對衝突的解決

如同 Piaget 認為：調適與同化的過程，才是認知發展的原動力。體驗學習強調具體經驗與抽象概念的衝突，及觀察與行動的衝突，使個體在面對矛盾同時產生解決的方案，這就是學習。

D. 學習是個體適應環境的過程

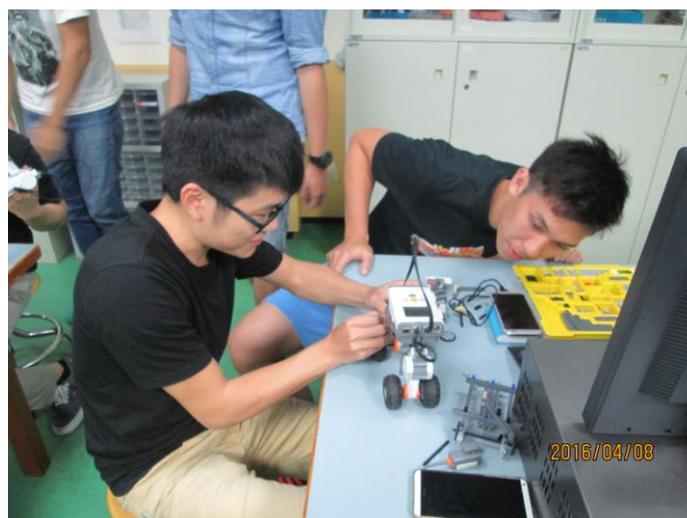
學習的範疇並非單純人類某些特定機能的運作（如：聽、看、寫），就能夠涵蓋與解釋。而是在人類適應環境的過程中，小從家庭大至社會，對整個生活周遭的認知與作為，都是學習。

E. 學習必須涉入並與情境交流

既然學習無法單獨發生，在體驗式學習理論中，和環境的互動則愈顯重要。而「交流」是指一種較為流通、滲透式的關係，它使得個體本身與所處的環境，均發生實質上的變化。

伍、實施成效及影響（量化及質化）

目前本計畫已經將開發之教材實際應用於教育機器人教學實務與應用課程教學中，課程進度包含認識樂高零件、介紹樂高NXT機器人主機、指導學生操作主機圖控程式、學生分組進行專題創意競賽（直線加速、機器人相撲），活動記錄如下：



指導學生學習組裝教育機器人



指導學生進行教育機器人直線加速測試



指導學生進行組裝教育機器人與程式修改



指導學生進行教育機器人直線加速測試

此外，並帶領上課同學將運用開發之教材所學的技能，實際前往陽明教養院針對障礙院生進行教育機器人指導與服務，活動記錄如下：

已經執行的進度：

03/25：課程簡介、認識積木（LEGO Duplo）



陽明教養院副院長親自主持活動開場後同學指導院生進行教育機器人活動



陽明教養院院生認真組裝積木的情形



陽明教養院院生組裝完成展現出快樂的表情



教師與陽明教養院養護人員及助教共同協助院生學習

04/08：創意彩繪、LEGO Duplo可愛動物積木堆砌



陽明教養院治療師指導學生教學與輔導院生的技巧

04/15：創意彩繪、LEGO Duplo動物樂園、04/22：LEGO Duplo電腦小遊戲



陽明教養院治療師指導學生教學與輔導院生的技巧

04/29：認識樂高繪圖軟體LDD



陽明教養院治療師指導學生教學與輔導院生的技巧

05/06：我最喜歡的LEGO小動物電腦繪圖

05/13：認識LEGO積木（顏色、大小、數量）

05/20：創意彩繪、LEGO積木可愛動物積木堆砌

05/27：創意彩繪、LEGO 積木動物樂園

最後，並於105年5月29日帶領同學前往國立雲林科技大學參加2016亞洲智慧型機器人大賽，榮獲自走車負重致遠A組第一、二名、B組佳作、機器人格鬥賽B組第一、二名等佳績，活動記錄如下：



2016亞洲智慧型機器人大賽自走車負重致遠A組第一、二名得獎情形



2016亞洲智慧型機器人大賽自走車負重致遠B組佳作得獎情形



2016亞洲智慧型機器人大賽機器人格鬥賽B組第一、二名得獎情形



2016亞洲智慧型機器人大賽機器人格鬥賽B組佳作得獎情形

陸、結論

本教學創新暨教材研發計畫已完成教育機器人課程規劃與設計 16 單元、協助合作教育機構成立、建置教育機器人社團、完成在合作教育機構成立教育機器人社團，進行教育機器人課程教學、瞭解學生學習科學動機與成效的差異性、執行計畫報告整理與編寫，將相關成果彙整，已經帶領學生參加全國競賽得獎，並預計將相關成果發表於研討會論文中。