

---

# 科技教育的新方向-- 於中等學校電腦科學課程內整合機器人學程

簡立仁<sup>1</sup> 楊靜怡<sup>2\*</sup> 楊宜庭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立中正大學 資訊工程研究所

<sup>2</sup>臺南縣私立興國高級中學

## 壹、摘要

本研究計畫乃根據中學資訊課程之課程綱要，考量國小、國中與高中資訊課程之接軌，融入機器人學程與資訊科學交集之領域，發展出的中學資訊課程課程綱要與施行細則，並於台南縣興國高中國中部與高中部資訊課進行實作。

## 貳、研究動機與背景

2006 年的冬天，本校資訊教師帶領著一支比賽隊伍參加 2006 年網際網路程式設計比賽之決賽，旅途中巧遇了他校的比賽隊伍，他們也從南台灣來參加「機器人大賽」，在他校比賽隊伍指導老師的介紹之下，「機器人」給了本校資訊教師一個願景，認為「機器人」是程式設計選手們可發揮其程式能力的好媒介，因此決定薦請校方採購教具，與以程式設計選手一個三度空間的實作環境。

而個人電腦革命的領袖比爾蓋茲於 2007 年預言：「機器人學」將成為下一個熱門領域，隨著運算能力逐年增強，以及硬體價格的快速滑落，未來我們將可在合理的成

本之下，機器人的功能將會變得更強，未來機器人的普及有可能使人類社會生活的各方面-包含工作、交流、學習及娛樂等，影響之深遠絲毫不遜於過去 30 年間個人電腦給我們帶來的改變 (Bill Gates, 2007) !

學校是師者傳道、授業、解惑的主要場所，授業的部分不應該只是閉門造車、一成不變，而是必須掌握世界潮流之脈動；大學教育是如此，中學教育除了基礎教育之外，也應該重視世界潮流之動向，因此本研究計畫的主要目的是將機器人學程融入中等學校的教學課程，引領學生迎接世界潮流之脈動。經過了多方的評估，校方決定成立機器人實驗室，但不只是為了程式設計的選手，而是要使機器人學程成為本校正式課程之一，所有興國高中的學生必須接受機器人學程。

96 年年初著手籌備機器人實驗室，於 95 年下學期開學時正式啓用。2006 年 1 月與 2 月間，我們採購機器人實習教育組、手提電腦作為機器人學的教具，聘請老師並進行課程安排，95 年下學期開始機器人實驗室正式啓用，國二與國三共 15 個班級，全面性接受第一階段機器人課

---

\*為本文通訊作者

程，同時，也由課程的活動過程發現對機器人學程有濃厚興趣的學生，進而培訓其參加比賽活動，這些學生也在本學期起陸續參加比賽而且屢獲佳績，一年來的努力我們都逐漸得到回饋，但我們的理想不只於此，這是我們夢想起飛的地方。

機器人課程第一階段執行的同時，我們開始研發將機器人學融入資訊課程的課程綱要。本研究計畫將於台南縣私立興國高級中學進行個案研究，於 96 年下學年開始實施本課綱，未來將與學者專家進行研究討論並配合興國高中課程實作的結果，再繼續規劃科技教育的新方向-於中等學校電腦科學課程內整合機器人學程。

### 參、機器人學所涵蓋的領域

依據 Mr. Ahlgren 與 Mr. Verner 針對一個比賽，其成員來自於國中小學生、大學生與工程師的問卷調查，他們發現從理論與實作的觀點，有 17 個學科領域是與機器人學程相關的。在 17 個領域中，國高中課程所涵蓋的學科有三個，分別是數學、物理與資訊科學包含電腦通訊、微電腦與程式設計的子題。(Davis J., 2002))

機器人學是許多獨立學科的複雜整合，Hiroyuki Tominaga, Yohei Onishi, Toshihiro Hayashi 與 Toshinori Yamasak 的研究認為，它的來源包含電子、電機、機械與計算元件(Hiroyuki, 1999)，而國外一些學者(Beer, R., Hillel, C. and el, R, 1999; Klassner, F.A, 2002; Seung Han Kim and Wook Jeon, 2006) 也指出，因為機

器人學來源的多樣性，造就了其豐富的內容，也因為其豐富的內容，使機器人學成為數學與工程學科，驗證理論時的有價值實作工具。機器人學以各種不同的形式存在於真實的世界中，在加上 Seung Han Kim 與 Jae Wook Jeon 研究顯示它卻能引起學生的學習動機(Seung Han Kim and Jae Wook Jeon, 2006)，在科學教育中，我們需要一個媒介與科技教育鍵結，這是現行普通中學課程中比較羸弱的環節，機器人是一個跨越科技與科學領域的觸媒，在教育的領域之中，學者 Mario A. Garcia 與 Holly Patterson-NcNeill，機器人教具已經整合多種有用的工具提供科學與科技教育理想實作的環境。(Mario A. Garcia 與 Holly Patterson-NcNeill,2002)

中學學生的學校教育包含數學、物理、化學、生物、地球科學、資訊科學、英文、國文與史地等科目，這些學科的傳統評分方法是採取單打獨鬥的紙上考試評分模式；在中學教育中，我們對機器人學的期待是，希望透過課程的設計來驗證學科的理論，更進一步的透過教學活動，使學生在團隊的組織之下，激發各個學科知識。機器人學可涵蓋諸多領域，本研究計畫將從中學資訊課程出發。

### 肆、機器人學融入資訊學程之分類法則

在實務上，在現行教育部制訂的國高中課程計畫中，時無多餘的時間安排其他課程，檢視資訊科學與機器人學之間確實

有著高度的相關性，因為資訊科學衍生於數學與電機工程學，而機器人學則是整合自資訊科學、應用數學與機械工程學，目前資訊教育課程已是中學課程的一部分，但現行的中學資訊課程所遇到的問題是學生提早接受資訊教育，我們的學生在國民小學即接受資訊教育，加上個人電腦的高普及率，學生使用應用軟體的能力與日俱增，中學資訊課程勢必因應這股潮流進行修正，否則只是浪費時間做重複的訓練，我們必須減低應用軟體的授課時數，國中的資訊課程必須以計算機概論與入門程式設計為主軸，而高中的資訊課程的主要精神則是以程式語言教學為媒介，訓練學生問題解決的能力，同時這也是教育部 98 課綱之重要精神。

### 一、機器人學整合於國中資訊課程 — 以介紹為(introductory-based)

我們必須以計算機概論與程式設計入門課程為主軸；並減低應用軟體的授課時數，節省下來的時間將使用機器人教具介紹機械結構，並以機器人結構設計為媒材，引領學生撰寫研究報告、執行數據分析與製作簡報上台報告；在程式設計入門的部分則以驅動機器人為其實驗場所，程式設計對許多學生而言是困難的，許多教育學者致力於尋找或開發適合的軟體來減低程式設計的困難度，採用以樂高教具為基礎的機器人實作課程來輔助學生程式設計的學習。

### 二、機器人學整合於高中資訊學程 — 以研究為基(research-based)

高中的資訊課程的主要精神則是程式語言的教學，我們將環繞著程式設計的主題，首先完成程式語言基礎教學。然後以設計機器人為實作媒材，從計算機科學的觀點發展一個三變數(輸出入，控制器與主機)的植基於事件導向的感測元與驅動器集合的應用程式介面；如圖 1。

我們將機器人的感應器及制動器組織為電腦的輸出入集合，並視為電腦系統的一部份。在如此觀點下，學生可以容易的整合程式語言，網路，作業系統及演算法等電腦科學相關知識於機器人系統中。(Robin R, 2000) 我們規劃一個於 IP 網路上以事件驅動為基礎的輸出入集合。此 IO 集合以自我描述模組(如 OWL)成為網際網路資源。主控設備可動態定義一個邏輯條件以決定事件的觸發與否。根據 Jennifer S. Kay 的建議 (Jennifer, 2003), 我們計劃發展 Alonzo Kelly 報告中的 (Alonzo, 1994) 動力學函式於我們的應用程式界面，詳細內容請參考簡立仁(Li-Ren Chien, 2007) 的研究。(An event-based sensors and actuators robot collection API with three variables values consist of IOs, bricks and hosts from a computer science perspective)。

目前這個應用程式界面以 Java 技術實作並規劃為高中計算機概論程式設計應用單元。

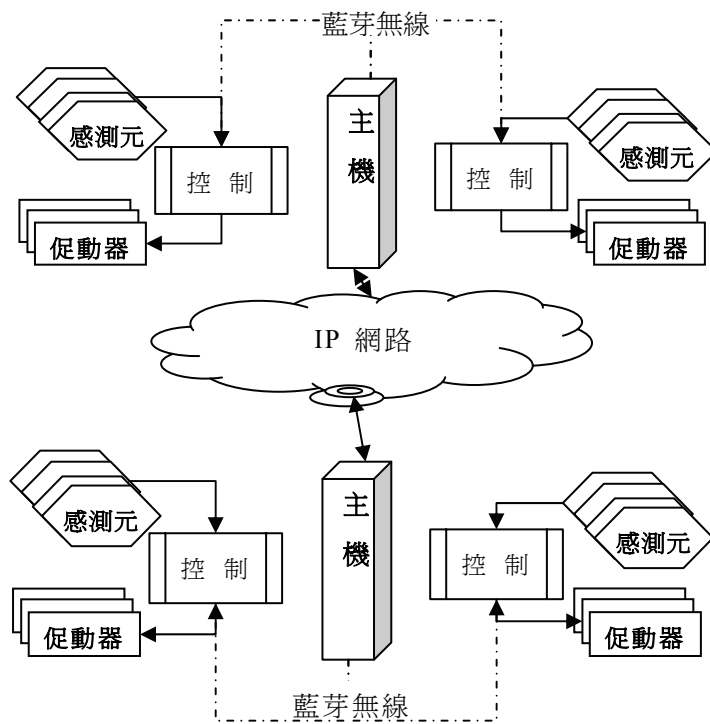


圖 1. H(ost), B(rick), S(ensor/actuator) 架構



圖 2. 井字機器人

實例介紹--井字機器人：我們規劃一個植基於上述 HBS 架構 API 的井字機器人於課程中。如圖二所示,井字機器人由四個單元所購成,1.井字盤 2.裁判機器人 3.直角座標競賽機器人及 4.圓柱座標競賽機器人。學生預計被分組後分別以 JAVA 語言叫用 HBS 應用程式介面實作實現人工智慧之搏奕理論(Game Theory)以控制各類機器人完成井字遊戲。目前以經完成機械結構部份及底層 API 製作。進一步資訊可參考網址 <http://203.68.26.239/hiki/index.php/TicTacToeRobotHiKi.mm>。

### 三、機器人學於學生社團—以專案為基(project-based)

機器人學於學生社團的是以專案發展(project-based)的方式帶領學生，此專案發展方式將不侷限在資訊科學的基礎之下，因社團的學生是自發性的參加，大部分的學生是帶著興趣而來的，我們將提供一個環境讓學生團隊自由運作並發揮與整合其其他學科知識。

### 伍、興國高中的專案研究

本論文中所主張資訊課程必須調整的解決方案是，以原來資訊課程的內容與時間(一學年，每周 2 個時數)為主軸，將機器人學程融入資訊課程中，以機器人教具實作機器人並配合資訊課程硬體、軟體與程式設計單元的教學活動；本研究計畫之研究機構與實施單位是興國高中，而興國高中的屬性是完全中學，因此本研究計

畫將秉持六年一貫課程計畫的精神，將機器人學程整合資訊學程以規劃未來科技教育的新方向。為了達成目的，已於本年初建構機器人實驗室，95 學年度下學期已正式啓用，此學期開始進行遊戲式的機器人課程並分立於資訊課程之外，96 學年開始實施本研究之課程計畫。

目前的機器人實驗室的主要硬體設備包含 30 套機器人實作教具與 30 部手提電腦，課堂上平均每二人可使用一套設備，在課程活動中學生將分組進行實作。



圖 3. 教室上課情形



圖 4. 分組合作



圖 5. 參賽同學



圖 6. 比賽實況

### 一、課程綱要

依據教育部的規定，國中部與高中部的學生，必須接受為期一年，每周兩個小時的資訊課程，我們的課程計畫則是以原資訊課程的時間，然後修訂資訊課程，並將機器人學整合至資訊課程。目前已定案的是每一堂課必須聘任二位教師，一為資訊專長，另一則是機器人學專長，本校已備妥人力資源，課程雛型如表 1 與表 2。

表 1 國中資訊課程內整合機器人學程

週別	課程大綱
1	預備週：課程簡介
2	電腦基本概念：硬體單元
3	電腦基本概念：軟體單元
4	機器人機械結構(一) 元件介紹/柔性與剛性結構介紹 與應用
5	機器人機械結構(二) 三類槓桿介紹與應用
6	機器人機械結構(三) NTX 主機介紹/前輪與後輪驅動 車差異比較
7	課程調整進度，停止新進度
8	文書處理(上課)
9	文書處理(作業撰寫)
10	機器人機械結構(四) 輪與軸的介紹與應用
11	機器人機械結構(五) 齒輪介紹與應用
12	機器人機械結構(六) 滑輪介紹與應用
13	課程調整進度
14	機器人機械結構(七) touch sensor 介紹與應用
15	機器人機械結構(八) touch 與 light sensor 介紹與應用
16	簡報軟體(上課)
17	簡報軟體(作業撰寫)
18	期末專題報告(一) (機器人為主題，分組上台簡報)
19	期末專題報告(二) (機器人為主題，分組上台簡報)
20	課程調整進度，停止新進度
21	統計與資料分析(上課)
22	統計與資料分析(作業撰寫)
23   40	程式設計課程 1.以應用軟體控制機器人 2.以程式語言控制機器人

表 2 高中資訊課程內整合機器人學程

週別	課程大綱
1	預備週：課程簡介/電腦基本概念
2	程式語言與應用之介紹
3	程式設計：基本輸出
4	題目練習
5	程式設計：基本輸出入與四則運算
6	題目練習
7	課程調整進度，停止新進度
8	程式設計：選擇
9	題目練習
10	流程控制
11	題目練習
12	測驗(一)
13	程式設計：重複
14	課程調整進度，停止新進度
15	題目練習
16	測驗(二)
17	程式設計：副程式
18	題目練習
19	題目練習
20	課程調整進度，停止新進度
21	測驗(三)
22—40	植基於事件驅動的機器人應用程式介面之使用

## 二、上課活動實例介紹：以國中 文書處理為例

在文書處理課程之前，安排 3 周機器人課程，由老師講授結構與槓桿原理，再

由學生實作作品，由機器人領域授課教師以此課程內容為主題，指定作業；電腦老師則教授學生以電腦軟體撰寫書面報告，以下是作業實例。

### I. 封面：

- A. 請寫出班級、組別、小組成員的座號及姓名、指導老師。

### II. 目錄：

- A. 請製作本報告目錄頁含頁次

### III. 內容：

#### A. 作業一：結構問題

1. 請簡單敘述何謂”剛性結構”以及”柔性結構”。
2. 日常生活中所見到的”剛性結構”、”柔性結構”的應用物體各五種(必須有圖片輔助說明)。

#### B. 作業二：槓桿

1. 請敘述何謂”槓桿”。
  - a. 日常生活中所見到的”三類槓桿”的應用物體各三種(有圖片輔助說明更佳)。

#### C. 作業三：

1. 請以繪圖軟體繪製出小組所設計的”投擲器”。
2. 請標示出”支點”、”施力點”、”抗力點”，以及屬於第幾類槓桿應用。

### IV. 心得：

- A. 投擲器賽後討論心得”或”上課心得”(字數約二百字左右)。
- B. 每位成員都要寫。

### V. 參考資料：請列參考書目或網站

### 三、學生作品介紹：自動運送廚餘系統

此一學生作品，利用機器人自動運送廚餘方式，讓民眾不用每日再苦等垃圾車，隨時都可以將家庭製造的廚餘丟至定點的廚餘回收機，進而提升民眾廚餘回收的意願，利用廚餘回收後所製作出的有機肥，除了可以讓農作物成長的更好之外，同時還可以降低化學肥料的使用，對保護地球環境盡一分心力，此作品榮獲 2008 年國際奧林匹克機器人創意賽高中組第三名，我們的學生也因此代表台灣至日本參加 2008 年國際奧林匹克機器人世界賽。



圖 7: 廚餘系統展示

### 陸、結論

本研究主要的工作是以目前之已發展之課程計畫雛形為基礎進行文獻探討，設計出資訊課程整合機器人學程之課程綱要與教學單元，然後於台南縣興國高中實行並評估，然後依據實行之結果發表論文並與學者專家進行交流，最後而得「中等學校電腦科學課程內整合機器人學程」的完整課程綱要，然後以興國為中心進行推展工作。

具體成果為解決中學資訊課程目前所遇到之瓶頸，使得中學資訊教育有嶄新的發展，另外也使得中學課程更多元化，豐富學生的學習內容，也藉由課程活動帶給學生更多的教育意義。

### 柒、致謝

感謝興國高中趙效賢校長與教務處陳三益主任，大力支持本課程計畫推展工程，使此課程得以順利地在興國高中進行。

### 參考資料

- Bill Gates, "A Robot in Every Home," *America Science*, 296(1), pp. 58-65, January 2007
- David J. and Igor M. Vener, "An International View of Robotics," International conference on Engineering Education, Manchester, U.K., August 2002
- Hiroyuki Tominaga, Yohei Onishi, Toshihiro Hayashi and Toshinori Yamasaki, "LEGO Robot Programming Exercise Support for Problem Solving Learning with Game Strategy Planning Tools", The First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning Beer, R., Hillel, C., and Drushel, R., "Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering", *Communications of the ACM* 42,6, June 1999, 85-92
- Beer, R., Hillel, C., and Drushel, R., "Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering", *Communications of the ACM* 42,6, June 1999, 85-92
- Klassner, F.A Case Study of LEGO Mindstorms Suitability of Artificial Intelligence and Robotics Courses at the College Level. In *Proceeding Science*



- Education of the 33<sup>rd</sup> SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (Northern Kentucky), February 2002, 8-12
- Seung Han Kim and Jae Wook Jeon, "Educating C Language Using LEGO Mindstorms Robotic Invention System 2.0", Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics on Robotics and Automation Orlando, Florida, May 2006
- Mario A. Garcia and Holly Patterson-NcNeill, "Learning How to Develop Software Using The Toy Lego Mindstorms", 32<sup>nd</sup> ASEE/IEEE Frontiers In Education Conference, Boston, MA, Session S4D, pp. 7-10, 6-9 November 2002
- Robin R. Muephy, "Introduction to AI Robotics," The MIT Press, 2000, ch. 1
- Jennifer S.K., "Teaching Robotics from a Computer Science Perspective", Journals of Computing Science in Colleges, 19-2, 2003, pp329-336
- Alonzo Kelly, "*Essential Kinematics for Autonomous Vehicles*," Carnegie Mellon University Robotics Institute Technical Report CMU-RI-TR-94-14 (May 1994). Available at: [http://www.frc.ri.cmu.edu/~alonzo/pubs/reports/pdf\\_files/kinematics.pdf](http://www.frc.ri.cmu.edu/~alonzo/pubs/reports/pdf_files/kinematics.pdf)
- Li-Ren C. and Daniel B., "An Event-Based Robotic Sensors and Actuators Collection API from a Computer Science Perspective – an Implementation in Mindstorm NTX Bricks", WRO 2007