



從全球資訊網知識分佈探討城鄉規劃之資訊科技應用

林峰田¹

論文投稿日期：91 年 01 月 26 日

論文接受日期：91 年 08 月 21 日

摘 要

全球資訊網已經成為當今知識累積與查詢最重要的場域之一。城鄉規劃知識亦不例外。由於具有網頁建置能力者，大多對資訊科技議題也較感到興趣，故其所建置之網頁當不乏以資訊科技為主題者。是故本文挑選一些主要的關鍵詞，利用搜尋引擎 Google，藉以瞭解城鄉規劃者應用資訊科技的情形。透過關鍵詞以及知識分佈的分析，吾人發現傳統數理模式仍居多數，而地理資訊系統等新興資訊科技的應用則尚屬起步，有待加強。不過，吾人從知識分佈圖上也發現了合作式規劃和民眾參與等城鄉規劃議題，和地理資訊系統、宮格自動機、代理人模擬系統、規則式推理、案例式推理、網際網路、標準制度與資訊共享等資訊科技議題，開始呈現緊密結合、大量應用的現象，預期將可以發揮核心功能，凝聚更多的概念。此外，本文亦討論此一開創性研究方法的後續研究方向。

關鍵詞：關鍵詞、知識分佈圖、資訊科技、城鄉規劃

1.國立台灣大學建築與城鄉研究所教授(與國立台灣大學土木系暨中央研究院資訊科學研究所合聘)，E-mail: ftlin@ccms.ntu.edu.tw。

KNOWLEDGE MAPS OF INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATIONS TO URBAN AND REGIONAL PLANNING IN WORLD WIDE WEB

Feng-Tyan Lin

Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 10617(Also with (1) the Department of Civil Engineering, National Taiwan University, (2) the Institute of Information Science, Academic Sinica, Taiwan)

ABSTRACT

World Wide Web has become an important place for knowledge sharing and accumulation. It is fair to believe that those who are able to create their own web pages also most likely include issues concerning with information technology applications in their web pages. Therefore, this article chooses some keywords to explore the status of information technology applications to urban and regional planning by employing the searching capability of Google. By making knowledge map, it is found that traditionally mathematical models are still prevailing, but applications using new information technologies, such as geographical information systems, are lacking. However, by examining the knowledge map, it is also found that some planning issues, such as collaborative planning and public participation, and some information technology issues, such as geographical information systems, cellular automata, agent based modeling, rule based reasoning, case based reasoning, data standards, and information sharing, are highly inter-cited and could become nucleuses for knowledge amalgamation. Finally, this article also discusses the directions of future work.

Keywords: Keywords, Knowledge map, Information technology, Urban and regional planning

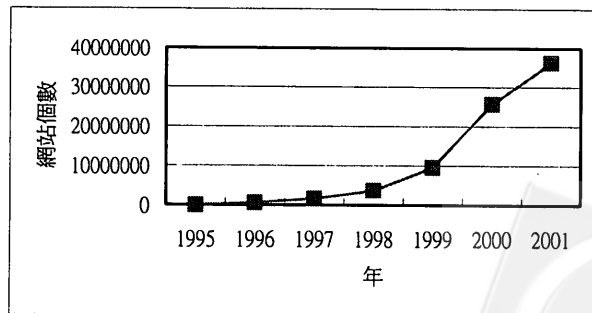
一、前言

城鄉發展的空間形態和演化歷程，乃是城鄉規劃研究者所關切的重要課題。由於此一研究領域涉及大量資料的蒐集、儲存、運算及分析，自從 1950 年代電腦問世以來，城鄉規劃學者即企圖利用電腦輔助規劃作業，發展出計量分析方法，期能有效提高預測及規劃的能力。然而由於當時的電腦運算能力、資料庫、圖形分析能力均相當有限，空間模型也十分粗略，亦未能處理社會、心理、政治等質性的問題，故在 1970 及 80 年代引起相當程度的質疑、挑戰與反省

(Lee, 1973)。到了 1980、1990 年代，人工智能(Artificial Intelligence，簡稱 AI)、專家系統(Expert Systems，簡稱 ES)、決策支援系統(Decision Support Systems，簡稱 DSS)、機器學習(Machine Learning)、類神經網路(Artificial Neural Network)、地理資訊系統(Geographical Information Systems，簡稱 GIS)、複雜系統理論(theories of complex systems)、情境模擬等各式各樣的新資訊理論及技術，相繼問世，又為計量取向的研究方法帶來新的生機，認為這些工具上的進步，不僅可以解決許多原先遇到的困境，更可以在分析方法及技術上所有突破。亦即，可以結合傳統的數理模型、地理資訊系統的圖形疊合、環域分析、近鄰分析、通視分析、空間統計等各種技術、以及人工智能、專家系統、決策支援系統、機器學習、類神經網路、複雜系統理論、情境模擬等方法來增強空間分析的能力(Batty, 1994; Klosterman, 1994)。

由於電腦的問世，使得城鄉規劃的技術和方法有了不斷的更新與突破，故一般大多以「電腦輔助規劃設計」來指稱運用電腦協助解決空間規劃設計問題的技術。然而，目前該名詞已經無法完全涵蓋到此一領域的新近發展。準確的來說，規劃者所追求的，應該是先進的工具設備，以協助解決其所遭遇到的資訊蒐集、處理、分析、分享、表達的問題。從這個觀點而言，電腦只是其中一種最為常用的工具罷了。目前，除了電腦之外，尚有許多資訊工具或者科技可以協助規劃工作，例如：遙感探測(remote sensing)可以掌握即時性的土地覆蓋(land cover)甚或土地利用(land use)的情形；全球定位系統(Global Positioning Systems)可以迅速的定出地形、地物、活動或者事件的位置。是故，「資訊科技輔助規劃設計」應是一個較為妥當的稱謂。

自從 1995 年 2 月「全球資訊網」(World Wide Web，簡稱 WWW)成為世界七大工業國會議的主要議題之一以後(Connolly, 2000)，全球資訊網迅速的風靡世界各地，成為人類交換及共享資訊最重要的場域。一般大眾除了上網查詢資料之外，也有越來越多的人自行建立網站，透過網際網路整理知識、發表作品、徵詢意見、經驗交流。根據 Internet Software Consortium(2002)的調查，全球網站數目由 1995 年的 18,975 個激增到 2002 年 5 月的 37,574,105 個，增加了近 2000 倍(如圖一)；其中，1999 年(含)以後所建置者，佔了 90%以上。是故，吾人可以有一個合理的推論：透過蒐尋引擎所蒐集到的網頁資料，大多是最近三年所建置者，其內容反映出了近年建置 WWW 網頁者所關注的議題。基於此一特性，本文將以「城鄉規劃」及「資訊科技」之相關專有名詞做為蒐尋之關鍵詞，以及由關鍵詞所構成的知識分佈圖，探討近三年來城鄉規劃界應用資訊科技的情形，期能瞭解其主要發展趨勢，並找尋未來的發展方向。



圖一 全球資訊網網站歷年成長趨勢

二、研究方法

(一) 關鍵詞分佈分析

任何一種專業都會形成其所特有的專有名詞。這些專有名詞的背後，代表著特定的現象、問題、理論、專業態度和價值取向。專業人士透過這些專有名詞能夠很簡潔的相互交換意見、進行討論。許多研究報告以及學術論著，也都選擇數個專有名詞做為關鍵詞，讓讀者易於掌握到主要的內涵。尤有進者，關鍵詞本身也成為了研究文化現象或者知識發展的重要關鍵。例如：Wierzbicka and Agha (1999)利用各種語言所使用的關鍵詞來研究不同的文化；Mascull and Fryer (1999)以關鍵詞探討科技的進展；Worlock (1994) 利用 convergence, multimedia, spatial, customised publishing, portability, networks 及 intelligence 等七個關鍵詞來探討出版業者受到創新科技的影響及未來的發展趨勢。

本文將相關的關鍵詞分為「城鄉規劃」及「資訊科技」二大類。其下分別包括了：(1)(城鄉規劃)基本範疇、數理模型、規劃理念、規劃程序，以及(2)(資訊科技)基本範疇、決策支援、視覺模擬、行為模擬、推理系統、技術推廣及新科技等數個細類。各個細類又包括了相關的基本關鍵詞(詳如表一)。

數個基本關鍵詞可以合併成為一個「複合關鍵詞」，數個基本或複合關鍵詞還可以組合成更為複雜的複合關鍵詞。複合關鍵詞反映了各個組成關鍵詞所代表之知識領域的整合。例如：urban regional planning GIS simulation 複合關鍵詞整合了「城鄉規劃(urban regional planning²)」、「地理資訊系統(GIS)」、「模擬(simulation)」等三個知識領域，可以反映出城鄉規劃研究中，應用 GIS 技術進行模擬的情形。可以預見的，愈複雜的複合關鍵詞，其符合條件的網頁數將愈來愈少，也反映了跨領域之知識愈來愈不容易。

目前網路有許多種搜尋引擎，他們的搜尋方法、技術、主要對象並不相同，故其結果也有所不同。本研究採用目前相當普遍的 Google 搜尋引擎(<http://www.google.com/>) 進行分析。關鍵詞係由數個關鍵字或字串所組成。字串由雙引號所界定(如：“urban planning”)，視為一個不可分割、不可調動順序的基本單元。Google 提供四種搜尋方式(大小寫並無差異)：

1. 包含全部的關鍵字(串)：網頁中必須包含所有的關鍵字或字串，但可為任意之排列順序，亦非必須相連續。關鍵字的順序僅影響所查詢到資料的出現順序，但並不影響所查詢到的筆數。
2. 包含完整的關鍵詞：網頁必須包含恰如關鍵詞所示之文字。亦即，必須按關鍵詞之各關鍵字(串)相連續順序，不得倒其順序，或不連續。
3. 包含任何一個關鍵字(串)：網頁只要包含至少一個關鍵字(串)即可。
4. 不包括指定字詞：網頁不能出現任何一個關鍵字(串)。

2.如下文所釋，以urban regional planning為關鍵詞，雖似不合英文文法，但進行方式(1)之搜尋，可以涵蓋出現urban and regional planning及其他具有意義之網頁。

由於本研究係欲瞭解包含各關鍵詞的網頁數量，故搜尋方式(4)並不適用；又，搜尋方式(3)過於寬鬆，將計入太多與本研究主旨無關之網頁，故亦不宜採用。搜尋方式(1)和(2)則各有利弊，以 urban regional planning 為例，若以方式(1)搜尋，則可同時找出包含 urban regional planning, urban and regional planning, urban planning ... regional planning 等各種組合；但若以方式(2)搜尋，則僅能搜尋包含“urban regional planning”之字串者，至於“urban and regional planning”、“urban planning”、“regional planning”則必須分別輸入，逐次進行搜尋，甚為繁瑣。此外，以方式(1)搜尋，其結果亦將包括 transportation planning in urban areas....regional..., 或 regional land use planning...urban...等相關網頁，但是方式(2)便難以窮舉各種可能的字串組合。不過，搜尋方式(1)也可能包含了與城鄉規劃不相關之網頁(例如：I was planning to have a fun in the urban center of Chicago, when I was a student of the Institute of Regional Languages.) 是故，相較之下，方式(1)較有彈性，可以涵蓋相關主題網頁，但也較為寬鬆，可能包含無關之網頁，傾向高估；而方式(2)則過於狹隘，傾向低估，且作業繁瑣不便。相權之下，本研究採取搜尋方式(1)，且僅由關鍵字(不包含字串)組成關鍵詞。

Google 所蒐集的世界各國網頁數至 2002 年 7 月底已高達 20 億。本研究以英文關鍵詞進行查詢，可以瞭解英語系國家城鄉規劃專業者使用資訊科技的情形。然，由於 Google 所蒐集的網頁對象，一直保持動態性的更新，數量不時增減，故本文所呈現之查詢結果，係反映 2002 年 7 月當時之狀態。

表一 基本關鍵詞一覽表

大類	細類	關鍵詞
城鄉規劃類	基本範疇	Urban Regional Planning
	數理模型	model、mathematical model、land use model、transportation model、large scale model
	規劃理念	Growth management、sustainable development
	規劃程序	Public participation、collaborative、sketch planning
資訊科技類	基本範疇	GIS、DBMS
	決策支援	PSS、DSS、SDSS、SUSS
	視覺模擬	VR
	行為模擬	Simulation、Agent based modeling、Cellular Automata
	推理系統	KBS、CBR、Rule based、Fuzzy
	技術推廣	Technology diffusion、information sharing、standard
	新科技	web-based、PDA、mobile、wireless telecommunications、GPS、remote sensing

(二)知識分佈圖

近年來，隨著「知識經濟」的熱潮，一時之間，「知識管理」(knowledge management)受到各界的矚目；其中，「知識分佈圖」(knowledge map)藉用網絡式的資料結構，表達知識的脈絡關係，成為知識管理的核心利器。易言之，知識分佈圖係將各種概念視為網絡節點，各個概念節點之間以連線表示彼此之間的關聯性。此種知識的表達方式已被廣泛的應用在航太計畫、企業管理、課程發展、人格發展等方面(Gordon, 2000)。

本文將表一的關鍵詞，以及其複合關鍵詞，做為知識概念節點，並分析其間的複合關係。本文將基本關鍵詞置於知識分佈圖的最上層，其所複合而出者，置於其下一層；若再進一步複合者，則更置於其下，以此類推。由於下層複合關鍵詞係由上層所複合而成，故其下層之網頁集合必為上層網頁之子集合。下層網頁數佔上層網頁數之比率，顯示了二者的關係：其值愈大(在知識圖中，以較粗之黑線示之)，代表有越多的上層原始關鍵詞引用其他關鍵詞，他們之間的關係也就越密切。如果高比值的節點呈現聚集現象的話，吾人可以稱之為「知識群塊」(knowledge block)。知識群塊的關鍵詞經常相提並論，其跨知識領域的整合程度也較高。

不過，吾人也必須注意到，具潛力的新興知識概念僅存在少數先驅者的著作之中，其網頁數量不多，被引用的機會也少。所以，上下層關鍵詞之比值僅能被解讀成普遍化或相互整合之程度，而非其重要性之程度。

三、關鍵詞及知識分佈分析

(一)基本範疇與數理模式

本研究以 urban、 regional、 planning 等三個關鍵字做為「城鄉規劃」概念的基本範疇。亦即，同時出現此三個關鍵字的網頁(計 1,020,000 頁)構成了「城鄉規劃」相關網頁的母群體。以此三個關鍵字為基礎，加上其他關鍵詞，搜尋而得之網頁，可以得到各級次領域的子群體網頁。本研究即在探索各級次領域之間的知識分佈關係。

另一方面，本研究透過 DBMS(Data Base Management Systems，資料庫管理系統)、GIS、model(數理模式³)等三個關鍵字(群)界定「資訊科技」的三個次領域。透過此三個資訊科技次領域與城鄉規劃所組成的複合關鍵詞，可以讓吾人瞭解城鄉規劃者運用資訊科技的情形(如表二)。

DBMS 的應用甚廣，幾乎所有的資訊系統均必須運用資料庫管理技術。該知識領域言及城鄉規劃者，佔 13%，可稱不少。另一方面，目前規劃者已經相當普遍的應用資料庫管理系

3.model的意義不限於數理模型，但實際上，城鄉規劃界使用model一詞時，多指數理模式。

表二 基本範疇及數理模式(複合)關鍵詞出現筆數及比率

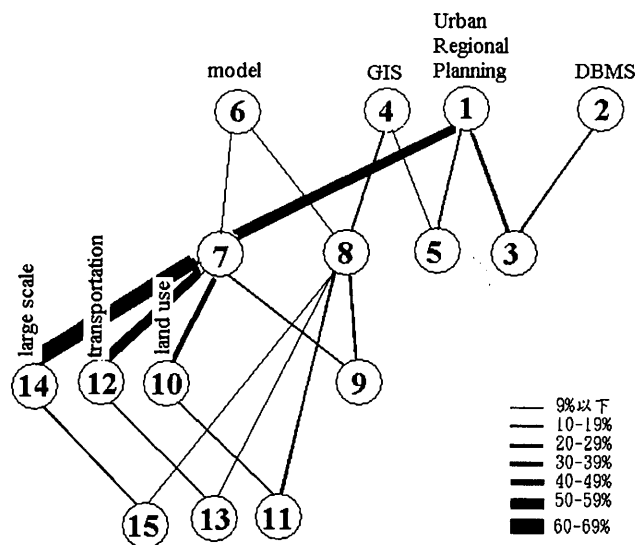
編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比 計算式
(1)	urban regional planning	1,020,000		
(2)	DBMS	2,140,000		
(3)	urban regional planning DBMS	288,000	13% 28%	(3)/(2) (3)/(1)
(4)	GIS	2,970,000		
(5)	urban regional planning GIS	128,000	4% 13%	(5)/(4) (5)/(1)
(6)	Model	34,000,000		
(7)	urban regional planning model	461,000	1% 45%	(7)/(6) (7)/(1)
(8)	GIS model	372,000	1% 13%	(8)/(6) (8)/(4)
(9)	urban regional planning GIS model	58,700	13% 16%	(9)/(7) (9)/(8)
(10)	urban regional planning land use model	316,000	69%	(10)/(7)
(11)	urban regional planning land use GIS model	43,800	14% 12%	(11)/(10) (11)/(8)
(12)	urban regional planning transportation model	220,000	48%	(12)/(7)
(13)	Urban regional planning transportation GIS model	22,300	10% 6%	(13)/(12) (13)/(8)
(14)	urban regional planning large scale model	246,000	53%	(14)/(7)
(15)	urban regional planning large scale GIS model	23,800	10% 6%	(15)/(14) (15)/(8)

統，城鄉規劃資料庫管理系統之網頁佔所有城鄉規劃網頁之 28%，顯見資料庫之課題，受到規劃者相當程度的重視。

除了資料的蒐集與管理之外，城鄉規劃者長久以來，也建立了不少數理模式，以分析預測城鄉的發展趨勢(倪世槐譯，1972；馮正民、林楨家，2000)。從圖二較粗線部份，吾人可以很清楚的看出，有極大部份(45%)的城鄉規劃網頁談及(數理)模型，其主要議題依序為大型模式、交通模式、土地使用模式。此一現象反映了傳統數理規劃模型仍然相當受到重視，而且有朝大型模式發展的趨勢。

相對的來說，近年來頗受重視的地理資訊系統(GIS)技術，其實尚不普及。城鄉 GIS 的網頁僅佔所有城鄉規劃網頁的 13%，尚不及 DBMS(28%)的一半；此外，結合 GIS 於城鄉規劃模型者，亦僅佔 13%。更細的來看，結合 GIS 於 land use model 者佔 14%，於 transportation model 者佔 10%，於 large scale model 者佔 10%。顯然，城鄉規劃者使用 GIS 技術仍不夠普遍，有待推廣。GIS 和傳統土地使用、交通運輸及大型模型之結合，亦尚有許多值得努力之處。

若從 GIS 和 model 的知識領域來看他們在城鄉規劃方面的應用，吾人可以發現，此二知識領域談及城鄉規劃者，僅各佔其知識領域之 4%和 1%。顯然，城鄉規劃並非 GIS 或 model 研究者的主要議題。城鄉規劃者當可以從其他領域學習到許多的應用經驗。



圖二 基本範疇及數理模式知識分佈圖

(二) 規劃理念與程序

如表三所示，在城鄉規劃的專業領域裡，談及「永續發展」(32%)和「公眾參與」(42%)的網頁很多，但使用 GIS 技術者不多，分別僅佔 11%及 8%。其中，進一步發展成 DSS 者，又僅各分佔使用 GIS 技術者之 2%。

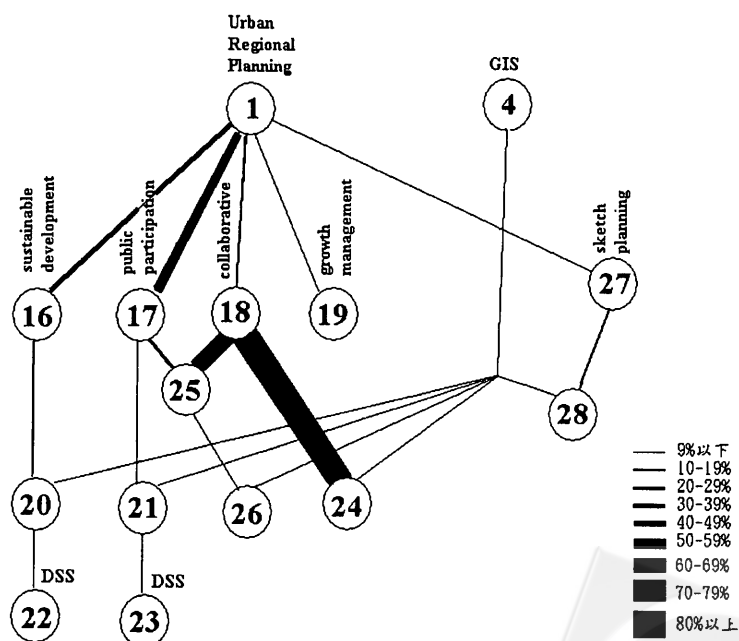
相對的，「合作式」的網頁雖較「永續發展」和「公眾參與」為少，但出現「GIS」(82%)或「公眾參與」(61%)的比率均甚高(如圖三較粗線部份)。但是，同時出現「合作式」、「公眾參與」、「GIS」三者的網頁卻又明顯偏低(5.1%)。這個現象顯示，在合作式環境下，利用 GIS 技術進行公眾參與的方式仍未普遍，然由於「合作式 GIS」和「合作式公眾參與」均已受到重視，其進一步整合將是指日可待，水到渠成。

近年來，我國城鄉規劃學界極力倡導「成長管理」的理念，用以對治數十年以來，過份重視經濟成長，而破壞了環境資源的偏差觀念。然而，從網頁的搜尋結果，「成長管理」僅佔城鄉規劃網頁的 3%而已。此一意外的結果，或許係因「成長管理」的理念已被吸納成為「永續發展」的一部份。

一般認為規劃草案的研擬，屬於一種創造的、藝術的過程，不易以理性分析，故較少討論(1%)。然而，在討論規劃草案的網頁之中，已有 14%開始結合 GIS 技術，此一現象頗值得注意。由於城鄉規劃的過程十分複雜、變化不居，又經常受到政治因素的影響，很難加以固定化、程式化，是故，一般認為資訊科技雖可應用於資料管理，但對於電腦在方案研擬階段所能發揮的功能，則頗有所保留。然而，網頁搜尋結果卻顯示，不少規劃研究者認為 GIS 的空間分析能力也可以在草案研擬階段發揮某種程度的輔助功能。

表三 規劃理念與程序複合關鍵詞出現筆數及比率

編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比 計算式
(16)	urban regional planning sustainable development	331,000	32%	(16)/(1)
(17)	urban regional planning public participation	431,000	42%	(17)/(1)
(18)	urban regional planning collaborative	188,000	18%	(18)/(1)
(19)	urban regional planning growth management	26,500	3%	(19)/(1)
(20)	urban regional planning sustainable development GIS	36,100	11% 1%	(20)/(16) (20)/(4)
(21)	urban regional planning public participation GIS	32,900	8% 1%	(21)/(17) (21)/(4)
(22)	urban regional planning sustainable development GIS DSS	829	2%	(22)/(20)
(23)	urban regional planning public participation GIS DSS	736	2%	(23)/(21)
(24)	urban regional planning collaborative GIS	155,000	82% 5%	(24)/(18) (24)/(4)
(25)	urban regional planning collaborative public participation	115,000	27% 61%	(25)/(17) (25)/(18)
(26)	urban regional planning collaborative public participation GIS	9,680	5% 8% 0.3%	(26)/(18) (26)/(25) (26)/(4)
(27)	urban regional sketch planning	13,700	1%	(27)/(1)
(28)	urban regional sketch planning GIS	1,850	14%	(28)/(27)



圖三 規劃理念與程序知識分佈圖

(三) 決策支援

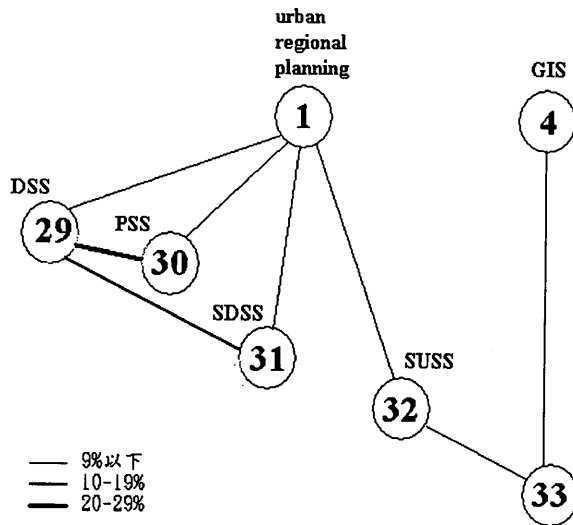
規劃者除了利用電腦來管理龐大的資料庫之外，更期望能利用它來做為輔助決策(Decision Support Systems, DSS)的工具。但是，此一理想畢竟距離實用尚遠，如表四所示，僅有 0.6% 的網頁對此加以討論。

表四 決策支援複合關鍵詞出現筆數及比率

編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比 計算式
(29)	urban regional planning DSS	6,110	0.6%	(29)/(1)
(30)	urban regional planning PSS	1,390	23% 0.1%	(30)/(29) (30)/(1)
(31)	urban regional planning SDSS	510	8% 0.05%	(31)/(29) (31)/(1)
(32)	urban regional planning SUSS	124	2% 0.01%	(32)/(29) (32)/(1)
(33)	urban regional planning GIS SUSS	29	0.5% 0.003%	(33)/(29) (33)/(1)

DSS 乃是 PSS(Planning Support Systems, 規劃支援系統)不可缺少的一部份。然而，僅有 23% 的城鄉規劃 DSS 網頁，能進一步的結合規劃程序，探討成為 PSS 的可能。而能再進一步結合 GIS 觀念，探討「空間決策支援系統」(Spatial Decision Support Systems, SDSS)者更少，驟降為 8%(詳圖四)，再次印證了目前 GIS 多用於輔助規劃行政管理作業，而甚少能應用於規劃決策本身之現象。

「社區營造」以及「民眾參與」是目前規劃界相當熱門的議題。由於傳統的 SDSS 處理社區參與時所面臨的問題，能力相當有限。Couclelis and Monmonier(1995)乃首次提出 Spatial Understanding Support System (SUSS)的觀念，以處理社區衝突的問題。他們主張，衝突的化解有賴於彼此的理解，而非片面合理、理性的決策。Horita(2000)更以倫敦地區都市更新計畫為案例，採用軟性手法，結合 GIS 發展出 CRANES (Coordinator for Rational Arguments through Nested Substantiation)。CRANES 是一種溝通的工具，可以儲存民眾的意見，將溝通時所發生的地理、策略、問題，加以結構化處理，以利規劃者與民眾做多元、多面向的相互理解。此種結合 GIS、SUSS 的研究，仍屬相當前緣的研究，數量相當少，僅佔城鄉 DSS 研究的 0.5%而已(詳圖四)。



圖四 決策支援知識分佈圖

(四)動態系統及視覺模擬

在數理模型的年代，系統模擬(simulation)的技術相當受到重視。但經 1970 年代對數理模型的質疑之後，這方面的研究已大量減少，目前僅佔城鄉規劃網頁的 7% (如表五)。值得注意的是：雖然空間乃是城鄉規劃的重要場域，但在仍論及模擬的網頁之中，結合 GIS 進行空間模擬者尚不及二成，進一步論及 DSS 者更少，約 1%。顯見 GIS 的應用仍有極大的發展餘地。

「宮格自動機」(Cellular Automata, CA) 是近年來頗受注目的新理論，可用於模擬動態系統。雖然目前在城鄉規劃領域的應用仍少，僅佔 0.1%，但已有了一些初步的研究成果。1997 年的 *Environmental and Planning B: Planning and Design* 期刊第 24 卷第 2 期，曾經以 *Urban systems as cellular automata* 出了一期專刊，探討它在都市與區域研究的應用；此後，即不斷有相關文獻問世。例如：Li and Yeh(2000)及 Yeh and Li(2001)結合了宮格自動機及地理資訊系統技術，透過不同空間層次的限制條件，探討各種策略下的城鄉發展趨勢，以達成永續發展的目標。Clarke 等人(1997)模擬了舊金山灣近百年來的發展歷史。Wu and Webster (1998)結合了宮格自動機和多準則評估的技術，進行土地發展的模擬。Wu(1999)討論了它模擬時空演化的意義。Dragicevic(2001)更進一步結合了模糊邏輯，模擬加拿大三個城鎮在 1956 至 1986 年之間的发展。O'Sullivan(2001)更進一步提出「圖式宮格自動機」(Graph-cellular automata)的理論。這些模擬都依據實際歷史資料，進行檢核校估，以強化其模擬成果的可信度。國內在這方面的研究，尚屬起步，相關文獻尚不多(如：賴進貴，2000)。

另一方面，相當多的「代理者模擬系統」(Agent based modeling)也被應用於動態系統的研究，但是，進一步結合 GIS，發展成決策支援系統者，為數甚少，僅佔 1.1%。在國內，馮君

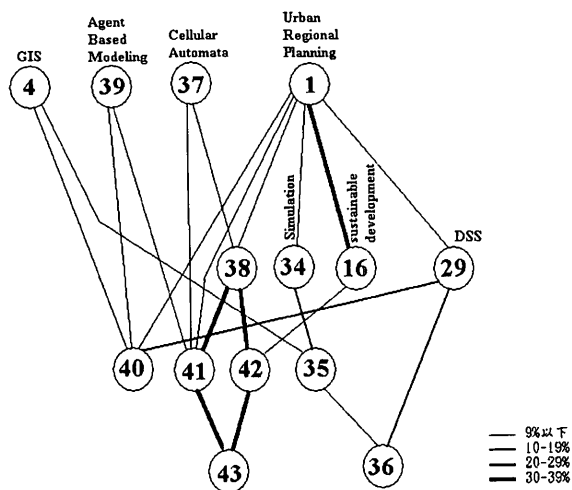
君、楊賀雯(1993)和陳鴻勝、林峰田(2000)曾針對電玩軟體模擬城市(SimCity)的代理者模擬機制和應用加以探討。

表五 動態系統複合關鍵詞出現筆數及比率

編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比計算式
(34)	urban regional planning simulation	71,900	7%	(34)/(1)
(35)	urban regional planning GIS simulation	13,900	19% 0.5%	(35)/(34) (35)/(4)
(36)	urban regional planning GIS simulation DSS	753	1% 5% 12%	(36)/(34) (36)/(35) (36)/(29)
(37)	Cellular automata	72,200		
(38)	urban regional planning cellular automata	1,270	0.1%	(38)/(1)
(39)	Agent based modeling	101,000		
(40)	urban regional planning GIS Agent based modeling DSS	1,150	0.04% 1% 19%	(40)/(4) (40)/(39) (40)/(29)
(41)	urban regional planning cellular automata agent based modeling	405	32%	(41)/(38)
(42)	urban regional planning cellular automata sustainable development	491	39% 8%	(42)/(38) (42)/(16)
(43)	urban regional planning cellular automata sustainable development agent based modeling	154	31% 38%	(43)/(42) (43)/(41)

不過，將近有 1/3 的宮格自動機應用，結合了代理者模擬系統的理論，透過模擬個體行為，探討總體形態的變化。同時，值得注意的是，利用 CA 觀念來探討永續發展議題者，佔城鄉規劃宮格自動機網頁的 39%，其中，結合了「代理者模擬系統」者，又佔了其中的 31%，為數不少(如圖五較粗線部份)。可預見將來會有越來越多的此一方面的研究。

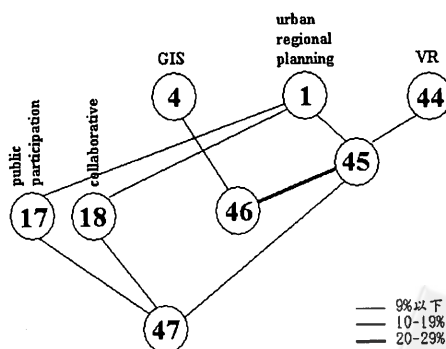
除了系統發展行為的模擬之外，近來規劃界也開始注意到視覺模擬(visual simulation)以及虛擬實境(virtual reality, VR)在規劃及民眾參與的潛在應用。在國內，既有的研究主題多在建築造形(邱茂林、藍儒鴻 1997)、工程營建(邱茂林、2000)、設施管理(邱茂林、游晉程，1999)和法規視覺化(施弘晉、林峰田，1994)、避難行為(陳鴻勝、林峰田，1998)等方面。但是，網路在這方面的討論，仍然不多。虛擬實境的探討(詳表六)，僅佔城鄉規劃網頁的 0.6%。現在許多 GIS 套裝軟體已經具有產生 VR 的能力，但是目前只有二成的網頁提及(如圖六粗線部份)，仍較預期者為低。又，僅 4%進一步探討其在公眾參與及合作式規劃的應用，值得進一步加強此一方面的研究。



圖五 動態系統知識分佈圖

表六 視覺模擬複合關鍵詞出現筆數及比率

編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比計算式
(44)	VR	3,260,000		
(45)	urban regional planning VR	5,700	0.6% 0.2%	(45)/(1) (45)/(44)
(46)	urban regional planning VR GIS	1,150	20%	(46)/(45)
(47)	urban regional planning VR collaborative public participation	207	4%	(47)/(45)



圖六 視覺模擬知識分佈圖

(五)推理系統

空間規劃並非單純且一成不變的計算問題。規劃方案的產生，經常需要創意的激發與推導，而創意似乎是智能的一種表徵。是故，當人工智能(Artificial Intelligence, AI)的可能性被提出之際，空間規劃者也為之著迷，希望能藉著人工智能來輔助規劃。

人工智能的研究可以上溯至 1960 年代有關對人類思考能力之研究。其研究之主題涵蓋了知識表達、思考推理、解答蒐尋方法、自然語言、人工智能語言、視覺辨識、機器學習等方面。人工智能的研究者經常以人類下棋、定理證明、感官知覺、讀報等日常行為做為模仿的對象，希望能讓電腦具有與人類相同甚至於更高明的能力。隨著研究的逐漸深入，人工智能研究者依據符號邏輯的理論，發展出規則式推理系統(rule based reasoning systems)，做為專家系統(expert systems)的推理引擎。然而，規則式推理系統只能表達顯性知識(explicit knowledge)；是故，近來又有案例式推理(case based reasoning, CBR)以及類神經網路(artificial neural network)問世，運用蘊含在案例中的隱性知識(implicit knowledge)進行推理(如表七，48-54)。

CBR 係利用經驗法則，建立檢索指標的方式，讓使用者在遇到問題時，從案例庫中擷取適當的案例經驗，做必要的修正後，即可得到相當滿意的答案(如：蔡博文、許家成，2000；林峰田、李佳昀，2000)。近年來 CBR 在城鄉規劃的應用算是不少(50%，如圖七節點 1 及 48 之間較粗線部份)，但結合 GIS 者僅 10.3%。其中，發展成 DSS 者，又僅佔其 2%。另一方面，Rule based 的理論比 CBR 還早問世，但是目前的 Rule based 網頁數卻遠少於 CBR，或許是反映出了 rule based 已經不再受到以往的重視了。其實，Rule based 和 CBR 二者是相輔相成的。現在同時提及 CBR 和 Rule based 的城鄉規劃 GIS 網頁，佔 rule based 網站的 79%(如圖七之最粗線部份)，顯見大多數的網頁已不再單獨只談 rule based，而是與 CBR 同時考慮。

類神經網路技術模仿生物神經系統之運作原理，而具有分類、辨識以及學習的能力(蔡瑞煌，1995)。復由於它亦可以應用於多變數相關性分析，其與傳統統計迴歸分析的互補性也開始受到注意(馮正民、梁馨云，1999)。然而，類神經網路技術雖極具潛力，但是它在城鄉規劃領域似乎並未受到重視，其網頁數量僅佔城鄉規劃網頁的 0.4%。

早期邏輯語句的描述必須十分精確，以致於難以應用於實際問題。自從 Zadeh(1965)提出了模糊集合理論(Fuzzy set theory)之後，電腦也能處理涉及模糊概念的問題(馮德益、樓世博，1988)，而有許多不同領域的應用，例如：語言學、風險評估、決策理論、工程、建築(林峰田、溫國忠，1993)、醫學、程式設計、演算法、資料庫、企業管理...等(Zadeh, 2001)。但是，它在城鄉規劃領域之應用相對不多，僅佔 fuzzy 網頁之 0.5%(詳表七，55-59)。其中，與 GIS 結合者，雖佔 32%，但仍少與推理方法、公眾參與等議題結合，與 DSS 結合者則更為稀少。

(六)技術推廣

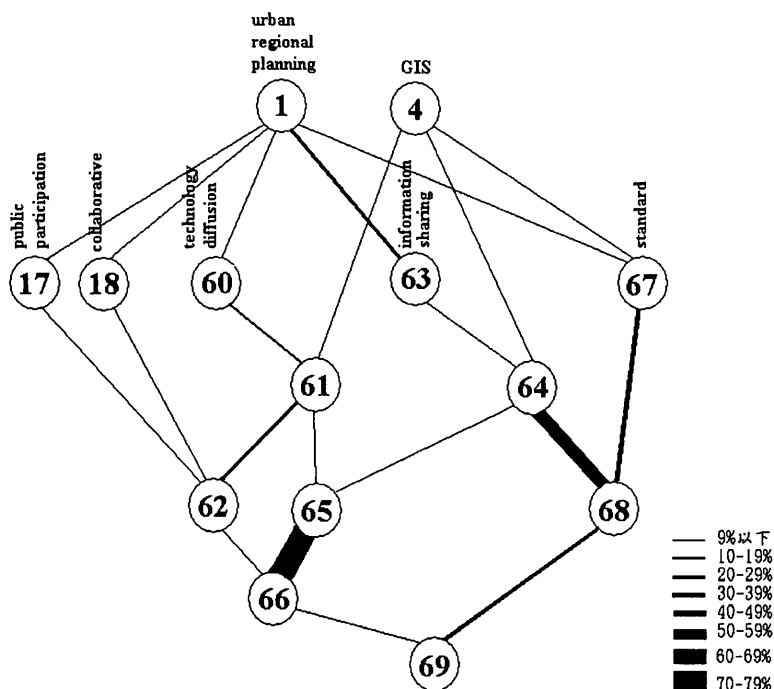
相對於技術本身，技術擴散的管道、速度，影響了整體資訊化、知識經濟的腳步。如表八所示，此一議題在城鄉規劃界也尚未受到重視(2.3%)，尤其是 GIS 技術擴散的議題，更是未受青睞，僅佔 0.4%。不過，有 1/4 的網頁，同時注意到了 GIS 技術擴散與合作式公眾參與的關係。

資訊共享是規劃過程中很重要的議題(28%)。在資訊共享的議題之中，談 GIS 資訊共享者不多，僅佔 7%。由於 GIS 是目前相當熱門的議題之一，其推動必然涉及跨單位執行，故為推動資訊共享的契機。此外，在 GIS 資訊共享、技術擴散的議題中，進一步結合到公眾參與議題者，佔了很高的百分比(71%，如圖八最粗線部份)。顯然，欲應用 GIS 來促進公眾參與者，大多注意到了資訊共享和技術擴散的課題。是故，鼓勵應用 GIS 來輔助公眾參與，將可以促進資訊共享和技術擴散的附帶效果。

資訊共享必然涉及到「標準」的問題。只有資料格式的標準化，才能有效的整合資訊、共享資訊。58%談到資訊共享與技術擴散的城鄉 GIS 網頁，均也同時談到了標準制度的議題(如圖八右側較粗線部份)。不過，進一步再與公眾參與、合作式規劃相提並論者僅有 9%，顯然偏低。

表八 技術推廣複合關鍵詞出現筆數及比率

編號	(複合)關鍵詞	出現筆數	百分比	百分比 計算式
(60)	urban regional planning technology diffusion	23,100	2%	(60)/(1)
(61)	urban regional planning GIS technology diffusion	4,130	0.4%	(61)/(1) 18% (61)/(60)
(62)	urban regional planning GIS technology diffusion collaborative public participation	1,030	25%	(62)/(61)
(63)	urban regional planning information sharing	280,000	28%	(63)/(1)
(64)	urban regional planning GIS information sharing	19,900	7%	(64)/(63)
(65)	urban regional planning GIS information sharing technology diffusion	1,560	8%	(65)/(64)
(66)	urban regional planning GIS information sharing technology diffusion collaborative public participation	1,100	71%	(66)/(65)
(67)	urban regional planning GIS standard	37,600	4% 1%	(67)/(1) (67)/(4)
(68)	urban regional planning GIS standard information sharing	11,600	31% 58%	(68)/(67) (68)/(64)
(69)	urban regional planning GIS standard information sharing technology diffusion collaborative public participation	3380	29%	(69)/(68)



圖八 知識推廣知識分佈圖

（七）新科技

隨著網際網路的興盛，網際網路在城鄉規劃的角色受到相當程度的注意，佔了城鄉規劃網頁的 37%(詳表九)。其中，有 35%的網頁更進一步注意到了網際網路的資訊共享特性(如圖九較粗線部份)。網際網路除了可以展示常見的文字、圖片、動畫、音樂等形式的資訊外，近來更已與 GIS 相結合，可以在網頁上，依據地址、街道名稱、重要地標等方式，透過疊圖、縮放等技巧，互動的查詢各式各樣的地理資訊。目前，大約有 1/3 的城鄉規劃 GIS 網頁提及網際網路 GIS 的功能；其中，又有 1/3 的網頁注意到透過它共享 GIS 資訊的問題。在我國，營建署、農委會、台北市、台中市、高雄市等政府網頁，均已提供此一網際網路 GIS 的功能。由於查詢者只要能連上網際網路即可取得十分豐富的地理圖形資訊，預料此一功能將會越來越普遍。

「個人數位助理」(Personal Digital Assistant, PDA)可以說是一種口袋型的小電腦，攜帶十分方便，已有越來越多的人利用 PDA 做為電子記事本，紀錄行事曆、通訊錄等。此一功能對於從事都市規劃管理的外業人員而言，也是十分方便，可以做為市容查報、工程監督或者土地利用調查的工具。然而，此一深具潛力的輔助工具，似乎還未受到城鄉規劃者應有的重視，目前僅有 0.4%的城鄉規劃網頁討論此事。不過，對於使用 PDA 的城鄉規劃者而言，有 20%的網頁已進一步討論利用 PDA 紀錄與運用 GIS 的資料。

四、討論

任何研究均有其限制，其研究成果均必須在其限制之內，做適當之理解與詮釋。本研究透過了 80 個(複合)關鍵詞來嘗試瞭解城鄉規劃界運用資訊科技的情形，本節將討論其所存在之限制。透過以下的討論，吾人也可以發現未來可能的後續研究方向。

首先，吾人必須注意到，相對於所有的城鄉規劃者而言，有能力且實際自行建置網頁者，畢竟仍屬少數。是故，本研究並不能反映所有城鄉規劃者應用資訊科技的情形，而僅能呈現有能力且實際自行建置網頁之城鄉規劃者的資訊科技應用情形。由於這些城鄉規劃者具有較嫻熟的資訊科技能力，故相對於所有城鄉規劃者而言，前節所得之各種比率，應較偏高才是。

任何研究均有其預設之主觀成份存在。本研究對於關鍵詞的挑選，乃是基於學識經驗之主觀認知。不同的研究者或許有不同的主觀認知，而可能挑選不同的關鍵詞，用以代表所欲指涉的知識領域。然而，此等主觀認知並非任意的，而是具有某種程度的共識基礎，故仍具其相對客觀性。未來的研究宜就其他不同的關鍵詞加以搜尋探索。

各個關鍵詞仍然有相當多的同義字(詞)未能於本研究中加以考慮。例如：city planning、urban plan 和 city plan 均可視為 urban planning 的同義詞。雖本研究為避免過於複雜的搜尋及分析，故採用較常用的 urban planning 做為關鍵字組，但事實上，出現 city planning 等同義詞的網頁，亦為數不少，將來宜逐步納入同義字詞，以使其更能反映實情。

本研究暫以涵義較廣之關鍵詞進行搜尋，將來應可就各級次領域做進一步的探討。例如：土地適宜性分析(land use suitability analysis)經常被做為落實「成長管理」或「永續發展」的重要依據。又如：碎形維度(fractal dimension)應用於地景變遷(王素芬等，1999；鄭祈全等，1999)、都市空間結構及成長模式(林如珍、賴世剛，1998；詹振維，2000；鄧東波等，2001)、土地使用混合度指標(林峰田，1991)、都市天際線(謝祥偉，1998)等方面。

不過，有些次領域知識較偏學理性或尚屬初步研究階段，在一般實務應用上尚不多見，所以無法在一般性的城鄉規劃網頁突顯其份量。例如：歸納推理(inductive reasoning)、非單調推理(non-monotonic reasoning)...等，屬於相當冷僻之研究題目，難度亦甚高，研究者甚少。是故，這些具有發展潛力的新興研究課題或許必須以專業性學術刊物為其搜尋範疇，且不能以數量為評量之依據，而應注意其創新性，始能正確的顯現其重要性。

搜尋引擎所涵蓋的網頁，經常動態性的更新。是故，有必要進行定期性的搜尋，俾瞭解城鄉規劃應用資訊科技的消長變化情形，從而可以瞭解城鄉規劃者專業術語概念的變遷、掌握焦點議題的移轉，以及新興議題的浮現。從語意學的觀點而言，關鍵字詞所代表的涵義範疇，經常是模糊的，且非固定不變的。同一字詞在不同的年代，其內涵範疇可能不同，例如：「電腦」一詞，不同年代的電腦，其所指涉的記憶、運算和通訊能力，自不相同。再者，早期的概念也可以能被揚棄、取代或者融進新觀念之中。例如：「藍圖式規劃」已被揚棄，「自動控制」(cybernetics；杜清宇，1971)則被「動態系統」所取代，而「成長管理」則被「永續發展」所吸納。此外，從快速增加的網頁數量，吾人將可以指認出當前熱門的議題。

搜尋引擎 Google 具有限定搜尋某些特定網域、網頁建置時間、以及語言的功能。利用特定網域的搜尋限制條件，吾人將可以比較學術界(.edu)、政府單位(.gov)和實務界(.com)之城鄉規劃者知識分佈的異同點；利用網頁建置時期的搜尋限制條件，吾人可以探索各個關鍵詞在不同時期的演變情形；利用語言搜尋限制條件，分別以繁體、簡體中文、日文、韓文、法文、德文等不同語文進行搜尋，當可以瞭解使用不同語文之規劃界的知識分佈是否有所不同。

利用不同的搜尋引擎，將會得到不同的結果。是故，如能比較不同引擎的搜尋結果，或許可以得出不同的結論，而使知識分佈圖更具週延性。

五、結論

本研究以 Google 搜尋引擎做為研究工具，探索城鄉規劃者應用資訊科技的情形。透過 80 個(複合)關鍵詞，吾人可以獲得以下的初步結論：

1. 數理模式以及資料庫管理仍是善用資訊科技之城鄉規劃者的主要議題，而新近的資訊技術，例如地理資訊系統、決策支援系統、全球定位系統、個人數位助理、虛擬實境...等，則仍未受到應有的重視。
2. 城鄉規劃及資訊科技之間，已經開始形成一些初步的「知識群塊」。他們相互引用彼此的概念，例如：合作式規劃已大量應用地理資訊系統技術；宮格自動機和代理人模擬系統的結合；規則式推理、案例式推理、地理資訊系統的結合；資訊共享和民眾參與、合作式規劃、網際網路的結合；標準制度與資訊共享的結合...等等。這些知識群塊將可以進一步融合，凝聚更多的概念。
3. 有許多新興資訊科技，雖然目前的網頁數量尚不多，但極具發展潛力，可以有效提昇規劃品質及效率。爾後宜多加推廣及宣導，讓規劃者善加運用資訊工具。

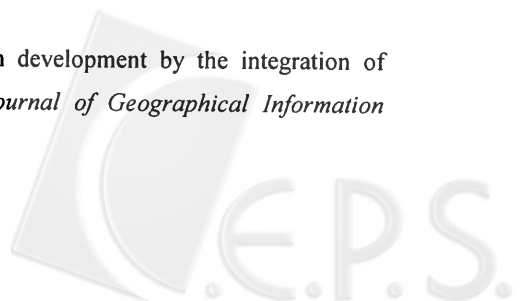
以關鍵字來探索城鄉規劃者的知識分佈情形，是一項極具潛力的知識論研究方法。本研究僅是跨出第一步，將來還可以進一步深化其研究工作，以增進吾人對知識的瞭解。例如：增加同義字詞，以及次領域關鍵字詞，以使吾人能更全面性瞭解規劃知識的分佈情形；透過定期的搜尋以及網頁建置時序分析，可以瞭解規劃知識的變遷狀況；透過不同語言的搜尋，可以瞭解不同文化的規劃概念以及其所關注之焦點。此外，針對專業期刊進行關鍵字知識分佈分析，更可以深入瞭解此一領域的前緣知識之進展情形，有助於城鄉規劃領域後續研究方向的釐定。



參考文獻

1. 王素芬、陳永寬、鄭祈全(1999)，地理資訊系統和碎形維度於森林地景空間變化上之應用，「航測及遙測學刊」，第 4 卷，第 2 期，第 33-53 頁。
2. 杜清宇(1971)，「模控學」，譯自 N. Wiener, Cybernetics，台北：徐氏基金會。
3. 林如珍、賴世剛(1998)，都市土地使用複雜空間結構之探討，「人與地」，第 172 期，第 16-25 頁。
4. 邱茂林(2000)，虛擬實境系統的使用者介面設計研究--以建築工程模擬為例，「建築學報」，第 34 期，第 121-135 頁。
5. 邱茂林、游晉程(1999)，集合住宅屬性與設施管理之決策關係研究，「建築學報」，第 28 期，第 33-57 頁。
6. 邱茂林、藍儒鴻(1997)，虛擬實境應用在建築視覺模擬的探討，「高苑學報」，第 6 卷 1 期，第 329-332 頁。
7. 林峰田(1991)，空間混合度之準碎形指標，「建築與城鄉研究學報」，第 6 期，第 9-17 頁。
8. 林峰田、李佳昀(2000)，地震防救災文獻案例式查詢系統，「都市與計劃」，第 27 卷，第 1 期，第 65-80 頁。
9. 林峰田、溫國忠(1993)，建築空間開闊性之模糊隸屬函數，「中華民國第一屆 FUZZY 理論與應用研討會論文集」，第 502-509 頁。
10. 施弘晉、林峰田(1994)，法規視覺化之初步研究，「建築學會第七屆學術研討會論文集」，第 961-966 頁。
11. 倪世槐譯(1972)，「都市及區域之系統規劃原理」，譯自 J. McLoughlin, Urban and Regional Planning: A Systems Approach，台北：幼獅文化事業公司。
12. 陳鴻勝、林峰田(1998)，一個模擬救災與避難行為之動態模擬系統，「建築學會學術研討會論文集」，第 71-76 頁。
13. 陳鴻勝、林峰田(2000)，從 SimCity3000 學習 - 試論都市規劃模擬系統之機制，「中華民國建築學會建築研究成果發表會論文集」，第 889-892 頁。
14. 馮正民、林楨家(2000)，「都市及區域分析方法」，新竹：建都文化事業公司。
15. 馮正民、梁馨云(1999)，以結構化社會經濟因素探討旅次發生--類神經網路與多元迴歸之比較，「都市與計劃」，第 26 卷，第 1 期，第 55-77 頁。
16. 馮德益、樓世博(1988)，「模糊數學方法與應用」，台北：科技圖書公司。
17. 馮君君、楊賀雯(1993)，SimCity--專業性遊戲軟體之功能與應用，「都市與計劃」，第 20 卷，第 2 期，第 113-134 頁。
18. 詹振維(2000)，「以碎形幾何理論模擬與分析都市成長模式之研究」，成功大學建築研究所碩士論文。

19. 鄭祈全、詹進發、許立達(1999)，應用碎形維度監測森林地景結構與變遷之研究，「臺灣林業科學」，第 14 卷，第 4 期，第 397-407 頁。
20. 鄧東波、林裕彬(2001)，以碎形維度探討中部地區建成地型態之研究，「人與地」，第 209 期，第 55-61 頁。
21. 蔡瑞煌(1995)，「類神經網路概論」，台北：三民書局。
22. 蔡博文、許家成(2000)，智慧型地理資訊系統的發展--案例式推理的結合，「地理學報」，第 28 期，第 17-26 頁。
23. 賴進貴(2000)，細胞自動機與地理資訊系統結合之初探研究，「中國地理學會會刊」，第 28 期，第 109-126 頁。
24. 謝祥偉(1998)，「以碎形幾何理論分析都市天際線之研究」，成功大學建築研究所碩士論文。
25. Batty, M. (1994). A Chronicle of Scientific Planning: the Anglo-American Modeling Experience, *Journal of the American Planning Association*, 60(1):7-16.
26. Clarke, K. C., Hoppen, S., and Gaydos, L. (1997). A Self-modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Francisco Bay Area, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24:247-262.
27. Connolly, D. (2000). A Little History of the World Wide Web from 1945 to 1995 , <http://www.w3.org/History.html>
28. Couclelis, H. and Monmonier, M.(1995). Using SUSS to resolve NIMBY: how spatial understanding support systems can help with the “not-in-my-back-yard” syndrome, *Geographical systems*, 2:83-101.
29. Dragicevic, S. (2001). Space, time, and dynamics modeling in historical GIS databases: a fuzzy logic approach, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28:545-562.
30. Gordon, J. L. (2000). Creating Knowledge maps by Exploiting Dependent Relationship, *Knowledge-Based Systems*, 13(2-3):71-19.
31. Horita, M. (2000). Mapping policy discourse with CRANES: spatial understanding support systems as a medium for community conflict resolution, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 27(6):801-814.
32. Internet Software Consortium (2002). *Internet Domain Survey* , <http://www.isc.org/ds/>
33. Klosterman, R. E. (1994). Large-Scale Urban Models: Retrospect and Prospect, *Journal of the American Planning Association*, 60(1):3-6.
34. Lee, D.B. (1973). Requiem for large-scale models. *Journal of the American Institute of Planners*, 39: 163-178.
35. Li, X. and Yeh, A. (2000). Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS, *International Journal of Geographical Information Science*, 14(2):131-152.



36. Mascull, B. and Fryer, T. (1999). Key words in science and technology, *Modern Language Journal*, 83 (2): 286-287.
37. O'Sullivan, D. (2001). Graph-cellular automata: a generalized discrete urban and regional model, *Environmental and Planning B: Planning and Design*, 28(5):687-705.
38. Wierzbicka, A. and Agha, A. (1999). Understanding cultures through their key words: English, Russian, Polish, German, and Japanese, *American Anthropologist*, 101 (4): 860-861.
39. Worlock, Dr. (1994). Publishing Beyond the 1990s - 7 key words - a Semantic View of Future Developments, *Libri*, 44 (4): 289-298.
40. Wu, F. (1999). GIS-based simulation as an exploratory analysis for space-time processes, *Journal of Geographical Systems*, 1(3):199-218.
41. Wu, F. and Webster, C. J., (1998). Simulation of land development through the integration of cellular automata and multicriteria evaluation, *Environment and Planning B*, 24:323-343.
42. Yeh, A. and Li, X. (2001). A constrained CA model for the simulation and planning of sustainable urban forms by using GIS, *Environmental and Planning B: Planning and Design*, 28(5):733-753.
43. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets, *Information Control*, 8(3):338-353.
44. Zadeh, L. A. (2001). *Advances in Fuzzy Systems: Applications and Theory*, http://www.wspc.com.sg/books/series/afsat_series.html

