

在路網中處理具方向性連續查詢之探討

林朝興 吳秀筠 曾金豐
國立臺南大學 資訊工程系

摘要 — 隨著無線通訊網路及智慧型行動裝置的快速發展，帶來隨時皆可使用 GPS 定位與查尋在地服務的能力。透過這些能力，查詢感興趣物件技術已成為熱門應用之一。就我們所知，絕大多數的研究均以無方向性的全面查詢為主。但在路網中的行動物件查詢感興趣物件時，通常以“順路”為主要訴求，表示行走方向將影響查詢結果。若行動物件在既定的行進路線發出查詢請求，傳統全面性查詢將回應過多且沒必要的查詢結果。在本論文我們分別以集中式與分散式架構，探討處理具方向性連續查詢的效能。初步實驗結果顯示，在路網上的方向性連續查詢，當物件或查詢數量增加，集中式架構將有較短的查詢結果回應時間。

一、簡介

隨著無線網路通訊、手持式行動裝置及道路網路等科技發展日益進步，人們越來越頻繁使用相關技術查詢地理位置及所在服務[1-4]。現實生活中，大部分行動物件都具有可移動性，會隨著時間不斷變換位置。類似的查詢應用已普遍使用在各個層面中，像是找出最近距離或個數的加油站、車隊、警車等。

但對路網上的行動物件而言，行進的目的地通常都已經設定，其行進路徑一般可以用路徑規劃系統，例如 Google Map [6], PaPaGo [8]，等事先規劃。因為此行動物件具有方向性，查詢結果應該以“順路”為主要選擇依據。不在移動路徑上的查詢結果通常是不需要的。此查詢結果不但較能滿足用路人對於方便性及順路的需求外，也能減少需監測的物件數量。大部分情況下，具有方向性的查詢回應結果對路網上的使用者才會是有效率的。

以路網行動物件而言，在其行進路線上，如何有效、準確回報查詢結果，並且符合使用者需求，是一項重要的研究課題。在本論文中，我們不僅定義集中式和分散式的路網行動查詢架構，也介紹在此路網架構上，路段的呈現及物件的索引方式。最後以模擬實驗觀察集中式和分散式的路網行動查詢處理的效能。

本篇論文主要貢獻如下：

- 不同於先前路網範圍查詢，具有方向性的查詢更能符合行動物件在道路上對於查詢感興趣物件的需求。
- 提出集中式與分散式路網查詢處理方法，定義路網架構及物件管理呈現方式。

本論文組織如下，在第二節中，介紹行動查詢路網的基礎架構。第三節探討集中式及分散式路網連續查詢處理。第四節則是針對本方法架構的模擬實驗分析。最後為結論和未來研究。

二、行動查詢路網架構

在系統假設下，各查詢物件及行動物件皆配有 GPS 定位裝置，經由 Google Map 取得行動物件最佳移動路徑，每個 Access Point(AP) 皆有各自固定監控範圍。使用 R-tree[5] 作為空間資料庫索引的依據，藉此資料結構來控管各區域中每個行動物件目前所在位置及物件資訊，做為行動物件的索引機制，且在各項設備功能皆正常情況下執行。以下針對系統架構詳述分析。

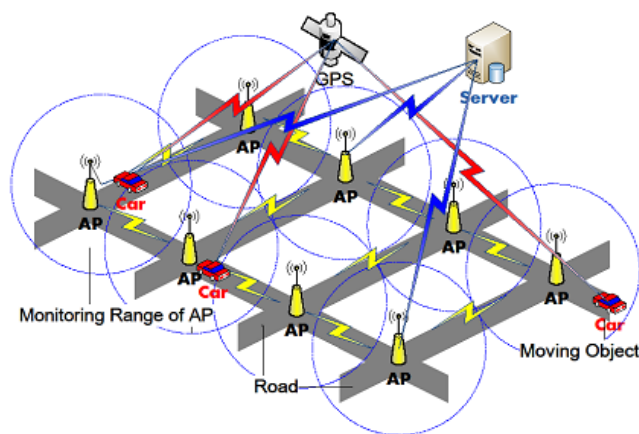


圖 1. 路網基礎架構圖

每條道路十字路口都配有一個無線存取點，數個無線存取點連結成一網狀拓樸。各無線存取點有其特定監測範圍，無線存取點與無線存取點間及無線存取點與伺服器間，採用地下纜線固網方式連接。無線存取點與行動物件則是使用無線方式通訊，各行動物件都具有接收 GPS 訊號能力之裝置，如圖 1 所示。Access Point (AP) 也稱之為基地台(Base station,BS)，具有計算及儲存能力，我們在此篇論文中，皆以無線存取點表示。其功能在於完整監控各查詢物件及行動物件路徑資訊、資料結構的維護、更新查詢物件及行動物件位置及狀態、物件資訊傳遞、計算各行動物件更新時間及確認查詢物件結果並回傳給該查詢物件。而各無線存取點能分別與伺服器聯繫，將更新訊息傳送至伺服器並接收伺服器提供之各項訊息。

由於我們的方法強調方向性，所以將路段分成數個區域，給予路段代碼表示單一方向。並加入 R-tree 資料索引結構，控管各區域每個行動物件所在位置及物件資訊，提高系統獲得數據的效率。第一階段先將每個十字路口的路段做五個區域的分割，再進一步將五個區域分割成為十二個子區域。當路徑規劃好後，由 server 轉換成為我們所給

予路段的代碼。以 AP6 為例子，如 圖 2(a)，以十字路口中心點為基準，建置於每個十字路口中。圖 2(b)經過第一階段分割後，分別是 R1、R2、R3、R4 及 R5。圖 2(c)放置道路簡化圖，由五個區域進一步分割為十二個子區域，將上、下、左、右各分割成為兩個子區域。中間 R5 區塊部分分割成為 M3、M4、M5、M6 四個子區域。

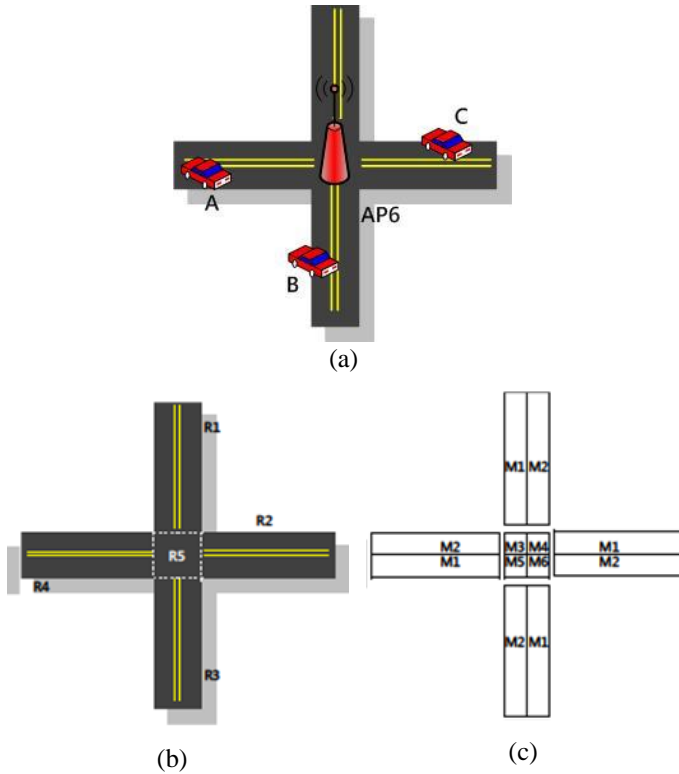


圖 2. 路網路段分割示意圖

接著使用樹狀資料結構將十二個區域形成R-tree。如圖3所示，AP6為祖父節點，往下連接R1至R5路段區域，R1至R4分別連接分隔方向性之M1及M2子區域，R5則連接M3至M6子區域。圖2有A、B、C3個行動物件位於路段上，我們將ABC放置於R-tree管理的路段區塊下。

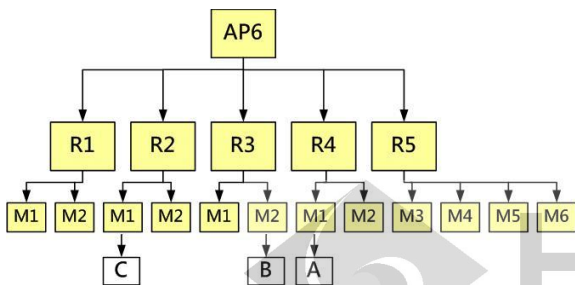


圖 3. 路網 R-tree 示意圖.

以上系統基礎架構完成後，當行動物件發出路徑查詢，會由 Google Map 規劃出最佳路徑。伺服器將路徑資訊轉換成本論文所規劃各路段分割區域代碼。以圖 4 中 O_i 第一

個移動路段代碼 AP1R2M2 為例，前三碼 AP1 為 AP 代碼，中間兩碼 R2 為區域代碼，後兩碼 M2 為區分路徑方向之子區域代碼。O_i 移動路徑如圖 4 所示。

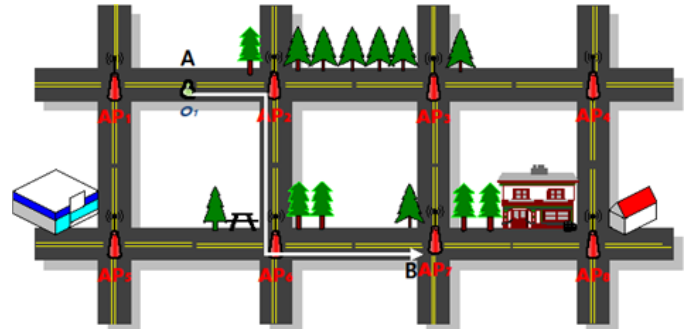


圖 4. 行動物件移動路徑範例

O_i 將從 A 點到達 B 點，伺服器從所屬 AP 端收到請求後開始對 O_i 做路徑規劃及代碼轉換。以下為 O_i 所行走各路段代碼所組成之移動路徑：

AP1R2M2,AP2R4M1,AP2R5M5,AP2R3M2,AP6R1M1,AP6R5M3,AP6R5M5,AP6R5M6,AP6R2M2,AP7R4M1

三、 方向性連續查詢處理

方向性連續查詢處理方式可分為兩種，集中式(centralized)和分散式(distributed)。在集中式路網查詢中，主要將各物件更新時間計算、查詢結果比對及回報查詢結果都交由伺服器處理，並結合查詢物件與行動物件的數個重覆路段資訊，成為單一條路段資訊。同時考慮查詢物件與行動物件速度關係，根據此三種關係分別給予不同的更新時間計算方式。最後使用 k 個最近鄰居查詢或範圍查詢兩種查詢方法加入集中式路網查詢中，取得查詢結果。

在集中式路網查詢情況下，所有計算處理動作都交由伺服器來執行。當有大量查詢物件或行動物件時，會導致伺服器傳輸頻寬必須隨之分散給需要更新的無線存取點做變動，伺服器計算量也會隨之增加，直接影響到查詢結果回應的速度。所以我們在接著提出分散式路網查詢，將各行動物件更新時間計算、結果回應及查詢結果回報等都交由該行動物件所屬監控範圍之無線存取點做處理。解決當伺服器傳輸頻寬不足夠時，以分散式查詢的方式處理能提升查詢結果回應的速度。分散式路網查詢的基礎架構、拓樸、路徑規劃等與集中式路網查詢方法並無太大區別，主要的差別在於行動物件資訊傳送、更新時間計算方式、處理計算及傳遞行動物件資訊負責的單位。

四、 實驗結果

本實驗在一台作業系統為 Windows 7 64bits 的個人電腦上執行，處理器為 Intel Core i5 CPU M520 @2.40GHz，記憶體為 4GB RAM，模擬系統開發使用 JAVA 程式語言所撰寫。在交通路網方面，我們使用了日常生活中的環境地圖，此地圖是根據 Google 提供之 Google Map[6]，因為 Google

Map 普遍被大眾所接受，也是使用率最高的電子地圖。以台南市街道，中心點經緯度值為(120.202607,22.996921)，置入行動物件後進行實驗模擬。圖 5 為台南市中西區地圖影像資訊，並在地圖十字路口上精簡的放置數個無線存取點佈建於路口。此交通路網範圍為 1.6km*1.6km、約有 73 個十字路口以及 1000 條分割道路、使用 Random Waypoint Model[7]模擬行動物件移動速度。

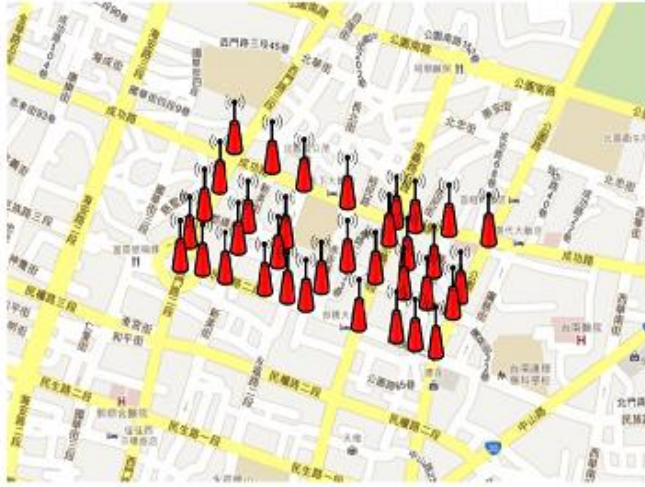


圖 5. 路網實驗區域 - 台南市中西區地圖。

表一列出實驗中各參數設定值。我們所產生的行動物件預設值為 500 個，查詢物件預設值為 100 個，行動物件和查詢物件的分散程度都設為隨機分散，k 個最近鄰居的 k 值預設為 100 個物件，查詢範圍則預設為 500 公尺，行動物件和查詢物件移動速度隨機決定，伺服器頻寬預設值為 125Kbps，無線存取點頻寬預設值為 10Mbps，訊息傳遞資料預設為 512bytes。物件移動模式採用 Random Waypoint model。我們使用 Average Response Time(ART)作為效能評估的標準。

表一：實驗環境參數

Parameter	Default	Varying range
Number of objects	500	100, 300, 500, 700, 1000
Number of queries	100	1, 50, 100, 300, 500
Object distribution	Random	-
Query distribution	Random	-
Number of NNs(k)	100	1, 50, 100, 300, 500
Range of query(m)	500	100, 300, 500, 1000, 1500
Object speed(m/s)	Random	-
Query speed(m/s)	Random	-
Server bandwidth(bps)	125K	10K, 125K, 250K, 500K, 1M
AP bandwidth(bps)	10M	1M, 2M, 10M, 50M, 100M
Message packet size	512bytes	-

平均回應時間 Average Response Time(ART)是指利用集中式路網查詢和分散式路網查詢演算法處理一個 k 個最近鄰居查詢和一個範圍查詢所需花費的平均時間。將算式內參數意義如表二所示，

表二 回應時間公式參數

Parameter	Description
i	Index of AP to begin
q	Index of AP to accumulate until meet the range or k value
MPS	Message packet size(bytes)
SR_{Numb}	Number of objects at the same region
ST_{Numb}	Number of objects at the same time
TB_{Server}	Server transmission bandwidth(bps)
TB_{AP}	AP transmission bandwidth(bps)
T_{Server}	Server processing time
T_{AP}	AP processing time

下列公式為集中式平均查詢回應時間計算方式，

$$ART_{Centralized} = 2 * \left(\frac{MPS * ST_{Numb}}{TB_{Server}} + \frac{MPS * SR_{Numb}}{TB_{AP}} \right) + T_{Server}$$

以集中式路網查詢而言，確認行動物件位置的動作是由伺服器向無線存取點提出確認位置請求，再由無線存取點向行動物件確認位置，而更新處理時間及結果回傳則由 server 所進行。回應時間將 server 與 AP 來回傳輸時間加上 server 處理時間做為平均回應時間的計算方式。下列公式為分散式路網查詢平均回應時間計算，

$$ART_{Distributed} = 2 * \left(MPS * \sum_{j=i}^q \frac{(SR_{Numb})_j}{(TB_{AP})_j} \right) + (T_{AP})_j$$

分散式路網則由行動物件所屬無線存取點計算更新時間並發出訊息確認行動物件位置，當前的無線存取點所能給予之查詢結果未能滿足使用者需求時，無線存取點則會傳送訊息給行動物件路徑中下一個無線存取點，請下一個無線存取點提供查詢結果，直到滿足使用者給定的 k 值或是特定的範圍。將 AP 間傳輸時間，加上該 AP 處理時間，則為此分散式路網平均回應時間公式。

圖 6 為集中式路網查詢和分散式路網查詢在不同的物件數量情況下，執行一個 k 個最近鄰居搜尋或是範圍查詢對平均回應時間的影響。參數物件數量從 100 個增加至 1000 個，隨行動物件個數增加，導致平均回應時間也隨之上升。由於集中式的方法必須對所有物件進行交集及更新時間計算，所以當行動物件在 400 個以前時，平均回應時間會高於分散式。隨著物件數量增加，分散式查詢將每個路段分割成十二個區域，每經過一個區域則需要做一次位置確認及更新時間計算，並且不斷往前，來回尋找回報查

詢結果，在 400 個物件數量以後，計算量的影響也就隨之增加。

構將有較低的回應時間。然而這結果會依伺服器網路頻寬、AP 間的通訊頻寬、伺服器處理能力及 AP 處理能力的不同而變化，這將是未來延續這研究議題所討論的重點。

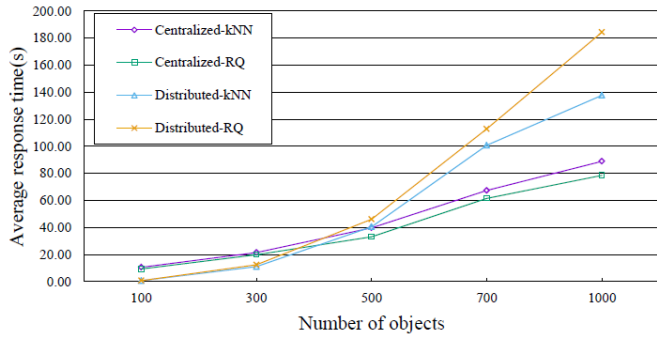


圖 6. 不同物件數量與平均回應時間之影響

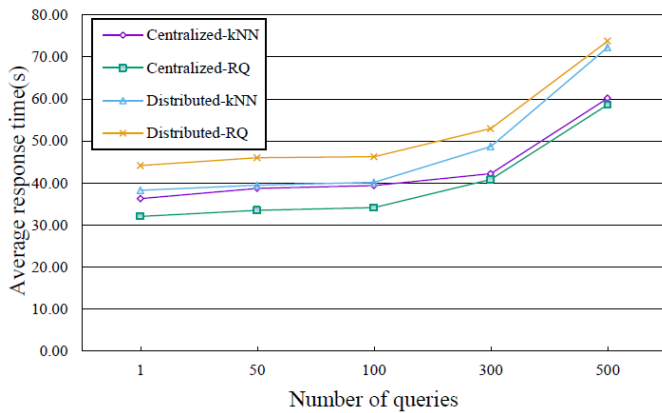


圖 7. 不同查詢數量與平均回應時間之影響

圖 7 為集中式路網查詢和分散式路網查詢在不同的查詢數量情況下，執行一個 k 個最近鄰居搜尋或是範圍查詢對平均回應時間的影響。參數查詢數量從 1 個增加至 500 個，隨著查詢物件數量增加，平均回應時間也隨之上升。由其是當數量值大於 100 個時，伺服器或是無線存取點的更新處理時間有較為明顯的增加。而分散式路網查詢對於每個時間點所需要處理的物件較集中式路網查詢多，所需花費之計算量也相對較多，則平均回應時間也有相當程度的增加。

五、 結論

本篇論文針對"方向性"的連續移動的物件，做有效率的 k 個最近鄰居查詢和範圍查詢處理。先前的方法，對路網查詢研究主要為"全面性"的查詢處理。然而在交通道路網路上，行動物件通常是以"順路"為選擇查詢結果很重要的考量因素，因此，提出了方向性連續查詢的概念。我們依據計算處理單位分成兩種方法，第一種由 server 負責的集中式路網查詢。第二種則是由 AP 負責的分散式路網查詢。計算每個路段區域的 SP，然後交由各物件所屬 AP 進行更新時間計算及查詢結果處理。初步實驗結果顯示，在方向性的路網範圍查詢上，當物件或查詢數量增加，集中式架

參考文獻

- [1] T. T. Do, K. A. Hua, and C.-S. Lin, "Extrange : Continuous moving range queries in mobile peer-to-peer networks," *IEEE International Conference on Moobile Data Management*, pp. 317-322, 2009.
- [2] H. Hu, D. L. Lee, and V. C. S. Lee, "Distance indexing on road networks," in *Proceedings of the 32nd International Conference Very Large Data Bases*, pp. 894-905, 2006.
- [3] M. L. Yiu, N. Mamoulis, and D. Papadias, "Aggregate nearest neighbor queries in road networks," *IEEE Transaction Knowledge Data Engineering*, vol. 17, pp. 820-833, 2005.
- [4] Z. Chen, H. T. Shen, X. Zhou, and J. X. Yu, "Monitoring path nearest neighbor in road networks," in *Special Interest Group on Management Of Data*, pp. 591-602, 2009.
- [5] A. Guttman., "R-trees: A dynamic index structure for spatial searching," in *Proceedings of the ACM Conference on Management of Data*, pp. 47-54, 1984.
- [6] Google Map, <https://maps.google.com/>, 8/19/2003
- [7] Bettstetter, C.; Resta, G.; Santi, P., "The node distribution of the random waypoint mobility model for wireless ad hoc networks," *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol.2, no.3, pp.257,269, July-Sept. 2003
- [8] PaPaGo, <http://www.papago.com.tw/>, 8/19/2003