

結合社群之動態時段協同過濾推薦系統

Using Social Networking for Dynamic Time Periods Collaborative Filtering Recommendation System

洪啟富
國立臺北科技大學
電腦與通訊研究所
t6419003@ntut.edu.tw

吳建忠
國立臺北科技大學
電腦與通訊研究所
t101418023@ntut.org.tw

段裘慶
國立臺北科技大學
電腦與通訊研究所
cctuan@ntut.edu.tw

摘要

人們的興趣並不會因為時間而改變。反而因為環境的改變，人們本身的興趣也跟著改變。我們常與工作上的夥伴或共同學習的朋友具有較高的相似度。我們的喜好通常會受到周遭朋友的興趣影響而有所變化，而與舊朋友間的相似度，很有可能因為時間或距離上的因素而有所改變。因此本研究提出結合社群之動態時段協同過濾推薦系統，首先當使用者發出查詢時，系統會先依據使用者的需求來查詢範圍內所有的興趣景點資訊，篩選範圍內熱門且與使用者感興趣的興趣景點來進行推薦，能減少相似度的計算。再透過使用者受朋友的影響而產生興趣變化的程度給予不同的權重值，讓推薦結果能更符合用戶目前興趣。最後計算出推薦序列，以 Top-N 之方式排序出推薦的清單。

關鍵詞：適地性、協同過濾、時間動態。

Abstract

The people's interest which won't change by the time. The changes will relate to the environment. We often have high degree of similarity with partners of work and friend in same the school. Our preference usually change because around friend's interests influence. The similarity of old friends many change, because of time or distance. Therefore, this paper present Using Social Networking for Dynamic Time Periods Collaborative Filtering Recommendation System (SNDTPCF), when the user issues a query, according to users' need, the system will query all Point of Interests(POI)within the range, screening the POI of popular and user's interest within the

range to recommend, it can reduce computing of similarity. And then through user's interest change degree by the influence of friends to given different weight value, so that the recommend results can be more conform the user's currently interest. Finally, calculate the recommended sequence, sorting out the Top-N recommendation list.

Keywords: Location-based, collaborative filtering, dynamic time.

1. 前言

近幾年來，隨著科技的發展，電子行動裝置迅速增加，其行動電子商務的相關應用也孕育而生。其中適地性服務(Location-Based Service, LBS)是人們經常在生活中使用電子商務的服務之一[1]。結合全球定位系統(Global Positioning System, GPS)與行動導航等技術，提供與空間位置相關的多樣化服務，如餐廳、購物。利用 GPS 的定位功能來計算用戶所在位置與查詢的興趣項目之間的距離，然後依據距離的長短來進行排序推薦給使用者。

LBS 的服務更加延伸與社群網路(Social Network)相結合，例如在臉書地標的定位打卡服務。一方面使用者能透過訊息的分享，也能讓店家作優惠的活動給予使用者。LBS 易被稱為一殺手級之應用服務[2]。因此，在 LBS 推薦系統中，如何快速且準確的推薦適當的項目給使用者是重要的研究議題[3]。我們大多時候會與有相同工作或上課環境的人們具有較高程度的相似。通常我們的喜好興趣並不會因為時間的變化而有所改變，反而比較會受到周遭的朋友的興趣而有與變化，而與舊朋友間的相似度，很有可能因為時間或距離上的因素而有所改變。因此把目前一起工作或讀書的朋友先行作為優先推薦的考量。

因此本研究提出結合「個人的動態變化」與「熱門 POI」的協同過濾推薦系統，稱為結合社群之動態時段協同過濾推薦系統(Using Social Networking for Dynamic Time Periods Collaborative Filtering Recommendation System, SNTPCF)。

2. 文獻探討

本章節首先介紹時間動態應用在推薦系統上所造成的影響，接著說明行動商務上的相關應用技術，藉此瞭解提供行動服務所需之應用技術。

2.1 時間動態推薦系統

推薦系統的技術已經被廣泛使用並成功應用於電子商務的服務上。傳統上對於使用者所有的歷史評分紀錄之重要性視為相同，作為推薦的準則[4]。但這卻忽略了經過很長一段時間後，使用者的興趣與項目受歡迎程度可能因時間或時空背景的改變而有所改變，因而造成推薦精確度地降低。因此近幾年來，研究人員開始研究時間或時空背景的變化對推薦系統的影響性，嘗試去提高推薦系統的推薦精確度[5]。文獻[6]認為最新的評價代表最近的喜好而老舊數據的影響應逐漸衰減，並且精準的預測用戶未來的喜好。但是此方法未能考量到使用者的長期的興趣喜好。文獻[7]是根據項目之生命週期的每個不同階段給予不同的權重值來進行推薦。但是此方法未能考量到季節性以及流行性對使用者興趣之影響。文獻[8]劃分使用者的歷史評分紀錄成幾個時間區間，分析了用戶在這些時間區間的利益分佈以及量化每個使用者的興趣去判斷用戶長短期喜好但是此方法但是此方法無法反應使用者的週期性行為造成的影響。

2.2 適地性服務

適地性服務(Location-Based Service, LBS)是一種整合GPS定位功能、行動搜尋與導航的技術，具有與空間相關服務的應用。在文獻[9]更定義LBS乃「利用行動用戶所在的位置來決定提供之服務與訊息。」當使用者發出查詢，會記錄使用者所在地理位置座標，並以此位置座標為中心，查詢所設定半徑範圍內所有符合條件之項目，進而提供最近距離的服務。如今智慧型手機的普及，使得生活層面得應用更加廣泛，如購物、餐飲等。使用者於不同地理位

置所發出的查詢請求，並回覆不同的查詢結果，其查詢結果與所在位置為之相關[10]。行動應用服務增添了適時性、適地性之商家資訊，此為LBS之應用概念[11, 12]。

2.3 協同過濾

協同過濾(Collaborative Filtering)是目前在推薦系統中最為成功的方法之一。其原理是以性質或興趣相近之用戶所給予的經驗或喜好，以此作為參考的依據，建立個人化資訊的基礎。因此，透過尋找與自己興趣相似的用戶，分析這些用戶過去的行為與購買的歷史評分紀錄，來評估與用戶本身的相似程度，來挖掘出用戶潛在喜好的項目。此方法應用於許多電子商務系統，其採用的是Item-Based 協同過濾[13]。

Item-Based 協同過濾是假設用戶目前的喜好會與用戶過去的喜好相同，在預測用戶喜好時，系統會計算該項目與用戶過去所感興趣的項目之間的相似度。大多採用皮爾森相關係數(Pearson Correlation Coefficient)，公式如下：

$$sim(i, j) = \frac{\sum_{u \in U} (R_{u,i} - \bar{R}_i) \cdot (R_{u,j} - \bar{R}_j)}{\sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,i} - \bar{R}_i)^2} \sqrt{\sum_{u \in U} (R_{u,j} - \bar{R}_j)^2}} \quad (1)$$

其中， $sim(i,j)$ 為項目*i*與項目*j*間之相似度； u 為有共同評分項目集合之使用者； $R_{u,i}$, $R_{u,j}$ 為用戶*u*對項目*i*或項目*j*之評分值； \bar{R}_i , \bar{R}_j 分別為項目*i*或項目*j*被評分之平均值； $sim(i,j)$ 的範圍介於-1到1之間，越接近1，其相似度越大。反之，越接近-1，其相似度越小。

協同過濾推薦系統雖然是目前推薦系統中最成功的技術之一，但仍然存在著以下幾個主要的問題[14, 15]：

(1) 稀疏性問題：當系統的項目數量過多時，而用戶所評比的資料過於稀少，所以系統很難去找到共同評分的紀錄，因此會造成系統的資料稀疏程度過大，使得所計算出來的相似度不夠精準。

(2) 冷啟動問題：協同過濾推薦系統主要是利用使用者過去的行為作為依據，找尋合適的項目作推薦。但這對於一個新的用戶而言，因為系統並無新使用者的資料，所以無法對其新使用者進行推薦。

2.4 位置相依查詢

位置相依查詢(Location Dependent Query, LDQ)是依照用戶透過 GPS 功能取得定位資訊，藉以判斷用戶發出查詢之所在位置而回覆查詢結果[16]。其中，LDQ 之應用包含了範圍查詢(Range Query)、最近鄰查詢(Nearest Neighbor Query, NN Query)。

1. 範圍查詢(Range Query)：用戶在特定地點進行查詢時，系統會依用戶所設定之範圍內，符合用戶查詢的結果回覆給用戶。例如：查詢距離用戶所在位置200公尺內所有的餐廳資訊。
2. 最近鄰地點查詢(Nearest Neighbor Query, NN Query)：用戶在特定地點進行查詢時，查詢其距離用戶所在位置中最鄰近的項目。例如：當用戶想查詢目前最接近之餐廳資訊，系統可使用 k 個最近鄰地點查詢(k -NN query)， k 代表餐廳數量。當 $k=3$ 時，系統就會計算出距離使用者所在位置最近鄰的3家餐廳資訊回傳給使用者。

3. SNDTPCF 推薦系統

為了使推薦項目能符合使用者動態相似與熱門 POI 的資訊，並且有效減少系統計算與用戶等待時間，因此本論文提出結合「個人動態變化」與「熱門 POI」的動態分析之協同推薦系統，稱為動態時段之個人化協同過濾推薦系統其系統模型如圖 1。

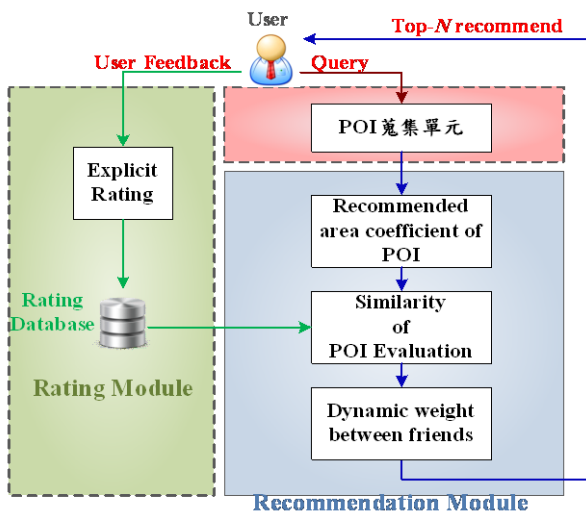


圖 1. SNDTPCF 系統架構圖

首先當使用者發出查詢時，利用 GPS 定位來取得使用者目前位置之座標，並且依照使用者的設定來查詢範圍內所有 POI 資訊。先藉

由 POI 新鮮度過濾，去篩選範圍內熱門且與使用者感興趣的 POI 來進行推薦，有效減少系統相似度的計算。並且考量使用者可能會在移動狀態下進行查詢，根據所提出的 POI 推薦區域的權重，讓推薦結果盡可能在使用者移動的路徑上。之後，SNDTPCF 推薦系統根據當前因時間變化而造成時空背景的改變，使得受到朋友的影響而產生興趣變化的程度給予不同的權重值。最後，利用推薦運算，計算使用者與好友間的喜好相似程度，計算出推薦序列，以 Top-N 之方式排序出推薦的清單。

3.1 POI 蒐集單元

於 POI 蒐集單元中，從店家最近一次被評分的時間與再之前被評分的時間間隔可以看出，其評分的間隔越近，代表其 POI 被評分的頻率越高。而由此店家在一段時間內被評分之次數，其 POI 被評分次數越高，代表 POI 人氣越高，POI 熱門程度也越高，藉由持續有人評分使用 POI 新鮮度過濾法[17]來推斷此 POI 的新鮮度。因此我們設定一個時間門檻值 T_{th} ，POI 若在時間門檻值內有被評分，則 POI 新鮮度為 1；相對地，時間門檻值內無評分，則視為過期，新鮮度為 0。

$$W_P = \begin{cases} 1 & , T_k \leq T_{th} \\ 0 & , T_k > T_{th} \end{cases} \quad (2)$$

其中， W_P 為 POI 新鮮度； T_k 為 POI 最新評分時間； T_{th} 為時間門檻值。

3.2 SNDTPCF 喜好相似度計算單元

在評分資料庫中，本論文採用李克特五點量表來記錄使用者的評價。其是目前最為廣泛使用的工具。優點是利用簡單的評價分數來表示使用者感興趣的程度。其中，5 分代表使用者對於該項目非常感興趣，4 分為感興趣，3 分為普通，2 分為不感興趣，1 分則為完全不感興趣。

於 SNDTPCF 喜好相似度計算單元中，主要是計算找出與該使用者喜好相近的朋友與其他使用者。本論文首先利用公式(3)去計算使用者與朋友間喜好相似程度。

$$sim_{fd} = \frac{\sum_{i=1}^n |(R_{f,i} - R_{u,i})|}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{f,i} - R_{u,i})^2}} \quad (3)$$

其中, sim_{fd} 為使用者與其好友對評分項目的喜好相似度, $R_{f,i}$ 為好友對 i 項目的喜好程度評分值; $R_{u,i}$ 為使用者對 i 項目的喜好程度評分值。

由表.1 可以得知, $F_1 \sim F_5$ 為使用者(User)的朋友, 而 $I_1 \sim I_5$ 為使用者與其好友共同評分過的 POI, 以其喜好評分作喜好相似度的計算。

表 1. 朋友間評分範例

Friend Item	F ₁	F ₂	User	F ₃	F ₄	F ₅
I ₁	3	4	2	3	5	5
I ₂	5	4	3	4	4	4
I ₃	3	4	3	4	2	3
I ₄	4	2	4	5	4	2
I ₅	2	4	5	3	4	2

經運算之後可得使用者與其好友 $F_1 \sim F_4$ 之間的相似程度, 數值越大則兩用戶間喜好程度越相似; 反之, 數值越小則與使用者間之喜好越不相似。於表 2 所列可見, 此使用者與其好友 F_3 之喜好相似度最高。

表 2. 用戶與社群好友間喜好相似度

Friend	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
sim_{fd}	1.60	2.11	2.13	1.73	1.88

3.3 SNTPCF 朋友間動態變化單元

使用者的興趣經常因時間的變化而造成環境的改變, 使得使用者的興趣因而也跟著改變。使用者經常性接觸以及有相同時空背景的朋友, 例如與一起讀書或相同工作環境下的朋友較為類似。而與舊朋友的相似度可能因不常接觸而造成相似度有所變動。在時間權重因子

中, 我們設定了近期、中期、長期等階段。首先, 我們將近期時間門檻值 T_r 為一個月, 在 T_r 內, 具有相同讀書或工作環境的朋友, 權重值為 0.5。在中期時間設定為一到三個月中, 權重值為 0.3。超過三個月以上就視為是長期階段, 權重值為 0.2。利用公式(4)來調整與使用者有接觸的朋友其相似度的變化。

$$S_T = sim_{fd} \cdot (1 + W_r) \quad (4)$$

$$W_r = \begin{cases} 0.5 & \text{if } T_r \leq 1, \\ 0.3 & \text{if } 1 < T_r \leq 3, \\ 0.2 & \text{if } 3 < T_r \end{cases}$$

其中, S_T 為調整後的好友相似值; sim_{fd} 為原始的好友相似值; W_r 為時間所影響權重值。

3.4 POI 的推薦區域係數

在行動環境運作下, 考量到用戶不僅會在戶外定點查詢, 也有可能會在移動的狀態下發送一個請求, 因此為了讓用戶接收到的推薦結果盡可能在用戶行進方向上, 因此以使用者前方的範圍為主要的推薦區域。本論文提出 POI 的推薦區域係數來調整推薦區域的權重值, 如圖 2 所示。

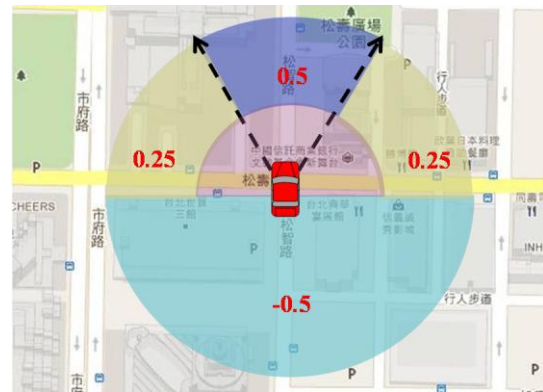


圖 2. 推薦區域係數

其中, 我們以行進方位前方一般可視角度 120 度為我們主要的推薦範圍, 以前方的 POI 給予 0.5 的權重值, 左右側給予 0.25 的權重值。至於在用戶移動方向後方之 POI 給予 -0.5 的權重值。

4. 效能評估

本論文將以大台北地區作為效能評估環境, 以 Java 編寫模擬環境, 之後針對精確

度(Precision)、覆蓋率(Coverage Rate)以及平均回應時間(Average Response Time)之效能指標，與其他推薦系統進行比較。驗證本策略所論述之系統效能，相較其他策略是否達到顯著提升整體系統推薦品質之目的。各項評估指標項目之定義如下：

4.1 推薦精確度(Recommend Accuracy)

推薦精確度是推薦系統相關文獻中常用之評估指標。藉由預測用戶對未評價項目的喜好程度，精確的篩選並推薦用戶感興趣之項目。而如何評估預測項目之準確度，本論文將採用相關研究較普遍使用之平均絕對誤差法 (Mean Absolute Error, MAE) 作為推薦精確度之評估指標[18]。

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{P_{reco}} |p_i - r_i|}{P_{reco}} \quad (5)$$

其中， p_i 為系統預測評分值； r_i 為用戶實際回應評分值； P_{reco} 為系統已產生推薦之項目數量； N 為曾經被系統推薦之項目數量。 MAE 值域為 $0 \leq MAE \leq 5$ ， MAE 越趨近於 0 表示預測評價越接近實際評價結果，亦表示該個人化推薦系統之推薦精確度越高，推薦品質則因此較佳。

4.2 推薦覆蓋度(Recommend Coverage)

推薦系統不僅要精確度高，更要能將系統中的項目都有機會被推薦給感興趣的用戶。推薦系統通常採用目錄覆蓋度(Catalog Coverage)作為此評估指標。

$$R_{cover} = \frac{P_{reco}}{P_{total}} \times 100\% \quad (6)$$

其中， P_{reco} 為系統推薦過但不重複之項目數量； P_{total} 為系統所有項目數量。覆蓋率越高，則代表推薦項目越廣泛，越能發掘出用戶之潛在喜好項目。

4.3 平均回應時間(Average Response Time)

由於本論文所提出之推薦系統是應用於行動環境下，系統所計算時間將會影響用戶接收推薦結果之時間，因此加入系統平均回應時間作為評估指標。平均回應時間越短，代表系統計算複雜度越低，越能快速將推薦結果回傳給用戶。

$$T_{res} = T_{rec} + T_{con} + T_{tran} \quad (7)$$

$$T_{rec} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{user}} T_i}{N_{online}} \quad (8)$$

其中， N_{online} 為同時連線之用戶數量； T_{rec} 為平均用戶推薦計算時間； T_i 為第 i 位用戶推薦計算時間； T_{con} 為平均網路連線建立時間； T_{tran} 為平均資料傳輸時間。

5. 結論

為了提供更貼近使用者目前的興趣，本論文提出結合社群之動態時段協同過濾推薦系統(SNDTPCF)，先透過使用者受朋友的影響而產生興趣變化給予不同的權重值，再依使用者查詢範圍中以改變轉動方向的係數，將推薦的 POI 位於用戶的移動方向上，以產生推薦最適合使用者的個人化 POI 清單。

本系統接下來會進入模擬研究，且希望更進一步採用 IOS 及 Android 系統平台進行開發，以期透過使用者在真實環境下之實際操作體驗，來驗證系統之完整性，並對系統不足之處加以改進，提升整體推薦品質，以期未來能實際應用於適地性服務中。

參考文獻

- [1] Zhang, H., Xu, L., Huang, H. and Gao, S., "Mining spatial association rules from LBS anonymity dataset for improving utilization," *2013 21st International Conference*, pp.1-6, June, 2013.
- [2] Zhu, F., Jin, B. and Zhang, J., "Towards Spatial Information Services in LBS: A GML-Based Approach," *International Conference on Machine Vision and Human machine Interface*, China, Apr., 2010.
- [3] Rapera, G., Gartnerb, H., Karimic, J. and Rizosd, C., "Applications of Location-Based Services: a Selected Review," *International Journal of Location Based Services*, Vol. 1,

- No. 2, pp. 89-111, Jun., 2007.
- [4] Su, X. and Khoshgoftaar, T. M., "A Survey of Collaborative Filtering Technique, " *Advances in Artificial Intelligence*, Vol. 2009, Tan., 2009.
- [5] Xiao, M. and Yan, B., "Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Based on Shift of Users' Preferences, " *2011 IEEE International Conference on Business Management and Electronic Information (BMEI)*, Guangzhou, China, pp. 520-523, May, 2011.
- [6] Wei, S., Ye, N. and Zhang, Q., "Time-Aware Collaborative Filtering for Recommender Systems," *International Journal of Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012*, Vol. 321, pp. 663-670, 2012.
- [7] Zheng, C., Hao, K. and Ding, Y., "A Collaborative Filtering Recommendation Algorithm Incorporated with Life Cycle," *2nd International Conference on Systems Engineering and Modeling (ICSEM-13)*, Paris, France, pp. 630-633, Sep., 2013.
- [8] Zhang, Y., Liu, Y., "A Collaborative Filtering Algorithm Based on Time Period Partition," *2010 Third Intelligent Information on Technology and Security Informatics International Symposium*, Jinggangshan, China, pp. 777-780, Apr., 2010.
- [9] Dutta, A., Vakil, F., Chen, J. C., Tautil, M., Baba, S., Nakajima, N. and Schulzrinne H., "Application Layer Mobility Management Scheme for Wireless Internet," *IEEE 3G Wireless International Conference*, San Francisco, CA, pp. 1-7, 2001.
- [10] Gupta, G., Lee, W. C., "Collaborative Spatial Object Recommendation in Location Based Services," *2010 39th International Conference on Parallel Processing Workshops*, San Diego, CA, pp. 24-33, Sep., 2010.
- [11] Junglas, I. A. and Watson, R. T., "Location-Based Service: Evaluating MU Perceptions of Location-Tracking and Location-Awareness Services," *Communications of the ACM*, Vol. 51, No. 3, Mar. 2008.
- [12] Kuo, M. H., Chen, L. C. and Liang, C. W., "Building and Evaluating a LBS Recommendation System with a Preference Adjustment Mechanism," *Expert System with Applications*, Vol. 36, No. 1, pp. 3543-3554, 2009.
- [13] Yu, X. H., Wu, J. W. and Chen, W. Q., "A Dynamic Item-Based Weight Collaborative Recommendation Algorithm," *2010 International Conference on Internet Technology and Applications*, Wuhan, China, pp. 1-3, Aug., 2010.
- [14] Birtolo, C., Ronca, D. and Armenise, R., "Improving accuracy of recommendation system by means of Item-based Fuzzy Clustering Collaborative Filtering," *2011 11th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, pp. 100-106, Nov., 2011.
- [15] Shani, G. and Gunawardana, A., "Evaluating Recommendation Systems, " *Recommender Systems Handbook of Springer Science Business Media*, pp. 257-297, 2011.
- [16] Yiu, M. L., Papadias, D., Manoulis, N. and Tao, Y., "Reverse Nearest Neighbors in Large Graphs," *21th IEEE International Conference on Data Engineering*, Tokyo, Japan, pp. 186-187, Apr., 2005.
- [17] Hung, C. F., Tuan, C. C., and Wu, Z. H., "Location-based Collaborative Filtering Recommendation System with Dynamic Time Periods," *2012 International Conferences on e-Commerce, e-Administration, e-Society, e-Education and e-Technology*, Hong Kong, China, Mar. 30-Apr. 1, 2012.
- [18] Sarwar, B. M., Karypis, H., Konstan, J. A. and Riedl, J., "Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithm," *10th International World Wide Web Conference*, Hong Kong, China, pp. 285-295, 2001.