

台灣地區林木生長試驗資料查詢系統之建立

陳麗琴^{1,2)} 許秋雁¹⁾

摘要

本研究目的係將台灣地區歷年來有關林木生長試驗研究資料，依其影響生長因素加以分類、分析資料結構、系統分析及建立資料庫，並以具有物件導向功能的 SAS/AF 軟體之畫面控制語言 (Screen control language, SCL) 及其他相關 SAS 統計繪圖軟體設計各種畫面、物件、功能包括資料查詢、基本統計查詢及圖形查詢等以建立林木生長查詢系統，查詢方法極具親和性，使用點選方式，操作簡易，可任意選擇影響生長之因素或屬性資料包括文獻、作者、樹種、地區、環境、試驗方法等查詢所要的資訊，其特色為具有整合林業生長文獻內之文字、數字及運用統計分析與圖形展示之動態性查詢與分析功能，此系統除可提供較為完整及快速之林木生長資訊，提供相關研究人員作進一步的研究外，將來更可以此為基礎，配合統計分析、決策模式發展成決策支援系統，以為林木經營者制定決策之重要資訊。

關鍵詞：林木生長、資料庫、查詢系統、物件導向技術。

陳麗琴、許秋雁 1997 台灣地區林木生長試驗資料查詢系統之建立。台灣林業科學 12(1): 15-21。

A Query System for Timber Growth Information in Taiwan

Lih-Chin Chen^{1,2)} and Chiou Yann Sheu¹⁾

【 Summary 】

The purpose of this study was to build a user-friendly query system covering timber growth in Taiwan. The system uses an icon-based interface, which can be operated by button pushing. The end user can easily search for timber growth information according to author, tree species, area, environment, and experimental method used in the published papers. The whole query system includes 2 components: (1) the database; and (2) the query system. For the database, the related influencing factors on timber growth were identified, and the system architecture was designed. As for the query system, different kinds of query frames, objects and functions were designed. The output of the related timber growth data, statistical analysis and graphs in the system was developed using Screen Control Language of SAS/AF software and other related SAS products with the characteristics of objective oriented programming (OOP) and fourth generation language. The system not only provides more complete and efficient timber growth information, but also can be used as a base to develop a decision support system.

1) 台灣省林業試驗所林業經濟系，台北市南海路53號 Division of Forestry Economics, Taiwan Forestry Research Institute, 53 Nan-Hai Rd., Taipei, Taiwan, ROC.

2) 通訊作者 Corresponding author

1995年12月送審 1996年4月通過 Received December 1995, Accepted April 1996.

Key words : timber growth, database, query system, objective oriented technique.

Chen, L. C., and C. Y. Sheu. 1997. A query system for timber growth information in Taiwan. Taiwan J. For. Sci. 12(1): 15-21.

一、緒言

資訊是決策者制定決策的必備知識，尤其在現代電腦強大的計算能力、快速傳輸之速度與大量資料儲存功能及價格便宜所帶來的環境衝擊下，蒐集大量相關資料、透過電腦、區域網路甚至國際網際網路之運作，進行完整資料分析的方式，可說是決策者取得良好資訊的必備程序。臺灣地區歷年來有關林木生長試驗研究資料，種類繁多，但這些寶貴資料均無人加以適當整理及歸納，以致於無法有效應用於進一步之相關研究或實務經營上，甚為可惜。為使這些資源能有效使用，將來並可連結資料分析、決策模式以形成決策支援系統獲取決策資訊，資料查詢系統的建立是重要的第一步。

一個資訊系統的發展通常必需經過六個過程：(1)提出需求；(2)系統分析；(3)系統設計；(4)程式設計；(5)系統測試；(6)系統維護。而系統發展思維模式隨著時代需求不同而改變，其轉移（paradigm shift）的過程從 50 年代到 90 年代可分為四個階段（林明政，1994）：

1. 程序化思維模式（Procedural paradigm）
2. 模組化思維模式（Modular paradigm）
3. 資料抽象化思維模式（Data abstraction paradigm）
4. 物件導向思維模式（Object oriented paradigm）

傳統程序化思維模式將系統發展認為是瀑布式的將上述六個發展步驟循序漸近的往前走，沒有預留更改的彈性，並忽視系統的複雜性及變動性，因此很容易造成系統的失敗或維護上的困難。自 80 年代以後，物件導向思維模式已漸漸形成，至目前為止，新開發之程式語言幾乎均號稱具有物件導向的設計功能，此種思維方式是屬於反覆或螺旋式（spiral）的發展程序。每一循環均包括規劃、實作與有原型（prototype）確認等動

作，可隨著使用者之需求改變，隨時做適度的調整。其所發展的物件導向程式語言（object oriented program, OOP）由於主要具有繼承性（inheritance）、封裝性（encapsulation）及動態連結（dynamic binding）等三大特性（資訊傳真編輯部，1995；張思源，1995），除可縮短系統發展時間外，並可作為資訊需求變化時，快速反應的應用軟體。這種物件導向思維方式的構想是由 Brad Cox 在 1980 年代提出，他認為應用軟體的開發可像裝配硬體一樣，直接將 IC 照接角拼裝起來即可。如此，安全、有效率、無錯誤的應用軟體便產生出來了，故他提出「軟體 IC」概念。由於物件導向技術勾勒了如此美好的遠景，因此漸成了軟體發展的主流。以程式語言來看，從早期機器語言到第二代組合語言，而後演進至強調結構化程式開發的第三代語言，如 C、COBOL、FORTRAN、PASCAL 等，直到近來所謂的第四代語言，以簡易程式取代第三代語言，如 SAS、FOCUS、PROGRESS 及一些資料庫系統如 Oracle 或 Informix 有自己的產品，每一代語言的發展均是為解決軟體生產力的問題，目前主流是第四代語言，且幾乎都具有支援圖形介面（GUI, Graphic user interface）的功能，而物件導向則是正在興起的大趨勢，如 SAS、C++、Smalltalk-80、Object Pascal。

所謂物件（object）實際上是指將存在物及其活動過程的方法封裝在一起，而成為一個能動的實體（entity）。物件導向是以物件為中心的設計方法，物件與物件間則以訊息（message）方式來傳達，因而產生訊息流程圖（Message flow diagram）的系統架構。以物件導向概念很容易直接模擬現實世界實體存在的思維方式，而思維方式的具體表現方式則是由程式設計來表達（潘建成，1993）。

近十年來，物件導向技術也逐漸衝擊資料庫系統發展方向。目前仍是主流的關聯式資料庫（relational database）雖具有有效整合文數字資料，形成單純的表格及簡明易用的查詢語言

(SQL) 的能力, 但已無法適應圖型、影像及多媒體等資料型態的需求。物件導向資料庫 (object oriented database) 允許使用者自定資料型態, 除了文數字型態, 包括圖型、程序 (procedure) 及函數等均可附著於欄位或變數上, 也可定義其他類別 (class), 因此豐富了可用的形態 (姚修慎, 1995)。資料庫的發展一般可分為引擎 (engine) 及前端工具兩部分, 引擎為系統的核心, 主要負責資料查詢、分類與管理等運作, 後者則提供終端使用者查詢資料後所要表現資料型態的功能。早期該二部分是分由不同軟體公司發展, 後來由於前端工具軟體之資料分析功能日益加強, 如使用第四代語言、圖形介面、統計分析等, 而受到使用者的重視, 現在連引擎發展的公司也紛紛推出自我的前端開發工具軟體, 主要也是以物件導向為其基本技術, 著名的如 IBM DB2、Oracle、Informix、Sybase、Unify 等大型資料庫均是。

本研究計畫將台灣地區歷年來有關林木生長試驗研究資料, 依其影響生長因素加以分類、分析資料結構及建立資料庫, 並以具有物件導向功能的 SAS/AF 軟體之畫面控制語言 (screen control language, SCL) 及其他相關之 SAS 統計繪圖軟體設計各種查詢功能畫面包括原始資料查詢、基本統計查詢及圖形查詢等以建立林木生長查詢系統, 供研究或經營決策之用。本研究資料建置係使用循序檔案方式, 但是由於所使用 SAS 統計軟體, 在資料整合上, 可達到關聯式資料架構, 雖然在多人更新資料安全上功能不強, 但在本系統無此顧慮下, 卻相當適合, 不但無需另行使用資料庫管理軟體, 且查詢快速, 維護亦較單純。

二、材料與方法

(一) 材料

蒐集歷年來台灣地區林木生長試驗包括樹種、地區、環境與試驗方法下之生長狀況。包括國內所有與林業研究有關之刊物, 如台大與中興大學實驗林報告、林試所研究報告、中華林學季刊、台灣林業等等, 總計二百餘篇。

(二) 電腦軟硬體設備

1. 使用 SUN IPX 圖型工作站, SUN Solarix 1.0 版 Unix 中文作業系統, Openlook 2.0.3 版 X 終端圖型介面。
 2. 應用 SAS 公司產品, 包括 SAS/BASE、SAS/STAT、SAS/GRAPH、SAS/AF、SAS/FSP 等模組。
 3. TEKTRONIX Phaser 140 彩色噴墨印表機。
- (三) 系統分析、設計與建置 (SAS Institute Inc, 1989, 1990a, 1990b, 1990c, 1990d, 1993)
1. 將林木生長試驗研究報告內有關林木生長資料及其屬性資料包括發表刊物、作者、地區、環境、樹種、試驗方法等各項測計生長項目如樹高、胸徑、材積等, 依物件導向的思維方式分析資料結構, 加以分類成適當類別 (class), 並建立關連式資料檔, 生長檔部分目前主要提供各研究報告觀測值及其屬性部分, 有關觀測值預測模式尚不在其中。
 2. 應用 SAS/AF 軟體 SCL (Screen Control Language) 畫面控制語言, 以交談方式設計各式查詢畫面 (frame)、畫面內物件 (object) 及其選項內容: 包括原始資料查詢、基本統計查詢及圖形查詢等與物件間的連結方式, 其中隨著查詢條件的不同, 使用各種不同控制物件之表示方法, 包括列表選項 (list box)、單一選項 (radio box)、查核選項 (check box)、按鈕式選項 (push button) 等等, 整個系統完全採用類似微軟 (Microsoft) 公司 Windows 環境 icon 點選式的畫面, 不需鍵入資料, 而物件本身可能是資料、查詢顯示、查詢列印、統計分析、圖表製作等等。
 3. 應用 SAS/BASE、SAS/STAT、SAS/GRAPH 及 SAS/FSP 等軟體和程式設計各個物件所要執行的內容, 即活動或方法包括步驟 1 之不同條件下各種資料的合併、查詢動作、統計、繪圖、顯示、列印及存檔等, 除可查詢各相關研究觀察值分布狀況並可將上述資料經統計分析取得整體性統計值或迴歸模式, 以提供使用者參

考。

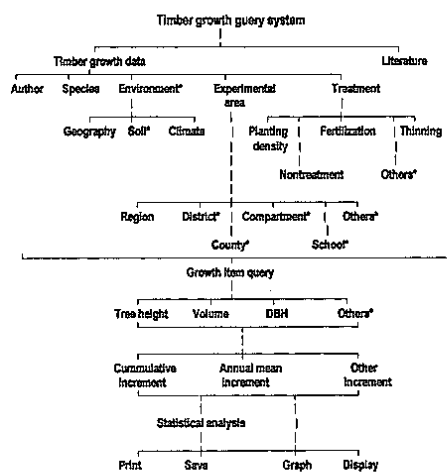
- 4. 整個應用系統以結構化方式程式設計，清晰明瞭，各個畫面及物件間的連結及動態資料的傳遞，主要使用連結方式（link）、巨集指令或呼叫副程式等如"call display"、"call method"，及"字串"（string）轉換成程式語法等技巧，以達到整合林木生長研究文獻內文數字資料及運用統計分析與圖形展示之動態查詢兼分析功能。
- 5. 在系統的建置過程中採用物件導向的螺旋式運作特性，分析、設計、實作及測試不斷地反覆漸進，隨著需求的變動做適度的調整。

三、結果與討論

(一) 根據物件導向程式設計原則，有關台灣地區林木生長試驗研究報告內各項林木生長項目及其屬性包括樹種、地區、環境及試驗方法等依資料特性及需求，決定其物件及類別，其整個系統架構如 Fig. 1 所示：

(二) 將上述各項資料建立成 10 個關聯式資料庫，其結構及變數如下：

- 1. 文獻檔：題目、出處、日期。
- 2. 作者檔：作者。
- 3. 文獻關鍵字檔：樹種、栽植密度、施肥、疏



Note: "*" not ready at present.

Fig. 1. The system architecture of the timber growth information query system.

伐、其他。

- 4. 地區檔：區域、事業區、縣市、所有別、地點。
- 5. 環境檔：海拔高、年溫度、年雨量、地質、土質。
- 6. 樹種檔：樹種、品系、人工或天然林、栽植密度、地位級及確定是否有樹幹解析或樣區調查之齡階、樹高階及胸徑階之資料。
- 7. 生長量檔（無齡階資料）：林齡、樹高、胸徑、材積、斷面積、枝下高、樹冠幅等之生長量（率）。
- 8. 生長量檔（具樹幹解析資料）：同上。
- 9. 生長量檔（樣區調查具齡階資料）：同上。
- 10. 統計值檔：眾數、分佈範圍、變異係數、數量、總和、平均值、標準差、標準誤、最大值、最小值、信賴區間。

* 註：生長量（率）：連年生長量、定期生長量、總生長量、定期平均生長量、總平均年生長量。

各檔均設定有流水號碼，以為連結之用。

(三) 所有查詢條件，均由系統透過檔案自動搜尋後，列出完整內容供使用者選項之用，不需鍵入任何文數字，其設計主要點選畫面及有關物件說明如下：

- 1. 林木生長資料查詢主畫面：包括文獻及林木生長資料兩部分，如 Fig. 2 所示，文獻部分僅提供查詢文獻來源，而林木生長部分則提供生長資料、統計分析與圖形展示之功能。
- 2. 文獻查詢畫面：可點選作者、樹種、環境、地區及試驗方法關鍵字、查詢所要之文獻

TIMBER GROWTH QUERY SYSTEM

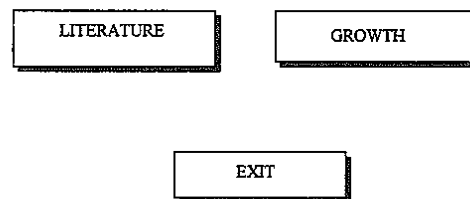


Fig. 2. Main menu of timber growth information query system.

LITERATURE SELECTION

AUTHOR	焦國模 劉宜誠
SPECIES	洪良斌 光臘樹 溼地松 台灣杉
ENVIROMENT	林國銓 任憶安
REGION	紅檜 扁柏

ALL
 PLANTING
 THINNING
 FERTILIZATION

Fig. 3. Menu of literature selection.

LITERATURE SELECTION			
AUTHOR	AUTHOR	TREE	LITER
洪良斌	紅檜	高山林區天然生紅檜次生林林相改良效果之研究	66.12 中農農學報100:131-150
洪良斌	紅檜	紅檜幼林需光度之研究	68.7 林試所報告321
洪良斌	紅檜	修枝度影響紅檜幼林分生量之研究	69.7 林試所報告336

ALL
 PLANTING
 THINNING
 FERTILIZATION

Fig. 4. The output of selected literature.

資料, 如 Fig. 3 所示, 經選擇所要的作者與樹種後, 系統即透過資料的傳遞、檔案的連結、搜尋及呼叫一個列印畫面, 而列出所有條件下文獻資料的出處、日期及題目等如 Fig. 4 所示, 使用者可快速獲得有關文獻資料。

3. 林木生長資料查詢畫面: 可點選如上所述所說明之條件及增加查詢單木或林分下林木生長項目如樹高、胸徑、材積之總生長量及總平均年生長量等資料, 其畫面如 Fig. 5 所示, 透過如上述的系統運作, 可列出條件下的生長資料, 若要以圖形展示, 則再將資訊傳遞至另一畫面, 進行圖形製作程序, Fig. 5 上圖形部份為選擇條件為作者為洪良斌氏所研究紅檜樹高下各林齡總生長量之分布狀況, 由圖形展示可提供使用者視覺上完整林木生長的概念, 比較容易吸收與辨識, 上述所提皆是研究觀測值或其屬性資料的展示。本系統並進一步提供

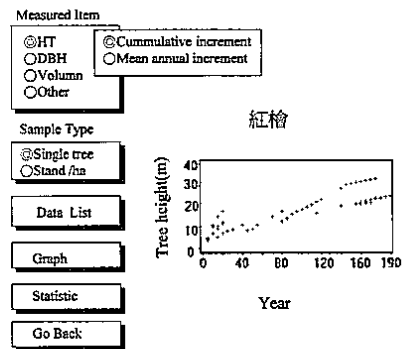


Fig. 5. Menu of timber growth data selection and the scatter plot of selected growth data.

STATISTICAL ANALYSIS

(ALL)		
STD	PTIVE STATISTICS	REGRESSION
MEAN		
MAX		
MIN		
N		
		Linear Reg Quadratic Reg Cubic Reg
SCATTER	STATISTICAL GRAPHICS	REG GRAPHICS
JOIN CHART		
		<input type="button" value="EXIT"/>

Fig. 6. Menu of statistical analysis selection.

上述查詢資料整體性基本統計分析與迴歸分析, 以為不同資料來源生長差異性的比較及簡單生長模式的預測。

4. 統計分析及繪圖查詢畫面: 由上述所查詢之資料, 依 Fig. 6 所示, 選擇基本統計分析或迴歸分析, 基本統計分析包括平均值、最大、最小、數量、標準差等, 迴歸分析則以林齡為自變數, 生長項目為應變數之一次、二次及三次迴歸模式, 統計分析資料可以林齡為 X 軸, 生長項目為 y 軸, 繪製成分佈圖、直方圖、折線圖、一次、二次或三次迴歸圖等, 迴歸圖形包括預測曲線, 95%的信賴區間及原始資料分布等, 如 Fig. 7 所示為二次迴歸預測圖。
5. 在所有顯示資料或圖型畫面上, 其左上角都有如 Microsoft 公司之 WINDOWS 環境似的圖示 (icon) 顯示, 使用者可依需要, 自行選項存檔或列印。

紅檜 樹高

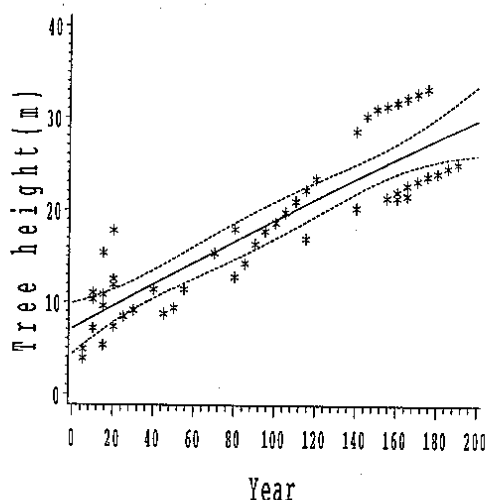


Fig. 7. The graph of regression model.

(四) 本研究應用 SAS 軟體作為林木生長查詢系統之開發工具，具有以下之特色：

1. 具有整合林木生長文獻內文字、數字及運用統計分析與圖形展示之動態性查詢兼分析功能，從資料管理、查詢、統計、繪圖及列印等功能一氣呵成。
2. 本研究資料建置係使用循序檔案方式，但是由於所使用之 SAS 統計軟體，在資料整合上，可達到關聯式資料架構之效果，雖然在多人更新資料安全上功能不強，但在本系統無此顧慮下，卻相當適合，不但勿需另行使用資料庫管理軟體，且查詢速快，維護亦較單純。
3. 使用之程式設計方式具有第四代語言及物件導向設計之功能；是以物件為中心的设计架構，較容易模擬現實世界實體存在的思維方式；具螺旋式的發展程序為一種有彈性及有效率的開發工具，除可縮短系統發展時間外，並在資訊需求產生變化時，可作出快速反應，較符合現代社會的需求。
4. 完全以在視窗環境下，使用滑鼠點選圖示方式操作，非常具有親和力，不需具備文件說明。
5. 各種查詢林木生長資料的條件設定，非常具有彈性。

(五) 由於本系統使用 SAS 軟體 SCL 畫面控制語言係屬第一次使用，不少物件間的連結方法及畫面設計並非十分熟悉，再加上文獻上許多林木生長資料，因生長單位定義不清及缺乏完整資料，導致甚難歸類等因素，因此雖有完整的規劃，但程式設計上仍較簡化，以查詢常用資料為設計之基本原則，目前整體架構上已相當完整，唯細節上的物件或功能將來仍會繼續增加及改善，使其查詢功能更加強大與方便。

(六) 此系統除可提供較為完整及快速之林木生長資訊，提供相關研究人員作進一步的研究外，將來更可以此為基礎，配合統計分析、決策模式發展成決策支援系統，供林木經營者制定決策之重要資訊。

五、結論

(一) 本研究所設計之有關林木生長試驗資料查詢系統，可任意選擇影響生長之因素或屬性資料包括文獻、作者、樹種、地區、環境、試驗方法等，查詢所要的資訊包括原始資料查詢、基本統計資料查詢及圖形查詢等，其特色為具有整合林業生長文獻內文字、數字及運用統計分析與圖形展示之動態性查詢並分析功能。

(二) 此系統除可提供較為完整及快速之林木生長資訊，提供相關研究人員作進一步的研究外，將來更可以此為基礎，配合統計分析、決策模式發展成決策支援系統，供林木經營者制定決策之重要資訊。

(三) 本研究係應用 SAS 軟體為林木生長查詢系統之開發工具，具有第四代語言及物件導向設計功能，除可縮短系統發展時間外，並在資訊需求產生變化時，可作出快速反應，較符合現代社會需求。

(四) 本系統雖有完整的規劃，唯受限於程式設計技術不夠熟悉，及文獻上林木生長資料定義不清及不完整，故僅以常用資料為設計基礎，系統規模較小，但整體架構相當

完整,也預留一些物件畫面及功能,將來仍會繼續增加及改善,以便查詢功能更為強大與方便。

謝誌

本林木生長查詢系統得以順利完成,要感謝中國文化大學森林系學生黃國峰先生及林試所林業經濟系楊素珍小姐費心的將文獻加以整理及分類,作者在此深表謝意。

引用文獻

- 台灣省林業試驗所 1972-1993 台灣林業研究論述文獻索引。台灣省林業試驗所編印。第24-44號。
- 林明政 1994 OOP = 個體導向思維模式 +C++ — C++ 程式設計。資訊工業策進會。23-26頁。
- 姚修慎 1995 結合物件導向式與關聯式優點 - 資料庫系統功能更上一層樓。資訊傳真。302:

30。

- 張思源 1995 物件繼承技術化繁為簡。資訊傳真。307: 46-47。
- 資訊傳真編輯部 1995 資料庫市場潮流 - 主從倉儲多媒體。資訊傳真。317: 26-29。
- 潘建成編譯 1993 物件導向淺談。維科出版社。1-2 ~ 1-5 頁。
- SAS Institute Inc. 1989. SAS language and procedures usage V.6. SAS Institute Inc. 612 pp.
- SAS Institute Inc. 1990a. SAS/STAT user's guide Vol.(1). V.6. SAS Institute Inc. 889 pp.
- SAS Institute Inc. 1990b. SAS/STAT user's guide Vol.(2). V.6. SAS Institute Inc. 1686 pp.
- SAS Institute Inc. 1990c. SAS/GRAPH user's guide Vol.(1). V.6. SAS Institute Inc. 736 pp.
- SAS Institute Inc. 1990d. SAS/GRAPH user's guide Vol.(2). V.6. SAS Institute Inc. 1341 pp.
- SAS Institute Inc. 1993. SAS/AF Software : FRAME entry usage and reference. V.6. SAS Institute Inc. 569 pp.