

# 解決雙向變異性資料庫的設計方法

林世明  
資訊工業策進會  
電子商務研究所  
[jasver@iii.org.tw](mailto:jasver@iii.org.tw)

李明倫  
成功大學  
電腦與通信研究所  
[living@nature.ee.ncku.edu.tw](mailto:living@nature.ee.ncku.edu.tw)

焦惠津  
成功大學  
電腦與通信研究所  
[jiauhjc@ee.ncku.edu.tw](mailto:jiauhjc@ee.ncku.edu.tw)

簡西村  
資訊工業策進會  
電子商務研究所  
[htchien@iii.org.tw](mailto:htchien@iii.org.tw)

## 摘要

在健康照護領域中，生理訊號扮演輔助醫師診斷病情的角色，我們希望藉由一個資料庫系統專門負責儲存生理訊號資料，並且提供相關的醫療單位取用。但是在這樣的環境下，我們發現生理訊號資料存之間因為訊號種類、格式的不同；同時，醫療單位也因為科別的不同彼此對資料取用的方式也有很大的差異。因此居中的資料庫的設計必須面臨雙面的變異性挑戰。我們採取「使用者需求的分級」的方法區隔資料層級中資料使用者的變動性，用「封裝機制」來隱藏資料之間的變異性，並進行資料庫邏輯觀點的設計。對於資訊層級使用需求的變異性問題，用一個特定的協定來維持資訊的整合度，這一個協定會規範如何將資料彙整成符合需求的資訊，具有整合度的資訊將滿足醫療使用者的需求。這些原則幫助我們設計「雙向變異性資料庫」來符合其他類似的變異性問題。

**關鍵詞：**資料庫設計、生理訊號、資料變異性、需求變異性、封裝機制

## 一、簡介

由健康照護相關研究的統計顯示，國內老人、慢性病患比例已逐年增加，由於老人健康狀況及慢性病的醫療，需借助生理訊號的收集與記錄來輔助醫師診斷病情。隨著科技的進步，生理訊號已經可以由生理訊號收集裝置自動收集。快速而且大量的生理訊號資料將被產生，我們發現，當希望設置一個能夠被廣泛使用的資料庫系統時，因為生理訊號資料與醫療單位使用資料觀點的變異性，將造成傳統資料庫設計方法的困難。

資料庫的設計一般是根據資料的使用族群以什麼樣的使用觀點取用所需要的使用內容，進而設計資料庫的邏輯觀點 (database schema)，藉由邏輯觀點的確立，才可將需要使用的資料根據邏輯觀

點一一的存入，使用者也根據此一觀點搜尋符合的資料。在許多情況下，因為使用者與資料之間的關係複雜，而使得此一觀點不容易確認。當希望儲存的資料無法依據資料庫邏輯觀點放入資料庫，或是使用者無法利用既定的邏輯觀點取用資料時，資料庫系統就面臨了變異性的問題。

在健康照護的環境下，由於生理訊號之間的種類、格式的不同，例如，心跳和呼吸生理訊號資料的格式及表現方法不同；以及醫療單位之間對生理訊號使用觀點的差異性，例如，心血管疾病醫師希望生理訊號資料顯現可以幫助判斷心臟病徵的觀點，而精神科醫師希望生理訊號資料可以顯現幫助判斷精神官能症的觀點。使得傳統資料庫設計方法無法同時滿足資料儲存方面以及資料使用方面雙向的變異性。在其他領域的資料庫，例如音樂資料庫、藝廊資料庫…等，也都有可能面臨變異性的問題，或者雙向變異性的問題。我們將設計「雙向變異性資料庫系統」從生理訊號輔助醫療開始，藉由生理訊號相關知識的研讀與探討，並符合在健康照護領域中使用生理訊號的問題，然後進一步的希望類似之設計原則可以用來解決其他領域的雙向變異性資料庫設計問題。

第二章為介紹生理訊號輔助醫療技術的相關研究，於第三章將介紹資料庫系統環境的變動性議題，說明異質生理訊號及多元醫療使用觀點對資料庫設計所帶來的影響。第四章則是根據問題以適當的設計原則來設計資料庫系統，最後第五章是我們的結論。

本研究由經濟部委託財團法人資訊工業策進會資訊應用與整合技術開發四年計畫辦理。

## 二、相關研究

由「生理訊號輔助醫療」的相關領域出發，並在有關於生理訊號分析與生理資料庫使用的方面，進行相關論文的收集。[6][13]研究當資料庫面臨未知資料或者變動性資料時，可以使用 unk 特殊記號表示欄位中的未知資料，並將 unk 的語意描述

在其他的關聯中，利用「單一相依性 (monodependent)」幫助解決正規化問題。對於會隨時間改變的資料記錄，則可以分開儲存「資料內容」與「資料解釋」，在需要變動的時候，根據修改的資料解釋對資料庫進行更新。[2][16]則是探討如何保存資料語意的完整性議題，生理訊號的語意呈現是幫助醫師判斷病症的根據，因此在儲存及轉換的過程中不應該造成資料語意的損失。從一些生理資料庫的相關文獻[5][12]可以看到許多使用資料庫幫助儲存各種醫學用生理資料的使用。[3][15]裡則是描述各種對於資訊的搜尋方法以及資訊的表現方法的應用，幫助了解對生理訊號資料層級與生理訊號資訊層級的需求；[1][4][6][8][9][10][11][17][18][19]則是描述了如何對生理訊號資料進行分析處理來幫助診療，屬於生理訊號資料層級的需求。而[7][14]中描述醫療系統的整合案例，將各項的診療系統彼此能夠互相溝通合作而能夠提昇醫療的效率與品質。

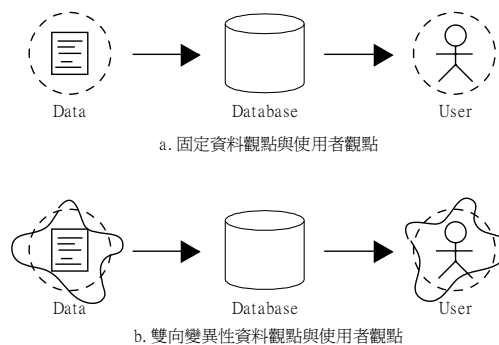
### 三、資料庫系統環境的變動性議題

#### (一) 資料庫系統環境的變動性因素

資料庫的發展是為了解決日益增多的資料，以一個嚴謹而且妥善的空間儲存資料，透過資料庫管理系統操作資料庫中的資料。而資料庫邏輯觀點 (database schema) 是資料庫使用者儲存與使用資料庫內資料最重要的一環。例如校務行政系統的資料庫裡存有學生的學籍資料，因為常常需要根據學生的學號而獲得學生的姓名、性別、籍貫、生日等資料，因此在學生的資料表單中就會對應有：學號、姓名、性別、籍貫、生日項目所組成的邏輯觀點，方便資料使用者的查詢。也可以由這些項目組成條件而篩選符合之學生列表，再進一步查詢。對資料的儲存而言，因為教務處對明確地需要使用學生的這些資料，因此雖然學生身上仍有其他可以作為資料的項目，卻依照資料庫邏輯觀點一一將符合的資料填入即可。在這樣的情境中，資料的儲存與使用都落在一個可以規範的範圍，需要儲存的資料以及取用資料的觀點都非常固定的情況下，資料庫的環境並不會有變動性因素的存在，如圖一中的 a 所示，虛線代表符合資料庫的資料觀點與使用觀點。

在某些情況，資料庫系統必須面對的環境並不明確，像是資料中含有不確定的格式或是表現的方法，使得這些資料可能會落在資料庫所設置的邏輯觀點之外，將造成資料儲存方面的變異性產生。另一方面，資料的使用者將決定了資料庫的邏輯觀點，當使用者的需求無法以單一資料庫使用邏輯來完成的時候，或者是資料庫的使用觀點與資料的儲存觀點相衝突的時候，都會造成資料使用的變異性。

當資料的使用者在資料的需求上必須由異質的資料結構組成時，往往在使用觀點上也會出現變異的情況，造成居中的資料庫產生雙向變異性的問題，如圖一中的 b 所示，實線代表變異性的資料觀點與使用者觀點。以下我們將以醫療看護領域使用生理訊號的過程為例，說明雙向變異性資料庫所面臨的問題。



圖一、固定與變異性邏輯觀點

#### (二) 異質生理訊號的種類與格式

生理訊號表現了人體內部運作的情形，而這些生理訊號也都有各自的特徵，腦波的活動訊號是連續的，心臟的跳動是週期性的，血壓數值與血糖濃度則是恆定的，身體對於某些特定的刺激，也都會有對應的反應，因此藉由身體訊號的表現，才有辦法推估身體的狀況。

生理訊號的異質性是因為生理訊號間具有各種不同的特徵，所以各種生理訊號的擷取及表現的方式都不太相同，加上有些生理訊號同時具備多種特徵，使得雖然是相同的生理訊號，卻因為針對不一樣的特徵進行量測使得生理訊號的表現方法也出現差異。

當這些生理訊號儲存在資料庫的時候，因為不同的型態、格式，將會造成資料庫表單欄位訂定的問題。異質生理訊號之間有各自的使用觀點，若要統整成統一 (Unified) 的資料庫使用觀點，將容易造成衝突。例如心跳是由心臟週期地脈動產生，藉由記錄脈動的時間間隔與計算可以獲得「每分鐘的平均心跳」；而血壓的測量原理是根據心臟對血管造成的壓力記錄而成，可以獲得「任何時候的高血壓與低血壓」。我們可以觀察到，由於生理訊號資料內容與格式的不同，將造成這兩種異質生理訊號資料無法簡單的以單一使用觀點被儲存在資料庫中。

#### (三) 醫療端多元的使用觀點

傳統關連式資料庫在設計的時候，是依照特定的使用觀點來設計資料庫的表單，使得資料庫中的資料能夠依照該使用觀點被使用者查詢使用。對於相同一份病患的生理訊號記錄，上面記載了許多

生理訊號資料，不同科別的醫師對希望使用的生理訊號觀點彼此並不相同。

生理訊號資料依照特定整合度 (Integrity) 能夠彙整成為富含特殊意義的生理訊號資訊，提供資訊的使用者快速而有效的利用。

但是關聯式資料庫只能以單一使用觀點提供資料庫使用者使用，這樣的情況將造成醫療端對資料的使用觀點與當初資料庫設計時的觀點相衝突，使資料庫無法以既定觀點達成醫療端的需求。

舉例來說，對心血管疾病的醫師希望藉由某些特定的生理訊號資料來輔助判斷是否有心臟病的徵狀；對精神科醫師而言，也許需要其他的生理訊號資料用來輔助判斷是否有精神官能症的發生，這些醫師針對病徵而對資料庫系統所發出的需求彼此差異性很大，對於傳統只能用一種使用觀點提供查詢的資料庫將造成使用上的衝突。

## 四、資料庫系統設計

### (一) 系統環境架構

傳統使用生理訊號的健康照顧過程中，生理訊號資料必須被測量然後記錄，由醫護人員收集管理並派送給需要的醫療單位。現在我們將設計一個資料庫系統來幫助這樣的過程。在生理訊號輔助醫療領域中基本的系統環境架構應如圖二，生理訊號收集裝置與生理訊號使用者為主要的參與者。



圖二、生理訊號輔助醫療流程圖

生理訊號裝置是安置在慢性病或者是特殊疾病病患身上的儀器，作用是以各種方法收集病患體內的生理訊號，並轉換成某種特定格式的生理訊號資料。

由於生理訊號使用者的需求根據生理訊號的應用不同而存在明顯的差異性，例如：在某些會診的過程中，需要調閱特定病患的某項生理訊號資料，作為研究或是說明使用；在其他情況下，可能需要許多種生理訊號資料所彙整出的資訊來做為醫療輔助的依據。由於前者的需求主要針對是否存在這樣的生理訊號資料記錄進行查詢，使用觀點較為固定；而後者是針對生理訊號資料表現出什麼樣的資訊而進行查詢，使用觀點的變化較大。因此我們特別將生理訊號使用者分成「資訊層級使用者」

以及「資料層級使用者」。

資訊層級使用者如生理訊號的監測系統、或者是生理訊號資料的分析系統。這類的使用者希望能夠獲得特殊使用觀點的生理訊號資訊，用於相關病情的診療與判斷。如同之前我們所說明，資料的使用者必須使用異質格式的資料來顯現特殊意義的資訊。而這種特殊的使用觀點，需要特定的生理訊號資料彙整而成，因此在資訊層級使用者與生理訊號收集裝置間，存在特定的關聯，用來對應生理訊號資料與資訊層級使用觀點之間的關係，我們定義為生理訊號協定 (biosignal protocol)。

資料層級使用者取用原始的生理訊號資料記錄，並對這些生理訊號資料執行進一步的使用。由於資料層級使用者希望獲得的是被記錄的資料，而非資料所顯現的意義，因此在資料的使用觀點上表現得較為一致。

而資訊層級的使用觀點需要依靠生理訊號協定來維持，隨著醫療技術的演進，醫療單位的使用觀點也會跟著改變，同時生理訊號協定也必須隨著新增修改來符合醫療單位的使用觀點。因此需要在系統的參與者中新增「生理訊號協定領域專家」，負責生理訊號協定的維護。

生理訊號協定領域專家對於生理訊號的種類與使用必須相當的熟悉，針對特定病徵所使用的生理訊號資料來制定相關的生理訊號協定，新增與修改資訊層級使用者的使用觀點。

除此之外，還有一些新加入的醫療系統，這些醫療系統可以選擇成為資訊層級使用者，使用已經制定好的生理訊號協定來彙整生理訊號資料，並取得特殊使用觀點的生理訊號資訊；或者成為生理訊號資料層級的使用者，直接取用生理訊號資料做進一步的分析使用。

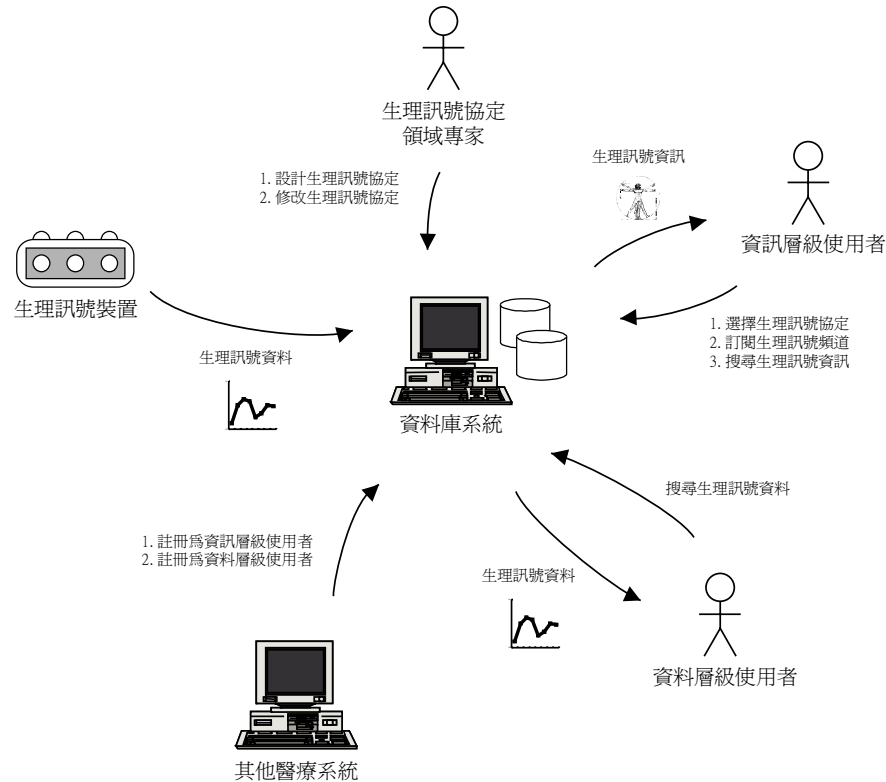
在生理訊號輔助醫療領域裡，雙向變異性資料庫的環境架構圖如同圖三所示。

### (二) 系統架構

在系統開發初期確定基本架構是為了有利之後資料庫設計的進行。如果不能將異質生理訊號與醫療端多元使用觀點雙方面的變動性因素的影響範圍縮小，很可能會導致軟體系統開發的失敗，因此，優先處理變動性因素，設法隔離變動影響的範圍，是任何軟體系統開發的重要議題。所以，在醫療照護領域中「雙向變異性資料庫」的基本系統架構將以減緩生理訊號與生理訊號處理單位之間多面且複雜的耦合關係為主要目標。並以兩項原則：

- 不同生理訊號需求的分級。
- 生理訊號資料語意的封裝。

來完成「雙向變異性資料庫」在醫療照護領



圖三、智慧型生理資料庫系統環境圖。

域中的基本系統架構，如圖四的系統架構流程圖。

在一般生理訊號資料使用的情境下，訊號收集裝置與醫療使用單位雙方由於具有某種特定的關聯性，因此對於資料的整合性 (Integrity) 以及資料語意 (Semantics) 都有特定的認知以及共同的協定來進行生理訊號的使用。傳統的資料庫設計方法為了提供資料庫的使用者感受到好用與方便的資料庫使用觀點，會將資料的整合性與資料語意當作資料庫實體關係模型與表單欄位的设计考量，並以正規化的動作提供一致的觀點。但是面臨異質生理訊號以及多元醫療端使用者需求的情境裡，要滿足資料整合性與資料語意的變動性，並提供一致的資料庫存取觀點是非常困難的。

然而，利用不同生理訊號需求的分級和封裝生理訊號資料的語意兩項原則，將抽離資料整合性與資料語意對資料庫表單欄位设计的影響，解決由多元醫療使用觀點以及異質生理訊號雙向變動性的设计挑戰。

依照不同生理訊號需求的分級，智慧型生理資料庫系統主要分為兩個層次：

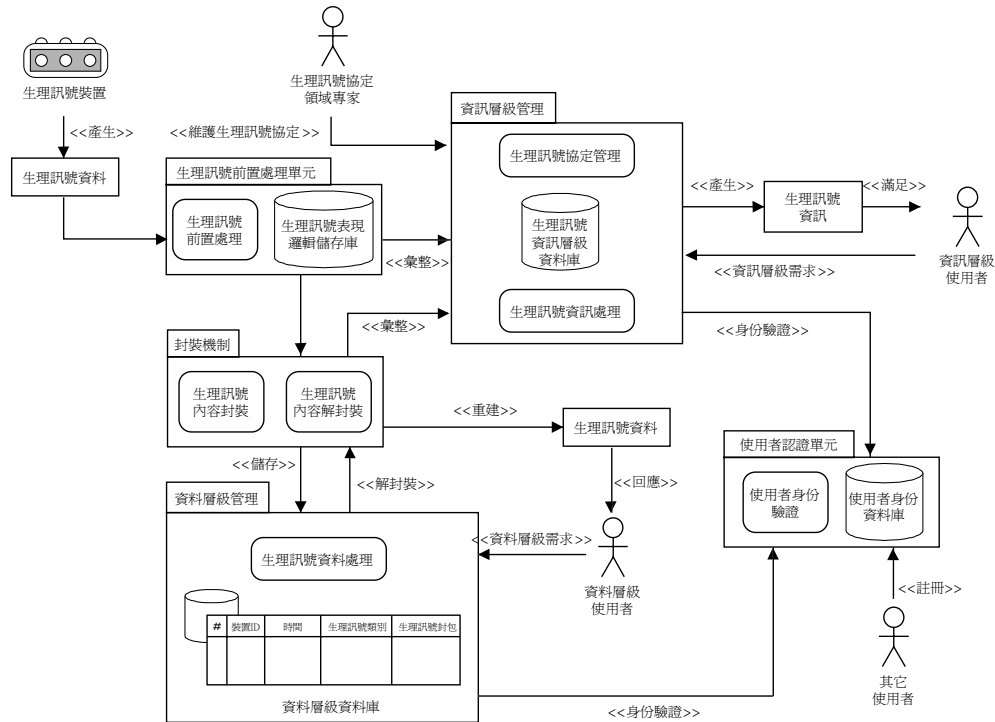
- 資料層級系統架構
- 資訊層級系統架構

資料層級系統架構主要由生理訊號收集裝置

產生生理訊號資料，讓「生理訊號前置處理單元」負責將生理訊號內具有差異性的生理訊號內容抽離，並選擇適當的生理訊號表現方法。將異質生理訊號共同的特徵當作生理訊號身份的鍵值，完成生理訊號資料儲存的準備。使具有差異性的生理訊號內容經過「封裝機制單元」以後成為生理訊號封包由「資料層級管理單元」依照基本而且一致的資料層級使用者觀點儲存生理訊號資料，另一方面，資料層級的使用者也透過資料管理單元查詢符合的生理訊號資料，經過封裝機制單元重建還原之後使用。

資訊層級系統架構主要以「資訊層級管理單元」為中心，依照資訊層級使用者所選定的生理訊號協定，從生理訊號收集裝置或者資料層級管理單元中彙整生理訊號資料成為生理訊號資訊。資訊層級資料使用者可以對資訊層級管理單元進行特定使用觀點的生理訊號資訊查詢，生理訊號資訊將由資料層級系統中的生理訊號資料重新彙整，滿足資訊層級使用者需求。或是由資訊層級使用者訂閱特定觀點之資訊，由資訊層級管理單元直接彙整系統所接收的生理訊號資料成為符合的資訊，提高系統的即時性。

### 1、資料層級系統架構



圖四、智慧型生理資料庫系統架構流程圖。

資料層級系統架構將面對異質生理訊號資料，主要功能是將不同種類、格式之生理訊號資料妥善地儲存與並提供一致的生理訊號資料使用觀點提供資料層級使用者與資訊層級彙整資訊使用。利用不同生理訊號需求的分級原則去除了資料層級系統架構中因多元醫療單位不同使用觀點的變動性，又使用了「封裝 (Encapsulation)」的設計原則，將生理訊號具變異性的內容隱藏並保存生理訊號資料語意，有利資料的正規化。

資料層級系統架構中的封裝機制負責將各種類的生理訊號資料內容與語意封裝，並交由資料層級管理系統負責以特定的資料庫邏輯觀點儲存生理訊號資料以及生理訊號封包。欲使用生理訊號資料的使用者透過資料層級管理單元所提供的查詢方法對資料庫中的資料進行搜尋，符合的資料在經過封裝機制還原成某種特殊生理訊號語意的資料，讓使用者進行後續的處理動作。

### 封裝機制的優點

經過封裝機制將生理訊號封裝有以下的優點：

- 抽離生理訊號語意，簡化系統中資料庫表單設計的複雜度。
- 減少異質生理訊號資料之間的變異性，幫助生理訊號資料的正規化。
- 保存生理訊號資料固有的資料語意。

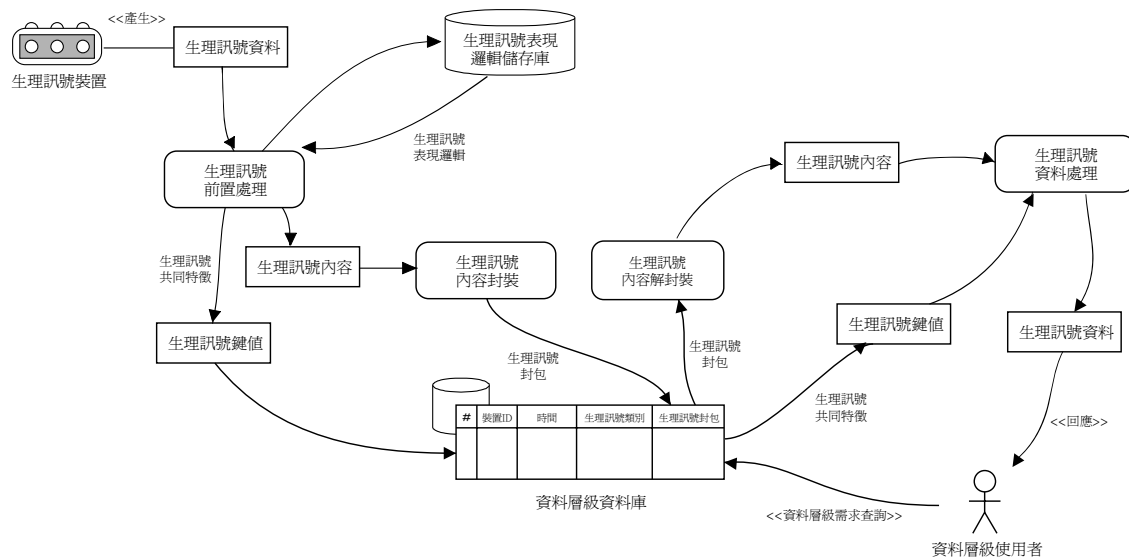
- 提高資料的安全性。

這是因為封裝機制主要的動作是將生理訊號資料內的生理訊號值、格式、資料語意的表現方法給封裝隱藏起來，形成一個封包，而這些項目是異質生理訊號資料間具有差異性的部份，一旦變成生理訊號封包之後，資料語意的考量就可以從資料庫表單設計中抽離，使得設計變得簡單。也因為異質生理訊號之間的差異性減小，因此生理訊號資料的正規化也變得容易。

若是不經過封裝機制，而使用傳統的資料庫設計方法，資料語意因為使用的方便將反應在資料庫的表單設計上。但是，當面對多樣生理訊號資料與多元使用者的時候，便無法有效決定出合適的資料庫邏輯觀點，而一旦依據現有生理訊號種類或是使用者需求來決定資料庫邏輯觀點，日後出現當初設計時未考量的生理訊號資料，在資料的處理過程中，因為表單設計上存在不適切的資料語意而造成該生理訊號資料語意的流失。

最後，將生理訊號封裝代表若是沒有經過解封裝的動作將無法直接取用，要使用該生理訊號資料必須透過封裝的方法表現當初資料收集時的資料語意，因此無法隨意的對儲存於資料庫中的生理訊號資料內容進行修改，增加資料庫中生理訊號資料的安全性。

### 資料層級系統架構的設計方法



圖五、資料層系統架構作流程圖

在資料層級系統架構設計過程中，資料庫的邏輯觀點決定了使用者以什麼樣的方式來取用資料庫內的資料，當使用資料庫的族群範圍小而且明確的時候，將豐富的語意放入資料庫邏輯觀點中，提供使用者快速而且方便的查詢觀點。當面對如同健康照護使用生理訊號資料的環境中，資料的使用者族群相當的廣泛而使用觀點差異也相當的大時，越是想要詳盡的設計資料庫邏輯觀點，越是會將資料庫的使用方法受限於狹小的範圍內。因此我們希望使用「Less is More」的設計原則找出資料層級需求的共同觀點，整理成為資料庫邏輯觀點的設計依據。除此之外，資料庫邏輯觀點的設計也必需依據經常使用的查詢動作來考量資料庫的表單欄位，在生理訊號資料的項目中，有須多都可以做為資料庫查詢的欄位，但是我們必須從意義與實用性來考量。

經由分析歸納結果發現，資料層級的共同使用觀點與異質生理訊號資料的共同特徵類似，這是因為這些共同的特徵，常做為資料使用者辨識生理訊號記錄的身份。這些特徵為：

- 生理訊號所屬病患身份
- 生理訊號收集裝置身份
- 收集生理訊號的時間
- 生理訊號的種類

其他的特徵，例如：生理訊號種類、生理訊號格式、生理訊號語意的表示方法則封裝起來，成為「生理訊號封包」。被封裝起來的生理訊號資料，可以保留本身的資料語意。由共同特徵加上生理訊號封包成為資料層級架構中資料庫的邏輯觀點。依照資料庫邏輯觀點所設計的資料表單大部分的欄位都將被當成資料搜尋的鍵值，而最後一個欄位，

也就是「生理訊號封包」才是主要的資料。

確認資料層級資料庫的邏輯觀點後，同時也確立了異質生理訊號的儲存方法以及生理訊號資料的使用方法，我們利用圖五來描述資料層級運作的流程圖。

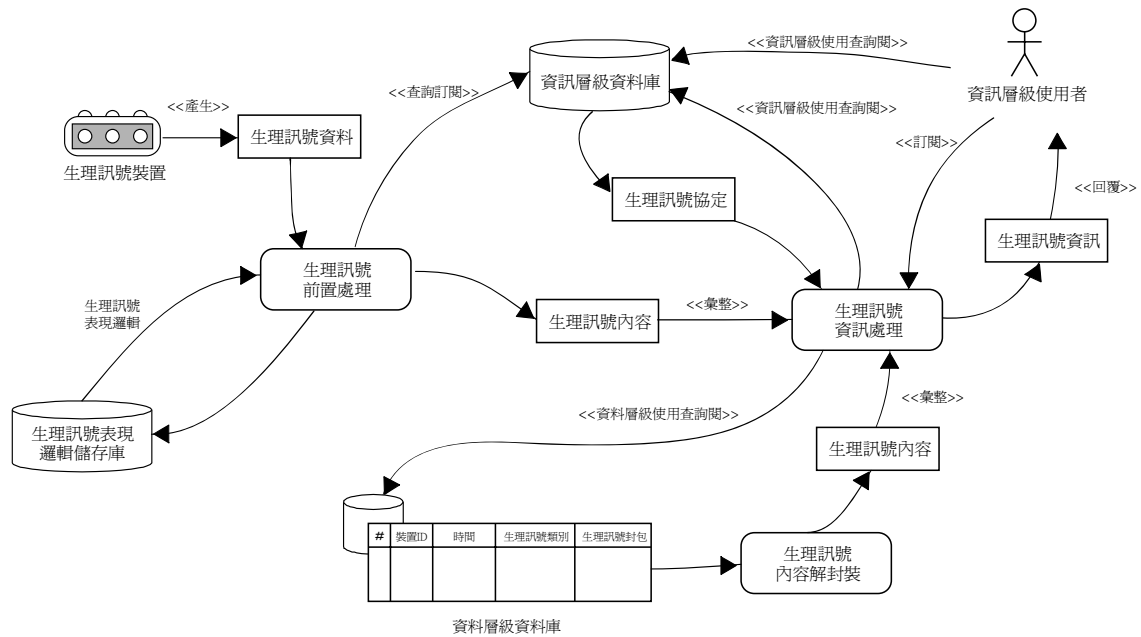
生理訊號資料由生理訊號裝置產生，生理訊號資料彼此間仍然具有異質性，安置「生理訊號前置處理」負責將生理訊號中的共同特徵與其他特徵分離，將非共同特徵的部份，如生理訊號內容、生理訊號語意及表現方法等進行封裝成為生理訊號封包，共同特徵的部份根據資料庫邏輯觀點變成生理訊號資料鍵值，依照鍵值將生理訊號封包存入資料庫中。

生理訊號資料的使用者依循資料庫邏輯觀點搜尋符合的生理訊號資料，經過解封裝機制之後，與原本的鍵值經由「生理訊號資料處理」還原回原始的生理訊號資料，並且可以使用生理訊號資料語意的表現自我顯現資料的原貌。

## 2、資訊層級系統架構

資訊層級系統架構將面對多元生理訊號使用者的需求，主要功能是將生理訊號資料依照特定的資料整合度彙整成為生理訊號資訊，以符合生理訊號資訊層級使用者的需求。

在這分層之下的生理訊號資料層級對於生理訊號資料的需求因為大致可以落在一個固定的範圍，所以使用一致的資料庫邏輯觀點符合資料的儲存與取用。但是對於生理訊號資訊層級的使用者而言，需要特定觀點的資訊展現，這些資訊的展現是由生理訊號資料依照特定的資料整合度所彙整起



圖六、資訊層級系統架構流程圖

來，用以幫助特定情境的判斷與分析，因此在資訊層級系統的使用觀點上仍具有很大的變異性。

資訊層級管理單元是資訊層級系統架構的主要構成，主要的功能有：

- 管理生理訊號協定以維持多元醫療單位使用觀點所需的資料整合度。
- 提供醫療單位針對特定病患使用觀點的選擇。
- 主動提供特定的生理訊號使用觀點給需要的醫療單位。

資訊層級資料庫儲存輔助健康照護使用觀點的生理訊號協定，這些協定規範了生理訊號資料如何依照特定的整合度來彙整成為生理訊號資訊，滿足多元醫療端的使用觀點。

資訊層級資料庫同時負責維持使用生理訊號收集裝置、病患、可使用的生理訊號協定關係，使醫療端的使用者可以根據病患選擇合適的使用觀點，輔助診療上的判斷。

上述的這些動作都必須依靠「生理訊號資訊處理」負責實際的生理訊號資料收集與彙整，最後將生理訊號資訊回傳。除此之外，資訊層級使用亦可以訂閱特定病患特定使用觀點的生理訊號資訊，一旦完成訂閱，生理訊號資訊處理會主動檢查剛進入系統中的生理訊號資料，是否符合訂閱中的生理訊號協定，若是滿足生理訊號資訊的整合度時，將主動寄發生理訊號資訊給訂閱者，提供主動的服務。

### 資訊層級系統架構設計方法

圖六是資訊層級系統架構流程圖，在這個系統架構中，主要的目的在滿足多元的資訊層級使用者需求。生理訊號資訊是由符合生理訊號協定規範的生理訊號資料彙整而成，從流程圖我們可以發現，有兩條彙整的路線將會符合資訊層級使用者需求。

當資料層級資料庫能夠妥善且完整的儲存大量的生理訊號資料，將成為一個豐富的資料來源提供各種形式資訊的呈現。而其中一條彙整的路線就是收集資料層級資料庫中的生理訊號資料，這些生理訊號資料符合資訊層級使用者所選定的生理訊號協定，經過解封裝之後，在資訊層級處理中依生理訊號協定整合成資訊。

我們留意到有些使用者固定地需要某些生理訊號協定的資訊，有些使用者必須不斷的監控隨時產生的生理訊號資訊。若使用上述的查詢然後由資料庫中的生理訊號資料彙整成資訊再回傳給使用者，將造成許多動作的浪費。因此設計了生理訊號資訊訂閱的服務，並在「生理訊號前置處理單元」與「生理訊號資訊處理單元」間設置了一條捷徑，當生理訊號資料被送入智慧型生理資料庫系統時，生理訊號前置處理單元一方面準備生理訊號資料儲存的動作，另一方面檢查該生理訊號資料是否符合被訂閱中的生理訊號協定，若是，則同步傳送到資訊層級管理單元，等到滿足生理訊號資訊的整合度之後，便由生理訊號資訊管理主動的傳送需求

的生理訊號資訊。

由資料層級至資訊層級地建構智慧型生理資料庫系統，使得除了滿足生理訊號輔助醫療領域的需求之外，為資料庫在生理訊號領域中增添了以下的特性：

- 動態生理訊號資訊的整合特性
- 主動式生理資料庫特性
- 適應性生理資料庫特性

從資訊層級的設計中可以很明顯地觀察到，生理訊號資訊並非直接儲存在資料庫中，而是藉由使用者的查詢驅動，將合適的生理訊號資訊彙整出來，這樣的行為將減少相同的資料重複的出現在系統中。

針對固定資訊層級使用者的特性，設計生理訊號資訊訂閱的服務，由於這些使用者並不在乎資料從何而來，他們的訴求可能是簡單方便而且具有「即時性」，不同於傳統資料庫處於需要時才提供服務的被動角色。

對於新增加的使用者觀點，可以藉由生理訊號協定領域專家位資料層級新添合適的生理訊號資訊使用觀點，對於生理訊號使用觀點以及異質生理訊號之間的差異性，雙向變異性資料庫系統具有調節適應的能力。

## 五、結論

我們希望使用資料庫系統幫助健康照護領域使用生理訊號的過程，發現在生理訊號收集裝置與醫療端使用者之間放置資料庫，將使得資料庫的設計同時面臨雙向變異性的問題：

- 面對廣泛而多元的使用者需求觀點，無法以單一資料庫邏輯觀點滿足多元使用者需求。
- 面對異質的生理訊號資料，不同種類、格式的生理訊號資料難以正規化，也難以統整適合的資料庫使用觀點。

同時來自生理訊號裝置以及醫療單位兩方面的變異性，使得無法以「單一相依性」解決單方面不確定性的方式來使得正規化得以進行。

面對這些資料庫設計的挑戰，我們規劃以下的設計原則來符合雙向變異性資料庫系統的需求：

- 不同生理訊號需求的分級原則，將生理訊號資料的資訊層級觀點與資料層級觀點分開，使得資料層級系統中保留單純的生理訊號使用觀點，而資訊層級系統中管理生理訊號協定來維持多元醫療觀點整合度的需求。
- 生理訊號的封裝原則，將生理訊號資料

的資料語意封裝起來，去除生理訊號資料語意對表單設計的影響並解決資料正規化的問題，並用一致的觀點把異質資料儲存在智慧型生理資料庫中。

利用上述的設計架構及原則設計雙向變異性資料庫系統將可以滿足健康照護領域上的應用需求，作為生理訊號收集與使用中間良好的承接。除此之外，資料庫系統也比傳統資料庫更具有良好的適性、主動性以及動態資訊整合特性，都將有助於生理訊號後續的分析與應用。

## 誌謝

本研究由經濟部委託財團法人資訊工業策進會資訊應用與整合技術開發四年計畫辦理。

## 六、參考文獻

- [1] A. M. Baese, A. Wismueller, O. Lange, "Comparison of Two Exploratory Data Analysis Method for fRMI: Unsupervised Clustering Versus Independent Component Analysis," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 3 Sept. 2004.
- [2] A. R. Mori, F. Consorti, "Integration of Clinical Information Across Patient Records: A Comparison of Mechanisms Used to Enforce Semantic Coherence," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 2, no. 4 Dec. 1998.
- [3] C. Combi, G. Cucchi, F. Pinciroli, "Applying Object-Oriented Technologies in Modeling and Querying Temporally Oriented Clinical Databases Dealing with Temporal Granularity and Indeterminacy," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 1, no. 2 June 1997.
- [4] C. H. Salvador, M. P. Carrasco, M. A. G. de Mingo, A. M. Carrero, J. M. Montes, L. S. Martin, M. A. Caverro, I. F. Lozano and J. L. Monteagudo, "Airmed-Cardio: A GSM and Internet Services-Based System for Out-of-Hospital Follow-Up of Cardiac Patient," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 9, no. 1 Mar. 2005.
- [5] Chung-Chih Lin, Jeng-Ren Duann, Chien-Tsai Liu, Heng-Shuen Chen, Jenn-Lung Su, Jyh-Horng Chen, "A Unified Multimedia Database System to Support Telemedicine," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 2, no. 3 Sept. 1998.
- [6] D. Taylor, R. N. G. Naguib, S. Boulton, "A Dynamic Clinical Dental Relational Database,"



- IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 3 Sept. 2004.
- [7] F. Beltrame, P. Maryni, G. Orsi, "On the Integration of Healthcare Emergency System in Europe: The WETS Project Case Study," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 2, no. 2 June 1998.
- [8] H. GroB, V. Hartmann, "A Generalized Data Model Integrating Biosignal Records and Clinical Data for Research and Evaluation," *IEEE Computers in cardiology*, vol. 24, 1997.
- [9] J. Rodriguez, A. Goni, A. Illaramendi, "Real-Time Classification of ECGs on PDA," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 9, no. 1, Mar. 2005.
- [10] J. W. Shin, H. M. Seong, D. I. Cha, Y. R. Yoon H. R. Yoon, "Estimation of Stress Status using Biosignal and Fuzzy Theory," *Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, vol. 20, no. 3, 1998.
- [11] J. Fox, R. Thomson, "Decision Support and Disease Management: A Logic Engineering Approach," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol.2, no.4, Dec. 1998.
- [12] M. E. Kirlangic, J. Holetschek, G. Ivanova, "A Database for Therapy Evaluation in Neurological Disorders: Applications in Epilepsy," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 3 Sept. 2004.
- [13] M. Levene, G. Loizou, "Database Design for Incomplete Relations," *ACM Transactions on Database Systems*, vol. 24, no. 1, Mar. 1999.
- [14] M. Wang, C. Lau, F. A. Matsen, Y. Kim, "Personal Health Information Management System and its Application in Referral Management," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 3 Sept. 2004.
- [15] M. Zhang, H. Zhang, D. Tjandra, S. T. C. Wong, "DBMap: A Space-Conscious Data Visualization and Knowledge Discovery Framework for Biomedical Data Warehouse," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 3 Sept. 2004.
- [16] S. Philippi, J. Kohler, "Using XML Technology for the Ontology-Based Semantic Integration of Life Science Databases," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 8, no. 2 June 2004.
- [17] V. Bonillo, E. Rey, A. Bentanzos, "Information Analysis and Validation of Intelligent Monitoring Systems in Intensive Care Units," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 1, no. 2, June 1997.
- [18] W. Williams, H. Zaveri, J. Sackellares, "Time-Frequency Analysis of Electrophysiology Signals in Epilepsy," *IEEE Engineering In Medicine And Biology*, Mar. /Apr. 1995.
- [19] Y. A. Tolia, L. J. Hadjileontiadis, S. M. Panas, "Real-Time Separation of Discontinuous Adventitious Sounds from Vesicular Sounds Using a Fuzzy Rule-Based Filter," *IEEE Transactions On Information Technology In BioMedicine*, vol. 2, no. 3, Sept. 1998.