

2010 TOPCO 崇越論文大賞

論文題目：

多元化適地性服務輸出推論模式

報名編號： F0017

摘要

適地性服務輸出推論過程中往往須處理繁雜之地理相關資訊，且推論之結果常無法滿足服務需求者對多項績效指標的要求。因此，本研究乃發展一套「多元化適地性服務輸出推論方法論」，期望能讓服務提供者根據各類型需求訊息及地理相關資訊，以本研究所歸納之六大類型適地性服務模式有系統地推論符合服務需求者需求之服務。由案例驗證可知，本研究所提出之多元化適地性服務輸出推論模式可以系統化方式推論各種類型適地性服務之輸出結果。

關鍵詞：適地性服務、地理資訊、鄰近標的物搜尋

壹、研究背景

一般而言，適地性服務（Location-Based Service, LBS）乃為服務提供者以通訊技術取得服務需求者之定位資訊與需求訊息（即適地性服務之輸入資訊），搭配預先維護於後端資料庫之常態地理資訊與即時取得之動態地理資訊（亦為適地性服務之輸入資訊），推論符合使用者需求且較接近服務需求者之資訊或資源（即適地性服務之輸出結果）。適地性服務之基本模式如圖 1 所示。

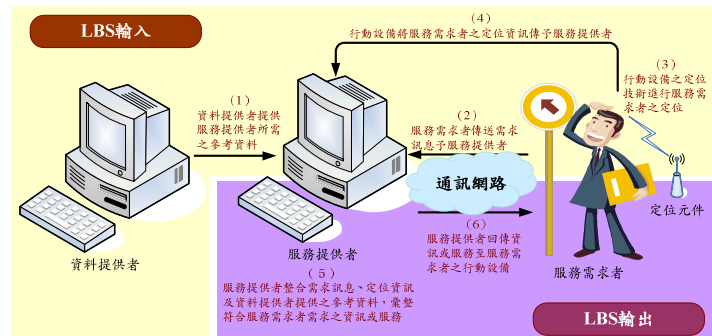


圖 1 適地性服務基本模式圖

然而，過去適地性服務相關研究往往僅針對單一 LBS 應用情境推論欲推薦予服務需求者之輸出結果，造成該推論模式無法滿足多種 LBS 應用情境。此外，大量且繁複之地理相關資訊往往使服務提供者需耗費大量心力對其進行篩選，且服務提供者推論適地性服務之輸出結果時，往往僅以單一績效指標為目標進行輸出結果之推論，此作法將可能造成服務提供者提供服務之效率低落或無法滿足服務需求者期望輸出結果滿足多項績效指標之要求。上述適地性服務輸出推論之既有模式如圖 2 所示。

針對上述問題，本研究乃期望發展一套多元化適地性服務輸出推論模式，以

協助服務提供者有效管理龐大且複雜之地理相關資訊，進而有系統地推論各種 LBS 應用情境服務需求者所需之資訊與服務。首先，本研究乃將服務需求者之需求訊息與資料提供者之地理相關資訊進行結構化與解析，並針對需求訊息與地理相關資訊於各細節項目之內容進行分類，以釐清需求訊息與地理相關之特性。之後，本研究將需求訊息與地理相關資訊之細節項目進行交叉比對，以歸納六種適地性服務之基本類型。而本研究所發展之多元化適地性服務輸出推論方法論即以此六種 LBS 基本類型為基礎，發展各類型 LBS 對應之適地性服務輸出推論演算法。而服務提供者即可根據服務需求者之位置資訊、需求訊息與資料提供者之地理相關資訊，以適合之適地性服務演算法推論接近服務需求者且符合其需求之資訊或資源，並將推論之結果呈現予服務需求者參考。上述多元化適地性服務輸出推論之期望模式如圖 3 所示。

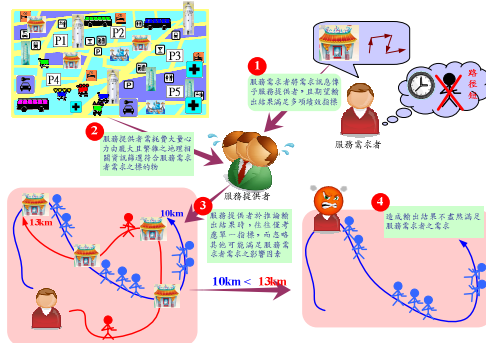


圖 2 適地性服務之既有模式 (As-Is Model)

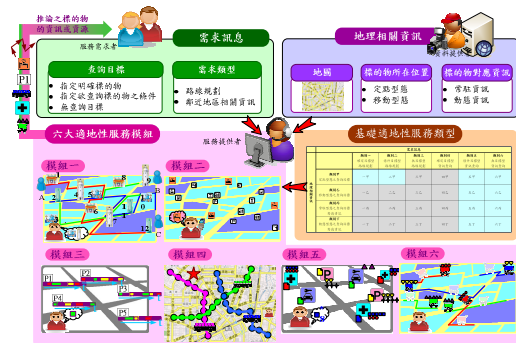


圖 3 多元化適地性服務之期望模式 (To-Be Model)

貳、文獻回顧

本研究所發展之「多元化適地性服務輸出推論」模式主要先將服務需求者之需求訊息與資料提供者提供之地理相關資訊進行解析，並針對其特性將其細分為多個細節項目，再將兩者之細節項目交叉比對，以歸納適地性服務之六大基本類型；之後，根據各類適地性服務之輸入資料與特性發展對應之適地性服務輸出方法論。而服務提供者即可根據來自服務需求者與資料提供者之輸入資料，配合各類型適地性服務之特性，透過系統化之推論過程，決定各類型適地性服務對應之輸出資料與服務，並將推論之結果提供予服務需求者參考。綜上所述，本研究相關之研究議題乃包含「適地性服務服務需求者需求特性分析」、「適地性服務地理資訊擷取」、「適地性服務運作模式與系統內部設計」及「適地性服務輸出結果推論」；以下即分別針對上述各研究議題進行文獻回顧。

一、適地性服務服務需求者需求特性分析

為推論符合服務需求者需求之資訊或資源予服務需求者，服務提供者乃將服

務需求者之需求特性設計於適地性服務運作模式及系統中。Lin 等（2008）曾提出以服務需求者於人際網絡關係之偏好觸發對應適地性服務之模式。該研究乃以資料探勘的方式以使用者手機通話紀錄與網路瀏覽紀錄歸納該使用者與其他使用者於特定時間特定地點之互動模式。當目標使用者手持行動設備於特定時間出現於特定地點時，服務提供者即可根據該目標使用者於該時間地點與其他使用者之歷史互動模式給予對應之服務建議（如打電話或發郵件予另一使用者），以提供更為人性化之適地性服務。該研究結果指出，當提供予使用者之適地性服務與該使用者所接觸的對象存在特定關係時，此種以人際網絡關係觸發之適地性服務乃較以時間及位置觸發之適地性服務更符合使用者之需求。而黃程獻（2007）曾提到透過服務需求者之行為模式探討服務需求者之需求特性，該研究利用具有時間特性之行動循序模式（Temporal Mobile Sequential Patterns, TMSPs）的探勘方法預測服務需求者之行為模式（含位置狀態與所需服務），以根據預測之服務需求者行為模式給予對應之服務。首先，該研究根據服務需求者需求歷史紀錄之需求特性，以基因演算法尋找最佳時間切割方式。之後，考慮服務需求者當下位置、需求歷史紀錄、移動路徑歷史紀錄與所求得之時間區段，以 TMSPs 探勘方式產生服務需求者具有時間特性之行動循序模式。該研究結果顯示，相較於僅考慮服務需求者當下位置與所需服務之預測方法，利用 TMSPs 探勘方式預測服務需求者行為模式之準確率提升約 30%；即提供資源予行動環境下之服務需求者時，若能考慮時間區段與服務需求者之移動路徑，將可更準確預測服務需求者之行為模式，進而提供更符合其未來需求之服務。

二、適地性服務地理資訊擷取

為推論地理空間中較接近服務需求者之標的物予服務需求者，服務提供者乃先由地理資訊提供者取得地理相關資訊，並將靜態地理相關資訊維護於後端資料庫，再利用既有之地理資訊推論移動標的物之未來位置，以作為後續推論輸出結果之依據。在靜態物件關係表達部分，Huang 等（2008）曾提出階層網格索引（Layer-grid Index）之構想，期望透過有組織地管理地理相關資訊而提昇服務提供者提供 LBS 服務之效率。該研究首先利用網格（Grid）將地理區域進行劃分，並記錄各網格所涵蓋之標的物與街道及其對應資訊（如位置、屬性等）；之後，以面積較大之網格納入性質相似（如同鄉鎮、同縣市之網格）且彼此接近之數個小網格，直至全部地理區域完全被包含於一網格中，並於資料庫中建立這些大小網格之從屬關係，而形成階層網格索引。當服務需求者提出需求時，即可由階層網格索引篩選服務需求者所在之網格與鄰近之網格中符合服務需求者需求之標的物。該研究結果顯示，透過此方法管理地理相關資訊，實可提高更新地理資訊與篩選特定條件標的物之效率。而關於移動標的物位置預測，Lee 等（2004）則發展一套

移動標的物未來位置之預測模式，以準確預測標的物之移動模式，進而推薦較適合之移動標的物予服務需求者。該研究首先將服務提供者之服務範圍劃分為多個地理區塊，並於後端資料庫維護各移動標的物之移動路徑歷史資料。之後，該研究將維護之移動標的物路徑歷史資料以時間與空間兩維度加以描述（即移動標的物於特定時間出現於特定地理區塊），並利用序列樣式探勘技術歸納移動標的物出現之地理區塊先後順序。如此一來，服務提供者即可根據移動標的物當下之位置及其移動序列樣式預測移動標的物未來之位置。該研究以模擬方法對該模式進行測試，模擬數據顯示，以序列樣式探勘方法預測移動標的物位置之準確率頗高，換言之，服務提供者可藉由此方法推論較接近服務需求者之移動標的物，進而提供此些移動標的物之資源予服務需求者。

三、適地性服務運作模式與系統內部設計

為使 LBS 之推論結果可符合服務需求者於各種情境之服務需求，服務提供者乃將各種適地性服務之特性設計於適地性服務之運作模式與系統中。針對旅行者欲快速取得景點位置資訊與引導路線之需求，Kim 等（2005）乃設計一結合旅遊資訊與適地性服務之適地性導遊系統，期望可依旅行者對景點特性之需求，推薦較合適之景點或旅遊資源，並給予旅行者景點或旅遊資源之位置資訊、介紹資訊與路線指引。該系統乃將地理資訊維護於後端資料庫，當使用者提出景點建議之需求時，使用者可透過行動設備將需求資訊傳予適地性導遊系統，並指定其旅遊範圍。系統則根據該旅行者當下位置、使用者指定之參觀範圍、景點被遊覽之頻率等訊息推論旅行者周邊之熱門景點，並將景點資訊及視覺化後之路線指引訊息提供予該遊客參考。此外，當遊客有其他需求（如氣象查詢、旅館查詢、貨幣兌換地點查詢、緊急服務等），系統亦根據旅行者當下位置而給予與其較接近之資訊/服務。該研究結果指出，此種適地性導遊系統所提供之視覺化路線指引的確可提高旅行者找尋景點之效率，且因系統提供之資訊較旅遊書籍提供者為新，旅行者可獲得較正確之資訊。

四、適地性服務輸出結果推論

於適地性服務輸出結果推論階段，服務提供者乃根據服務需求者之需求資訊與資料提供者之地理相關資訊、搭配各類型適地性服務對應之演算法，推論符合服務需求者需求之資訊或資源。推論較接近服務需求者之標的物之相關研究中，Chen 等（2009）乃提出一套鄰近標的物推論模式（Constrained Probabilistic Nearest-Neighbor Query, C-PNN），期望以標的物出現位置之機率分配更準確推論較接近服務需求者之標的物。該研究乃由標的物歷史定位資訊訂定各標的物出現位置之機率分配；而服務提供者於推論較接近服務需求者之標的物時，即可直接

由各標的物可能出現於服務需求者位置之機率推論該標的物接近服務需求者之程度，並將可能出現於服務需求者位置機率較高之標的物的資訊或資源提供予服務需求者參考。該研究結果顯示，透過其方法搜尋服務需求者鄰近之標的物，服務提供者可較正確提供接近服務需求者之標的物予服務需求者。

而於提供路線規劃之適地性服務中，過去相關研究以既有道路推論服務需求者之參考路線時，往往忽略道路限制（如禁止左右轉或禁止迴轉）之因素，造成路線推論之結果不盡然可行。因此，Feng 等（2007）乃將道路相關限制納入考量，提出一套路線規劃系統，期望規劃可行性較高之路線供服務需求者參考。該研究乃以「轉彎限制矩陣」(Turn-constraint-matrix)表達任兩道路間允許/禁止進入之關係，並以空間索引結構（如 R-Tree）表達各路口及與其所連接之道路。接著，該研究考慮道路之長度、轉彎限制矩陣與各路口所連接之道路等因素，以動態規劃方式推論符合服務需求者需求（即由當下位置前往目的地）且無轉彎限制之較短規劃路線。該研究乃利用實際道路進行研究方法之績效評估，由實驗數據可知，相較於以往未考慮道路限制之規劃路線方法而言，服務需求者若參考該研究所推論之路線，將可避免因道路限制而繞遠路之情況，進而節省到達目的地之時間。此外，有相關研究以總傷害最小化為目標分配緊急救援資源予各災區。Flessa（2000）乃提出一套以線性規劃方法為基礎之緊急資源分配模型，以根據各災區之位置與災情將救援資源就近分配予對應之災區，使災難所造成之傷害降至最低。該研究首先蒐集各地區災難之相關資料，再根據此些資料制訂災難造成之傷害種類（如死亡率、傳染病爆發率等），並分析各地區中各種資源可減少各類傷害之程度；之後，以總傷害程度最小化與運送距離最小化為前提，並考慮救援單位可供應之資源數、各地區中各種資源減緩各類傷害之程度及各救援單位與各災區之距離等因素，利用線性規劃方法求得應分配予各地區之資源種類與數量。該研究結果顯示，透過其方法進行緊急救援資源之分配，可使各災區就近取得救援資源，以儘速減緩災難所造成之傷害。

參、多元化適地性服務輸出推論方法論

如研究背景所述，為解決適地性服務既有模式之問題，本研究乃發展一套「多元化適地性服務輸出推論方法論」，以使服務提供者根據服務需求者需求訊息之特性與地理相關資訊之特性找到對應之適地性服務類型，並利用該 LBS 類型所對應之演算法有效率地推論欲推薦予服務需求者之輸出結果，以滿足服務需求者多元化之需求。而在發展多元化適地性服務輸出推論方法論前，本研究乃先蒐集各種適地性服務應用情境中服務需求者之需求訊息與用以篩選輸出結果之地理相關資訊，再將此些需求訊息與地理相關資訊結構化為細節項目，以根據需求訊息與地理相關資訊細節項目之內容釐清其特性。之後；本研究將需求訊息與地理相關資

訊之細節項目進行交叉比對，進而歸納適地性服務之六大基本類型；而本研究所發展之「多元化適地性服務輸出推論方法論」即以此六大 LBS 基本類型為基礎發展對應之方法論。以下將分別介紹本研究所進行 LBS 輸入資訊之解析並詳述六大適地性服務類型對應之方法論。

一、LBS 輸入資料解析

適地性服務乃服務提供者根據服務需求者之定位資訊與需求資訊、以及資料提供者之地理相關資訊，判定並提供服務需求者所需之資訊或服務。服務需求者所表達之需求訊息通常具有表達欲查詢標的之「查詢目標」與表達所需資訊服務種類之「需求類型」。而資料提供者所提供之地理相關資訊通常具有提供服務提供者服務範圍內之「地圖」、所有可能成為服務需求者查詢目標之「位置」或其「對應資訊」。圖 4 為本研究針對 LBS 輸入資訊作解析與分類後，所歸納需求訊息與地理相關資訊之細節項目。

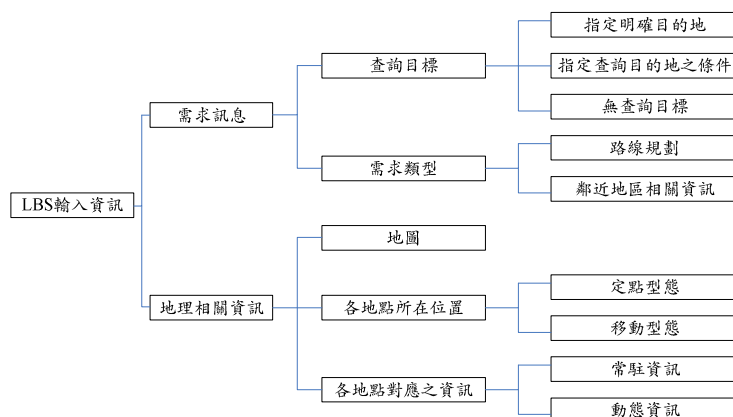


圖 4 適地性服務輸入資訊之細節項目

之後，本研究將需求訊息與地理相關資訊之細節項目進行交叉比對，並歸納適地性服務之六大基本類型，分別為「決定條件型目標路線規劃結果」、「決定定點型條件目標對應常駐資訊查詢結果」、「決定定點型條件目標對應動態資訊查詢結果」、「決定移動型條件目標資訊查詢結果」、「決定無目標型適地性服務對應動態資訊查詢結果」及「決定無目標型適地性服務對應移動服務據點查詢結果」六大類型。

二、多元化適地性服務輸出推論模式

本研究根據上述所歸納之六大適地性服務基本類型的特性發展其對應之輸出推論模組。以下即分別說明六大適地性服務輸出推論之方法論。

(一) 決定條件型目標路線規劃結果

本研究期望利用既有之標的物各屬性值、標的物所在位置與即時取得之服務需求者定位資訊、服務需求者指定之各屬性條件值，進行相關資料比對與計算，於避免壅塞的前提下，以距離較適當之標的物為基礎進行路線規劃，以將路線規劃結果提供予服務需求者參考。

在取得服務需求者指定欲參觀之標的物條件與較早提出需求之服務需求者的路線規劃歷史資料後。本研究針對服務需求者提供各屬性之條件值與各標的物之各屬性值進行比對，以篩選符合服務需求者指定條件之標的物。之後，為使推薦之標的物與服務需求者及其他推薦標的物之距離界於適當範圍內，以使服務需求者能於適當之距離範圍參觀標的物，本研究將以符合條件標的物與其他符合條件標的物及服務需求者之距離衡量服務需求者如欲參觀該符合條件標的物所需多負擔距離之程度，並利用此距離程度將合適距離範圍內之標的物納入欲推薦予服務需求者之最終標的物。若增加參觀之標的物對參觀距離無顯著改變時，即將該標的物列入推薦予服務需求者之最終標的物；對應之數學運算式如下：

$$IF r(TSet_{q-1}) - r(TSet_q) = \underset{all\ i}{Max}\{r(TSet_{i-1}) - r(TSet_i)\} THEN RCSet = TSet_q \quad (1)$$

為提供服務需求者路徑較短且人潮較少之參觀標的物路線，以節省服務需求者參觀過程所需負擔之距離與時間，本研究乃計算最終標的物與服務需求者及最終標的物間之距離，以利後續步驟依此距離計算最終標的物之距離指標值。再利用較早提出服務需求之服務需求者的路線規劃歷史資料，判斷各最終標的物於服務需求者提出需求後之各時間點的人數變化及變化時間點，以推測各標的物於各時間點之壅塞程度；對應之數學運算式如下：

$$IF VF(OU_v, DTime) = RCSet_r \quad THEN Judge(OU_v, DTime, RCSet_r) = 1 \quad (2)$$

$$ELSE Judge(OU_v, DTime, RCSet_r) = 0$$

$$NU(RCSet_r, DTime) = \sum_v Judge(OU_v, DTime, RCSet_r) \quad (4)$$

$$NU(RCSet_r, RCT_{r,y}) = NU(RCSet_r, RCT_{r,y-1}) + NP(RCSet_r, RCT_{r,y}) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &IF VF(OU_v, DTime) = RCSet_r \\ &THEN NP(RCSet_r, CHT_{v,1}) = -1 \\ &IF VF(OU_v, CHT_{v,w}) = RCSet_r \\ &THEN NP(RCSet_r, CHT_{v,w}) = 1 \\ &AND NP(RCSet_r, CHT_{v,w+1}) = -1 \end{aligned} \quad (3)$$

最後，於排序標的物之參觀順位階段，先利用前述步驟取得之各最終標的物間的距離，以計算其彼此間之距離遠離指標值，再利用前述步驟取得之各最終標的物於各時間點之人數預測資料計算其對應之人潮指標值；接著，將最終標的物之距離遠離指標值與人潮指標值整合為單一指標值，並依此整合指標值選取下一參觀順位之最終標的物。重複上述三個步驟對參觀路線所有順位之最終標的物一一進行計算，即可取得排序於各參觀順位之最終標的物與選定各順位之最終標的物後未排入路線之最終標的物所形成的集合；對應之數學運算式如下：

$$\begin{aligned} Dscore_r = & \text{DIS}(U, RCSet_r) / \underset{all\ i}{Max}(\text{DIS}(U, RCSet_i)) \\ \text{Index}_r = & Dscore_r * W(Dscore) + Uscore_r * W(Uscore) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} Uscore_r = & \text{NU}(RCSet_r, DTime) / \underset{all\ i}{Max}(\text{NU}(RCSet_i, DTime)) \\ \text{IF } \text{Index}_s = \underset{all\ i}{min}(\text{Index}_i) \\ \text{THEN } RR_u = & \text{RMSet}_{u-1,s} \\ \text{AND } \text{RMSet}_u = & \text{RMSet}_{u-1} - RR_u \end{aligned} \quad (7) \quad (9)$$

(二) 決定定點型條件目標對應常駐資訊查詢結果

本模組乃協助服務提供者利用既有之標的物相關資訊及服務需求者指定之條件與定位資訊，逐一搜尋並篩選符合服務需求者指定條件且接近服務需求者之標的物，進而提供該標的物相關資訊或服務予服務需求者。

其詳細步驟為在取得服務需求者指定欲查詢之標的物條件後，本研究針對服務需求者提供各屬性之條件值與各標的物之各屬性值進行比對；若標的物之各屬性值皆符合服務需求者指定之各屬性條件值，即代表該標的物符合服務需求者指定之條件，故將其歸類於符合服務需求者指定條件之標的物集合。而為提供服務需求者接近其位置之標的物，以利服務需求者就近取得服務，本步驟乃計算符合條件之標的物集合中各標的物與服務需求者之距離，再利用「相對排序原則」、「平均值原則」與「指定門檻值原則」等三種原則，篩選符合條件之標的物中接近服務需求者之數個標的物供服務需求者參考；對應之數學運算式如下：

$$\text{DIS}(U, CSet_k) = \sqrt{\{LGT[L(U)] - LGT[L(CSet_k)]\}^2 + \{LTT[L(U)] - LTT[L(CSet_k)]\}^2} \quad (10)$$

$$LCSet = \{CSet_k \mid R(CSet_k) < P\} \quad (11)$$

$$LCSet = \{CSet_k \mid \text{DIS}(U, CSet_k) < \frac{\sum_{k=1}^r \text{DIS}(U, CSet_k)}{r}\} \quad (12)$$

$$LCSet = \{CSet_k \mid \text{DIS}(U, CSet_k) < Q\} \quad (13)$$

(三) 決定定點型條件目標對應動態資訊查詢結果

於本模組中，本研究期望利用既有之標的物位置資訊與即時取得之標的物狀態歷史資料、服務需求者之定位資訊、指定條件、指定之各屬性權重與指標權重，進行比對與計算，以篩選符合服務需求者指定條件比例較高、近期較可能符合服務需求者指定條件、且較接近服務需求者之標的物，並將標的物即時之介紹資訊傳予服務需求者參考。

首先，取得服務需求者指定之標的物狀態與各標的物之狀態歷史資料。而為確保篩選予服務需求者之標的物符合服務需求者指定條件的機率較高，以使標的物能較確切符合服務需求者需求，本研究藉由比對服務需求者指定之條件與各標的物之歷史狀態資料，計算各標的物狀態符合服務需求者指定條件之時間總和，進而求取各標的物符合服務需求者指定條件時間總和與標的物擁有歷史狀態資料總時間之比例，以作為標的物符合服務需求者指定條件之機率；對應之數學運算

式如下：

$$\begin{aligned} & \text{IF } STS(TG_i, ATB_j, t_{ijk}) = CON(ATB_j) \\ & \text{THEN } MT(TG_i, ATB_j, k) = T_{ijk+1} - T_{ijk} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} & \text{ELSE } MT(TG_i, ATB_j, k) = 0 \quad \text{FOR } k = 0, 1, 2 \\ & \text{SumT}(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) = \sum_{k=0} MT(TG_i, ATB_j, k) \end{aligned} \quad (15)$$

$$P(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) = \text{SumT}(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) / \text{TotalT}(TG_i, ATB_j) \quad (16)$$

為排除所有屬性皆符合服務需求者指定條件之標的物可能相當有限的問題，本研究將篩選近期符合服務需求者指定條件之機率較高的標的物。本步驟透過比對服務需求者指定條件與各標的物之歷史狀態資料，利用各屬性值符合服務需求者指定條件之次數，計算各標的物於各屬性符合服務需求者指定條件之平均週期時間。再計算服務需求者提出服務需求時間點與標的物屬性最近一次符合指定條件時間點之差值，用以推斷該屬性再次符合服務需求者指定條件之時間，之後，以此時間佔平均週期時間之比例，求取標的物各屬性之狀態接近趨勢，以代表標的物近期符合服務需求者指定條件之可能程度；對應之數學運算式如下：

$$ACT(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) = \frac{\text{TotalT}(TG_i, ATB_j)}{\text{Num}(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j))} \quad (17)$$

$$T(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) = \frac{\text{DmdT} - \text{Max}\{T_{ijk} \mid STS(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j)) = CON(ATB_j)\}}{ACT(TG_i, ATB_j, CON(ATB_j))} \quad (18)$$

為使服務需求者可就近取得服務，本研究乃計算所有標的物與服務需求者之距離，並指定各標的物所對應之距離指標值。最後，將上述之各指標值進行加權計算為整合指標值，以篩選符合服務需求者指定條件比例較高、近期較可能符合服務需求者指定條件、且較接近服務需求者之數個標的物予服務需求者參考。

(四) 決定移動型條件目標資訊查詢結果

本模組中，本研究期望利用既有之標的物各屬性值、預設路徑與即時取得之服務需求者定位資訊、服務需求者指定之各屬性條件值、目的地及移動標的物之定位資訊，篩選符合服務需求者指定條件、預設路徑接近服務需求者當下所在位置與服務需求者指定目的地且目前位置接近服務需求者之移動標的物。

首先，取得服務需求者欲前往之目的地、指定之欲搭乘移動標的物條件以及各移動標的物當下之位置。再比對服務需求者指定各屬性之條件值與各標的物之各屬性值，以使標的物能較確切符合服務需求者需求；對應之數學運算式如下：

$$\begin{aligned} & \text{IF } VAL(MTG_i, ATB_j) = CON(ATB_j) \\ & \text{THEN } Judge(MTG_i, ATB_j) = 1 \quad (19) \quad NC_i = \sum_j Judge(MTG_i, ATB_j) \quad (20) \\ & \text{ELSE } Judge(MTG_i, ATB_j) = 0 \end{aligned}$$

為提供服務需求者停靠站接近服務需求者與服務需求者指定目的地之移動標的物，以使服務需求者可就近藉由移動標的物前往目的地以及到達停靠站時能較迅速抵達目的地，本研究將計算標的物所有停靠站與服務需求者/目的地之距離，並以各標的物最接近服務需求者/目的地之停靠站與服務需求者的距離，判斷標的物停靠站接近服務需求者/目的地之程度；對應之數學運算式如下：

$$DIS(U, P_{ik}) = \sqrt{\{LGT[L(U)] - LGT[L(P_{ik})]\}^2 + \{LTT[L(U)] - LTT[L(P_{ik})]\}^2} \quad (21)$$

$$UMinDIS(MTG_i) = \min_{all k} \{DIS(U, P_{ik})\} \quad (22)$$

$$U_{score_i} = 1 - \frac{UMinDIS(MTG_i)}{\max\{UMinDIS(MTG_1), UMinDIS(MTG_2), \dots, UMinDIS(MTG_i), \dots\}} \quad (23)$$

此外，為提供服務需求者與其較接近之移動標的物，以使服務需求者不致耗費過多時間於等待移動標的物，本步驟將計算所有移動標的物與服務需求者之距離，並指定該標的物之標的物與服務需求者之距離指標值。最後，將上述之各指標值進行加權計算為整合指標值，並根據整合指標值篩選符合條件程度較高、停靠站較接近服務需求者、停靠站較接近目的地與移動標的物較接近服務需求之數個標的物予服務需求者參考。

(五) 決定無目標型適地性服務對應動態資訊查詢結果

於本模組中，本研究期望利用既有之服務據點位置與即時取得之服務需求者定位資訊、服務需求者指定之服務類型、所需資源數、各指標權重值、服務據點當下擁有之周邊資訊資源等資訊，進行相關資料比對與計算，以提供資源數量能滿足服務需求者需求、資訊為符合服務需求者指定類型且較接近服務需求者之數個服務據點予服務需求者。

首先，當服務提供者取得服務需求者所需之資源種類與數量或資訊類型時，其同時取得各服務據點當下所擁有之資源種類與數量以及所擁有之資訊。針對資源提供之議題而言，服務提供者應提供服務需求者與其較接近之資源，以使服務需求者能就近取得其所需資源；而針對資訊提供之議題而言，服務提供者應提供服務需求者與其較接近之服務據點相關資訊，以使服務需求者取得之資訊較能反映其所在位置之狀況。因此，本研究計算各服務據點與服務需求者之距離，並決定各服務據點與服務需求者之距離指標值。

為能提供服務需求者符合其指定服務類型之資源，本研究根據服務據點中符合服務需求者指定服務類型之資源數量與服務需求者所需之資源數量，決定該服務據點所對應之資源滿足服務需求者需求之程度。然若服務據點於該服務類型之資源數量大於服務需求者所需資源數量，則多餘之資源將不支配予服務需求者；對應之數學運算式如下：

$$Srate_i = Num_SOR(FHD_i, N_Type) / Num_N_SOR \quad (24)$$

$$Sscore_i = Min\{Srate_i, 1\} \quad (25)$$

為提供服務需求者符合其指定服務類型之資訊，本研究將根據各服務據點有無符合服務需求者指定服務類型之資訊，決定該服務據點所對應之資訊滿足服務需求者需求指標值；對應之數學運算式如下：

$$\begin{aligned} & IF \text{ INFO}(FHD_i, N_Type) = \text{Null} \\ & THEN \text{ Iscore}_i = 0 \\ & ELSE \text{ Iscore}_i = 1 \end{aligned} \quad (26)$$

之後，將上述三項績效指標與服務需求者指定之各指標權重值加權計算，以取得單一整合指標，而此指標值乃為後續步驟篩選合適標的物之依據。最後，本研究將分別由「提供充足資源」與「提供完整資訊」兩觀點篩選合適之服務據點予服務需求者；對應之數學運算式如下：

$$Sum_SOR(k, N_Type) = \sum_{p=1}^k Num_SOR(RF_p, N_Type) \quad (27)$$

$$\begin{aligned} & IF \text{ Sum_SOR}(k, N_Type) < Num_N_Source \\ & AND \text{ Sum_SOR}(k+1, N_Type) \geq Num_N_Source \\ & THEN \text{ MSet} = \{RF_1, RF_2, \dots, RF_{k+1}\} \end{aligned} \quad (28)$$

(六) 決定無目標型適地性服務對應移動服務據點查詢結果

於本模組中，本研究期望利用比對服務需求者指定之服務類型、所需資源數與移動服務據點當下各類型資源數，推測較可能滿足服務需求者需求之移動服務據點；並利用移動服務據點於服務需求者提出服務需求之時間點的位置與時間點較早之位置所形成的方向向量推測其未來可能移動之方向，進而推論服務需求者可接觸到移動服務據點應移動之方向與所須移動之最短距離。接著，以服務需求者所指定的指標權重，針對移動服務據點進行篩選，進而提供資源數量能滿足服務需求者需求且移動路徑較接近服務需求者之數個移動服務據點予服務需求者。

首先，當服務提供者取得服務需求者所需之資源種類與數量，其同時取得各服務據點當下所擁有之資源種類與數量以及所擁有之資訊。其次，本研究將根據移動服務據點中符合服務需求者指定服務類型之資源數量與服務需求者所需之資源數量，判斷該移動服務據點於該服務類型之資源能提供服務需求者所需資源之程度（資源滿足服務需求者需求指標）。而為使後續步驟可判斷移動服務據點接近服務需求者之程度，本研究乃由移動服務據點於服務需求者提出需求時間點之所在位置與前一服務需求者提出需求時間點之位置所形成的方向向量推測移動服務據點未來可能移動之方向，並利用移動服務據點移動之時間與服務需求者移動之時間相等的概念，求算服務需求者與移動服務據點之交會點；對應之數學運算式如下：

伍、系統實作與驗證分析

本小節乃分別針對「決定定點型條件目標對應常駐資訊查詢結果」、「決定定點型條件目標對應動態資訊查詢結果」與「決定移動型條件目標資訊查詢結果」三大適地性服務類型之績效驗證方式與驗證結果進行說明。

一、模組二—決定定點型條件目標對應常駐資訊查詢結果之績效驗證

(一) 系統驗證方式說明

於「決定定點型條件目標對應常駐資訊查詢結果」模組之績效驗證中，本研究以 13 個新竹景點為樣本標的物。於取得此些標的物之基本資料（包括所在位置經緯度、所屬類型、所在區域、景點介紹）後，本研究即針對 20 個不同位置之服務需求者的不同需求（欲取得不同數量之標的物資訊）進行標的物之推論，以提供適合之標的物資訊予服務需求者。

而為衡量本系統之推論績效，本研究乃以服務需求者「直覺選取」（對距離稍有印象）與「隨機選取」（對距離無概念）兩種主觀選取標的物之方式為基準，衡量系統之績效。其中，於服務需求者「直覺選取」之方式中，本研究乃設定較接近服務需求者之標的物被選取之機率較高，反之，則被選取機率較低。而於服務需求者「隨機選取」之方式中，本研究則設定服務需求者依其需求（欲取得標的物資訊之數量）隨機選取標的物。而本研究所開發之系統則根據服務需求者與各標的物之位置資訊篩選較接近服務需求者之數個標的物，並將標的物對應之介紹資訊傳予服務需求者參考。之後，本研究乃以上述兩主觀選取標的物之方式為基礎，分別比較主觀選取與系統推論之結果，以瞭解本系統推論結果於標的物正確個數及標的物與使用者平均距離之改善程度。

(二) 驗證結果分析

本研究針對 20 個不同位置之使用者的不同需求（欲參觀景點之個數不同）進行模擬，以取得每次實驗系統推論之標的物、使用者依直覺選取之標的物以及隨機選取之標的物，並計算標的物與使用者平均距離、標的物平均距離改善率、正確標的物個數改善率等相關資料；而系統推論結果相較於直覺選取結果與隨機選取結果之比較整理如表 1。而各推論方式之「標的物平均正確率」及「標的物與使用者平均距離」比較圖則如圖 7 所示。

表 1 系統推論結果與使用者主觀選取結果之比較整理表

績效指標 推論方式	距離指標			正確率指標		
	平均距離	平均距離改善率	平均距離改善率標準差	平均正確率	平均正確率改善率	平均正確率改善率標準差
直覺選取	37.260 km	28.07%	0.1444	52%	48.00%	0.2164
系統推論	27.066 km			100%		
隨機選取	46.527 km	39.60%	0.2039	34.64%	65.36%	0.2740
系統推論	27.066 km			100%		

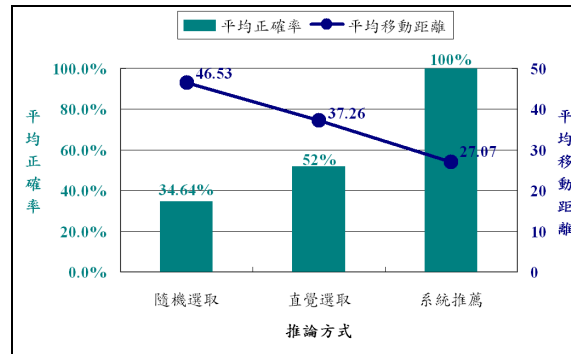


圖 7 「標的物正確率」及「標的物與使用者平均距離」比較圖

整體而言，當使用者欲參觀數個標的物時，相較於使用者依主觀方式決定標的物之情況而言，系統確實可有效改善推薦予使用者之標的物與使用者的平均距離；此外，相較於使用者不清楚各景點距離之情況（即以隨機方式選取景點），系統推薦標的物與使用者平均距離之改善程度更為顯著。

二、模組三一決定定點型條件目標對應動態資訊查詢結果之績效驗證

（一）系統驗證方式說明

於「決定定點型條件目標對應動態資訊查詢結果」模組之績效驗證中，本研究以台北市 20 個停車格為樣本標的物，並取得此些停車格之基本資料（包括其所在位置經緯度及狀態歷史資料）；之後，本研究乃針對 20 個於不同時間點、不同位置之服務需求者所提出的停車需求進行停車格之推論，以提供較近且等候時間較短之停車格予服務需求者參考。為瞭解系統於本模組之推論效果，本研究乃以服務需求者「選取最接近之停車格」與「選取最接近之空停車格」兩種主觀選取停車格之方式為基準進行比較。其中，若服務需求者以「選取最接近之停車格」之方式取得停車位，代表其乃選擇等待最接近之停車格達閒置狀態；而服務需求者以「選取最接近之空停車格」之方式取得停車位（若使用者提出需求之時間點無空車位，則使用者即選取最接近之停車格），代表其願意行駛一段距離以取得目前已閒置且與其較接近之停車格。

此外，本研究乃將停車格不同忙碌情況之因素納入考慮，將停車格分為每小時之閒置時間呈 1~3 分鐘之均勻分配、1~10 分鐘之均勻分配與 1~20 分鐘之均勻分配等三種情況進行探討。本研究即分別針對此三種不同忙碌情況中，20 個不同時間點、不同位置之使用者尋找空車位的情況進行模擬，推論閒置機率較高、近期內較可能達閒置狀態且較接近使用者之停車格，並以上述兩主觀選取停車格之方式為基礎，分別比較主觀選取與系統推論之結果，以瞭解本系統於此類服務中等候時間及移動距離之改善程度。

(二) 驗證結果分析

本研究乃以台北地區之 20 個停車格為例，於停車格不同忙碌之狀況下，分別針對 20 個不同時間點、不同位置之使用者尋找空車位之情況進行模擬，推論閒置機率較高、近期內較可能達閒置狀態且較接近使用者之停車格。系統推論結果與使用者主觀選取結果於等待時間指標之比較整理如表 2 及圖 8；系統推論結果與使用者主觀選取結果於移動距離指標之比較整理如表 3 及圖 9。

表 2 系統推論結果與使用者主觀選取結果之等待時間比較表

績效指標 停車格種類	閒置 1~3 分鐘			閒置 1~10 分鐘			閒置 1~20 分鐘		
	平均等待時間	平均等待時間差距	等待時間改善率	平均等待時間	平均等待時間差距	等待時間改善率	平均等待時間	平均等待時間差距	等待時間改善率
最接近之停車格	25min. 03sec.	14min. 21sec.	57.29%	23min. 57sec.	15min. 06sec.	63.05%	21min. 18sec.	16min. 45sec.	78.64%
系統推論之停車格	10min. 42sec.			8min. 51sec.			4min. 33sec.		
最接近之空車格	13min. 21sec.	2min. 39sec.	19.85%	4min. 30sec.	-4min. 21sec.	-96.67%	0min. 0sec.	-4min. 33sec.	-∞
系統推論之停車格	10min. 42sec.			8min. 51sec.			4min. 33sec.		

表 3 系統推論結果與使用者主觀選取結果之移動距離比較表

績效指標 停車格種類	閒置 1~3 分鐘			閒置 1~10 分鐘			閒置 1~20 分鐘		
	平均移動距離	平均移動距離差距	移動距離改善率	平均移動距離	平均移動距離差距	移動距離改善率	平均移動距離	平均移動距離差距	移動距離改善率
最接近之停車格	198.668 m	-94.579 m	-47.60 %	198.668 m	-119.886 m	-60.35 %	198.668 m	-122.419 m	-61.62 %
系統推論之停車格	293.247 m			318.554 m			321.087 m		
最接近之空車格	319.812 m	26.565 m	8.31%	424.562 m	106.008 m	24.97%	409.328 m	88.241 m	21.56%
系統推論之停車格	293.247 m			318.554 m			321.087 m		

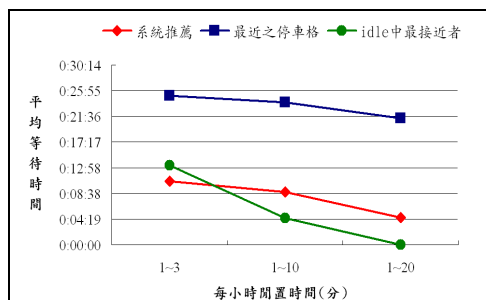


圖 8 系統推論結果與使用者主觀選取結果之等待時間比較圖

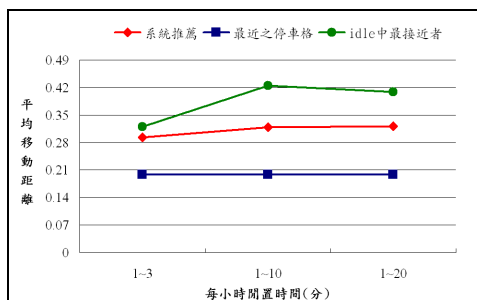


圖 9 系統推論結果與使用者主觀選取結果之等待時間比較圖

整體而言，相較於使用者等待最近之標的物達指定之狀態，系統推論之結果雖造成使用者無法以最近之距離取得符合該狀態之標的物，卻可改善使用者等待標的物達指定狀態之時間。且標的物符合使用者指定狀態之程度越高，系統推薦結果下之使用者等待時間所減少的幅度較使用者等待最近標的物達指定狀態所減少之幅度更為顯著（等待時間減少幅度由 57.29% 增加至 78.64%）；此亦即，對於習慣等待最近標的物達指定狀態之使用者而言，標的物符合指定狀態之程度越高，此推薦系統對其助益越大。

而相較於使用者尋找較近且符合指定狀態之標的物，系統推論之結果雖造成使用者需多花時間等待標的物達指定狀態，卻可改善使用者找尋標的物所移動之距離。且標的物符合使用者指定狀態之程度越低，系統推論結果下之使用者移動距離改善程度更為顯著，甚至於標的物符合指定狀態之程度極低時，系統推論之結果不但改善使用者所需移動之距離，亦可能改善使用者之等待時間。換言之，對於習慣尋找較近且符合狀態之標的物的使用者而言，標的物符合狀態之程度越低，此推薦系統對其助益越大。

三、模組四—決定移動型條件目標資訊查詢結果之績效驗證

（一）系統驗證方式說明

於「決定移動型條件目標資訊查詢結果」模組之績效驗證中，本研究以台北市 10 條預設之公車行經路線、對應之停靠站及 10 輛公車為樣本標的物，並取得公車對應之資料（包括其所在位置經緯度、所屬路線、路線停靠站之經緯度）；之後，本研究乃針對 10 個不同位置之使用者的不同需求（即其欲前往之目的地不同）進行模擬，以推論路線較接近使用者當下位置與使用者指定目的地且目前位置較接近使用者之公車。

而為衡量本系統之推論績效，本研究乃以服務需求者「選取預設路線之停靠站最接近目的地之公車」與「於最近之公車停靠站等待公車」兩種主觀選取標的物之方式為基準進行探討。其中，以「選取預設路線之停靠站最接近目的地之公

車」之方式代表服務需求者選擇停靠站最接近目的地之公車搭乘，而以「於最近之公車停靠站等待公車」之方式則代表服務需求者直接於最近之公車停靠站搭乘公車、再轉其他交通方式以到達目的地。而系統則根據服務需求者之位置、服務需求者欲前往目的地之位置與各路線公車之停靠站位置篩選路線較接近服務需求者當下位置與服務需求者指定目的地且目前位置較接近使用者之公車；之後，本研究乃以上述兩主觀選取標的物之方式為基礎，分別比較主觀選取與系統推論之結果，以瞭解本系統推論結果於標的物與使用者距離及使用者移動距離之改善程度。

(二) 驗證結果分析

本研究乃以台北地區之公車為例，針對 10 個不同位置之使用者的不同需求(即其欲前往之目的地不同)進行模擬，以推論路線較接近使用者當下位置與使用者指定目的地且目前位置較接近使用者之公車。系統推論結果相較於主觀選取結果之各指標比較乃整理如表 4，而其比較圖如圖 10 所示。

表 4 系統推論結果與使用者主觀選取結果之相關距離指標值比較表

績效指標 推論方式	標的物與使用者距離指標			使用者移動距離指標		
	平均距離 (km)	距離差距 (km)	平均距離 改善率	平均距離 (km)	距離差距 (km)	平均距離 改善率
選取停靠站較接近 使用者之公車	3.449	0.542	15.73%	3.442	0.596	17.33%
系統推論	2.906			2.845		
選取停靠站較接近 目的地之公車	6.011	3.105	51.65%	4.512	1.667	36.94%
系統推論	2.906			2.845		

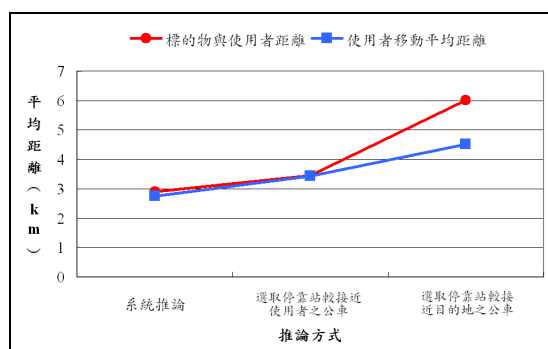


圖 10 系統推論結果與使用者主觀選取結果之相關距離指標比較圖

整體而言，當使用者欲藉由移動標的物前往目的地時，若使用者於最近之停靠站等候移動標的物，雖減少由當下位置移至上車停靠站之距離，但卻增加由下

車停靠站移動至目的地之距離負擔；相反地，若使用者選擇搭乘停靠站較接近目的地之移動標的物，雖減少由下車停靠站移至目的地之距離，卻增加使用者由當下位置移動至上車停靠站之距離負擔。而相較於上述兩種情況，系統之推論結果確實可有效改善使用者平均移動距離。此外，系統所考量因素之一——「選取較接近使用者之移動標的物」也確實改善推薦之移動標的物與使用者之平均距離，故可有效減少使用者等待移動標的物的時間。

陸、結論與未來展望

適地性服務輸出推論過程中往往須處理繁雜之地理相關資訊，且其推論之結果常無法滿足服務需求者對多項績效指標的要求。為解決此類問題，本研究乃發展一套「多元化適地性服務輸出推論方法論」，期望透過此方法論能讓服務提供者根據各類型服務需求者需求及各類型地理相關資訊，以本研究所歸納之六大類型適地性服務模式有系統地推論符合服務需求者需求之資訊與服務。

發展此方法論前，本研究乃先針對服務需求者之需求訊息與資料提供者提供之地理相關資訊進行解析並分類，再根據分類結果將需求訊息與地理相關資訊進行交叉比對，以歸納適地性服務之六大基本類型；之後，本研究乃於「多元化適地性服務輸出推論方法論」中分別發展六大類型適地性服務所對應之演算法。整體而言，各類型適地性服務之演算法乃根據該類型適地性服務之特性與 LBS 輸入訊息計算各標的物符合服務需求者需求與接近服務需求者之程度，並以服務需求者設定之篩選條件篩選合適之標的物，以將篩選之標的物對應之資訊或資源傳予服務需求者參考。服務提供者即可根據各種類型之需求訊息與地理相關資訊、配合六大類型適地性服務之演算法，決定符合服務需求者需求之資訊與服務。本研究並以「多元化適地性服務輸出推論方法論」為基礎，開發一套「多元化適地性服務系統」。透過此系統之「適地性服務輸出推論」功能模組，服務需求者則可查詢欲知悉的標的物所對應之資訊或資源。最後，本研究乃以三個適地性服務類型所對應之應用情境為案例進行系統績效驗證，以評估「多元化適地性服務系統」之合理性與實用性。

以下將於第 6.1 節總結本研究所完成之任務與本研究於各層面之貢獻；而第 6.2 節將說明本研究未來可繼續深入探討之議題。

一、論文總結

綜合上述內容，本研究乃依序完成「LBS 需求訊息與地理相關資訊之解析」、「適地性服務基本類型之歸納」、「多元化適地性服務輸出推論方法之發展」、「多元化適地性服務系統之開發」、「方法論與系統績效驗證」等五大工作與任務。整

體而言，本研究於「理論方法」、「技術開發」與「實務應用」三層面皆有具體成效與貢獻，以下即針對本研究於此三大層面之貢獻加以說明。

（一）理論方法層面

發展一套「多元化適地性服務輸出推論方法論」，以使服務提供者可根據 LBS 輸入資訊系統化地以對應之推論模式推論合適之標的物與其對應之資訊或資源予服務需求者。

（二）技術開發層面

建構一套「多元化適地性服務系統」（包含「標的物篩選參數維護模組」、「適地性輸出推論模組」與「使用者資料管理模組」三大功能模組），以供使用者查詢各種 LBS 應用情境所對應之資訊或資源。

（三）實務應用層面

於各 LBS 應用案例之系統驗證結果可知，本研究所發展之方法論與系統可應用於多種應用 LBS 領域，且多種績效指標皆有頗佳的表現，即此方法論與系統可滿足服務需求者多元化之需求。

二、未來展望

綜觀本研究之研究成果與過去相關研究之研究趨勢後，可發現本研究尚有許多值得繼續深入探討之議題，以下將歸納此些議題，以作為本研究之未來發展方向。

（一）本研究於設計特定 LBS 模組之演算法時，僅以概念式之演算過程推論 LBS 之輸出結果，若能於推論輸出結果之過程中搭配邏輯更縝密之演算法（如推論規劃路線輸出結果時可搭配動態規劃等相關方法，以使推論之路線更具可行性），將可提供與實際情況更相符之標的物資訊或資源予使用者。

（二）於推論欲推薦予服務需求者之標的物時，本研究僅根據服務需求者與各標的物之位置資訊計算其距離關係，並以此距離關係作為衡量標的物（或資源）抵達服務需求者當下位置（或服務需求者由當下位置抵達標的物）所需之時間。然而，現實生活中之交通時間除受距離影響外，亦可能因道路與交通狀況而改變，若能將此些交通特性列入衡量交通時間之因素，將能使提供予服務需求者之適地性交通資訊更貼近真實情況。

（三）本研究乃根據服務需求者當下之位置與需求篩選符合服務需求者需求且較接近服務需求者之標的物與對應之資訊或資源。此作法有可能使服務需求者需耗

費時間等待服務提供者進行輸出結果之推論，或等待所需資源送抵其當下位置，造成服務需求者無法即時取得其所需之資訊或資源。若未來能藉由記錄服務需求者之歷史行為模式，並以此為基礎預測服務需求者未來於特定地點之可能需求，即可預先準備服務需求者所需之資訊或資源，並於服務需求者未來提出需求時，立即將其所需之資訊或資源傳予其參考或使用。

參考文獻

1. Lin, R., Zhao, Y., Zou, H. and Yang, F., 2008. An enhanced location service with social feature, *The Forth International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 1-4.
2. 黃程獻，2007。在適地性服務環境下探勘具有時間特性之循序移動樣式，國立成功大學資訊工程研究所碩士論文。
3. Huang, J.Z., Liu, Y.-L., Liu, Y.-F., He, J.-H. and Chen, D., 2008. Research and application on network update of land survey spatial data based on embedded GIS and GPS, *International Workshop on Geoscience and Remote Sensing*, 1, 532-535.
4. Lee, J. W., Paek, O. H. and Ryu, K. H., 2004. Temporal moving pattern mining for location-based service, *Journal of Systems and Software*, 73(3), 481-490.
5. Chew, S. H., Chong, P. A., Gunawan, E., Goh, K. W., Kim, Y. and Soh, C. B., 2006. A hybrid mobile-based patient location tracking system for personal healthcare applications, *The Twenty eighth Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 5188-5191.
6. Chen, J., Cheng, R., Mokbel, M. and Chow, C.-Y., 2009. Scalable processing of snapshot and continuous nearest-neighbor queries over one-dimensional uncertain data, *The VLDB Journal*, 18(5), 1219-1240.
7. Feng, J., Zhu, Y., Mukai, N. and Watanabe, T., 2007. Search on transportation networks for location-based service, *Applied Intelligence*, 26, 69-79.
8. Flessa, S., 2000. A linear programme for the optimal allocation of health care resources in developing countries, *Health Care Management Science*, 3(3), 249-267.