

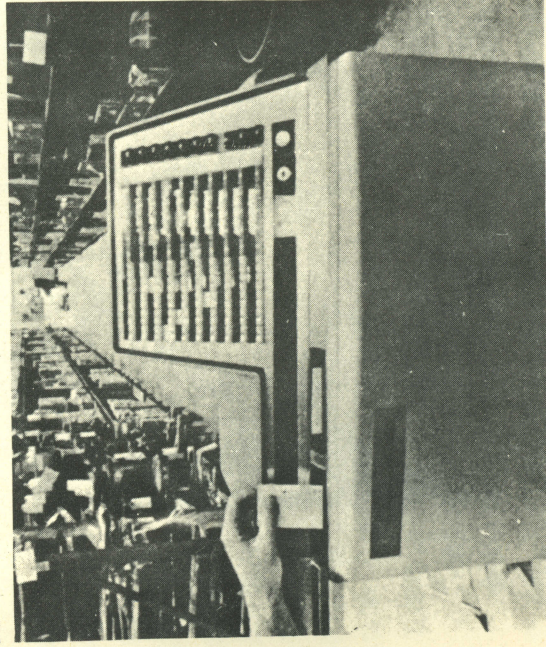
不正常，胎兒必然不正常，父母親便可決定是否生下這個胎兒。檢查的程序非常麻煩，除了胎兒的骨髓抽血以外，要排出染色體圖需要2小時時間，費用200美元左右。

Dr. R. S. Ledley發展出一套程式，可以將細胞的每個染色體按臂長與面積排列出來，並找出異常處。由於電腦的度量非常精密，像是慢性骨髓性白血病的病人某一個染色體上缺少很小的一段，很容易從檢查者的眼睛溜過，但仍難逃電腦的法眼。全部檢查時間不過20秒，節省360倍的時間。這部機器在大規模的人口調查中更可顯出它的威力。（本文稍後有陳義揚副教授專文介紹病理實驗室自動化系統。）

（四）電腦在醫療行政上的應用

一所近代化的醫院，行政管理人員的數目常佔有很大的比例。因為要使一所醫院能夠正常地行使醫療業務，首先要有良好的人事管理，其次要對醫院的收入與支出作適當的控制，還有藥品器材存量的維持和採購……均需要面面顧到。要完美地掌握這些因素，電腦是最有用的工具。

譬如說：藥品與器材的儲備是一件最大的問題，醫院是一個救急的機構，藥品器材絕對不能缺乏。相反的，大部分的醫院都過度的貯備藥材，因為每一個部門都害怕會有所匱乏，結果造成醫院大量資金的凍結。利用電腦系統便可以明確知道藥材的存量，而且可依據電腦的經驗預測儲量，如此便可大大減低醫院營運的成本。據許多醫院的經驗，單是儲量控制後所節省的金錢，便可充足供應裝設電腦的費用而有餘。電腦在醫院的應用還有一項令人想不到的用途，那便是菜單的擬定。一所大醫院員工及患者總和常有數千人，有些患者需要限定飲食，有些人也有特殊的飲食習慣，要使每一份菜單都要有恰當的營養，低廉的價格，又要美味可口，時時翻新，就很不簡單了。只要給予我們的要求標準和食物的實價……等資料，電腦便可替我們擬定菜單。此外公共衛生方面資料的收集、統計和預測人口增加率等用途不勝枚舉。



1990年以後，電腦和其他的自動裝備將取代絕大部分的勞力。

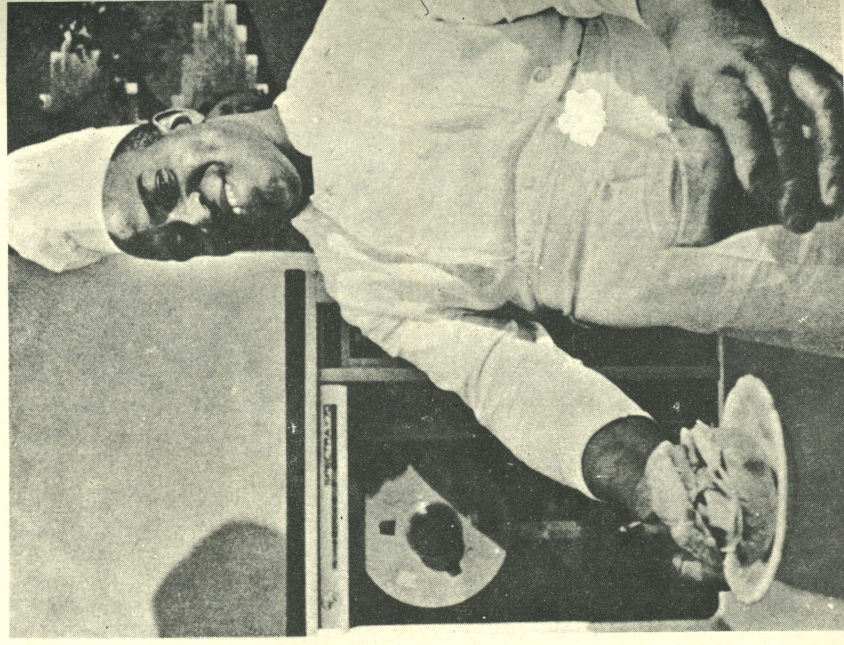
病理實驗室自動化系統之介紹

陳義揚 教授

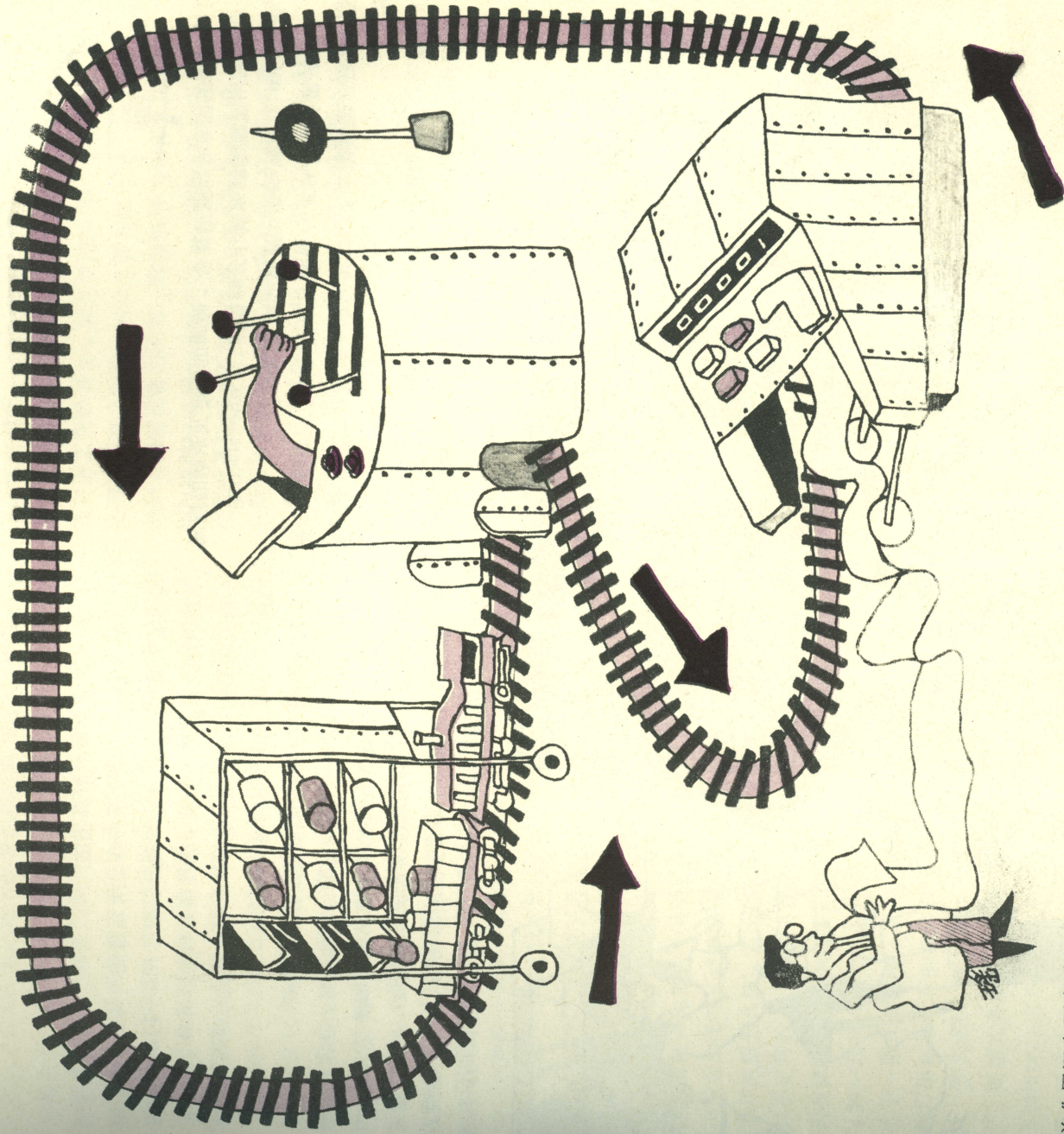
（一）一般介紹

由於電腦在臨床實驗室中當做儀器的資料處理機或控制器是一種有效且經濟的技術，因此將電腦自動化引進實驗室系統的可行性正急速且方興未艾地進行。一般所見有關的商業自動分析系統，價錢不但昂貴，且功能固定缺乏彈性，所以除了特別目的之應用外，其他用途還得花錢修改才能用，因此不但維護費用昂貴，且實驗室的操作不易連貫。而應用電腦自動化後，由於其擁有高速度，即時處理，可做複雜計算，成本低等特性，而大大提高了整個實驗室的效率，除了工作可負擔更多外，其他諸如：結果準確性的改進，化驗成本的降低，報告的更迅速獲得，比比皆是實驗室自動化所帶來的好處。

一般在設計一套自動化系統首先要考慮其應用的彈性，可靠性及價錢的合理性。在實驗室中，自動分析機即是一種自動化系統，是用來分析血液中血清所含的成分濃度，利用各種不同的化學藥品與血清樣品作用後再與參考的樣品作比較，最後將其結果劃出。如果將這種分析系統進一步地與數位電腦（Digital Computer）連接，則其分析結果的準確性將更好。既然自動分析機（Auto Analyzer）有自動化的特性，我們可以針對此特性加以設計，



請嚐「電腦快餐」！



首先用混合函數來模擬自動分析機 (Auto Analyzer) 的波形，這是因為混合模擬能提供我們很多好處比如：操作更快，反覆性更好，更具可塑性等等。而在自動化波形分析當中，數據的抽樣是非常重要的因素，抽樣率的多寡與結果準確性有很大的關係，因此決定一最佳的抽樣率 (optimal sampling rate) 是必要的。

在美國杜蘭大學已經設計出一套系統叫 Tulane Auto Analyzer Analysis System，簡稱 AAS 其具有許多能力如：波長準確率的改進，自動量刻度，很好的混合報告格式及具可塑性等。這個公開且以實驗室為主的電腦系統 AAS 在新奧爾良的慈善醫院被採用作化學分析設備的後援及補充，結果非常令人滿意。因此對於實驗室環境而言，AAS 這套系統是完全可被接受的，它不但可以適應很多實驗室真的要求，而且其成功之處在於安裝後不需要常維護。由於 AAS 系統極富彈性，所以只需要將電腦裏邊的程序修改，即可適應任何不同實驗室的儀器。有

人曾對 HMX (Hycel Mark X Chemistry Analyzer) 的自動化做過研究實驗，證明 AAS 系統所用的 Minuteman D 17B 迷你型電腦是一非常有用的實驗室自動儀器。

另外有一種非常有效，具彈性且高可靠性的實驗室庫存品控制程式，可以用來處理不同庫存品的任務，以減輕實驗室人員的負擔，庫存品不夠時會自動打出一些消息通知實驗室人員添購，因此可增加實驗室操作的效率。而且這種控制程式可以在 AAS 或 HMX 系統線上操作的空檔中執行。

最後介紹一種叫複單元自動分析機分析系統，它是藉著自動波形分析，將不同的自動分析機如 AA-I, AA-II 及 SMA-12/60 等合併組合在單系統中操作。這種系統所



需要考慮的因素有訊號的複合，時間的測定及系統的控制。但是利用這種電腦系統作分時操作 (Time-sharing operation) 其效率遠比原來的兩倍還高。

由於當初設計 AAS 系統是以實用性，可靠性，可塑性，價格合理為標準，因此其初期一些重要成就有下列幾點：

- 1 這套完全自動化地獲取相關數據的系統，只須要操作員按照程式所需要的數據，經由鍵盤將數據資料按鍵輸入即可。



- 2 AAS 系統能提供自動量刻度，因此不需要用人工不斷地調整，況且用人工調整，既繁瑣又易出錯。

- 3 由於 AAS 系統程式具有自動偵測兩波波形之間關係的能力，因此可藉著測出波形的順序，調整印出報告的順序。

- 4 程式的時間測定，已經可以重覆地將程式順序及相對的儀器操作使其同時發生。且各種不同的程序也已經改編來適應這種程式的同時性技術。

- 5 在波峰期或停滯期發生時，程式在這段期間會執行波峰期或是停滯期的副計劃，而經由偵測其到底是波峰期或停滯期，時間測定會適當的調整。

由以上幾點的成就，將使實驗室儀器藉著迷你型電腦的應用，而更趨於自動化，實用化且效率更高。

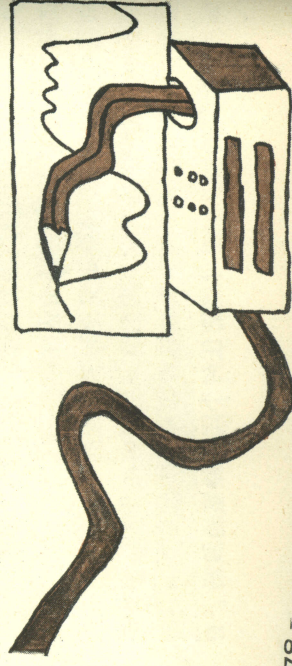
(二) 所遭遇問題的解決方法

在設計這種自動化系統時，所遭遇的困難相當多，而其中最重要的有①單綫道自動分析機 (AA-I) 與波形的不規則性及其波峰的偵測，②雙綫道自動分析機 (AA-II) 兩波之間的相位問題，③SMA-12 系統的時間及同步問題等。遂就上述三類問題加以討論：

① AA-I 波形的不規則性及波峰之偵測

在前面一般介紹曾提到自動分析機是將血清與化學藥品作用後，再將其作用後的濃度拿來與標準濃度比較，用綫性內插法決定此血清樣品所含成分的濃度。可是問題來了，我們如何知道此作用後濃度的深淺呢？一般的解決方法是利用光電儀 (photo cell) 以一束光照射樣品將其透

光的多寡轉變成電壓高低的波形，由於樣品濃度愈深所透過的光少，而濃度愈淺所透過的愈多，因此濃度深淺的資料與所轉變成的電波波峰高低有關。所以只要我們可以偵測出波峰，問題即可迎刃而解，而決定波峰的高低可用抽樣數據加以解決，若是前一個抽樣數據比後一個抽樣數據比來得低，即表示此時波還在上升，等到前一個抽樣數據比後一個來得高，即表示此時波開始下降，吾人即可將前一個抽樣數據的高低作為此波峰的高低，再與標準的波形比較而可輕易得到結果。可是一般電子儀器所產生的波形或



或多或少會受到外界因素的影響而在波峰附近振盪現象，或者在波下降時受到干擾而產生一較高的波形，如此我們做數據抽樣時將會產生誤差，比如在降波時突然偵測出一較高的波而將其數據當做吾人所要的數據，那麼以下所偵測的數據將陽錯陰差，因此在遇到這種波形不規則性的問題，須要小心的處理。解決方法是一般波峰之間相隔時間都是相同的，利用這特性可以解決下降波不規則的情形，若是有一較高波形出現而與預測波峰時間不相符合，可以令其捨棄此波峰的數據，遇到波峰附近有振盪現象，可令其前後幾個數據相加平均後作為吾人所要求的數據。

② AA-II 兩波之間的相位問題

無疑地，雙綫道的自動分析機是比單綫道的更有用，可是同時輸入兩個波形，其波相之間的關係就需要考慮了。當波峰偵測出後，機器還得花一些時間將結果打出，打完後再繼續偵測下一個波峰。一般所花的時間比兩波峰之間的時間小很多，對於單綫的自動分析機可以不必考慮，可是對於雙綫道而言，若是A，B兩波波峰太接近，或許偵測出A波的波峰將結果打完，再來偵測時已經跳過B波的波峰，而使B波沒辦法作實驗。針對這個問題，我們可以在實驗時先將A，B兩波波相測出究竟是正常的（即A波波谷出現時B波波峰亦出現）或是A波波相領先B波抑或是B波領先A波。當然兩波相正常時是最好的，可是若遇到不正常現象，比如A波領先B波，吾人可令其在偵測出A波波峰後先將其結果貯存起來，等到偵測出B波波峰時，再一起將A波，B波的结果打出；因為緊跟著B波波峰的下一個A波波峰，還須一段時間才會出現，而這段時間對打出結果所花的時間而言是相當夠的。

③ SMA-12 系統的時間及同步問題

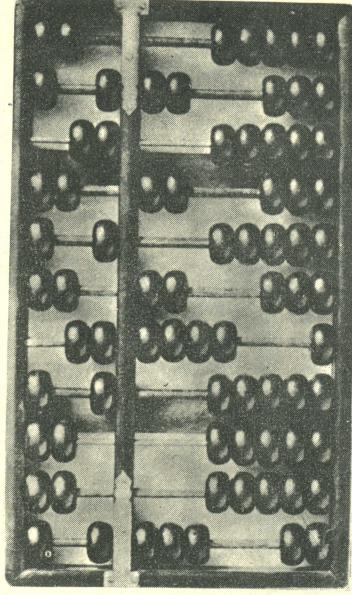
連續式多綫道自動分析系統（Sequential Multiple Analyzer）之產生，使得實驗室能對一樣品（Sample）作六種或十二種試驗，近來更有可同時作四十八種試驗之分析系統產生，這自然大大的提高了實驗室的工作效率。此類分析儀器之輸出圖形為連續的階形波，每一階波之高度代表某一試驗之濃度，以計算機自動處理階形數據時，最需克服的困難是時間及同步的問題；以SMA-12為例，它的十二個連續階波中，其第二至第十二階波之時間約為每波4.5秒，第一階波約為十秒，使其每一樣品之分析時間總合為一分鐘，但在4.5秒內，計算機必須完成取樣（Sampling），計算，分析及報告等工作，其時間之安排相當重要，AAS中，是以一秒鐘時間，於階波中段部份選取八點數值，平均計算得之，以其餘的時間作分析，報告的工作尚可裕如。

同步乃SMA自動分析系統中非常重要的因素，計算機處理連續階波是依次進行的，每一階波之時間控制如果略有出入，則誤差累積是相當可觀的，適時同步實屬必需。AAS是利用時間較長之第一階波完成同步工作，當例

行之取樣至報告工作完成後，第一階波仍在進行中，計算機可不斷取樣並比較數值，通常相鄰兩階波間必有一向上或向下之突跳發生，計算機即利用此一突跳作為每一樣品之第二階波之開始，同步工作得以完成。在SMA輸出波形中，偶爾也會出現第一階波與第二階波等高的現象，此時以突跳完成同步便會失敗，這種情況雖極罕見，但設計自動化系統時亦不得不考慮，AAS係於突跳同步之同時亦採行計時同步，即在相當時間內若突跳尚未發生，則計算機進行第二階波之分析工作，計時同步可能會發生誤差，故連續三樣品未發生突跳時，計算機將暫停動作，俟操作員調整樣品次序後再繼續動作。

Part II

電腦的故事



中國算盤——電腦的始祖。

(一)前言

1949年美國陸軍用第一代的電腦ENIAC計算 π 的數值，總共求出2036位，費時70小時。1610年Van Cencen計算 π 的值到33位，花了一生的時間！

自從人類的文明開始，為減輕計算的負擔而作的努力就從來沒有停止過。當然最原始的計算工具是指，採用手指作為計算工具的結果，使得世界上大多數的人種都接受十進位的數字系統。手指之後，古代的中國又利用刻有位數的竹片作為運算工具，這就是籌算法。古羅馬人也用線穿上珠子作為工具，這和元代以來發明在中國的算盤是否直接相關，我們不得而知。不過算盤確是一項極為方便而有效的工具，因此才能歷久流行而不衰，到現在為止，一個珠算能手仍堪與計算機相比擬。

(二)機器的發明

現代化的機器要到十七世紀才開始。法國的數學家巴斯卡（Blaise Pascal）自行製造了一架五位數字的加法機，那時他才不過十九歲。巴斯卡的設計是用十個齒的齒輪