

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

使用智慧型代理員於雙向無線 PDA 之推論策略與形式 The strategies and methods of applying intelligent agent on two-way wireless PDA

計畫編號：NSC 88-2213-E-032-015

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：劉艾華 淡江大學資訊管理學系

E-mail: aaliou@mail.tku.edu.tw

一、中文摘要

本研究將傳統智慧型代理員的觀念應用於無線通訊環境中，就推論的策略與形式發展出一種機制—斥候代理員(Pilot Agent)：將推論的實際動作交由伺服器端執行，代理員在客戶端僅使用少量資源進行使用者習性觀察、資訊的傳輸和遞送、以及將推論結果適當的表現出來。此機制既具備個人電腦強大又有效率的運算及推理能力，又可適時輔助一般使用者運用行動資訊遂行其需求，以達成隨時掌握資訊的目地。

關鍵詞：推論規則，智慧型代理員，斥候代理員，無線通訊

Abstract

This research applied the concept of intelligent agents to wireless communication environment, and developed a scheme of strategies and patterns of reasoning—Pilot Agent. The reasoning actions of these agents were actually performed by inference server, while the agent at the client-end merely processes the observation of users' aptitude and transmission of information. The agent also presents the inference results properly by using sparing memory of client-end device. This scheme preserves the powerful and

effective capabilities of computing and reasoning of PC, and assists users to accomplish their demands with mobile information to achieve the purpose of dominating information anywhere, anytime.

Keywords: Inference Rules, Intelligent Agent, Pilot Agent, Wireless Communication

二、緣由與目的

無線通訊的範圍從以往單純的聲音傳遞，逐漸朝向整合多種行動資訊(Mobile Information)發展。受限於個人隨身電腦設備的硬體特性，這些資訊的內容並不如如有線環境豐富，然而所傳遞的雖僅僅是有限的資訊，由於其即時性高，如能善加利用，亦可帶來莫大的商機。

在無線通訊環境中，各種服務的應用模式已有相關研究[8]，然而無論何種服務應用模式，使用者的使用便利性當為一切首要考量。在有線網際網路中，以輔助使用者方便進行各項操作為目的之智慧型代理員正逐漸普及。較之於有線網路環境，無線通訊環境由於傳輸本質上的差異，以及硬體設備的限制，傳統的智慧型代理員運作模式並不完全適當。因此研究發展適用於無線通訊環境中，輔助使用者操作個人隨身電腦設備的智慧型代理員，就其推論的策略與形式進行探討，以期充分提供使用者適切的服務使用輔助，進而提高使

用者使用服務之意願，乃為本研究進行之主要動機。

本研究之目的在發展出一種模式，將目前已成功運用在網際網路上之智慧型代理員，應用於無線通訊環境中。亦即使個人隨身電腦設備利用其無線通訊能力，將資訊交由遠端伺服器進行推論，所產生出的結果再以適當的型態顯現告知使用者。在這種模式之下，個人隨身電腦設備中的智慧型代理員僅負責資訊的蒐集、傳遞，以及推論結果的接收、顯示，而將繁複的推論工作交由遠端伺服器執行，我們稱此智慧型代理員為斥候代理員(Pilot Agent)。此機制不僅不需佔用個人隨身電腦設備裡過多的資源，也具備隨時提供使用者適切輔助的完備智慧功能。

三、結果與討論

本研究提出之新機制—斥候代理員—基本運作模式(圖1)將推論伺服器設於服務提供者端之主機上，使用者向服務提供者提出服務需求(service request)後，推論伺服器所產生之斥候代理員將隨著使用者所要求的服務(service delivery)一併傳送至客戶端，暫存於記憶體中，並於服務之背景執行。斥候代理員在不影響使用者使用該項服務的原則下，觀察並記錄使用者操作行為，並將此資訊傳送回推論伺服器。推論伺服器在接收到斥候代理員所傳回之資訊後，依據規則庫進行推論，而後將推論結果傳送回斥候代理員，由斥候代理員形成建議，以適當形式顯示通知使用者，完成輔助使用者操作使用該

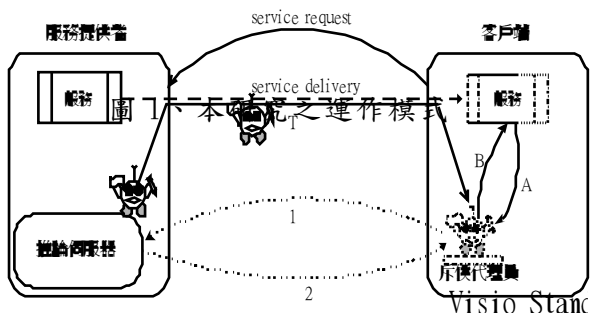


圖 1 本研究之運作模式

將個人習性檔置放於推論伺服器，而非個人隨身電腦設備的設計，有幾項優點：第一、減少所佔用之客戶端資源，避免使用者在享用多項服務之後，產生使用及管理其隨身電腦設備的不便；第二、推論伺服器直接存取個人習性資料，不需透過無線網路，增加傳輸負擔。

由於本研究所提出之運作機制並不在客戶端進行實際推論的動作，而是在服務提供者端架設一推論伺服器以進行推論，但推論所需之資訊來源乃是由客戶端的使用者操作而形成，因此推論伺服器需送出一暫駐於客戶端之代理員，以擔負資訊蒐集與傳遞的工作。由於其性質頗為類似探索未知環境且蒐集相關資訊的斥候，故稱

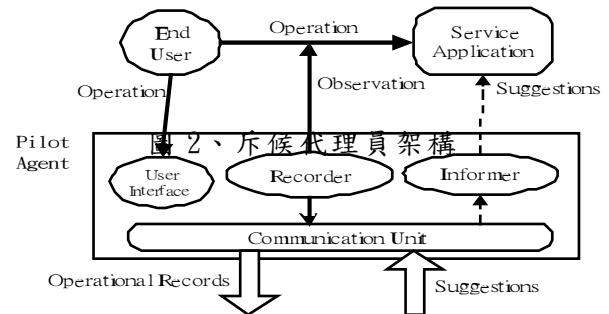


圖 2、斥候代理員架構

之為斥候代理員。斥候代理員抵達客戶端後，由於並不處理推論的動作，因此其架構較一般智慧型代理員簡易，如圖2所示。

在整體機制運作過程當中，斥候代理員所擔任的角色，乃是客戶端使用者的操作資訊之觀察、記錄、傳送回推論伺服器、與當接收到推論伺服器所傳送的建議時，以適當的形式提供給使用者。

藉由上述斥候代理員的運作，可以達成在無線通訊環境中，針對特殊的資訊(如使用者習性)進行推論的功效。而斥候代理員由於本身所擔負的工作較之一般移動式智慧型代理員為少，其體積也勢必減少，因此更適用於無線通訊環境。另外，由於推論工作是由推論伺服器所執行，與傳統單機環境運作之智慧型代理員相較，仍不失其強大而完整的推論能力，且透過

推論伺服器與斥候代理員的隨時溝通，對資訊的掌握提供了即時性，使本研究所提出之機制能有效的輔助使用者進行服務的操作。然而為使斥候代理員成功運作，推論伺服器必須在服務提供者遞送服務給使用者的同時，將斥候代理員一併遞送。雖然斥候代理員體積不大，但仍可能造成服務遞送延緩。另外，斥候代理員送抵客戶端後，雖不使用輔助記憶體，然而其本身運作仍會佔據部份記憶體，使用者若同時使用多項服務，可能導致記憶體分配上的問題，因此在使用上必需注意。

透過推論伺服器與斥候代理員的合作，完成在無線通訊環境裡對一般使用者的輔助。推論伺服器與斥候代理員兩者之間的資訊傳輸，均是透過訊息傳遞者完成。本研究即是基於上述系統架構，提出推論工作由伺服器端執行的斥候代理員運作模式。

考慮通訊傳輸成本，一般主從式 (Client-Server) 架構應用程式多採用批次處理 (Batch Processing)。然而在無線通訊環境之中，由於網路頻寬受到更嚴格的限制，且批次處理將會大大降低智慧型代理員對建議提出的及時性，一旦失去時效，這些建議不僅不具意義，且可能形成使用者操作上的累贅。為達到適時提供使用者輔助的目地，斥候代理員在觀測到推論所需資訊後，將即刻傳送至推論伺服器。但使用者對於服務應用程式的操作動作可能相當繁鎖，傳送每一個使用者動作至推論伺服器端將損耗無線網路資源，造成網路堵塞，而客戶端也將因斥候代理員頻繁的動作，導致原服務應用程式執行減緩，降低客戶端系統效能。這些大量傳遞的資料中，許多是與形成使用者使用此項服務的習性並無關聯，例如為了避免與其它使用中的應用程式衝突，而調整或移動此服務之顯示視窗。因此對於使用者使用服務的操作動作，斥候代理員並不一一詳加記錄，僅針對關鍵性操作元件加以監視記錄。

規則運作

客戶端之斥候代理員在使用者對關鍵性操作元件進行操作之後，記錄模組將擷取操作元件的各項屬性，交由通訊單元形成一個包括操作元件種類、名稱、欄位屬性及其值、與此元件之容器之字串，而後將此操作記錄傳回推論伺服器。操作記錄字串的格式為：

ComType	ComName	ComAttribute-Value	Container
---------	---------	--------------------	-----------

例如：字串『Button Button1 Pressed-YFrame2』代表此服務之 Frame2 視窗的 Button1 按鈕被按下；字串『Choice Choice2 SelectIndex-3 Frame1』代表此服務之 Frame1 視窗的 Choice2 下拉式選單，第 3 個選項被使用者選取。

推論伺服器之通訊介面在接收到此操作記錄字串後，將透過三階字串剖析 (Parsing) 比對，獲取操作元件欄位屬性值代碼，而結合操作元件種類代碼、操作元件名稱代碼，即構成唯一代表目前操作記錄字串的元件識別值 (ComID)。縱然使用者操作的元件並無先前操作記錄存在，經由上述三階字串剖析比對後，依然可以產生一個新的唯一元件識別值，以送入推論引擎進行後續規則的判斷使用。

使用者每對一個關鍵性操作元件進行操作，也就是推論伺服器每接收到一個操作記錄字串，將透過上述步驟找出相對應於此操作記錄字串的元件識別值，同時可以確保同樣的使用者操作動作將以同一個元件識別值代表。此為本研究的推論運作之關鍵所在，若無法分析歸納出相同的使用者操作動作，將導致無法形成使用者的操作習性，智慧型代理員也就無法發揮其輔助使用者的功效。

通訊介面將元件識別值以一個事實的型態送入推論引擎，隨後推論引擎一面檢查暫存記憶體中是否有前一操作元件的操作記錄等待累積連續性動作以形成規則，一面進行下列規則的判斷：

<pre>DefRule "MetaRule 1" IF (ComID) and (ComID::ComConfidence > 0) THEN (assertfind_RuleComID)</pre>
--

```
ELSE ( (+ (0.5) (ComID :: ComConfidence) )
        (PreComID <- ComID)
        (send PreComID to Temporary Memory)
        (bind WaitNext "true" ) )
```

當 IF 條件成立，表示此操作元件目前被使用者操作，且以前曾經被使用者操作過，因此系統將產生一名為 `find_RuleComID` 之新事實，表示將尋找規則庫中適用於此操作元件記錄之規則是否存在。若 IF 條件不成立，表示此操作元件為首次被使用者操作，自然沒有使用者習性可言，因此除了增加此元件之信賴度值之外，我們將此元件識別值設為前一物件識別值 (PreComID)，並傳送至暫存記憶體中，同時設定等候旗標，以等候下一使用者操作元件之操作記錄輸入。

暫存記憶體之計算單元將維護這些鏈結資料，並加以監控。一旦某個鏈結情況次數達到預定值，即視為使用者操作習性已形成，計算單元將產生新使用者習性規則，送至規則庫中：

```
DefRule "RuleComID"
  IF (ComIDx)
  THEN (Suggestion ← ComIDy)
```

上述新產生之使用者習性規則中，x 與 y 分別代表已達標準值之兩個前後鏈結的物件識別值。

當某一鏈結之子元件信賴度值遞減至零，表示使用者相當長時間不選擇此子元件操作狀態，可能因為使用者本身習慣改變，或之前的操作記錄為使用者不慎誤觸所造成，然而此皆不足亦不可能形成使用者操作習性，因此計算單元將移除此鏈結。如此非但可以減少記憶體使用空間，更可以反應出使用者真正的操作行為及其習慣。

在使用者使用服務期間，藉由上述規則形成的程序，以及各種條件的檢測，配合暫存記憶體的運作，可以達成動態 (dynamic) 的規則庫維護，意即可以不必關閉服務應用程式，即可加入新的規則。相較於使用靜態 (static) 規則庫的推論

作業方式，此法更能利用其學習功能提升智慧，而不僅是單純的反應某預設之情境。

實作範例

現將透過一小型會議時程安排服務，說明本研究所提出之斥候代理員機制的實作範例運作過程。

在無線通訊的環境裡，會議召集人可利用個人隨身電腦設備向服務提供者要求使用會議排程服務系統，填寫完部份說明資料，如會議名稱、召集人、會議日期時間與地點之後，再透過服務提供者將會議排程服務傳送至各參與會議人員，此時服務提供者亦將把由推論伺服器所產生之斥候代理員一併傳送至各參與會議人員。會議排程服務與斥候代理員抵達客戶端後，斥候代理員將在背景執行，使用者將只意識到會議排程服務的抵達。使用者可能依個人偏好或個人工作時程表進行對會議日期時間的選擇，並可能根據距離的遠近或使用者的方便，填寫希望進行會議的地點。斥候代理員將記錄使用者對這些操作元件的狀態設定值，傳回推論伺服器，以進行使用者習性推論。

當此形成使用者習性規則後，下一次會議排程服務會先將此使用者操作記錄傳回推論伺服器，推論時會觸發使用者習性規則，因而推論出結果。此推論結果傳送至斥候代理員之後，斥候代理員將產生如圖 3 所示之建議對話框，顯示通知使用者已有建議形成，代理員將可替代使用者完成後續操作步驟。若使用者選擇拒絕 (reject) 建議，則建議對話框將會關閉；若使用者選擇接受 (accept) 建議，斥候代理員將把建議資料提供給會議排程服務程式，使用者不必做其它操作動作，建議日期、建議時間及建議地點三個欄位之值都



將自動設定完成。

四、計畫成果自評

本研究提出一種在無線通訊環境的服務使用過程中，將繁複的推論工作交由伺服器端推論引擎執行，在使用者端僅以一小型智慧型代理員進行資料的蒐集擷取、傳送接收以及顯示等簡單工作，以形成使用者習性並隨後輔助使用者操作之運作模式—斥候代理員。利用此機制可以提升使用者操作各項應用服務的效率，降低個人隨身電腦設備的操做困難度，以提高使用意願。

對於使用者行為的觀察，為了避免計算複雜度過高以及無線傳輸速率的影響，本研究只針對特定關鍵性操作元件進行偵測。然而不同的應用領域與服務項目，操作元件雖大同小異，其關鍵性卻不盡相同。未來在分析歸納各種應用層面的服務系統後，以本研究所提之機制為基礎，發展一般化的即時輔助使用者操作之智慧型代理員，應可對無線通訊環境的服務有相當幫助。

本研究中對於使用者操作習性的形成，是由觀查記錄使用者過去的操作行為而產生的，對於其它可能影響使用者操作的因素並未加以分析，例如不同的時間可能造成使用者對於同一項服務有不同的需求。使用者對於由推論結果所形成建議的產生過程亦可能有不同的接受度，因此在規則形成的速度以及由使用者直接輸入規則方面，有待更深入的研究。

具有學習能力的智慧型代理員，其所學習的對象，除了單一使用者之外，也可以藉由代理員溝通機制，以進行代理員之間互相學習，以及加強與環境間的互動。如此不但可以迅速獲取相關領域知識，也可以降低學習成本，提供使用者更為快捷的輔助。

五、參考文獻

- [1] 劉艾華、陳建宏，"運用發展移動型代理員於雙向傳呼之應用，第九屆國際資訊管理學術研討會，中壢，1998年6月
- [2] Bussmann, S. and Demazeau, Y. An agent model combining reactive and cognitive capabilities, In Proceedings of the IEEE international Conference on Intelligenet Robots and Systems (IROS-94), Munich, Germany, 1994.
- [3] Fisher, M. Representing and executing agent-based systems. In Wooldridge, M. and Jennings, N. R., editors, Intelligent Agents: Theories, Architectures, and Languages (LNAI Volume 890), pages 307-323. Springer-Verlag: Heidelberg, Germany. 1995.
- [4] Hedberg, S. R., "Intelligent Agent : The First Harvest of Softbots Looks Promising" , IEEE Expert, 1995 August pp.6-9.
- [5] Holte, R. C. and Drummond, C., "A Learning Apprentice For Browsing", AAAI 1994 Spring Symposium on Software Agents, http://www.site.uottawa.ca/~cdrummon/pubs/AAAI94_Sym.ps
- [6] Jennings, N. and Wooldridge M. Software Agents, IEE Review, January 1996, pp 17-20.
- [7] Johnson, W. L., "Agents that Learn to Explain Themselves" , Proceedings of the Twelfth National Conference on Artificial Intelligence. Seattle: AAAI, 1994. <http://www.isi.edu.tw/soar/johnson/explain.ps>
- [8] Liou, A. A., Wong S. The Design of PDA Application Schemes for Wireless Communication Services, in Proceeding of the Seventh IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'96), Taipei, Taiwan, October, 1996
- [9] Maes, P. Agents that reduce work and information overload. Communications of the ACM, 37(7):31-40, 1994.
- [10] Papazoglou, M. P., Laufman, S. C., and Sellis, T. K. An organizational framework for cooperating intelligent information systems. Journal of Intelligent and Cooperative Information Systems, 1(1):169-202, 1992.
- [11] Rosenbloom, P. S., Tambe M., Johnson, W. L., Jones, R. M., Koss, F., Laird, J. E. and Schwamb, K., "Intelligent Agents for Interactive Simulation Environments", AI Magazine, Volume 16, No.1 1995 pp.15-39.
- [12] Tambe, M. and Rosenbloom, P. S., "Event Tracking in Complex Multi-agent Environments", Proceedings of the Fourth

Conference on Computer Generated Forces and
Behavioral Representation. Orlando, FL. 1994.
[http://www.
isi.edu.tw/soar/papers/cgf/94/Event/PRfinal.ps](http://www.isi.edu.tw/soar/papers/cgf/94/Event/PRfinal.ps)