

台中市政府 109 年度市政發展研究論文獎助計畫

論文節錄重點

人際互動導向之物聯網社區空間發展策略

The Strategy of Human Interaction-oriented

IoT Community Development

研究生：黃庭韻

指導老師：馬瑜嬪

學校：國立高雄大學

系所：建築學系

中華民國 109 年 7 月

摘要

由物聯網技術(Internet of Things, IoT)構成的智慧都市與建築，已經成為現在多數人對未來生活模式的共同願景，但是現在多數的相關議題與研究都是以政府或開發商的角度進行討論，卻忽略思考真正在城市中生活的人們，應該以甚麼樣的方式去參與更加智慧的世界?智慧社區這一議題，也因為「社區」一詞的界定模糊，導致我們今天對社區與物聯網服務的整合發展架構與策略還缺乏著普遍的共識。

本研究認為針對社區的層級分類應該建立有系統的分析方法，以及「互動行為」應該做為物聯網應用與社區發展時的共通核心價值，提出未來物聯網時代下以人際互動關係作為智慧社區空間發展策略的主體。此概念將首先以 AHP(Analytic Hierarchy Process, 層級分析法)與土地適宜性分析方式建立社區分級架構，接著探討物聯網技術對生活空間和互動行為帶來的改變，整理出物聯網服務形成的空間介面存在哪些種類，以及物聯網服務的性質歸納，最後將物聯網服務的分類成果與社區分級架構進行整合，提出人際互動導向的物聯網社區空間發展策略，藉以提供未來相關智慧科技應用於智慧社區時能有清楚且一致的發展方向與架構。

關鍵字：智慧社區、物聯網、社會互動、人際互動、社區分類

目錄

摘要	i
目錄	ii
第一章 前言	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究問題與目的	2
第三節 研究範圍	3
第二章 文獻探討	4
第一節 社區分級	4
第二節 物聯網服務應用情境發現	6
第三節 小結	8
第三章 研究方法	10
第一節 AHP 分析	10
第二節 土地適宜性分析	14
第四章 物聯網社區的空間發展策略	17
第一節 人際互動導向的物聯網社區發展策略流程	17
第二節 各級社區特徵與物聯網服務需求評估	18
第三節 物聯網社區空間發展策略應用	23
第五章 結論與建議	32
第一節 結論	32
第二節 建議	32
參考文獻	34

圖目錄

圖 1 研究範圍-台中市不含和平區(本研究繪製).....	3
圖 2 城鄉二分法與量化評估指標的差異(本研究繪製).....	4
圖 3 本研究的社區類型劃分(本研究繪製).....	5
圖 4 研究操作方法(本研究繪製).....	10
圖 5 社區都市化程度分級的層級架構圖(本研究繪製).....	11
圖 6 AHP 第二階層因子權重圓餅圖(本研究繪製).....	12
圖 7 AHP 第三階層因子權重圓餅圖(本研究繪製).....	13
圖 8 圖資的事前整理(本研究繪製).....	15
圖 9 空間資料庫的建立(本研究繪製).....	15
圖 10 依 Jenks Natural Breaks 分類法建立的人數五級距分布圖(本研究繪製).....	16
圖 11 社區導入物聯網策略操作流程(本研究繪製).....	18
圖 12 台中市社區都市化程度分級成果(本研究繪製).....	18
圖 13 人際互動導向的物聯網社區發展策略架構(本研究繪製).....	23
圖 14 設計價值(本研究繪製).....	24
圖 15 設計示範區域－惠來里(本研究繪製).....	25
圖 16 設計目標(本研究繪製).....	25
圖 17 社區活動空間細部設計基地(本研究繪製).....	26
圖 18 城市周邊型社區與惠來里的都市化得分差異比較圖(本研究繪製).....	27
圖 19 基地周遭人口分布推估圖(本研究繪製).....	27
圖 20 基地周遭交通設施評估圖(本研究繪製).....	28
圖 21 基地周遭健康照護設施評估圖(本研究繪製).....	28
圖 22 基地周遭教育設施評估圖(本研究繪製).....	29
圖 23 基地周遭經濟設施評估圖(本研究繪製).....	29
圖 24 基地周遭通訊設施評估圖(本研究繪製).....	30
圖 25 基地周遭環境衛生設施評估圖(本研究繪製).....	30

表目錄

表 1 物聯網服務相關文獻與案例.....	8
表 2 台中市各級社區定義解釋.....	19
表 3 各級社區建議優先導入之物聯網服務.....	21
表 4 優先導入基地內之物聯網服務評估.....	31

第一章 前言

第一節 研究背景與動機

自工業革命以來，快速的科技發展同時也帶動都市規模與規劃策略的快速發展，建築同樣受益於不同的都市型態和技術突破得以發展出多樣多元的建築風格，一直以來，建築、都市與科技三者的交互作用塑造了我們今日的生活空間。

社區作為介於建築與都市尺度之間的生活空間，其定義與功用卻時常在建築和都市領域之中被遺忘，然而，社區是人們跨出家庭後首先面對的場域，從社會學的角度來看，其功能涵蓋經濟、社會化、社會控制、社會福利保障和社會參與等多樣的功能，也因此社區對於人類的文化發展和生活品質影響其實伴有相當程度的重要性。物聯網技術則是一種透過感測器、數據與網路連結世界的技術，物聯網技術在今天已經成為一種面向各種領域和層面的技術(DiSalvo, C., Jenkins, T., 2017)，將物聯網技術應用於智慧化生活空間也已經成為現在多數人對未來生活模式發展的共同願景。

隨著 ICT(資訊及通訊科技, Information and communications technology) 和 WSN(無線感測網路, Wireless sensor network)等技術的成熟以及廣泛分布，藉由物聯網技術結合大數據等開放資料應用成為智慧化時代下的重要課題，然而檢視現今物聯網技術應用在生活空間的研究與應用時，可以發現相較於建築與都市相關的理論，物聯網應用於社區的定義與發展範疇顯得模糊許多，究竟「社區」一詞所涵蓋之範圍與層級為何？各層級的社區內部又應該導入哪些物聯網服務？同時，在檢視物聯網技術應用相關研究時，也發現今日物聯網的應用多是探討既有建築的智慧化，亦或是對城市規劃、治理手段提出智慧化的方式等此類供給導向的單向操作(Angelidou, M., 2015)，物聯網技術在提供服務的同時可能創造的空間介面能否有機會促進互動關係，藉以提升資訊收集與應用的效率也是時常被忽視的課題。

為了建立一個在往後發展物聯網社區時得以快速參照的定義與以人際互動為導向的空間發展策略，本研究將區分為四個部分進行，(1)首先依據都市化程度建立社區分級的標準化方式，(2)接著廣泛收集文獻與案例，比較出具有潛力形成空間互動介面的物聯網服務項目，(3)並且評估各級社區所需優先導入的物聯網服務分別為何，(4)在最後統整前三項成果構成人際

互動導向之物聯網社區空間發展策略，藉以協助未來相關智慧科技應用於智慧社區時能有清楚且一致的發展方向與架構。

第二節 研究問題與目的

一、研究問題

儘管智慧化的生活空間在近年一直是備受關注的議題，但是對於「智慧社區」這一詞仍舊還沒有一致的定義，在這當中的主要原因包含了主要幾點問題，分別是(1)對於社區所涵蓋的範圍與層級為何?(2)社區內部所需要的智慧化服務有哪些?

Zanella 等人(2014)的研究中已經對物聯網可能提供的服務做出了大略的解釋，這當中包含了建築結構檢測、廢棄物管理、環境品質監測、交通管理、能源管理...等服務，但是近年的許多研究也指出，現在許多物聯網技術的應用多是針對系統、平台和基礎設施的開發與部屬，供給導向的發展成為一股趨勢，但是這往往會造成智慧化的生活空間發展策略與現實社會發展產生脫節，也因此，在推動生活空間運作的效率之外，新的物聯網技術發展對生活品質的影響也應該是不容被忽視的(Angelidou, M., 2015 ; DiSalvo, C., Jenkins, T., 2017 ; Rogers, Y. et al, 2013)。

本研究將下列三點作為建立人際互動導向之物聯網社區空間發展策略必須面對的主要問題：

- (1) 社區所涵蓋的範圍與層級為何?
- (2) 哪些物聯網服務有形成空間互動介面的機會(用以提升生活品質)?
- (3) 各級社區內部所需的物聯網服務有哪些?

二、研究目的

物聯網做為未來各領域發展的關鍵技術已經是勢在必行的事實，我們應該追求的不是更高的效率，而是應該促進人們參與生活，數據的感測、收集與分析並不僅僅只是為了對民眾進行監控和做出反應，更應該要豐富人們的生活(Rogers, Y. et al, 2013)。

承上一小節所述，今天的智慧社區在發展過程中主要面臨的幾項主要問題包含了：對社區本身範圍的界定不清楚、物聯網技術上對下的供給導向應用，以及社區需要哪些物聯網服務的導入這三大項。本研究將人際互動關係視為未來社區空間發展策略的主體，在這之中我們將針對互動導向所

需的物聯網服務空間去進行探討，並且藉由建立社區的分級架構來結合物聯網服務空間的發展，將物聯網社區的發展策略標準化。

由此設計的人際互動導向物聯網社區空間不僅有機會可以提升物聯網數據收集的效率，更重要的是由健全的人際互動關係建立的社區場所可以完整發揮其應該具備的多種社會機能，容易讓人認知及參與的社區空間也同樣將促進人際關係之間的社會互動，形成正向的循環關係。

綜上所述，本研究的目的是在於建立一個未來發展物聯網社區時得以快速參照的定義與以人際互動作為設計導向的空間發展策略，並且以下列三點作為主要具體執行手段：

- (1) 依據都市化程度建立社區分級架構。
- (2) 依據文獻與案例分析各類物聯網服務的互動形式與空間特性。
- (3) 歸納各類物聯網服務與各級社區的關聯和需求。

第三節 研究範圍

本研究旨在探討物聯網技術導入社區的操作策略，為國內目前剛起步的物聯網服務發展提供一個可以參考的導入流程標準，本研究選擇以台中市做為研究示範區域，同時考量空間資料取得的條件，台中市和平區全區將排除在研究範圍之外，研究範圍全區包含除和平區外的二十八區，面積總計約 1222km²。

另外，由於社區此一空間尺度從不同角度檢視會有不同的空間邊界定義，在本研究中，我們主要針對社區的日常居住生活功能來探討所需之物聯網服務有哪些，同時為了要在執行上可以符合社會現實條件，在社區空間的邊界定義上採用最小行政區的村里界圖做為分析時的參考依據。



圖 1 研究範圍-台中市不含和平區(本研究繪製)

第二章 文獻探討

第一節 社區分級

McMichael(2000)指出城市生活是現代人類生態的基石，在過去兩個世紀間，城市空間在全世界迅速發展，城市象徵著創造力和科技的源頭，從過去以來，每個時代在想像下一世代的城市願景時，都是基於當代最先進的技術與生產系統下塑造的(Angelidou, M., 2015)。這背後也暗示物聯網服務最可能會首先發生在城市地區，並且其服務應用種類從城市到鄉村可以被預期會是逐步遞減的，然而，國內至今尚未具備一種標準化的城鄉分級方式可以作為參考，為了能夠有效評估從都市到鄉村的各級社區對物聯網服務有哪些優先需求，建立一套科學化的城鄉社區分級架構應該作為首要的課題。

一、城鄉分級方式

Hugo 等人(2001)的研究說明到城鄉二分法雖然在 1940 年代佔有代表性的主導地位，但隨著交通發達和科技的進步，這種僅依靠人口學定義城鄉和社區的方式已經被反應無法適應 1960 年代後的生活空間樣態。在 Dahly 和 Adair(2007)的研究之中，他們指出了城鄉二分法的缺點包含了無法有效指出城鄉間的異質性以及無法即時發現城市的變化，為了解決城鄉二分法中的這些缺陷，他們選擇將城市到鄉村視作一個連續體，透過指標量化的方式在城市到鄉村間建立一個比例尺，這種方式被認為可以更加精準地反映城市化現象對一個區域帶來的影響，同時這種量化方式也有利於透過評估因子觀察地區與地區之間的城市特徵，舉例來說，即使是總得分相同的兩個地區，也可以藉由他們各自的因子分數判別出不同的環境特徵。

城鄉二分法



量化評估指標



圖 2 城鄉二分法與量化評估指標的差異(本研究繪製)

在 Adair 等人(1993)的研究裡，為了解決都市化分級議題中城鄉二分法無法解釋城鄉關係複雜的異質性問題，他們根據房屋類型、密度和商業、農業活動、提供的服務、易達性建立了六種遞減的區域階級劃分，分別是：

- (1) 都市(Urban)：人口密度高、位於市中心
- (2) 寮屋區(Urban squatter)：人口密度高、建築和衛生條件較差
- (3) 城市周邊(Peri-urban)：人口密度較低、到市區的交通便利
- (4) 市鎮(Town)：有地方政府和市場中心，但不與主要城市相連
- (5) 鄉村(Rural)：遠離市區、交通便利
- (6) 偏遠(Isolated)：人口密度低、交通不便

將這六種類型的區域依據都市化特徵判別，都市與寮屋區、城市周邊與市鎮、鄉村與偏遠是兩兩相似的，我們參考 Adair 等人(1993)歸納的六種區域階級，考量寮屋區(Urban squatter)此一環境與國內本土的文化有較大的差異，選定都市(Urban)、城市周邊(Peri-urban)、市鎮(Town)、鄉村(Rural)以及偏遠(Isolated)五種區域做為社區都市化分級的基礎，並依據台灣國內的都市化特徵重新進行定義劃分。



圖 3 本研究的社區類型劃分(本研究繪製)

二、都市化特徵因子

為了能夠依據都市化程度建立社區分級的量化評估指標，必須提取與都市化直接相關且具備顯著差異的因子，藉以反映每個社區的環境特徵差異。過去已經有許多研究建立起幾個特徵與都市化的關聯性，Yach 等人(1990)的研究指出城市化特徵包含人口快速增加與集中、物理環境變化加劇、就業與教育機會增加、社會結構組成、醫療環境…等；McDade 和 Adair(2001)透過因子分析(Factor analysis)方式證明高人口密度和基礎設施與服務(通訊、交通、電力、水、醫療資源…等)跟都市化的特徵具有高度相關性；Mendez 等人(2004)對中國地區的觀察則確立了代表都市的十個組成因子，且這些因

子與都市化總體分數有直接相關且顯著不同(線性回歸 $p<0.001$)，當中包含了：

- | | |
|----------------|-------------|
| (1) 人口規模 | (6) 教育設施 |
| (2) 人口密度 | (7) 商業活動 |
| (3) 與住房相關的基礎設施 | (8) 通訊基礎設施 |
| (4) 交通基礎設施 | (9) 經濟指標 |
| (5) 健康照護服務 | (10) 環境衛生設施 |

本研究將在後續的操作以 Mendez 等人(2004)確立的十項都市化特徵做為參考，提取國內可取得的相關空間資訊圖資，並以 ArcMap 地理資訊分析軟體作為研究工具進行都市化因子的量化計算，建立起初步的社區分級架構。

第二節 物聯網服務應用情境發現

今天的世界正在經歷快速的都市化現象，為了解決快速發展都市中的可擴展性和社會問題，透過物聯網技術結合普及化的感測器來構成整個區域的「電子神經系統」，使之具備感知和應對事件的能力成為現今我們塑造智慧空間的一種主流手段(Jetter, H. C. et al, 2014)，當前的物聯網技術相關研究主要是從連接和管理事物的角度出發，然而，物聯網技術的人性化、社會化方面卻是現在少有被探索的領域(Guo, B. et al, 2012)，Rogers 等人(2013)的研究認為要做到豐富人類生活的物聯網技術，可以透過使用者為中心的互動可視化界面，以及展示讓使用者易於解讀和做出反應的數據等方式來達成此一目的。

針對本研究收集到的物聯網服務相關研究與應用案例，本研究初步整理出幾個共同重點特徵項目，以此做為未來發展人際互動導向的物聯網社區可供參考的注意事項：

(1) 物聯網服務的應用對象：

從目前的研究與相關案例中可以發現，物聯網服務的提供對象大致可以分為兩種，一是終端的一般大眾，二是特定服務的提供者或管理人員。與前者相關的物聯網服務又可從中分為兩種形式，首先第一種是裝置或空間的智慧化應用，舉凡前面提到的智慧停車、人體檢測、垃圾桶的智慧化...等案例都屬於這一類服務形式，這一類的應用形式提供了快速直接的服務介

入，但是在這個過程之中可能難以促進人與人之間產生交流，因為服務的提供對象僅是針對每一個獨立個體，甚至，人們在使用此類服務時可能因為設計界面的不良產生隱私侵犯感受而產生排斥；第二種提供給一般大眾的服務則是輔助既有活動的智慧化服務，這一類的物聯網應用是間接的提供給使用者，舉例來說 DiSalvo 與 Jenkins(2017)的工作輔助了既有的自給自足社區活動，雖然他們的裝置只是簡單的偵測水果的成熟度，但是卻可以讓社區原有的活動進行得更加順利，使社區成員間的互動關係更加緊密。為特定服務的提供者與管理人員設計的物聯網服務類型則多屬於智慧化管理系統的開發，舉凡道路的監控、廢棄物的管理...等相關應用都是為了使管理單位的工作能夠更加有效率，但這一類的服務應用卻是最容易忽視一般使用者感受的應用形式。

(2) 物聯網的服務地點與範圍：

從前面所收集到的研究與案例中我們可以瞭解到，物聯網服務的應用涵蓋了各種空間尺度，小至房間、一段街道，大至整座城市甚至是只存在於網際網路的虛擬空間中。對於本研究所探討的空間—社區此一課題而言，我們需要去找出在此一空間發展策略中需要導入的物聯網服務有哪些，這些物聯網服務又要如何去串連起社區中的人與人、社區與社區。如同 DiSalvo 與 Jenkins(2017)的工作強化了社區內的人際關係，Guo 等人(2012)的研究則促使網路上具有相似特質的人們可以在現實生活空間中產生交流。也因此，如何去找到每個社區的需求進而導入相應的物聯網服務將成為一件重要的課題。

(3) 物聯網服務的介入時機：

物聯網服務的技術背景使其具備在同一時間服務多人的能力，目前已經有許多的物聯網技術以低功耗的設備組成，這有助於物聯網服務的大規模部署以及長時間待機並蒐集所需資訊。物聯網設備的組成多具備各種類型的感測器來對外部的環境做出反應，然而，如果在錯誤的時間點對人事物產生反應，便很可能讓人產生隱私受到侵犯的感受亦或是讓人需要重新學習新的生活模式，進而造成人們與物聯網服務的接觸產生排斥。因此，為了朝向人際互動導向的物聯網應用形式發展，物聯網的使用時機需要講求的是在正確的時間點做出正確的反應，作為一種融入生活的「輔助服務」而非「工具」，如此一來將可以使得智慧化服務更加的人性化，並加速在社會上

的廣泛部屬。

表 1 物聯網服務相關文獻與案例

服務範疇	文獻	服務內容	空間關聯性
交通 物聯網服務	Sherly, J., Somasundareswari, D., 2015	智慧停車	中
		道路監控	低
	Singh, D.et al, 2015	道路監控	低
	Tarapiah, S.et al, 2013	車輛監控	低
	Yue, Y.et al, 2013	道路監控	低
健康照護 物聯網服務	Yang, Z.et al, 2013	人體檢測	低
	Amendola, S.et al, 2014	人體檢測	低
		環境監控	高
	BK, B., Muralidhara, K.N., 2015	人體檢測	低
	Chen, C. C., Chang, Y. F., 2013	智慧醫療環境	高
教育 物聯網服務	Kim, S.et al, 2011	學習輔助	低
	Scott, K., & Benlamri, R., 2010	空間識別	高
	Shi, Y.et al, 2003	智慧教學空間	中
	Chung, K. S.et al, 2013	學習輔助	低
經濟 物聯網服務	DiSalvo, C., Jenkins, T., 2017	多元經濟	中
	Guo, B.et al, 2012	資訊推播	低
	Lee, M.et al, 2016	共享經濟	中
	Choudhary, K. D.et al, 2018	共享經濟	低
環境衛生 物聯網服務	Castro Lundin, A.et al, 2017	智慧垃圾桶	中
	Medvedev, A.et al, 2015	廢棄物回收管理	低
	Bonino, D.et al, 2016	回收服務 App	中
	Hong, I.et al, 2014	智慧垃圾桶	中

第三節 小結

綜合文獻與案例分析成果之整理，本研究將社區分為五個等級，分別是：都市型、城市周邊型、市鎮型、鄉村型與偏遠型，並根據可以取得的

圖資將都市化特徵因子歸納為七大類：人口、交通設施、健康與照護設施、教育設施、商業經濟、通訊設施、環境衛生設施來進行國內的社區分級架構建立，藉以整理出針對國內情況的各級社區都市化特徵與定義解釋，使用的工具將以地理資訊分析軟體 ArcMap 為主，並且透過 AHP 分析每個都市化特徵因子的權重值，提供客觀合理的指標評估基礎。

本研究也將物聯網技術的應用服務根據都市化特徵因子中的交通設施、健康與照護設施、教育設施、商業經濟、環境衛生設施來進行分類與探討，從中尋找與互動關係有關的應用，目前階段查找的相關文獻與案例很多都以管理端的角度進行開發研究，然而依然也有研究指出當前物聯網技術缺乏人性化的思維設計，並提出具備社會效益的物聯網應用服務，這被視為一種真正關注人們生活樣態的開發模式。

物聯網技術已經被視為下個世代的關鍵技術，然而國內對於物聯網技術的導入還在初期的發展階段，不同階級的社區應該導入哪些物聯網服務成為本研究探討的主要課題，我們在導入物聯網服務的過程中也不忘人際互動可以帶來的附加效益，因此本研究會在第一階段建立起社區分級的架構，接著依據該架構分析出的社區特性匹配每種社區優先需要導入的物聯網服務，並說明這些物聯網服務的應用如何促進社區的互動關係。本研究將透過上述的操作步驟流程提出一個在未來物聯網社區發展時可以參考的人際互動導向設計策略。

第三章 研究方法

本研究以台中市做為社區導入物聯網服務的空間發展策略示範場域，對社區都市化程度的分級操作主要會藉由 AHP 分析與土地適宜性分析進行(如圖 4)，由此歸結出全台中市各里的都市化程度，並將成果可視化。

藉由文獻的回顧，我們相信一個空間的都市化程度與技術發展的程度息息相關，也因此，在研究中我們將依據都市化程度為社區進行階級劃分，綜合文獻回顧中提到的指標量化分級方式，研究將透過 AHP 分析來收集專家學者的觀點來對都市化的特徵因子進行權重評估，之後以 ArcGIS 進行土地適宜性分析建立出鄉村到都市間的量化指標，除了將都市化的空間資訊量化紀錄之外，透過 ArcGIS 的軟體特性也有利將分析成果可視化，提供更直觀的社區都市化分級成果檢視方式。

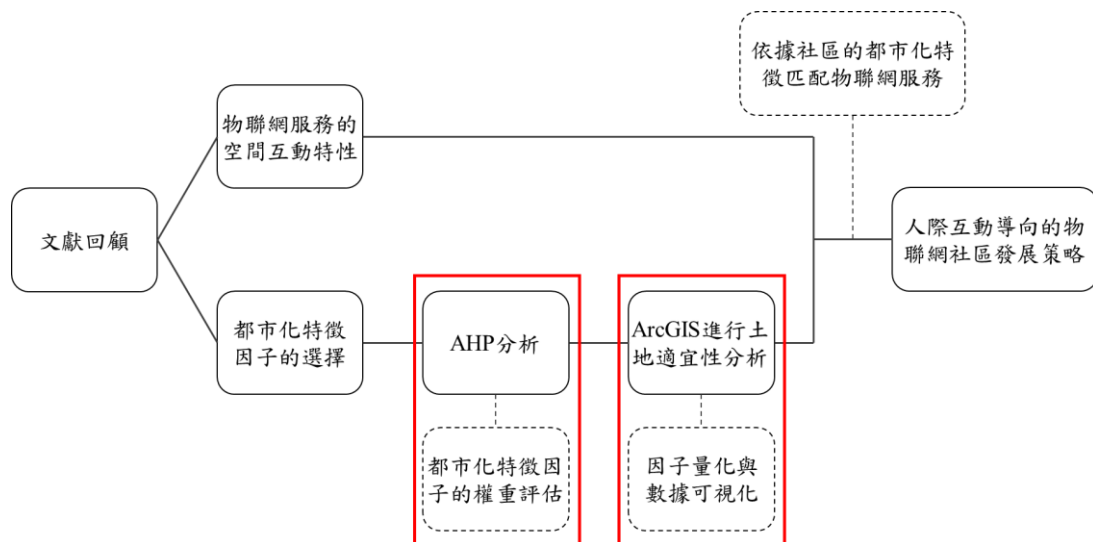


圖 4 研究操作方法(本研究繪製)

第一節 AHP 分析

本研究的 AHP 呈現三層級的架構(如圖 5)。對於 AHP 問卷的設計我們採用尺度 1 到 9 的成對比較，考量 AHP 問卷的複雜性以及議題的專業性，主要鎖定的受訪族群為建築或都市計畫等相關領域的學界及業界人員。完成問卷的收集後以微軟 Office 的 Excel 軟體作為 AHP 的分析工具進行成對比較矩陣的計算以及一致性檢定。

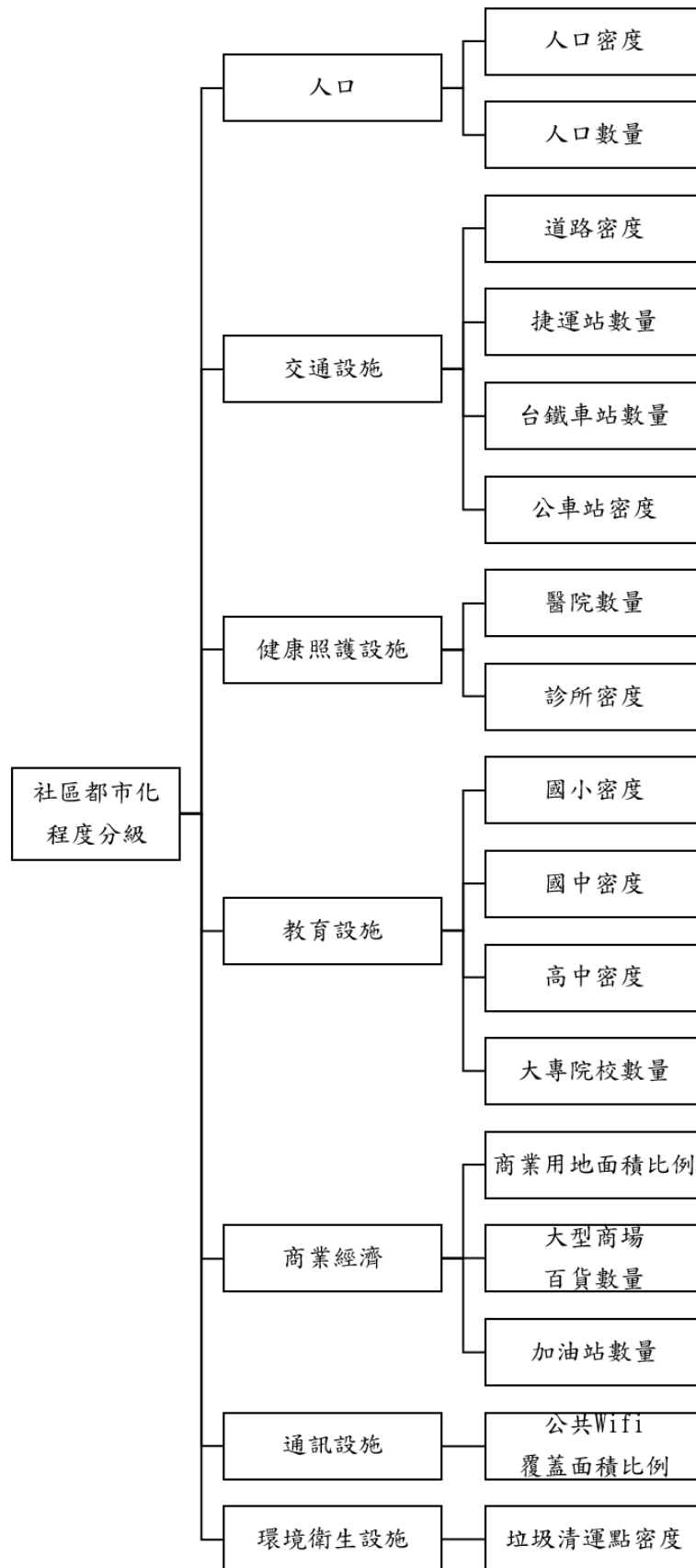


圖 5 社區都市化程度分級的層級架構圖(本研究繪製)

經由 Excel 計算回收後的問卷成果，我們可以將其製成圓餅圖來

檢視相關領域的專業人員對於每一階層都市化影響因子的重要性看法。在第二階層的七個因子中，我們可以從圖 6 看到權重值由高至低分別是：重要性程度最高的交通設施 26.5%、商業經濟 25.1%、環境衛生設施 11.9%、教育設施 11.2%、健康照護設施 10.5%、通訊設施 8.5%以及重要性程度最低的人口僅占 6.3%。從圖 6 的圓餅圖中我們可以瞭解到，本研究訪問的相關領域專業人員綜合評比出的結果中，交通設施與商業經濟這兩個項目被視為較具代表都市化程度的因子，環境衛生設施、教育設施、健康照護設施三者次之，權重值約在 10% 至 12% 間，權重值較低的評比因子則是通訊設施與人口兩項，權重皆不足 10%，被視為代表都市化程度重要性較低的因子。

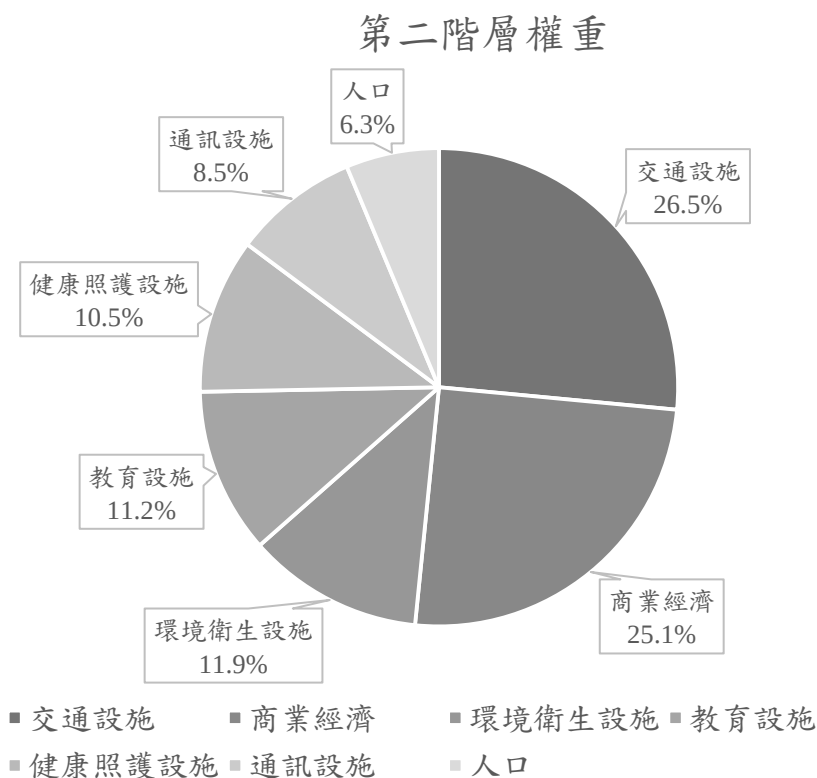


圖 6 AHP 第二階層因子權重圓餅圖(本研究繪製)

第三階層的因子選擇是延續自與第二階層因子相關的細節，計算成果如圖 7 表示，我們可以從中分別看到各個第二階層因子主要的代表性因素有哪些，依照第二階層權重值高至低分別介紹，交通設施中可以發現一個區域是否擁有捷運站被視為最具都市化代表性的象徵，權重值為 43.5%；在商業經濟中大型商場百貨的數量多寡被視為最重要的設施，權重值為 51.3%；教育設施下四個因子項目間的權重值較

為相近，當中以大專院校權重值最高 32.4%；在健康照護設施項目裡，診所的密度越高被視為都市化程度越高的代表性因子，權重值為 63.1%；最後，在人口相關因子的評估中，一個地區的人口密度被視為影響都市化程度較高的因素，其權重值為 71.15%。

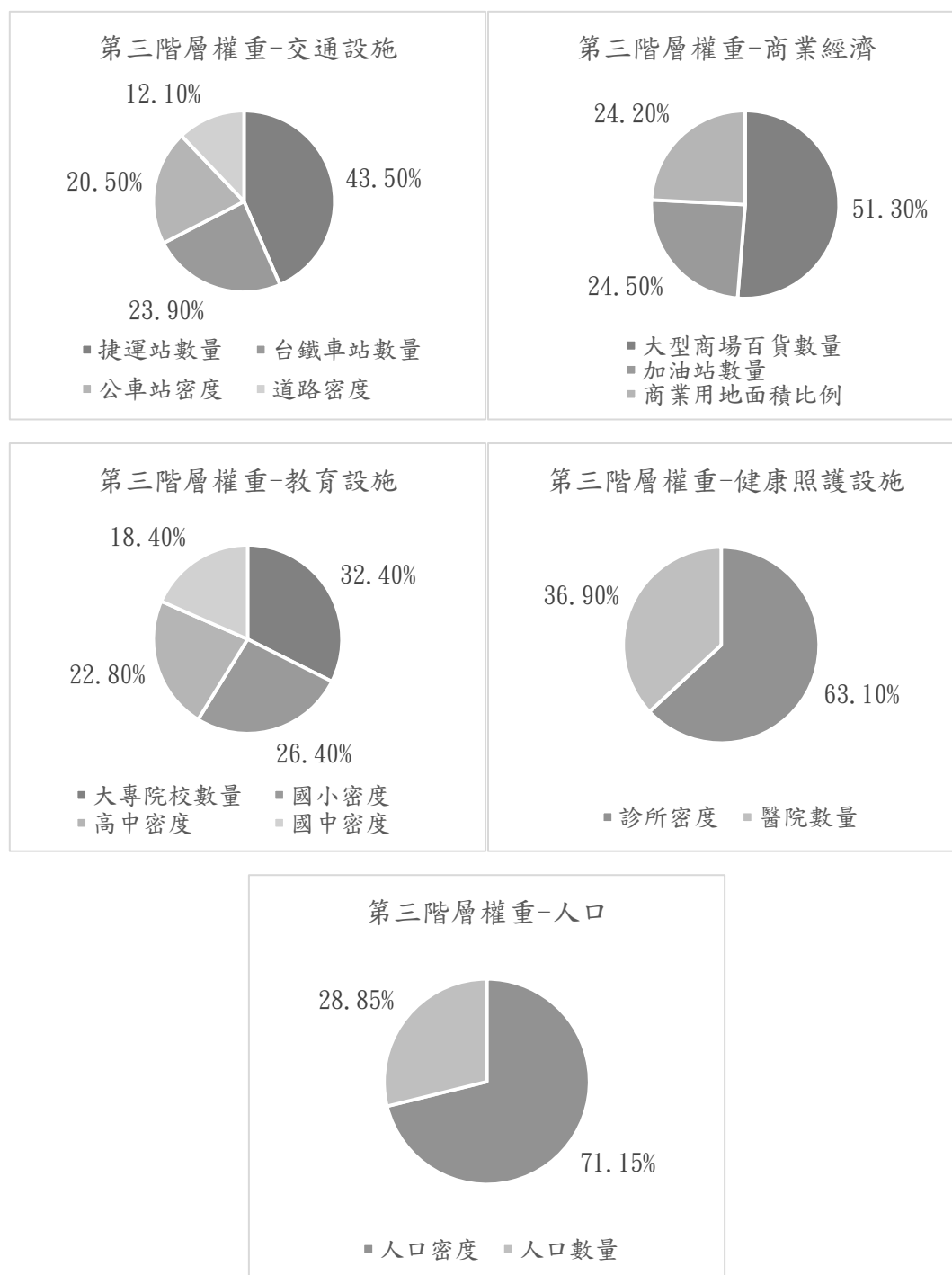


圖 7 AHP 第三階層因子權重圓餅圖(本研究繪製)

第二節 土地適宜性分析

本研究在社區分級方式上將里界做為社區的最小空間單位，因此採用台中市里界圖做為分析時的基本底圖。在 ArcGIS 中的操作細節主要可以分為五個階段，第一是針對所需要分析的素材進行圖資收集，第二是整理取得的圖資，當中又可細分為點資料與面資料的處理，第三階段則是將整理完的資訊匯入底圖，在第四階段將這些資訊做量化與計算(包含權重)，並在最後得出土地適宜性分析的計算成果。

本研究所需要使用到的圖資是依據 AHP 層級架構的需求進行收集，當中包含了：

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| (1) 台中市里界圖(2019 年) | (11)台中市高中點位(2018 年) |
| (2) 台中市各里人口(2019 年 12 月) | (12)台中市大專院校點位(2018 年) |
| (3) 台中市路網圖(2016 年) | (13)台中市國土利用調查圖(2017 年) |
| (4) 台中市捷運站點位(2019 年) | (14)台中市大型商場、百貨點位 |
| (5) 台中市台鐵車站點位(2018 年) | (2018 年) |
| (6) 台中市公車站點位(2019 年) | (15)台中市加油站點位(2018 年) |
| (7) 台中市醫院點位(2018 年) | (16)台中市 iTaiwan Wifi 佈署點位 |
| (8) 台中市診所點位(2018 年) | (2019 年) |
| (9) 台中市國小點位(2018 年) | (17)台中市垃圾清運點位(2019 年) |
| (10)台中市國中點位(2018 年) | |

以上這些圖資皆是透過台中市政府民政局、台中市政府資料開放平台、iTaiwan 官網...等政府公開資料取得.csv 或.shp 資料，以求資料來源的可信度，另外也因為缺乏台中市和平區的國土利用調查資料，本次的研究範圍限制在除了和平區以外的全台中市範圍。

我們收集到的這些空間資料主要可以分為兩種檔案類型，分別是文字形式的.csv 檔以及點、線、面的.shp 檔，針對.csv 檔的處理會先確認文件內部的經緯度格式，並匯入 ArcMap 中將其轉換為.shp 檔，以利後續的加工應用；針對.shp 檔的處理則會依據後續的使用目的進行第一步的加工，例如原本有部分屬於全台灣範圍的圖資會透過 clip 功能修剪成台中市的範圍，iTaiwan 點位則依據官方提供的資訊表示訊號範圍為方圓 20 公尺，透過 buffer 功能將原先的點資料轉換成面資料。上述的處理程序主要作用是讓後

續的分析作業可以更加流暢地進行，屬於圖資應用前的準備動作。

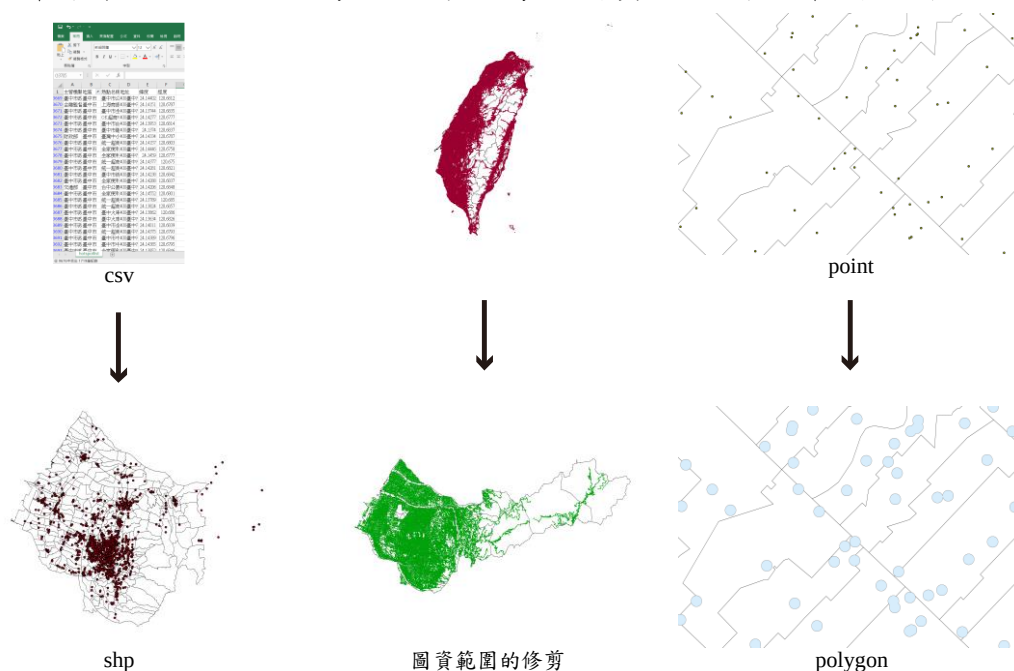


圖 8 圖資的事前整理(本研究繪製)

完成圖資的事前整理後，接下來即可產出用於評估都市化程度的資訊，也就是透過 ArcGIS 的分析能力去計算每個里內部的各指標點位數量、面積比例...等資訊，並且在里界圖(底圖)中建立相應的屬性資料欄位，接著匯入所有評估指標的地理資訊後即完成空間資料庫的建置，這些資訊在此階段經過數化的過程便得以在下個階段進行量化分級的計算。

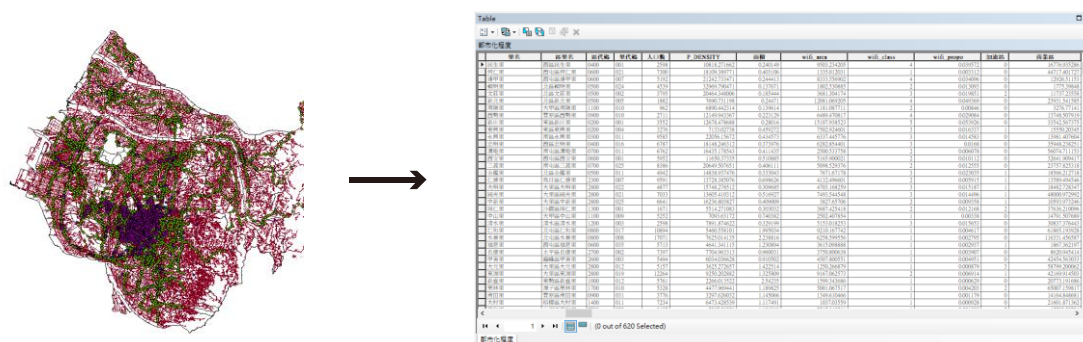


圖 9 空間資料庫的建立(本研究繪製)

空間資料庫建置完成後，我們進一步利用 Jenks Natural Breaks 分類法去建立出分數級距，此分類法的優點在於可以將每一類數值的內部差異最小化，並突顯每一類別之間的差異(ESRI, 2007)，這當中除了台鐵車站、捷運站這類本身數量較少的設施是少於五個級距，其他指標皆建立出五個級距對應五個社區類型。接著以百分制為每個級距進行量化，讓每個評估因子形成 0 至 100 分之間的分佈，以五級距為例，一級至五級分別對應了分數

0、25、50、75、100，此時就可以導入前面完成的 AHP 分析結果，為各階層的評估因子加入權重，加入權重後的因子加總後即可得出每個社區的都市化程度總分。最後將都市化程度總分以 Equal Interval(等距)方式區分為五個等級，階級由低至高分別就對應了 1.偏遠(Isolated) 2.鄉村(Rural) 3.市鎮(Town) 4.城市周邊(Peri-urban) 5.都市(Urban)的五種不同都市化層級社區，即可完成此次的土地適宜性分析流程。

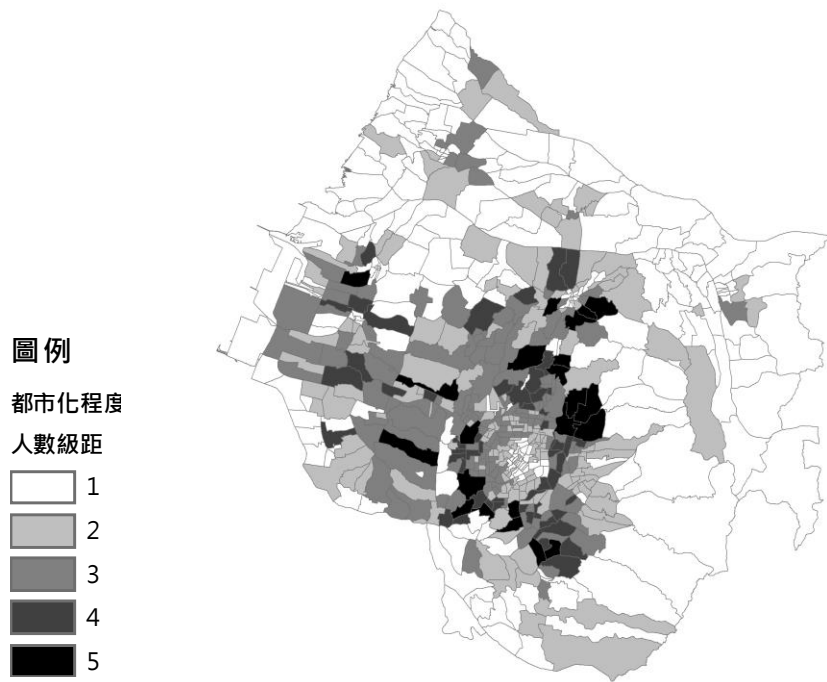


圖 10 依 Jenks Natural Breaks 分類法建立的人數五級距分布圖(本研究繪製)

第四章 物聯網社區的空間發展策略

在本章我們將說明未來社區在智慧化的過程中，物聯網相關服務技術導入生活空間時的操作流程與策略，並且對研究範圍台中市各類社區所需的物聯網服務提出建議，構想出融入日常生活且能夠促進人際互動關係的智慧生活型態與空間整合服務模式。

第一節 人際互動導向的物聯網社區發展策略流程

在國內目前這個剛要起步的空間智慧化過程中，智慧社區的發展正處在一個定位模糊的瓶頸之中，這也是為何本研究認為物聯網服務導入社區的流程首先需要強調的是社區階級的定位，社區有了明確的定義才能從中發現需求，並且評估出一套因地制宜的物聯網服務導入策略。本研究強調的第二個重點是人際互動導向的物聯網服務發展，雖然我們在文獻回顧提到都市化程度越高的地區越可能發生技術革新，但是在生活已然非常方便的都市核心地區是否需要更多更加智慧化的管理工具來改變人們的生活習慣？檢視過許多的文獻與案例後，我們發現如果當人們需要從頭重新學習一樣新技術，又或是個人資訊受到管控時，往往會讓人們產生各種排斥或是不安的情緒。反之，人際互動導向的物聯網技術開發講求的是以使用者需求作為設計出發點，這一類的物聯網應用多以輔助既有生活行為、強調人機互動...等形式融入人們的日常生活中，也就是說人們不需要因為新技術介入生活空間而需要去改變原本的行為習慣，但卻依然可以在無形中增進服務的效率品質。我們在圖 11 中展現了一個地區導入物聯網服務時的四大策略操作流程，並且說明每一階段需要分析、規劃、設計的內容，期望以此彌補國內目前缺乏的標準化物聯網社區空間發展策略。



圖 11 社區導入物聯網策略操作流程(本研究繪製)

第二節 各級社區特徵與物聯網服務需求評估

透過土地適宜性分析我們即可產出一張台中市的社區都市化程度分級圖(圖 12)，並且從每項因子與階層的得分分佈情形去分析與解釋每一層級社區的特徵為何。

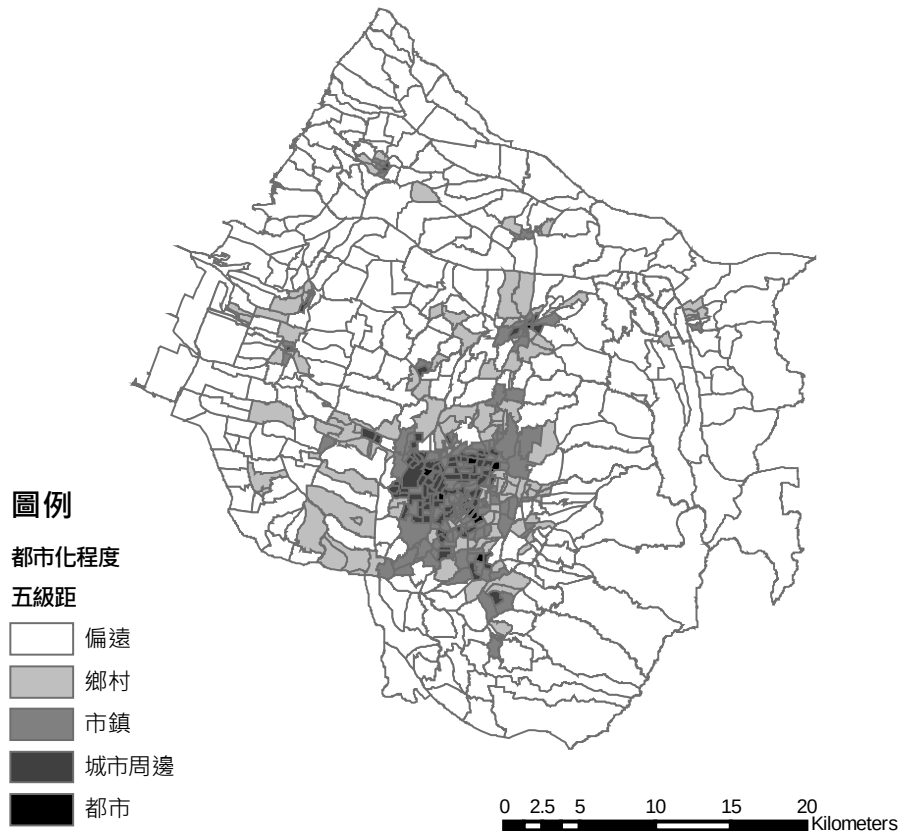


圖 12 台中市社區都市化程度分級成果(本研究繪製)

總括來說，針對本研究所分析之台中市地區的數據顯示與解讀而言，我們將不同都市化層級的社區特徵做出如表 2 中的解釋。另外，如果我們重新檢視各類社區的地理分布情形(圖 12)也可以發現，各級社區的分布大致上是以同心圓形式發散，由都市型社區作為核心，城市周邊型社區多數依附在其周圍，市鎮型社區除了在原台中市區域是分布在城市周邊型社區外圍，其他有很多則是位在原台中縣主要的核心生活區域，同時也有許多的鄉村型社區依附在這一類市鎮型社區的周邊，其餘的偏遠型社區構成則多以農業區或是工業密集等非都地區為主。

表 2 台中市各級社區定義解釋

都市 (Urban)	人口數量少但密度高，多為交通匯集處，醫療與經濟資源發達，且通訊與衛生設施完整，但教育相關設施較少。
城市周邊 (Peri-urban)	人口數量多且密度高，道路發展完整，國民基礎教育資源豐富且經濟發達。
市鎮 (Town)	人口數量多且密度高，捷運站為最顯著的交通設施，多與都市和城市周邊地區相連。
鄉村 (Rural)	人口數量多但密度較低，遠離都市但交通上有台鐵車站為顯著建設，同時也擁有較多的大專院校資源。
偏遠 (Isolated)	人口數量少且密度低，各項資源的發展水平都較低。

完成台中市各類社區定義解釋後，我們即可從中了解五種不同社區的都市化特徵發展程度，並以此為基礎探討後續導入物聯網服務的規劃。以下將根據五種社區類型分別說明各自所應該優先導入的物聯網服務：

(1) 都市型社區(Urban)

都市型社區具備完整的基礎建設條件來發展物聯網服務所需的資通訊設施，在社區機能上主要強調活絡的經濟活動、便利完善的交通與醫療資源，較少的人口可能反映了都市型社區在居住機能上的需求是相對次要的，進而導致教育相關的設施建設較少。綜合上述內容本研究建議在都市型社區應該優先導入的物聯網服務為交通、健康照護與經濟服務，較少的人口數量使得都市型社區對於教育與環境衛生需求的迫切性較低。

(2) 城市周邊型社區(Peri-urban)

相較於都市型社區，城市周邊型社區在人口組成上有明顯的高人口數、高人口密度，顯示城市周邊型社區的服務機能主要強調居住行為，在國民基

礎教育設施上有完整的建設，醫療服務上也由診所為主要的組成，在交通服務上城市周邊型社區反映出相對弱勢的大眾運輸服務，但有完整的道路路網，這可能顯示出私有載具是該區的主要交通手段。本研究建議城市周邊型社區應該同時導入五種物聯網服務類型，並強調公共、共享的服務形式，藉以分散龐大人口造成的資源需求壓力。

(3) 市鎮型社區(Town)

市鎮型社區同樣屬於人口多且密度高的居住機能型社區，但是在經濟活動上已經不若城市周邊型社區發達，該型社區主要強調教育以及交通服務，藉以提供居民的教育以及通勤需求。本研究建議市鎮型社區應該優先強化交通與教育物聯網服務，其次為健康照護以及環境衛生服務，雖然市鎮型社區現有的醫療與環衛相關設施較少，但因為擁有較多的人口反映現有資源可能的不足，應該朝向遠端服務彌補實體設施缺乏的缺陷。

(4) 鄉村型社區(Rural)

鄉村型社區在人口結構上主要以多人口、低密度組成，可以推測居住分布上是以較小的群落構成，在地理位置上與都市區相聚較遠，但交通設施的發展上有台鐵車站作為顯著建設，仍然保有與都市區連接的便利性，教育設施上有多於其他區域的大專院校數量，其他在經濟、健康照護以及環衛上的發展都較不明顯。需要注意的是，鄉村型社區在通訊設施的發展上也較為不足，這可能會成為影響物聯網服務導入這一型社區時的阻礙，本研究建議鄉村型社區應該首先完善基礎的通訊設施，進而優先導入交通、教育與健康照護的物聯網服務。

(5) 偏遠型社區(Isolated)

偏遠型社區的各項發展水平都較為低落，且人口數量與密度都較低，本研究建議此類社區應該暫待基礎設施的發展完善，或是人口組成強健後再考慮智慧化服務的導入。

本研究針對台中市地區依據土地適宜性分析之結果提出五類社區的都市化特徵型態分析，透過這些分析結果我們得以了解每種社區生活機能的強弱項，並以此推估每一類社區所需要優先導入的物聯網服務。檢視台中市的社區特徵可以發現，除了偏遠型社區的發展程度較低因此不被列入優先導入物聯網服務的對象之外，其他四種類型的社區其實都有一定的人口數量帶動服務需求，然而資源分配不均一直是都市與鄉村地區之間常見的現

象，透過物聯網服務無線技術應用的特徵，我們有機會透過遠端服務強化每種社區的機能與彼此之間的聯繫關係。

表 3 各級社區建議優先導入之物聯網服務

社區類型	建議導入之物聯網服務
都市型社區	交通物聯網服務 健康照護物聯網服務 經濟物聯網服務
城市周邊型社區	交通物聯網服務 健康照護物聯網服務 教育物聯網服務 經濟物聯網服務 環境衛生物聯網服務
市鎮型社區	交通物聯網服務 健康照護物聯網服務 教育物聯網服務 環境衛生物聯網服務
鄉村型社區	交通物聯網服務 健康照護物聯網服務 教育物聯網服務
偏遠型社區	優先發展基礎建設與人口結構

接下來我們將依據五種不同的物聯網服務類型說明其各自在人際互動導向發展上的潛力，並且說明與這些智慧化服務相關的空間介面有甚麼樣的特徵：

(1) 交通物聯網服務

目前有許多與交通相關的智慧化服務講求的是道路運輸效率或是解決停車有關需求的措施，也因此在人際互動導向的開發潛力上較低，與智慧化交通服務有關的空間介面也多屬於輔助前述目標之裝置。值得提到的一點是，在交通領域的智慧化過程中，無人車的研究也屬於一項熱門議題，雖然這並不直接與空間有關，但未來的建築是否會因為這項新移動工具的出現而產生不同於今日的銜接介面，進而引發新的人、工具、空間三者間的互動關係是一值得關注的未來發展議題。

(2) 健康照護物聯網服務

現在的健康照護相關智慧化服務多著重在醫療空間的智慧化，或是個人穿戴裝置的身體狀況監測領域，這些技術的開發有助於提升醫生與病患間的溝通效率，同時也可以確保病患在室內空間活動時的安全性。由於已經有許多的健康照護相關案例是針對空間的智慧化，那麼如何強化使用者與智慧空間的互動協調性則是往後的重要課題。

(3) 教育物聯網服務

教育物聯網服務的開發主要用於提升學習效率，這當中的手段包含了行動裝置的學習輔助系統開發或是教學空間智慧化...等措施，這些服務應用強化了學生與學生、學生與老師之間的互動關係，知識交換效率的提升進而帶動學習品質，智慧化教學方式成為未來生活的常態需要仰賴的是更自然融入教學過程與教學空間的服務介面。

(4) 經濟物聯網服務

經濟活動本身的多元性使得相關的物聯網服務同樣朝向多元化開發，今天已經有許多的智慧化服務被用來擴展經濟活動或是讓經濟共享化，只要在這個過程中輔助既有的經濟行為或是依據社會互動關係開發相關推播技術，便能夠產生許多的機會將人際關係透過經濟活動串聯在一起。

(5) 環境衛生物聯網服務

與環境衛生有關的智慧化服務講求落實廢棄物的分類與回收過程的優化，相關的技術開發包含裝置(回收箱、子母車...等)或是回收站點的智慧化，某些案例中可以看到廢棄物回收的過程會給予使用者相應的回饋，例如回收量的減少可以減低回收費用，我們可以將此視為一種資訊交換後可以獲得回饋的互動模式，其優點可以使的人們更加容易接受智慧化服務的實施，藉由這種正面案例的推廣有助於加速相關服務的部屬。

總結我們對於各類物聯網服務的空間互動形式探討，我們發現一個可以促進人際互動導向的智慧化服務，在應用過程中物聯網的感測裝置首先必須避免引起大眾不必要的焦慮或懷疑，資訊收集必須要清楚地傳達其用途與目標，並且讓使用者可以自由的開始與結束這些智慧化的服務。而在智慧化服務的設計介面上，許多擬人化或是可動性的設計有助於提升人們對智慧化服務的參與度和信任度，這類設計方法可以轉移使用者的注意力，投入在互動的過程中，適時的給予資訊回饋也可以讓大眾快速了解訊息並得到正面反應(Jetter, H. C. et al, 2014)，這類人際互動導向的智慧服務將能夠更

快速的在未來社會進一步擴展，開創新的社會生活型態。

在最後，我們將各級社區的服務需求與智慧服物空間互動形式整理如圖 13 之關係，以此對台中市地區的人際互動導向物聯網社區空間發展策略做出建議。

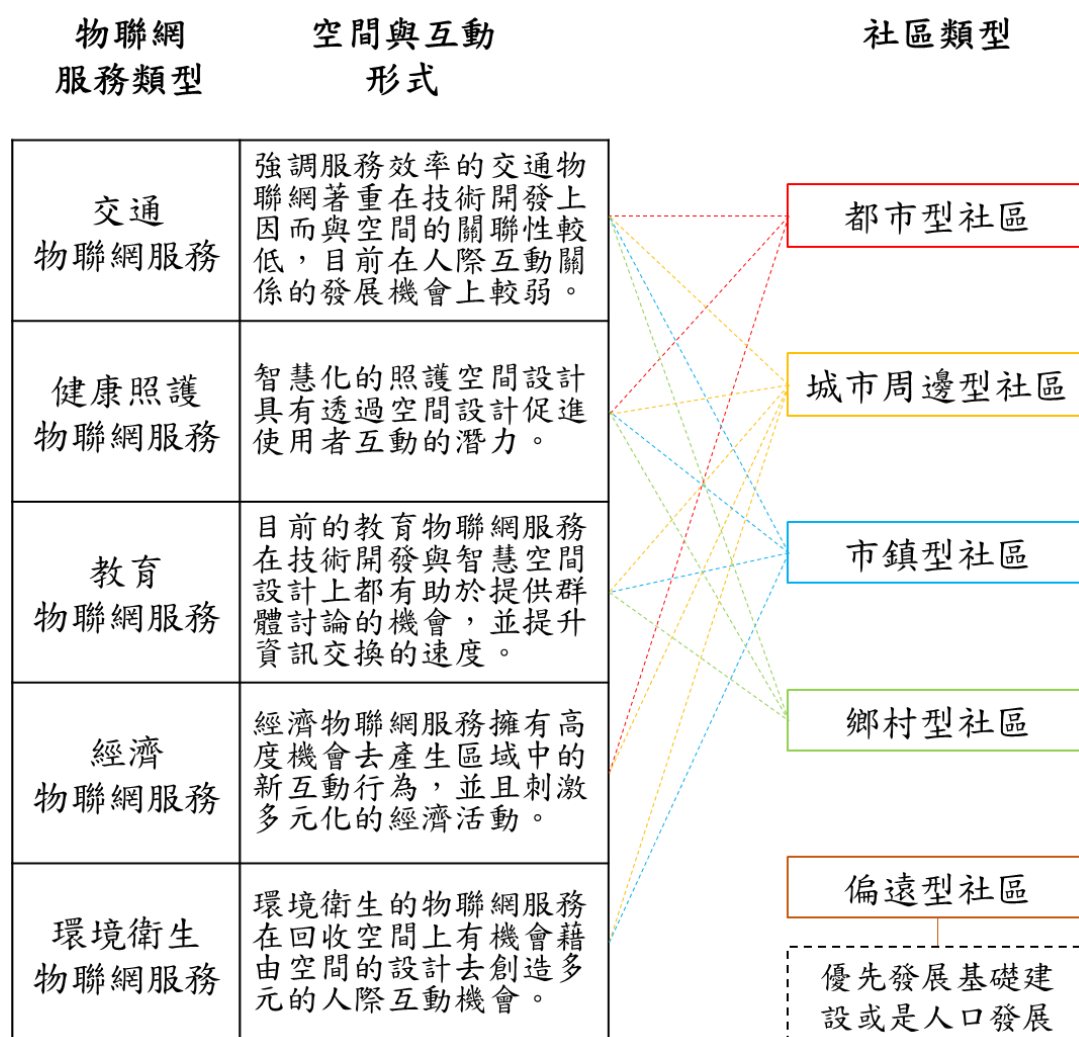


圖 13 人際互動導向的物聯網社區發展策略架構(本研究繪製)

第三節 物聯網社區空間發展策略應用

為了試驗本研究所提出之空間發展策略的應用成效，我們在本章節將選定台中市一處基地作為示範場域進行物聯網社區的設計。本次設計的主要目標在於探討智慧時代下的物聯網社區發展，透過人際互動導向的物聯網應用置入其中，以此闡述科技對生活帶來的價值轉變，型塑未來物聯網空間的實踐方式。我們希望透過實際的設計去測試人際互動導向之物聯網社

區空間發展策略的應用情境，並從模擬的過程中檢討該策略的限制以及改善方針，藉以提供未來相關研究之建議與發展方向。

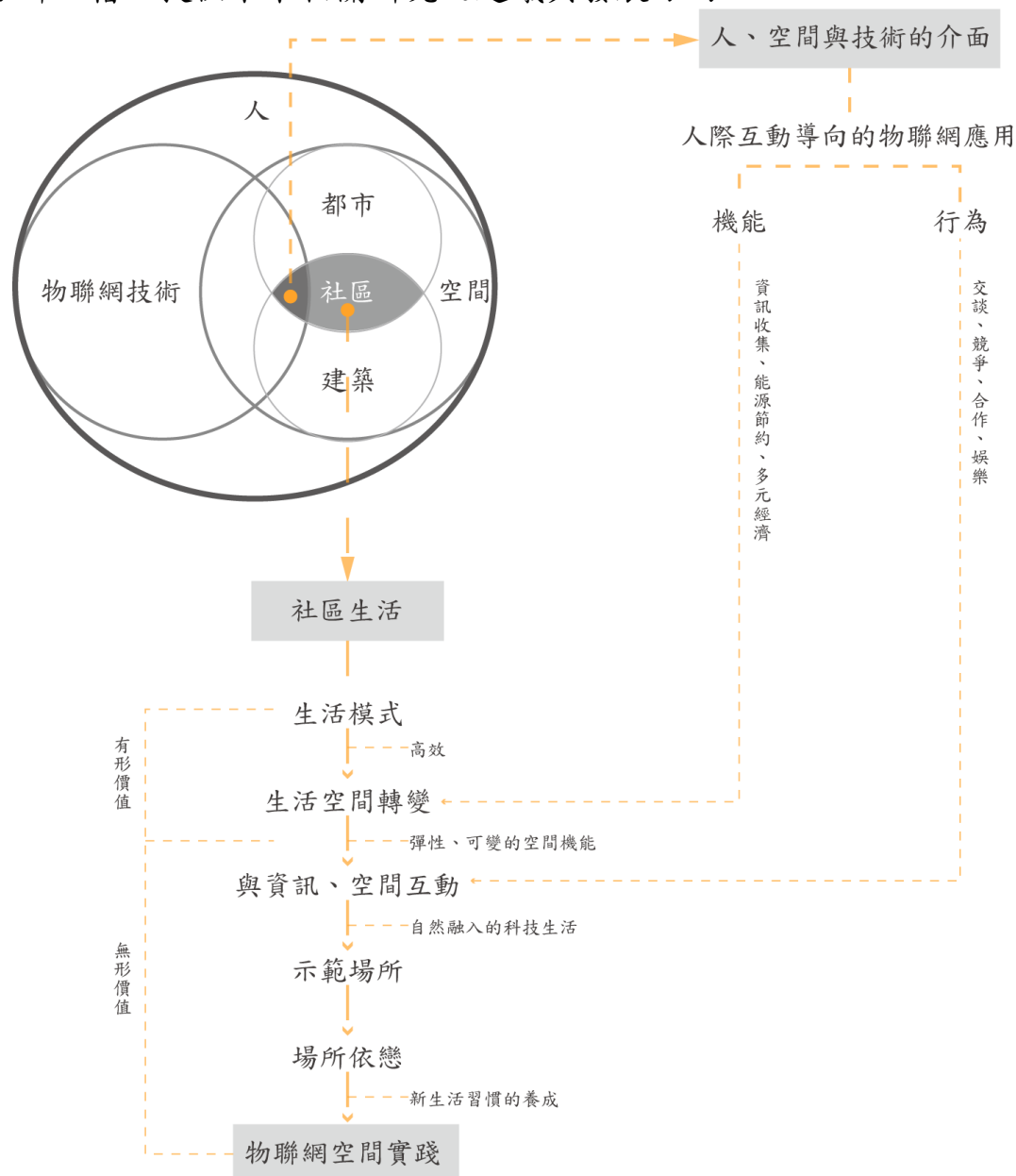


圖 14 設計價值(本研究繪製)

本次設計選擇台中市西屯區惠來里做為物聯網社區示範場域，惠來里位於台中市的核心區域，境內的主要設施包含了台中市政府、台中國家歌劇院、新光三越、大遠百、興大附農第二校區、惠來國小、七期重劃區以及未來的惠來厝段社會住宅等商業、教育與政治相關設施，是為台中市目前的市政核心區域，全區面積 1.749km²，人口總數截至 2020 年 1 月為 18705 人，也是台中市目前人口數最多的里。

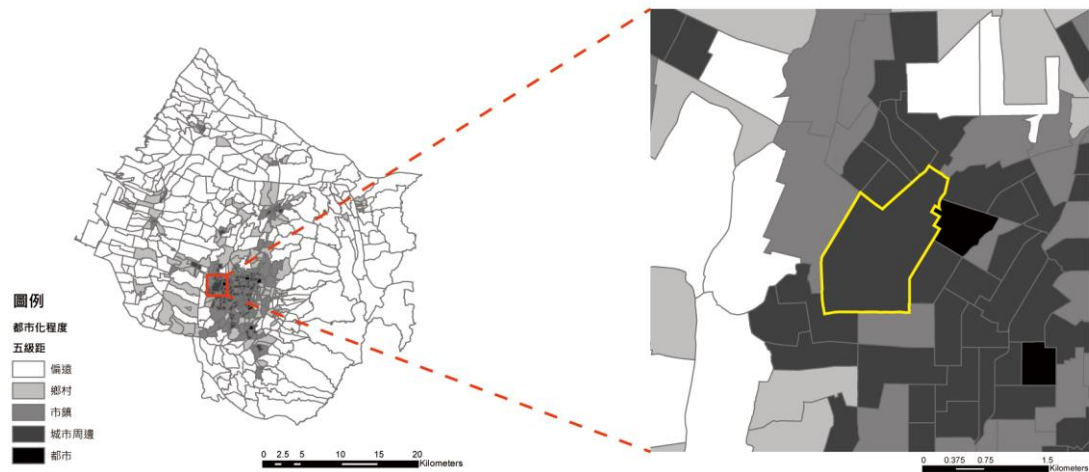


圖 15 設計示範區域—惠來里(本研究繪製)

惠來里的所在位置介於台中市舊市區中心、新市政中心與水湳智慧城...等開發單元之間，承接台中市新舊發展區的發展機能，直觀的感受上惠來里被視為台中市高度都市化發展的區域，也因為這項區域特徵具備我們對物聯網服務發展之有利條件的見解，所以選擇該區作為應用人際互動導向之物聯網社區空間發展策略的實驗設計地點，同時，我們也期望藉由本次的設計闡述未來物聯網社區設計規劃的操作流程。

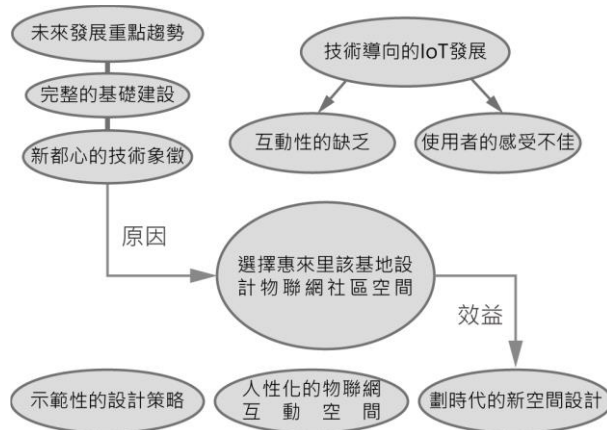


圖 16 設計目標(本研究繪製)

為了印證惠來里社區的都市化程度，我們將透過本研究中說明的操作流程一一進行分析，並且從中決定要導入示範地點的物聯網服務與其空間設計介面。另外，除了選定台中市作為物聯網社區的示範地點之外，我們也選擇一塊從 108 年變更都市計畫(西屯地區)細部計畫(第二次通盤檢討)草案中檢討出的一塊公有非公用低利用土地做為社區活動空間的細部設計基地(圖 17)，該基地位於惠來里惠中路上，面積為 1853.45m²，在後續也將藉由這塊基地設計人際互動導向的物聯網服務空間。



圖 17 社區活動空間細部設計基地(本研究繪製)

在基地分析的步驟中，我們首先需要釐清惠來里的社區都市化層級為何，從圖 15 中可以看到，根據全台中市的社區都市化程度分級結果判斷，惠來里屬於城市周邊型社區，藉由前面研究描述的分析特徵說明，我們可以初步認定這個地區以居住行為做為主要機能，且基礎教育設施以及經濟活動都十分完善發達，但公共運輸服務的發展可能較為弱勢，主要以完整的道路建設服務私有載具為主，依照物聯網社區的發展策略架構對於此類社區之建議，應該優先導入所有類型的物聯網服務，但是如果我們單獨取出惠來里的都市化程度評估分數與城市周邊型社區的評估成果進行比較(圖 18)時可以發現，惠來里的評估因子中除了人口、教育設施與通訊設施三項特徵與城市周邊型社區的評估分數相符之外，其他四種特徵都出現了顯著的差異，這顯示出相較於其他的城市周邊型社區，惠來里具有更加發達繁榮的經濟活動發展以及交通建設，但是在健康照護與環境衛生設施的發展上卻有明顯的弱勢差異。這個例子說明本研究所研擬之物聯網社區空間發展策略架構闡述的是一種「平均值」的概念，即使是屬於同一種都市化層級分類當中的社區，也可能出現特徵不同的個體差異表現，然而藉由建置完整的空間資訊資料庫，我們仍然可以賦予規劃者快速查找單一社區都市化特徵評估分數的能力，並且針對單一社區的差異做出修正，依據不同的差異做出細部規劃所需導入之物聯網服務。

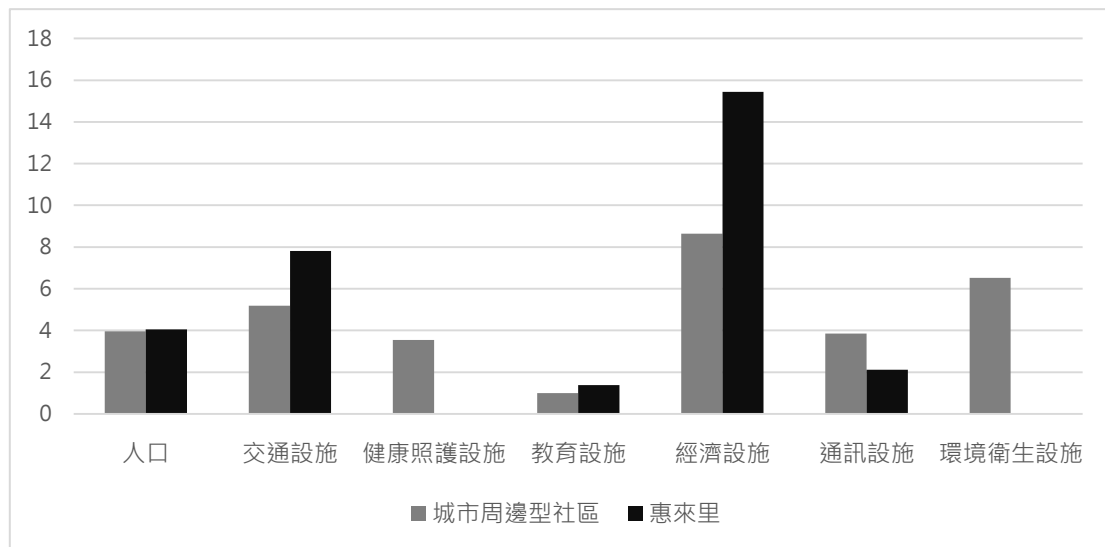


圖 18 城市周邊型社區與惠來里的都市化得分差異比較圖(本研究繪製)

由於個體社區的差異有所不同，接下來我們將獨立檢視設計基地周邊十分鐘步行路程內(600m)的每一項都市化設施分布情形，透過詳細的分析檢視來對該社區空間應該導入的物聯網服務做出決定。

在人口相關的因子當中，我們可以從圖 19 中看到惠來里地區在人口評估因子項目中屬於城市周邊型社區的等級，而設計基地周邊的建築使用類型以住宅區為主，經過 ArcGIS 的人口推估項目分析這些建築的居住人口多為 10 人以下為主，且經過實地勘查此區的住宅區少有商業混雜使用，居住機能發達。

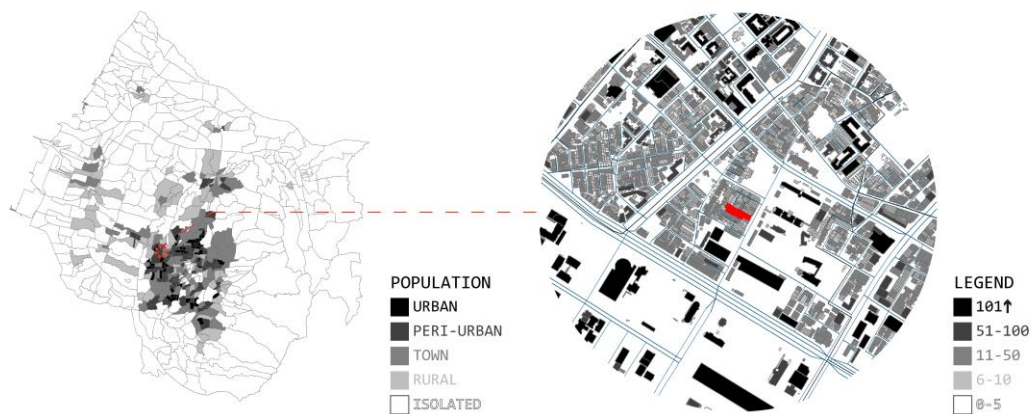


圖 19 基地周遭人口分布推估圖(本研究繪製)

單獨檢視交通設施相關的評估因子中，惠來里與其他社區相比被評估為市鎮型社區等級，低於綜合評估的都市化程度評分結果。基地周邊的環境具備密集路網，並且在外圍主要道路如台灣大道、青海路及西屯路有許多公車站點，台灣大道與文心路口一側則有台中捷運市政府站。基地周遭之交通

主要以私有載具移動為主，公車沿線主要服務商業與市政核心地區之出入。

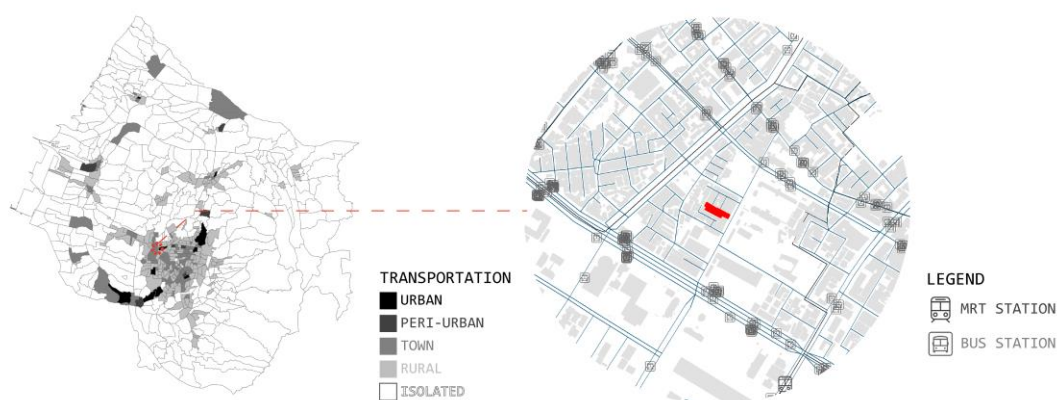


圖 20 基地周遭交通設施評估圖(本研究繪製)

健康照護設施相關因子的評估方面，惠來里與其他地區相比被評為偏遠型社區等級，明顯的低於都市化綜合評分結果，我們推斷這個原因可能來自惠來里境內有大面積區域為七期重劃住宅區以及大型百貨和市政中心所組成，造成該區地段之土地成本不利於醫療診所設點之條件。觀察基地周遭十分鐘步行路程也有相似的情形，周邊僅有少數的診所提供醫療資源，然而經過人口結構的分析來看，惠來里地區的人口高齡化情形並不嚴重，相對而言對於醫療相關的需求應該也較為不急迫。

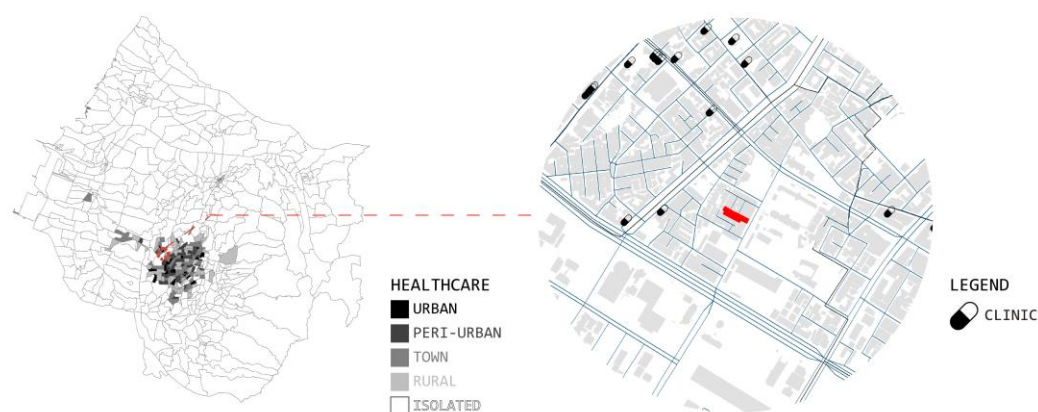


圖 21 基地周遭健康照護設施評估圖(本研究繪製)

惠來里社區的教育設施相關評估水平也較為低落，與健康照護設施評估結果同為偏遠型社區等級，里內的教育設施僅有惠來國小以及興大附農第二校區，這兩項教育設施剛好座落於本次設計基地對面。雖然就惠來里整體評估而言，該區教育設施的評估水平較低，但如果就社區活動空間這樣的設計尺度而言，卻可以解讀為充足提供了周邊區域的基本教育資源，此案例

反映出本研究提出的物聯網社區空間發展策略以村里界做為社區分級的空間單位依據，這使的當物聯網服務導入的規劃如果從社區進到建築尺度時可能會造成評估認知上的差異。

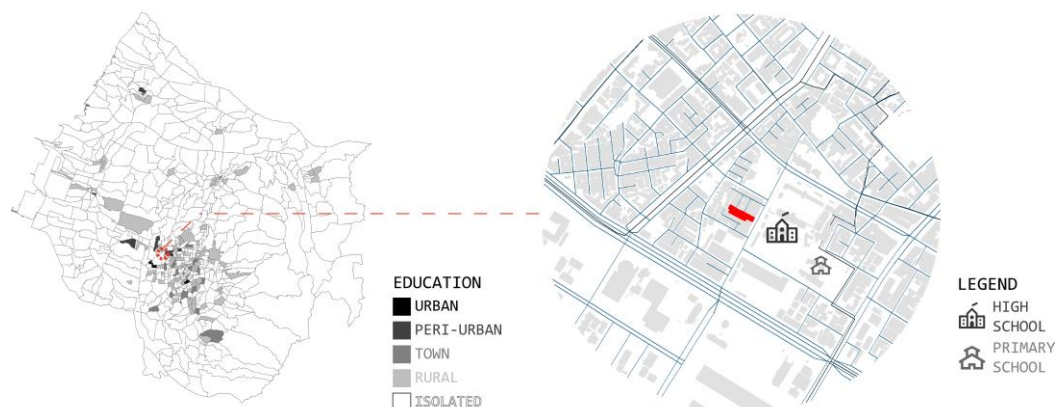


圖 22 基地周遭教育設施評估圖(本研究繪製)

惠來里的經濟設施評估結果則高於都市化綜合評估結果，屬於都市型社區等級，這可以歸功於商業設施中評估權重較高的大型商場百貨數量中，惠來里境內就同時包含了新光三越以及大遠百兩間大型百貨，除了百貨公司外，檢視基地的十分鐘步行範圍內還有青海家樂福提供一般民生用品需求。整體而言，惠來里社區的經濟發展成熟，也因為高度的經濟活動帶來眾多的外來購物與工作人口，屬於台中市的經濟核心區域之一。

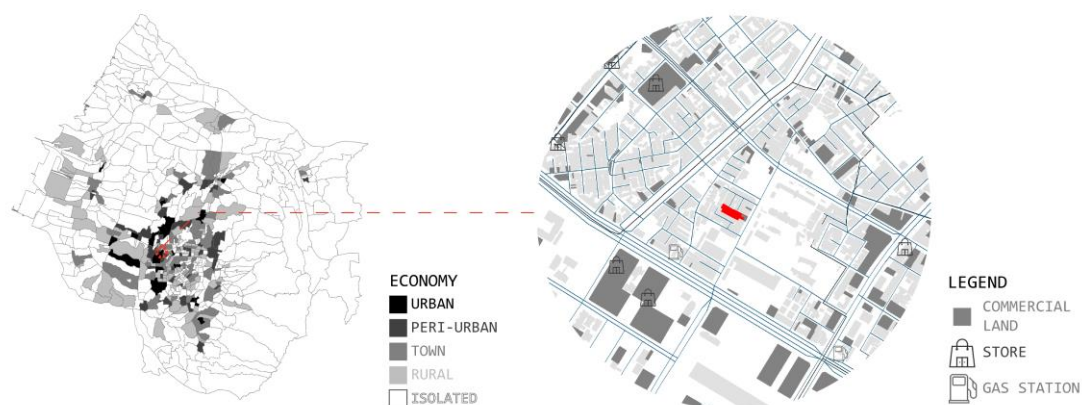


圖 23 基地周遭經濟設施評估圖(本研究繪製)

在通訊設施的評估結果中，惠來里社區則是低於都市化成都綜合評估的結果，僅屬於鄉村型社區的等級，這個因素可能是由於研究中採用的評估設施為公共 Wifi—iTaiwan 的訊號覆蓋面積比例，這對於私有住宅比例較高的地區來說較不利於公共網路服務的部屬，從 24 中也可以看到基地周邊的公共網路主要分布在市政府、便利商店...等公共場所較多，這樣的特徵反映

出未來在私有居住比例較高的區域部屬公共物聯網服務時，可能需要優先加強基礎網路設施的建設。

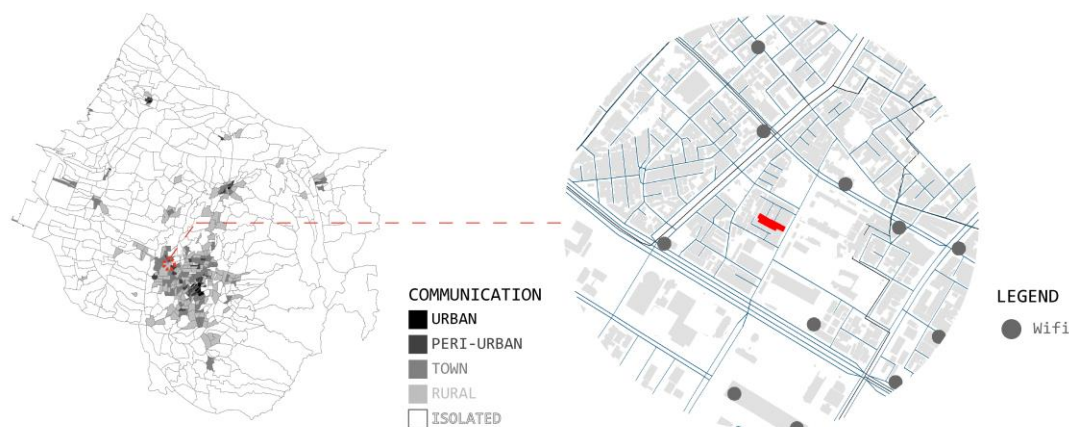


圖 24 基地周遭通訊設施評估圖(本研究繪製)

最後一項評估因子環境衛生設施，惠來里社區在此項目的評估分數被歸為偏遠型社區等級，也是整個舊台中市地區當中少數被評為該等級的社區，經過我們深入探討這項差異時發現，在七期住宅區幾乎完全沒有垃圾車的沿街收運點，這很可能是由於七期地區的住宅皆以高級公寓大樓為主要的住宅型態，這類住宅多具有內部的垃圾處理空間，因而對於沿街收運的垃圾清運倚賴程度較低，但同時也因此不利於本研究的評估方式，導致整體評分結果較低。而基地周邊的垃圾清運點位也多集中在外圍的主要道路，基地前方之惠中路則缺乏相關服務設施。

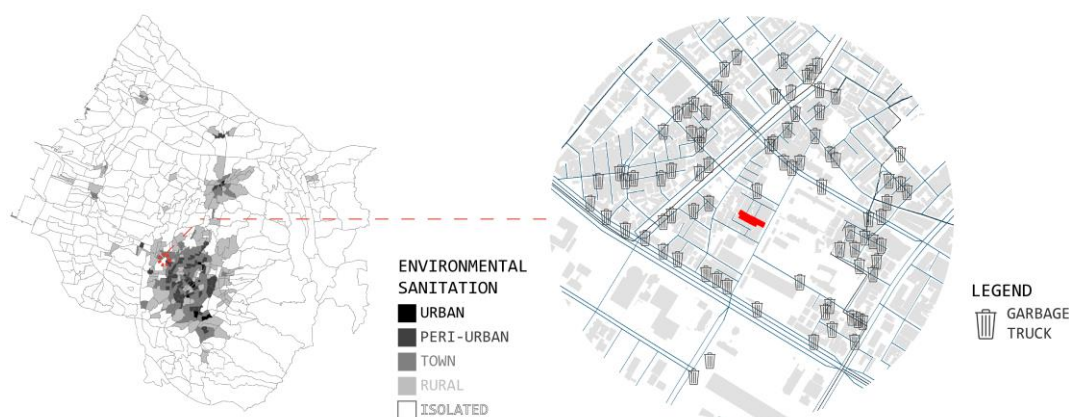


圖 25 基地周遭環境衛生設施評估圖(本研究繪製)

總結我們對基地周邊七項都市化特徵因子的分析結果來評估需要導入基地內進行設計示範的物聯網服務時，我們發現在五種服務設施的優劣勢上，該基地周邊的環境在交通、健康照護、環境衛生設施三項服務上的表現

較為弱勢，經過檢討評估認為應該優先補足交通以及環境衛生相關的物聯網服務，這是因為目前基地周遭擁有大量的居住人口，但在交通上卻過度依賴私有載具的使用，公共運輸的服務強度不足可能導致負面的整體交通環境影響(如塞車、廢氣排放...等)。另外環境衛生設施的部分，惠中路上缺少沿街垃圾清運服務使得當地居民需要行走相較其他地區更遠的距離才能獲得相關服務，降低生活服務的品質。而之所以不予優先導入弱勢項目中的健康照護服務則是考量當地人口結構較為穩定，也沒有顯著的高齡人口比例分布而做出的評估結果。基地周邊兩種表現出優勢發展的服務設施則為經濟與教育設施，我們在這兩者之中選擇優先導入經濟物聯網服務，這是希望輔助基地原本就有的人口吸引力優勢來創造更多元化的經濟活動，進而創造出更加豐富的人際互動關係。而教育設施被排除在此次設計優先導入的物聯網服務項目，則是因為考慮到了基地的對面即是惠來國小以及興大附農第二校區，回顧針對教育相關的物聯網服務案例時，我們認為目前主要的相關服務多集中在校園內的空間智慧化上，以本次選擇的基地條件來看，教育物聯網服務的導入更適用於基地周邊的校園設施之中。

表 4 優先導入基地內之物聯網服務評估

都市化設施項目	基地周邊 優劣勢分析	優先導入之物聯網服務
交通設施	發展劣勢	● 交通物聯網服務 ● 經濟服務 ● 環境衛生物聯網服務
健康照護設施		
環境衛生設施		
教育設施	發展優勢	
經濟設施		

經過實際設計的基地分析操作後，可以發現在前一節的結論中雖然建議城市周邊型的社區應該優先導入所有類型的物聯網服務，但前述的分析結果卻只導出交通、經濟以及環境衛生物聯網服務三種需求，此落差顯現出在細部設計的操作過程中需要評估更多基地周邊環境的條件，這可能包含了人口結構、周邊既有設施水平等土地適宜性分析過程中沒有採集到的因子，這同時也印證不同尺度的空間設計過程需要相應的參考策略。

第五章 結論與建議

第一節 結論

完成各項研究分析工作推導出人際互動導向之物聯網社區空間發展策略以及實際的應用設計後，本研究將所得結論做出下列解釋：

- (1) 國內物聯網社區的發展尚處於起步發展之階段，且社區的定義與需求界定模糊，因此需要一套得以因地制宜進行標準化評估的執行策略，為了解決這項研究課題，本研究運用所收集之文獻與案例，在第三章提出透過 AHP 分析結合土地適宜性分析的操作方法來擬定出社區分類的方式，將社區依照都市化程度分為五種階級，分別為都市型、城市周邊型、市鎮型、鄉村型與偏遠型社區，藉以提供一套解析社區需求的客觀評估方式，輔助物聯網服務需求的決策方案。
- (2) 現階段的物聯網技術應用多朝向技術導向或供給導向的發展方式，這一類的技術開發方式容易讓使用者產生排斥，相對的，以居民需求為核心發展導向的相關物聯網服務概念結合適當的互動介面則有助於消弭這樣的負面關係，進而加速物聯網服務在社會的廣泛部屬。
- (3) 研究中的第四章針對社區分級結果分析每種類型社區的都市化設施發展優劣勢，並且匹配所需優先導入的物聯網服務，同時也說明每一種物聯網服務以人際互動導向思維開發時需要注意的空間與互動形式潛力，以此串聯起各級社區與各類物聯網服務的關聯，構成人際互動導向之物聯網社區空間發展策略。
- (4) 在實際的設計規劃中，本研究示範了物聯網服務導入社區時的操作過程，這當中包含了：對選定基地所屬的社區類型歸納、物聯網服務需求分析、基地環境分析以及細部的物聯網服務空間設計，並且建議位於惠來里的社區空間導入交通、經濟以及環境衛生相關的物聯網服務，也在全文中演示了這三類服務的細部空間設計，描述對於人際互動導向的未來物聯網服務空間想像。

第二節 建議

本研究所提擬的人際互動導向之物聯網社區空間發展策略是一種在物

聯網仍處於初步發展階段時的建議，研究過程中許多參照的指標或是分析方法可能隨著技術的持續進步而需要與時俱進的改變，我們在本節提出下列建議事項：

- (1) 本研究在土地適宜性分析的操作過程中所採用的都市化特徵因子在很大程度上受到資料可取得性的影響，舉例來說在通訊設施與環境衛生設施下的 AHP 第三階層階只採用了一項評估因子，即是受限於相關空間資料的不足所造成的，這可能造成土地適宜性分析的評估結果產生偏頗，我們建議未來的相關分析操作可以隨著空間資訊的釋出更加開放，或是透過人工收集方式數化空間資訊來提升社區分級成果的客觀程度。
- (2) 在物聯網服務案例的分析過程中，目前依靠的是主觀的評估方式來說明各項文獻案例與互動性、空間介面之間的關聯程度，尚且缺乏一套針對互動性、空間介面特徵量化來科學性評估的研究方法，建議在之後的相關研究中，能夠針對物聯網服務案例的分析方式提出更加客觀與科學化的評估流程，提升研究效力。
- (3) 本研究所提出的物聯網社區空間發展策略屬於一種提供給規劃者快速參照的準則，即使可以透過本研究提出的社區分級方法得出大尺度觀點下的各級社區特徵與需求解釋，但是這項策略所闡述的是一種平均值的表現概念，意即某種類型中的社區平均都表現出某種需求。若是將物聯網服務的發展策略依據不同空間尺度構成不同的上下位發展計畫，相信將有機會建立出更加完整且一致的物聯網服務發展策略，加快物聯網服務落實於生活空間的發展進程。
- (4) 第四章的設計操作發現單一社區可能表現出不同於同類型中其他社區的需求特徵，證實社區議題仍有一定的複雜性。本研究提出的社區分級方法屬於一種在大尺度觀點下闡述的社區特徵與需求解釋，因此評估單一社區的物聯網服務需求時，目前仍需要依賴人工方式考量各種土地適宜性分析過程中沒有被納入的環境因素，這代表未來的物聯網服務導入策略需要格外注意「空間尺度」的界定，若是能夠依據不同尺度的空間擬定相應的物聯網服務需求評估參考標準，將有機會提供更加適切的策略應用於不同環境的物聯網空間擬定規劃。

參考文獻

A. 論文、期刊

- Adair LS, Vanderslice J, Zohoori N. Urban-rural differences in growth and diarrhoeal morbidity of Filipino infants. In: Schell LM, Smith MT, Bilsborough A, editors. Urban ecology and health in the third world. xii. Cambridge; New York: Cambridge University Press; 1993. p. 287.
- Amendola, S., Lodato, R., Manzari, S., Occhiuzzi, C., & Marrocco, G. (2014). RFID technology for IoT-based personal healthcare in smart spaces. *IEEE Internet of things journal*, 1(2), 144-152.
- Angelidou, M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95-106.
- BK, B., & Muralidhara, K. N. (2015). Secured smart healthcare monitoring system based on Iot. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 3(7), 4958-4961.
- Bonino, D., Alizo, M. T. D., Pastrone, C., & Spirito, M. (2016, July). WasteApp: Smarter waste recycling for smart citizens. In *2016 International Multidisciplinary Conference on Computer and Energy Science (SpliTech)* (pp. 1-6). IEEE.
- Castro Lundin, A., Ozkil, A. G., & Schuldt-Jensen, J. (2017, January). Smart cities: A case study in waste monitoring and management. In *Proceedings of the 50th Hawaii international conference on system sciences*.
- Chen, C. C., & Chang, Y. F. (2013). Smart healthcare environment: design with RFID technology and performance evaluation. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 33(4), 427-432.
- Choudhary, K. D., Shah, A. T., & Kasture, A. B. (2018, October). A Suggestive Implementation on Study of an IoT-based Dock-less Bicycle Sharing Venture. In *IJIRMPS-International Journal of Innovative Research in Engineering & Multidisciplinary Physical Sciences* (No. October 2018). IJIRMPS.
- Chung, K. S., Kwon, S., & Huang, W. H. (2013). Design and development of sensor-based virtual experiment contents for smart phone. *Journal of Digital Contents Society*, 14(2), 161-169.
- Dahly, D. L., & Adair, L. S. (2007). Quantifying the urban environment: a scale measure of urbanicity outperforms the urban-rural dichotomy. *Social science & medicine*, 64(7), 1407-1419. doi:10.1016/j.socscimed.2006.11.019
- DiSalvo, C., & Jenkins, T. (2017, June). Fruit are heavy: a prototype public IoT system to support urban foraging. In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive*

- Systems(pp. 541-553). ACM.
- Guo, B., Yu, Z., Zhou, X., & Zhang, D. (2012, May). Opportunistic IoT: Exploring the social side of the internet of things. In *Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*(pp. 925-929). IEEE.
- Hong, I., Park, S., Lee, B., Lee, J., Jeong, D., & Park, S. (2014). IoT-based smart garbage system for efficient food waste management. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Hugo, G., Champion, A. G., & Lattes, A. (2001). New conceptualisation of settlement for demography: beyond the rural/urban dichotomy. IUSSP.
- Jetter, H. C., Gallacher, S., Kalnikaite, V., & Rogers, Y. (2014, October). Suspicious boxes and friendly aliens: exploring the physical design of urban sensing technology. In *Proceedings of the First International Conference on IoT in Urban Space*(pp. 68-73). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- Kim, S., Song, S. M., & Yoon, Y. I. (2011). Smart learning services based on smart cloud computing. *Sensors*, 11(8), 7835-7850.
- Lee, M., Jeong, D., Jeong, H., Lee, E., & Song, M. (2016, July). A Framework for Designing UX of Sharing ‘Internet of Things (IoT)’System and Service: Case Study of UX Development of Community Laundry Machines. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (pp. 365-372). Springer, Cham.
- McDade, T. W., & Adair, L. S. (2001). Defining the “urban” in urbanization and health: a factor analysis approach. *Social Science & Medicine*, 53(1), 55-70.
- Medvedev, A., Fedchenkov, P., Zaslavsky, A., Anagnostopoulos, T., & Khoruzhnikov, S. (2015). Waste management as an IoT-enabled service in smart cities. In *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems*(pp. 104-115). Springer, Cham.
- Mendez, M., Du, S. F., & Popkin, B. (2004). Urbanization, income and the nutrition transition in China: a case study. *FAO. Globalization of food systems in developing countries: impact on food security and nutrition*, 169-194.
- Rogers, Y., Capra, L., & Schöning, J. (2013). *Beyond Smart Cities: Rethinking urban technology from a city experience perspective*.
- Scott, K., & Benlamri, R. (2010). Context-aware services for smart learning spaces. *IEEE Transactions on learning technologies*, 3(3), 214-227.
- Sherly, J., & Somasundareswari, D. (2015). Internet of things based smart transportation systems. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2(7), 1207-1210.
- Shi, Y., Xie, W., Xu, G., Shi, R., Chen, E., Mao, Y., & Liu, F. (2003). The smart classroom:

- merging technologies for seamless tele-education. *IEEE Pervasive Computing*, (2), 47-55.
- Singh, D., Singh, M., Singh, I., & Lee, H. J. (2015, July). Secure and reliable cloud networks for smart transportation services. In *2015 17th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)* (pp. 358-362). IEEE.
- Tarapiah, S., Atalla, S., & AbuHania, R. (2013). Smart on-board transportation management system using gps/gsm/gprs technologies to reduce traffic violation in developing countries. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDWC)*, 3(4), 96-105.
- Yach, D., Mathews, C., & Buch, E. (1990). Urbanisation and health: methodological difficulties in undertaking epidemiological research in developing countries. *Social Science & Medicine*, 31(4), 507-514.
- Yang, Z., Zhou, Q., Lei, L., Zheng, K., & Xiang, W. (2016). An IoT-cloud based wearable ECG monitoring system for smart healthcare. *Journal of medical systems*, 40(12), 286.
- Yue, Y., Zhang, K., & Jacobsen, H. A. (2013, December). Smart phone application for connected vehicles and smart transportation. In *Proceedings Demo & Poster Track of ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference* (p. 12). ACM.
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22-32.

B. 網頁資料

- ESRI. (2007). Natural breaks (Jenks). Web site:
[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=natural_breaks_\(jenks\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=natural_breaks_(jenks))