

# 基於 FML 之校園網路平台知識管理研究

李健興\* 莊皓涵\*\* 林懿貞\*\*\* 郭怡鈴\*\*\*

\*國立臺南大學 資訊工程學系

\*\*國立臺南大學 電子計算機中心

\*\*\*國立臺南大學 經營與管理學系暨科技管理研究所

E-mail: leecs@mail.nutn.edu.tw

**摘要**—面對全球化網際網路普及和網路平台興起，許多知名且使用頻率較高之搜尋網站，間接影響校園網站平台知名度、連結數及學校能見度。因此，網站平台不但能提升學校聲譽及增進學術網路附加價值，更能提供教師與學生另一種溝通學習管道。以網路平台管理而言，從前期建置網路平台規劃、中期執行開發及後期測試與維護，這整個過程包含許多網路平台管理之相關顯性及隱性知識。然而，如何將這些知識保留，並完整傳承給後續的管理者與使用者是一個非常重要的課題。本論文以校園網路教育平台為主題，基於知識本體及能力成熟度整合模式，應用至世界大學網路排名校園網路平台。此外，本論文結合模糊推論評估所提出方法的效能，以建立一基於知識管理之專案。最後，本論文期望建立一套標準流程，將網路平台管理知識留存，並提供組織參考及未來發展智慧型校園網路平台管理代理人之基礎。

**關鍵詞**—知識管理、能力成熟度整合模式、知識本體、模糊推論、世界大學網路排名

## 一、前言

面對全球化網際網路的普及，網路平台已興起多年，而日常生活中知名且使用頻率較高的網路平台如各大搜尋網站，影響了校園所使用的網站平台之知名度與連結數，間接提升學校能見度。因此許多相關平台也因應而起，網站平台不但能提升學校聲譽、增進學術網路附加價值，更可以提供教師與學生另一種學習管道。但在管理網路平台的過程中，從建置前的規劃、執行開發過程、甚至到後期的測試與維護過程中可發現，這漫長的過程包含許多顯性及隱性知識。使用者並不瞭解部份顯性知識之重要性，因此學會對知識做擷取及篩選的動作是非常重要的；另一方面，幾乎所有的隱性知識，包含能力、技巧、態度及經驗等等，各自存在於每個人的腦中，這些知識也許只是每個人不同的生活方式，但對組織而言，紀錄有效用的知識是很重要卻常被忽略的動作。

全球的大學無不希望能藉由網路的影響力，發表或呈現各校的學術成果，以期招來更多

優秀的學者及學生入校。因此，西班牙網路計量研究中心(Centre for Scientific Information and Documentation, CINDOC-CSIC)之網路實驗室(Laboratorio de Internet)所發表的「世界大學網路排名」(Webometrics Ranking of World's Universities, WRWU)(<http://www.webometrics.info/>)即是基於欲突破傳統大學排名故新設的指標，並希望這個指標可在網路上協助評比全球的大學。西班牙網路實驗室主要依四項指標為全球 5,000 所大學及研究機構做排名，四項指標分別為規模(Size)、能見度(Visibility)、學術檔案數量(Rich Files)及學術論文數量(Scholar)。

知識的擷取過程可以簡單的從資料(Data)與資訊(Information)的觀點延伸，資料為最原始的數據，鬆散且凌亂，好比未經提煉與琢磨的礦石，而資料經由整理、篩選與分析所得則是資訊，但是資訊還需經過人腦的消化與萃取後，才能成為熟記在心的知識。知識管理(Knowledge Management)將知識視為有形的財產，詳細紀錄且分類整理後，加以妥善運用在企業或組織中執行專案或計畫，透過此步驟，可將少數人腦中有限的知識加以傳承，節省日後再利用(Reuse)與重工(Rework)的時間成本。而 Becerra-Fernandez et al. [6]認為知識管理可以簡單的被定義為「為了從知識資源得到更多資訊而必須做的事」。近年來許多研究學者將知識管理理論應用在不同的研究領域中，例如：Wen et al. [13]運用多代理人技術提出一套行動知識管理決策支援系統；Giess et al. [8]提出管理組織內部設計文件與分類的知識管理方法；Baloh et al. [12]提出一個以企業流程為中心的知識管理解決方案設計方法。圖 1 說明大部分知識儲存的來源分析，主要分成人類、人工因素及組織三種，一般我們從人類學習到的對象可以分為個人、團員或團體，人工因素可分為實行、學習成果、技術、儲存與策略，組織可分為同仁審查、專案、單元組織、組織、組織與組織之間的網絡[1]。

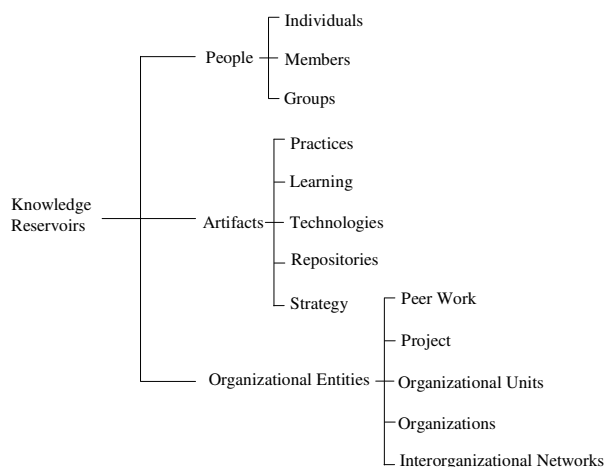


圖 1 知識儲存之來源表示圖[1]

能力成熟度整合模式(Capability Maturity Model Integration, CMMI)是美國國防部在 1984 年委託美國卡內基美隆大學(Carnegie Mellon University)所進行的一項研究成果，作為評估一家公司流程能力及組織成熟度的標準，亦可提供給廠商檢驗產品(包括系統、軟體以及硬體)發展流程管理水準的標準[9]。知識本體(Ontology)初期發展出的概念是為了探討存在本身的意義，有重複建立、了解、讀取、使用與分析其領域知識的功能，也可將一般日常生活中凌亂且鬆散的資料與資訊整理成有助益的知識。知識本體是用來表示某一特定領域的知識或主題，主要由領域(Domain)、概念(Concept)、屬性(Attribute)、物件(Object)以及關係(Relation)來表示，透過知識本體可表示特定領域的概念與關聯的這個特性，在許多研究領域中已有大量學者投入研究。例如 Garcí a-Sa´nchez et al. [3]在語意網服務的概念下，提出一套基於知識本體及智慧型代理人的架構；Geneiatakis et al. [2]提出一套用來表示網路電話 SIP 安全性的知識本體；Therani [10]提出一套設計與管理動態企業流程網絡的知識本體發展模型。

模糊理論(Fuzzy Theory)及模糊邏輯(Fuzzy Logic)的概念是由美國加州柏克萊大學 Lotfi A. Zadeh 教授在 1965 年提出[7]，被用來應用在不同的人體感覺形容詞，及分類與區別兩種不同的語意項用法，為一接近人類思考模式，應用在處理自然環境中任何不確定及不精確問題之理

論。此方法能數值化人類腦中的主觀意識判斷，使得理論發展及研究成果更符合人類思考模式。而第二型模糊理論已發展多年，許多學者致力於應用第二型模糊理論實作輔助人類生活的系統，近年來尤其在機器人開發領域及智慧型環境感知領域蓬勃發展。因此，義大利學者 Acampora 博士及 Loia 教授提出模糊標記語言(Fuzzy Markup Language, FML)的概念[4][5]，FML 是以 XML 為基礎並結合模糊邏輯所定義出來的語言，基本上分為三層架構，分別是 XML、文件類型定義(Document Type Definition, DTD)和可擴展樣式表轉換語言(Extensible Stylesheet Language Transformations, XSLT)。FML 控制器主要分成知識庫(Knowledge Base)及規則庫(Rule Base)兩部份，知識庫用來建立模糊控制器中的模糊變數(Fuzzy Variables)，而每個模糊變數又會有不同的語意項(Fuzzy Terms)，規則庫則依據知識庫中的語意項做邏輯推論，產出多條規則(R1~RN)，每條規則皆遵循 IF-THEN 法則，實際 FML 的實現方式如圖 2 所示。

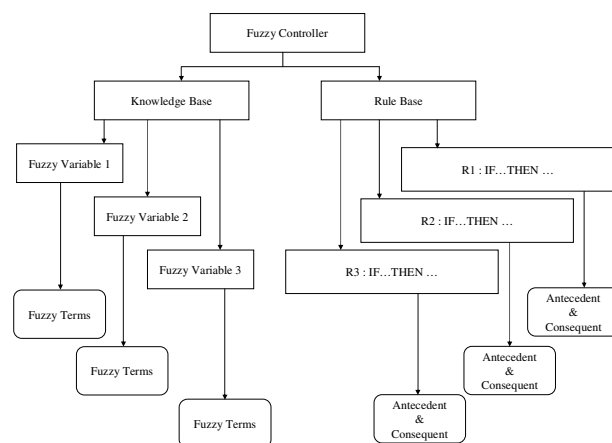


圖 2 FML 架構[5]

本論文提出一基於知識本體之校園網路平台知識管理研究，並將其應用至世界大學網路排名，此外本論文結合 FML 提出世界大學網路排名之推論概念。本論文其它章節架構如下：第二節說明世界大學網路排名知識本體之建置；第三節介紹本論文基於第一型與第二型模糊理論建置之 FML；第四節為實驗推論結果與比較；第五節則為結論。

## 二、世界大學網路排名知識本體建置

傳統的四層式知識本體架構，當資訊逐步增加，所產生的表格與內容也相對增多，而第一次接觸該領域的使用者，並不能快速理解所對應的內容。本論文應用波蘭 Nguyen 教授[11]提出的三層式知識本體架構概念，繪製如圖 3 基於將傳統知識本體簡單化的概念，另加入 CMMI 流程領域及特定執行方法，將知識本體由上而下分為 Concept Layer、Relation Layer 以及 Instance Layer 三層。最大的優點在於能將知識本體中最重要的關係獨立拉出來成為一層，讓使用者更快理解領域知識。圖中虛線代表概念層與實例層之間的跨層關係，長短線交錯的虛線則代表概念層與概念層或實例層與實例層間的同層關係。

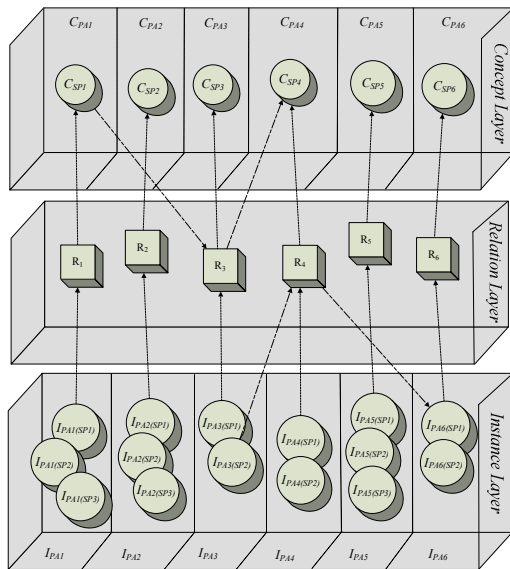


圖 3 應用 CMMI 概念之知識本體架構

以下分別說明三層式知識本體及二種關係的定義：(1)概念層(Concept Layer)：在不同的知識本體中，概念層包含不同的屬性或分類。(2)關係層(Relation Layer)：集合並分析知識本體中所有的關係值，在不同的知識本體會有不同的關係。(3)實例層(Instance Layer)：概念層所對應之實體概念，不同的概念與關係會導致不同的實例。本論文引用的知識本體包含二種關係，一為兩個 Concept 間的關係，另一為 Concept 與 Instance 的關係。如圖 1 概念層中有  $C_{SP1}$ 、 $C_{SP4}$ 、 $I_{PA3}(SP2)$  及  $I_{PA6}(SP2)$  等物件， $C_{SP1}$  與  $C_{SP4}$  間的關係為

$R_3$ ， $I_{PA3}(SP2)$  與  $I_{PA6}(SP2)$  間的關係為  $R_4$ ，這代表概念層與概念層或實例層與實例層間的同層關係，而概念層與實例層之間的跨層關係則例如  $C_{SP2}$  的實例為  $I_{PA2}(SP1)$  等三種關係， $C_{SP2}$  與  $I_{PA2}(SP1)$  間的關係為  $R_2$ 。

圖 4 為世界大學網路排名知識本體，共分為三層，第一層為概念層(Concept layer)，以 CMMI 不同流程領域(Process Area, PA)領域的特定執行方法(Specific Practice, SP)作為分析指標；第二層為關係層(Relationship layer)，以實例觀念的連結分析世界大學網路排名的基本資料；第三層為實例層(Instance layer)，透過關係層中的實例觀念連結提出世界大學網路排名的相關資訊。以圖 2 第一層 Concept 層中的需求管理與需求發展兩個流程領域，可透過「瞭解需求」這個 SP 找出「排名動機」的關係，其所對應的實例則包含「學術責任」及「全球性的評比」，即代表西班牙實驗室提出世界大學網路排名的動機包含展現各大學之學術責任，並期望透過此排名，對所有大學做一全球性的評比。而「誘導需要」這個 SP 找出「實施單位」的關係，其所對應的實例則包含「西班牙」、「網路計量研究中心」及「網路實驗室」，即代表西班牙網路計量研究中心之中的網路實驗室為推廣世界大學網路排名的實施單位，間接誘導出各大學的排名需要。

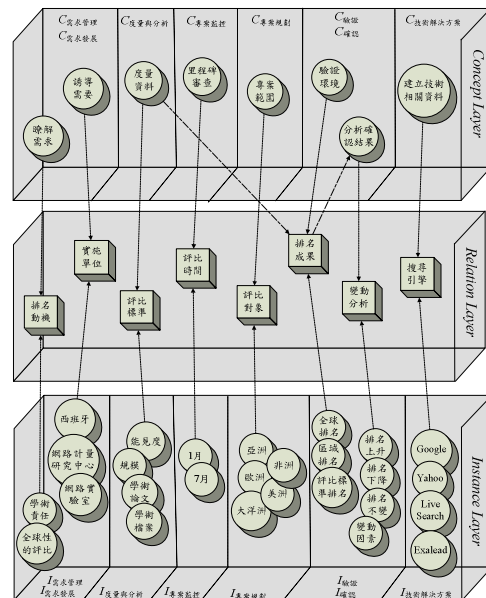


圖 4 世界大學網路排名知識本體

### 三、FML-based 世界大學網路排名

本論文在設計世界大學網路排名之變數時，由於變數範圍設計為西班牙網路實驗室所提供的 5000 名排名。因此，為避免過度武斷的區隔兩兩模糊變數，故選擇應用梯形隸屬函數。梯形隸屬函數有四個參數( $a, b, c, d$ )，參數  $a$  及  $d$  各自表示函數左右連結橫軸的兩點，而參數  $b$  及  $c$  代表梯形高度之兩點，藉由調整參數  $b$  及  $c$  可控制隸屬函數的形狀，當參數  $b$  值越小而  $c$  值越大，隸屬函數形狀也趨於正方形，其公式如(1)所示。

$$f(x) = \text{trapezoid}(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x < a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x < c \\ (d-x)/(d-c), & c \leq x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (1)$$

輸入模糊變數有規模排名(Ranking of Size, RSI)、能見度排名(Ranking of Visibility, RV)、學術檔案數量排名(Ranking of Rich Files, RRF)及學術論文數量排名(Ranking of Scholar, RSC)；輸出部份為預估排名(Expected Ranking, ER)，圖 5 為依據梯形隸屬函數圖形結合規模排名所繪製而成之圖形。由於所有變數的訂定範圍均一致因此僅以此圖表示，由圖 5 中可看出每個變數均有非常高(Very High)、高(High)、中(Medium)、低(Low)及非常低(Very Low)五個語意項，其相關資料如表 1 所示，共有 625 條模糊規則。例如規則 1 為當規模排名、能見度排名、學術檔案數量排名及學術論文數量排名均為非常高時，則預估排名也為非常高。

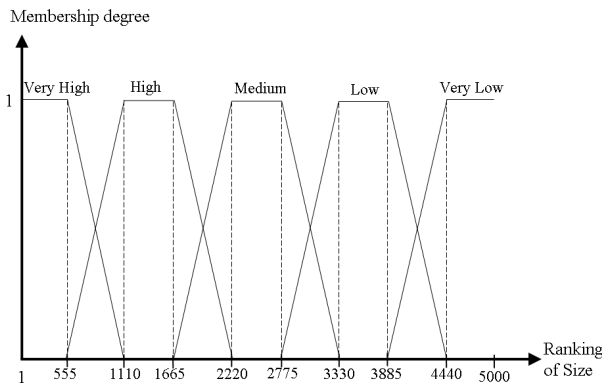


圖 5 Type-1 模糊變數規模排名隸屬函數

表 1 世界大學網路排名知識庫模糊變數對應表

模糊變數	模糊語意項	模糊變數	模糊語意項
規模排名 (Ranking of Size)	$RSI\_Very\ High$	能見度排名 (Ranking of Visibility)	$RV\_Very\ High$
	$RSI\_High$		$RV\_High$
	$RSI\_Medium$		$RV\_Medium$
	$RSI\_Low$		$RV\_Low$
學術檔案 數量排名 (Ranking of Rich Files)	$RSI\_VeryLow$	學術論文 數量排名 (Ranking of Scholar)	$RV\_VeryLow$
	$RRF\_Very\ High$		$RSC\_Very\ High$
	$RRF\_High$		$RSC\_High$
	$RRF\_Medium$		$RSC\_Medium$
預期排名 (Expected Ranking)	$RRF\_Low$	預期排名 (Expected Ranking)	$RSC\_Low$
	$RRF\_VeryLow$		$RSC\_VeryLow$
	$ER\_Very\ High$		$ER\_High$
	$ER\_High$		$ER\_Medium$
			$ER\_Low$
			$ER\_VeryLow$

本論文同時使用 Type-2 Fuzzy Set 的觀念與 Type-1 Fuzzy Set 做比較，Type-2 Fuzzy Set 與 Type-1 Fuzzy Set 最大的不同在於其強調區間的觀念。因此，本論文擴充原本所設立的模糊變數隸屬函數及模糊變數對應表，加入 Type-2 Fuzzy Set 之觀念修改隸屬函數圖形為圖 6，圖 6 為輸入變數規模排名之示意圖，其他變數由於訂定範圍一致因此僅以此圖表示，圖中陰影部份代表不確定的足跡(Footprint of Uncertainly, FOU)，設立區間的意義在於避免過於武斷的分隔。例如世界大學排名第 1110 名是非常高(Very High)的排名，但在 Type-1 的分類中，第 1111 名的學校卻是高(High)的排名，但兩所學校僅僅相差一個名次而已，難免使人質疑訂定級距的公正性，所以本論文加入 Type-2 的概念，使得原本 Type-1 定義非常高(Very High)的學校排名第 1 名到第 1110 名，在 Type-2 的範圍中，排名加入 1010 名至 1110 名這個範圍，增加其不確定的範圍。

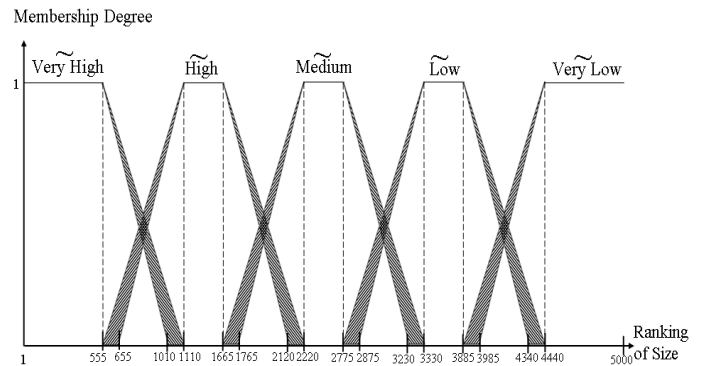


圖 6 Type-2 模糊變數規模排名隸屬函數

#### 四、實驗推論結果與比較

本論文應用兩種 FML 推論程式做為實驗與分析程式，第一種為 Lee 學者之知識本體應用暨軟體工程實驗室所開發出的 FML Editor。第二種為義大利沙列諾大學 Loia 學者與其研究團隊發展出的 applicazione visual FML Editor。首先介紹本論文使用 Lee 學者之知識本體應用暨軟體工程實驗室所開發出的 FML Editor 之推論步驟，其 FuzzyControl 分成知識庫(KnowledgeBase)與規則庫(RuleBase)兩部份。本論文應用世界大學排名的影響因素，知識庫之輸入部份為西班牙網路實驗室所設立之四項影響排名的因素，輸出部份則是預估排名。知識庫為設定模糊推論輸入項及輸出項之定義與模糊變數等資料的部份，相對的，規則庫則必須建立推論機制所依循的規則，藉由知識庫中模糊變數的設定，本論文建立 625 條規則，規則由第 1 條(R1)按順序排至第 625 條(R625)，每條規則均設有前提(ANTECEDENT)與結論(CONSEQUENT)。當知識庫與規則庫建置完成，系統即會自動繪出模糊變數的示意圖，且可讓使用者推論數值，本論文使用西班牙網路計量研究中心網路實驗室在 2008 年 7 月份及 2009 年 1 月公佈的排名資訊共計 270 筆，表 2 及表 3 分別為 Type-1 及 Type-2 部份世界大學數據測試資料預估排名結果。

表 2 Type-1 部分世界大學數據測試資料預估排名

No	RRF	RSC	RSI	RV	ER
1	78	68	65	136	432.19
2	218	594	205	227	545.81
3	435	24	168	354	432.19
4	467	490	209	337	432.19
5	371	56	362	451	432.19
6	267	311	211	528	432.19
7	423	27	344	589	547.04
8	525	681	375	623	538.68
9	907	512	390	607	542.6
10	472	640	537	667	534.53
11	556	504	306	848	555.25
12	941	814	687	828	523.2
13	571	1231	748	951	551.51
14	862	473	752	1104	507.85
15	893	198	734	1278	512.06
16	989	1477	558	940	554.75

表 3 Type-2 部分世界大學數據測試資料預估排名

No	RRF	RSC	RSI	RV	ER
1	78	68	65	136	480.06
2	218	594	205	227	288.95
3	435	24	168	354	480.06
4	467	490	209	337	480.06
5	371	56	362	451	480.06
6	267	311	211	528	480.06
7	423	27	344	589	285.65
8	525	681	375	623	293.5
9	907	512	390	607	282.57
10	472	640	537	667	289.87
11	556	504	306	848	278.65
12	941	814	687	828	308.73
13	571	1231	748	951	288.35
14	862	473	752	1104	330.79
15	893	198	734	1278	330.47
16	989	1477	558	940	279.94

依據本論文實驗數據，當測試數據為四項輸入指標都設為網路大學排行第 1 名時，則 Type-1 推論其預估排行為 432 名，Type-2 推論其預估排行為 480 名；當測試數據為四項輸入指標均設為網路大學排行第 2500 名時，則 Type-1 推論其預估排行為 2497 名，Type-2 推論其預估排行為 2704 名；當測試數據為四項輸入指標都設為網路大學排行第 5000 名時，則 Type-1 推論其預估排行為 4565 名，Type-2 推論其預估排行為 4234 名。而比較系統推論的排名與世界大學實際排名結果，本論文僅篩選 10 間學校做比較，簡易整理如表 4，由左至右分別代表四項指標 RSI、RV、RRF 及 RSC 的實際排名數據、第一型模糊推論 (Type-1 Fuzzy Inference Ranking, Type-1 FIR)、第二型模糊推論 (Type-2 Fuzzy Inference Ranking, Type-2 FIR) 及實際排名 (Real Ranking, RR)。由推論數據比較可發現，10 所挑選出的學校排名數據最高為 239 名，最低為 4607 名。而比較實際排名與推論出的排名，可發現 10 筆資料中，第 8 筆及第 9 筆測試數據與第一型模糊理論推測出來的排名數據差距最小，效果較好。而其他 8 筆是數據與第二型模糊理論推測出來的排名數據差距最好，效果較好。整體而言，第二型模糊理論較適合運用在此複雜度較高的排名推論，而比起第一起模糊理論，其所得到的推論結果會較好。

表 4 實際數值與推論數值比較

No	RSI	RV	RRF	RSC	Type-1 FIR	Type-2 FIR	RR
1	205	227	218	594	545	288	239
2	1,352	2,332	1,237	907	1387	1402	1520
3	1,899	1,467	2,532	4,496	1943	1903	1858
4	1,669	2,360	1,990	2,386	1943	1924	1861
5	1,070	2,534	1,843	2,893	1943	1909	1879
6	1,769	2,310	1,734	3,045	1942	1928	1879
7	1,554	3,230	1,657	1,347	1942	1961	1999
8	724	2,764	2,318	3,984	1942	1907	2098
9	3,148	6,396	2,072	5,075	4530	4598	4502
10	2,887	6,739	2,843	4,102	4459	4696	4607

第二種使用的應用程式為義大利沙列諾大學 Giovanni Acampora 博士、Vincenzo Loia 教授及其研究團隊所開發出的 applicazione visual FML Editor，本論文推論步驟如下：首先開啟主系統，並建立新專案(New Project)，與 FML Editor 最大不同的地方在於需先編輯型態(Types)，型態需輸入語意項(Terms)並界定領域左邊界(Domain Left)與右邊界(Domain Right)。之後在使用者編輯模糊變數時，即可直接匯入型態資訊，不需要每個變數重新訂定一次該變數的資訊。當輸入變數及輸出變數建立完成後，知識庫視覺檢視畫面、規則庫的編輯畫面及 XML 文件系統會自動產生。

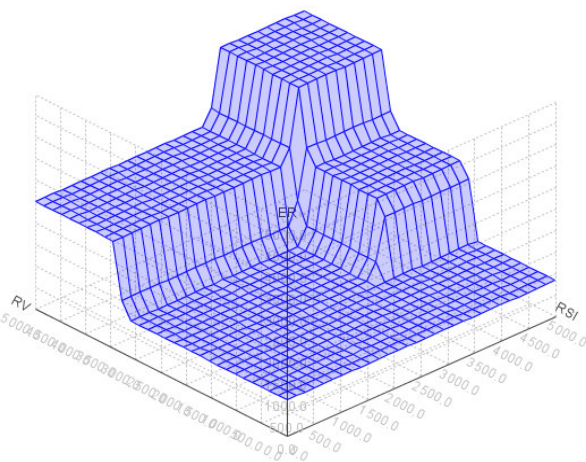


圖 7 規模排名與能見度排名 3D 立體圖

與 FML Editor 另一個不同的地方在於 applicazione visual FML Editor 針對變數與變數之間的關係而產生 3D 立體畫面的示意圖，圖 7 為本論文規模排名、能見度排名輸入變數與輸出變數之間的關係圖，且可觀察出規模排名影響預期排名的幅度較能見度排名要大，可對應本論文

在設計 625 條規則時即有參考世界大學網路排名變數的比重。圖 8 為本論文能見度排名、學術論文數量排名輸入變數與輸出變數之間的關係圖，且可觀察出能見度排名影響預期排名的幅度較學術論文數量排名要大。由圖可看出當各影響因素的個別排名越高，則圖形顯示世界大學網路排名也逐漸由低往高增加，呈現一完整的類階梯狀。

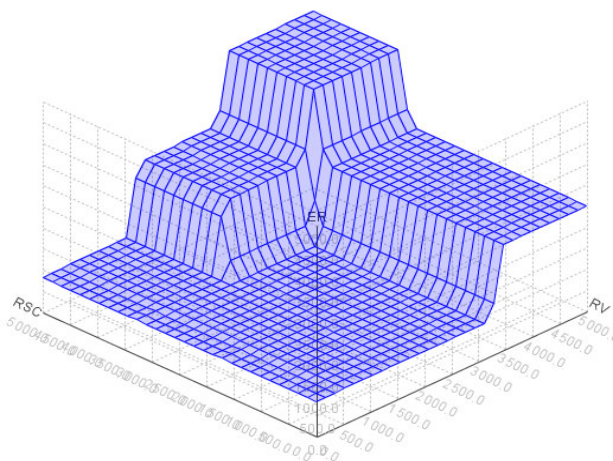


圖 8 能見度排名與學術論文數量排名 3D 立體圖

## 五、結論

本論文提出以世界大學網路排名平台為例之知識本體，以擷取世界大學網路排名平台相關知識，並結合第一型模糊理論及第二型模糊理論，將影響因素模糊化，建置以 FML 為基礎的知識庫及規則庫。由推論結果可知，第二型模糊理論推論結果比第一型模糊理論要好，但推論的排名還有誤差存在。未來期望透過這些理論與方法，能完善保留與專案相關的文件、流程、方法與知識，讓其他對案例有興趣的使用者能快速搜尋相關資訊，並進一步成為未來智慧型代理人發展的應用方向之一。

## 致謝

本論文承蒙國科會計畫(計畫編號 NSC97-2221-E-024-011-MY2 及 98-2221-E-024-009-MY3)經費補助，特此感謝。

## 參考文獻

- [1] 葉乃嘉，*個人知識管理的第一本書*，松崗電腦圖書有限公司，台北；2007。
- [2] D. Geneiatakis, and C. Lambrinouidakis, "An ontology description for SIP security flaws," *Computer Communications*, vol. 30, no. 6, pp. 1367-1374, 2007.
- [3] F. Garcí'a-Sa´nchez, R. Valencia-Garcí'a, R. Martı´nez-Be´jar, and J. T. Fern´andez-Breis, "An ontology, intelligent agent-based framework for the provision of semantic web services," *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 2, pp. 3167-3187, 2009.
- [4] G. Acampora, and V. Loia, "Fuzzy Control Interoperability and Scalability for Adaptive Domotic Framework," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 97-111, 2005.
- [5] G. Acampora, and V. Loia, *A Proposal of an Open Ubiquitous Fuzzy Computing System for Ambient Intelligence*. Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
- [6] I. Becerra-Fernandez, A. Gonzalez, and R. Sabherwal, *Knowledge Management: Challenges, Solutions, and Technologies*. Pearson Prentice Hall, 2004.
- [7] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338-353, 1965.
- [8] M. D. Giess, P. J. Wild, and C. A. McMahon, "The generation of faceted classification schemes for use in the organisation of engineering design documents," *International journal of information management*, vol. 28, no. 5, pp. 379-390, 2008.
- [9] M. B. Chrissis, M. Konrad, and S. Shrum, *CMMI Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison-Wesley, 2005.
- [10] M. Therani, "Ontology Development for Designing and Managing Dynamic Business Process Networks," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 173-185, 2007.
- [11] N. T. Nguyen, "A Method for Ontology Conflict Resolution and Integration on Relation Level," *Cybernetics and Systems*, vol. 38, no. 8, pp. 781- 797, 2007.
- [12] P. Baloh, K. Uthicke, and G. Moon, "A business process-oriented method of KM solution design : A case study of Samsung Electronics," *International Journal of Information Management*, vol. 28, no. 5, pp. 433-437, 2008.
- [13] W. Wen, Y. H. Chen, and H. H. Pao, "A mobile knowledge management decision support system for automatically conducting an electronic business," *Knowledge-Based Systems*, vol. 21, no. 7, pp. 540-550, 2008.