

智慧城市與智慧地球

孫志鴻

台灣大學地理環境資源學系教授

摘要

人類的發展面臨極大的挑戰，日益嚴重的環境問題、經濟問題、與社會問題，需要結合人類所有的智慧，共同來面對未來的挑戰。地理資訊科學過去五十年的發展，加上近年來逐漸成熟的物聯網、雲端運算、開放鏈結資料、大數據分析、語意網等智慧科技，讓我們看到解決問題的出路。智慧地球與智慧城市將是人類未來共同努力的方向，但是需要結合世界各國的政府、學術界、與企業界的力量共同合作。本文回顧地理資訊科學、物聯網、雲端運算、開放鏈結資料、大數據分析、語意網、智慧城市與智慧地球的發展歷程，並提出智慧決策雲的概念，透過協同合作，讓全球的資料結合成一個可以讓所有人共同分享的超級大數據，學術界的研究成果，也可以成為方便好用的知識庫。決策者只要在智慧決策雲上提出決策需求與面臨的問題，資訊廠商就可以利用智慧決策雲的大數據與知識庫，快速的發展出符合決策者需求的決策支援系統，以雲端租用的方式提供給決策者使用，因為此一大數據幾乎免費，知識庫的模式租用也相當便宜，因此決策者將可以用相當低廉的價格，租用最先進的智慧型決策支援系統，即使是最窮的國家，也能受惠於智慧地球與智慧城市的智慧應用，逐步的改善環境問題、經濟問題、與社會問題，人類永續發展的夢想，將不再是遙不可及。

關鍵詞：智慧地球、智慧城市、地理資訊科學、物聯網、開放鏈結資料、大數據分析。

一、前言

目前全球已經有超過一半的人口居住在城市，而且城市化的腳步愈來愈快，但世界各大城市多面臨交通擁塞、公共設施不足、失業率飆升、環境汙染、治安惡化等挑戰，如何回應這些挑戰，成為城市首長們無可迴避的課題。但幸運的是目前資訊科技的快速發展，如雲端運算、物聯網、感測網、巨量資料、社交網路、地理資訊系統等日漸成熟的技術，也提供了回應這些挑戰的機會，因此架構在這些新科技上的智慧城市，也成為近年來熱門的話題。各國城市的首長們都期望透過智慧城市的推動，解決城市面臨的問題，並幫助城市邁向永續發展的坦途（吳余龍 and 艾浩軍 2011, Clarke 2013, Deakin and Al Waer 2013, 陳勁 2013）。

智慧城市議題受到高度的重視，是因為這是解決城市問題的重要手段，目前應討論的課題已經不是要不要推動智慧城市，而是該討論如何推動及落實智慧城市的理念。近年來物聯網及空間地理資訊技術的快速發展，提供了落實智慧城市願景的堅實基礎，在Cisco針對智慧城市與物聯網發展的白皮書中，提出了落實智慧城市的重要策略（Clarke 2013）。近年來快速崛起的物聯網，堪稱歷史上首見的智慧基礎建設革命，這次革命將會把每一台感測器、每一家企業、每一個政府機構、每個居民和每一輛汽車，全都連結到一個由通訊網路、能源網路和物流網路組成的智慧網路。2007年大約有一千萬個感測器，將各式各樣的人類發明連結到物聯網之上，但到了2013年時，連結上網的感測器激增到超過三十五億個，更驚人的是估計到2030年，連結到物聯網的感測器將有一百兆個（Rifkin 2014）。大量即時回傳的感測器資料，將形成無法想像的巨量資料，透過巨量資料分析技術，將大幅提升人類的決策效能與生產力。

除了城市面臨許多的問題與挑戰，近年來全球氣候變遷與金融海嘯的問題，更讓問題的尺度擴大到全球的層面，甚至威脅到人類未來的發展。雖然聯合國自1992年開始推動永續發展的理念，但問題的惡化速度並沒有減慢，反而因全球化的問題而日益嚴重（IPCC, 2014）。未來人

類的出路在哪裡，難道我們只能看著問題日益惡化而束手無策？但好消息是，科技的發展腳步也未曾停歇，尤其是近年來地理資訊科學、雲端運算、物聯網、語意網、開放鏈結資料、大數據分析等科技的興起，讓我們看到一線希望。地理資訊系統與地理資訊科學的發展，讓我們能更有效率的收集、處理、與分析地理空間資訊(Kennith et al., 2010; Raper, 2009)。雲端運算技術的發展，讓資訊的取得與分享更有效率(Buyya, Yeo, Venugopal, Broberg, & Brandic, 2009)。物聯網的發展，讓地理資訊系統變成為即時的地理資訊系統，讓決策者可以掌握時空的變化趨勢(Clarke, 2013)。開放鏈結資料的發展，讓資料的分享與取用更容易(Bauer and Kaltenbock, 2012)。大數據分析技術的發展，讓大量的時空資料，可以透過資料探勘的技術，找出問題的根源，進而能提出解決問題的對策(McAfee & Brynjolfsson, 2012)。

其實人類面臨的環境問題、經濟問題、與社會問題，背後有一個共同的根源，那就是人性的貪婪(余致力, 2006)。工廠為了降低生產成本，將生產過程的汙染物未經處理排放到河川或是大氣，造成環境的汙染；2008年的金融海嘯，也是因華爾街銀行家的貪婪，造成全球連鎖性的經濟災難；2014年台灣發生的太陽花運動，部分原因也是因貧富問題的加劇，經濟利益獨厚財團，而廣大的百姓並未受益，造成年輕人對政府的不滿。自古以來權力與貪婪互相勾結，造成人類的許多悲劇，而對付貪婪問題的最佳對策，就是資訊與權力的透明化，讓所有問題與資訊攤在陽光下，貪污腐敗問題自然無處可藏，因此透過資訊開放制度的設計，可以將貪污腐敗問題大幅降低(孫志鴻, 尚榮康, 連敏芳, & 王俞涵, 2015)。

但是資訊的開放面臨技術與行政上的雙重障礙，技術上的障礙是指資訊系統所使用的硬體、軟體與資訊格式的不同，造成資料交流與分享上的障礙，但近年來因許多國際資訊標準的推動，資訊分享的技術障礙已慢慢克服(Villa, Athanasiadis, & Rizzoli, 2009; Wellen & Sieber, 2013)。資訊分享的行政障礙是指政府單位的保守主義與過時的規範，讓政府的資訊分享面臨許多人為的障礙，此一障礙須要透過制度的檢討逐步克服。而雲端運算與寬頻無線通訊的興起，讓資訊的取得

與分享變得相當便利，加上近年來物聯網與大數據分析技術的興起，讓數位資料的累積速度突飛猛進，再加上大數據的分析技術，讓決策者有更多更好的方式應用資訊來做最佳的決策，因此只要克服行政上的資訊分享障礙，資訊的分享與開放將可大幅提升政府與企業的行政效率，並降低貪污腐敗問題的發生。人類所面臨的環境問題、經濟問題與社會問題，將會因為貪污問題被遏止，以及行政決策效率的提升，而得以逐步的改善，並開始邁向永續發展的理念發展(孫志鴻 et al., 2015)。

IBM在2008年提出智慧地球的構想(Palmisano, 2008)，就是希望透過雲端運算、物聯網、開放資料與大數據分析技術，協助政府逐步改善環境問題、經濟問題、與社會問題。智慧地球應用物聯網的技術，建立全球感測網，即時的監測地球的環境與人類的經濟活動，所累積的大數據，再透過雲端運算與大數據分析技術，協助所有的決策者提升決策的品質。因此智慧地球的推動，可以協助各國政府提升行政效能，也能幫助企業經營者更有效率的使用資源與降低成本，並進一步創造新型態的工作機會，對於解決人類面臨的問題，可以發揮關鍵性的作用。

未來的智慧城市與智慧地球，將架構在無所不在的物聯網及開放鏈結資料上，透過智慧型的決策支援系統，支援高效率的城市與全球治理，並提供創新的智慧服務。本文探討相關智慧科技、智慧城市與智慧地球的發展現況，並提出智慧決策雲的概念架構，作為智慧城市與智慧地球的發展依據。

這些都正在改變你我，每一個人的未來。

以地震而言，台灣近年歷經921大地震、美濃地震等造成重大傷亡的災難，震央災區多位於中南部。反觀人口最密集的大臺北，歷史上有記載最近一次大地震，發生在清朝康熙33年，對位處地震帶的台灣來說，無異是記警鐘。百年來沒有大地震發生，或許是天佑臺北，但也顯示大台北區塊底下能量不斷累積，加上政府長期管制抽取地下水，造成地下水位過高，土壤液化面積相對不斷擴大。根據國家地震中心的資料，萬一發生規模6的中度地震，即可能因土壤液化的果凍效應，以致震度規模擴大到7，造成超過4000戶房子倒塌。

以現代城市建築的密集特性，一次的大地震，不僅房屋可能大量倒塌，還會因瓦斯管線的埋設錯綜複雜，引發類似高雄氣爆的連鎖反應，從震災到連串爆炸、火災，這樣的「複合式災害」，在可見的未來，已經是臺灣人必然面對的災難課題。

從社會移動造成的人口過度集中，到災害發生時可能造成受害程度加深、加廣，都讓我們必須認真思考，第一，讓800萬人流入大臺北的做法，聰明嗎？其次是一個國家的政經中心集中在台北市272平方公里以內，形同將所有雞蛋放在同一個籃子內，是否符合國家利益？第三也是最重要的問題，大台北到底能住多少人？國家該如何聰明使用有限的土地？

二、智慧科技發展現況

1992年Goodchild提出地理資訊科學的概念，讓GIS成為科學研究的一個重要領域，而不再只是一種解決問題的工具(Goodchild, 1992)，經過將近二十多年的發展，地理資訊科學已經成為一門跨領域的學科，地理資訊的基礎研究與應用研究都快速的發展(Raper, 2009)。1998年當時的美國副總統高爾在一場演講中，提出數字地球(Digital Earth)的概念(Gore, 1998)，高爾副總統在演講中指出，地理資訊科學的發展，讓人類可以掌握大量的地理空間資訊，各國政府應該充分應用與分享地理資訊，來協助政府、企業、學術界應用此一寶貴的資源，共同來解決地球所面臨的問題。

物聯網(Internet of Things, IoT)是近年來廣受媒體與資訊產業關注的課題，由於無線網路、感測技術與積體電路的快速進展，便宜的RFID晶片，讓幾乎所有的物品都可被即時追蹤，便宜的環境感測器，也可以即時傳回海量的環境資訊，地球的電子神經系統已經逐漸成形。物聯網堪稱歷史上首見的智慧基礎建設革命，這次革命將會把每一台感測器、每一家企業、每一個政府機構、每個居民和每一輛汽車，全都連結到一個由通訊網路、能源網路和物流網路組成的智慧網路。2007年大約有一千萬個感測器，將各式各樣的人類發明連結到物聯網之

上，但到了2013年時，連結上網的感測器激增到超過三十五億個，更驚人的是估計到2030年，連結到物聯網的感測器將有一百兆個(Rifkin, 2014)。大量即時回傳的感測器資料，將形成無法想像的巨量資料，透過巨量資料分析技術，將大幅提升人類的決策效能與生產力。根據思科(Cisco Systems)的統計，從2006年到2011年，全世界的網路流量在五年內增長了12倍，達到每個月23.9EB(Exabyte, 1EB=1018bytes=十億Gigabytes)，思科預估到2016年，全世界的網路流量將達到1.3ZB(Zettabyte, 1ZB=1021bytes=一兆Gigabytes)，數量真是驚人。因此近年來大數據(Big Data)分析也成為熱門的話題，應用大數據的客製化決策支援系統，將可以讓決策者隨時隨地掌握全球動態資訊，做出最佳的決策(Chen, Chiang, & Storey, 2012; Mayer-Schonberger & Cukier, 2013; Sawers, 2015; Silverman et al., 2014; Vesset, Morris, & Gantz, 2014)。

目前網路上所使用的資料，大多都是以機器所無法理解的方式在傳遞，若能將資料轉換為機器可判讀的內容，即可大幅提升使用者執行檢索與規劃的能力，語意網(semantic web)正是用來處理資料概念與概念之間的知識結構。Berners-Lee曾經在2001年預測，語意網將成為下一代的網際網路(Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001)。語意網可將概念以網絡的方式呈現，並利用知識本體(ontology)，針對特定知識領域，定義概念間的關係與邏輯規則。Guarino將知識本體區分為三個不同的層級，分別為上層(upper or top-level)、領域或任務(domain or task)、應用(application)知識本體(Guarino, 1998)。上層知識本體呈現的是事物的基礎及通則，通常是較為一般性、抽象的或是哲學的概念，可以廣泛的通用於不同的知識領域中，像是空間(space)、時間(time)、物件(object)、事件(event)等。領域或任務的知識本體則是確切的表達一個專業領域(如醫學、出版業)或是領域所進行的活動或工作事項(如診斷、銷售)，並呈現領域內概念之間的關係以及特定的觀點。應用知識本體運用到許多上層知識本體和領域知識本體中的知識，因此複雜程度也最高，通常會結合兩個以上相關的知識本體。

近年來各國政府大力推行政府資料開放等相關政策與措施，開放資料的下一步即是鏈結資料（linked data）。技術上而言，鏈結資料是以最簡單的資料模型所構成的資料，允許記錄或資料集能使用受控制的語意網，連結到任何地方。從概念上講，鏈結資料提供了全新的方法，來思考資料的構建、發布、發現、取用與整合(Bauer & Kaltenbock, 2012; Bizer et al., 2009)。為了具體實現語意網的理想，鏈結資料是必經的過程，而要達到鏈結資料的五星模式，知識本體亦是不可或缺的核心元素。

鏈結資料是利用統一資源識別名項（Uniform Resource Identifiers, URIs）和超連結傳送協定（HyperText Transfer Protocol, HTTP）二個網路的基本技術。透過HTTP通訊協定，找到可參照的URI，以對物件進行識別及查找。除了URIs和HTTP，RDF是另一項資料網所需的關鍵技術。HTML是用來架構和連結網路文件的方法，而RDF則是以通用、圖形為基礎的資料模式，來架構和連結描述世界上事物的資料。RDF模式以主詞（subject）、述詞（predicate）和受詞（object）三元組的型式將資料編碼（圖1）。其中主詞和受詞都是URIs，可以分別用來識別資源、URI或字串；述詞是用來描述主詞與受詞的關係，同樣也是以URI來呈現。鏈結資料以最簡單的三元資料模型所構成，允許記錄或資料集能使用受控制的語意網，連結到任何地方。

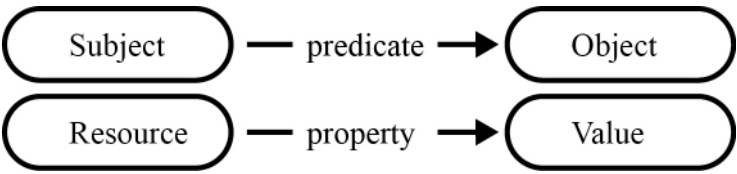


圖1 RDF陳述之圖形結構 （資料來源：Yu, 2011）

Berners-Lee（2006）除描述鏈結資料的概念外，亦提出了「鏈結開放資料（linked open data, lod）」。鏈結開放資料的意義，在於將所擁有的權限開放，讓外部的人能夠自由取用資料。鏈結資料並非一定要成為鏈結開放資料，有時鏈結資料僅需供組織內部或個人的使用便已足夠，或是資料集本身有版權的問題無法開放給一般大眾使用；若是

鏈結開放資料，則必須要可以對外免費開放取用。Berners-Lee以五星模式劃分了鏈結開放資料的開放程度，供管理者及使用者檢視資料集。

表1 五星級鏈結開放資料之定義

★	不論任何格式可在網路上取用，且為開放授權，即是開放資料
★★	資料是以機器可讀取的結構化資料，例如excel資料表
★★★	非專屬格式的資料，例如CSV
★★★★	使用W3C開放標準可用於界定事物的資料，例如RDF
★★★★★	可使自己和他人資料相互連結的資料，例如linked data

(資料來源：<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>)

三、智慧地球與智慧城市發展現況

智慧地球（smart earth）是IBM前任執行長Palmisano在2008年提出的概念（Palmisano, 2008），希望各國政府與企業，能利用近年來發展的智慧科技，來解決人類面臨的眾多困境；並認為智慧地球可以為政府與企業帶來下列功效：（1）化資訊為洞察；（2）提高作業效益與效率；（3）增進敏捷；（4）聯繫人員並賦予能力；（5）促成服務與創新；（6）管理風險、安全與法規遵循。在現今世界面臨挑戰愈來愈嚴苛的情況下，智慧地球的推動，對政府與企業都是不可或缺的。2009年美國歐巴馬總統在白宮召開圓桌會議，邀請Palmisano分享智慧地球的理念，也促成了歐巴馬總統提出開放政府（open government）的構想，希望能開放政府資料給學術界與民間使用，也藉此讓政府的施政能更透明與更有效率（Whitehouse, 2009）。中國科學院院士李德仁則認為智慧地球具有下列四個特性：（1）智慧地球包含物聯網；（2）智慧地球面向應用與服務；（3）智慧地球與物理世界融為一體；（4）智慧地球能實現自組網與自維護（李德仁、鞏健雅、邵振峰，2010）。

在智慧地球的發展中，又以城市為核心。世界人口目前有超過一半以上居住在城市地區，人數從1994年的23億增加到2014年的39億，預計2050年將會增加到63億（聯合國，2014）。有學者更提出「城市是人類的未來」的思維（Harrison and Donnelly, 2011）。隨著城市

人口日漸增加，負責提供重要服務如交通、醫療、教育與公共安全的基礎設施，將會受到越來越沉重的壓力。民眾需要優質教育、環保計畫、便民政府、合理房價與更多老年福利，千變萬化的公共需求乃是未來城市企需面對的挑戰。另一方面，由於資通訊技術的快速發展，如雲端運算、物聯網、感測網、大數據分析、社交網路、地理資訊系統等日漸成熟的應用，已成為解決城市發展課題的重要手段，陸續有數位城市（digital city）、資訊城市（information city）、行動城市（mobile city）等概念和構想被提出（Ishida, 2002; Van den Besselaar and Beckers, 2005; Qiu, 2007; Evans-Cowley, 2010）。為整合資訊網路技術，創新未來城市發展的願景，IBM電腦公司及Cisco網路技術公司於2005年在全球化背景下，針對社會變遷、科技應用、綠能環保及永續發展等問題，發表了「智慧城市（smart city）」的創新思維，在國際間引起熱烈地迴響（Harrison and Donnelly, 2011; Harrison et al., 2010; Chen, 2010; Filipponi et al., 2010）。

智慧城市是利用無所不在的通訊網路、廣泛布置的無線感測技術和智慧化的管理系統，來解決都市當前和未來的挑戰，同時創造新的服務；不但能連接市民與政府，鼓勵更直接地參與、互動及合作，也提供經濟和環境永續發展的解決方案，是每個城市和城鎮潛在的未來（Clarke, 2013）。智慧城市期望藉由操作資料的開發，達到都市服務運作的最佳化；其基本概念是儀表化、互聯化與智慧化。儀表化（instrumented）是指從實體和虛擬感測裝置，取得近即時的真實世界資料；互聯（interconnected）是將這些資料整合到一個企業計算平台，並在各種都市服務間進行資訊的溝通；智慧化（intelligent）則是在業務運作的過程中，納入複雜的分析、建模、最佳化和視覺化，以得到更好的決策（Harrison et al., 2010）。智慧城市論壇（Intelligent Community Forum, ICF）強調寬頻網路在智慧城市中的重要性，以促進經濟發展及公眾福利為目標，並將寬頻連通（Broadband Connectivity）、知識勞力（Knowledge Workforce）、數位包容（Digital Inclusion）、創新（Innovation）及行銷宣傳（Marketing and Advocacy）列為評量智慧城市的五大指標（ICF, 2014; 張忠吉, 2013）。

IBM認為智慧城市是把新一代IT技術，充分運用於全球每個角落的電網、鐵路、橋樑、隧道等各種物體中，協助政府、機場、港口等各機構的整合，使資源運用能更有效率，讓城市變得更有智慧（Su, Li, and Fu, 2011）。CISCO則認為在智慧互聯城市的願景下，網路如同城市的神經，可將城市的各個面向串聯成一個網絡，能快速地傳遞資訊，並將高科技應用在市民服務與城市管理中，使市民的需求能夠隨時隨地被滿足，打造便利、節能、人性化的生活環境（CISCO, 2010）。同時，IBM、Cisco及Hitachi等資訊科技與網路公司在智慧城市的規劃上，認為城市發展需導入節能減碳的目標，以建立未來城市永續發展的基礎，也提出應配合智慧城市的建構，發展相關科技及系統應用的產業（Kohno et al., 2011）。歐盟認為智慧城市是運用資通訊技術，使傳統的網路及服務變得更有效率，增進居民及企業的福祉。智慧城市的概念，不僅止於資源有效利用和減少排放，還包括更智能的城市交通網絡、供水和污水處理設施的提升、有效的建物照明和空調，也涵蓋了更多的互動和回應式的城市管理、更安全的公共場所和滿足高齡化人口的需求等面向（European Commission, 2015）。為推動智慧城市的發展，歐盟在2012年結合歐洲都市、產業領袖和民間社會代表，發起對智慧城市和社區的歐洲創新夥伴關係（European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, EIP-SCC）；目前已收到超過3000位參與夥伴的370項承諾，用來資助能源、資通訊和交通等領域智慧解決方案的發展，以使城市更具吸引力，並創造更大的商機。

根據資策會的定義，智慧城市為利用資訊和通訊技術（如寬頻、無線、感知）為基礎，提供即時、互動與整合的服務，以民眾生活便利、促進經濟發展、提升政府效率為目標，以增強城市競爭力、實現城市可持續發展為願景的先進的城市發展理念（財團法人資訊工業策進會，2013）。綜合而言，智慧城市是把物聯網、雲端運算等資訊技術充分運用在城市的各個面向，使得城市更加「智慧化」。世界各國的城市都期望透過智慧城市的推動，解決城市面臨的問題，並幫助城市邁向永續發展的坦途（Clarke, 2013; Deakin and Al Waer, 2012; 吳余龍、艾浩軍，2011；陳勁，2010）。

台灣在2002年通過「國家資訊通信發展方案」，陸續執行「數位台灣（e-Taiwan）」、「行動台灣（M-Taiwan）」等計畫。2008年開始，則在e化、M化的基礎環境上，以「智慧台灣（i-Taiwan）」計畫為主軸，規劃符合民眾生活需求的關鍵性應用，期望讓人民感受到資通訊科技的好處，並擴大內需市場，提升國內業者能量，進而加速推動基礎建設，使台灣成為世界優質網路化社會應用典範。除在行政院成立「智慧台灣發展推動指導小組」，為推動台灣的智慧城市及相關產業發展，經濟部技術處在2009年中成立了「經濟部智慧生活科技運用計畫推動辦公室」，以推動智慧生活科技運用計畫（簡稱i236計畫）（財團法人資訊工業策進會，2009；秦振家，2010）。i236計畫主要是希望藉由政府導入ICT技術，結合法人科專與業界的力量，達到創造智慧生活空間、孕育新興產業、培育系統整合和軟體應用服務人才等三項目的。計畫主要以智慧城鎮（Smart Town）和智慧經貿園區（i-Park）為推動主軸，在次世代寬頻網路、數位電視網路、感知網路等的整合開放場域實證環境下，推動安全防災、醫療照護、節能永續、農業休閒、舒適便利和智慧便捷等六個面向的智慧生活科技創新服務（財團法人資訊工業策進會，2009）。目前i236遴選出台北松山、南投埔里、宜蘭等3個智慧城鎮（Smart Town），與台中、高雄2個智慧經貿園區（i-Park），並配合政府政策，加入八八水災重建村（高雄縣杉林鄉大愛村）作為智慧生活實驗場域。各個計畫的主題為：松山都會智慧服務新城場域、埔里-日月潭智慧旅遊小鎮、宜蘭觀光智慧小鎮、台中精密機械智慧產業聚落與安全城市、高雄臨海工業區藍領家庭幸福場域、及杉林鄉大愛村智慧生活場域。各計畫的內容主要著眼於讓民眾與政府體驗「精緻觀光」、「健康照護」、「電子化行政管理」及「智慧經貿園區」等新興服務，在各場域分別開發服務所需要的技術解決方案（含軟硬體及資通訊基礎建設），並整合服務生態體系（含設備、資服及服務運營等業者），這些場域已成為國內發展智慧生活創新服務產業基地（智慧生活科技運用計畫，2009）。

正在研議中的智慧國土發展策略，也強調應利用資通訊技術的導入，協助城市與鄉鎮發展，監測山林海岸等環境敏感地區，以提升政府

治理效能及資源有效利用，應用領域包括環境、生活、經濟、社會及規劃治理等5類。除中央政府陸續訂定國家地理資訊系統、智慧臺灣、國家資通訊發展方案、雲端運算應用與產業發展方案、加速行動寬頻服務及產業發展方案等相關政策外，地方政府亦積極投入智慧城市的推動，包括台北市、新北市、台中市、桃園市、新竹市、台東縣等，皆曾獲選全球智慧城市的評比。在民間方面，2014年初台北市電腦公會結合台灣IBM、大同、中華電信、華碩雲端、研華、工研院及資策會等單位，共同成立「台灣智慧城市產業聯盟」，舉辦智慧城市及相關活動，以擴大產業能量。

雖然在部分計畫中，有導入低碳城市的思維以及城市永續發展的目標，但現階段仍著重在應用技術的規劃以及創新服務的提供。未來應可參考國外相關研究與規劃，整合城市規劃的專業與技術產業的發展與應用，整合低碳及節能城市發展（Harrison and Donnelly, 2011）、資訊創新服務（Evans-Cowley, 2010; Pantsar-Syvanieni, Simula, and Ovaska, 2010）、以及知識體系建置與應用（Ergazakis, Metaxiotis, and Psarras, 2006）等跨領域的思維，以城市永續發展的目標，做為未來台灣推動智慧城市發展的核心價值。

由於台灣在電子產品的設計與製造上，有相當厚實的基礎，應可針對智慧地球與智慧城市的需要，佈設更多的環境感測器，收集更完整的氣象、水文、生態、交通狀況、地下管線安全、能源使用狀況等即時資料，建立最先進的即時預警系統。台灣可以成為智慧地球與智慧城市的練兵場，為人類的未來發展找出可行之道。

四、智慧決策雲概念架構

面對巨量資料時代的來臨，決策者每天被快速累積的大量資料所包圍，但是面臨重大或是緊急的空間決策問題時，卻缺乏或是不容易找到所需要的空間地理資訊與知識。決策者因空間地理資訊不足，所造成的錯誤決策，對政府與私人企業而言，其後果都是相當嚴重，且令人難以忍受的，例如高速公路路線規劃不當，住宅區規劃在易淹水地區，選

到錯誤的區位開商店等。智慧決策雲便是針對決策者這方面的需要，所提出的空間地理資訊雲端服務平台。決策者只要在智慧決策雲上，提出空間決策需求，再由智慧決策雲的合作開發商，針對決策者的需求，量身訂做智慧型空間決策支援系統，以租用服務的方式，提供決策者便宜好用的雲端服務。

智慧決策雲是財團法人台灣地理資訊中心與台灣大學合作，針對智慧城市及智慧地球的需要，所研發的智慧型空間決策支援系統雲端運算服務平台(Jung, Sun et al. 2013)。智慧決策雲結合政府所擁有，分散在各部會與地方政府，龐大的空間地理資料與即時感測資料的雲端服務，再整合學術界的預測模擬模式與知識，讓決策者可以看到他感興趣地區，過去、現在與未來的空間地理資訊。例如決策者可以在電子地圖上，看到過去某次颱風淹水區域的範圍及淹水的深度，也可以在電子地圖上，查詢目前各河川水位高度及各地降雨狀況，若是颱風即將侵襲台灣，決策者也能掌握未來幾天，那些地區在幾點鐘時可能會有多高的淹水。智慧決策雲就像是童話故事裡的水晶球，可以讓決策者在電子地圖上看到並掌握，他所面對決策問題地區，過去、現在與未來的空間地理資訊。

智慧決策雲的願景，便是提供智慧城市與智慧地球的全方位解決方案，讓每一位決策者，都可以擁有量身訂做，並且便宜好用的智慧型空間決策支援系統。智慧決策雲將先在台灣地區練兵，成熟之後將推廣到全球，讓台灣成為全球智慧城市與智慧地球解決方案的主要供應國，創造台灣下一波資訊服務產業輸出的高峰，智慧決策雲的網址為 www.makoci.com。

以產官學合作為運作機制，智慧決策雲整合政府方面所掌握的大量空間地理資料與即時感測資料，進一步結合學術界的知識及模擬模式，並採用可重複利用和雲端化的開發理念，讓產業界能以更省時省力的方式開發決策支援系統，使原先可能會耗費三至五年的傳統空間決策支援系統開發的冗長程序，僅需花幾個月即可完成（見圖2）。

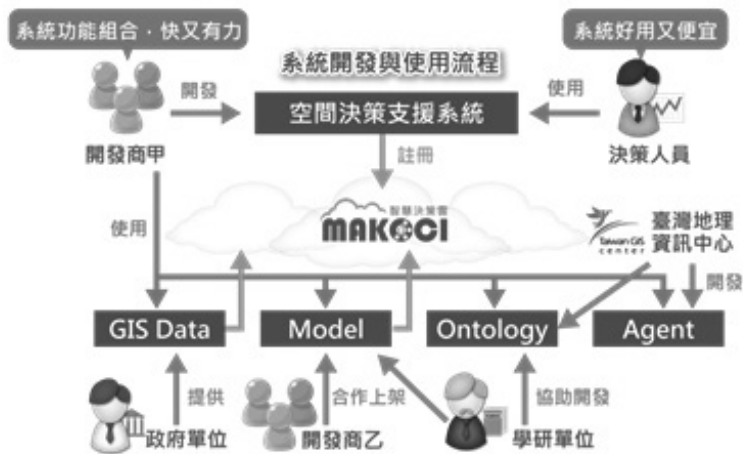


圖2 智慧決策雲的運作方式 資料來源：孫志鴻（2014）。智慧決策雲與智慧城市。取自 <http://210.65.11.4/makoci-web-1.0/docs/intro/04.%E6%99%BA%E6%85%A7%E6%B1%BA%E7%AD%96%E9%9B%B2%E8%88%87%E6%99%BA%E6%85%A7%E5%9F%8E%E5%B8%B2.pdf>

五、結論與建議

人類的發展面臨極大的挑戰，需要結合人類所有的智慧，共同來面對未來的挑戰。地理資訊科學過去五十年的發展，加上近年來逐漸成熟的物聯網、雲端運算、大數據分析、語意網等科技，讓我們看到解決問題的出路。智慧地球與智慧城市將是我們共同努力的方向，但是需要結合世界各國的政府、學術界、與企業界的力量共同合作。本文提出智慧決策雲的概念，可以透過協同合作，讓全球的資料結合成一個可以讓所有人共同分享的超級大數據，學術界的研究成果，也可以成為方便好用的知識庫，決策者只要在智慧決策雲上提出決策需求與面臨的問題，資訊廠商就可以利用智慧決策雲的大數據與知識庫，快速的發展出符合決策者需求的決策支援系統，以雲端租用的方式提供給決策者使用，因為此一大數據幾乎免費，智識庫的租用也相當便宜，因此決策者將可以用相當低廉的價格，租用最先進的智慧型決策支援系統，即使是最窮的國家，也能受惠於智慧地球與智慧城市的智慧應用，逐步的改善環境問題、經濟問題、與社會問題，人類永續發展的梦想，將不再是遙不可及，每一個人都可以透過智慧型手機，貢獻資料給智慧地球大數據，每

一個人也都可以共享此一大數據，再透過政府與民眾夥伴關係的建立，將可以快速的建立智慧社區，連接所有的智慧社區，智慧城市與智慧地球將水到渠成，美好的烏托邦似乎也不再是夢想而已，真的有可能在不久的將來實現。

台灣若是能夠結合產官學的力量，將可以做為智慧地球的練兵場，利用台灣資訊廠商的力量，以智慧決策雲為平台，建立各種智慧型決策支援系統，將台灣打造成為全球最先進的智慧城市與智慧島，再將台灣成功的應用案例推廣到世界各國，協助其他國家建立智慧社區與智慧城市，將可以為台灣再建立下一個兆元產業，也讓我國優秀的年輕人發揮創意，成為智慧地球的生力軍，協助其他國家建立美好的家園。

參考文獻

1. Bauer, F., & Kaltenbock, M. (2012). Linked Open Data: The Essentials A Quick Start Guide for Decision Makers. from <http://www.semantic-web.at/LOD-TheEssentials.pdf>
2. Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The Semantic Web. *Scientific American*, 29-37.
3. Bizer, C., Heath, T., & Berners-Lee, T. (2009). Linked Data - the story so far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5(3), 1-22.
4. Boulos, M. N. K., Resch, B., Crowley, D. N., Breslin, J. G., Sohn, G., Burtner, R., . . . Chuang, K.-Y. S. (2011). Crowdsourcing, citizen sensing and sensor web technologies for public and environmental health surveillance and crisis management: trends, OGC standards and application examples. *International Journal of Health Geographics*, 10:67.
5. Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, 25, 599-616.

6. Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(No. 4), 1165-1188.
7. Clarke, R. Y. (2013). *Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services* IDC Government Insights.
8. Deakin, M., & Al Waer, H. (2013). *From Intelligent to Smart Cities*: Routledge, Taylor & Francis Group.
9. Goodchild, M. (1992). Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6, 31-46.
10. Goodchild, M. (2007). Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructure Research*, 2, 24-32.
11. Gore, A. (1998). *The Digital Earth: Understanding our Planet in the 21st Century*. 2015, from http://www.isde5.org/al_gore_speech.htm
12. Guarino, N. (1998). *Formal Ontology and Information Systems*. Paper presented at the FOIS'98, Trento, Italy.
13. IPCC. (2014). *Summary for policymakers*, In: *Cimate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
14. ISDE. (2015). *Digital Earth Vision*. 2015, from <http://www.digitalearth-isde.org/society/56>
15. Jung, C. T., Sun, C. H., Lien, M. F., Chang, C. S., Chung, W. J., Lin, H. Y., & Tsai, P. Y. (2013). MAKOCI: A Web Portal for Integrating and Sharing Geographic Information Services. *Geography, Environment, and Sustainability*, 6(1), 37-54.
16. Jung, C. T., Sun, C. H., & Yuan, M. (2013). Ontology-enabled Framework for a Geospatial Problem-solving Environment. *Computers, Environment and Urban Systems*, 38, 45-57.
17. Kennith, F., Myra, B., Qianjun, M., Huayi, W., Wenwen, L., Jing, L., . . . Hongwei, Y. (2010). *Vision for Geoinformation Science Advanced*

Geoinformation Science (pp. 415-451): CRC Press.

18. Mayer-Schonberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big Data: A Revolution that Will Transform how We Live, Work, and Think*: Houghton Mifflin Harcourt.

19. McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). *Big Data: The Management Revolution*. Harvard Business Review(October).

20. Norton, B., & Krummenacher, R. (2010). Geospatial linked open services. Paper presented at the Proceedings of Workshop Towards Digital Earth.

21. Palmisano, S. (2008). Smarter Planet. 2015, from <http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/smarterplanet/>

22. Pollock, J. T. (2009). *Semantic Web For Dummies*: Wiley Publishing, Inc.

23. Raper, J. (2009). Geographic information science. *Annual Review of Information Science and Technology*, 43(1), 1-117.

24. Rifkin, J. (2014). *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*: Business Weekly Publications, Cite Publishing Ltd.

25. Sawers, P. (2015). How Microsoft's using big data to predict traffic jams up to an hour in advance. 2015, from <http://venturebeat.com/2015/04/03/how-microsofts-using-big-data-to-predict-traffic-jams-up-to-an-hour-in-advance/>

26. Silverman, A., Costa, T., Johnson, C., Gill, M., Witcher, B., Varon, L., & Katz, R. (2014). *Analyze This: Web Style Analytics Enters The Retail Store*.

27. Su, K., Li, J., and Fu, H. (2011). Smart City and the Applications. Paper presented at Electronics, Communications and Control (ICECC) , 2011 International Conference.

28. Sui, D., Elwood, S., & Goodchild, M. (2013). *Crowdsourcing Geographic Knowledge Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*: Springer Science+Business Media Dordrecht.

29. Vesset, D., Morris, H. D., & Gantz, J. F. (2014). *Capturing the \$1.6 Trillion Data Dividend* IDC White Paper.

30. Villa, F., Athanasiadis, I. N., & Rizzoli, A. E. (2009). Modelling with knowledge: A review of emerging semantic approaches to environmental modelling. *Environmental Modelling & Software*, 24(5), 577-587.
31. Wang, S. W. (2010). A CyberGIS Framework for the Synthesis of Cyberinfrastructure, GIS, and Spatial Analysis. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(3), 535-557.
32. Wang, S. W., Anselin, L., Bhaduri, B., Crosby, C., Goodchild, M. F., Liu, Y., & Nyerges, T. L. (2013). CyberGIS software: a synthetic review and integration roadmap. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(11), 2122-2145.
33. Wang, S. W., & Armstrong, M. (2009). A theoretical approach to the use of cyberinfrastructure in geographical analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 23(2), 169-193.
34. Wellen, C. C., & Sieber, R. E. (2013). Toward an inclusive semantic interoperability: the case of Cree hydrographic features. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(1), 168-191.
35. Whitehouse. (2009). Open Government Initiative. 2015, from <https://www.whitehouse.gov/open>
36. Zhao, P. S., Lu, F., & Foerster, T. (2012). Towards a Geoprocessing Web. *Computers & Geosciences*, 47, 1-2.
37. 余致力(2006). 倡廉反貪與民主治理. 台灣民主季刊, 三(三), 165-176。
38. 吳余龍,& 艾浩軍(2011). 智慧城市 - 物聯網背景下的現代城市建設之道. 北京: 電子工業出版社。
39. 李德仁,鞏健雅,邵振峰.(2010). 從數字地球到智慧地球. 武漢大學學報, 第35卷(第2期)。
40. 孫志鴻,尚榮康,連敏芳,王俞涵.(2015). 智慧城市與智慧治理. 台灣環境與土地法學雜誌, 第15期。
41. 陳勁.(2013). 綠色智慧城市: 浙江大學出版社。