

先進自動化排程技術

文／傅立成(資訊/電機工程學系教授)

「排程」泛指決定一連串事件發生的時間、地點或方式，更通俗的定義為決定事件發生的順序。一般而言，基本的排程能力可說是人類與生俱來的能力之一，一個有行為能力的人在每日的生活作息中經常要決定事件處理的先後次序，決定的準則不外乎是為求達最大的效益、解決最多的工作量，或避免超過時限，因此一位被稱為有效率的人，常是排程能力強的人。

不過，在人類的日常生活作息中，需排程決定處理先後次序的事件數一般不大，因此能力強的人常可在極短的時間之內，以類似直覺式的方式，即可達到幾乎是最佳的排程效果；類似的方式亦常被應用到規模不大或複雜度不高的生產工業中，常見的現象即是線上領班根據其經驗或利用直覺方式來決定產品加工或生產的次序。但是，隨著應用領域的不同，待排程的事件數可能過多或事件彼此間又存在複雜的前後牽制關係，是以問題的困難度及複雜度可能早已超過人類以直觀的方式即可解決的範圍，而且排程效果的好壞可能事涉重大的利害關係，此時，電腦超強的計算能力即成為排程的利器。

雖然電腦對數字處理能力遠遠超乎人類同性質的能力之上，但如何將一般排程問題轉化為電腦可有效處理的問題即為一門重要的學問，稱為「自動化排程」，相關的技術包括如何(一)在電腦中建立應用問題的模型，(二)根據排程的優劣標準訂定成本或代價函數，(三)設計一智慧、有效率的計算流程，(四)分析計算結果的最佳化程度。以下茲舉兩例以做說明：

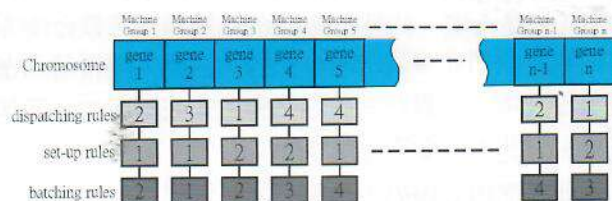
例一：半導體廠的排程

半導體廠為當前高科技產業中最複雜的生產工廠之一，全廠造價金額高達數百億元，內含設備機台多達數百台，以晶元代工廠而言，每樣產品製程可牽涉數百道步驟，而全廠的運轉滿載時，在製品的數量可達數千卡匣(一卡匣可含24片晶元)，換言之，工廠的生產須滿足多達數十件客戶訂單的交貨期，由於在製品的附加價值高，延遲交貨的罰則嚴峻，則排程結果的好壞對廠商的獲利具重大的影響，是以，半導體廠的自動化生產排程問題即顯得困難但重要。鑒此，本研

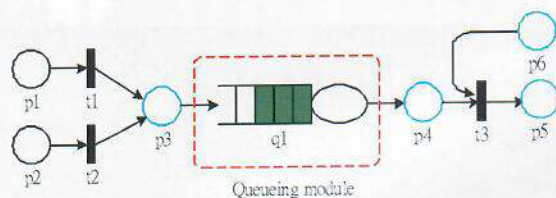
究團隊，近來提出一套排程方案[1]-[4]，可有效解決複雜晶元代工廠的排程問題，更衍生出交期預測的解決對策。詳言之，該方案(一)利用新提出的「排隊裴氏網路」(Queueing Petri Net)技術供問題有效建模(圖一)；(二)利用基因(chromosome)編碼及最適函數(fitness function)作為成本函數及評估的對象；(三)利用遺傳基因演算法來作為計算流程(圖二)；(四)分析出排程結果隨計算時間的漸近優越性。

例二：高樓電梯群控

隨著高樓的迅速增加，良好的垂直交通運輸，在現



圖一 遺傳基因演算法基因結構



圖二 Queueing Petri-Nets之示意圖

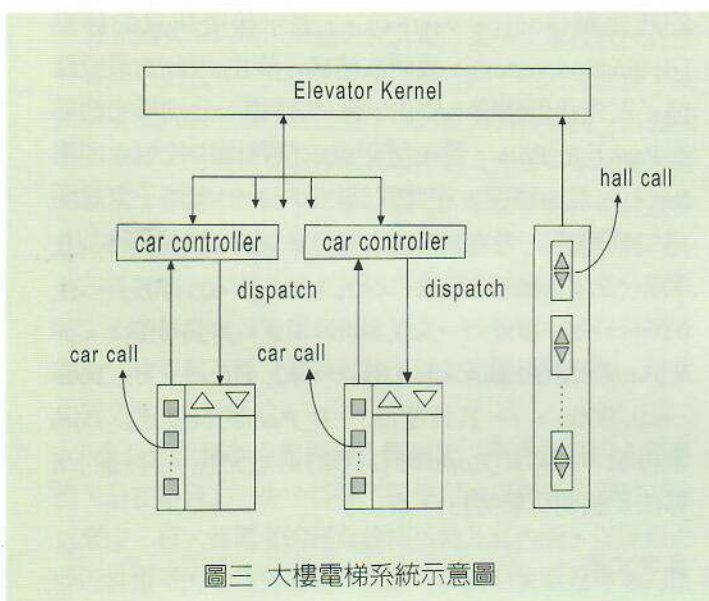
代化大樓的評估中，逐漸成為不可忽視的要素。電梯設備是大樓內最主要的運輸工具(圖三)，而電梯群控系統則主宰了電梯設備的效能。電梯群控系統的主要目的，在於協調多部電梯運載的次序及方式，以期有效率地完成乘客的運輸需求，為一典型動態排程的問題。為發展一個優秀的電梯群控系統，本研究針對群控系統的三個主要層面 - 模型建構、排程演算法及系統適應能力作了完整的考慮與設計(圖四)[5]-[6]。適當的系統模型有助於問題的描述與演算法的設計，系統模型能否表現實際面臨的問題，對於群控系統的實用性也有很大影響。面對由乘客、服務需求與電梯

設備所組成的動態事件系統，裴氏網路(Petri nets)是一個很適合的建模方法。該建構之模型同時考慮了電梯的加減速動態，以求更精準地表現真實的電梯系統。在此模型上，我們發展了一套以模擬器為主軸的排程演算法，用來控制電梯設備，快速完成乘客的服務需求。此演算法不但考慮了乘客的等待時間、搭乘時間、電力消耗等三項主要評估要素，另外還有重新排程的機制，能夠動態改變電梯與服務需求的指派關係，更增進電梯系統的效能。另外，類神經網路的引入，使我們能夠掌握未來服務需求的時間與頻率，在

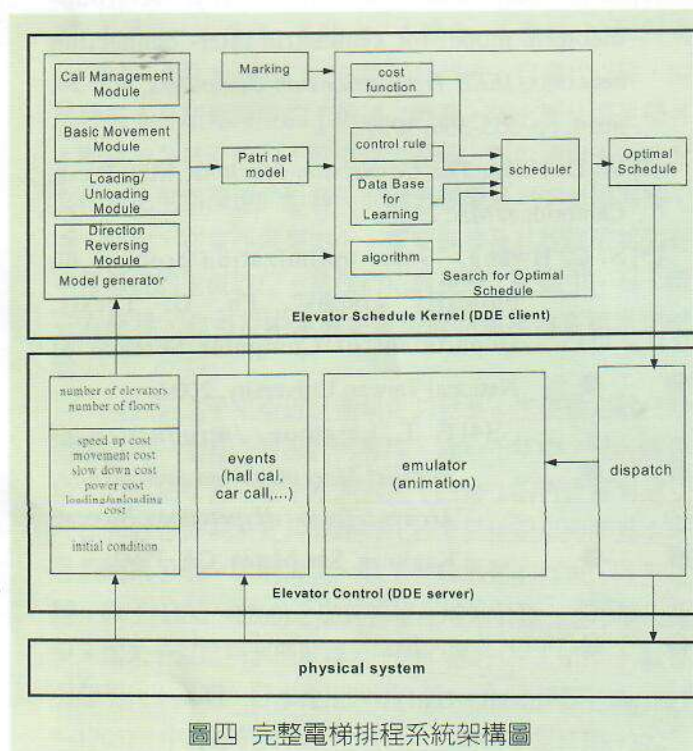
服務需求尚未發生前，事先調度電梯設備，提供乘客更快捷的服務。最後，在系統適應能力方面，以我們所使用的模組化建構方式，不管建築物的樓層數、電梯數有多少，我們都能很快地完成電梯系統的模型，並在其上應用我們的群控系統；類神經網路的子系統，也能在各個不同性質的建築中，協助群控系統分析建築物的交通流程與交通模式，讓群控系統作出最適切的排程策略。 Ω

參考文獻

- [1] Sun, T.-H., C.-W. Cheng, and L.-C. Fu, "Petri-Net Based Modeling and Scheduling for Flexible Manufacturing System," IEEE Transactions on Industrial Electronics, (SCI) Vol. 41, No.6, pp. 593-601, 1994.
- [2] Lin, M.-H. and L.-C. Fu, "Modeling, Simulation, and Performance Evaluation of an IC Wafer Fabrication System," International Journal of Production Research, Vol.38, No.14, pp.3305-3342, (SCI)2000.
- [3] Chen, J.-H., L.-C. Fu, M.-H. Lin and A.-C. Huang, "Petri-Net GA Based Approach to Modeling, Scheduling, and Performance Evaluation for Wafer Fabrication," Conditionally Accepted, IEEE Transactions on Robotics and Automation, (SCI) 2000.
- [4] Lin, Ming-Hung "Modeling, Analysis, Prediction and Scheduling for Visual Wafer Fabs", 台大資訊工程系博士論文, 2001
- [5] Huang, Y.-H. and L.-C. Fu, "Dynamic Scheduling of Elevator Systems over Hybrid Petri Net/Rule Modeling," Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1805-1810, 1998.
- [6] Ho, Y.-W. and L.-C. Fu, "Dynamic Scheduling Approach to Group Control of Elevator Systems with Learning Ability," Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, 2000.



圖三 大樓電梯系統示意圖



圖四 完整電梯排程系統架構圖

蝴蝶圖上的最短路徑演算法

文／陳健輝(資訊系教授)

黃賢卿(台灣大學博士)

在目前的超大型積體電路(VLSI)的技術下，已經有辦法建構一個數千個處理器(processor)的大型平行及分散式系統(parallel and distributed system)，例如Connection Machine [2]包含 2^{16} 個處理器。設計一個大型的平行及分散式系統一個蠻重要的步驟便是它的連結網路(interconnection network)的拓樸結構(topology)，因為系統的效能往往受到網路的拓樸結構所影響。

蝴蝶圖(butterfly graph)原來被設計於架構在FFT網路上，它可以非常有效率地處理快速傅立葉轉換(fast Fourier transform)，此外，蝴蝶圖屬於Cayley圖的一類，Cayley圖[1]擁有許多好的拓樸性質，它非常適合作為平行或分散式系統的基礎拓樸結構。

一個 r -維 k -元蝴蝶圖(r -dimensional k -ary butterfly)以 $BF(k, r)$ 來表示，它包含 rk 個點(vertex)，這些點被放置在 r 層(level)，每一個點(vertex)以 $v = \langle l, \beta_0 \beta_1 \cdots \beta_{r-1} \rangle$ 來表示，其中 $l \in \{0, 1, \dots, r-1\}$ 表示 v 的層(level)， $\beta_j \in \{0, 1, \dots, k-1\}$ ， $0 \leq j \leq r-1$ ，表示它在該層的位置，二個點只會在相鄰的層有邊相連，更詳細的定義可參考[3, 4]。例如圖一為 $BF(2, 3)$ 的結構。

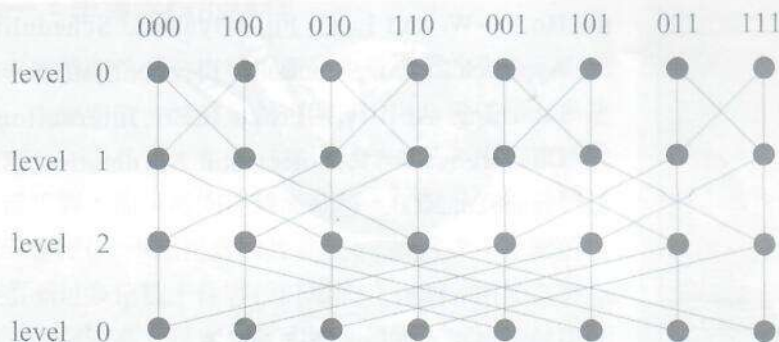
大型的網路往往需要大量的通訊(communication)，有效的通訊將會大大改善整個網路的效能。而通訊的方式最常使用的便是一對一的點與點之間傳遞訊息，二個點藉由網路的某一條路徑(path)來傳遞訊息，然而二點間的路徑往往有很多條，如何找到一條最短的路徑來傳遞訊息便成為一個很重要的問題。這個問題

我們一般稱最短路徑問題(shortest path problem)，這個問題對於一般的網路是屬於NP-complete的複雜度，但對於某些特定的網路可以很有效地解決，在此我們將報告有關蝴蝶圖上的最短路徑演算法(shortest path algorithm)。

給定 $BF(k, r)$ 上的二個點 s 及 t ，其中 s 表示傳送訊息的起始點(source vertex)， t 表示接受訊息的終點(destination vertex)，我們欲建構一條由 s 到 t 的最短路徑。首先我們建構二條由 s 到 t 的路徑，分別稱它們為 L_Path 及 R_Path ，然後證明這二條路徑中較短者即為 $BF(k, r)$ 最短路徑。在此我們以 $BF(2, 3)$ 為例子來說明這二種路徑。考慮 $BF(2, 3)$ 中 $s = \langle 1, 110 \rangle$ ， $t = \langle 0, 000 \rangle$ ， L_Path 的路徑為 $s = \langle 1, 110 \rangle \rightarrow \langle 0, 110 \rangle \rightarrow \langle 1, 010 \rangle \rightarrow \langle 2, 000 \rangle \rightarrow \langle 0, 000 \rangle = t$ ，其長度為4。而 R_Path 的路徑為 $s = \langle 1, 110 \rangle \rightarrow \langle 2, 110 \rangle \rightarrow \langle 1, 100 \rangle \rightarrow \langle 0, 000 \rangle = t$ ，其長度為3。 R_Path 的長度比 L_Path 來得短，所以 R_Path 即為 s 到 t 的最短路徑。詳細的演算法及證明可參考[3]。 Ω

參考文獻

- [1] S. B. Akers and B. Krishnamurthy, "A group-theoretic model for symmetric inter-connection networks, *IEEE Transactions on Computers*, vol. 39, no. 4, pp. 555-566, 1989.
- [2] W. D. Hillis, *The Connection Machine*, MIT Press, Cambridge, MA, 1985.
- [3] S. C. Hwang, "Some optimization problem on butterfly graphs", Ph. D. Thesis, Department of Computer Science of National Taiwan University, 2000.
- [4] F. T. Leighton, *Introduction to Parallel Algorithms and Architecture: Arrays · Trees · Hypercubes*, Morgan Kaufman, San Mateo, CA, 1992.



圖一: $BF(2, 3)$ 的結構，其中第0層的点被重畫

古典新詮・追求卓越

—「東亞近世儒學中的經典詮釋傳統」

文／黃俊傑(歷史學系教授、傑出人才講座)

「大學學術追求卓越發展計畫」是由教育部與行政院國科會共同策畫推動的重點工作之一，更是現階段我國高等教育學界的重大學術工程。為期四年的總計畫，投入充裕經費，其目的在鼓勵各大學成立跨學科領域的研究團隊，進行具前瞻性、開創性、國際性的多元整合型研究，以提昇我國大學研究風氣及學術水準，早日發展為世界級的研究型大學。

在全國共十六項「卓越研究計畫」案中，本校教授共獲得審查通過七案，其中人文學門唯一的一項研究計畫，就是筆者主持的「東亞近世儒學中的經典詮釋傳統」研究計畫；本校又另撥款資助專任教師十餘人，參與本計畫，撰寫論文，作為本校對「卓越計畫」的配合措施。本計畫參加成員大致以本校文學院菁英教師為班底，另邀集國內外若干優秀學者，在共同主題構想之下，就個人專業分別執行二十項研究，負責撰寫專題論文，爾後定期分次召開研討會，會程包括論文發表討論，以及相關議題座談，藉此切磋交流，集思廣益。

「東亞近世儒學中的經典詮釋傳統」研究計畫的主要目標，是在結合文、史、哲等不同學門的研究者，探討近世以來中、日、韓儒者的經典詮釋活動及其內涵，以規知東亞近世儒學的發展與演變，並進一步鉤勒東亞詮釋學的概貌，尋繹東亞人士特有的思維方式。傳統儒家典籍係以五經(《易》、《書》、《詩》、《禮》、《春秋》)和四書(《論》、《孟》、《學》、《庸》)為代表，自漢代以降，由於經典本身超越時空的「載道」特質，加上歷代經生學者不斷賦予各具面貌的「歷史性」詮解，對中國兩千年政教文化產生至為深遠的影響。而隨著學術思想的流播海外，近千年來，在東亞思想史上，儒家經典及其詮釋依然佔有不容忽視的主流地位。當我們拓展視野，統觀中、日、韓三方學界，自可從中掌握更多深微的學術消息與思想脈動。

一言以蔽之，東亞近世儒學史的發展，主要動力就在於儒家經典—尤其是四書的再解釋，近一千年中、日、韓等地區的儒家學者，幾乎都通過對《四書》的再詮釋而建立一己的思想體系，究其關鍵則在於十三世紀以後蔚為主流思想的朱子學。舉例來說，除了一般熟知的程朱、陸王之辨，朱子(1130~1200)之學其實也在境外引發一連串學術論爭，如朱子以格物窮理解釋孟子的「盡心」、「知性」，就曾引起明代王陽明、日本德川時期(1603~1868)伊藤仁齋(1627~1705)、中井履軒(1732~1817)乃至朝鮮李朝時期(1392~

1910)丁茶山(1762~1836)等人的駁議；再者，日本德川封建體制本以朱學為其意識型態基礎，卻因遭到伊藤仁齋、荻生徂徠(1666~1731)等人的強烈批判而日漸瓦解，新興的徂徠學進而奠定了日本的近代意識。凡此種種問題，適足以反映十六世紀以來東亞儒學史的發展變遷。

至於配合卓越研究計畫的本校教師研究計畫，其探討範圍更為廣泛，研究子題更加豐富，可說是卓越計畫的延展擴充，亦可加深此一計畫的基礎認知及背景研究。要之，中國儒家的歷史敘述乃至於經典詮釋，總不外以道德判準、以政治理想為依歸，然而或由於所處時空環境的變異，或由於解經觀點方法的歧互，異時異地異人的詮釋結果各異其趣，自也構成了經典詮釋史上富含意義的研究課題。

總而言之，無論是「東亞近世儒學中的經典詮釋傳統」或者是本校同仁的配合研究計畫，其精神端在「視域融合」，破除舊有的大中華主義，視東亞文化圈為共生共榮、緊密依存的一個有機整體。到目前為止，在校內外數十位研究夥伴的共同努力之下，本計畫喜見初步的成果，部分論文已刊於各知名學術期刊—包括《中國文哲研究通訊》(中研院文哲所)、《臺大歷史學報》第24、25期、《中國哲學》第22輯(北京)、《臺大文史哲學報》第53期、《人文學報》第20、21期合刊(中央大學文學院)等，各期刊並因此特立專號，這對於研究同仁來說，不啻是一大鼓舞。又承蒙本校(合聘)教授李明輝、清華大學中文系楊儒賓教授與筆者攜手合作，將本研究計畫成果匯編為《中國經典詮釋傳統》共三冊，今(2001)年內即將出版，以就教四方賢達。由衷期望各界先進不吝給予批評指正，讓我們在學術道路上繼續邁步向前，追求卓越！Ω

參考文獻

1. 楊儒賓、黃俊傑合編《中國古代思維方式探索》，台北：正中書局，1996年
2. 黃俊傑〈從儒家經典詮釋史觀點論解經者的「歷史性」及其相關問題〉，《臺大歷史學報》第24期，頁1~28，台北：台灣大學歷史學系，1999年12月
3. 黃俊傑〈儒家論述中的歷史敘述與普遍理則〉，《臺大歷史學報》第25期，頁1~24，台北：台灣大學歷史學系，2000年6月
4. 黃俊傑〈東亞儒學史研究的新視野：儒家詮釋學芻議〉，《臺大文史哲學報》第53期，頁69~100，台北：台灣大學文學院，2000年11月

影響生命與生活之檢測技術

—生物感測技術之發展與應用

文／陳建源(農化系教授)

張谷昇(博士班研究生)

檢測技術是與生命及生活息息相關之重要技術，前者例如從血液樣品檢測血糖、膽固醇、三酸甘油酯、尿酸、以及GOT/GPT等肝功能指標酵素活性，甚至檢測AFP、PSA、CEA、以及CA125、CA19-9、CA15-3等與肝癌、肺癌、乳癌、前列腺癌等各種癌症密切關聯之腫瘤標記，在臨床醫療上居功厥偉，對生命之保養維護貢獻卓著。後者例如魚類與肉類食品之新鮮度、蔬果殘餘農藥等毒性物質、腸毒素等食物中毒成分、肉品中殘留抗生素與磺胺劑、食品中之過敏原等食品關聯檢測，以及水體之生化需氧(BOD)、空氣土壤及水體中之重金屬與多氯聯苯、戴奧辛等致癌物質等環境關聯檢測，對日常生活之品質提昇具有顯著影響。尤其檢測儀器若能小型便宜，操作若能簡單迅速，能夠提供對於健康、生活、或環境有疑慮或需要時都能夠立刻進行檢測並獲取正確數據之方便性，則對於生命與生活之貢獻將更顯著。如何滿足這些生命與生活相關之檢測需求，就是生物感測技術之研究開發方向與目的。

生物感測技術是由具有特異性分子識別能力之材料與各種物理或化學感測器組合而成之分析技術[1]。生物體內存在各式配對親和性物質，例如酵素與基質、酵素與輔酵素、酵素與抑制劑、抗原與抗体、以及激素與受體等，只要將任何一方固定化處理，再配合適當之訊號轉換裝置以追蹤反應過程，即可在成分複雜之樣品中只針對相對應之一方做選擇性之感測分析。

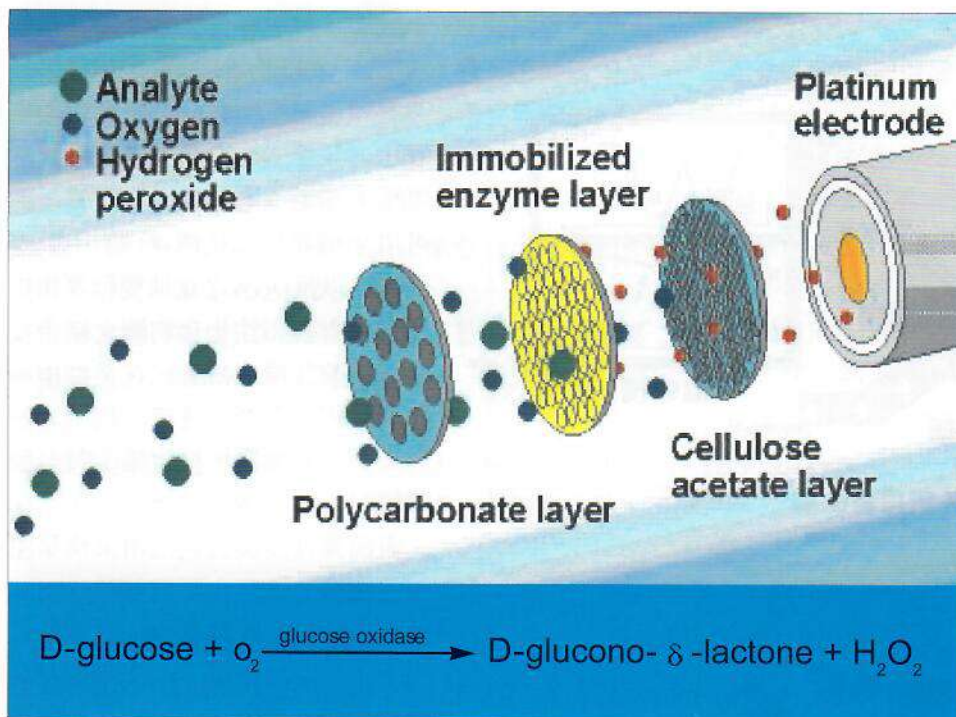
生物感測器之常用檢測系統包括電化學反應與親和性反應等類別，早期以前者為主要應用系統。最早期的商品化生物感測器於1975年由美國YSI公司(Yellow Spring Instrument Company)首先上市，以葡萄糖(血糖)為主要分析項目。其電極構築機制示如圖一，係將葡萄糖氧化酶(Glucose oxidase)經由共價鍵結固定於醋酸纖維素(cellulose acetate)薄膜，再配合能夠檢測過氧化氫之白金電極構築而成。

這種電化學式酵素反應型生物感測器可用來快速檢測樣品中之葡萄糖濃度。然而該感測器體積較大，無

法隨身攜帶，而且更換酵素時必須拆卸固定膜，電極之方便性不足。1988年MedSense公司則依據Hill等人之研究結果而更進一步推出家用型電化學式血糖分析儀，係將碳漿以網印(screening printing)方式印在聚氯乙烯(PVC)基版上構成平版狀電極，再將酵素液與其它成份混合後直接固定在電極表面即可構成酵素電極。依此原理構築而成之小型葡萄糖測試儀，可順應糖尿病患者居家自行檢測血糖濃度之需求，只需要一小滴取自指尖之末梢血液即可進行檢測，全血樣品完全不需要任何前處理，所需檢測時間在一分鐘以內，操作非常方便。尤其隨著電腦科技之進展，這些家用小型血糖儀通常具備記憶及傳輸功能，可記憶數百次檢測時間及結果數據，患者在家檢測數百次後攜帶赴醫，將數據傳送到醫生之電腦中，即可據以判斷患者血糖之長期調控狀態，作為調整藥品種類或劑量之有效依據。

血糖測試儀是目前最成功的生物感測器商品，年產值高達數十億美元，而且每年以20%~30%之高比率成長。目前大部分血糖測試儀及檢測試片之市場掌握在包括亞培、羅氏、拜耳等數家大廠手中。國內亦有五鼎生技等公司投入生產，各廠牌之試片及測試儀大同小異，試片約指頭大小而測試儀約手掌大小(圖二)，充分發揮攜帶方便性功能。

除了血糖檢測外，另有十餘種成分例如尿酸(uric acid)、乳酸(lactic acid)、麩胺酸(glutamic acid)、抗壞血酸(ascorbic acid)等，有潛力利用同樣系統進行檢測。已成功上市之商品包括瑞典Pharmacia公司之抗壞血酸檢測儀(BIACOREquant[®])、及國內五鼎公司的尿酸檢測儀等。此外，大部分臨床診斷，必須仰賴多種項目之檢驗結果進行綜合判斷，因此，配合微機電系統技術(micro electro mechanical system, MEMS)等微細加工製程構築多功能檢測系統，將是未來發展方向之一。典型成功上市之例為I-State公司的攜帶型臨床分析儀(I-State[™] Portable Clinical Analyzer)，可用來對心臟疾病進行臨床診斷，分析的項目包含肌酸酶檢測套



圖一 葡萄糖感測器之電極結構示意圖 (資料來源: www.ysi.com)

效固定於金電極表面，存在樣品中之抗原和被固定的抗體產生親合性結合，再經由光學(光纖及表面電漿共振)或振盪晶體(石英振盪晶體及表面彈性波裝置)等訊號轉換系統進行量測，即可有效定量樣品中之抗原濃度。

表面電漿共振之主要原理是當入射光束在傳導途徑上碰到金屬層界面時，由於光束之電子振盪與金

屬薄層內之金屬原子產生共振作用，某一個入射角度之光能將被吸收而在反射光譜中產生一條暗帶，此入射角即是表面電漿共振角。該共振角會隨著金屬薄膜非照射面臨近介質之折射指數(refractive index)而改變，當鄰近介質之組成或濃度改變時，所導致的折射指數改變將反映在共振角之變化上，亦即金屬薄膜表面質量之變化將導致共振角之移動(圖三)。由於表面電漿共振技術可用來量測金屬薄膜表面之待測物濃度變化，樣品無須預先進行任何標識(labeling)等前處

組(creatine module)及凝血機能檢測套組(blood clotting module)等。

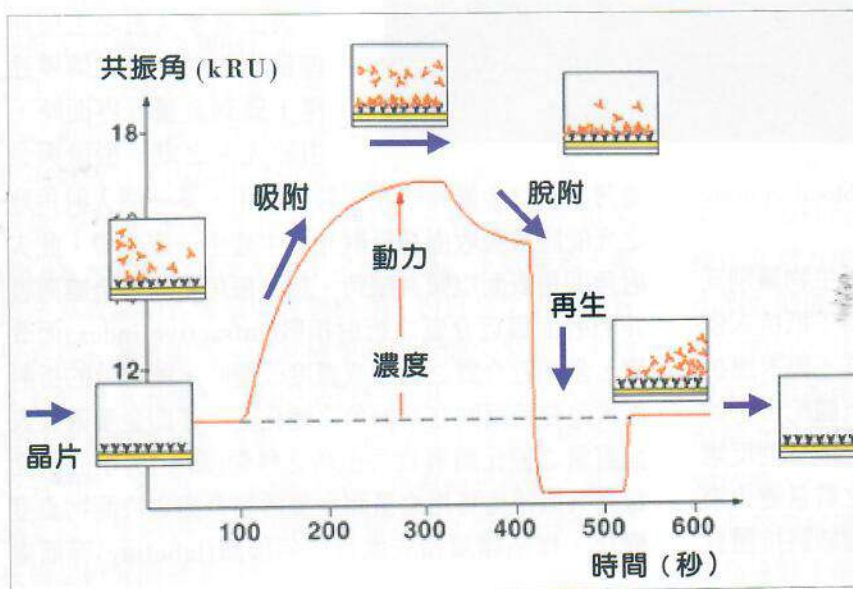
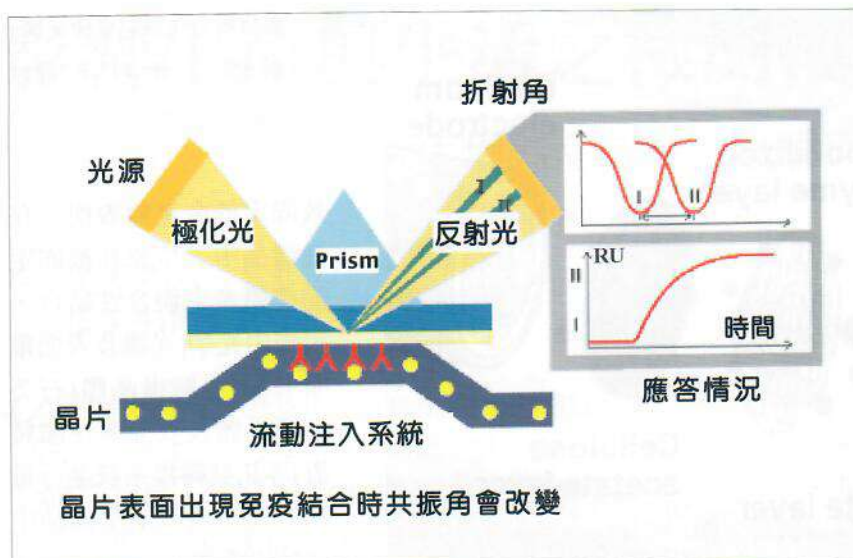
自80年代中期以來，以抗體蛋白質作為生物識別元件之案例最受矚目。由於抗體是生物體為了抵抗入侵之異種高分子(抗原)而產生之特種蛋白質，與對應抗原之間具有極佳專一性與親和性，若將抗體配合例如微量天秤(Microbalance)等適當量測系統構成免疫反應型生物感測器，則可經由量測反應過程之質量變化來定量樣品中之抗原濃度。例如經由化學鍵結將抗體有

組(creatine module)及凝血機能檢測套組(blood clotting module)等。

自80年代中期以來，以抗體蛋白質作為生物識別元件之案例最受矚目。由於抗體是生物體為了抵抗入侵之異種高分子(抗原)而產生之特種蛋白質，與對應抗原之間具有極佳專一性與親和性，若將抗體配合例如微量天秤(Microbalance)等適當量測系統構成免疫反應型生物感測器，則可經由量測反應過程之質量變化來定量樣品中之抗原濃度。例如經由化學鍵結將抗體有



圖二 家用型血糖檢測器及其檢測試片 (資料來源: www.childrenwithdiabetes.com)



圖三(上圖) 表面電漿共振式免疫反應型生物感測系統之檢測示意圖

(資料來源: www.biacore.com)

圖四(下圖) 表面電漿共振式免疫反應型生物感測系統檢測流程之共振角變化圖(資料來源: www.biacore.com)

理,故可用於即時式(real-time)分析[3]。量測操作時通常將抗體固定在金屬薄膜表面,再使抗體與樣品中抗原進行親和性結合反應,即可由共振角之移動,即時掌握抗體與抗原之結合及解離等親和性反應之完整過程。圖四為此類感測器以流動注入方式進行檢測時,表面電漿共振器於抗原吸附、洗去非親合性結合、以及晶片再生等各階段的共振角變化曲線,每一樣品所需檢測時間約為5-10分鐘,晶片可以再生使用,目前已有商業產品上市。

典型石英晶體係以兩片金屬以三明治方式將石英晶體夾在其間,於電極上以接近石英晶體之自然諧振頻

率施加交替電壓,使晶體產生機械性振盪。1959年Sauerbrey[4]導出石英晶體金屬電極表面之質量與頻率變化之關係式,得知只要在晶片的電極上固定一層分子辨識薄膜,即可用來檢測例如抗原-抗體、激素-受體、以及DNA之互補雙股等相對應的成對親和性化合物間之結合反應。目前此檢測系統已在免疫檢測化學分析方面廣受注目,被用於沙門氏菌、殺蟲劑、抗生素、甚至腫瘤標記[3]等檢測項目。

表面彈性波裝置也被用來構築壓電感測器,通常在壓電材料表面配置兩對交叉指狀電極而成。若於電極上施加交替電壓,可使壓電材料產生變形而轉換成機械能。此機械波之傳遞僅限於壓電薄膜表面,故稱之為表面彈性波(Surface acoustic wave, SAW),若將分子辨識薄膜固定於電極上,則因親和性結合會改變表面聲波的傳遞頻率,故可用來檢測分子間的親和性結合反應過程。此類振盪裝置之振頻由電極之寬度及距離決定,近來半導體製程的進步,穩定的高頻訊號產生不成問題,故其靈敏度比石英震盪器高2-3階度,但是因為其振盪頻率較高,故相對容易受到外界雜訊的干擾。

儘管有許多相關研究持續進行,親和性感測器仍在發展階段,成功上市的例子不多,包括瑞典

Pharmacia 公司之表面電漿共振感測系統(BIAcore 2000™)、英國Affinity sensors公司之表面電漿共振感測系統(Iasys)、美國Universal Sensors公司的石英震盪感測系統(Piozoimmunosenor)等。國內則有泰勝科技之石英震盪感測系統(Bio-E 2001)上市。但是目前即使已有商品上市,但仍未被廣泛採用,造價昂貴是主要的問題。

不論那一種生物感測系統,其作用原理均係結合具備專一性之生體材料作為識別元件,再配合適當種類之訊號轉換系統聯合構成生物感測系統。由於生物感測系統具備樣品無需前處理、儀器容易小型化、操作

簡單方便、短時間或甚至即時取得分析數據等特殊優點，對於生命與生活能夠提供重要貢獻，因此廣受重視。除了生物感測技術相關文獻及專利逐年增加外，應用市場及其商業價值亦逐年大幅擴大提昇，可預期成為生物技術產業之重要發展項目。尤其最近生物感測技術與半導體微機電系統技術逐漸整合，更有利於發展多功能、微小化之檢測系統。

生物感測技術可預期將被廣泛應用於生命與生活息息相關之各項檢測分析，其應用範圍可能涵蓋下列領域：

1. 生醫檢測(腫瘤等疾病篩檢、荷爾蒙檢測、血庫篩檢、手術監控、藥物試驗、生化分析、血清學檢驗、

血液析等)。

2. 食品檢測(病原微生物檢測、農藥檢測、食品製程線上檢測、營養分析等)。

3. 工業用途(發酵、食品、藥物等之製程監控與品質管制，污染、毒性物質、空氣污染之監控)

4. 環境檢測(環境污染物篩檢，臭味及毒性物質檢測，空氣、水質及土壤監測等)。

5. 軍事用途(生化戰劑之偵檢、毒性化學物質、神經毒氣、爆裂物、病毒及致死病菌之診斷)。

6. 農業用途(動植物疾病、土壤及水質監測，儲運監控等)。^Ω

參考文獻

1. Scheller, F. et. al., 1989. Research and development of biosensors: a review. *Analyst* 114, 653-662.
2. Cass, A.E.G., Davis, G., Francis, G.D., Hill, H.A.O., Aston, W.J., Higgins, I.J., Plotkin, E.V., Scott, L.D.L., Turner, A.P.F. 1984. Ferrocene-mediated enzyme electrode for amperometric determination of glucose. *Anal. Chem.* 56, 667-675.
3. 周淑芬, 2000, 多功能免疫反應型腫瘤標記生物感測器之開發研究。國立台灣大學農業化學研究所博士論文, 論文指導教授陳建源。
4. Sauerbrey, G.Z. 1959. Use of quartz crystal vibrator for weighting thin films on a microbalance. *Z. Phys.* 155, 206-209.
5. K. Yagiuda, A. Hemmi, S. Ito, Y. Asano, Y. Fushinuki, Chien-Yuan Chen and I. Karube: 1996, Development of a conductivity-based immunosensor for sensitive detection of methamphetamine (stimulant drug) in human urine. *Biosensors and Bioelectronics*, 11(8), 703-707. (SCI)
6. Chien-Yuan Chen, K. Ishihara, N. Nakabayashi, E. Tamiya and I. Karube: 1999, Multifunctional biocompatible membrane and its application to fabricate a miniaturized glucose sensor with potential for use in vivo. *Biomedical Microdevices*, 1(2), 155-166.
7. Y. T. Liu, C. M. Su, C. H. Lee, M. J. Sui, Y. H. Chang, W. P. Lin, W. T. Wu, and C. Y. Chen: 2000, Cloning and characterization of the replicon of *Nocardia italica* plasmid, pNI100. *Plasmid*, 43, 223-229. (SCI)
8. Shu-Fen Chou and Chien-Yuan Chen: 2000, Production and purification of monoclonal and polyclonal antibodies against human ferritin, a nonspecific tumor marker. *Hybridoma*, Accepted. (SCI)
9. Chien-Yuan Chen, Yulong Oliver Su, Tong-Ying Ho, Eiichi Tamiya, Kazuhiko Ishihara, Nobuo Nakabayashi, and Isao Karube: 2000, Application of A Biocompatible polymer with enzyme immobilizability to construct a miniaturized needle-type glucose sensor with potential for use in vivo. *Biosensors and Bioelectronics*, Revised. (SCI)
10. Chen, C.Y., Wu, W.T., Lin, M.H., Ch'ang, C.K., Huang, H.J., Liao, J.M., Chen, L.Y. and Liu, Y.T: 2000, A common precursor for the three subunits of L-glutamate oxidase from *Streptomyces platensis* NTU3304. *Canadian Journal of Microbiology*, Accepted. (SCI)