

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 醫療自動化智慧型分析系統之研究與應用 (3/3) - 子計劃三： 手術中病人之監視及麻醉自動控制的智慧型系統

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：NSC 90-2212-E-002-181-

執行期間：90年8月1日至91年7月31日

計畫主持人：范守仁副教授

共同主持人：

計畫參與人員：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學醫學院麻醉科

中 華 民 國      91 年      10 月      29 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 醫療自動化智慧型分析系統之研究與應用 (3/3) - 子計劃三：

### 手術中病人之監視及麻醉自動控制的智慧型系統

計畫編號：NSC 90-2212-E-002-181-

執行期限：90年08月01日至91年07月31日

主持人：范守仁副教授（台灣大學醫學院麻醉科副教授兼  
台大醫院麻醉部小兒麻醉科主任）

#### 摘要

麻醉的安全性是一個病人與麻醉醫師都非常在意的話題。麻醉醫師在麻醉過程中所要注意的除了病人麻醉深度的控制外，同時也需要注意病人的生命安全。因為，當病人的生命遭受威脅時，即使有再良好的麻醉控制系統也是無效的。因此對於病人安全性的判別即變成相當重要的課題。

本計劃便是根據現有的環境和設備，配合台大醫學院麻醉科的麻醉醫師，以麻醉醫師之專業經驗開發專家系統之安全監視系統，並將此系統建立於麻醉自動化之上，使其不但可輔助判斷病人生命安全，更可監視麻醉自動控制的安全性。

**關鍵詞：**麻醉深度、安全、專家系統、自動控制

#### Abstract

Safety is an important subject for patient or doctor in the anesthesia. An anesthetist must keep an eye on depth of anesthesia(DOA) and patient's life. If the patient is not safe, it is in vain to control the DOA of the patient. In here, we create a safe monitoring system in expert system. We used this system to help anesthetist monitoring patients and supervise the automatic anesthesia control system.

#### 一、緣由與目的

監視病人生理訊號[1,2]是整個手術過程中麻醉醫師相當關切的部分，因為從這些訊號中，醫師可得知病人麻醉的狀況，進而做判斷與處理。在麻醉過程中，麻醉醫師不單單只是要注意病人的麻醉深淺或是給藥量的多寡以利手術的進行，還需監控病人的生命安全。因此在麻醉自動控制的發展中[3-5]，麻醉深度與藥量的判別、控制是其提升麻醉品質與減少醫療浪費的重點所在，但要進入麻醉自動化前病人必須是在穩定且安全的狀態下，如此一來，在自動化過程中所做的努力才是有效的。因為，病人一旦出現危險狀態或趨勢，當下首要的工作就是使病人脫離此狀況。因此安全監視系統概念的注入對於發展麻醉自動化就極為重要了。

安全監視系統的目的在於維持麻醉過程中最基本的需求，就是確保病人是穩定、安全的，並輔助麻醉醫師能更快更方便得知病人生理狀況資訊。

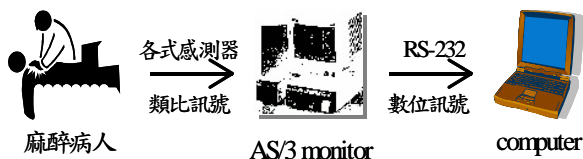
本研究以麻醉自動化為前提，加入安全監視之概念並結合臺大醫院麻醉科之麻醉醫師臨床經驗，開發適合監視麻醉中病人的生理變化與具有輔助判別麻醉過程中可能發生之狀況的安全監視系統。

#### 二、步驟和方法

##### 2.1 病人生理訊號收集系統

開發安全監視系統主要是為了輔助麻醉醫師更容易得知病人狀況，並且作為判別麻醉自動化可否施行之前驅與監視麻醉自動控制過程中病人狀況是否安全。因此，在病人生理訊號的取得方面與麻醉自動控制系統一樣是由生理訊號監測器(AS/3 Anesthesia Monitor)所提供，所以提供之訊號為已經過初步分析之離散生理數值。而在訊號的選擇方面則與麻醉自動控制不同，因為其功能需求上的不同，原則上分為主要麻醉安全訊號與輔助麻醉判別訊號。主要麻醉安全訊號依據臨床麻醉醫師的經驗中選擇了心跳(HR)、血壓(SAP)、飽和血氧濃度(SaO2)和吸入呼出之二氧化碳濃度(FiCO2、EtCO2)，因為當病人在手術過程中如出現狀況不穩定或有生命危險時，能很明顯的在這些訊號中反應出來，故能更明確的判斷安全與否。而輔助麻醉判別訊號則是生理訊號監測器所提供之其餘訊號，雖然這些生理訊號無法直接反應病人生命是否遭受威脅，但對於提升麻醉品質亦是相當重要的。

在訊號的擷取方面，我們利用開刀房內原有的生理訊號監測器(AS/3 Anesthesia Monitor)將麻醉過程中的病人生理訊號經由各式的感測器量測，並由生理訊號監測器將類比訊號依各生理訊號的不同特性分析後得到易於理解之數位數值，並經由RS-232的傳輸方式將這些數值傳送至我們所要開發的安全監視系統電腦上，然後在此電腦上做資料的收集與安全監視的判別、分析。方式正如下圖一圖意所示。

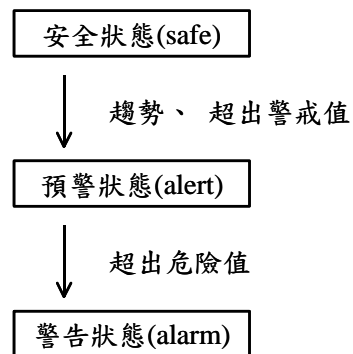


圖一、病人生理訊號收集系統

## 2.2 建立專家系統

安全監視系統的目的在于維持麻醉過程中最基本的需求，就是確保病人是穩定、安全的，並輔助麻醉醫師能更快更方便得知病人生理狀況資訊。因此在系統的建構中極需要參考專家的經驗，所以我們將麻醉醫師在麻醉過程中是如何判別病人是穩定、安全的或是危險的...等等知識以專家系統的方式建立規則庫[6-8]。

在這些規則中，除了判別基本生理數值超出上下限給予警告(alarm)，更增加入了預警(alert)的觀念，即是病人的生理狀況有趨於危險的表現或已達某警戒值但又未超出危險值的生理表現，都將給予預警而非警告的通知，概念正如圖二所示。在更進階的規則中，則是整合各主要麻醉安全訊號之間的相互關係，並將其訊息顯示，以利麻醉醫師在麻醉過程中參考。



圖二、安全監視層級圖

## 2.3 安全監視系統運作

安全監視系統的運作正如它本身的功能，輔助麻醉醫師監視病人的生理狀況，也為麻醉自動控制過程中自動控制系統的守門員。其功能如圖三所示，在得到病人的生理訊號後，經由安全監視系統的專家規則推論出輔助判斷之資訊。當病人所有的狀況皆已符合自動化條件後，才進入麻醉自動控制系統中，否則將以麻醉醫師手動控制，以維護病人之生命安全與麻醉品

質。

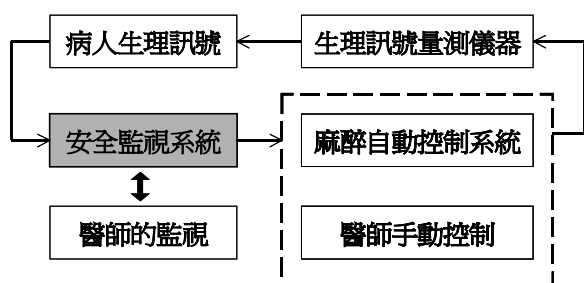


圖 三、安全監視系統在麻醉中的位置

### 三、結果與討論

在完成專家系統之安全監視系統後，依據圖一之架構進行模擬與線上測試，依目前某些基本的規則來判斷則可得圖四之結果。觀看圖四左上端之 base line setup 部分，其功能在於能設定成適合不同病人之各生理訊號安全基準值，更可設定預警或警告極限值為安全基準值加減多少個百分比。圖的左下端之 patient vital signal chart 則是顯示最近 100 秒內病人 HR、BP、SaO<sub>2</sub>、EtCO<sub>2</sub> 和 FiCO<sub>2</sub> 的資料圖，而每個資料圖的右側則有目前最新的生理數值以數位數值方式表示，其右側又有兩個圓形 LED 作為預警或警告通知表示。例如 HR base line= 130，而其極限百分比為 10%，所以 HL=high limit=130\*1.1=143，在當時 HR 的數值為 152 以超出所要預警或警告值，故上圓形 LED 亮起以表示超出上限值。而圖形的最右側則是整合所有訊號所推斷目前可能存在之問題，例如 BP、HR 同時偏高，可能原因為麻醉不足。在整個使用者視窗的最上端提供了對不同訊號的需求選項，ALL 的選項正如上所介紹之功能，而其餘則是針對個別訊號有更進一步的分析與資訊提供，需求則端看使用者的習慣來設計此使用者程式介面。

觀看以上安全監視系統之模擬測試，安全監測的用意大體上已表現出來，但就實際所呈現的功能來說似乎是單調了些，

因為還有很多的判別經驗規則未加入，且開發安全監視系統極需大量的麻醉醫師的臨床經驗來建立規則庫，若能綜合多位資深麻醉醫師之經驗則能排除個人主觀的判斷，而得到更客觀的安全監視判斷，使監視系統更加可靠。有了完善的安全監視系統，對於麻醉自動控制系統更可無後顧之憂的進行，也是麻醉自動化系統更加的完整。

### 五、參考文獻

- [1] H.L Edmonds., Jr., M.P.J. Paloheimo, T.M. Murray, Jr., S.T. Williams, "Anesthesia recordkeeping and monitoring system (ARMS)", Engineering in Medicine and Biology Society, 1988., Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE, 1988, Page(s): 1431 vol.3
- [2] T.M. Murray, Jr., M.L. Kruse, J.A. Battcher, J.W. Woods, H.L. Edmonds, Jr., M.P. Palaheimo, "Hands-off-voice activated automated anesthesia recordkeeping and monitoring system (ARMS)", Southeastcon '90. Proceedings., IEEE, 1990, Page(s): 822 -824 vol.3
- [3] J.W. Huang, Y.Y. Lu, A. Nayak, R.J. Roy, "Depth of Anesthesia Estimation and Control," IEEE Transacitons on Biomedical Engineering, Vol. 46, No. 1, Jan., pp. 71-81, 1999.
- [4] G.N.C. Kenny, H. Mantzaridis, "Closed-loop Control of Propofol Anesthesia," British Journal of Anaesthesia, 83 (2), pp. 223-238, 1999.
- [5] C.T. Chen, W.L. Lin, T.S. Kuo, P.Q. Chen, "A Combination of Neural Network and Fuzzy Logic Algorithms for Adaptive control of arterial Blood Pressure," Biomedical Engineering-Applications, Basis & Communications, Vol.10, No.3, Jun., 1997, P139-P149.
- [6] S. Oshita, K. Nakakimura, T. Sakabe, "Hypertension control during anesthesia. Fuzzy logic regulation of nicardipine infusion", IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Volume: 13 Issue: 5, Nov.-Dec. 1994, Page(s):

667-670

- [7] M. Krol, D.L. Reich, "The algorithm for detecting critical conditions during anesthesia", Computer-Based Medical Systems, 1999. Proceedings. 12th IEEE Symposium on , 1999 ,Page(s): 208-213

- [8] F. Passold, R. Garcia Ojeda, J. Muniz Barreto, "Hybrid expert system in anesthesiology for critical patients", Electrotechnical Conference, 1996. MELECON '96., 8th Mediterranean , Volume: 3 , 1996 ,Page(s): 1486-1489 vol.3

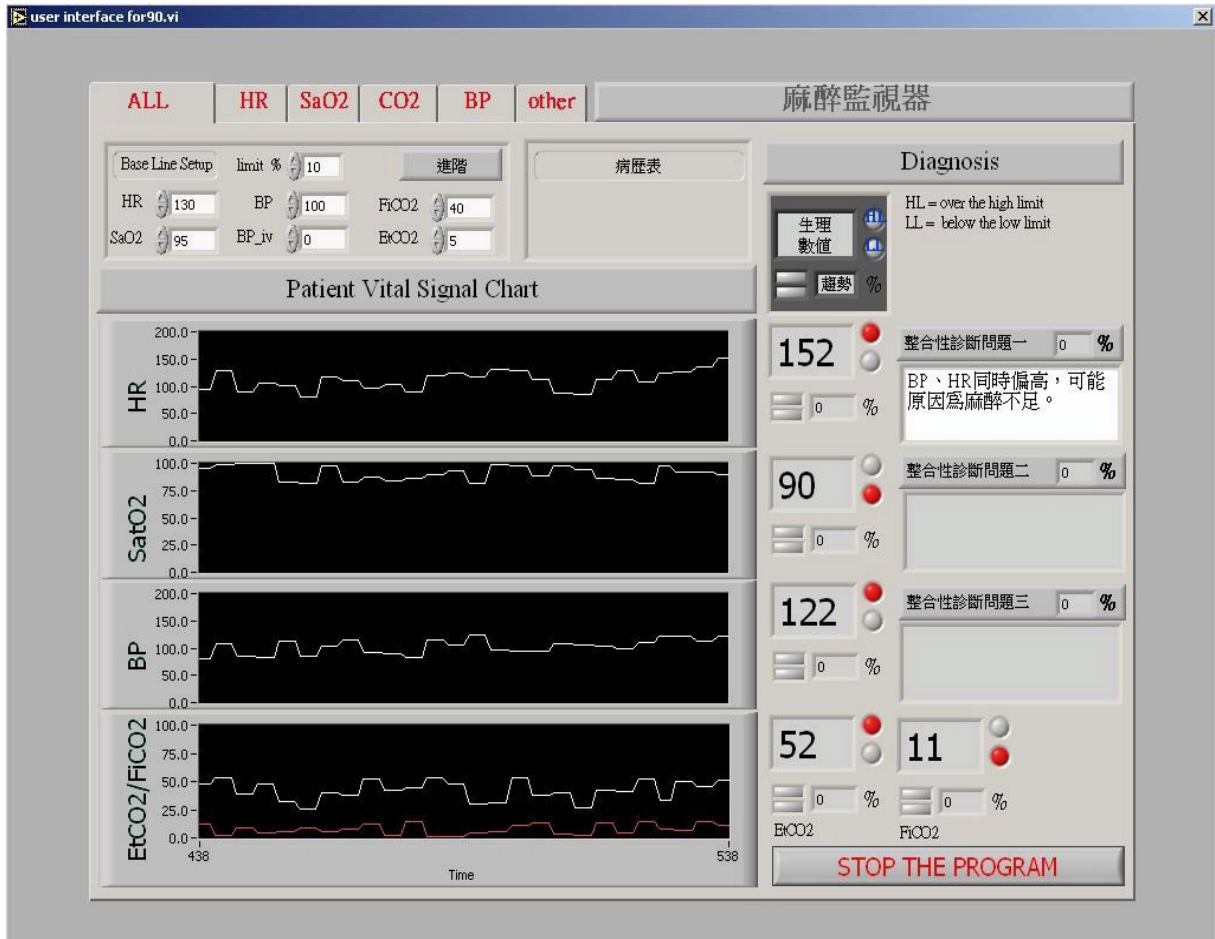


圖 四 安全監視系統使用者介面圖