

17. 在系統思維下之主題式文件模型 - 以工程創新理論 TRIZ 為應用實例

詹朝基¹、尤舜仁²、王俊文²

¹ 國立臺灣科技大學 機械工程系副教授

² 國立臺灣科技大學 機械工程系研究生

摘要

「知識」是二十一世紀最重要的無形資產，如何有效的保存、傳承知識，尤其對以技術為導向的公司特別重要。知識文件代表著知識工作者的「know-how」，一份知識文件的產生，很少憑空而來，必定參考很多其他知識文件，加上自己的創意，以產生一份新的知識文件。對一個知識工作者而言，在眾多的知識文件中，要尋找出符合需求的文件相當困難。本論文以系統思維為基礎，分析文件間彼此之關聯，並以陰陽五行學說明系統思維的概念。而系統思維是一個比較抽象的概念，為能透過電腦的描述方式，使得系統思維的觀念更加具體，本論文採用主題地圖的方式，並以工程創新理論TRIZ作為應用實例。透過本研究可協助工程師迅速分享與再利用工程設計與製造知識，並進而創新研發。

關鍵字：系統思維，五行學說，主題地圖、TRIZ、機械設計與製造。

一、前言

目前機械領域多以TRIZ為創研手法，根據TRIZ矛盾矩陣表之分析，由39個改善參數x39個惡化參數矩陣中逐一找出適合之發明法則，該法雖嚴謹，不過卻十分耗時。對一個研發人員而言，若想要解決某個領域的特定問題，依循該表找出適當解決方案與參考的知識文件並不容易。本研究基於此動機，希望能夠規劃出以表格為基礎的知識文件架構來組織知識，找出表格中知識文件間的關聯性。系統思維的觀點則是對事物「整體」考慮週詳，由片斷觀察到整體，由已發生的事件，觀察至變化背後的結構，由靜態分析到其間互動達到平衡。相對於一般人常用的「線性思維」，認為只要把大問題拆解成數個小問題，將所有拆散的問題逐一解決，就可以解決「大問題」，但往往會造成一波未平一波又起的問題出現。本研究提出一套以主題為基礎的知識文件模型，探討系統思維情境下如何以適當的方法描述事物間的互動關係及範圍，以有效的組織知識文件，透過此文件模型來表示知識文件間的關係，經由表格將知識文件經過初步的彙整，運用符合ISO/IEC 13250國際標準的「主題地圖」(TopicMaps)知識架構來呈現出知識文件彼此間的關聯性，讓研發人員可針對特定主題的問題提出

搜尋，以找出所須之知識文件或相關之技術資源，無論是文字檔、word、excel、pdf、image、video...等格式的電子文件或是網路資源。

2. 系統思維

「系統思維」是在1956年時麻省理工學院的Jay Forrester所創的系統力學(system dynamics)。所謂「系統」是指一群元件為了共同目的在一起相互運作，系統思維是理解事物如何運作的心態，超脫於事物的觀點，尋找行為的樣式，了解系統下事物間彼此如何互動[1-3]。系統思維的方式不同於傳統的分析形式，傳統分析的做法是將研究的部分分成好幾個部份，而系統思維恰好相反，系統思維是研究系統內元素間如何互動，產生行為。系統之下有子系統，子系統下有元件，子系統或元件彼此間有著因果關係，包含正反饋(positive feedback)及負反饋(negative feedback)，說明如圖1。正反饋是指A與B呈同方向增長，負反饋是指C與D呈反方向變化。根據牛頓第三運動定律，有一作用發生之同時，必有一反向、等量之反作用產生，可見做任何事情，不僅會影響對方，也會對對自己有所反饋(feedback)，所有生物都是通過接收和理解各種反饋來調適自己的行為，才能適應不斷變化的環境而繼續生存，適者生存，不適者淘汰，透過生物間的交互作用，維持了生態的平衡。

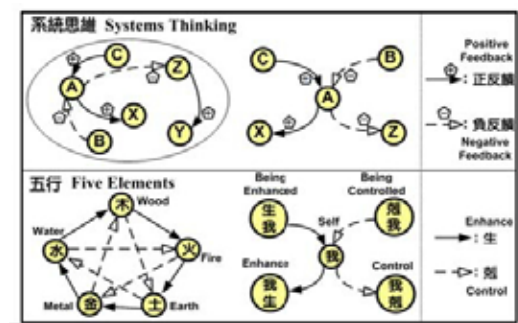


圖1 系統思維中的反饋關係

五行學說是系統思維的一個例子。五行學說認為自然界的一切事物和現象都可按照木、火、土、金、水的性質和特點歸結為五個系統，這五個系統乃至每個系統之中的事物和現象都存在一定的內在關係(生剋關係)，從而形成了一種複雜的網絡狀態[4](如圖1)。

圖2 中呈現了在系統思維下「傳統文件模型」與「以主題為基礎的文件模型」之差異。傳統的文件模型，例如XML 的DOM (Document Object Model)，只能顯示出文件元素的階層關係 (以物件導向的說法即類別 - 實例關係)，但卻無法呈現出系統思維中的反饋關係以表示出元素彼此間的關聯。本研究提出以主題為基礎的文件模型，透過主題間的關聯以表達出系統思維中元件彼此間的反饋關係，並包含了傳統文件模型中的繼承觀點，從傳統階層式的樹狀結構，經由主題間關聯的串連形成更多元的網狀知識文件模型，每個主題並可經由資源指引 (Occurrence) 連結到相關的資源。

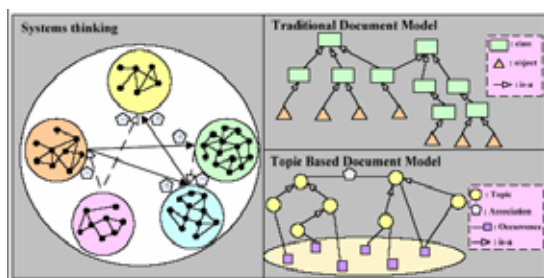


圖2 系統思維下之主題式知識文件模型

三、主題地圖

自從網際網路的誕生以後，資料量便爆發性的成長，不用擔心缺乏資料，要擔心的是如何從這些大量資料中找出有用的資訊。主題地圖便是為了解決這個問題而誕生。自從XML 的出現，結構化了文件與資料，使得不同應用程式間能彼此互相溝通，然而，仍無法找出文件彼此間的關聯性，主題地圖的出現，解決了這個問題，主題地圖的架構分為資訊層和知識層，資訊層包含了不同的文件，可能是文字檔、聲音、影像、圖片...等，不同文件間，彼此可能有共同的主題，一個主題可能又與另一個主題有所關聯，透過Association 把不同主題間的關係串連起來，形成了知識，主題地圖將知識與資訊互相串連起來，達到知識共享的目的[5-8]。TAO 模型是主題地圖的主要核心 (如圖3)，分別是Topic、Association、Occurrence 的縮寫，其代表意義說明如下：

1. T-Topic Topic (主題)：主題可以依其種類做分類，在主題地圖中，任何主題可以是 0 個或多個主題型態 (topic type) 的實例 (instance)。例如肝是五臟類，又屬於陰性。
2. O-Occurrence Occurrence (資源指引)：主題可以被應用到很多地方，連結到很多資源，這些與主題相關的資源稱為主題的「資源指引」。資源指引可以是對於特定

主題的描述，也可以是描述主題的圖片或影像，或是任何與subject 有關的資訊資源的其他形式。

3. A-Association Association (關聯)：關聯代表不同主題間的關係，例如水生木，金剋木...；生、剋在主題地圖中代表關係的關聯型態 (association type)，關聯型態是由主題所定義。在主題地圖中，關聯是雙向的，不會出現A 跟B 有關，而B 跟A 卻無關的情況。

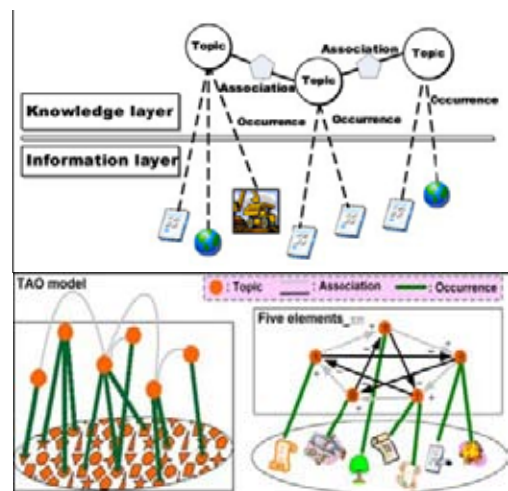


圖3 主題地圖的TAO 模型

XTM 的全名是XML Topic Maps，XTM 1.0 規格提供一個模型和文法來描述資訊資源的結構，以定義主題及關聯。名稱、資源、關係都被認為是抽象主體 (subject) 的特徵，在不同範圍內的主題有著不同的特徵，這些抽象主體都稱為主題。互相關聯的文件應用這種文法就稱為是「主題地圖」[9]。系統思維是一個比較抽象的概念，希望能過電腦的描述方式，使得系統思維的觀念更加具體，在此本研究採用主題地圖的方式來描述系統思維，在系統思維中的每個「節點」，相當於主題地圖中的「主題」，系統思維中節點所屬的「子系統」，相當於主題地中主題所屬的「範圍」，系統思維中節點與節點間有「反饋」 (Feedback) 的關係，主題地圖中主題與主題間也有「關聯」 (Association) 的關係，由此可看出，系統思維與主題地圖的相似度很高，以主題地圖來描述系統思維並非難事。

四、以TRIZ 作為應用實例

50 年來Altshuller 與他的TRIZ 團隊提出很多發明創新之問題分析工具與解題工具，一般泛稱為TRIZ 技法，已漸為世界各國所重視，紛紛為工業界所引用。TRIZ 理論中包含39 個改善及惡化的特徵參數、40 個發明法則，整理出來的一套有助於思考的系統

化及結構化的方法，其目的是為了補充或增加原本的創意而非要取代之。當特定的領域專家遇到特殊的問題可先將問題轉換成一般化的TRIZ 問題，再透過TRIZ 的矛盾矩陣表搭配改善特徵參數及惡化特徵參數找出一般化的解決方案（發明法則），再從這些解決方案中選出適合特定領域的，運用到特定領域的特殊問題上，以供解決（如圖4）。

例如想要增加飛機的飛行速度，傳統做法必須加大機翼的面積，但是機翼面積加大，反而會造成機身重量加重，而減低飛行速度，為了達到加快飛行速度的目標，可採用TRIZ 法則，此例中，改善特徵參數（Improving feature）為面積，惡化特徵參數（Worsening feature）為重量，經由TRIZ 矛盾矩陣表查表可找出適合發明法則（principle），可從這些法則中找出最適合的解決方案，以改善面積及重量。

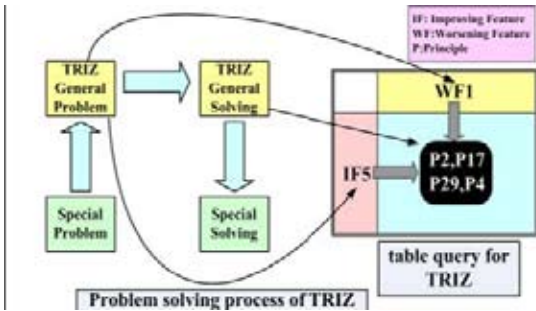


圖4 TRIZ 問題解決流程與查表法

圖5 說明了此例的系統思維，在未加入發明法則前可能會造成重量加重導致飛行變慢的問題（該圖左邊），加了發明法則之後同時達到了目標並避免了重量增加的情況（該圖右邊）。

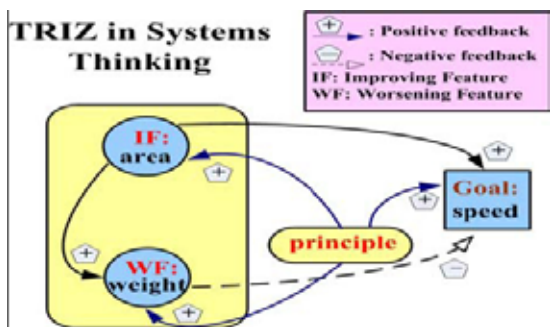
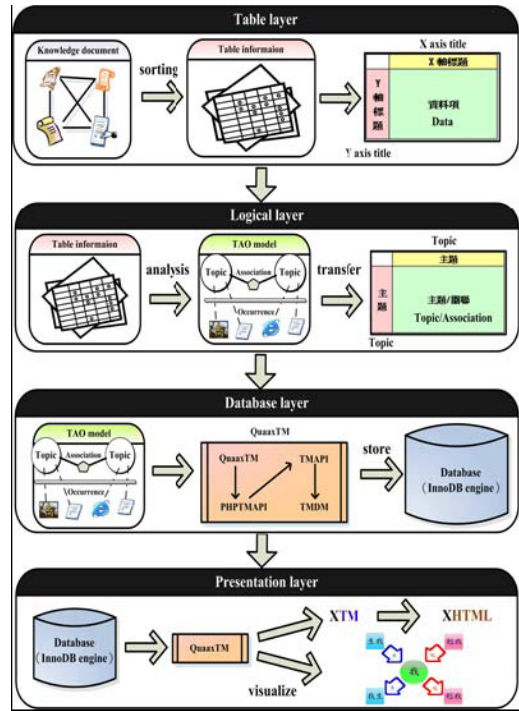


圖5 以系統思維思考TRIZ

根據TRIZ 矛盾矩陣表之分析，由39 個改善參數 x 39 個惡化參數矩陣中逐一找出適合之發明法則，該法雖嚴謹，不過卻十分耗時。本研究提出一套以主題為基礎的知識文件模型，探討系統思維情境下如何以適當的方法描述事物間的互動關係及範圍，以有效的組織知識文件，透過此文件模型來表示知識文件間的關係，經由表格將知識文件經過初步的彙整，運用符合ISO/IEC 13250 國際標準的「主題地

圖」（Topic Maps）知識架構來呈現出知識文件彼此間的關聯性，讓研發人員可針對特定主題的問題提出搜尋，以找出所須之知識文件或相關之技術資源，研究架構如圖6，說明如下：

圖6 研究架構



邏輯層：

將表格資訊轉換成主題地圖的TAO 模型，透過主題地圖的方式，可使得使用者從表格資訊中找出其相關的關聯性，包含資料間的關聯、標題間的關聯、資料與標題間的關聯，及建立相關的資源，用來描述表格所看不到的細節。為了描述系統思維下知識文件彼此間的關係（反饋關係），本研究經由T2A Matrix 的轉換，將上述RCV Table 以主題地圖的TAO 模型呈現出系統思維中的反饋關係，以表示知識文件彼此間的關係，如圖7。

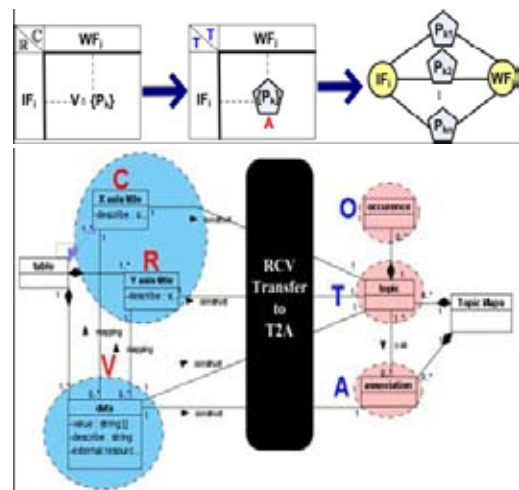


圖7 T2A 轉換程序

呈現層：

為了能夠符合ISO /IEC 13250 的國際標準，使資料能夠適用於各個遵循此標準的平台上，本研究採用QuaaxTM 所提供之XTMSerializer.class.php 檔中的serialize 函數，將資料庫中的資料轉換成符合ISO/IEC 13250 國際標準XTM 1.0 規格的XTM 檔。並透過SAXON 處理器搭配XSL 技術將XTM 檔案轉換成HTML 檔。轉換出來的HTML 檔會從原XTM檔中萃取相關資料產生主題、主題型態、關聯型態、關聯角色型態、資源指引型態、範圍型態的主題，每個主題網頁的內容包含主題名稱、名稱所屬範圍、主題型態、主題的資源指引、主題參與的關聯及在此關聯中的成員及角色、主題的PSI (Published Subject Indicators)。為了驗證本系統所開發之工具遵循ISO/IEC 13250 的國際標準，將本系統最終所產生之XTM 檔案置於遵循此標準的產品OKS 上驗證是否可正常運作。

五、結論

本研究的貢獻在於產出一個以主題為基礎的知識文件模型，描述系統思維情境下知識文件彼此間的關聯性以組織知識，方便知識工作者快速有效查詢。其前提是領域專家有辦法將該領域的知識文件，以系統思維的思考模式將瑣碎的知識文件彙整成RCV 表格的形式，便可透過本研究所提出的T2A 矩陣的轉換，以表格式編輯主題地圖的工具呈現出RCV 表格的TAO 模型知識架構，經由主題間互相串連形成知識網絡，將相關的資源建立資訊索引，以組織知識文件。以下提出未來可繼續進行的研究方向，供其他學者參考：

1. 未來希望能夠引進Fuzzy 或統計學的理论，透過主題的資源指引屬性，經由人工智慧的運算，結合系統思維的觀點，達到文件自動分類的功效。
2. 目前每個主題的範圍訂定都是由使用者主觀設定，如何以更客觀的角度 (例如5w1h : who 、 what 、 when 、 where 、 why 、 how) 思考每個主題的所屬範圍是個值得探討的議題。

參考文獻

1. Michael C. Jackson, *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*, John Wiley & Sons Ltd (2003).
2. Dennis Sherwood, *Seeing the Forest for the Trees: A Manager's Guide to Applying Systems Thinking*, Nicholas Brealey (2002).
3. Chun-Liang Hsueh, *Systems Thinking*, Hui-Chih Ltd (2007).
4. Lu, Henry C., *Traditional Chinese Medicine: How To Maintain Your Health and Treat Illness*, Basic Health Pubns (2005).
5. Jack Editor Park, Sam Technical Editor Hunting, *XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*, Addison Wesley (2002).
6. The TAO of topic maps, <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>
7. Topic Maps-Data Model, <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-model/>
8. Chih-Hsien, Lin, "A Knowledge Management System based on Topic Maps" Master D. thesis, Tatung University, Taipei, Taiwan (2004).
9. XML Topic Maps (XTM) 1.0, <http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/>
10. Fey, Victor/ Rivin, Eugene, *Innovation On Demand: New Product Development Using Triz*, Cambridge Univ Pr Ltd(2005).