

# 關聯式和網狀式個人電腦資料庫 管理系統之探討

游志男

## 摘 要

在資料庫管理系統中，關聯式與網狀式資料模式何者較優？似乎是永無止息的爭論下去。網狀資料庫歷史較久，而關聯式資料庫是70年代新增的資料庫管理系統。IBM大力提倡以及學院、研究機構群集研鑽，關聯式幾乎形成資料庫系統的主流。在個人電腦方面，絕大多數軟體廠家均以關聯式為主。但論效能表現（Performance）而言，網狀式是優於關聯式的。個人電腦硬體不斷急劇提昇功能，在PC上採用網狀資料庫系統，再擷取關聯式的親和力、人機界面之優點，而邁向整合兼顧兩者的優點，將是一個理想的選擇。

## 1. 前 言

資訊是現代企業最重要的資產，一個企業的成功與否，完全建立在詳實可靠的資訊上。我們不僅要不斷的收集與更新資訊，更需要去了解它和運用它。從歷史上的觀點而言，在60年代，層狀和網狀資料模式（Hierarchical & Network Data Models）廣泛的被採用，其中層狀以IBM的IMS最具代表性。網狀資料模式可分為CODASYL DBMS（Conference On Data Systems Languages）、Limited Network DBMS、Complex Network/extended CODASYL DBMS三種（附表一列出一些在

大型電腦（Mainframe）上較具代表性者）。關聯式資料庫管理系統（Relational DBMS）是1970年代新增的DBMS（附表二列出一些在大型電腦上較具代表性的關聯式資料庫管理系統。IBM更希望他的所有大型電腦客戶到1992年時都轉換到DB 2系統上。個人電腦資料庫管理系統（PC-DBMS）亦以關聯式為主（附表三列出一些較具代表性的套裝軟體）。在大型電腦方面有IBM大力投入DB 2，在個人電腦PC-DBMS方面又有為數眾多的廠家共襄勝舉，似乎造就現代DBMS以關聯式為主流。網狀資料模式未曾受到IBM的青睞（註：IBM未曾提供網狀資料模式），多少有點不利於網狀式資料庫管理系統，但由於網狀式的優良效能表現仍受到廣泛的歡迎。事實上沒有一種資料模式，各方面都能優於其餘所有資料模式，且不同的設計者對各種相異的資料模式有不同的技術層次與設計經驗。關聯式的支持者會列舉出關聯式資料模式的優點，同樣的網狀式的愛好者，也有充分的證據來支持自己的觀點。資料庫的設計者必需針對實際需要選擇適當的資料模式。沒有一種資料模式放諸四海皆準。事實上，有證據顯示出，最好的選擇是針對不同目的而使用不同資料模式。

80386 CPU微電腦（Micro Computers）帶來很大的衝激，它提供高能力的資料處理。昔日在迷你（Mini Computers）或大型電腦（Mainframes）才能處理的，現在PC就能

發揮其功效了。80386 PC對人們的最大貢獻就是資訊普及化，使資料庫不再是迷你及大型電腦的專利品。本文將探討個人電腦上的關聯式和網狀式資料模式。

## 2. 關聯式資料模式

所謂關聯 (Relation) 就是滿足下列三個性質的二維表格 (2-dimensional Table)：

- (1) 每行 (Column) 含有相同屬性 (Attribute)，且每一單位元值 (Cell) 必需是最基本的 (Simple)。
- (2) 每行名稱相異，但行左右排序不拘。
- (3) 每列 (Row) 相異，且列的次序不拘。

關聯式資料模式就是將檔案 (File) 以關聯的方式來表示。每個關聯視為二維表格，列表示資料錄 (Records)，行表示屬性。

關聯式資料模式具有下列優點：

### (a) 簡單、親和性高

關聯式資料模式用表格的型式來描述資料彼此間的關係，使用者一目了然，親和性良好。

### (b) 非程序 (Nonprocedural) 的需求

所謂非程序就是允許程式師僅描述什麼結果，是所期望得自資料庫管理系統，而不需描述該系統是如何取得資料。也就是由資料庫管理系統，而非程式師來選擇恰當的取得路徑。非程序語言允許使用者對每一個資料操作指令 (Data Manipulation Command) 取得數筆資料錄。

### (c) 資料的獨立性 (Data Independence)

在一般資料集 (Data Set) 的環境裡，應用程式師在處理資料時，必須知悉資料的格式 (Format) 是怎樣 (What)、它放在那裡 (Where)、如何被取得 (How)。改變這三項中的任何一項都會影響應用程式碼，程式必須重新編譯和維護。由於企業需求上的改變，資料格式可能需要隨之調整。例如，資料集

必須加入新的資料要素 (Data Element)。隨著電腦結構的增強功能和軟硬體效率的改善，存取資料的方法可能會改變，導致程式師必須花更多的時間在程式的維護與更新上。資料庫的使用者應著重在資料的內容訊息，而不是關心資料所存放的位置和其表示的詳細情形。這種使用資料，不必知悉資料詳細的描述情形，稱為資料的獨立性。

從經濟的眼光來看，資料的獨立性是很重要的。一個企業可能花費相當昂貴的代價在非常簡單的資料改變上，例如增長或新增資料的欄位 (Field)。一個理想的資料庫設計，必需提供允許某種程度的改變，而不影響應用程式。而資料獨立性的延伸，不僅決定於資料庫的設計，而且同時也視資料庫管理系統而定。很不幸的，DBMS的套裝軟體很難完全達到資料的獨立性 (Full Data Independence)，因資料庫設計建立在DBMS的套裝軟體上。甚至對於一個最優秀的資料庫設計者而言，似乎很難達到全部的資料獨立性 (Total Data Independence)。大多數早期的資料庫管理系統採用邏輯及實體兩層概要結構 (Logical & Physical Schema)。邏輯結構對應到外層或使用者觀點層 (User View)，用來描述每一個應用程式所使用的資料。實體結構對應到內層，用來描述資料在電腦內部的情形。圖2.1

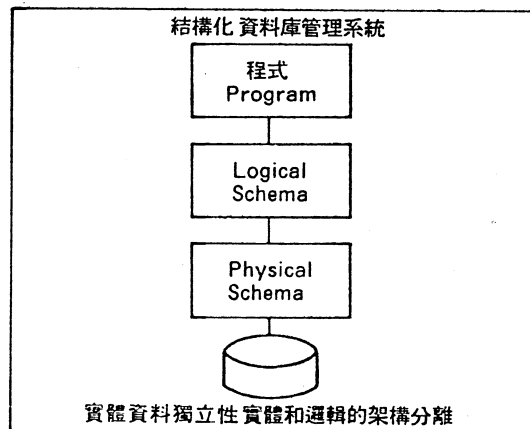


圖2.1 2-層結構的架構圖

所示，兩層結構是結構化資料庫管理系統的特性，層狀和網狀資料模式就是此種架構；圖2.2所示是關聯式資料庫管理系統，在內層（Internal）和外層（External）的結構中，再加入第三層的概觀層結構（Conceptual Schema）。此概觀層結構對整個組織的資訊資源（Data Resource）提供了一個整合視觀（Integrated View）。雖然各種資料庫管理系統提供不同程度的資料獨立性，但唯有關聯式資料模式提供較完整的資料獨立性，這點是網狀和層狀的資料模式所不及之處。（註：C.J. Date, An Introduction to Database Systems, Vol 1., Fourth Edition, Page 15~19對Data Independence有頗為詳盡的解說及例子）。

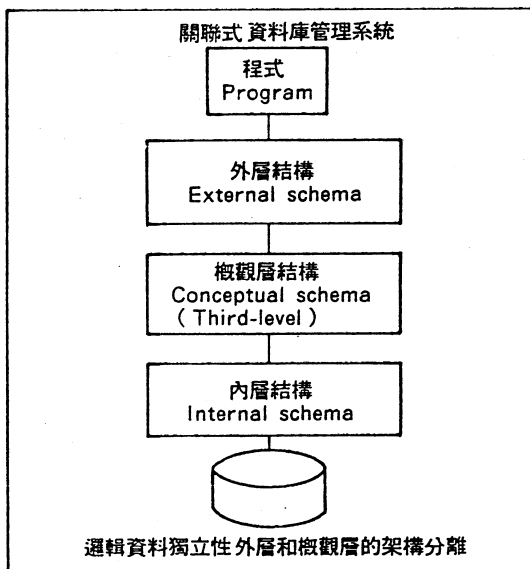


圖2.2 3-層結構的架構圖

#### (d)理論基礎

關聯式資料模式是以完備的數學理論為基礎，嚴謹的正規化法（Normalization）來設計資料庫奠定關聯式資料模式的確實可信賴度。正規化的理論也適用於網狀資料模式。

關聯式資料模式至少有下列缺點：

#### (a)資料重複與資料一致性的問題

在關聯式資料模式中取得每列〔註：相當於網狀資料模式的資料錄（Records）〕係透過鍵（Keys）。當表格（Tables）結合（Joined）在一起時，鍵值（Key Values）會造成重複，當重複資料必須被變更（Modified）時，每個表格中包含這個鍵的列都必須更動，這種額外的負擔易造成資料一致性的問題。然而網狀資料模式藉助直接關聯資料錄的方法，消除這些額外負擔、重複鍵的問題。圖2.3所示，兩個相關的表格透過一個共同的資料欄位C，這個C必需在兩個表格中定義，且必需存在一個索引（Index），以便到表格2去取得資據。因此效能（Proformance）下降。反觀網狀模式則無此種資料重複性的問題，不需要重複欄位和索引檔。相關的一筆資料錄能夠在一個資料庫的讀取作業（Read Operation）中直接取得，如圖2.4所示。

(b)關聯式資料庫缺乏語意上的控制（Semantic Quality Control）。

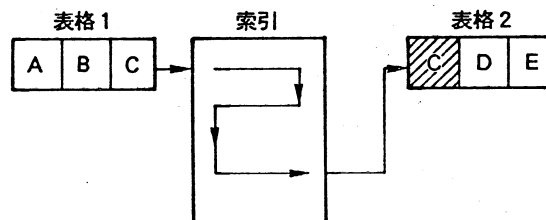


圖2.3 關聯式DBMS的概觀圖

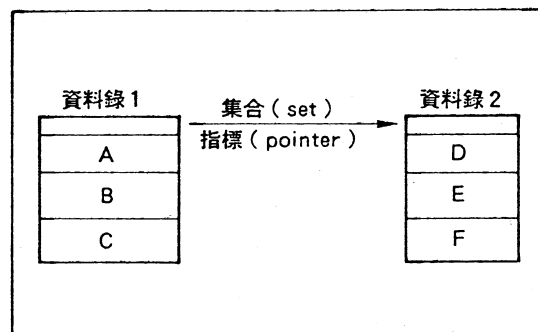


圖2.4 網狀DBMS的概觀圖

### 3. 網狀資料模式

在CODASYL資料庫裡，一個所有者資料錄型態 (Owner Record Type) 和一個或多個成員資料錄型態 (Member Record Type) 之間的關係稱為集合 (Set)。網狀資料模式是將資料視為資料錄型態及資料錄型態間成對關係的集合。網狀資料模式依資料錄型態之間彼此關係可分為三種：

(1) 簡單式網狀資料模式，也就是不允許資料錄型態間有多對多的關係 (M:N relationships) 存在。

(2) 複雜式網狀資料模式，即允許資料錄型態間有多對多的關係存在。

(3) 有限式網狀資料模式，即將所有資料錄型態分為主要的 (Primary) 主 (Master) 資料錄型態和次要的 (Secondary) 交易 (Transaction) 資料錄型態，例如TOTAL、IMAGE屬此類型。此三種網狀模式能包含多樣且富變化的資料庫。

網狀資料庫中資料的重複減到最低，資料庫的一致性更完善。又複雜式網狀資料模式使實際生活中經常發生的多對多關係 (Many-To-Many) 能容易的展現出來。大量的資料處理 (High-Volume Transaction Processing) 和資料維護的應用 (Data Maintenance Applications) 也經常用網狀系統來實行；網狀模式的重大缺點就是較複雜性，應用程式師必需熟悉資料庫的邏輯架構 (Logical Structure)。當資料庫被重組 (Reorganized) 時可能會失去資料的獨立性。關聯式資料庫係將資料以表3.1的形式表示。如將表3.1進一步擴張成一個簡易的銷貨資料庫，它用來記載銷售人員與顧客的資料，如表3.2所示。

由表3.2所示，銷售人員的名字和佣金欄會重複出現在某列用以標明該銷售人員的顧客。在資料庫設計中的一個主要工作，便是使必需儲存在資料庫的重複資料減少到最少的程度

表3.1

公司名稱	城市	電話
慧訊資訊公司	台北	(02) 5113277
大新電腦公司	新竹	(035) 966177
永華電腦公司	台中	(04) 347532
青田資訊公司	台南	(06) 776663
芳儒資訊公司	新竹	(035) 245362

表3.2

銷售人員	佣金	公司名稱	城市	電話
林資昇	0.12	慧訊資訊	台北	(02) 5113277
林資昇	0.12	大新電腦	新竹	(035) 966177
王朝漢	0.07	永華電腦	台中	(04) 347532
王朝漢	0.07	青田資訊	台南	(06) 776663
王朝漢	0.07	芳儒資訊	新竹	(035) 245362

。資料庫設計者會採用兩個表來減少資料的重複，這種產生數個表以減低資料重複的程序稱作正規化，這些技巧在關聯式和網狀式資料庫均同樣可有效的運用。

表3.2可分成如表3.3的銷售人員表及表3.4的顧客表。

表3.3 銷售人員表

銷售人員碼	銷售人員	佣金
001	林資昇	0.12
002	王朝漢	0.07

主鍵 (Primary Key)

表3.4 顧客表

外來鍵  
(foreign key)

銷售人員碼	公司名稱	城市	電話
001	慧訊資訊	台北	(02)5113277
001	大新電腦	新竹	(035)966177
002	永華電腦	台中	(04)347532
002	青田資訊	台南	(06)776663
002	芳儒電腦	新竹	(035)245362

銷售人員碼，是用來唯一標示某一特定銷售人員，稱爲此銷售人員表的主鍵，而在顧客表中的銷售人員碼欄，是用來聯繫與銷售人員表的，稱爲外來鍵（Foreign Key）。每個銷售人員有數個顧客，但每個顧客僅由某個銷售人員服務，此稱爲一對多的關係。

我們也可用網狀式集合（Set）來達成關聯式表格，詳細如表3.5所示。

一個完整的集合實施（Set Implementation）如表3.6所示。從上述實例我們知悉，關聯式資料庫可容易的轉成網狀式資料庫，亦可提高其效益。

表3.5

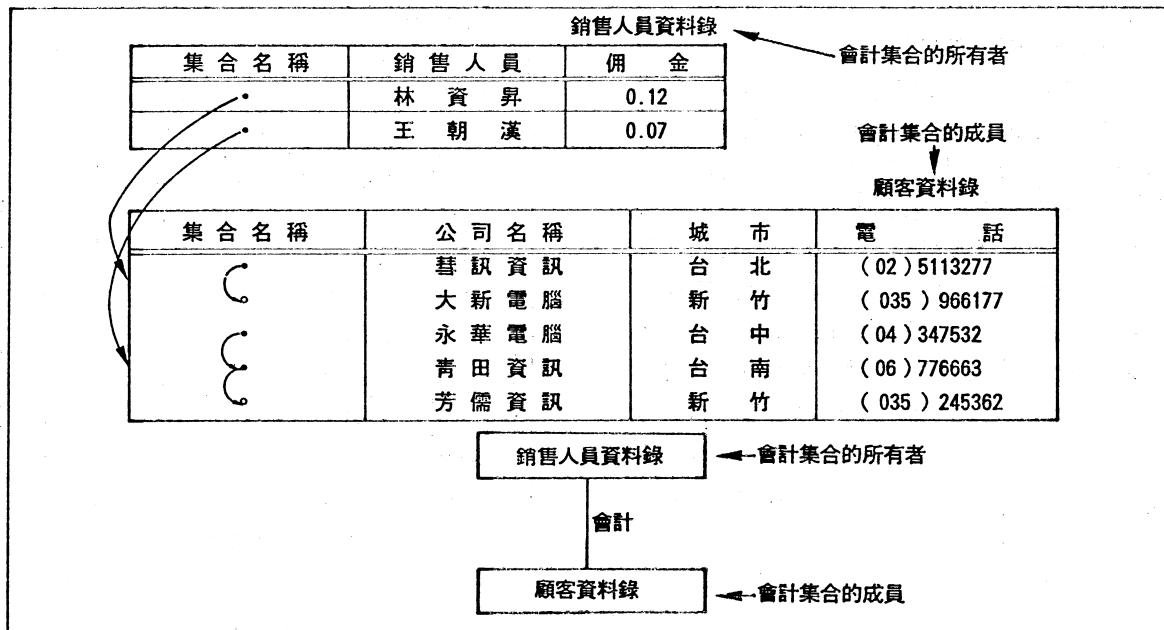


表3.6

銷售人員資料錄

dba 資料庫位址	會計			銷售人員	佣金
	全部	第一	最後		
1	2	1	2	林資昇	0.12
2	3	3	5	王朝漢	0.07

↑ 主鍵

dba 資料庫位址	會計			公司名稱	城市	電話
	所有者	前址	後址			
1	1	0	2	慧訊資訊	台北	(02) 5113277
2	1	1	0	大新電腦	新竹	(035) 966177
3	2	0	4	永華電腦	台中	(04) 347532
4	2	3	5	青田資訊	台南	(06) 776663
5	2	4	0	芳儒資訊	新竹	(035) 245362

## 4. 效益分析

Raima公司以物料單測量基準 (Bill-of-Materials Benchmark) 對相同的問題，分別用關聯式及網狀式版本的測試程式，進行測試比較其效益分析，透過實務驗證，讓我們有更明確的體認。本文將引述其測量基準的測試結果。(對此結果有疑問者，不妨自行再測試一次，或向Raima公司取得詳細測試報告)。

製造公司的“物料需求控制計劃”是非常實際的生產控制系統，它能提供採購物料和銷售預估。現在讓我們來考慮一個製造割草機的實例。圖4.1所示為割草機的零件組合結構。首先考慮以關聯模式來處理的情形。我們需要兩個表格，項目資料錄 (Item Records) 和料單資料錄 (Bill Records) 來表示其關係，如圖4.2所示。表4.1列出其關聯式資料目錄，若以網狀模式來設計，則網狀資料庫結構 (schema)，如圖4.3所示。表4.2是網狀模式DDL規格。圖4.4為網狀及關聯式的效益分析 (資料來源：Raima Corporation, Bellevue, WA)

Item Relation			
ID Code	Description	Cost	Comp Count
ABC-110	Lawnmower Model 110		4
XJ7-223	Wheel Assembly		4
XJ7-224	½-Horsepower Engine	10.25	4
XJ7-225	Large Grass Catcher	12.75	0
XJ7-445	Carburetor	.67	0
XJ7-232	Spark Plug	5.75	0
XJ7-432	Crankshaft		0
XJ7-676	Piston		4
XJ7-545	Chassis		4

Bill Relation				
Parent	Component	Seq	Quantity	Level
ABC-110	XJ7-545	0	1	0
ABC-110	XJ7-223	1	4	0
ABC-110	XJ7-224	2	1	0
ABC-110	XJ7-225	3	1	0
ABC-224	XJ7-445	0	1	1
ABC-224	XJ7-232	1	1	1
ABC-224	XJ7-432	2	1	1
ABC-224	XJ7-676	3	1	1

圖4.2 關聯式表格

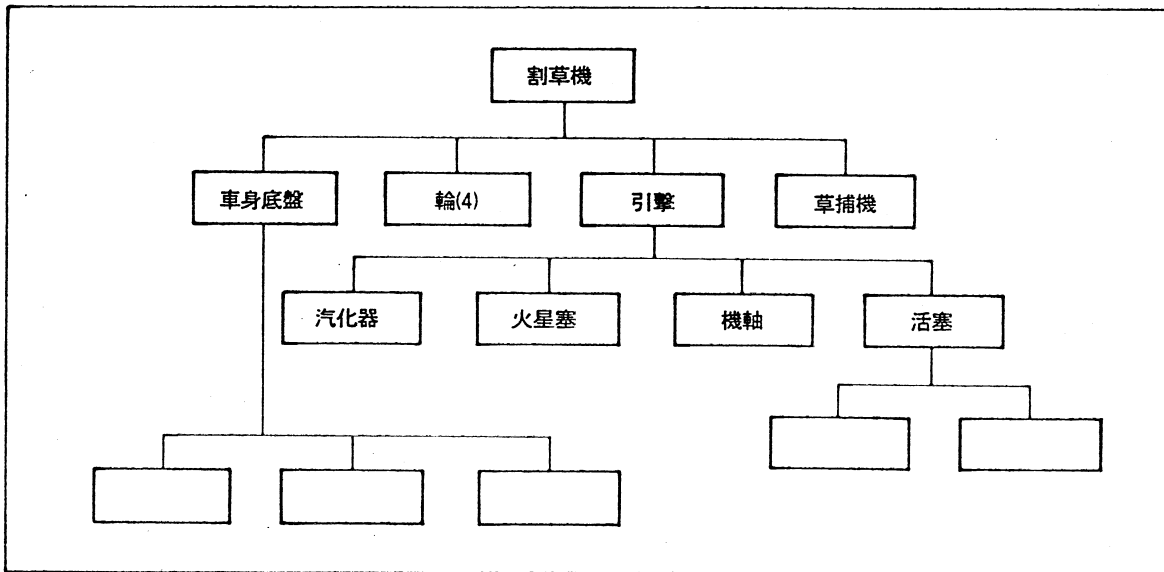


圖4.1 割草機零件組合結構

表4.1 關聯模式DDL規格

```

/* RBOM.DDL RELATIONAL bill-of-materials db_VISTA
benchmarkschema */
/* sequence number version */

database rbom {
  data file "rbom.d01" contains ritem;
  data file "rbom.d02" contains rbill;
  key file "rbom.k01" contains rid_code;
  key file "rbom.k02" contains rbom, rwhere_
  used;
  record ritem {
    unique key char rid_code[16];
    char rdescription[58];
    double rcost;
    int rcomponent_count;
  }
  record rbill {
    char rparent[16];
    char rcomponent[16];
    int rsequence;
    double rquantity;
    int rlevel;
    long reffectivity_in; /* date */
    long reffectivity_out; /* date */
    compound key rbom {
      rparent;
      rsequence;
    }
    compound key rwhere_used {
      rcomponent;
      rsequence;
    }
  }
}

```

表4.2 網狀模式DDL規格

```

/* BOH.DDL bill-of-materials db_VISTA benchmark
schema */
database bom {
  data file "bom.d01" contains item;
  data file "bom.d02" contains bill;
  key file "bom.k01" contains id_code;

  record item {
    unique key char id_code[16];
    char description[58];
    double cost;
  }
  record bill {
    double quantity;
    int level;
    long effectivity_in;
    long effectivity_out;
  }
  set bom {
    order last;
    owner item;
    member bill;
  }
  set where_used {
    order last;
    owner item;
    member bill;
  }
}

```

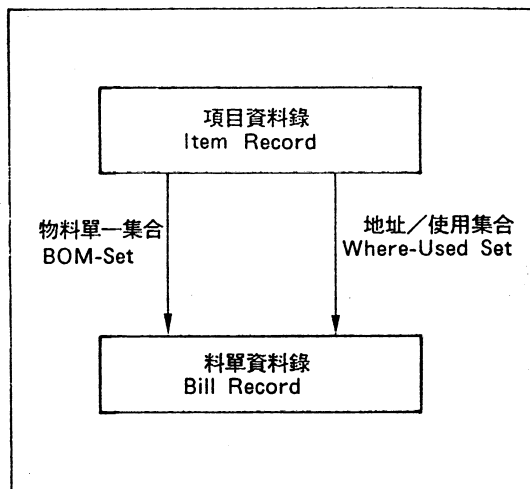


圖4.3 網狀資料庫結構圖

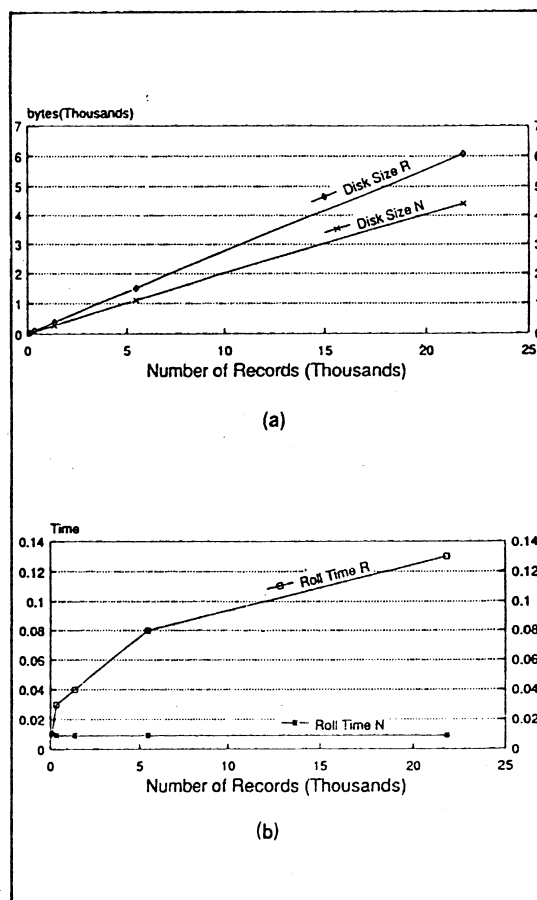
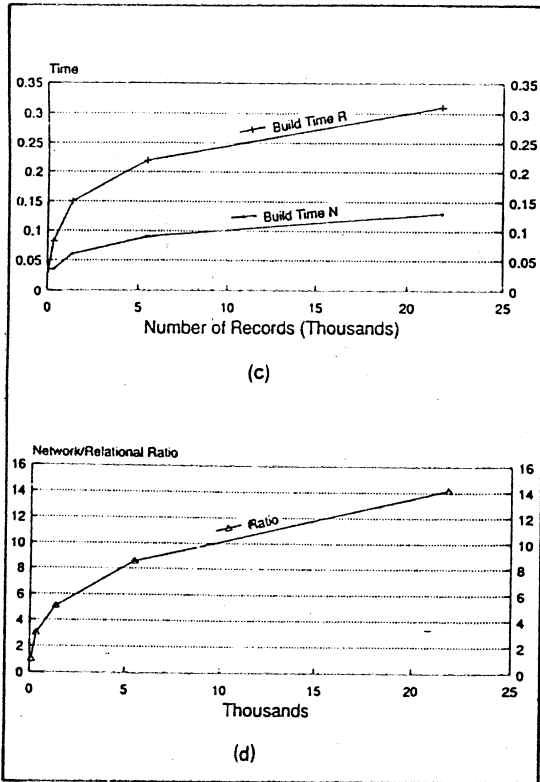


圖4.4 效益分析



### 5. 結 論

網狀資料庫管理系統和關聯式資料庫管理系統均有其特性，優缺點與分別存在的空間。單一資料模式的資料庫管理系統會有下列困難：

- (1) 該資料模式可能在某些場合不符合設計應用程式所需。
- (2) 對不同資料庫管理系統間需做大量轉換。
- (3) 對一個資料庫管理系統要取得另外一個不同資料模式系統資料時較困難。

擁有一個以上資料模式的資料庫管理系統，程式師能選用合適設計應用程式的資料模式。在多重模式 (Multi-Model) 資料庫管理系統上移動應用程式和資料庫，較在不同資料模式間的轉變容易。兩個相異的資料庫管理系統之間連接較易，因有共同的資料描述與處理方式。

一個多重模式資料庫管理系統必需具有非程序和程序語言 (Procedural Language)，同時擁有關聯式和網狀式結構。圖5.1說明對應 (Mapping) 與合成 (Composite) 兩種方式來達成多重模式資料庫管理系統。

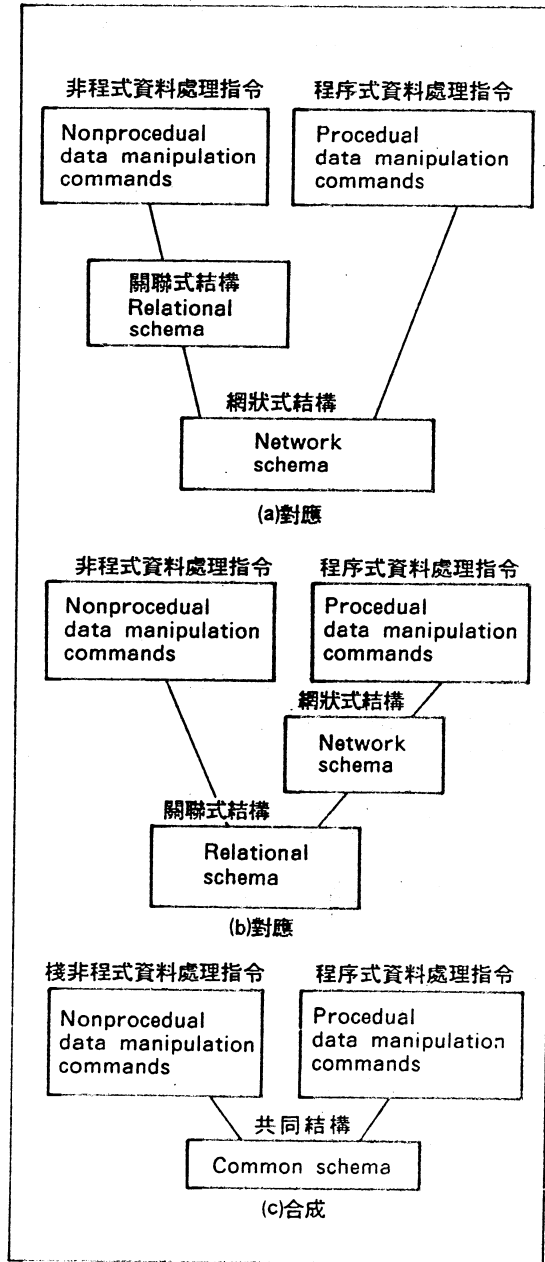


圖5.1



〔註：James A. Larson在Computer Sep 1983, Page 82~92中的一篇論文“Bridging the Gap Between Network and Relational Database Management Systems，有詳細談論多重模式的理論〕

1983年Cullinet宣佈一個IDMS延伸版本IDMS/R (“IDMS/Relational”)，以原來IDMS外加某些關聯利器 (Relational Facilities)，受到廣泛採用 (註：IDMS網狀式DBMS中居領導地位)。Raima公司推出db-VISTA網狀式DBMS也提供關聯式相似性的 (Relational-Like) 查詢語言 (db-Query)，融會關聯式和網狀模式的技術，提供程式的彈性，以達到最佳效益。

個人電腦、迷你電腦與大型電腦間最大的差異在於PC價位低、速度慢、普及性高，使用者包括不懂電腦的人，也包括電腦專業人員、程式設計師等。迷你電腦和大型電腦則屬高價位、速度快，能負擔得起的公司較少，使用者也限於程式師等專業人員。就台灣經濟環境和電腦工業幾乎以個人電腦為主的條件下而言，頗適合發展PC-DBMS及其應用程式。軟體開發者發展PC-DBMS套裝軟體擁有廣大的市場。舉凡教育研究單位、圖書管理、各行各業庫存控制、貿易進出口業、人事薪資、健康醫療……等等都是其銷售對象。個人認為發展PC-DBMS及其應用程式值得考慮採用網狀資料模式且兼具關聯式相似性的查詢特性，並強調使用者介面親和性，以達滿足廣泛使用者所需——高效益的資料庫管理系統。

(本文係工業技術研究院執行經濟部79年度高品質電子產品及製造技術發展計畫成果之一)

## 參考資料

1. C.J. Date, *An Introduction to Database System*; Vol.1, 4-ed edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1987.
2. Raima Corporation, *db- Vista User's Guide*, Version 3.1, Raima Corporation, 1989.
3. Henry F. Korth, *Database System Concepts*, McGraw-Hill Book Company, 1986.
4. Fred R. McFadden, Jeffrey A. Hoffer, *Data Base Management*, Second Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
5. I.T. Hawryszkiewicz, *Data Base Analysis and Design*, Science Research Associates Inc., 1984.
6. David Kruglinski, The Network-Model DBMS, *BYTE Magazine*, June 1987.
7. Andrew Topper, db- Vista's Network Approach, *PC Tech Journal*, May 1988.
8. Rex Hogan, Developing Usage Path Analysis Techniques, *Data Base Programming & Design*, P.36~43, September 1988.
9. Michael Meier, A Philosophy of Data Modeling, *Data Base Programming & Design*, P.60~65, September 1988.
10. Raima Corporation, *Bill-of-Materials Benchmark*, Raima Corporation, March 1, 1989.

附表一 網狀資料庫管理系統之總表

軟體名稱	廠商	電腦設備	註解
CODASYL DBMSs			
IDMS	Cullinet Software	IBM 360/370, 30xx, 43xx, variety of operating systems, DEC VAX under VMS operating system, several	Various related packages, includ- ing: Integrated Data Dictionary, CULPRIT report- writer, On-Line

		minis and a few other mainframes	English natural language, distributed data base facility, and Application Development System (ADS/O)
PRIME DBMS	PRIME Computer	Various PRIME mini and super-mini computers under PRIMOS operating system	On-line query facility called QUERY/DBMS (DISCOVER)
DMS-170	CDC	Variety of hardware under NOS operating system	
DBMS 10	DEC	DEC 10 under TOPS operating system	PDP 11 version called DBMS 11
IDS II	Honeywell Information Systems	Variety of HIS computers	Extension of first network DBMS; works with many host languages
SEED	International Database Systems	PDP minis and CP/M operating system based micros	Has several associated reportwriters and query languages
DMS-1100	Univac (UNISYS)	Exec 8 and more recent operating systems for Univac 1100 computer family	Popular nonprocedural language MAPPER
<i>Limited network DBMSs</i>			
TOTAL	CINCOM Systems, Inc.	IBM 360/370, 30xx, 43xx, System/3, Harris, NCR, Honeywell, and CDC computers	ENVIRON/1 teleprocessing utility, SOCRATES report generator
IMAGE	Hewlett-Packard	HP3000 and other HP minicomputers	Basically same as TOTAL in design and function
<i>Complex network/extended CODASYL DBMSs</i>			
DMS II	Burroughs (UNISYS)	B1900 and higher, integrated with MCP operating system	Includes ALGOL host language interface
MDBS III	Micro Data Base Systems	CP/M and MS-DOS operating systems on micros and a few minis	Also hierarchical package HDMS; query language; BASIC, FORTRAN, and

附表二 大型電腦層狀資料庫管理系統之總表

Relational algebra systems			
軟體名稱	廠商	電腦設備	註解
RIM	Boeing Commercial Airplane Company	PRIME 750	Host language interfaces to FORTRAN, Pascal, and COBOL; logical views not supported; integrity assertions supported; typical algebra operators, including INTERSECT
Relational calculus systems			
軟體名稱	廠商	電腦設備	註解
SQL/DS	IBM	S/370, 3033, 43xx; VM/CMS operating system	Host language interfaces to COBOL, PL/I, and assembler; logical views supported; query language: SEQUEL
DB2	IBM	Same as SQL, except DOS/VSE operating system	Same as SQL/DS
DBC 1012	Teradata	DBC 1012 Data base machine	Uses SQL language
DG-SQL	Data General	DG MV	Adaptation of SQL; graphics, reporting, and query languages
HP-SQL	Hewlett-Packard	HP 3000; Spectrum	Uses SQL language
IDM 500	Britton-Lee	IDM 500 Data base machine	Uses SQL language
INGRES	Relational Technology	DEC VAX-11; VMS and UNIX operating systems; also IBM environments	Host language interfaces to C, Pascal, FORTRAN, BASIC, and COBOL; logical views supported; query language: QUEL; query-by-forms, report-by-forms, and graph-by-forms aids; SQL also supported
ORACLE	Oracle Corp.	DEC PDP-11, VAX (VMS, UNIX, RSX, RSTS) and IBM S/370, 3033, and 43xx (VM/CMS and MVS), and others	Host language interfaces to COBOL, PL/I, FORTRAN, C, BASIC, and assembler; logical views supported; query language: SEQUEL; very comprehensive implementation of SQL
Rdb-ELN	Digital Equipment Corp.	VAX VMS	Includes screen painter, Rally 4GL, and central dictionary

附表二(續)

Graphical/Tabular systems			
軟體名稱	廠商	電腦設備	註解
Query-by-Example	IBM	S/370, 3033, and 43xx; VM/CMS and MVS	Unique graphical, fill-in-the-blanks query language
Relational-like systems			
軟體名稱	廠商	電腦設備	註解
ADABAS	Software AG	IBM S/370 and others; DOS/VSE, VM/CMS, MVS; DEC VAX/VMS	Inverted file organization with some network constructs; several query and report writer languages
DATACOM/DB	Applied Data Research	IBM S/370 and others; MVS, DOS/VSE operating systems	Inverted files; relational via high-level language, inverted via low-level DML; access to VSAM and IMS; generally considered a 4GL
FOCUS	Information Builders	IBM S/370 and others—VM/CMS and MVS; DEC-VAX—VMS; Wang	A leading 4GL; hierarchical and relational views of data; comprehensive systems-building tools
IDMS/R	Cullinet Software	IBM S/370 and others; MVS, VM/CMS, DOS/VSE operating systems	CODASYL system enhanced to support relational operators; application generator, natural language processor, integrated dictionary
Model 204	Computer Corp. of America	IBM S/370 and others; MVS, VM/CMS, DOS/VSE operating systems	Inverted file organization; no logical views; special query language; host language interfaces to COBOL, PL/I, FORTRAN, and assembler; generally considered a 4GL
NOMAD2	D&B Computing Services	IBM S/370 and others; VM/CMS and MVS	Hierarchical and relational models; limited logical views; special query language; generally considered a 4GL
RAMIS II	Martin Marietta Data Systems	IBM S/370 and others; VM/CMS and MVS	A leading 4GL; many system-building tools

附表三 個人型電腦層狀資料庫管理系統之總表

Relational algebra systems				
軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
dBASE III Plus Version 1.0	Ashton-Tate	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 256K minimum, but usually 384K RAM, and 1 disk	128 data elements per table; 4000 bytes per row, 2 billion bytes per table; 1 billion rows per table; 254 bytes per data element; no integer, money or time data types; maximum number of open tables is 10	Assistant pull-down menu-driven user interface; views supported and catalogs of related tables (logical data base) can be defined; file importing supported; runtime and local area network versions available
R:base 5000 Version 1.01	Microrim, Inc.	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 256K RAM, 2 disks	400 data elements per table; 1532 bytes per row and per data element; no logical data type; no long text data type; maximum number of open tables is 40	Semantic rules can be entered that define validity checks for data entry and data modification operations; File Gateway supports importing files; Express menu-driven application generator; Clout natural language front-end
R:base System V	Microrim, Inc.	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 512K RAM	400 data elements per table; 4096 bytes per row; 4092 bytes per data element; no logical data type; maximum number of open files is 80	Includes menu generator; Runtime and FileGateway; virtual column capability; extended forms and report capabilities over R:base 5000
Relational calculus systems				
軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
KnowledgeMan Version 2.0	Micro Data Base Systems	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 328K RAM, two disk drives	255 data elements per table; 64K bytes per row; 64K bytes per data element; no time data type; maximum number of open tables is 13	Compatible package available on several minis; integrated spreadsheet and word processor capabilities; forms painter, reportwriter, LAN version, mouse driver available

附表三 (續)

Relational calculus systems (continued)				
軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
ORACLE Version 4.1.4	Oracle Corp.	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 512K RAM, one floppy and one hard disk with at least 5MB	254 data elements per table; 90K bytes per row, 190K bytes per table (default, can be increased by user); 240 bytes per data element; no logical data type; no programming language per se, but can access data base from the C language	Compatible with mainframe version; uses SQL standard query language with a few extensions; data stored in variable-length format to conserve space; user-friendly interface shell assists users in composing, modifying, and debugging
Graphic/Tabular systems				
軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
DataEase Version 2.5	Software Solutions, Inc.	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 384K RAM, two disk drives	255 data elements per table; 4000 bytes per row, 64K rows per table, 168 rows per data base; 255 bytes per data element; no long text data type; maximum number of open tables is 28	Includes data types for social security numbers, phone numbers, and multiple-choice fields; backup and restore subsystem also checks data integrity
Paradox Version 1.1	Ansa Software	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 512K RAM, two disk drives	255 data elements per table; 4000 bytes per row, 65,000 rows per table, 260 M bytes per table; 255 bytes per data element; no logical, time, or long text data types	Application generator, APGEN, and PAL programming language support dBASE type custom programming; QBE-type user interface; run-time version, but no multiuser or network version

#### Relational-like systems

軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
PC/FOCUS Version 1.5	Information Builders, Inc.	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later; 640K RAM, hard disk drive	256 data elements per table; 4096 bytes per row; 250 bytes per data element; no logical or long text data type; maximum number of files open is 16	PC version of mainframe product, designed, in part, to relieve processing from mainframe; TableTalk user interface prompts user to enter command components and displays actual statements for review and learning
Q&A Version 2.0	Symantec	IBM PC or compatible, PC-DOS 2.0 or later	2400 data elements per table; 16,780 bytes per row; 16 million rows per table; 1678 bytes per data element; only 1 file open at a time	Natural language interface file manager

#### Relational systems for the Macintosh

軟體名稱	廠商	電腦設備	限制	註解
Reflex for the MAC	Borland International	Macintosh 512K, Macintosh Plus, or Mac XL; second disk drive recommended	254 data elements per table; 1002 bytes per data element; 1008 bytes per row; rows per table limited by disk space; maximum number of open tables is 15	Visual layout of table design, data entry form and reports; graphics may be easily placed in data entry forms or reports; fully supports user interface of Macintosh including pull-down menus, dialogue boxes, and multiple windows open at once