

「2022 中華民國營建工程學會第二十屆營建產業永續發展研討會」 應用人工智慧輔助永續社區設計規劃決策之應用研究

吳保寬 (Pao-Kuan Wu)
逢甲大學建築專業學院

*陳靖文(Ching-Wen Chen)
逢甲大學建築系

摘要

近年由於永續人居環境的發展，永續社區規劃方法遂成為建築規劃重要課題。然而永續社區的綜合表現及評定方式，各國評估指標方法不盡相同，因此很難具體描述各種評估因子對於永續社區規劃的影響性。本研究企圖運用人工智慧方法(Artificial Intelligent; AI)以實證實驗之方式來釐清各項永續社區評估因子的有效性，以探討永續社區規劃之衡量指標。

大數據時代引動 AI 技術的快速發展，也為建築產業注入了新的思維模式。本研究應用 AI 技術之決策樹演算法探討永續社區規劃配置與永續社區評估指標的相關性。透過 AI 之科學邏輯程序，分析各國永續社區環境評估指標，以釐清各項指標對永續社區設計規劃的影響性。本研究藉由 AI 技術的應用釐清永續社區之規劃內涵，並建立一套系統架構以輔助永續社區規劃決策。

關鍵詞：永續社區、永續社區規劃評估指標、人工智慧演算法、決策樹

Abstract

Since the current trend of sustainable development in residential area, how to implement sustainable strategies for community planning has been a crucial research topic. However, there are lots of evaluation criteria in different countries to evaluate sustainable communities, so it is difficult to objectively describe the impact of various evaluation criteria for sustainable community planning. This study attempts to apply AI to clarify the effectiveness of various evaluation criteria by simulation experiments, and then to explore the indicators of sustainable community planning.

Big data has led to the rapid development of AI and bring in a new thinking into architecture industry. This study applies decision tree algorithm to explore the correlation between the allocation of sustainable communities and sustainability indicators. Through the scientific logic of AI, the environmental assessment indicators of sustainable communities in different countries are analyzed to clarify the impact of each indicator on the planning of sustainable communities. This study clarifies the meaning of sustainable community planning through the application of AI technology, and establishes a system architecture to assist sustainable community planning decisions.

Keywords : Sustainable Community, Sustainable Community Criteria, Artificial Intelligence, Decision Tree Algorithm

一、前言

建築產業面對全球淨零碳趨勢，朝向永續發展已是必然，對於各類型環境衝擊的防範，永續人居環境議題須由整體規劃階段開始思考，尤其以組成都市之基礎—「社區」為永續人居環境推動的單元，有助於永續發展理念之落實。

永續社區顧名思義是將「永續發展」之理念置於社區脈絡之中，強調環境保育、社會公平及經濟發展的三生一體概念，作為社區規劃發展的原則。基於上述概念，各國逐漸發展出合適的永續社區評估指標。本研究欲應用AI技術以實證實驗之方式釐清永續社區評估指標之有效性；藉由彙整國內、外永續社區評估指標，整合出數項具通泛性之永續社區規劃評估指標以進行AI實證實驗，進而分析永續社區規劃之內涵。

人工智慧方法(Artificial Intelligent; AI)數據分析技術已為建築產業帶來變革，然而AI技術應用於規劃設計分析仍然較少，因此本研究將應用AI技術闡明永續社區規劃與永續指標的關聯性；透過AI技術的應用以闡明永續社區之規劃內涵，並建構一套架構以輔助永續社區規劃決策。

二、文獻回顧

2.1 永續發展

「永續發展」理念隨著全球永續發展目標SDGs(Sustainable Development Goals)及淨零碳排放(Net Zero Emissions)目標的推動，使得「永續發展」雖已推動數十年但仍為當下全球重要議題。1987年，聯合國世界環境發展委員會(WCED)發表了「我們的共同未來」(Our Common Future)，並提出永續發展的概念[9]。

永續發展共分三面向，包括「環境永續」、「經濟永續」以及「社會永續」。「環境永續」追求整體自然生態體系之穩定、協調、健康及完整性；「經濟永續」追求持續且穩定之經濟發展，在確保自然資源的品質下，使其淨利益達到最大化；「社會永續」追求在環境的容受範圍內，除滿足基本生活需求，尚需考量世代發展的公平及安定。因此，生態環境為最基本之考量，其社經發展必須維持在自然環境之承載範圍內，一旦超出環境限制之外，則社會及經濟也無法相互依存[1]。亦即在不超過環境承載力及不破壞生態功能情況下，穩定維持經濟成長，進而在社會面向上達到安定及公平分配之目標即為永續發展。

2.2 永續社區概述

永續社區概念源自於「永續發展」，被視為是一種理念，甚至是一種生活方式；也即是一種將「永續發展」中的經濟、社會、人群及生態環境的發展，置於社區的脈絡中來實踐[6]。英國學者Egan提出七大關鍵項目，作為永續社區組成的關鍵

因素：(1)社會及文化—活力的、和諧的、包容的社區；(2)治理—有效且包容的參與、代表及領導；(3)環境—提供地方使民眾能採取對環境友善的方式居住；(4)住宅及建成環境—具有品質的建成環境及自然環境；(5)運輸及聯結—與工作、學校、健康、其他服務有好的運輸服務及通信服務；(6)經濟—繁榮且多樣的地方經濟；(7)服務—適當的、可及的公立、私立、社區及志願服務部門的完整範圍[7]。

當前的社區規劃，一昧的朝經濟面向發展，忽略了環境面向與社會面向之重要性。因此，必須整合跨領域規劃，以營造多元、健康、生態、且效率之社區模式[2]。可見永續社區強調人類與環境共生的理念，並透過資源之合理規劃使用，進而促使整體性之穩健發展[3]。

2.3 永續社區評估系統概述

各國為因應永續社區定義與評定問題，大部分將既有的綠建築評估體系為基礎建立一套可供檢核永續社區的評估系統，以審視規劃成果是否符合環境永續效益。

由於各國對於「永續社區」之定義並無共識，因此各國間各自發展出適合當地的規劃策略及評估系統。本研究採用英國BREEAM-Communities、美國LEED-ND、本國EEWH-EC及日本CASBEE-UD四種評估系統進行分析及彙整，並整理出可以作為實證實驗永續社區規劃的指標因子，如表1：

表1 永續社區規劃評估指標整理

The collation of sustainable community planning indicators

國家 / 年分	評估系統	選用評估指標	評析內容
英國 (2009)	BREEAM Communities	1.氣候與能源 2.資源 3.交通運輸 4.生態	調查人員必須於規劃階段評估基地內有關防洪、能源、運輸、生態等項目。
美國 (2009)	LEED-ND	1.良好的區位與交通 2.鄰里模式與設計	在規劃上強調區位整合關係，避免都市與道路建設過度擴張；在鄰里設計上強調土地多樣化以及緊湊型的複合使用、交通提倡大眾運輸導向發展。
台灣 (2009)	EEWH-EC	1.生物多樣性 2.水循環 3.綠色交通 4.人性步行空間 5.文化教育設施 6.運動休閒設施	參考美國 LEED-ND與日本 CASBEE-UD 評估系統而成立。評環境評估指標以既有建築評估指標為基礎，分為物理環境及社區環境兩大範疇。

		7.生活便利設施
日本 (2006)	CASBEE-UD	1.微氣候
		2.生物環境保護和創造
		3.運輸系統性能
		4.日常生活便利性
		5.降低自來水供應負荷
		6.降低雨水排放負荷
		7.降低廢棄物處理負荷
		8.考量交通負載

日本 CASBEE-UD 是以環境性能效率之概念為基礎，透過建築物與環境所產出之環境品質，以及所造成之環境負荷作為其系統評估之依據。

資料來源：[4]；本研究整理。

2.4 AI於建築產業應用與優勢

AI技術在建築產業之應用，主要分為四個項目：規劃設計、施工安全、監控維護、自動化設備。AI技術本身具有強大之資料分析、邏輯推理、整理及學習能力，可提升建築產業各程序中的效率及潛力。規劃設計階段較多應用AI技術於管線和電器配置以及平面圖生成，提供專業人員快速評估之優勢；建造施工階段較多應用機器學習及影像辨識系統預測潛在危險，同時利用無人機進行工地探勘，掃描以及勘測施工現場，快速又安全的提升施工效率；運維管理階段較多應用AI技術進行智慧管理系統及能源使用評估，以達建築運維管理最佳化模式[5,8]。

三、研究方法

3.1 實證實驗方法

本研究透過文獻回顧，除釐清永續社區相關定義及內涵，主要整理英國 BREEAM-Communities、美國 LEED-ND、台灣 EEWH-EC 以及日本 CASBEE-UD 永續社區評估系統，以彙整出得以應用 AI 技術模擬實驗之永續社區規劃環境參考指標。透過 AI 決策樹演算法的模擬實驗，可進一步分析各項永續社區規劃環境指標的有效性，以具體歸納環境指標與永續社區定義的相關性。

本研究利用 AI 實證實驗操作，挑選國內、外永續社區做為實驗對象，以驗證前述永續社區規劃環境指標的有效性及內涵。本研究以 2D 圖像資料模擬永續社區聚落型態之主要方法，再透過地理資訊系統 (Geographic Information System; GIS) 概念導入環境指標因子與永續社區分佈型態之空間數據內涵 (詳圖 1)。AI 技術應用主要以決策樹演算法為主，並利用 Rhino+Grasshopper 參數化模型技術，得以將 GIS 永續社區空間資訊以及決策樹演算法之訓練模擬結果進行整合呈現，並可透過參數因子的改變、修正，變動即時生成模擬結果。

綜合以上方法，本研究以不同決策樹演算法結合參數化模型技術，來綜合歸納環境指標之有效性，除能釐清永續社區之規劃內涵，也能建立一套系統架構，並用作輔助永續社區規劃的決策。

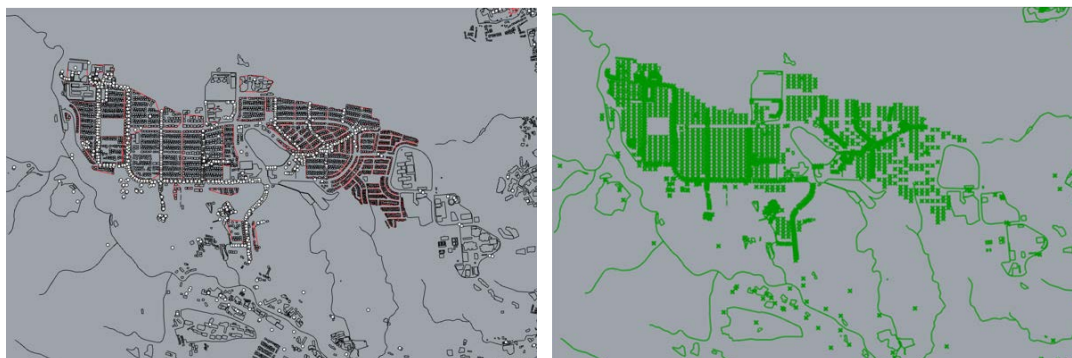


圖1 2D圖像資料模擬環境因子與永續社區聚落型態示意圖

Simulation of environmental factors and sustainable community settlement patterns using 2D image data

3.2 永續指標設定

本研究以英國、美國、台灣、日本等四國永續社區評估系統作為研究文本，擷取其中之核心指標進行分析彙整，進而選用其中九項指標作為實證實驗之環境指標：(1) 樹木：天然樹木及植被覆蓋之區域；(2) 水體：任何天然內陸水體、湖泊及池塘；(3) 植栽維護：定期維護及修剪之植栽區域；(4) 林地：林地及農業種植園或管理之林地區域；(5) 便利設施：社區內之各類生活機能與休閒設施；(6) 公共運輸：社區內及周遭相關公共交通設施；(7) 水路：不同類型之溝渠，用以排除多餘的水；(8) 服務設施：社區內之服務部門；(9) 水庫：用以蓄水的天然或人工湖。

四、實證實驗

本研究挑選日本京都桂坂社區、德國漢諾威Kronsberg社區、美國西雅圖High Point社區、瑞典斯德哥爾摩Hammarby社區、台灣龍潭渴望園區，作為實驗模擬之永續社區對象。

本實驗以前述綜合國內、外永續社區評估系統選出九項能夠描述永續社區規劃之環境指標作為AI模擬模型因子，將永續社區位置分佈作為輸出目標，再應用四種決策樹算法：Decision Tree、Random Forest、Adaboost、GBDT，藉由實驗模擬案例社區規劃，釐清輸入因子及輸出目標間之映射關係，並透過計算因子權重予以計分，綜合歸納環境指標之重要性，如表2：

表2 環境指標重要排序

The importance of environmental indicators

環境指標	桂坂社區	Kronsberg	HighPoint	Hammarby	渴望社區	總計分
水體	3	3.1	2.9	2.3	9	20.3
便利設施	0.4	2.7	10	4.9	1.6	19.6

樹木	5	2.7	4	1.5	7	19.2
水路	1.5	2.7	8	3.2	2.9	18.3
服務設施	1.7	3.9	4	3.8	3.5	17.4
公共運輸	0.3	2.2	2.7	6.9	4.5	16.6
林地	1.8	7	0	7.5	0	16.3
水庫	2.4	7.5	0	0	6	15.6
植栽維護	0.9	7.1	0	5	0	13

資料來源：本研究整理。

五、結論

建築產業面對全球淨零碳趨勢，社區朝向永續發展已是必然。由實證實驗所分析出之永續社區環境指標有效性可看出，「水體」、「便利設施」及「樹木」在永續社區規劃中之重要性。水體或喬木等天然植被，有助於降低都市熱島效應及改善日益惡化之大氣品質；便利設施不但提供社區方便的生活機能，在完善分配下服務更多使用者，還能節省資源使用。此結果顯示，永續社區規劃需以良好物理環境為基礎發展社區，才能提供健康舒適之人居環境，達成環境永續發展。本研究透過AI技術結合參數化模型，驗證永續社區環境指標之有效性，並建構一套架構以輔助永續社區規劃決策。

六、參考文獻

- 1.江皇宋，「台北市永續發展指標之研究」，碩士論文，國立台北大學自然資源與環境管理研究所，2019。
- 2.吳綱立，「永續生態社區規劃設計的理論與實踐」，臺北市：詹世書局，2009。
- 3.李永展，「永續城鄉及生態社區理論與實務」，臺北市：文笙書局，2006。
- 4.林冠汶，「當代城市永續發展趨勢與主要實踐途徑研究」，博士論文，國立台灣科技大學建築研究所，2018。
- 5.陳世明，「BIM 結合 AI/IoT/GIS/大數據技術應用於建築工程全生命週期策略研擬」，內政部建築研究所，2020。
- 6.黃源協、蕭文高、劉素珍，「從“社區發展”到“永續社區”－臺灣社區工作的檢視與省思」，臺大社會工作學刊，pp. 87-131，2009。
- 7.Egan, J. The Egan Review: Skills for Sustainable Community. London: Office of the Deputy Prime Minister, Publishing: 2004.
- 8.Stanislas Chaillou. AI + Architecture | Towards a New Approach. Harvard University, 2019.
- 9.WCED(Word Commission on Environment and Development). Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, Publishing: 1987.