

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

\*\*\*\*\*  
\*  
\* 控制學門研究發展及推動小組 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

計畫類別：個別型 整合型

計畫編號：NSC89-2217-E-009-007

執行期限：民國 89 年 1 月 1 日起至 89 年 12 月 31 日止

計畫主持人：李祖添

處理方式：可立即對外提供參考  
(請打✓) 一年後可對外提供參考  
兩年後可對外提供參考

執行單位：國立交通大學

中華民國九十年二月十六日

# 目錄

	頁次
第一章 簡介	1
第二章 控制學門規劃重點	2
第三章 控制學門推動情形	15
第四章 控制學門三年來主要活動及成果	37
第五章 控制學門推動成效自我評估	51
第六章 結論	54

# 第一章 簡介

控制科技的發展，不論是基本原理或應用，不論是軟體或硬體，可謂日新月異。控制科技與資訊、電子、機械、自動化等各行業都有密切的關係。控制科技的發展，可帶動相關行業的發展，提昇各產業的競爭力。因此，如何有效的整合國內有限的控制工程領域的研究人力，鼓勵從事前瞻性、長期性的基本與應用研究，俾提昇控制科技研究水準，加速產業技術升級，便是一個極為重要的課題。

本計畫的目的，即在彙集控制領域國內外研究發展現況及未來趨勢，據此規劃控制領域我國未來應發展的重點及如何達成預期目標之具體策略，俾作為國科會工程處推動相關研究業務之重要參考。

本報告第二章中，吾人將詳細說明學門規劃推動過程及所獲具體規劃內容。第三章中，吾人將介紹近三年來學門推動情形，包含計畫申請件數、補助件數及補助金額等。關於近三年主要研究成果及重要活動內容則在第四章予以說明。第五章則對控制學門三年來的成效，自我評估。第六章則做個總結。

## 第二章控制學門規劃重點

控制學門係於民國八十七年正式在國科會工程處成為十八個學門之一。國科會工程處為有效整合有限的控制工程領域的研究人力，鼓勵從事前瞻性、長期性之基本與應用研究，俾提昇控制研究水準，加速產業技術升級，乃於 1998 年進行控制學門的研究規劃，以作為各研究單位向國科會提計畫及國科會工程處控制學門推動整合研究計畫，及產學研究計畫之參考。

在工程處許文秀科長協助下，吾人順利的邀請國內產、官、學、研相關專家學者們，組成規劃委員會，針對控制科技在國內外發展趨勢，配合國家經建及產業界需求，經過多次會議討論，先研議出五個研究規劃主題：(一) 基本控制理論，(二) 智慧型控制，(三) 系統整合與工業應用，(四) 精密動態控制，(五) 民生用品控制技術，然後再由各主題召集委員負責召集相關委員開會討論訂出數個研究子題，再進一步委請專家、學者更深入研訂出若干主要研究計畫名稱，並詳細說明選定各研究計畫的原因，及執行該計畫之預期成果，供欲申請計畫者參考。

以下簡述五個研究規劃主題規劃委員及規劃架構表：

## 壹、控制理論研究

召集委員： 陳博現 教授（清華大學電機系）

謝哲光 教授（義守大學電機系）

規畫委員： 鄧清政 教授（交通大學電機與控制系）

莊堯堂 教授（中央大學電機系）

馮蟻剛 教授（台灣大學電機系）

李 立 教授（中山大學電機系）

規畫主題架構表

規畫主題	規畫子題 (規畫委員)	主要研究計畫
基本控制理論	(1)功能性控制 (陳博現教授)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 高性能強健控制</li> <li>2. 強健性<math>H^\infty</math>控制</li> <li>3. 追蹤與調整器之分析與設計</li> </ol>
	(2)非線性控制 (陳博現教授)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 非線性控制器分析與設計</li> <li>2. 混沌(Chaos)與分歧(Bifurcation)</li> <li>3. 姿態控制理論</li> </ol>
	(3)系統判別及適應控制 (陳博現教授)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 強健性系統判別</li> <li>2. 非線性系統判別</li> <li>3. 功能性強健適應控制</li> </ol>
	(4)智慧型控制理論 (鄧清政教授)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 專家系統</li> <li>2. 模糊系統</li> <li>3. 類神經網路</li> <li>4. 模糊類神經網路</li> <li>5. 遺傳演算法</li> </ol>

## 貳、「智慧型控制」

召集人：傅立成教授(台大電機)

陳永耀教授(台大電機)

林進燈教授(交大電控)

出席人員：顏家鈺教授(台大機械)

鄒應嶼教授(交大電控)

宋開泰教授(交大電控)

楊谷洋教授(交大電控)

宋震國教授(清大動機)

陳建祥教授(清大動機)

蘇順豐教授(台科大電機)

王文智教授(台科大電機)

楊英魁教授(台科大電機)

王文俊教授(中央電機)

李祖聖教授(成大電機)

楊世銘教授(成大航太)

林志民教授(元智電機)

李 穎教授(元智電機)

練光祐教授(中原電機)

翁慶昌教授(淡江電機)

洪欽銘教授(師大工教)

規劃主題架構表

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
(傅立成、陳永耀、林進燈)  智慧型控制	智慧型控制技術 (陳永耀、林進燈)	1. 控制規劃之取得與整合 2. 自我學習控制器之合成與訓練 3. 智慧型控制的穩定性分析 4. 智慧型系統表現與評估 5. 智慧型控制系統整合
	虛擬實境之 動感模擬系 統(林進燈)	1. 智慧型動感平台研製與控制 2. 即時動態模擬技術及軟體開發 3. 虛擬實境場景的互動系統整合及應用
	智慧型載具控制 (練光祐、顏家鈺)	1. 人性因素與控制系統之結合 2. 智慧型能源管理 3. 智慧化大眾運輸系統 4. 智慧型汽車與道路系統
	人與機電介面之控 制(楊谷洋、蘇順豐)	1. 人類輔助裝置發展 2. 位置與力複合控制與操控器發展 3. 虛擬與真實環境介面發展
	多重單元智慧型系統 (陳永耀、顏家鈺)	1. 複合系統之設計、控制與分析 2. 多重單元系統之協調 3. 感測與控制層次架構分析 4. 輔助人控系統之智慧型控制技研發 5. 多層次控制系統之介面技術與整體行為分析



## 參、系統整合與工業應用

召集委員：張帆人教授(台大電機系)

李祖聖教授(成大電機系)

規劃委員：

### I. 控制器設計與實現

鄒應嶼教授(交大電機與控制系)

胡竹生教授(交大電機與控制系)

### II. 載具控制

蔡清池教授(中興電機系)

郭明彥經理(永大機電)

### III. 工業應用控制

林志民教授(元智電機系)

### IV. 國防應用控制

涂滿煌博士(中山科學研究院)

### V. 混成系統整合技術

張時中教授(台大電機系)

### VI. 系統工程技術之研究

韓光渭教授(元智電機系)

林君明教授(中華航太所)

宋鎧教授(中央管理學院)

### VII. 機電整合

李祖聖教授(成大電機系)

### VIII. 特殊用機器人

吳佳儒教授(雲科大電機系)

規劃主題架構表

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
系統整合與工業應用  (張帆人教授、李祖聖教授)	控制器設計與實現  (鄒應嶼教授、胡竹生教授)	1. 智慧型晶片之研製  2. PC-Based 控制器軟體設計與實現技術之研究
	載具控制  (蔡清池教授、郭明彥經理)	1. 電動助行車驅動控制  2. GPS 陸地車輛輔助導航  3. 電梯群組控制
	工業應用控制  (林志民教授)	1. 控制技術於製程之應用  2. 伺服系統工業應用的研發  3. 監控系統的研發

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
<p style="text-align: center;">系統整合與工業應用</p> <p style="text-align: center;">(張帆人教授、李祖聖教授)</p>	<p style="text-align: center;">國防應用控制</p> <p style="text-align: center;">(涂滿煌博士)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無感測器馬達速度控制研究</li> <li>2. 多馬達驅動控制研發</li> <li>3. 高雜訊與低相對速度之導引控制律研發及模擬驗證</li> </ol>
	<p style="text-align: center;">混成系統整合技術</p> <p style="text-align: center;">(張時中教授)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 混合系統建模描述方法與電腦輔助工具</li> <li>2. 監督式控制 (Supervisory Control)</li> <li>3. 整合控制及系統架構設計技術與工具</li> </ol>
	<p style="text-align: center;">系統工程技術之研究</p> <p style="text-align: center;">(韓光渭教授、林君明教授、宋鎧教授)</p>	<p>(一) 基本研究方面</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 各國系統工程教育及研究現況調查比較</li> <li>2. 在台灣推行系統工程教育及研究之有效途徑研究</li> <li>3. 中華傳統文化與系統工程之結合</li> </ol>

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
系統整合與工業應用 (張帆人教授、李祖聖教授)	(韓光渭教授、林君明教授、宋鎧教授) 系統工程技術之研究	(二) 應用研究方面 1. 系統工程對工業界生產系統之應用研究 2. 系統工程對航太工業之應用研究 3. 捷運系統之系統工程經驗和研究 4. 系統工程對高鐵系統之應用研究
	(李祖聖教授) 機電整合	1. 雙質量彈簧系統 2. 倒單擺系統 3. 倒三角系統 4. 磁浮系統
	(吳佳儒教授) 特殊用途機器人	1. 步行機器人 2. 自動導航車 3. 導盲機器人 4. 機器足球員

## 肆、精密動態控制

召集委員： 王文俊教授(中央大學電機系)  
李柏坤教授(中華大學電機系)  
賴幼仙組長(工研院機械所)

規劃委員：

### I. 驅動馬達之精密控制

桂人傑經理 (工研院機械所)  
王文智教授 (台科大電機)

### II. 工作機械之電腦控制

張昭琳經理 (工研院機械所)  
董必正教授 (中央機械)

### III. 微機電控制與感測器研發

莊智清教授 (成大電機)  
陳世洲經理 (工研院微機電部)

### IV. 半導體製程設備控制

顏家鈺教授 (台大機械)  
莊健三組長 (工研院半導體組長)

規劃主題架構表

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
<p>精密動態控制</p> <p>(王文俊教授、李柏坤教授、賴幼仙組長)</p>	<p>(桂人傑經理、王文智教授)</p> <p>驅動馬達之精密控制</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 旋轉型驅動馬達之特性分析與量測術</li> <li>2. 驅動電路設計技術之研發</li> <li>3. 先進驅動電機控制技術之研發</li> <li>4. 線型馬達機台之機構剛性與溫昇變形之分析設計</li> <li>5. 線型馬達對抗負載變動之控制法則設計</li> <li>6. 線型馬達高速運動之路徑規劃、分析，與解譯運算之設計</li> </ol>
	<p>(張昭琳經理、董必正教授)</p> <p>工作機械之電腦控制</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 控制平台之研究</li> <li>2. 應用軟體之研究</li> <li>3. 工作機械高速主軸之電腦控制技術之研究</li> </ol>
	<p>(莊智清教授、陳世洲經理)</p> <p>與感測器研發</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 微致動器控制技術</li> <li>2. 微感測器感測技術</li> <li>3. 單一個體微機械控制</li> <li>4. 群體微機械系統控制</li> <li>5. 感測器之選配</li> </ol>
<p>、賴幼仙組長)</p> <p>(王文俊教授、李柏坤教授</p>	<p>(顏家鈺教授、莊健三組長)</p> <p>半導體製程設備控制</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 微小位移與姿態之精密量測技術</li> <li>2. 精密定位技巧</li> <li>3. 精密軌跡追蹤與軌跡誤差規範</li> <li>4. 高轉速穩定控制</li> <li>5. 微小力回饋控制</li> <li>6. 化學反應控制</li> <li>7. 污染微粒控制</li> <li>8. 溫度控制</li> <li>9. 機台控制</li> </ol>

## 伍、民生用品控制技術

召集委員：吳炳飛教授(交通大學電機與控制工程學系)

林欽裕教授(逢甲大學自動控制工程學系)

規劃委員：

### I. 電腦週邊控制技術

謝東富博士 (工研院光電所課長)

### II. 快閃磁碟機控制技術

簡丞志教授 (淡江大學電機工程學系)

### III. 光掃瞄零組件控制技術在民生用品上之應用

邱俊誠教授 (交通大學電機與控制工程學系)

### IV. 消費性監控系統之設計與改良技術

鍾聖倫教授 (台灣科技大學電機工程學系)

翁琳松教授 (明新技術學院電子工程技術系)

### V. 車用電子與控制

莊智清教授 (成功大學電機工程學系)

規劃主題架構表

規劃主題 (召集委員)	規劃子題 (規劃委員)	主要研究方向
<p>(吳炳飛教授、林欽裕教授) 民生用品控制技術</p>	<p>電腦週邊控制技術 (謝東富博士)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.數位視訊攝影機(Digital Video Camera, DVC)控制技術</li> <li>2.數位影音光碟機(Digital Versatile Disk Drive, DVD Drive)控制技術</li> <li>3.彩色印表機與傳真機(Color Printer and Fax)控制技術</li> <li>4.週邊系統模式建立與參數分析</li> <li>5.週邊系統強韌控制法則分析設計</li> <li>6.週邊系統控制整合專用晶片(ASIC)設計開發</li> </ol>
	<p>碟機控制技術 (簡丞志教授)快閃磁</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.極高速精巧快閃卡控制晶片</li> <li>2.大容量智慧型媒體卡控制器</li> <li>3.多媒體卡控制器之研製</li> </ol>
	<p>光掃瞄零組件控制技術在民生用品上之應用 (邱俊誠教授)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.反射光源掃瞄致動器之研製</li> <li>2.反射光源掃瞄致動器之特性分析與量測</li> <li>3.反射光源掃瞄致動器之驅動控制技術</li> <li>4.反射光源掃瞄致動器與微感測器之搭配研究</li> <li>5.掃瞄零組件封裝技術之研究</li> </ol>
<p>(吳炳飛教授、林欽裕教授) 民生用品控制技術</p>	<p>琳松教授)消費性監控系統之設計與改良技術 (鍾聖倫教授、翁</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.混成動態系統 (hybrid system) 之監控理論及應用實務</li> <li>2.內嵌式控制器( embedded controller )之回逆工程( reverse engineering )</li> <li>3.監控系統設計之快速離型實現及測試平台</li> <li>4.自動遙控擷取影像系統之研發</li> </ol>
	<p>車用電子與控制 (莊智清教授)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.車輛控制系統</li> <li>2.智慧型車路控制</li> <li>3.電動與混合傳動車輛控制</li> </ol>



### 第三章控制學門推動情形

#### 一、控制學門計畫申請及補助推動情形

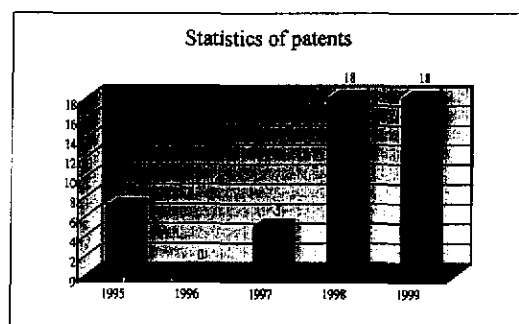
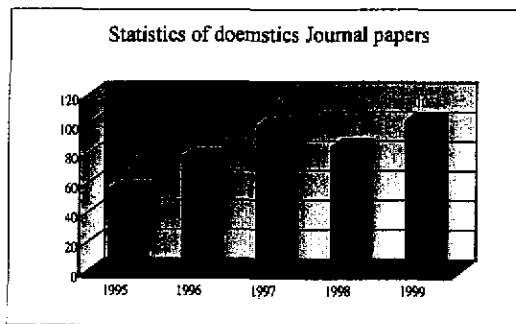
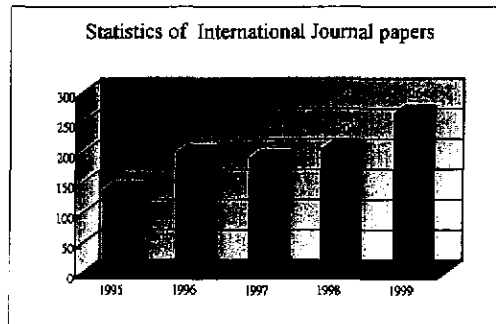
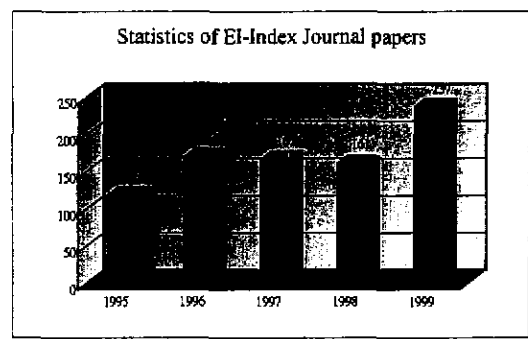
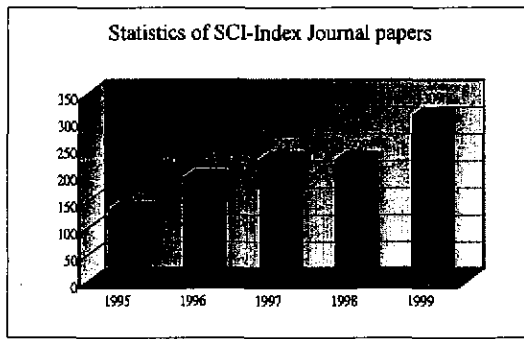
國科會自八十七年成立控制學門以來，由於具有引導控制學界研究方向的重大意義，因此大部分向國科會提出申請的研究案，均屬於上一章所述的五大領域之內。由於國科會的辛苦播種耕耘，學界的研究成果也在逐步開花結果中。近三年來，國內控制學界在國科會提供非常有限的經費下，在智慧型控制、智慧型人機介面、精密運動控制、光微機電控制、強健控制、適應控制、非線性控制、時延系統、振動控制、機器人控制等領域，已在國際一流期刊發表六百餘篇論文，充分顯示已達到集中領域，持續密集發表的學門規劃目的。

近三年控制學門專題研究計畫申請件數、核定件數、核定經費等資訊，詳如下表：

控制學門專題研究計畫統計表

年度	八十七	八十八	八十九
申請件數	168	187	270
核定件數	110	122	177
核定金額	58,840,000	73,880,000	89,450,000

近三年來，控制學門學者發表於SCI、EI等著名期刊論文統計及所獲專利件數等，如下圖：



由上述圖表可知，控制學門計畫申請案件由八十七年度的 168 件增加至八十九年度的 270 件，發表於國際期刊論文篇數，也由八十七年度的 189 篇快速增加至八十九年度的 264 篇、專利件數由八十七年度的 5 件一躍為八十九年度的 18 件，這些件數充分顯示成立學門後，推動績效甚為優異。

## 二、 重點領域研究推動情形

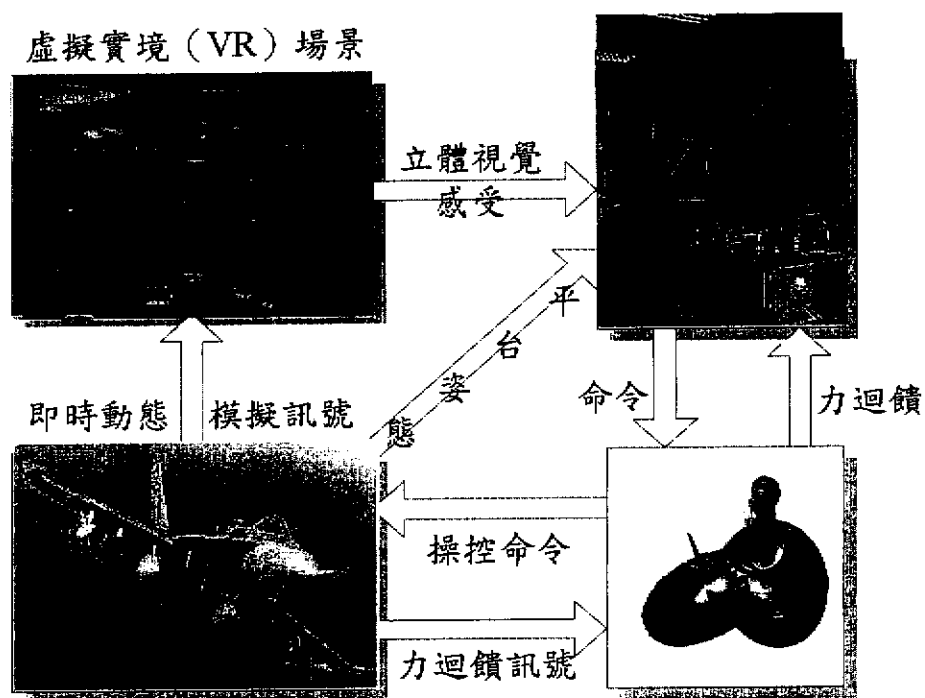
### 1. 智慧型控制於虛擬實境動態模擬系統之應用

#### (1) 近三年之成果與超越之技術：

隨著台灣科技進步及經濟持續發展並配合週休二日，國人對休閒娛樂的質與量日益提高，因此高科技的動感娛樂產品將大有商機。另一方面，國人對工安問題強烈關切，其中有關載具的安全操控更是各方矚目焦點。而民間及政府也一直強調操控員的訓練考核，故供模擬訓練用途的動感模擬器前景可期。事實上，目前動感模擬器的市場每年在娛樂用途約十億美元，而在模擬訓練用途約十五億美元。舉例而言，世界大廠 IMAX 上年度在動感模擬系統的收益大約一億四千萬美元，而 IWERKS 約五千萬美元。隨著主題樂園、科博館、百貨公司、遊樂場等在世界各地風行增設，以及世界各國對工安(人員操控訓練)問題的重視，預計未來幾年動感模擬器的市場每年約可成長 30%。目前國內產業界及學界對動感模擬器的積極研發只有幾年歷史，其產品與技術限於低承載量，供實驗用途的六軸電動平台或具高承載量的三軸油壓平台。而本電機與控制學門這三年藉由產學合作計畫提升國內相關產業技術至高承載量的六軸運動平台，這也是國外大廠的頂級產品。一般三軸或更少軸的運動平台是供動作複雜度較低的動感娛樂用途。至於六軸運動平台，由於它可以完全表現出一個物體(載具)在三度空間中的六個運動姿態，因此它可以被用於精度要求較高的模擬訓練用途。基於上述動感模擬器經濟效益，本學門這三年透過產學計畫協助廠商發展一個具有高承載量的六軸運動平台，並結合虛擬實境(VR)動態模擬技術，透過區域網路整合成一個即時動態模擬系統。

在國內從事 3DVR 研究的老師與單位不少，其中大部分研究者是以軟體視覺顯示為主。而在運動平台的研發單位則不多，包括台大造船系、台大機械系、台灣科技大學、中央大學機械系、交大機械系、成大造船系等，其中大部分都沒有與即時模擬及 3DVR 做互動結合，且平台的技術亦未臻至成熟。本學門所建構的即時動態模擬系統，則是改進了這些缺點，其乃是個具有高度整合性的機電系統，意即要求機械技術與電腦技術相互結合，以達成設計上所要求的目的。這三年本學門秉持模組化與系統整合理念，結合機械、油壓、電機、電子、電腦與資訊等專家學者，來共同發展這個虛擬實境動態模擬系統，其功能可以圖一來說明。在此系統中，操作員坐在一個六軸運動平台上，手握著具有力迴饋的操控桿，而眼睛看著或頭上載著 VR 顯示器。根據畫面所出現的場景，操作員透過操控桿下達指令，以操控 VR 中的一部虛擬載具。此操控命令被輸入所模擬之載具的精確物理模型中，以求得真實情況下系統的反應（包括姿態、速度、加速度、力道等）。這些反應透過行為轉換與控制模組，而由六軸運動平台、力迴饋模組及 VR 顯示器即時表現出來，以讓操作員獲得身歷其境的力覺、觸覺及視覺感受。簡言之，所發展的即時動態模擬系統，是以一個六軸運動平台為核心加上具有力迴饋效果的操作桿，以配合虛擬實境的影像顯示作互動式的搭配。這套動態模擬器可達到一般訓練機的規格要求（如精度、準確性、加速度感、自由度、反應靈敏度等），自然也可應用於規格要求較低的娛樂用途（如動感電影院）。另外由功能說明中亦可看出這三年本學門除了在運動平台上得到很大的突破外，在資訊、機電、控制等方面的技術亦有很大的突破，以完成所欲整合之即時動態模擬系統。還有一項值得一提的，

在過去三年裡，本學門利用所發展的系統已設計出單引擎飛機駕訓、虛擬車輛駕訓、虛擬遊艇駕訓等多樣化的模擬訓練系統，以展示本系統的實用性。



圖一：多功能虛擬實境即時動態模擬系統

## (2) 國際化之角色：

即時動態模擬系統在國外發展已多年，國內有關即時動態模擬系統的研發製造則幾乎空白，早期即時動態模擬系統係被用來供太空人、飛行員等特殊訓練，八十年代中期才被引入娛樂業，因此本學門所建立系統可提昇國內市場朝向國際化的競爭力，這

可從教育訓練市場及娛樂市場二方面說明：

1. 首先在教育訓練市場上，現階段即時動態模擬系統係以軍方為主，應用方面包括各類航空器、坦克車等高危險性高成本載具模擬訓練。運用模擬系統從事人員訓練可以避免危險並節省大量的成本，特別是需要經常從事高危險性或高難度訓練單位，

對此常存有潛在之強烈需求。目前這類系統的製造掌握在全球少數幾家飛機製造商或軍火商手中，在價格方面，一部軍用級戰鬥機模擬機的售價往往比戰鬥機本體還昂貴，而每年後續維修成本則高達售價的百分之十以上，國內如能自行生產發展，

估計在價格與後續維修方面可以獲得優越之競爭力。

2. 在娛樂市場上，娛樂級即時動態模擬系統目前在產品應用的技術上同屬於娛樂用模擬器的產品，主要包括動感模擬機、動感電影院等。這類模擬器產品尚屬引介階段，具獨特性且少有競爭者（全球較具規模的製造商少於十家，較具規模的有 IMAX、IWERKS、SHOWSCAN、THOMSON），因為市場被少數廠商壟斷，因此價格從數十萬美金到數百萬美金不等。根據市場經驗，除產地國以外，這類設備後續維修成本與時效不佳，影響購買者經營甚鉅。目前我們已將技術移轉至廠商，廠商並已完成進行量產，而將這類產品的價格降至百分之五十，以下略述廠商這幾年的營運績效：(a) 中國南京電子研究所購買一座六自由度動作平台。(b) 光隆企業公司購買一座 24 人座動感電影院。(c) 資策會購買三軸與六軸動作平台週邊設備各一套。(d) 台北市兒童館購買一座 8 人座動感電影院。(e) 中科院購買一座模擬訓練級六軸動作平台。(f) 九族文化村購買一座 48 人座動感電影院。另外廠商亦接獲了不少國外的訂單。

### (3) 建議：

在這三年的系統發展過程中，本學門深深發覺一完整系統之建立是需要整合各方面人力與物力。此外學術界豐富的技術資源，若能好好運用，對於國家競爭力與產業效能的提升，必有其貢獻。因此國家在推動大型整合計畫與產官學計畫實有其存在之必要性。在此希望國

科會以及各國家級研究單位多支持與贊助大型計畫之推動，並鼓勵與協助推動產官學界的合作模式。另外跨國合作模式亦是目前潮流的趨勢，畢竟技術層面的提昇不是單靠一人與單方面所能達成的，藉由國外技術的輔助與相互交流，相信在一些技術芒點上，勢必可更快的克服。最近本校交通大學與法國便已積極採取此類的合作模式，希望對兩國技術層次的提昇有著更深的貢獻，而這類合作關係亦是學界期盼國家各級單位能支援與贊助。

## 2. 智慧型人機介面

值此後 PC 的時代，PC 本身已成為成熟的科技產品，我們再需往前突破的是創造 PC 更多附加價值的產品，例如 3C 多媒體電子產品，網際網路與電子商務，個人行動通訊等。但由 PC 擴產上述之產品時，一個具有人性化的人機溝通界面是一個重要的課題之一。如果有一些很自然的、直接的、及人性化的人機界面，則上述之諸項電子資訊產品可吸引更多人的使用，而使用過的人更加喜歡使用，此即有加乘的倍數效果。我們依此研發的方向來看，例如現在以手寫辨識代替鍵盤輸入的方法已成為 PC 的基本配備了；如以語言直接輸入，現在已有商業化的產品了；如網際網路的瀏覽器已有用一些關鍵詞及以或、且之組合幫你網頁與資料自動尋找的商品。顯而易見的，人性化的，或智慧型的機制是非常重要的一環。進一步看語音辨識，能辨解字本身已非難事，但是進一步語文意義的瞭解，則是屬更上一層，目前尚很缺少。語意的多樣性直接造就了語言的自然性、方便性與貼切性，但也造成了機器瞭解的困難性與變化度；又如以自然影像人機界面互動觀點來看，人臉影像辨與其相關信息獲得，是最容易讓我們注意到的技術，人臉的找尋及辨識已相當成功，最近機器在人臉表情辨識的研

究，已有突破，能夠辨識六種基本表情；另在擬人化的表現方面，MIT 已能夠將人臉機器人顯示人臉表情，MICROSOFT 的研究部門投注相當大的研究比重於電腦的智慧型人機界面的研究，如語音訂（機）票系統，語音直接輸入系統，電腦外觀環境瞭解系統等，再再證明智慧化人機界面研究受到學術界與產業界重視的一面。

此外，在有擬人化行為與行動的人機界面的研發方面，也有蓬勃的研究進行，除上述可表示表情的人臉機器人外，導盲機器人的研究，寵物機器狗，最近之能踢足球與跳舞的機器人，已到達很精密、且唯妙唯肖的程度。這些研究，一樣需有擬人的智慧型控制與學習機制，更需有精密的控制與紮實的控制理論以為配合，才能成功。欲推展上述的研究或產品開發，智慧型人機界面機制技術，是否能突破，是成功的重要關鍵之一。有鑑於此，智慧型人機界面技術的研究，在後 PC 的時代，愈凸顯其重要性。欲貼切實現實世界之智慧型人機界面機制，運用模糊邏輯與類神經網路模型當成建構的主要工具，頗為合適。模糊邏輯可表示人類語言式的物理量變數，對於人類思考、語言，常常含有的不確定與模糊特質，達成相當貼近的有效表示；另外，表示人類一些經驗或專業知識，模糊若則法則也可傳神編譯表達模糊推論可將現實物量量，依據模糊若則法則知識，進行推理；模糊若則知識法則之建構，通常以專家或一般的經驗知識完成，模糊變數之歸屬函數也常以經驗或試誤方式訂定，此方法在碰到專家知識難找，或見仁見智、失之客觀的情形常常發生。最近之研究發展，係以專家知識法則寫初始值，由數據資料自己學習、訓練而增減出最好的模糊若則法則，或者全由數據資料學習建構出最代表性的模糊知識法則，如此獲得的知識法則應較由專家獲得的知識法，更為客觀、完整，且沒衝突抵觸情況。上面建立模糊若則經驗法則的學習機制，我們可以利



用類神經網路的學習能力，相輔相成，以竟全功。

綜合上述，對於後 PC 時代的來臨，我們建議廣籌經費進行智慧型人機界面技術及建構智慧型系統雛型之研究。建立類似人類的能力與功能的技術，是相當可注意的主題，如人類對日常生活之聲音、影像能達到相當高階的辨識、抽象信息的瞭解，及容忍誤差等，這些類似人類能力與功能，在現今之機器(PC)還是相當欠缺與不足，主要是人類認知、描述、與表達等機制，科學界還不甚瞭解，以智慧型人機界面為起點，結合跨領域，如生理、心理、醫學等人材，進行整合研究，再輔以智慧型控制及控制理論基礎，發展出有類似人類能力，或類似人類判斷與決策應用系統雛型，應是相當迫切且需要的。

### 3. 精密運動控制

我國工具機產業近十年來發展迅速，現在已是我國一般機械產業中產值及出口值最大的產業，加上工業自動化的潮流驅使，數值工具機(CNC)的相關研究亟需進行。因此，有關精密運動控制的研究正式提昇 CNC 的性能最主要的基礎。除此之外，在自動化機械中，精密運動也扮演了關鍵的角色，也是近來國內控制領域主要的研究方向之一。精密運動控制其中主要的三個研究方向為：(1)運動控制設計，(2)插值器設計，及(3)DSP 微控器實現。而近來發展及成果分述如下：

#### (1) 運動控制設計

運動控制精度通常考慮輪廓誤差與追跡誤差，追跡誤差也就是位置誤差，係指運動實際位置到命令位置的距離；而輪廓誤差則係指運動實際位置到命令路徑的最短距離。近來國際上研究的成果，有前置運動控制設計 ZPETC，藉由適當的極點 (pole) 與零點 (zero) 對消

而提高伺服系統的動態特性，改善伺服系統的追蹤性能。此外，為了改善或降低因運動控制不適當而產生的輪廓誤差，提出利用可變增益交叉耦合控制器的架構 CCC，藉著協調各軸的伺服位置誤差以消除兩軸所產生的輪廓誤差。爾後，國內學者提出了整合運動控制系統的觀念，結合 CCC 與 ZPETC 同時能改善刀具路徑的輪廓誤差及追蹤性能。並進一步提出了穩健整合控制器的設計方法。

## (2) 插值器設計

在精密機械運動控制中，有關命令路徑的產生，若能將工作輪廓曲線直接以參數化曲線輸入插值器，可以演算法計算出命令，便可以用較少的命令行數表達曲線路徑。因此，參數化曲線 (parametric curve) 常見的有：NURBS (non-uniform rational B-spline)、cubic spline、Bezier curve、B spline 等，均可大量的減少了 CAD/CAM 與 CNC 之間的 DATA 傳輸，並減少了傳輸的錯誤。而其中最具代表性的，就是 NURBS 插值器。一般的等間 uniform-interval NURBS 插值器，僅能確保在插值點為正確。至於插值點間的 Chord Error 以及運動速度，均無法保證。最近，國內學者提出了同時考慮 Chord Error 及運動速度的 NURBS 插值器，藉由一階近似法則，可確保運動的位置及速度精密。

## (3) DSP 微控器實現

前述的先進設計，增加了大量的計算。以 Intel 486-66 的 CPU 而言，由於整合式運動控制需要 120  $\mu s$ ，而等速 NURBS 插值器需要 230  $\mu s$ ，對於運動控制系統通常在 1  $ms$  的取樣時間而言，是不能接受的。DSP 以其強大的運算速度與功能，使得 DSP-based 運動控制器成為自動化控制器的主流。在以 TI 32031 DSP 微處理器為核心的架構上，

可達成整合式運動控制需要 32  $\mu s$ ，而等速 NURBS 插值器需要 50  $\mu s$ 。如此，可以實現高速及高精密的運動控制。國內研究且以將其應用於 CNC 加工中心上，驗證其明顯的改善性能。

#### 4. 光學微機電控制技術

##### 概述：

光學微機電系統在光電影像、生化科技、資訊儲存、光纖通訊與精密機械等領域的發展扮演著越來越重要的角色，其中光纖通訊是目前公認為跨世紀最具發展潛力且已達商業應用的科技之一。探究其原因不難發現面對網際網路所帶動的龐大頻寬需求，由於光纖通訊可以較經濟與迅速地解決頻寬不足的窘境，故已成為目前有線通訊的最佳解決方案。光纖通訊產業可區分為光通訊零組件與光通訊設備兩大部分，其中光通訊零組件包括有光纖、光纜、光主動元件與被動元件等；而光通訊設備則可區分為光纖區域網路設備、電信/有線電視光傳輸設備與光通訊量測設備等等。

根據美國 ElectronicCast，1999 統計報告，光纖通訊 1999 年的全球市場值已高達 100 億美元，且預測在 1999 到 2003 年的平均年成長率為 25%，到 2003 年全球市場值將達 240 億美元。另外，在光學微機電技術可以製作之光被動元件市場規模方面如光連接器、光耦合器、光隔絕器及分波多工器等 1999 年的全球市場值已高達 20 億美元，且預測在 1999 到 2003 年的平均年成長率為 20%，到 2003 年全球市場值將達 43 億美元。

近 10 年來台灣 PC、半導體產業的表現早已在世界佔有一席重要的地位，而我國歷經四十年來的快速成長後，目前我國的經濟正逐漸步入成長較緩慢的轉型期間，此刻正應是我們研擬策略，重新出發的

關鍵。為突破成長的瓶頸，開拓工業新的成長空間，我國必須提升技術層次，發展高科技及附加價值高的新興產業如光纖通訊，開發具發展潛力的產品與主要技術如光學微機電技術來發展光纖通訊系統相關之主動、被動元件及系統整合。

#### 目標：

光學微機電技術是結合光電及半導體工業來製作各類光纖通訊元件及系統之主要技術，在國外許多光學微機電系統之產、學計畫中，已投入許多人力、物力從事光纖通訊光主動元件與被動元件的研究。在相關研究中，整合矽基、砷化鎵材料為主的半導體製程及類 LIGA 技術，是製作光纖通訊元件如垂直共振腔面雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers; VCSELs) / 可調式垂直共振腔面雷射 (Tuning VCSELs)、連接器、耦合器、分波多工器 (Wavelength-Division Multiplexer)、光塞取多工器 (Optical Add/Drop Multiplexer; OADM)、高密度波長分波多工器 (DWDM)、光開關、濾波器、隔離器與衰減器等及系統應用之重要關鍵技術。而上述許多元件的製作皆須仰賴一微致動器對系統反射鏡面或結構作不同角度或位移的調整 (即微振鏡系統或微振動結構)。目前在微致動器的研究領域大致可區分為致動方式的探討 (靜電式、電熱式、電磁式、壓電式...)、致動機構的分析設計 (一維、二維、三維) 及控制架構的設計 (ASIC) 等方面，許多新穎且性能優異的微致動器亦不斷被發明及改良。與傳統的至動器相比較，元件微小化後因質量變小，所以加速度大，同時較不易受環境干擾而影響。而欲建立微振鏡光掃瞄及或微振動結構系統則需要發展光學微機電元件製程所必須的整體架構，包括：設計、模擬、製程、量測及其應用規劃等各類相關實驗室，以未來能掌握這些關鍵性技術為極終目標，並發展具有尖端光學微機電技術元件製作及系統應

用的潛力。也由於微致動器必須提供驅動力給一反射鏡面或微結構，才有實際的應用價值，因此針對微致動器之伺服精密控制（線性化）及掃瞄零組件感測與伺服控制之整合與應用有必要深入研究。

對於微致動器之伺服精密控制方面，未來研究最為重要的課題有：

1. 各式微致動器之研製與特性分析；
2. 驅動電路之設計技術；
3. 驅動微致動器之控制技術；
4. 微感測器設計技術之研究；
5. 微致動器/微感測器靜態/動態特性量測方法之研究；
6. 微致動器與微感測器之搭配研究

對於掃瞄零組件之感測與伺服控制，未來研究最為重要的課題有：

1. 反射鏡面或微結構反射率及平整度之研究
2. 微振鏡/微振動系統之研製；
3. 微振鏡/微振動系統之特性分析與量測；
4. 微振鏡/微振動系統之驅動控制技術；
5. 微振鏡/微振動系統與微感測之搭配研究；
6. 微振鏡/微振動系統組件封裝技術之研究。

光學微機電系統的發展儼然已成為未來的科技主流之一，不但研究開發的產品越來越多，其性能及應用亦更加的廣泛，因此如何將光學微機電致動元件、感測元件、控制電路等結合成一完整的系統，掌握其動態行為並加以伺服精密控制，是未來研究最為重要的課題。

## **5. 噴射引擎壓縮機控制系統之研發**

渦輪引擎在各項工業的能源及動力供應上有著不可或缺的地

位，在航太工業中更是關鍵的元件，因此，相關的研究一直是產學界的重要課題。提升渦輪引擎的效率不僅增加其工作能量，也節省相當可觀的能源損耗，而提升渦輪引擎效率最直接有效的方法是提升壓縮機段的壓力昇。然而當壓縮機運轉到接近其所能達到的最大壓力差時，壓縮機內的流場會出現不穩定的現象，即所謂的激喘(surge)或旋轉失速(rotating stall)，使得壓力昇反而急遽減少而大幅降低引擎的效率，情況嚴重的，甚至造成渦輪機損毀，因此渦輪引擎所設計之操作點均遠離此一最大壓力昇，以避免危險，傳統的渦輪機改善是從流體力學及機械結構的研究，直接提升壓縮機的性能，這樣的研究不僅費時費事，所得到的成果也極為有限。

由於 surge 與 rotating stall 明顯的限制了渦輪引擎所能達到的最大工作效率，探討 surge 與 stall 的成因並研究以不同的控制方法避免此種不穩定現象，乃成為近年來相關領域的熱門研究課題。有關噴射引擎系統效率的提升與動態分析等研究已有不少文獻發表，然而大多數都是由機械設計的觀點，經由數值分析或實驗驗證而成，由系統理論觀點探討相關問題的文獻並不多見，一般而言，系統理論分析所獲得的分析法則較不受系統結構的影響，且其所獲得之控制法則能提供較可信賴的設計。由於渦輪引擎系統是一個高度非線性系統，藉由數值分析或實驗數據所獲得的結果只能了解系統的部分特性，因此，藉由系統理論分析的輔助，以有效掌握及控制系統動態特性，是目前有關渦輪引擎的重要研究課題。

在過去數年間，有關噴射引擎系統效率的提升與動態分析等研究已有不少文獻發表。然而由於系統具有高度的非線性特性，以及目前對系統特性的不全然了解，例如軸流式壓縮系統的特徵曲線在不穩定區段內不容易量測，其特性會隨旋轉速度的不同而有所差異，且 3D 的特

性也不容易分析等，都有待進一步的探討。

在系統分析上，有些學者採取計算流體力學 (CFD) 的方法，如 O'Brien(1987 年)應用數值積分方法直接針對以偏微分方程式組表示的系統模式來做研究，雖然能夠提供較接近實際系統的資料，但是其計算量非常大而不易做有效的理論分析。Greitzer(1976 年)則以平均值的概念對軸流式壓縮系統提出較易分析的常微分方程式組的系統模式，1986 年 Moore & Greitzer 再將此模式予以改進，將描述二維流場的偏微分方程式組簡化為常微分方程式組。

依據此模式，McCaughan 在 1989 年應用分叉理論 (bifurcation theory)研究失速現象，他認為壓縮機系統中的失速現象實際是一種所謂的“橫貫式分叉現象”(transcritical bifurcation)，然而其結果只適用於某一特殊的軸向流壓縮系統。

在有關 stall 和 surge 現象的消除及避免的研究上，已有文獻提出一些控制方法，但是目前仍沒有提出較實用的方法。在 stall 控制方面，已有的方法包括瞬間大幅度改變調氣閥，甚至將整個引擎關掉，以將發生旋轉失速的不穩定區域從壓縮機系統中排出。其他的 research 主要從改變系統的結構上著手，例如應用聲音(音波)改變集氣室(plenum)的體積來影響集氣室內的壓力，或以改變入口導流葉片(IGV)的角度來影響壓縮機入口的空氣速度等。

由系統控制觀點的研究則如 Kokotovic 等利用 backstepping 的方法設計具有強健特性(robustness)的控制法則，以提高對干擾的忍受程度。此外，我們在壓縮機的控制理論及分析上也有一些結果。

誠如 1997 年 12 月國科會工程處完成之「航空工程技術研究發展規劃書」所述，“飛機引擎為飛機的心臟；其所涉及的技術層面亦屬最高者。”在所提近期與長期的研究發展重點中，壓縮機失速研究、

壓縮機測試技術、FADEC (Fully Authorized Digital Electronic Control) 系統之研發及引擎監控與診斷系統之研發等與本整合型計畫目標有關之研究課題皆為規劃重點研究項目。正如規劃書有關噴射引擎發展規劃結語所述：“渦輪引擎技術的提升是發展航太工業的關鍵方向之一，由於引擎所涉及的技術層面非常廣大，要以有限的人力、財力在現有的基礎上全面提升技術是不切實際的。”

建議國科會鼓勵及補助結合學術單位具不同專長的人力資源與研究經驗建立一軸向流壓縮機控制系統之實驗平台與從事壓縮機失速控制、壓縮機測試技術、壓縮機 FADEC 系統之研發及監控與診斷系統之研發。期能藉由計畫的執行對噴射引擎研發之關鍵技術有進一步的了解與掌控，並藉由研發過程對於壓縮機控制系統研究人才的培養及研發成果技術的累積能對國內航太工業發展，尤其是引擎技術的提昇有所助益。

## 6. 遙控機器人

近年來家用機器人系統日漸受到機器人學界的注意，家用機器人相對於以電腦系統為主的智慧型家庭管理系統，多了機器人可供運用，也因此使用者可經由網路更高度、密切地監控家中的狀況，並完成更多需與家中設備物品互動的工作，因而遙控機器人技術的重要性也隨之提昇；除了家用機器人系統外，對於危險或未知的環境，如核能電廠核廢料處理、救災或探測等，遙控機器人也有極大的應用空間；此外，隨著四通八達的網路，“Robots on the Web”也得以建立，讓來自世界各地的使用者得以分享資源，利用機器人操作昂貴，少數的儀器，學生也可自由地由家中、宿舍透過網路進行實驗，使得網路教學的範圍得以擴大，而不再只是以電腦為主，多以文字、影像虛擬



呈現，而能實地與設備及實際環境有所互動。

近日在電腦與控制技術的研發，以及業界與大眾的需求下，遙控機器人的研發重點落在遠端呈現(telepresence)，與環境互動之順應性控制(compliance control)，以及網路機器人(Internet robots)的發展等，在遠端呈現方面，我們希望讓操作者對遠方的環境有身歷其境的感覺，而此種臨場感的建立，也包括適切地呈現遙控機器人與外界互動時產生的接觸力，近年來蓬勃發展的虛擬實境(Virtual Reality (VR))技術已被引進以產生動態、即時、互動的遠端呈現，而力感及其因應的力操控制器在 VR 環境中的表現也是研發的重點；在順應性控制方面，遙控機器人在面對需精密操作之順應性工作時，且在感測與控制訊號延遲的情況下，其本身需擁有即時處理與環境接觸時位置與力變化的能力及其控制策略，而操作者與遙控機器人之間也需有良好的介面，建立理想的合作與分工的方式以因應來自工作的挑戰；而在網路機器人方面，由於網路的分享特性，即時閉迴路控制受到極大的挑戰，常見的操作模式為操作者經由網路送出命令，遙控機器人逕行完成控制迴圈，再將結果傳回操作者，操作者再據以決定下一動作，形成半閉迴路系統，在網路的環境下，逕行執行即時閉迴路控制也並非全然不可行，值得下功夫之處頗多，也將是一關鍵重點。

## 7. 自主式機器人

自主式機器人具有機器智慧，可以在沒有操作者介入的情況下完成所交付的工作。早期自主式機器人的研究多集中在自走式機器人(Mobile robots)，這包括輪式的移動式機器人(Wheeled mobile robots)與雙足或多足行走式機器人(Legged robots)。近幾年來，已從應用面擴展到各種服務機器人(Service robots)、擬人化機器人(Humanoid

robots) 、個人機器人(Personal robots)及家庭機器人( Home robots)等等。由於自主式機器人必須在一般人類生活的環境中工作，其環境不像傳統的工業機器人是事先設定或設計好的，因此這種機器人的運動規畫與控制是一個重要的研究課題。文獻上已有各種方法被提出以解決機器人在一未事先設定好的(Unstructured)及動態(Dynamic)的環境中運動，而不會與環境中靜態的或移動中的物品產生任何碰撞。目前在自主式機器人的智慧型控制方面，較引起注意且具挑戰性的研究主題包括：

1. 感測資訊融合與環境模型建立方面，
2. 智慧型自動導航車之自動定位與巡航系統設計方面，
3. 基於感測訊號之即時反應式運動控制方面，
4. 影像處理與路徑追蹤控制方面，
5. 內嵌式之控制硬體與軟體架構方面，
6. 透過網際網路之遠端遙控方面。

在不久之將來，由於微電子、感測技術及網路科技的快速進步，無論在一般家庭自動化或幫助行動不便之老年人等服務性的工作的需求，都將促進自主式機器人系統在社會或是家庭之應用。因此，以未來發展方向來看，一方面將朝向整合功能強大之微處理器或數位訊號處理器，使先進控制功能如非線性追蹤控制等技術能具體實現；另一方面亦將朝向整合各種新型之體積更小、整合性更強之感測器與致動器，使自主式機器人更微小化而功能更強大完備，且將與 3C 技術整合，使更具實用性。

## 8.控制系統在電力電子的應用

## 前言

展望 21 世紀，人類將跨入一個以網路(有線與無線)為基礎的資訊與通訊時代，人們的生活與企業的發展將面臨劇烈的變革。在以網路技術為基礎，以資訊家電為導向的產業發展趨勢中，電力電子與控制技術的整合與發展，將扮演愈為重要的角色。

### (1) 電力電子產業的發展契機

隨著科技的發展，人類對生活品質要求也就愈高，這其中主要就是資訊與環境。高科技的發展必須要解決日益嚴重的環保問題，環保問題的主要根源之一即是能源問題，而電力電子正是解決能源問題的關鍵技術。由於能源與資訊都是人類生活中不可或缺的，且其關鍵技術仍在快速發展中，因此能源與資訊產業都具有市場大、變化快、種類多的產品特質。

電力電子(power electronics)近年來發展快速，此學術領域不僅涵蓋廣泛，且具有技術整合性特質，也是自動化、國防、航太、運輸、與環保等工業發展的基礎技術。電力電子雖然已有相當的發展歷史，唯近年來由於電力半導體開關元件的快速發展，使得新式的功率開關元件如 Power MOSFET、IGBT、MCT、與 IPM 等，可以高頻切換進行電能處理，使得電力電子產品更能達到「輕薄短小、高效能、高可靠性」的完美境界。

由於電力電子技術將主導一些未來相關科技的發展，其重要性可想而知，電力電子與微電子技術的結合將造成許多相關產業的革命，例如電動汽車、電動機車、磁浮火車、變頻器、伺服驅動器、智慧型 UPS、小型智慧能源處理系統、太陽能智慧屋、電池儲能系統、電子變壓器、高壓直流電力傳輸系統等等，這些未來產品均將與我們的日

常生活息息相關，因此先進國家如美日等國均視為下一波科技競爭主要發展目標之一。

根據統計，1997 年在全國的總能源消耗中，電能的使用率僅佔 23%，其中使用有電源轉換器的僅佔 16%，而該年度僅是半導體功率元件的全球營業額即達 81 億美金，其衍生產品的營業額高達 30 倍。電能使用的比率將隨著科技的發展而日益提高，由此可見，電源事業具有廣大的市場發展機會。

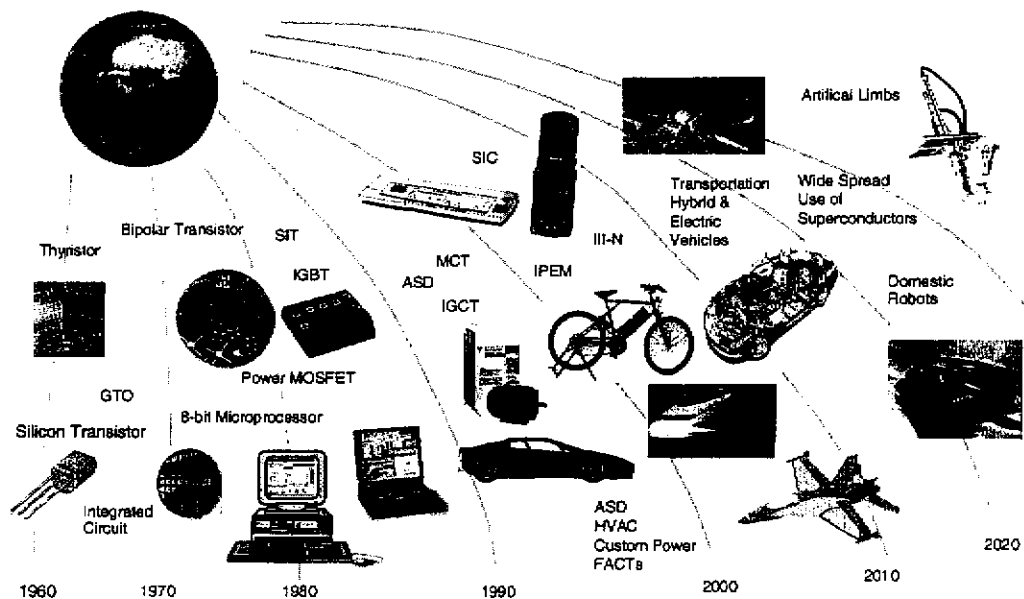


圖1 電力電子產品的多樣性與產品應用趨勢

隨著個人電腦、伺服器、與各種可攜式資訊與通訊設備的發展，新一代的高效率交換式電源供應器的競爭也愈為激烈。新型半導體功率元件、平面磁性元件、超高容量電容、高容量可充電電池等商品化技術日趨成熟，高頻軟開關技術、電腦輔助設計技術、與高功率密度包裝技術將逐漸應用於新一代交換式電源供應器的設計，分散式電源供應器、模組式功率轉換器、與智慧型電源管理模組在新一代電腦與通訊設備的需求，更將觸發未來交換式電源供應器突破性的發展。

## (2)控制技術在電力電子的應用與發展

由於電力電子是自動化、資訊家電、國防、航太、運輸、與環保等工業發展的基礎技術，而控制技術更在其中扮演著從基本元件到系統整的關鍵角色，因此，控制與電力電子整合技術的發展更成為發展高層次產品的關鍵技術。

近年來，更由於 IC 製程技術的發展，使得高性能 DSP、FFPGA、晶片設計、混和式類比數位 IC 設計等技術快速發展，此發展趨勢，使得我們可以更容易的將創意以系統化晶片的方式實現。在電力電子領域，需要各式各樣的控制晶片，例如 PWM 控制 IC、PFC 控制 IC、馬達控制 IC、伺服控制 IC、電池殘電偵測 IC、電池充電控制 IC、電子安定器控制 IC、光源控制 IC、…等等，其中任何一類均足以構成一廣大的應用市場，隨著各式各樣電子產品的發展，其中不可或缺的電源供應器、能源轉換器，也隨著技術的更新，不斷的推陳出新，因此創造了廣大的商機，這樣的發展趨勢，從過去 PC 的發展，到目前的網路通訊，乃至於未來的資訊家電，將持續創造電力電子產業發展的榮景。

有鑑於上述之發展趨勢，因此建議國科會控制學門可朝向下列幾個方向發展以電力電子為導向的控制技術。

- DSP 數位馬達控制技術
- DSP 數位電源控制技術
- 以網路應用為導向的系統整合即時網路控制技術
- 以資訊家電為導向的小型馬達控制 IC 設計技術
- 以開關式電源模組導向的電源控制 IC 設計技術
- 類比數位混和式控制 IC 設計技術

- 智慧型小型電池監控 IC 設計技術
- 以智慧控制為導向的系統 IC 設計技術

由上述之說明，當可瞭解以發展資訊家電為導向的電力電子與控制技術為策略目標，以 IC 設計、DSP 控制、網路控制等核心技術為手段，將可創造產學雙贏的發展環境，為我國自動控制領域開啓一個新的發展契機。

## 第四章控制學門近三年來主要活動及成果

### 一、控制學門主辦的學術研討會

近三年來與控制學門有關的活動甚多，今僅略舉重要者如下：

- 1996 自動控制暨兩岸機電及控制技術交流學術研討會
- 1996 IEEE IECON 22<sup>nd</sup> Int. Conf. on Industrial Electronics, Control and Instrumentation
- 控制學門 85 年度研究成果發表會
- 中華民國第四屆模糊理論與應用研討會
- 第十屆全國自動化科技學術研討會
- 1997 自動控制暨兩岸機電及控制技術交流學術研討會
- 控制學門 86 年度研究成果發表會
- 中華民國第五屆模糊理論與應用研討會
- 第五屆國際自動化科技研討會
- 1998 自動控制研討會
- 控制學門 87 年度研究成果發表會
- 1998 International Conference on Mechatronic Technology
- 工業自動化與電力控制研討會
- 中華民國第六屆模糊理論與應用研討會
- 1999 自動控制研討會
- 1999 民生用品控制技術研討會
- 2000 自動控制研討會
- 2000 工業自動控制及電力應用研討會
- 2000 民生用品控制技術研討會

## 二、 控制學門國際交流活動

為了要了解美國、日本兩國在控制工程的研究現況，控制學門乃組團於 1998 年三月十七日至四月二日赴美、日兩國參觀考察這兩國家重點大學及研究機構之研究現況，俾作為控制學門未來規劃之主要參考。本次參訪的目的為

- (一)瞭解美日控制領域研究機構之研發現況及未來發展方向。
- (二)瞭解美日控制領域的產學合作方式及其推動情形。
- (三)考察美日控制系統實驗室共用設備中心之設立及運作情形。
- (四)瞭解美日控制理論的實際應用情形及未來發展趨勢。
- (五)洽商雙方合作研究的可能性。

「控制學門」赴美日考察重要活動日程紀要

日期	活動紀要	接待機關	接待人員
1998/03/18	1. 參觀ITS的研究現況及運作情形，作為未來學門規劃研究的參考。 2. 產學合作的運作模式值得參考。 3. ITS 非常樂意與我國合作研究。	東京大學生產技術研究所(Institute of Industrial Science, IIS)	* Prof. Hideki Hashimoto(橋本秀紀) * Prof. Fumio Harashima(原島文雄)



1998/03/20	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀電機所的研究現況，並了解該所未來的研究方向。</li> <li>2. 普大相當鼓勵產學合作，學校更主動規劃三個科學園區，鼓勵廠商進駐。</li> <li>3. 參觀 Research Cooperative Center(RCC)，了解廠商和學校合作的互動關係，值得做為國內推動產學合作業務之參考。</li> <li>4. 控制的研究必須結合實作，不應該被限制在單一領域，而應與相關領域互相整合，</li> </ol>	普林斯頓大學電機所 (Department of Electrical Engineering Princeton University)	* Prof. Sun-Yuan Kung (貢三元教授)
1998/03/23	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀 RPI 的 Center for Advanced Technology in Automation, Robotics, and Manufacturing, 了解該中心的運作狀況，作為學門規劃共用設備中心的參考。</li> <li>2. 該中心的產學合作計畫執行相當成功，且以協助中小企業研究為重點，相當值得我們參考。</li> </ol>	壬色列理工學院 (Rensselaer Polytechnic Institute, RPI)	*Prof. John T.Y. Wen (文庭永教授)

1998/03/24	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解 Honeywell 公司的研究現況及未來產品研發方向，並依四個不同的研發方向聽取該公司的簡報，對 Honeywell 的經營理念及研發定位有更深一層的了解。</li> <li>2. Honeywell 在家電用品、航太工業及其半導體應用等領域有其特長，其所提及的研發方向值得參考。</li> <li>3. 參觀 Honeywell house，了解 Honeywell 如何把高科技技術應用在日常生活中，其應用令人印象深刻。</li> </ol>	Honeywell Technology Center (HTC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Thomas H. Holland (Technology Manager)</li> <li>* Dr. Tariq Samad (Senior Research Fellow)</li> <li>* Dr. G. Benjamin Hocker (Principal Research Fellow)</li> <li>* Richard G. Schulze (Technology Director)</li> <li>* Brian A. Isle (Technology Director)</li> <li>* John D. Howard (Principal Business Development)</li> </ul>
1998/03/25	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀並了解 S. M. Wu 製造研究中心的研發及運作現況，該中心設備共用的模式值得參考。</li> <li>2. 該中心與政府研究機構及產業界合作密切，合作方式是採會員制，運作情形良好，研究成果頗獲肯定，是個相當成功的例子。</li> <li>3. 該中心對參與研究的學生，有兩種不同的要求，分別是學術導向或工業應用導向，理論與實作並重，各有不同的要求水準。</li> </ol>	密西根大學 S. M. Wu 製造研究中心 (S. M. Wu Manufacturing Research Center)	* Prof. Jun Ni (倪君)
1998/03/26 ~ 1998/03/27	1. 參觀各研究室與研究中心的研發及運作情形，了解各研究單位的研究方向，作	普渡大學 Herrick Lab, Engineering Research Center, Robotics and	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 李春盛教授</li> <li>* Prof. Matt Franchek &amp; George Chiu</li> <li>* Prof. Nancy Bulger</li> </ul>

	<p>為學門規劃參考。</p> <p>2. Herrick Lab. 的運作是採自給自足方式，有計畫才有設備支援、人力支援及空間，否則退出，因此，參與的研究人員都相當努力。</p> <p>3. ERC 的合作模式是工業界和 ERC 本身共同出錢，不需要學校資助，故其研究都較具商業價值，構想法大都來自商業界，其作法值得國內在擬定研究方向時參考。</p> <p>4. Robotics and Vision Labs 的研究經費都來自政府的計畫支持，因此較偏向理論研究，論文發表也較多。</p>	Vision Labs.	<p>*Prof. Ari Kak</p> <p>*Prof. Tony Mciejewski</p> <p>*Prof. Ragu Balakrishnan</p>
1998/03/30	<p>1. 參觀電機及機械系所的研究現況，並了解該二系所在控制領域的研發方向，主要還是以智慧型控制為主。</p> <p>2. 參觀該單位的產學合作研究計畫運作現況，因為該單位設有特殊研發方向的中心，在運作上不難吸引廠商投入，效法值得學習。</p> <p>3. 參觀 PATH(Program on Advanced Technology for Highway) 的研究設備共用中心的運作情形，其設備較屬於個人教授擁有。只有在共同合作研究時</p>	U. C. Berkeley	*Prof. S. S. Sastry

	<p>才能共用。</p> <p>4. 日本、德國公司對於和 U. C. Bergerly 的國際合作相當重視，利用此機會汲取美國研究精髓，使其技術保持領先，此種合作模式值得學習。</p>		
1998/03/31	<p>1. 參觀設於該校區內之「控制工程與計算中心 (CCEC)」的運作情形，並進一步了解該中心未來的發展方向。</p> <p>2. CCEC 的控制理論研究十分突出，但並無設備共同忠心之設立，主要設備皆置於參與研究人員的實驗室內，其整合均靠 Prof. Petar Kokotovic 來指揮。</p> <p>3. 該中心在課程訓練及應用研究方面有其特色，強調研究必須有實務經驗。</p>	U. C. at Santa Barbara (UCSB)	<p>*Prof. Petar Kokotovic</p> <p>*Prof. Alan J. Laub</p> <p>*Prof. Karl J. Astrom</p>

此外，控制學門為瞭解大陸在控制工程與技術這方面的研究重點及主要研究成果，乃積極規劃利用出席「第三屆全球智能控制與自動化」國際會議（2000年6月28日至7月2日在安徽省合肥市舉行）及「2000亞洲控制會議」（2000年7月4日至7日在上海市舉行）之便，順道參訪哈爾濱工業大學、北京工業大學、中國科學院、中國科學技術大學及上海交通大學，藉由實地參訪這些重點大學及研究機構在控制工程與技術方面的研究成果，來瞭解大陸在這方面的研究重點及研究水準。安排參訪的行程自2000年6月19日至6月27日止，計九天，其成員包括臺灣科技大學電機系李祖添教授、清華大學電機系陳博現教授、臺灣大學電機系傅立成教授、交通大學電機與控制系

林進燈教授、成功大學電機系李祖聖教授、中央大學電機系王文俊教授、雲林科技大學電機系吳佳儒教授、元智大學電機系林志民教授及國科會工程處許文秀科長等九人。

本次參訪的目的在於瞭解中國大陸重點大學及研究機構之研發現況及未來發展方向，與產業界合作研發的方式及成果，以及洽商雙方合作研究的可能性。

## 行程安排及成員

### (一) 行程

日	期	行 程 參 訪
六月十九日	(一)	台北飛往哈爾濱
六月二十日	(二)	參訪哈爾濱工業大學
六月二十一日	(三)	參訪哈爾濱工業大學
六月二十二日	(四)	哈爾濱飛往北京 暨資料整理與討論
六月二十三日	(五)	參訪北京工業大學
六月二十四日	(六)	資料整理與討論
六月二十五日	(日)	資料整理與討論
六月二十六日	(一)	參訪中國科學院
六月二十七日	(二)	北京飛往合肥
六月二十八日	至	參訪中國科技大學
七月二日		出席全球智能控制會議
七月三日	(一)	合肥飛往上海
七月四日至七日		出席亞洲控制會議
七月八日	(六)	上海飛往台北

## (二) 成員：

國立臺灣科技大學研發處：李祖添研發長/教授（領隊）

國科會工程處控制學門召集人

「控制學門」出席國際會議順道參訪大陸重點大學  
及研究機構成員

參加人員				
職稱	姓名	服務機關	職稱	附註
團長	李祖添	台灣科技大學電機系	教授	學門召集人
團員	陳博現	清華大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	林進燈	交通大學電機與控制系	教授	學門規劃委員
團員	傅立成	台灣大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	李祖聖	成功大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	王文俊	中央大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	吳佳儒	雲林科技大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	林志民	元智大學電機系	教授	學門規劃委員
團員	許文秀	國科會工程處	科長	學門承辦人

### (三)、控制學門參訪大陸重點大學及研究機構重要 活動日程紀要

日期	活動紀要	接待機構	接待人員
2000/6/20   2000/6/21	<ol style="list-style-type: none"> <li>參觀計算機與電氣工程學院、機器人研究所、哈工大 Rockwell 自動化實驗室、精密工程研究所、計算機科學與工程系、控制科學與工程系的實驗室，瞭解他們研究，教學情形，及未來研究方向。</li> <li>瞭解校辦企業情形及產學合作推動情形。</li> </ol>	哈爾濱工業大學	楊士勤校長 徐殿國院長 鄧宗金院長 李瑞峰副所長 劉茂愷主任 劉奉海副主任 董申所長 馬廣富副所長 李士勇教授 趙敏處長
2000/6/23	<ol style="list-style-type: none"> <li>參觀雷射加工工程研究中心、機械工程中心、機器人焊接實驗室、電子訊息與控制工程學院的實驗室，瞭解他們的研究成果。</li> <li>瞭解校辦企業情形及產學合作推動情形。</li> </ol>	北京工業大學	左鐵鏞校長 周大森副校長 劉小明副校長 趙曉華所長 張明主任 貴仁元院長 尹寶才副院長 殷樹言主任 盧振洋處長 王晉副院長 秦世引教授 陳陽舟教授
2000/6/26	<ol style="list-style-type: none"> <li>參訪系統科學研究所及自動化研究所的研究成果及未來發展方向。</li> <li>瞭解產學合作情形及技術移轉情形。</li> </ol>	中國科學院	郭雷所長 王慧娟處長 譚鐵牛所長 譚民副所長 張興根主任 曹愛民副主任 程代展副主任 喬均泉副所長 陳翰馥教授 秦化淑教授 韓京清教授 許可康教授 姚鵬飛教授 方海濤副教授



2000/6/28	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀同步軸射實驗室、自動化研究所、計算機科學系、科大恆星公司的研究成果及未來發展方向。</li> <li>2. 瞭解校辦企業情形及產學合作情形。</li> </ol>	中國科學技術大學	王廣訓副校長 程藝副校長 付紹軍主任 王東進主任 劉政凱主任 楊杰主任 王仁華主任 王煦法主任 陳宗海主任 趙保華主任 孫德敏所長
2000/7/9	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參觀自動化研究所，Rockwell 自動化實驗室的研究成果及未來發展方向。</li> <li>2. 瞭解校辦企業情形及產學合作情形。</li> </ol>	上海交通大學	

控制學門在國際交流及對社會人士的培育課程方面的推動也十分積極。控制學門常邀請國外智慧型控制技術的大師級人士來台講學或進行研究合作，也推動了一連串的智慧型系統訓練課程。包括如下所示：

於民國八十七年一月至八十七年十二月，邀請澳洲 Griffith 大學王啟旭教授來台於國立通大學電控系客座研究一年，研究主題為類神經模糊控制理論。王教授在台期間與國內一些學者發展了一些智慧型控制理論的分析法則。民國八十七年七月邀請美國普渡大學電機系李春盛教授來台於台科大及交大開授模糊類神經網路短期課程，每期修課人數皆約有 100 人。以及八十八年一月邀請大陸安西交通大學工學院蔣庄德院長與雲林科大共同舉辦「微機電系統技術理論與應用研討會」。

此外，控制學門也在過去三年內，主動邀請東京大學教授 S.

Arimoto，華盛頓大學談自忠教授，普渡大學李春盛教授，康耐迪克大學 Prof. Peter Luh，普渡大學劉中鴻教授等國際知名教授，至國內各大學開短期課程，或演講，或提供技術諮詢服務。因此，控制學門始終掌握住世界潮流，並與之同步致力於當前重要課題的研究。

### 三、 主要研究成果

近三年來，控制學門除了在國際著名控制相關期刊發表了不少論文外，對國內產業界也作出具體貢獻。具體成果包括：

1. 為工研院電通所製造的模糊經片建立了一個具有類神經學習能力的發展系統。此學習能力將可簡化模糊控制系統之設計。使用者只要提供相關的訓練資料（監督式或加強式），我們的學習機制（engine）即可自動找出適當的模糊法則以及成員函數。同時這些學習也可以線上執行，亦即在利用晶片控制一實體的過程中，學習繼續進行。此晶片及發展系統已技術轉移給科學園區的合泰半導體公司。
2. 發展完成線切割加工機之進給與角隅模糊控制技術，並已於 1997 年七月技術轉移至新竹新代科技股份有限公司進行線切割機的生產。該公司是目前台灣極少數可以自行研發線切割機的公司。
3. 實現一機器臂（PUMA560）之影像導引控制。經由攝影機辨識出輸送帶上物體的位置及形狀，機器臂可準確的抓取該物體。本計畫之研究成果已刊登於第二十二期『工程科技通訊』中以推介予產業界。
4. 建立一套結合影像與語音的聲控系統。此系統除包括了二塊平行處理的 DSP 卡外亦大量的應用了類神經模糊技術。本系統獲得 1996 年第六屆 TI（德州儀器半導體公司）校園科技「特優獎」。
5. 發展一套磁浮軸承系統，包括系統設計，製造及模糊控制技術發

展。本系統獲得 1997 年第七屆 TI (德州儀器半導體公司) 校園科技「特優獎」。

6. 於一國防計畫中發展一模糊類神經專家系統以為飛彈紅外線尋標器之用，成功的將現有專家知識植入我們的網路架構中，並透過一堆紅外線影像進行網路訓練而完成對海尋標系統。
7. 發展一套模糊類神經網路協助衛星影像辨識系統軟體，並於 1998 年 9 月轉移至行政院國家太空計畫室。
8. 建立一套模糊類神經控制之吊車系統。該吊車高二公尺，長三公尺，以一個 DC 馬達及一個 AC 馬達驅動。除了模糊控制器外，更發展了一加強式學習法則，可讓吊車系統在嘗試約十次失敗後，學得控制法則而另吊車快速而平穩的運動。此系統已逾 1996 年十月在加拿大溫哥華舉行的 SMC 國際會議上展出。
9. 建立一套多重運動物體的影像追蹤系統。應用類神經模糊技術以快速且精準的預測出影像中各運動物體的速度與方向。此研究更為動態影像壓縮提供一新技術。
10. 發展一套噪音下語音辨識技術 (包括噪音下切音技巧)。與先前我們發展的語音壓縮技術結合後，開發一個聲控式的電子秘書產品。者這也是模糊類神經網路與遺傳演算法的另一個應用。
11. 另外值得一提的，控制學門於去年成功的推動了一個產學合作案「即時動態模擬系統研製」，為智慧型控制技術開創了一個重要的應用領域。

## 所獲獎項

在控制學門之研究計畫支持下，因研究成果優異而獲國內外諸多獎項，包括：

- IEEE Fellow (交大李祖添教授)
- 教育部學術獎 (交大李祖添教授)
- 傑出人才講座 (清大陳博現教授)
- 十大傑出青年 (台大傅立成教授、交大林進燈教授)
- 中國電機工程師學會的傑出電機工程教授獎 (交大林進燈教授)
- 教育部有關產業實際問題優良博士論文獎 (交大林進燈教授)
- IEEE Neural Network Council 評選為結合類神經網路及模糊系統最有貢獻的文章。
- 德州儀器公司校園科技特優獎

## 第五章控制學門推動成效自我評估

控制科技是構成高科技產品或各項自動化系統的核心技術，也是提昇各項產業生產力、效率與品質的關鍵要素，更是國防安全不可缺乏的必要技術。今日人們的生活，從食、衣、住、行、育、樂等基本需求，以致於複雜的社會與文化活動，已經無時無刻不受控制技術及其相關產品的影響。因此，控制科技的發展與應用是產、官、學、研等各界人士極重視的課題。

近年來，一批批學有控制專長的歸國學人願意回國服務，在教育界、工業界以及各研究機構裡貢獻所學，大大地提昇國內教育品質、產業界以及各研究機構的研發創新實力，同時開創國內高科技產業的高峰期。一如近年來世界上控制學術人口的遞增情形般，國內的學、產與研等各界控制相關人口也逐漸累增至關鍵性的規模程度，其對社會的貢獻日益增加。近年來，控制學門一直緊密地配合國家科技政策，贊助日益重要且多樣化的控制研究，不但培育本體高級研究人才，而且孕育了影響社會的各項重要技術，如智慧型控制、系統整合、精密動態控制、民生用品控制技術與基礎控制理論等項目。

這三年來，由於控制學門的成立，以及由控制學門推動的學門規劃獲得學界廣大的認同，無形中具有導引國內控制學界，集中有限人力，針對規劃主題，予以深入研究。三年來，已見相當成效，略述如下：

### 1. 計畫申請件數的大幅成長

三年來，控制學門計畫申請件數由八十七年度的 186 見件大幅成長至八十九年度的 303 件。三年來，增加幅度高達 63%。

### 2. 計畫核准件數的成長

三年來，控制學門核准計畫件數由八十七年度的 121 件成長至八十九年度的 198 件，成長幅度達 63.6%。

### **3. 學門經費的成長**

三年來，控制學門的經費由八十七年度的 58,840,000 元成長至八十九年度的 89,450,000 元，成長幅度達 52%。

### **4. 學門發表於 SCI 期刊論文總篇數的成長**

三年來，控制學門學者專家發表於 SCI 期刊論文總篇數由八十七年度的 227 篇增加至八十九年度的 309 篇，成長幅度達 36%。

### **5. 學門發表於 EI 期刊論文總篇數的成長**

三年來，控制學門學者專家發表於 EI 期刊論文總篇數由八十七年度的 167 篇增加至八十九年度的 237 篇，成長幅度達 41.9%。

### **6. 獲得專利件數的成長**

三年來，控制學門學者專家所獲專利件數由八十七年度的五件大幅成長至八十九年度的十八件，成長幅度高達 260%。

### **7. 研究成果獲得國內外肯定**

- IEEE Fellow (交大李祖添教授)
- 教育部學術獎 (交大李祖添教授)
- 傑出人才講座 (清大陳博現教授)
- 十大傑出青年 (台大傅立成教授、交大林進燈教授)
- 中國電機工程師學會的傑出電機工程教授獎 (交大林進燈教授)
- 教育部有關產業實際問題優良博士論文獎 (交大林進燈教授)
- IEEE Neural Network Council 評選為結合類神經網路及模糊

系統最有貢獻的文章。

- 德州儀器公司校園科技特優獎

## 8. 建立控制學門網站

經過審慎規劃，已建妥控制學門網站，所有學門規劃內容、出席國際會議補助辦法、出席國際會議計分辦法、控制學門最新動態以及各種相關活動之最新訊息，均已井然有序的建於網頁內，今後仍將不時更新，以提供各界控制學門最新資訊。

## 第六章結論

控制學門成立三年來，在工程處長蘇炎坤博士以及許文秀科長的大力支持下，已迅速的匯集國內學界相關研究人員，致力於重點研究。三年來，推動成效甚為優異，這些均是控制學門全體研究人員與工程處所有人員共同努力的成果。值此進入二十一世紀之始，展望未來為能使控制學門各項研究成果更上層樓，吾人應致力於下列數項工作：

### 1. 推動產學合作研究

尤其針對「虛擬實境之動感模擬系統」、「智慧型載具控制」、「人與機電介面之控制」、「工業應用控制」、「電腦周邊控制技術」、「快閃磁碟機控制」、「消費性監控系統之設計與改良」及「車用電子與控制」主題，積極推動產學合作案。

### 2. 推動前瞻性學術研究

面對未來追求高品質產品的趨勢，以及因此伴隨而來的是增加系統的複雜度和性能需求，這些都是形成需要發展更精緻的控制系統，以因應日趨複雜的系統，由於國內從事「基本控制理論」及「智慧型控制」的研究人數頗多，因此控制學門選擇了「功能性控制」及「智慧型控制技術」兩個主題，積極整合現有人力，大力推動上述兩個主題的前瞻性學術研究，在這兩領域能居於主導地位。

### 3. 推動民生用品控制技術研究

民生用品控制技術與我們日常食衣住行育樂等生活息息相關，這些技術可大幅提高相關產品的競爭力。限於人力，初期我們應致力於下列研發工作：



- (1)電腦周邊控制技術
- (2)快閃磁碟機控制技術
- (3)光掃瞄零組件技術之應用
- (4)網路家電系統

#### **4. 推動網路控制(Internet Control)研究**

由於網際網路日益受到重視，因此利用 internet 從事監控的相關研究，正在各先進國家積極進行研究。吾人應積極規劃投入此領域研究俾能與世界潮流一致。