

建構以代理人為基之合作型工作流程管理平台

黃敬仁

國立勤益科技大學工業工程與管理系副教授
e-mail: cjhuang@cjhuang.idv.tw

陳俊誠

國立勤益科技大學工業工程與管理系碩士生
e-mail: gn00409172@gmail.com

摘要

工作流程管理是企業提昇競爭力的發展重點，從工作流程的監控，可以了解企業運作的效能。然而，在資訊科技發達的今日，企業必須考量如何在網際網路分散式環境下運作，或者如何能與上下游廠商進行合作或異質平台流程整合，而又能兼顧資訊安全的問題。本研究主要在於建構以代理人為基之合作型工作流程管理平台，目的在解決在分散式環境中工作流程之處理，並兼顧企業流程安全議題的考量。在本研究中，探討汽車零組件產業設計需求流程案例，分析在實務環境中企業流程之運作與評估要點，並針對問題之普遍性，提出組織間工作流程管理的運作架構，設計雛型系統，最後並導入產業案例進行模擬驗證，證實流程平台的效用。

關鍵字：工作流程、工作流程管理、軟體代理人、JADE

Abstract

Workflow management is the focus for moving up the competitiveness of a company. One can analyze the operational performance of a company from the monitoring of enterprise workflow. However, a company should consider the situation that how to operate in a distributed environment on Internet, or how to coordinate with upstream/downstream company or integrate heterogeneous workflow platform under the consideration of information security. This research develops an agent-based coordinative workflow management platform to solve the workflow management problems and issues for information securities in distributed environment. In this research, we use a CFQ process of automobile parts design as a case study to analyze the evaluation method of workflow performance, propose a generalized system architecture, and finally develop a prototype for investigation. The result shows that the proposed

platform facilitates coordination for inter-organizational operations in heterogeneous platforms environment.

Keywords: Workflow, Workflow management, Software agent, JADE

1. 緒論

隨著產業電子化與電子商務的發展，工作流程管理系統(workflow management system, WfMS)成了企業創造核心競爭力的重要選擇。工作流程管理系統是用於將企業內部的流程加以連接的軟體平台，隨著工作流程管理和企業應用整合的要求愈來愈殷切，能用以整合不同作業系統平台與運作於分散式環境下的技術，成為企業整合的需求重點。

工作流程管理系統的觀念是從程式設計與作業系統中「程序」(process)的概念延伸而來。工作流程管理系統可將企業內部各項活動(activities)予以模式化(modeling)，然後協調、監控，再經由企業作業程序(business process)自動化的方式來提升企業整體效率。在企業作業程序執行過程中，工作流程管理系統可被視為一個協調者(coordinator)，將流程中的任務(tasks)指派給每位使用者，並且收集執行的結果，以判斷下一個應進行的步驟，藉以控制每個使用者的活動，同時檢查整個作業程序的運作情況。

然而，傳統的工作流程管理系統並不適合運作於分散式的環境上，也不易進行跨平台整合。在近幾年的研究中，運用代理人技術分散式與跨平台的特性，將工作流程管理結合代理人技術(agent technology)，成為一個發展趨勢。

在本研究中，從個案研究進行，首先分析汽車零組件產業設計需求流程案例，了解流程中的各個步驟與使用者角色，並探討產業應用環境的特性與要求，以及整體作業績效的衡量和企業流程上的安全考量。同時，分析個案架構發展之通用性，提出以代理人為基之合作型工作流程管理平台(agent-based coordinative

workflow management platform, ACWMP), 用以符合產業分散式環境運作與安全性考量。ACWMP 採用 Java Agent DEvelopment Framework (JADE) 為代理人系統運作平台, 並規畫為三個層級所構成, 分別為客戶層 (User layer)、協調防護層 (Coordinative layer) 和 workflow 管理系統層 (Workflow Management System layer)。客戶層的工作為提供客戶的操作介面, 例如提交一份產品設計需求規格的報價單。協調防護層是一個客戶層與 workflow 管理系統間的中介層, 主要用以提供了安全性介面, 將外部連接之客戶層與企業內部運作之 workflow 管理系統層分隔開來, 避免系統直接遭受到惡意性的入侵或攻擊。協調防護層由一個獨立的協調代理人 (Coordinative Agent) 負責, 它偵測客戶層之客戶代理人 (User Agent) 傳送出來的訊息, 並將之轉送給 workflow 管理系統層之使用者介面代理人 (User Interface Agent), 並據以判斷是否根據客戶的需求產生一個 workflow 案例範本, 委交由 workflow 管理群組執行。協調代理人同時也可以接受由使用者介面代理人傳送來的工作流程執行結果, 並將之轉交訊息給客戶層代理人。workflow 管理系統層包含一個 workflow 代理人群組與一個獨立的系統管理代理人 (System Management Agent)。workflow 代理人群組由 workflow 執行代理人 (Workflow Execution Agent)、workflow 管理代理人 (Workflow Management Agent) 和 workflow 監控代理人 (Workflow Monitoring and Control Agent) 組成, 主要是支援 workflow 模型的建立與 workflow 的執行, 而系統管理代理人的工作為系統基本資料設定、使用者角色與權限定義等。本研究利用代理人所擁有的自主性和彼此相互之合作性, 在一個分散式的異質環境中, 適當地執行 workflow 管理系統中所指派之每項任務。

本文其餘章節安排如下: 第二節進行文獻探討, 分別針對 workflow、workflow 管理定義、代理人技術和 workflow 管理相關領域及應用予以說明。第三節分析產業案例的運作情況與企業 workflow 模式。第四節介紹本研究提出之 ACWMP 架構, 說明探討 workflow 系統組織模式, 代理人的行為模式、系統資訊模式與溝通方式及彼此間之互動性。第五節描述離型系統之建置與其特性評估。第六節為結論與建議, 說明本研究主要之貢獻與價值性, 以及未來研究方向。

2. 文獻探討

代理人技術與 workflow 管理的整合發展, 在近年來已在各領域中被廣泛的探討與應用, 例如郵件管理、資訊檢索、電子表單處理、會議議程排定等。本節將探討 workflow 管理與代理人技術兩者之意義與主要相關研究。

2.1 workflow 與 workflow 管理

workflow 管理於工業界早已行之有年, 鑑於當時廠商提供之 workflow 管理系統, 功能參差不齊且多為專屬性系統, 國際間乃成立 workflow 管理聯盟 (Workflow Management Coalition, WfMC) 之非營利性組織, 該聯盟所提出之 workflow 參考模式 (The Workflow Reference Model), 已於 1998 年 11 月獲國際物件管理組織 (Object Management Group, OMG) 接受, 成為 CORBA 中 workflow 管理設施 (workflow management facility) 之標準參考規格 (FIPA, 2002)。

workflow 是將許多工廠自動化和工業工程之相同理念與優點, 應用於辦公室環境中的工作管理過程。它是一組以資訊為基礎的任務和活動自動化之工具。其目的在於強調作業過程的自動化 (process automation), 其中文件、資訊、及工作事項等, 均遵循預定程序及規則, 傳遞於參與者 (含人、單位組織、資訊系統) 之間, 以協力完成工作。Blake et al. (2005) 認為 workflow 可根據事先定義好之邏輯程序在工作中執行團隊間的合作。由於企業流程的多樣化, 依其特性大致可以將 workflow 分為四大類型, 分別為「管理型 workflow」、「生產型 workflow」、「協同合作型 workflow」與「特殊型 workflow」(Georgakopoulos et al., 1995)。這四種類型間主要的差異在於 workflow 的模式, 如系統結構、重複性、可預測性、複雜性和流程邏輯的規則 (Cardoso et al., 2004) 等。workflow 組成元素為企業內的所有活動, 而流程中之所有活動, 彼此間皆有相互啟動之關係, 或由外部事件來啟動的一個系統 (Georgakopoulos et al., 1995)。workflow 是一連串在組織內部處理文件之工作, 不管在已結構化或未結構化的環境中, 個人或團體皆可加強自動管理之相關事件以達成組織目標之工具 (Jablonski et al., 1996)。workflow 包含之活動是屬於混合性, 可能涉及人員操作、資料庫或特定應用軟體等, 而且彼此間有相依性存在 (Huhns et al., 2005)。workflow 是以電子科技應

用資訊之流動來改善企業流程結果的一種結構，其中包含了人員、工具、任務及資訊四大部分，透過再造工程之概念，密切聯繫組織裡自動化之商業和資訊的處理過程。工作流程也可描述為商業過程中，對於工作之理解、評價和重新設計商業過程中必要的概念性任務。Georgakopoulos et al. (1995)認為工作流程是在一個組織中針對企業流程以及資訊流程進行再造與自動化的概念，所以工作流程管理是支援企業流程及資訊流程的科技。Goell (1995)認為工作流程顧名思義就是指一個工作的流動是透過程序進行，而這個程序是由所有必要的活動及步驟所組成，並需要由人員、任務及資訊這些元件的參與，工作流程軟體就是塑模這些元件，並且管理它們之間的關係。WfMC (1995)提出工作流程的定義是將商業流程部份或全部電腦化及自動化之。另一方面，以執行過程的角度來看，工作流程則是由一連串的活動所組合而成，亦即工作流程可層層拆解成最小單位的活動，而此最小單位之活動，乃指一個人（或角色）在一特定時段內執行並完成一項活動，且具體產出執行結果。每個活動皆會有一個或多個觸發事件，活動執行完成後會產生執行的結果，而將這些活動匯聚即成為企業之工作流程。綜合上述，可將工作流程定義為：「以自動化的方式，來定義、控制、執行、監督與協調企業中的各個活動，以及企業活動之間資訊的轉移，使其共同達成企業目標。」

在近年來，工作流程管理系統已被廣泛的使用在企業的流程監控(Wang et al., 2005)。工作流程管理系統主要是將企業程序依彼此先後關係(dependencies)，將相關文件、資訊或任務等在使用者間進行傳遞，以完成工作目標的一個管理系統。工作流程管理系統是由電腦群組軟體衍生而來，其著重於分散式網際網路作業環境，使用電腦內的多種專業流程軟體，來控制組織內部各項流程的一個系統(Khoshafian et al., 1995)。工作流程管理系統是一個大規模的系統，它必須處理工作流程龐大的類型、例子、用戶、部門等。在每個企業內所使用的軟體皆是不同種類，一個工作流程管理系統必需要支援各個企業內的應用軟體。而工作流程管理系統是以協同合作為基礎，系統必須調節在工作期間協同合作的代理人(Jablonski et al., 1996)。工作流程管理系統是透過軟體以定義、建立與管理工作流程執行的系統，可以在一個或多個工作流程引擎上執行。工作流程引擎除了可以將流程程式的定義轉譯以符合系統需

求，也可以透過它與其他工作流程參與者進行互動，如果有需要，也可以使用相關的資訊技術工具或應用程式。工作流程管理系統還可以提供工作管理與監控的功能，讓使用者重新設定或繼續擴充工作內容。因此，工作流程管理系統可進一步定義為「將企業程序的工作流程依邏輯先後關係表示成電腦程式可辨認、可處理的形式，藉由程式的執行對工作流程做有效的管理，並且予以自動化處理的一個系統」。

2.2 代理人技術應用於工作流程管理

代理人(agent)簡言之即為一種電腦程式，它能協助人類執行某特定任務或代替人類進行一些重覆且單調的事情，使得人類處理事情上更有效率(Lange and Oshima, 1998)。代理人技術早在很久以前就被提出，隨著資訊科技的發達及網路的普及，使得代理人的研究與應用愈來愈受到重視。代理人名詞被用來泛指智慧型的軟體(Artificial Intelligence, AI)，智慧型代理人(intelligent agent)的概念因軟體差異又各自擁有不同的特性與能力。Nwana (1996)將代理人依其特性類別區分為七大類，合作代理人(collaborative agents)、介面代理人(interface agents)、行動代理人(mobile agents)、資訊/網際網路代理人(information/internet agents)、反應代理人(reactive agents)、混合代理人(hybrid agents)、聰明代理人(smart agents)。

代理人技術適用於一致性、分散式且合作的訊息進行處理，而且它在一致性和分散式的設計與製造上有很好的潛能(Tang, 2004)。代理人技術必須和其他代理人間能合作、溝通與協商，進而協調和監控分散式的工作流程工作(Huang, 2007)。代理人可以透過功能性去定義不同類型的特殊條件並且作出適當的回應，也可能藉由談判協商活動的特殊排序方式(Michael and Munindar, 1998)。軟體代理人是適合於某個環境的程式，而且具有自主行動的能力，以完成預定的目標。代理人的自主性並沒有明確的界定標準，但是它至少應該要有控制自己內部狀態的能力，不需要人類或其它代理人直接干涉。代理人具備某種程度上的自主性，而且存在於代理人社群中，且代理人的行動是以使用者利益為優先，並以某種程度的自主能力來完成任務。代理人可在動態環境下展現各式複雜行為的計算系統。它可以偵察環境變化並做出適切的反應，此外代理人在透過人或程式進行委派並付予工作目標之後，即能自動執行特定工作，必要時還能夠與其它的代理

人進行溝通與協調，以完成它的最終目標。代理人處在一個複雜且動態的環境中，對於環境的改變是具有知覺的，並且可以自主的完成所設計的目標或任務。最重要的是，代理人可以透過案例的不斷重複進而學習，有了學習能力，當系統要求更新時，代理人也能隨著系統環境進行更新處理。

近年來已有許多學者針對代理人技術之應用進行相關研究，也有部份的研究將代理人所擁有之特性，應用於資料的搜尋、過濾、分散式處理、跨平台之系統整合或電子商務之上。由於代理人的特性所帶來的好處，研究者也不斷地嘗試將代理人技術應用在各種複雜的領域中。而目前代理人最常被應用在下列八項領域中，一般性（電子郵件過濾、個人助理）、工業（遠距控制）、商業（電子商務、競價機制）、教育（數位教學）、軍事（武器監控）、農業（溫室監控）、製造業（製造流程系統）網路應用（行動運算、分散式資訊檢

索、電信網路服務）。Trappey et al. (2004)提出了以代理人為基的線上交易系統，促進了不同企業買賣系統的整合，避免造成太多次的線上交易。Huang (2004)提出以代理人為基的系統，用來支援模組化產品協同設計。Xu 和 Wang (2002)提出了一套針對 B2B 工作流程監控的協同多代理人系統。Jia et al. (2004)將代理人系統運用於協同生產開發與製造。Huang et al. (2005)開發以代理人為基的協同合作工作流程管理，以協助開發系統晶片(system-on-chip, SoC)。Wang 和 Sang (2005)也針對第三方物流(third party logistics, 3PL)應用於電子商務上提出了一個多代理人系統架構。Trappey et al. (2006)應用行動代理人技術針對在網際網路上的 SIP 知識交易機制進行授權。Huang 和 Liao (2007)應用智慧型代理人協同工作流程於企業間之 PCB 產品設計，其應用之相關領域彙整表如表 1 所示。

表 1 代理人應用領域彙整表

年代	作者	應用領域
2002	Xu and Wang	B2B 工作流程監控
2004	Trappey et al.	線上交易系統，促進了不同企業買賣系統之整合
2004	Jia et al.	運用於協同生產開發與製造
2004	Huang	支援模組化產品協同設計
2005	Huang et al.	工業電梯設計之協同合作之產品開發
2005	Huang et al.	進行 SoC 協同合作流程設計
2005	Wang and Sang	3PL 應用於電子商務上
2006	Trappey et al.	網際網路上的 SIP 知識交易機制進行授權
2007	Huang and Liao	PCB 產品設計

3. 產業案例模型與分析

3.1 產業案例分析

台灣汽車工業歷經半世紀發展，已有長足之進步，尤其在台灣《汽車工業發展方案》實施之後，台灣汽車工業技術能力之提升特別明顯。台灣汽車零組件產業，也在此背景影響下，競爭力不斷提升，並開創出新的局面，目前已成為亞洲地區的零組件供應中心，成效卓著，同時也為台灣製造出大量的國民生產總值。

由於廠商必須從世界各國接收訂單，造成訂單處理的複雜度增加。

傳統上，當客戶為了汽車零組件設計的報價(call for quotation, CFQ)打電話詢問時，銷售

人員為了確認訂單規格會透過傳真或長途電話的方式進行聯繫，之後銷售員向上遞出簽呈，邀集相關部門負責人員開會評估，確定是否接受這項訂單，而擔任評估的成員包括了生產管理人員(production management staff)、品質認證人員(quality assurance staff)和研發設計人員(R&D staff)。所有的參與者皆依各自領域的專業技術進行可行性分析，例如技術的可行性、經濟方面的可行性、作業運轉的可行性和生產排程的可行性等。在做出最終決策後，推銷員就會利用信件寄發報價單通知顧客，等待進一步的確認，整個流程將拖的很長而且沒有效率。因此，考量發展運作於網際網路環境的工作流程軟體系統，將處理流程電子化，以縮短設計評估的時間，並且做有效的控管。

3.2 產業案例模型建立

經由上述的分析，工作流程管理人可以把它轉換成為以工作為依據、對應團隊成員角色的一個工作流程協調模型。圖 2 顯示出汽車零件的 CFQ 過程的生命週期設計。工作流程模型包含了一系列步驟和每個步驟的負責人員，由負責人員依其專責履行工作，確保專案可以準時完成。此流程之專責團隊是由一名顧客、銷售員、生產管理人員、品質認證人員以及研發製造人員所組成。藉由使用工作流程建置工具，在建立好工作流程模型之後，工作流程管理人就可輕易地透過使用工作流程，建造工作流程樣板。表 2 是將圖 1 行為模型轉換後之設計流程表，用以定義協同設計流程樣板之重要參考指標，只要依循表中步驟逐一完成工作項目之設計，並建立各工作項目之關係，即可完成工作流程樣板，爾後只要引用此流程樣板，即可產生流程案例，可大幅減少傳統工作流程作業之前置時間，且可有效掌控流程之進度，進行績效評核。

針對汽車零組件設計的問題及為何要使用 CFQ 流程設計來解決問題已經有了初步的描述，而在第四節將提出一個以安全度為考量要素之 ACWMP 離型系統。

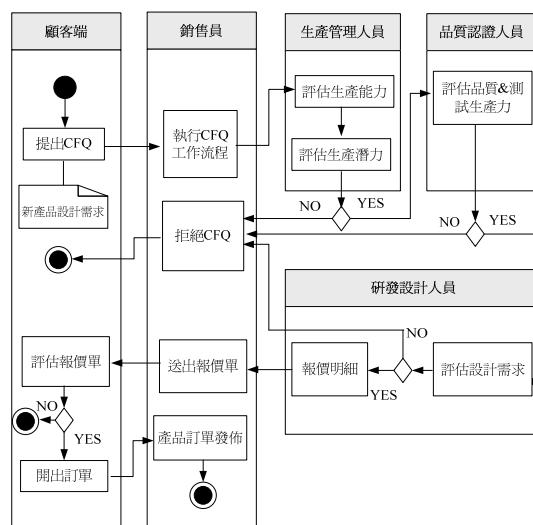


圖 1 汽車零組件設計案例流程圖

表 2 汽車零組件設計案例之設計流程表

工作項目 項目順序	目前工作項目	下一工作項目	判斷條件	
			可	否
1	開始	客戶提出報價單		
2	客戶提出報價單	銷售員執行報價單工作流程		
3	銷售員執行報價單工作流程	生管人員評估生產能力		
4	生管人員評估生產能力	生管人員評估生產潛力		
5	生管人員評估生產潛力	品管人員評估品質&生產力測試	進行品管測試	拒絕報價單
6	品管人員評估品質&生產力測試	研發人員評估設計需求	進行研發設計	拒絕報價單
7	研發人員評估設計需求	研發人員評估報價明細	進行報價明細	拒絕報價單
8	研發人員評估報價明細	銷售員轉發報價單		
9	銷售員轉發報價單	客戶評估報價單		
10	客戶評估報價單	客戶訂單確認	進行訂單確認	拒絕報價單
11	客戶訂單確認	銷售員訂單發布		

4. 工作流程代理人系統架構

本節將先介紹 ACWMP 系統架構以及組成元件。接著，介紹代理人的行為模式以及代理人元件、內部結構、操作性和協調性的描述。最後，介紹系統的資訊模式。

4.1 ACWMP 概念性架構

如圖 2 所示，本研究提出之 ACWMP 系統架構大致上可分為三個層次，分別為客戶層、協調防護層以及工作流程管理系統層。

在客戶層中利用了使用者代理人(User Agent)去部署執行代理人工具，每位客戶皆擁有各自專屬的使用者代理人，而每個代理人結構也均相同，但代理人彼此間皆擁有各自的識別碼(ID)，如 User Agent_1、User Agent_2。當一個使用者代理人向上提報作業需求時，它將新增自己至客戶層，接著將針對執行的工作流程或者一個作業或訂單寄發詢問訊息與協調防護層進行互動。

協調防護層是整個系統的第二層，此層主要是負責處理監控工作流程管理系統與使用者間之訊息溝通。在協調防護層中安置了一個協調合作代理人(Coordinative Agent)，它的工作就像個介於客戶層與工作流程管理系統層間之介面，它避免了客戶直接連接公司主電腦而引起的安全性議題，主要目的是為了防止主系統遭受外界的惡意攻擊或破壞。

工作流程管理系統層是整個系統的第三層，此階層提供了工作流程系統管理之定義和執行的元件。在工作流程管理系統中，工作流

引擎將從工作流程模型與事先被完整定義之企業流程管理中來驅動工作流程案例和確保工作流程派給之任務是在明確制定的訂單中。而在整個工作流程管理的系統中分別包含了工作流程執行代理人(Workflow Execution Agent, WfEA)、工作流程管理代理人(Workflow Management Agent, WfMA)、工作流程監控代理人(Workflow Monitoring and Control Agent, WfMCA)以及系統管理代理人(System Management Agent, SMA)，而此系統與其他工作流程管理系統相異之處為此系統多了使用者介面代理人 (User Interface Agent, UIA)，使用者介面代理人可當作工作流程的管理員，它控制了 ACWMP 整個工作流程的邏輯以及與使用者介面代理人進行互動之協調合作代理人。

在本研究所提出之模型中，協調合作代理人在企業間的層級是供應代理人，而使用者介面代理人在企業內是監控工作流程的實體。

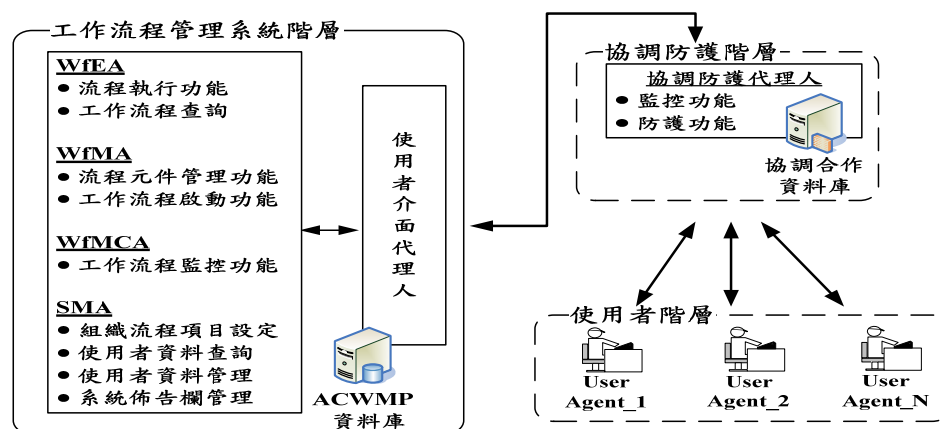


圖 2 代理人為基合作型工作流程管理平台之系統架構

4.2 代理人行為模式

透過上述分析，將定義出本系統需求之所有模組與功能，其介紹如下所述：

4.2.1 工作流程執行代理人

此模組主要提供系統之基本功能，分別針對四種使用者角色權限提供一般性的服務，當流程執行者進入此功能時，系統會依登入身分進行簽核之相關工作列表。此外，使用者可透過此模組介面，對其本身使用過之歷史紀錄進行查詢，同時也提供使用者對其個人密碼進行修改之動作，以提供個人帳戶保密功能。

4.2.2 工作流程管理代理人

此模組主要功能乃提供樣板設計者、系統管理者來定義企業所需之流程，在企業導入此系統時，需透過此功能將其相關企業運作流程建成立成工作流程執行範本，提供一般系統使用者在操作時進行選擇，且透過物件化模組方式，使得系統內相關之流程訊息元件、文件元件、作業項目元件及工作流程樣版，皆能重複的運用在流程範本中，達到物件共享之目的。

在訊息建置中，須先將作業項目可能用到之訊息加以定義，建立完成後，提供給作業項目定義時選擇之用。文件建置則是針對作業項

目可能附加之文件，加以上傳至資料庫，提供給作業項目定義時選擇之用。作業建置是透過功能介面輸入作業項目基本資料、選擇欲附加之訊息與文件，建置完成後提供給工作流程範本使用。工作流程樣版建置是依前述之功能元件依其順序邏輯排列組合，完成之樣版即為工作流程範本。

4.2.3 工作流程監控代理人

此模組乃流程監控者或系統管理員進行流程監控之使用，進入此代理人系統後，系統即自動產生列表，提供監控者對欲進行監控之流程及作業進行查看，其可監控之相關訊息包括流程整體運作狀態及單一作業之執行狀態等。同時也能針對流程進行終止、暫停、恢復等動作，以提高監控者對流程運作之掌控性。

在流程監看功能中，流程監看者與系統管理員可透過此介面提供之功能，監看工作流程執行狀態、作業項目執行狀態，以達到資訊流程及時取得之目的。流程控制功能，可對系統運作之流程，進行終止、暫停、恢復等動作，能有效提升監控者對流程運作之掌控。

4.2.4 系統管理代理人

此模組為整個系統之運作核心，提供了系統管理員對企業整體運作與組織模式概況做變更，同時還能針對資料庫內容做修改與變更，另外還能管理使用者、企業夥伴之基本資料，透過此模組，能使整個系統更加的穩定與運作。

在組織項目功能中，系統管理者可透過此模組介面，對企業本身之組織項目（如部門、角色權限、流程類別等）做適當的新增、刪除、修改、查詢等動作，透過介面設計，更能大幅提昇企業環境變動時之變更彈性。系統資料庫查詢功能提供了系統管理者對目前系統中 SQL Server 資料庫裡的每筆資料作查詢動作。而使用者管理功能，是針對參與系統內之使用者做新增、刪除、修改動作，其中使用者包括了企業內部之使用者以及企業合作夥伴之使用者，能有效管理參與系統之所有使用者資料。佈告管理功能，此功能主要以新增與刪除系統公告為主，透過此介面功能，能有效將企業之訊息與公告呈現給每個系統參與者，了解企業最新資訊。

4.2.5 使用者介面代理人

此模組為系統登入後之主畫面，其功能為將上述四種模組代理人(WfEA、WfMA、WfMCA、SMA)串聯起來，此四種代理人彼此進行資訊傳遞時，皆需透過使用者介面代理人進行溝通。另外，使用者介面代理人也會從協調合作端接收來自客戶端使用者之需求，然後為客戶產生一個客製化的工作流程案例。由於事先被定義好的工作流程樣版已被儲存在系統資料庫中，而所要執行之工作流程案例透過使用者介面代理人，將客戶之需求新增與執行分配至工作流程系統。除此之外，使用者介面代理人也控制了所有流程之邏輯，同時它也是一名專業的工作流程管理人員。它介於使用者和電腦間的介面，其功能為顯示主要的螢幕，檢查登入資料，存取使用者的權限資訊，並依據使用者之權限提供不同的介面，與不同的代理人進行互動。

4.2.6 代理人行為與溝通模式

在本研究之系統雛型平台，總共有 7 種類型代理人模組，由於系統建置在 JADE 平台上，並透過 agent communication language (ACL)進行訊息溝通，因此每個代理人間的溝通所採取的是所謂的非同步訊息傳遞 (asynchronous message passing)方式，其整個機制的設計就如同電子郵件的協定，因此，每個訊息裡要包含的資料屬性有收件者、寄件者、言語行動(performative)及訊息內容、語言等，其代理人間溝通模式如圖 3 所示。

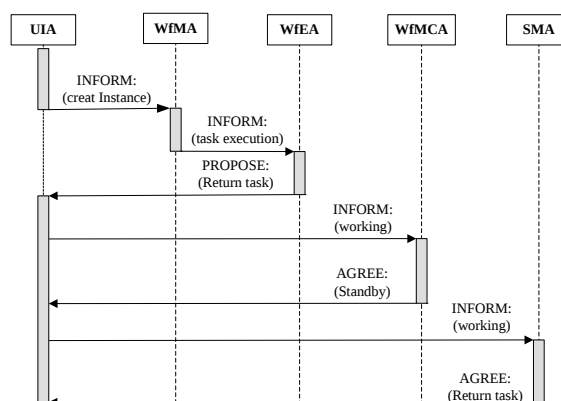


圖 3 代理人間溝通模式循序圖

在 ACWMP 系統中 UIA 為所有代理人模組之核心，其控制了系統內所有代理人間之訊

息溝通，所有代理人皆需透過 UIA 進行訊息轉傳，同時它也負責對外部代理人（協調防護代理人與使用者代理人）之訊息接收與發送，圖 4 為 ACWMP 系統使用者案例圖。

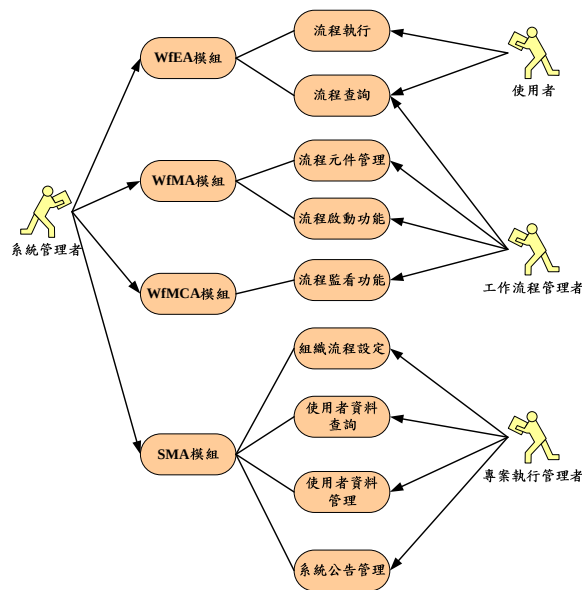


圖 4 ACWMP 使用者案例圖

4.3 系統資訊模式

本系統所使用之資料庫為 Microsoft SQL Server 2000，透過 UML 進行分析後，將分析結果設計出一套資料庫系統的儲存實體，再將工作流程資料定義為三種階段，分別為工作流程定義階段儲存實體、工作流程執行階段儲存實體及系統管理資訊儲存實體。

1. 工作流程定義階段

此階段主要用來儲存之項目如下：

- 工作流程範本資料(workflow)
- 工作項目元件關係實體(taskdf)
- 工作項目元件儲存實體(task)
- 訊息元件基本資料實體(message)
- 附加訊息儲存實體(addmessage)
- 文件元件基本資料實體(document)
- 附加文件儲存實體(adddocument)

2. 工作流程執行階段

此階段主要用來儲存之項目如下：

- 工作流程實例儲存實體(workflowist)
- 工作項目實例儲存實體(taskist)

3. 人員與企業管理階段

此階段主要用來儲存之項目如下：

- 系統使用者基本資料實體(alluser)
- 企業夥伴基本資料實體(company)
- 部門基本資料實體(dptype)

- 流程類別資料實體(flowtype)
- 權限資料實體(powertype)
- 系統公告資料實體(postmng)

5. 雛型系統建構與導入

5.1 雛型建構環境

透過上述分析，本研究針對企業環境建立了一個符合上述要求之 ACWMP 雛型系統，由於考量到系統之安全性問題，因此在 ACWMP 中將把協調防護層（主要代理客戶層與工作流程系統層之協調工作與服務）與工作流程管理層（主要代理工作流程的執行、監控等服務）分別放置在彼此獨立的電腦中。為了使操作簡易和執行的穩定，JADE 的主容器也被安裝在工作流程管理系統中，而執行的主要軟體工具如下：

1. 作業系統：

Microsoft Windows XP service pack 2

2. 系統開發工具：

Sun Java SE Development Kit (JDK) 6 Update 2 or Java Runtime Environment (JRE) 6 Update 2.

3. 代理人應用平台：

Telecom Italia Lab JADE version 3.5

4. Java 程式編輯工具：

JCreator Pro version 4.0

5. 資料庫系統：

Microsoft SQL Server 2000

在本研究中，選擇 JADE 為代理人應用平台，由於 JADE 平台必須使用 Java 語言進行開發，因此也具有 Java 物件導向、多執行緒及跨平台、可攜、擴展性佳等特性，使得 JADE 也有非常優異的表現。JADE 是一個用來發展代理人應用程式的軟體架構，因此，使用 JADE 作為代理人應用程式的發展平台，透過其所提供之服務機制及套件，除了簡化發展的程序、縮短發展時間外，最重要是能夠確保所發展的代理人符合標準的規範。由於 JADE 平台上的代理人是透過網際網路進行訊息的傳遞與溝通，為一分散式 Peer-to-Peer 的架構，同時也相容於 J2ME CLDC/MIDP 的環境，使得 JADE 代理人能橫跨個人電腦與任何的行動裝置，應用領域非常廣泛。

5.2 雛型系統建置

從使用者的觀點來看，每一名客戶都有專屬的使用者代理識別碼例如 UA_1、UA_2 等等。任何成員皆可透過網際網路在自己的所在地安裝 ACWMP 的客戶端系統加入。在一個典型的作業情境中，當一名顧客上線時，使用者代理人與 ID UA_X 將自行登錄至工作流程管理伺服器，然後從協調合作代理人或透過明確指定功能的 CFQ 來獲得資訊，當協調合作代理人從 UA_X 收到一個請求或詢問訊息時，它將寄發請求訊息給使用者介面代理人做進一步的處理。ACWMP 之功能與使用介面如下列所示：

「代理人註冊登記(Directory Facilitator, DF)」，Directory Facilitator 可以協助代理人註冊其所能提供之服務項目及其相關屬性、本體論等，也可以解除註冊。另外 Directory Facilitator 還可以跟其他的 Directory Facilitator 進行聯盟，提供給需要被服務的代理人搜尋相關資訊。而「Sniffer Agent」，為一個圖形化的訊息監聽代理人，此代理人將以順序圖的方式呈現代理人間每個訊息的交換狀況。Sniffer Agent 允許使用者選擇特定的 JADE 代理人以監聽其代理人之間的訊息交換，例如按照圖 5 的操作程序可以監看 User Agent 與 WfMA 這兩個代理人間的訊息傳遞。箭頭的尾代表訊息發送者，箭頭的頭代表訊息接收者。使用者如將滑鼠移至訊息的箭號處按滑鼠的右鍵，接著選擇「View Message」即可檢視該訊息的內容。

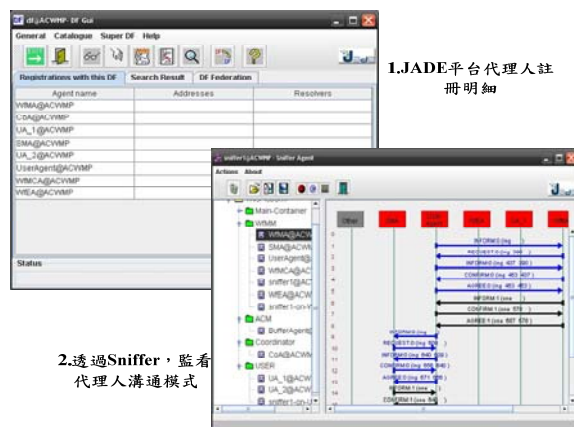


圖 5 JADE 代理人註冊與 ACL 訊息監控

當管理者進入系統介面，選擇「工作流程使用者查詢」，即可透過此介面進行管理使用者與企業夥伴之個人相關資料，透過此介面可對使用者進行新增、刪除、修改等功能，可有效管理參與系統之所有使用者。而使用者可進

入「新增工作流程樣板」介面後，可在此功能介面中編輯流程範本之流程編號、流程名稱、流程部門、流程類別及流程之描述，整個編輯完畢，按下確認即可進入作業規則定義介面。在「作業規則定義」介面中，樣板設計者可針對流程傳遞方式及各工作項目之互相關係進行定義，而本系統設定了三種傳遞方式，分別為一般直線流程、有條件型流程與並行流程，在定義好工作項目之相互關係後，執行下個規則定義，即會顯示出定義好之流程範本相關內容，經確認後即完成範本定義之工作，其系統畫面如圖 6。



圖 6 流程定義程序畫面

在圖 7 之案例啟動程序畫面中，當流程執行者進入「工作流程案例建立」介面，可選擇已定義完成之工作流程範本，即可按下確認鍵進行個人案例之建立。在案例建立畫面中，可輸入欲傳達給流程簽核者之訊息，也可附加欲傳遞之文件給流程簽核者，按下確定並啟動，即完成案例之建立。

在啟動建立好之流程案例後，可透過「流程案例列表查詢」介面，輸入欲查詢之流程代號，即可觀看此流程目前之簽核概況。而進入「工作流程查詢監控」介面，則可透過系統觀看所有工作流程列表並呈現該工作流程之狀態，流程監控者只要輸入欲監看之流程代號編碼，即可了解此流程案例之執行狀況，且可對流程執行暫停、恢復、停止等動作。

最後，進入「工作流程簽核列表」介面，系統會依登入身分進行簽核工作列表，流程執行者進入該簽核選項，審核客戶所請求之作業訂單後即可進行簽核動作，其可選擇核准或不核准，簽核完畢按下送出即完成簽核動作，其系統畫面如圖 8。



圖 7 案例啟動程序畫面



圖 8 訂單簽核程序畫面

5.3 系統績效評估

透過上述介紹，本研究將對其離型系統進行指標性評估，其結果如表 4 所示。本研究所建構之系統主要是針對工作流程系統與代理人技術做結合之工作平台。除了透過代理人技術進行系統專業管理外，在其他參考指標上，不論其跨平台作業功能、模組化之系統程式或圖形化操作介面等功能，均具顯著成果。由於系統流程之模型化設計，企業導入後欲擴充其功能皆非常方便、快速，且具跨平台功能，也節省了作業系統更換之麻煩，對於中小企業在競爭優勢中有顯著幫助。

6. 結論與建議

本研究以工作流程管理系統透過代理人技術再結合 JADE 平台之應用，完成整個工作流程管理系統，由於本系統是利用 JAVA 程式語言進行開發，因此也發揮了 JAVA 跨平台之功能，使得系統擁有跨作業系統之能力，也為許多企業節省了許多的麻煩。而另外一項目的是為了透過代理人的技術，將之結合至工作流程系統，充分發揮代理人之特性，達成企業整合管理之機能，使操作人員在執行工作流程系統時更加簡潔、便利。此外，本系統以模組化設計來進行系統之開發，將系統切割成彼此獨立之模組，方便系統修改或擴充，且運用元件化設計，使原件在系統中可重複使用，改善了傳統系統不易擴充及修改困難之問題。

在本研究所提出之工作流程管理系統，整合了管理機制之設計，有效的提供了決策者進行決策時之參考依據。另外，本研究在系統中，有別於傳統工作流程系統，新增了協調防護代理人，有效隔絕了外界使用者直接與主系統進行接觸，也避免了一些不肖使用者對主系統進行惡意攻擊或破壞，替主系統多加了一道安全防護。而本系統所提出之物件導向之系統設計概念，並實際設計出一套工作流程管理系統案例，進而證實了此系統在運作上之可行性。

最後，透過工作流程管理系統之建置，將有效加速企業整合運用之腳步，促進企業與客戶間彼此協商互動之運行。

表 4 本離型系統評估分析

技術指標	系統特色說明
客戶執行平台	Windows XP 以上版本
Sever 執行平台	Windows XP sp2
使用者角色管理	多重角色與權限管理
資料庫系統	SQL server 2000
相互運轉能力	具跨平台功能
溝通語言	ACL Message
系統程式編寫	採用模組化方式，便於新增修改
系統介面	圖型化介面，操作方便易懂
適用對象	各中小型企業

致謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計畫(NSC 96-2221-E-167-002-)之專案補助，為專案計劃成果之一部分，僅此致謝。

參考文獻

- [1] Blake, M. B. and H. Gomaa, "Agent-oriented compositional approaches to services-based cross-organizational workflow," *Decision Support Systems*, Vol. 40, No. 1, pp. 31-50, 2005.
- [2] FIPA, "FIPA ACL Message Structure Specification/FIPA Ontology Service Specification," Available at: <http://www.fipa.org/repository/aclspecs.html>, Cited 30 May 2007.
- [3] Georgakopoulos, D., M. Hornick and A. Sheth, "An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure", *Distributed and Parallel Database*, Vol. 3, pp. 119-153, 1995.
- [4] Goell, R. S., "Workflow: What is it?" *International Journal of Micrographics & Optical Technology*, Vol. 13, No. 1, pp. 9-12, 1995.
- [5] Hollingsworth, D., *The Workflow Reference Model*, Workflow Management Coalition, 1995.
- [6] Huang, C. C., "A Multi-agent Approach to Collaborative Design of Modular Products," *Concurrent Engineering*, Vol. 12, No. 1, pp. 39-47, 2004.
- [7] Huang, C. J. and L. M. Liao, "An intelligent agent-based collaborative workflow for inter-enterprise PCB product design," *The International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM2007)*, Singapore, December 2-5, 2007.
- [8] Huang, C. J., A. J. C. Trappey and Y. H. Yao, "Developing an agent-based workflow management system for collaborative product design," *Industrial Management & Data System*, Vol. 106, No. 5, pp. 680-699, 2005.
- [9] Huang, C. J., C. V. Trappey and C. C. Ku, "A JADE-based Autonomous Workflow Management System for Collaborative IC Design," *Proceedings of the 2007 11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD2007)*, Melbourne, Australia, April 26-28, 2007.
- [10] Huang, C. J., A. J. C. Trappey and C. V. Trappey, "Using Intelligent Agent Technology to Develop Workflow Management System for Collaborative Product Development," *The Sixth ASIA Pacific Industrial Engineering and Management Society Conference (APIEMS 2005)*, Mandarin Oriental Hotel, Metro Manila, Philippines, December 4-8, 2005.
- [11] Huhns, M. and M. P. Singh, "Service-oriented computing: Key concepts and principles," *IEEE Internet Computing*, Vol. 9, No. 1, pp. 75-81, 2005.
- [12] Jablonski, S. and C. Bussler, *Workflow Management: Modeling Concepts, Architecture and Implementation*, International Thomson Computer Press, 1996.
- [13] JADE, Available at: <http://jade.tilab.com/>, Cited 30 May. 2007.
- [14] Jia, H. Z., S. K. Ong, J. Y. H. Fuh, Y. F. Zhang and A. Y. C. Nee, "An adaptive and upgradable agent-based system for coordinated product development and manufacture," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 20, No. 2, pp. 79-90, 2004.
- [15] Khoshafian, S. and M. Buckiewicz, *Introduction to Groupware, Workflow, and Workgroup Computing*, New Jersey, John Wiley and Sons Inc., 1995.
- [16] Michael, N. H. and P. S. Munindar, "workflow agents," *IEEE Internet computing*, pp. 94-96, 1998.
- [17] Nwana, H. S., "Software Agent: An Overview," *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 11, No. 2, pp. 205-244, 1996.
- [18] Tang, D., "An agent-based collaborative design system to facilitate active die-maker involvement in stamping part design," *Computers in Industry*, Vol. 54, pp. 253-271, 2004.
- [19] Trappey, A. J. C., C. V. Trappey and F. T. L. Lin, "Automated silicon intellectual property trade using mobile agent technology," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 22, No. 3, pp. 189-202, 2006.
- [20] Trappey, A. J. C., C. V. Trappey, J. L. Hou and B. J. G. Chen, "Mobile agent technology and application for online global logistic services," *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 104, No. 2, pp. 169-183, 2004.
- [21] Wang, M., H. Wang and D. Xu, "The design of intelligent workflow monitoring with agent technology," *Knowledge-Based Systems*, Vol. 18, No. 6, pp. 257-266, 2005.

- [22] Wang, Y. and D. Sang, "Multi-agent framework for third party logistics in E-commerce," Expert Systems with Applications, Vol. 29, No. 2, pp. 431-436, 2005.
- [23] Xu, D. and H. Wang, "Multi-agent collaboration for B2B workflow monitoring," Knowledge-Based Systems, Vol. 15, No. 8, pp. 485-491, 2002.