

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 移動代理人的溝通與合作

### Communication and Collaboration of Mobile Agents

計畫編號：NSC 88-2213-E-032-016

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：張昭憲 淡江大學資訊管理學系

#### 一、中文摘要

本計劃已利用 Java 語言發展出一套以視覺化操作為基礎的移動式代理人系統，VMAS (Visual Mobile Agent System)。不同於現有的移動式代理人系統，VMAS 除了提供代理人傳輸架構及執行環境外，並提供了一個視覺化移動式代理人的開發平台—MABuilder，使用者可利用 MABuilder 以視覺化的方式來建構屬於自己的移動式代理人，如此將可大大地簡化移動式代理人的建構與派遣過程。在 MA 的溝通與合作方面，我們先制定了基本的通信協定，接著又將溝通方式明確歸類為：行為互助、屬性查詢與物件觀察等三類。最後，藉由前二項的訂定並配合 MABuler 使 MA 間的合作得以順利完成。

關鍵詞：移動代理人、軟體代理人、視覺化介面、網際網路

#### Abstract

In this project, we have developed a *Visual Mobile Agent System, VMAS*. Different from other mobile agent systems, VMAS provides not only agent transmission scheme and execution environment but also a visualized agent constructor, *MABuilder*. With the help of *MABuilder*, the construction and delivery of mobile agents are greatly simplified, so that the users can create their own mobile agents without deeply programming techniques. For the communication and collaboration of mobile agents, first, we have defined several communication protocol, and three types of communication are also identified. They are behavior exchange, attribute query and object

observation. Then, the collaboration of mobile agents can be therefore coordinated by means of these pre-defined protocols and achieved by means of *MABuilder*.

**Keywords:** Mobile Agent, Software Agent, Visualized Interface, Internet

#### 二、緣由與目的

軟體代理人(*Software Agents*)承襲著傳統代理人的角色，能為電腦使用者完成各種委託的任務。其處理的工作主要可分為以下三種類型：(1) 規律、繁瑣的工作，(2) 需長時間等待或監控的工作(3) 須特殊專業背景知識的工作[13]。目前軟體代理人的應用已經遍及各種不同領域：小至文書處理器中的錯字檢查器、個人郵件助理[3]、網路新聞彙編[10]、大至機械人控制[5]、網路管理[11][12]等。

軟體代理人所具有的自主性與專業技能雖然能節省使用者親自花在資訊擷取之心力，但對於因網路使用率大增所造成的經常性網路壅塞問題，傳統的軟體代理人仍是束手無策。針對此一問題，新興的移動式代理人(*Mobile Agent*, 以下簡稱 MA) 技術提供了一個可行的解決之道。

MA 是軟體代理人家族的一個特殊成員，它不但具有自主性及專業技能，而且具有遷移(*migration*)及常駐(*residence*)等特性。經由使用者的委託(*delegation*)後，MA 能主動遷移或常駐於各個資料來源節點，依序完成使用者委託的工作。因此，MA 除了能提供前述有關資訊擷取過程自動化的目標外，對於網路壅塞問題更能予以有效解決。由於 MA 的高度實用性，已經引

起了學界及業界極大的關注，許多大規模的研究正持續地進行當中[1]。

面對 MA 這種新興的實用技術，近年來，相關的基礎研究已受到了學者們的極大重視。其中，尤以 MA 執行平台(Execution Platform)的研製最為重要，他們在 MA 的移動性(mobility)、狀態保存(state preserving)、互通性(portability)及安全性(security)等方面的研究均已投注相當的心力[2][4][6][8,9]。此外，為了能更有效率地利用各種 MA 協力工作來解決問題，MA 之間的溝通(communication)與合作(collaboration)方式，亦成為學者們研究的重要課題[7][11]。然而，在上述各種 MA 執行平台中，有關如何建構、派遣 MA 方面，均需由使用者對於特定的程式語言(如 Agent Tcl)進行一定程度的了解才能使用，如此一來，MA 的普及程度將無可避免地受到影響。

綜合以上相關文獻的探討，我們發現在 MA 的執行平台研製與行程規劃方面仍有以下問題有待深入研究：(1) 如何提供一個友善的使用者介面，讓 MA 的使用者在不需具備太多程式設計能力的狀況下，就能利用 MA 系統來完成任務？(2) 如何制定簡易的溝通協定，讓 MA 順利且不必花費太大的成本來進行溝通？(3) 如何制定 MA 之間的有效合作模式並自動分配工作？本論的目的即是針對上述問題找出可行的解決之道。

### 三、結果與討論

#### (一)結果

##### 1. MA 執行平台的研製

在本計劃年度我們已開發了一套視覺化的移動式代理人開發及執行的整合環境，VMAS(Visual Mobile Agent System)，來做為研究的基礎工具。藉著 VMAS，使用者可透過 GUI 來派遣移動式代理人到規

劃的節點執行指定的任務並聽從使用者之控制隨時改變其行為、並與其他代理人溝通、達到資訊共享以及工作均分的目的。

VMAS 由 Agent Manager、Meta-Service Server 及 MABuilder 等三個子系統所組成，各部份功能敘述如下：

- (1) Agent Manager(AM): AM 是每一個提供服務的節點均需要具備的系統，它負責 MA 的傳送、接收與執行、MA 與服務代理人(Service Agent, SA)溝通、流量偵測等任務。AM 的主要功能為：
  - 傳送機制：負責接收來自移動式代理人的傳送要求，將移動式代理人傳送到指定的節點。
  - 執行機制：負責接收來自別的節點的移動式代理人，並執行之；亦可將沉睡中的移動式代理人叫醒，繼續其任務。
  - 溝通機制：提供移動式代理人與服務代理人間的溝通模式。
  - 流量偵測機制：提供網路感知元件(Network Sensing Module)，定時更新網路狀態資訊，以作為行程規劃之參考。
  - 移動式代理人休息區：提供移動式代理人暫時休息的區域，當移動式代理人欲中斷其目前工作，進入休息狀態時，AM 提供了此休息區供移動式代理人暫時棲身之所。

透過 AM，移動式代理人可由一個節點旅行到另一個節點，執行肩負之任務，並可叫用服務代理人所提供的功能，同時能夠監控服務代理人所提供的被觀察物件，當被觀察物件有任何異動時，移動式代理人會依照事先設定的 RULE 作相對應的動作。

- (2) Meta-Service Server(MS Server): 提供移動式代理人行程規劃的中介服務，其功能特性類似於 Yellow Page，它記錄了目前所有線上提供服務的節點資訊，包括服務節點的位址、節點內提供的服務代理人分類及節點間之網路接續費及其

他有關於行程規劃所需的資訊，並定時更新其資訊。當使用者利用 MABuilder 規劃移動式代理人的行程時，即可先向 MS Server 取得提供使用者所指定服務類別之節點位址，及其他相關資訊，以利其行程規劃。

(3) MABuilder: 為一個視覺化的 MA 建構環境，使用者除了可利用 MABuilder 來建構 MA 外，也可透過它來指定 MA 的行程。MABuilder 的特點如下：

- 視覺化開發環境：利用 Java™ AWT 元件開發具跨平台支援能力的視覺化開發環境，使用者可以輕易的設定移動式代理人的行程、不同路線間的條件、執行移動式代理人的派遣及任務的指派。
- 個別化的任務指派：完全開放式的功能設定，提供移動式代理人結合其他服務代理人所提供的函數，重新定義自己的函數；並且可依據不同任務需求，自行定義新的類別，產生新物件，組合出複雜且具個別化特徵的移動式代理人。
- 行程規劃能力：本系統提供使用者二種規劃行程之方法：一為視覺化人工規劃：讓使用者直接以滑鼠等 GUI 介面，指定 MA 之行程中的節點順序；一為自動行程規劃：使用者只要指定欲最佳化節點之資訊及最佳化的需求(時間或成本因素的考量)，系統即將所有節點間最佳化的路線自動規劃出來，讓所派遣的移動式代理人依據使用者的需求，以最符合使用者要求的條件來完成指定任務，而不會浪費不必要的時間或成本。
- 主動行為修正能力：當使用者依需要建構一個移動式代理人，並將其派遣到網路執行其任務時，一旦使用者的需求有所變動，本系統可讓使用者重新修正移動式代理人的任務，並在不影響原移動式代理原先執行結果下，派出修正後的移動式代理人取代原派出之移動式代理人來執行其任務。

## 2. MA 的溝通與合作機制

在 MA 的溝通與合作方面，我們首先制定了基本的通信協定，接著又將溝通方式加以歸類，最後藉由前二項的明確訂定使 MA 間的合作得以順利完成。

### ● 通信協定定義

在 VMAS 系統中，我們將 MA 所具有的移動能力、MABuilder 所具有的監控能力、MABuilder 取得 SA 提供之服務清單以及 AM 之網路感知元件動態更新網路資訊之能力，定義了特定的通信協定來滿足需求，接下來，我們要來介紹其通信協定：

#### ▪ MA Transfer Protocol

◇ 用途：MA 之移動性

#### ▪ MA monitor Protocol

◇ 用途：MABuilder 監控指定 ID 的 MA 目前的狀態

#### ▪ MABuilder getServiceList Protocol

◇ 用途：MABuilder 取得 AM 所控管之 SA 所提供之服務清單

#### ▪ NSM request/update Protocol

◇ 用途：NSM 查詢或更新目前的網路狀態

### ● 代理人間的溝通型態

VMAS 的溝通型態，可分為 MA 與 SA 之溝通行為、MABuilder 取得 SA 服務清單之行為及觀察準則之定義，分述如下：

#### ▪ MA 與 SA 之間的行為互助

假設 MA 欲『購買』某項 SA 所提供的商品、『查詢』某項商品的價錢，與 SA 針對某項商品『議價』等，這些行為均必須經由 SA 提供相關程序(function)或方法(method)，供 MA 提出需求，再經由 AM 的 Method Invocation 管理元件，將 MA 的需求通知 SA 提供相關服務，再將結果透過 AM 的 Result Reference 告訴 MA。亦即所

有的資料及訊息交換均透過 AM 來掌控，此功能之運作模

#### ■ 屬性查詢

基於安全性考量，MA 到達某一節點執行前述之『購買』、『查詢』及『議價』等行為時，VMAS 並不允許 MA 直接對該節點之實體資料作改變，因此必須經由該節點所提供之 SA 才能完成前述行為，因此，MA 在建構時，即須事先得知指定之節點提供了哪些服務，而 MABuilder 可取得遠端的 AM 節點內，提供服務的 SA 服務清單，包括前述之『購買』、『查詢』及『議價』等功能，並提供了被觀察物件之名單，供使用者以視覺化之方式建構 MA 與 SA 之觀察及溝通行為。

#### ■ 物件觀察

VMAS 系統提供了 MA 可觀察指定節點內，特定 SA 所提供被觀察物件變化之能力，而透過前項功能，MABuilder 可取得指定節點內，特定 SA 所提供的被觀察物件，並透過 VMAS 所定義的 Observe Rule，回應被觀察物件變化時，相對應之行為。

#### ● 合作模式

藉由 VMAS 所提供的協定，MA 間的合作便可經由適當的溝通來達成。理論上，這個步驟應可自動化，但本系統目前只提供由使用者自行指定要參與合作的對象及相關的溝通的流程。而這些合作前的指定工作均可利用 MABuilder 在產生 MA 時一併納入。值得注意的是：為了安全問題考量，MA 間的合作一定要透過 AM 來達成。

#### (二) 討論

網路的風行造成相關的軟體技術需求殷切，而 MA 就是一種當然之選。因此不論就 MA 的執行平台製作或 MA 間的溝通與合作而言，相關研究人員已經花費大量心力而成果也有目共睹。然而，MA 的執

行環境在目前仍然很少見，很少有網站願意成為以 MA 為基礎的服務節點 (MA-based Service Provider)，這應該是導因於網路安全的考量。雖然現實的狀況有點令人洩氣，但是我們相信有一天當網路更形普及、網路安全更有保障再加上各大軟體公司由觀望變為投入時，MA 這項技術應可成為下一世紀出的軟體設計主流。

#### 四、計劃成果自評

本計劃之原設定目標在於以下三部份 (1) 研製友善的 MA 執行平台 (2) 制定溝通協定 (3) 制定分工合作的模式與自動工作分配。本計劃一直以這三方面為研發方向，至年度結束後，如上一節所述，第(1)(2)項已經大體完成，然第(3)項之自動工作分配部分因(1)(2)項費時比原定時間久，因此並未來的及製作。雖然如此，本計劃的完整性應未受到影響。

就特殊性而言，本計劃所完成的 VMAS 系統的視覺化運作方式應屬新的創舉，可大幅簡化使用者的困擾並提高 MA 技術普及的程度。就實用性而言，VMAS 目前已應用在數位圖書館的架構規劃及電子商務的投標競標方面。初步的實驗結果顯示，VMAS 運作良好。總體而言，持續發展 VMAS 應可使其成為良好的工具軟體，並藉以發展更廣泛的應用領域。

#### 五、參考文獻

- [1] Agent Organization-“Agent Activity”, <http://www.agent.org/pub/activity.html>
- [2] Dartmouth College-“Agent Tcl, Transport Agent System”, <http://www.cs.dartmouth.edu/~agent>
- [3] Gary Boone, “Concept Features in Re: Agent, an Intelligent Email Agent”, Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents, May 9-13, 1998, pp141-148
- [4] General Magic -“Odyssey”, <http://www.genmagic.com/technology/odyssey.html>
- [5] Guillaume Beslon, INSA/IF-PRIMA, et. al, “Multi-Robot Path-Planning Based on Implicit

- Cooperation in a Robotic Swarm*", Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents, May 9-13, 1998, pp39-45
- [6] "IBM-Aglet", <http://trl.ibm.co.jp/aaglets>
- [7] Joachim Baumann, Fritz Hohl, "Communication Concepts for Mobile Agent Systems", 1997 Mobile Agent Workshop
- [8] Kaiseralautern College."The ARA project", <http://www.uni.kl.de/AG-Nehmer/Ara/>
- [9] M. Ranganathan et al., "Network-Aware Mobile Programs", Proc. USENIX Annual Tech. Conference, Jan 1997
- [10] ObjectSpace-"Voyager", <http://www.objectspace.com/Products/Voyager/index.html>
- [11] Timothy Finin, Yannis Labrou, and Yun Peng, "Mobile Agents Can Benefit from Standards Effort on Interagent Communication", IEEE Communication Magazine, July 1998, pp50-56
- [12] Wilmer Caripe, George Cybenko, Katsuhiko Moizumi, and Robert Gray, "Network Awareness and Mobile Agent Systems", IEEE Communication Magazine, July 1998, pp44-49
- [13] James E. White, "Mobile Agent", Software Agent (Edited by Jeffrey M. Bradshaw).