

# 資訊地圖：以軟體工程標準為例

## Information Map for Software Engineering Standards

曾吾洲 Wu-Zhou Tzeng

元智大學資訊工程系

中壢遠東路 135 號

Computer Engineering & Science Dept.

Yaun-Ze University, Taiwan

范金鳳 Chin-Feng Fan

元智大學資訊工程系

中壢遠東路 135 號

Computer Engineering & Science Dept.  
Yaun-Ze University, Taiwan

E-mail: [csfanc@saturn.yzu.edu.tw](mailto:csfanc@saturn.yzu.edu.tw)

### 摘要

人類溝通與理解都以概念(Concept)為單位。傳統的文件以文字為主，不能有效地傳達概念，若由作者或是專家將文件中的概念加以整理，以圖形方式表達，則可以更有效率的傳遞信息。

本研究提出資訊地圖的方法，以軟體工業標準為例，發展出概念萃取及圖型表達的技術。以地圖方式表達概念及其間的關聯結構和階層結構，可增大溝通的頻寬並提昇改善閱讀溝通的效率。

**關鍵詞：**資訊地圖，概念，溝通的頻寬

### Abstract

"Concept" is the information unit used in human communication and understanding. Conventional documents, expressed in text, cannot effectively express concepts inside the text. However, such semantic concepts can be extracted or organized by authors or experts, and then represented in graphic forms to effectively convey the semantic ideas and their structures.

This research proposed an information map approach, using software industrial standards as example, and developed techniques to extract concepts, their relation, and hierarchies, and also to represent them in graphic or animation forms. Thus, communication bandwidth can be effectively improved by using our proposed information map techniques.

**Keywords:** information map, concepts, communication bandwidth.

### 一、緒論

由於媒體資訊應用急速地發展，促使訊息快速傳遞與流通，現今每個人閱讀的資料量較以往多出許多。因此資訊能否有效率地被閱讀吸收為一重要的課題。

人類的溝通理解以概念(Concept)為單元，概念是人類認知事物本質屬性的基本思考單位，屬於意識的範疇。傳統紙本文字或電子文件，較不能有效傳達概念。概念可以網狀及階層的結構來表達，可由文字作者或是專家加以整理以圖形方式表達。常云：「一張圖表勝過千萬行文字」。以傳達概念而言，圖表動化就比文字來得有效率。

本研究以軟體工業標準為例發展出一套資訊地圖概念萃取及圖型表達方式的技術。我們以 IEEE/EIA12207 及 IEEE 1012 標準說明所發展的方法。以圖形及動畫方式呈現資訊的階層及關聯性，促使資訊能更有效率的吸收與理解。我們所發展的方法具有通用性，亦可適用於其他的領域上。

### 二、相關研究

#### 2.1. 主題地圖 (Topic Map)

ISO/IEC13250(主題地圖 [5]) 提供定義主題以及主題間彼此關聯的標記方式，可在不同的電子資料來源(如電子郵件、網頁文件等)間互換主題的關聯資訊。在主題地圖中存在一個資訊核心的匯集區 (HUB Document)，用來集中地圖的主題資訊。主題地圖傳達縱向及橫向兩個結構資訊：

1. 以縱向定址式的群組物件描述主題。

說明資訊的來源，整合文件內容，便於文件資訊的找尋。

## 2. 橫向說明主題彼此間的關聯。

基於這兩個結構，主題地圖的資訊可進一步轉變成有意義的知識庫。例如：一位心臟病專家設計了的一張主題地圖，說明關於這個領域的主題，在許多不同格式的文件中，取出相同主題並將之定址如圖 1[4]所示。主題間具有關聯如圖 2[4]所示。

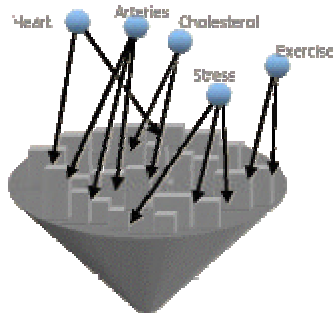


圖 1 主題地圖[取自[4]]

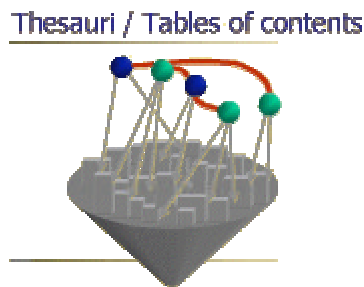


圖 2 主題地圖的關聯[取自[4]]

主題地圖提出的是上層概念間主題的關聯，本研究則表達細部(下層)的資訊概念及其關聯性。

## 2.2 IEEE 道路地圖 (Road Map)

IEEE 出版了一本軟體工程的道路地圖 (Road Map) [6]，導引讀者了解在眾多軟體標準之間的結構及關聯性。

以軟體工程標準來說，可分為從最上層次的基本術語的標準到最底層的技術實作的標準。標準的分類為六個層：術語 (Terminology)、總覽 (Overall Guide)、原則 (Principles)、元件標準 (Element Standards)、應用導引與補充 (Application Guides and Supplements) 及技術工具箱 (Toolbox of Techniques)。

Road Map 針對眾多的軟體標準提供標準的分類及使用導引，但本研究的資訊地圖則針對單一或數個相關標準提供內容資訊的概念及概念間的關聯。

## 2.3. DMLD 的表達方式

DMLD (Dynamic Master Logic Diagram) [3] 由美國馬利蘭大學發展的動態邏輯分析技術，允許使用者依其需要，將一個複雜的系統以階層式的方式分解，成為許多小型系統的模型，再加以分析。這些模型的關係則可以數學函式、模糊函式或離散方式表示。

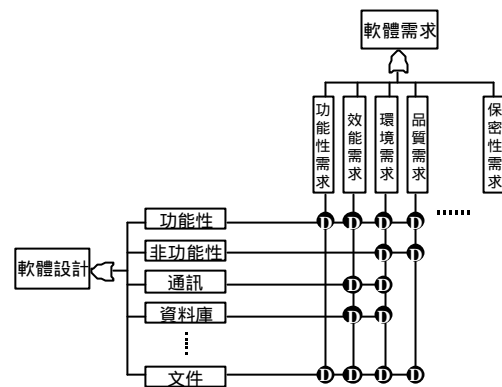


圖 3 軟體專案 DMLD 分析架構圖

圖 3 中顯示，需求階段和設計階段功能細項的相關性。DMLD 中每個中間節點均可以向下再加以展開成下層的矩陣關係圖。本研究用到類似 DMLD 的方式來表達概念的關聯性。

## 三、研究方法

地圖導引使用者的作法由大範圍逐漸縮至小範圍，然後找到需要的資料，我們建議資訊地圖導引軟體標準的使用者也當以階層式 (Hierarchical) 方式，由鳥瞰 (Overall) 整份標準逐漸導引至內容出處，地圖中以視覺化的方式提供資訊內關聯的架構，可讓使用者快速掌握瞭解資訊，提昇閱讀效率。

本研究目的在發展一套軟體標準資訊地圖 (Information Map) 的架構技術。資訊地圖的建構，主要功能分為資訊的萃取與圖形的表達兩個部分。資訊的萃取包含自動與半自動電腦輔助方式，圖形的表達包含章節架構圖、摘要圖、關聯圖、動畫圖及矩陣圖。我們建議一個完整資訊地圖建構方法的步驟，如圖 4 所示。

本研究架構的方法包括以下五個步驟：

步驟一：萃取資訊並分析概念與概念間的關聯及結構。

分析文字中概念與概念間的關聯性及概念間的階層結構。本研究提出自動與半自動電腦輔助方式。以現階段來說達到完全自動萃取的功能較困難。半自動電腦輔助方式提供給作者或專家定義標籤與標註標籤的工具，輔助萃取資訊結構。

步驟二：以圖形表達概念的鏈結關係及階層關係。

以鏈結關係及階層關係的結構，從最上層的鳥瞰(Overall)整個軟體標準結構，到下一層的內涵或是程序間的結構，及最底層的文字內容出處，具有階層的架構。再者資訊地圖要表達資訊的關聯性。一般而言，概念間的關係像是網路一樣相連在一起。

步驟三：資訊的操作應用，導引使用者取得，個人化需要的資訊。

資訊地圖可以導引使用者找到個人所需的資訊。個人化的資訊可稱為文件切片(document slicing)，可進一步應用在輔助教學，導引學生了解文件/書本內容，或使不同的使用者(例如：發展人員或審查人員的不同)，看到內文的不同部份。

步驟四：應用說明(Case Study)。

我們用 IEEE/EIA 12207.0 以及 IEEE 1012 說明所發展的方法。

步驟五：評估資訊地圖的表達效率。

可以用定量分析或定性分析。定性分析比對資訊地圖與傳統文件或電子文件特性上的差異。定量分析可以實驗方式進行，經過實際操作以比較學習效率。

#### 四、地圖的結構

本研究方法所提出的軟體標準地圖的結構如圖 5，目的在表達資訊結構以及資訊間的關聯。

一般而言，概念的思維是個網狀有鏈結(link)有層次的結構，故我們所提出的資訊地圖如下所述。

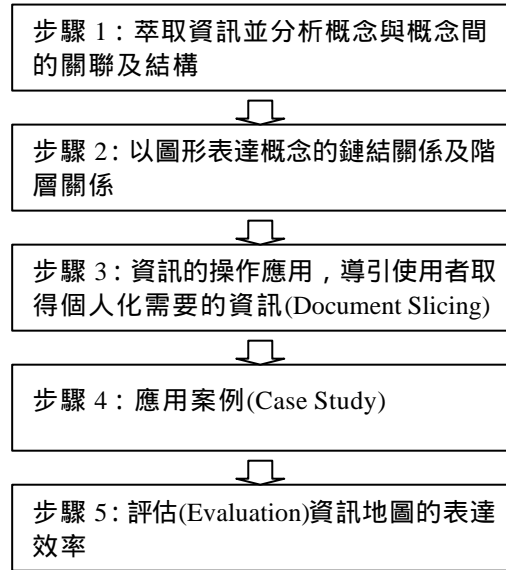


圖 4 研究步驟

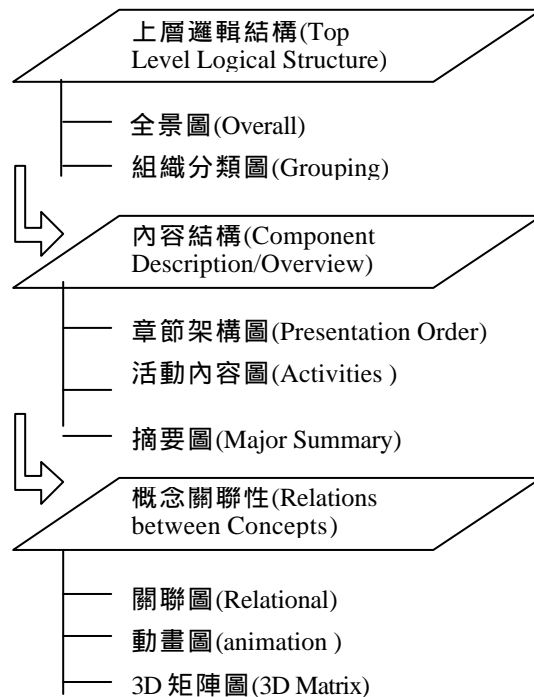


圖 5 資訊地圖結構

#### 4.1. 資訊地圖的上層邏輯結構

上層邏輯結構在使用者還不了解軟體標準情況的時候，能夠瀏覽整份軟體標準的邏輯結構。上層邏輯結構又可含全景圖及組

織分類圖。

一般軟體標準中的程序與活動間，有前後時序的關係(Order or Temporal)，程序與程序或活動間有支援、主從或平行的關係，依照此類關係，可用圖 6 中的橫軸及縱軸顯示，此為全景圖之一。

再者軟體生命週期程序標準，其中的活動、工作項目可以其特性加以分類歸納。例如 IEEE/EIA 12207 主要分為生命週期程序(Primary Life Cycle Process)、支援生命週期程序(Supporting Life Cycle Process)及組織生命週期程序(Organizational Life Cycle Process)，通常這樣的分類結構也可能已在標準中表達了(如圖 7)。此亦提供了另一種全景圖。

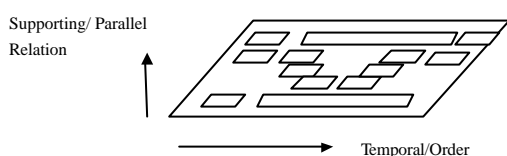


圖 6 全景圖

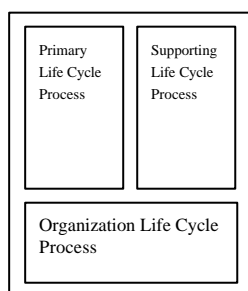


圖 7 組織分類圖

## 4.2 資訊地圖的內容及結構

經由資訊地圖的上層邏輯結構導覽，使用者對不熟悉的軟體標準產生初步的結構印象。了解標準結構後，使用者可能知道需要的資訊是在哪些的邏輯結構中，這時使用者可能需要資訊地圖提供更進一層的資訊關聯及結構的資訊給予導引。在這個層次資訊地圖我們提供三種圖形的表達方式:章節架構圖、活動內容圖、及摘要圖，導引使用者取得下一層的資訊結構與關聯。

章節架構圖是資訊表達最基礎的結構，就外觀看，是以階層方式的樹狀分支結構表達章節資訊的從屬關係，便利熟悉紙本或電子本的讀者閱讀模式，以階層方式有條理有

系統的排列表達，使用者容易了解到章節架構的分布，有利於取得需要的資訊，如圖 8 所示。

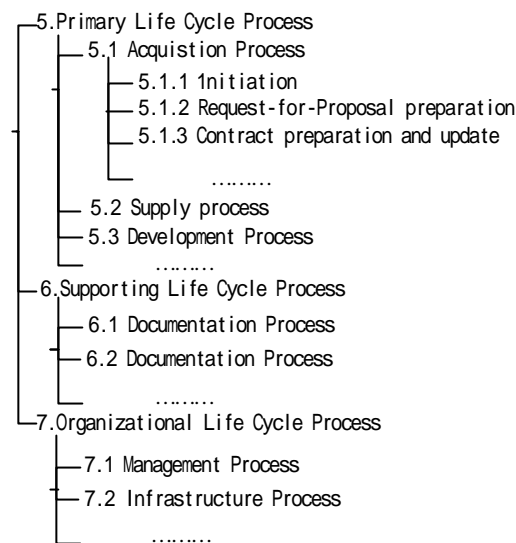


圖 8 架構圖範例

一般軟體生命週期標準含有程序(Process) 活動(Activity)及工作(Task)...等項目，故除了上述章節圖外，我們可以以程序內容圖，以表達程序的組成活動或工作的全貌。如圖 9 所示，橫軸表示程序(Process)的項目，垂直表示該程序底下包含的活動(Activity)，表達程序與活動間的從屬和結構關係。

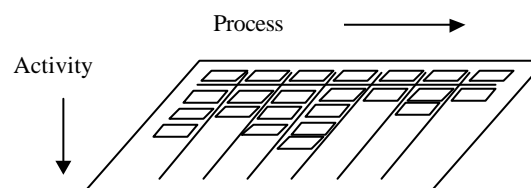


圖 9 活動內容圖範例

使用者在瞭解章節資訊架構後，進一步需要的可能是主題的摘要資訊，以了解資訊的語意內涵。我們提供摘要圖讓使用者不必先閱讀整個章節內容，只要導覽摘要資訊就可以瞭解內容重點，使用者再決定是否需要進一層閱讀這個章節的細部內容。專家可以標籤方式標記摘要部分。

至於標籤制定的原則，定義出來的標籤應該具有通用性。我們建議的通用標籤如下：

- 1.目的(Objective): 說明該程序或活動的

- 目的。
- 2.活動(Activity): 規範該程序的活動內容。
  - 3.文件(Document): 規範程序或活動的輸入、輸出之文件項目。
  - 4.評估(Assessment): 這是程序或活動完成時所需要做的評估。
  - 5.準則(Criteria): 審查文件是否合乎規範的準則項目。

摘要圖範例如圖 10 所示。

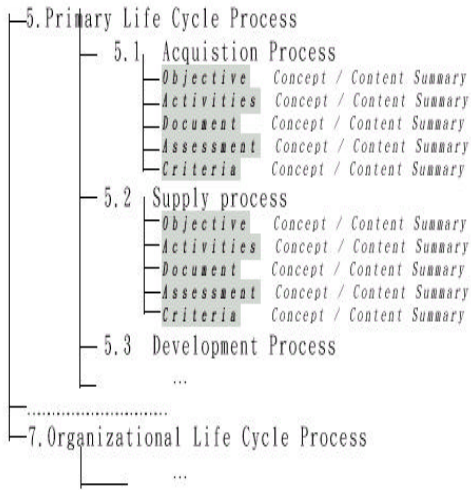


圖 10 摘要圖範例示意圖

### 4.3 資訊地圖的概念關聯性

使用者經由資訊地圖的上兩個階層導引，已經建立足夠的軟體標準資訊架構，在第三個階層將提供給使用者細部的資訊內容，包含關聯圖、動畫圖、及矩陣圖。關聯圖可表達概念與程序活動間的關聯，動畫圖可表達標準程序與產品輸入輸出間時序的先後，矩陣圖表達有規則性資訊兩個兩個之間資訊的關係。這三種圖點選關聯發生的點，則可以呈現相關內文。這些圖形/動畫的目的是在於提供進步操作應用的可能。

概念間的關聯，可能跨越不同章節，讀者必須對整份資訊非常熟悉，才有可能找出章節間彼此的關聯，因此提出關聯圖方式以表達資訊概念關聯的狀況，提昇資訊的可理解力與可閱讀性。

使用關聯圖的優點在於，可以用階層的方式一層層表達關聯，例如：程序與程序間的關聯，或是程序與活動之間的關聯，都可用關聯圖呈現彼此的關聯，這樣的表達方式較清楚明瞭。此種複雜的關係具有規則性，

我們以類似 DMLD 的規則方式呈現。

關聯資訊的分析萃取，可以分成兩個部份，第一個是「自動萃取資訊關聯性」與第二個「電腦輔助方式萃取」。自動萃取部分，由電腦利用關鍵字(keywords)及規則(rules)來自動找出內容中的關聯資訊，難度較高。電腦輔助方式則由專家加以標註內文的關聯資訊。不論自動或輔助是標準內涵概念間的關聯性具有表 1 至表 3 所示的類別。

表 1 軟體標準概念的關聯

	Process	Product	Resource
Process	表 3	輸入輸出 需求關係	需求關係
Product	輸入輸出 關係	參考及前 後關係	
Resource	需求關係		

一般而言，軟體標準涉及程序(Process)、產品(Product)或資源(Resource)，這三個資訊概念彼此也存在有關聯，如表 1 所示。產品與程序存在輸入輸出的關係，資源與產品存在需求等關係。

表 2 表達產品與評估之間的關係，評估輸出的產品是否滿足標準，關聯性種類包括：正確性、一致性、完整性、可靠度及可追蹤性等。

表 3 表達程序與程序之間或是程序與活動之間存在的關聯性，包括：參考關係、先後關係、支援關係、包含關係及輸出輸入關係。

表 2 Product 與 Evaluation 的關聯性

資訊概念	關聯種類
Product (產品)— Evaluation	正確性 (Correction)
	一致性 (Consistency)
	完整性 (Completeness)
	可靠度 (Reliability)
	可追蹤性 (Traceability)

表 3 程序與程序或活動間的關聯性

資訊概念	關聯種類
Process & Process/Activity	參考關係(In according with)
	先後關係(Order)
	時間關係(Temporal)
	支援關係(Supporting)
	包含關係(list of)
	輸入關係 (Document Input)
	輸出關係 (Document Output)
遵循關係(Following)	

除上述圖形外，動畫圖的表達加入時間的維度(dimension)，將具有時序前後的資訊，用動畫的方式一步一步的呈現變化。通常動畫圖適用的資訊結構，是資訊間具有時序(Temporal)、支援(Supporting)、文件輸入輸出(I/O)或順序(Order)的關係存在，使用動畫圖表達更能表達資訊地圖提升資訊理解力與可閱讀性。

再者在軟體標準有時候會遇到三個資訊間具有規則性的狀況，如 X-Y-Z 之間，X-Y 或 X-Z 或 Y-Z 彼此間具有資訊的關聯，這樣的規則性可以用在矩陣圖表達，矩陣圖的三個面分別表示 X-Y-Z 兩個兩個之間的資訊結構關聯。此外，矩陣圖也表達兩個資訊之間一對多的結構，有助於使用者提昇閱讀理解的效率。如圖 11 所示。上述的資訊地圖點選關聯可表達標準的內文，以利於提供個人化文件檢索。

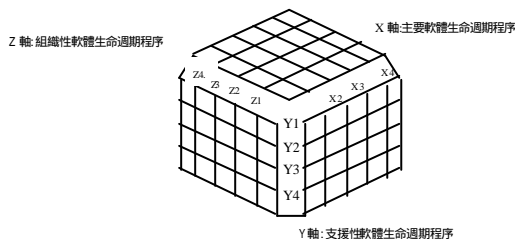


圖 11 矩陣圖架構示意

## 五、實作說明

### 5.1 工具介紹

由於資訊地圖應用的範圍非常廣泛，目前我們選擇較具有結構性與豐富關聯的文件來進行實作，我們以軟體生命週期程序的工業標準 IEEE/EIA 12207 及單一程序的標準 IEEE 1012 作為研究的對象。在圖表顯示的部份搭配動畫製作軟體 Macromedia Flash 5.0 以及 Action Script 控制 Flash 動畫作為圖形配置的輔助工具，並使用微軟 Visual Basic6.0 與 VBA(Visual Basic Application)作為開發工具的語言。

發展工具可以分為兩個部份，第一部份是資訊萃取的輔助工具，第二部份是圖形表達工具，如表 4 所示。各工具分述於下面子節。

表 4 資訊地圖電腦輔助工具

發展工具	名稱
第一部份	標籤制定工具
資訊萃取工具	輔助標註工具
	自動萃取關聯性工具
第二部分 圖形表達工具	全景圖顯示工具
	組織分類圖顯示工具
	章節架構圖顯示工具
	活動內容圖顯示工具
	摘要圖顯示工具
	關聯圖顯示工具
	動畫圖顯示工具
3D 矩陣圖顯示工具	

### 3.2 標籤制定工具

標籤制定工具定義關聯圖的標註標籤，萃取概念與概念間的關聯，標籤制定工具如圖 12。操作功能點選滑鼠右彈出選單，可供使用者新增、刪除或修改標籤的內容。標籤制定工具在於新的需求產生時制定新標籤使用，輔助標註的製定。

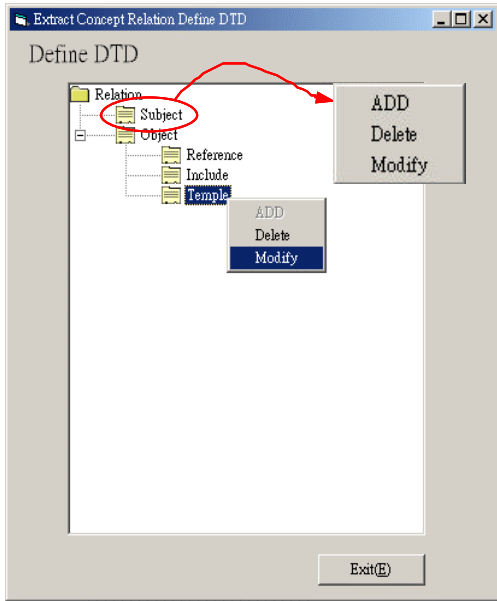


圖 12 關聯圖的標籤制定工具

### 5.3.輔助標註工具

資訊地圖中需要標註語言輔助萃取資訊是摘要圖與關聯圖。輔助標註工具如圖 13 所示。左測是章節架構與標籤的樹狀分枝，畫面的幾個工具按鈕是幫助文字作者或專家編輯軟體標準需要的功能。選取特定標籤並標註內文，工具自動加上標籤。

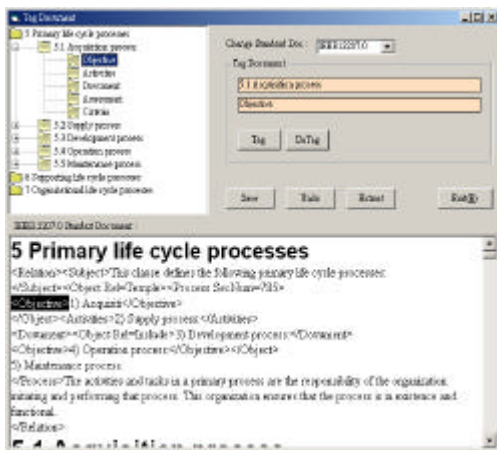


圖 13 標註萃取摘要圖工具

### 5.4 顯示全景圖工具

顯示全景圖工具的路徑依上述時間當橫軸，平行關係為縱軸相互支援，呈現上層邏輯結構的全景圖。全景圖依據水平方向時間的因素及垂直方向程序的因素。圖 14 是

12207.0的全景圖，將全景圖區分 5 個部分。

### 5.5 顯示章節架構圖工具

章節架構圖也可以表達軟體標準間架構差異的比較，如圖 15 是單一程序標準 IEEE 1012 新舊版本的比較，下拉式選單 Change Document 選擇要互相比較的標準，章節架構呈現在左邊與右邊的樹狀結構。

### 5.6 顯示關聯圖工具

關聯圖的表達方式以類似 DMLD 的架構呈現，DMLD 是以階層的方式表達節階層資訊，圖形中的圓點 R(X,Y)表示水平的 X 與垂直的 Y 彼此存在關聯，則顯示黑點，點選圓點會彈出視窗，顯示關聯的出處資訊。

關聯圖的操作方式，x 軸是主要生命週期程序，Y 軸是支援性生命週期程序，畫面中交叉的點表示存在關聯，游標移近會顯現關聯的種類，圖 16 的例子是”In according with”的關係，點下圓點會彈出一子視窗，提供關聯的內容資訊。關聯圖亦可表達文件內或文件間的鏈結 (link)關係，以交叉參考(Cross references)的跳躍方式閱讀。如圖 17 所示。

### 5.7 顯示動畫圖工具

動畫的技術是使用 Flash5 的 ActionScript 進行實作，繪製於商業動畫軟體 Macromedia Flash，並配合事件的觸發以及圖形與線條產生於場景上，資料則由已完成的資訊分析，從資料庫中取得資料與關聯，暫存於陣列之中，待滑鼠觸發及計時器逐步呈現動作。

圖 18 是動畫圖比較 1012-1986 年版和 1012-1998 年版本的差異，圖上半邊是 1986 年版本，圖下半邊是 1998 年版本。由左至右逐步呈現程序的輸入文件、程序名稱及輸出文件的內容。

### 5.8 顯示 3D 矩陣圖工具

顯示 3D 矩陣圖工具的路徑由主選單 >>Browser Tool >>Matrix 呈現 3D 矩陣圖。表達具有規則性的資訊，如 X-Y-Z 之間 X-Y

或 X-Z 或 Y-Z 彼此間具有資訊的關聯。

圖 19 以 12207.0 為例，X 軸、Y 軸及 Z 軸分別是主要生命週期程序 ( Primary life cycle Process )、支援性生命週期程序 ( Supporting life cycle Process ) 及組織性生命週期程序 ( Organizational life cycle Process )，游標移近時顯示章節名稱，游標移開顯示章節編號。點選關聯區域出現表單，呈現關聯出處內容，提供使用者個人化需要的資訊。

## 六、 評估及結論

通常人類溝通與閱讀以概念為單元，傳統的文字表達方式，不能有效傳達要說明的概念。本研究以圖形及動畫架構方式呈現資訊地圖的階層及關係結構，以改善閱讀溝通的效率。

表 5 為資訊地圖效益的定性分析。圖表對於概念的傳達較清楚且方便，因此圖形具有壓縮/濃縮內容的效果，可稱之為語義壓縮。

表 5 資訊地圖的定性分析

	資訊地圖相對於傳統超鏈結電子文件 紙本文件
溝通單位	概念(Concept) VS 項目(Item)或文字 (Word/Text)
溝通頻寬	較大
檢索效率	較快速(以Concept為單位)
整體視野	較寬(全景表達)
語義壓縮	較優
與人的認知 型式	較接近

本研究提出的資訊地圖以軟體標準為例，以圖形方式表達概念和資訊的鏈結關係，可以提高訊息頻寬，可提昇讀者閱讀理解資訊的效率。本研究所提的構想方法應可應用至其他領域，將來考慮以資訊地圖與文件或書本切片(document/book slicing)的做法結合在一起，提供使用者個人化的資訊。

## 七、 參考文獻

- [1] 二見良治，“圖形思考法”，先鋒企業管理發展中心，1985.
- [2] D. Connolly, J. Boask , Extensible Markup Language , <http://www.w3.org/xml/>
- [3] Yu -Shu Hu, Mohammad Modarres, "Evaluating system behavior through Dynamic Master Logic Diagram (DMLD) modeling," *Reliability Engineering and System Safety ELSEVIER*, vol. 64, pp. 241-269, 1999.
- [4] InfoLoom, Inc. , “Topic Map” , <http://www.infoloom.com/index.htm>
- [5]“ISO/IEC 13250, Information Technology – SGML Application - Topic Maps” , International Organization for Standardization , Geneva 2000.
- [6] James W. Moore, “Software engineering standards A USER’S ROAD MAP”, Computer Society, 2000.



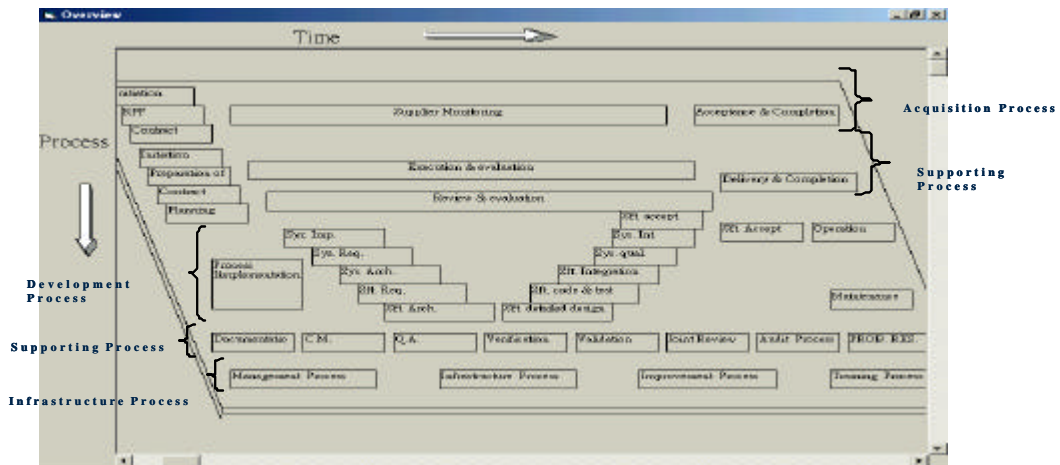


圖 14 12207.0 全景圖

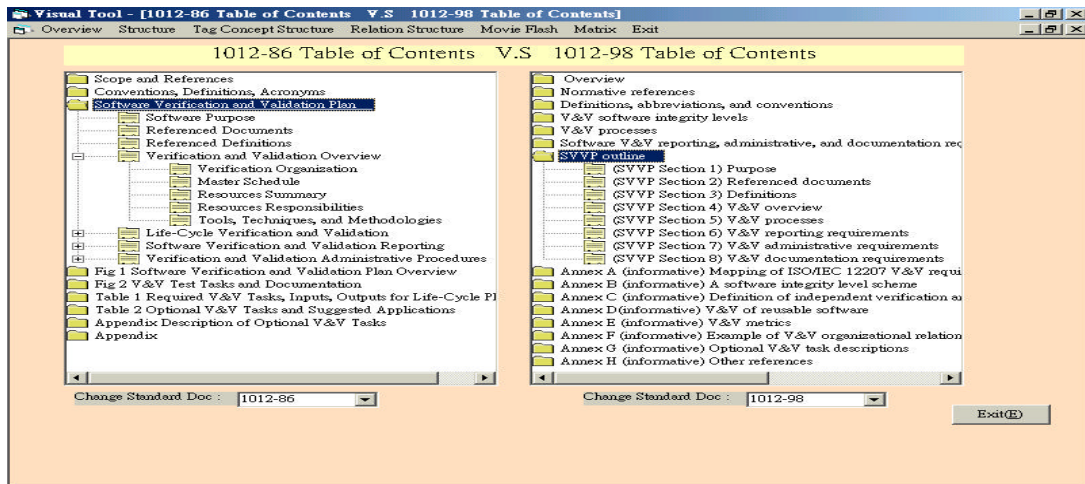


圖 15 章節架構圖比較(IEEE 1012-86 versus IEEE 1012-98)

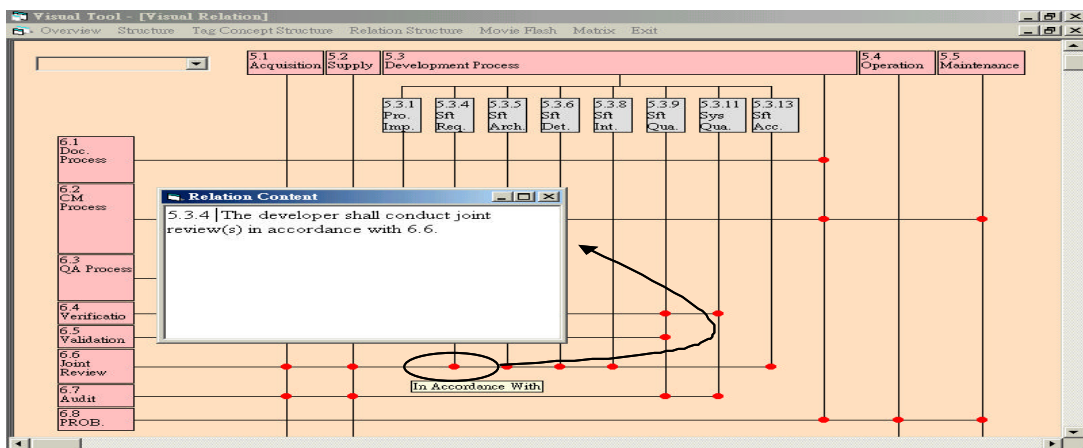


圖 16 關聯圖的表達方式

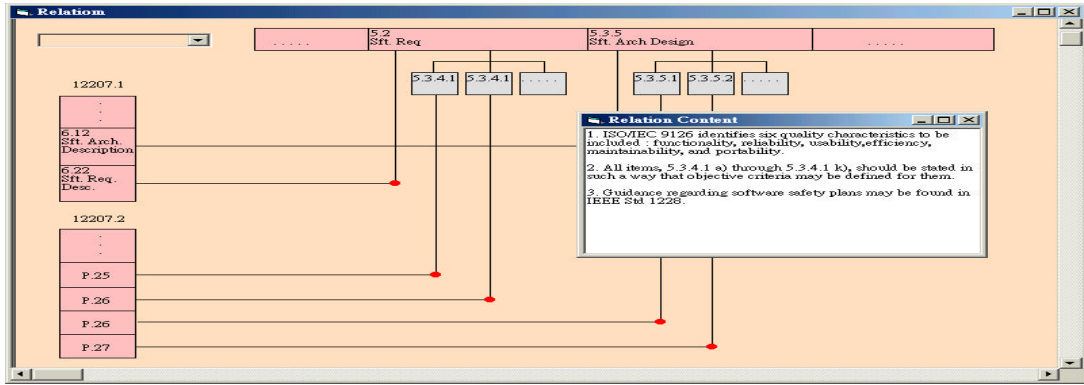


圖 17 交叉參考

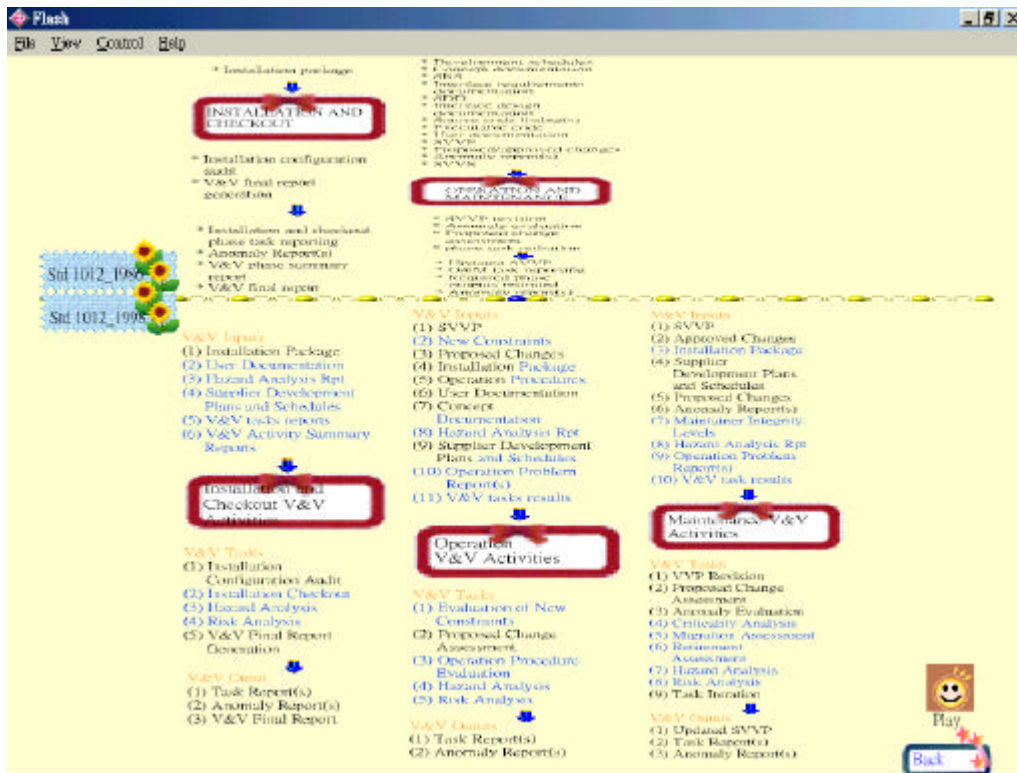


圖 18. 動畫比較 1012 新舊版的差異

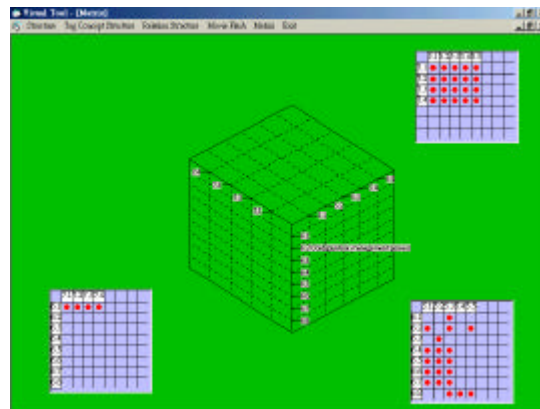


圖 19 IEEE 12207 之 3D 矩陣圖