

# RFID 中介軟體智慧型高可用系統

許見章 梅興

輔仁大學資訊工程系

cch@csie.fju.edu.tw mei@csie.fju.edu.tw

李長脩 李大剛

資訊工業策進會創新應用研究所

cslee@iii.org.tw dglee@iii.org.tw

## 摘要

RFID 目前被廣泛應用於各種領域，RFID 中介軟體扮演重要角色負責由讀取器取出被識別的標籤並傳送至後端應用系統，如何避免讀取器及中介軟體在複雜及大量標籤資訊環境中，因故障或負載過重而造成系統失效或效能降低為一重要課題。許多研究僅利用硬體失效復原達成高可用性或特殊代理人進行負載平衡工作，但並未提供讀取器與中介軟體問題的完整解決方案。本文提出一 RFID 中介軟體智慧型高可用系統，它利用 RFID 資訊貯存庫提供多類型讀取器動態配置及任務資料，並利用代理人協商、基因演算法、灰色理論及模糊計算等技術來解決系統的可用性、穩定性及負載平衡問題。本系統透過建構於開放式軟體系統的環境，並應用於複雜的門禁及上下班差勤系統，實際證明可以達到高可用及負載平衡的 RFID 中介軟體，且完成可高準確度的讀取率。

**關鍵詞：**RFID 中介軟體、高可用性與負載平衡、代理人協商、基因演算法、灰色理論

## Abstract

RFID is applied widely in many domains. RFID middleware plays an important role to extract the tag information from the reader and forward to the backend application systems. How to avoid system failure and performance degradation in a complex and great quantity of tags

environment is a critical issue for RFID applications. Many researchers use hardware failover to achieve high availability. Some of others apply software agents to perform load balance. However, none of them provide a robust solution for the above problems between RFID reader and middleware. This work proposes an intelligent highly available system for RFID middleware. The system uses RFID repository to provide dynamic allocation of different types of readers and maintain task information of middleware. The system also uses the technologies of agent negotiation, genetic algorithm, grey theory, and fuzzy computation to support highly available and load balance for RFID middleware. The system was applied to entrance guard and attendance checking problem. The experimental result shows that the system can provide a high available and reliable RFID middleware as well as high degree of tag identification accuracy.

**Keywords:** RFID middleware, Highly available and load balance, Agent negotiation, Genetic algorithm, Grey theory

## 一、簡介

無線射頻識別(RFID, Radio Frequency Identification) 是一種非接觸式的射頻辨識系統，目前被廣泛應用於權限控制、動物身份識別、汽車鑰匙與門鎖、行動學習、人員及物品追蹤、通行費收費、貨櫃管理及 Wal-Mart 貨品管理[4,7,15,17,18,28]。近年來更由於應用普及、硬體技術成熟及設備與標籤價格下降，全球 RFID 硬、軟體及系統整合服務的產值亦隨之快速攀

升,估計至 2012 年全球產值將達六百億美元。

典型 RFID 系統架構主要是由電子標籤(Tag)、讀取器(Reader)、中介軟體(Middleware)及應用系統(Application Systems)等四部份所組成[2,13,27]。電子標籤通常附著於物體或人員上,藉由讀取器所發出的射頻訊號以識別目標物,目前廣泛採用的電子標籤標準為 EPC (Electronic Product Code),而且一般商業應用中通常會搭配不同廠牌或不同頻段的讀取器,以提高讀取率及符合不同的應用需求。中介軟體負責接收、過濾、聚合及統計讀取器識別標籤資料,並傳送資料庫中,以供後端應用系統處理[5,10,14,29]。圖 1 為 EPC global network 中所包含的主要模組[8,9,29],其中 RFID 讀取器及中介軟體扮演極為重要的角色,尤其是在複雜環境及大量標籤資料的系統中,如何避免讀取器與中介軟體失效為一重要課題。再者,中介軟體的可用性(Available)及可靠度(Reliable)亦為應用系統成功的重要因素,如何提供一既可靠又穩定的 RFID 中介軟體執行環境,為迫切需要解決問題[25]。

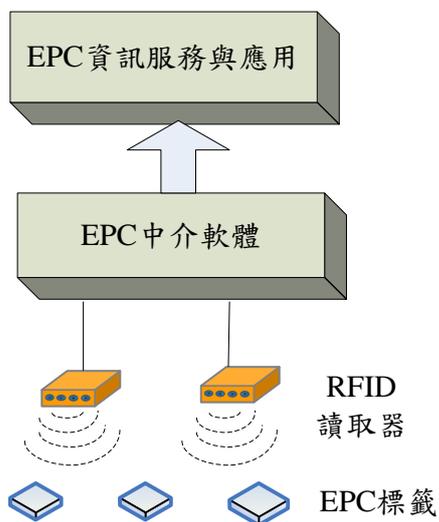


圖 1 EPC global network 主要模組

我們提出一 RFID 中介軟體智慧型高可用系統,利用 RFID 設備本體、智慧型

代理人及代理協商方法,透過代理人協商、訊息號誌及動態任務配置,並利用代理人協商、基因演算法、灰色理論及模糊計算等技術來解決中介軟體失效、負載平衡及多類型 RFID 讀取器等問題,並可與現有中介軟體結合,以提供可靠與穩定的中介軟體運作環境。

本文其它章節安排如下:第二節為說明 RFID 中介軟體高可用性與負載平衡問題。第三節為 RFID 中介軟體智慧型高可用系統架構,說明系統各模組功能。第四節為系統實作與應用。第五節為結論。

## 二、 RFID 中介軟體高可用性與負載平衡問題

傳統高可用性(High Availability)為利用多部相同的電腦硬體設備及叢集(Cluster)軟體,透過彼此合作及分擔可能故障風險,利用故障復原(Failover)方式,保證系統延續性,以減低系統失敗所造成的損失[3,20,24,33]。高可用性方法已被廣泛應用於許多不同領域中,如金融[11,22]、醫學[1,31]、資源管理[12]及影音訊號處理[34]。因此若能將 RFID 中介軟體緊密結硬體高可用性,則可提供高可靠、穩定及經濟的系統架構,例如 V. Prabakar 提出在 EPC Global Savant 中介軟體規格(Specification)中加入網站服務(Web service)概念方法,以保證在提供可靠的網站服務通訊,透過備用組態(Standby configuration)及自主系統(Autonomous system)方式以解決 Savant 中介軟體失效[25],但此概念規格許多功能屬於構想層次亦未被實作。

現有許多研究嘗試利用智慧型代理人來解決讀取器故障及中介軟體負載平衡問題,以提供可靠及穩定的系統。例如 J. Ju 利用多重行動代理人來收集與整合 RFID 資料,他利用 RFID 適應代理人(Adapter agent)、感測器代理人(Sensors agent)、過濾器代理人(Filter agent)、決策代理人(Decision making agent)、告示代理人

(Annunciator agent)及資訊查詢代理人(Info query agent)等多代理人架構來處理多讀取器標籤資料處理[16]。J. F. Cui 利用分散式中介軟體在 EPC 網路架構下分別管理不同讀取器，並使用行動代理人及固定式代理人來達到負載平衡工作，前者透過行動代理人移動收集每個中介軟體的負載資訊，後者重新安排讀取器工作，以使每一中介軟體負載平衡[8,9]。C. C. Myint 在叢集中利用主節點(Master node)的目錄代理人(Directory agent)收集各工作節點(Worker node)的工作量資料並找出最高工作量節點，並由最高工作量節點派遣行動代理人將工作帶至較少工作的節點中執行[23]。MALB (Mobile Agent based Load Balancing) 在群集中建立一主節點，負責收集與分配工作至工作節點(Client node)，並利用任務選擇代理人(Task selection agent)接收使用者要求，並利用程序控制管理員(Process control manager)及負載平衡管理員(Load balance manager)分配任務，再由行動代理人運送任務至目的工作節點執行[30]。DASH (Dynamic Agent System for Heterogeneous cluster)利用行動代理人收集異質環境中各節點的工作量，每一行動代理包括監視代理人(Monitoring agent)、程序執行代理人(Process execution agent)及程序排程器(Process scheduler)等模組，分別負責代理人溝通與區域資訊收集、目的地任務執行及任務排程等工作[26]。另外，GMLBM (Grey Dynamic model-based Load Balancing Mechanism)利用灰色預測(Grey prediction)在分散式計算系統中進行負載平衡，它亦利用主節點中的代理人偵測及預測在一區域群組的節點中，預測負載最少的節點，並將工作分配至此節點上執行[19]。但上述研究大都需要一主節點或行動代理人負責各工作節點工作量收集及任務重新分派的工作，前者缺點為需要額外節點來執行負載平衡工作，後者為必須建構行動代理人環境方能讓代理人具行動力，且它們均未考量系統失效所造成的代理人錯誤或遺失的問題。

因此，完整的多類型 RFID 讀取器、RFID 中介軟體高可用及負載平衡問題的整合解決方案，是目前尚無人提出但實際應用上迫切解決的問題。

### 三、系統架構

圖 2 為 RFID 中介軟體智慧型高可用系統，它包含三個模組，分別為 RFID 資訊貯藏庫、高可用及協商代理人及任務管理員。RFID 資訊貯藏庫儲存中介軟體及備援中介軟體所共用的資訊，亦即 RFID 設備本體及任務資訊。前者儲存各類型讀取器的廠牌、型號、規格及驅動程式資訊，以滿足不同應用需求。後者儲存 RFID 中介軟體代理人訊息號誌(Message flag)及代理人工作分配表，以偵測代理人是否正常工作及防止中介軟體失效時工作指派資訊遺失。圖 3 及表 1 分別為 RFID 設備本體及工作分配表，而表 1 中 Task、Time 及 Reader# 分別代表任務編號、資料讀取起迄時間及讀取器編號。

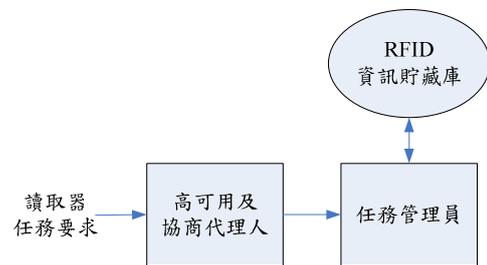


圖 2 RFID 中介軟體智慧型高可用系統

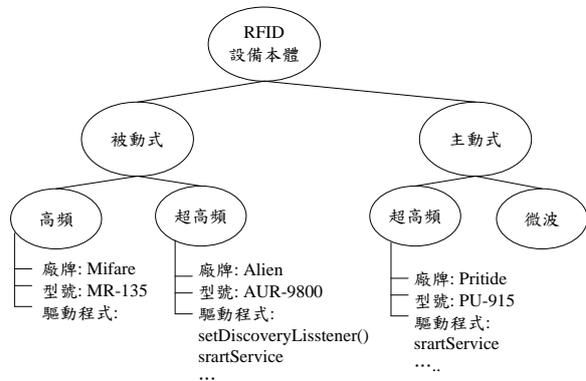


圖 3 RFID 設備本體

表 1 工作分配表

代理人 1			代理人 2		
Task	Time	Reader#	Task	Time	Reader#
A1	07-09	1, 2	A2	07-09	3
A6	11-13	2, 3	P1	12-16	2,3

高可用及協商代理人負責中介軟體高可用性與負載平衡工作。中介軟體高可用性利用代理人訊息號誌偵測，確保中介軟體代理人正常工作，它利用檢查 RFID 資訊貯藏庫中的各代理人訊息號誌欄位資料是否更新來判斷其他代理人是否存活，各代理人亦須定時更新此訊息號誌，以顯示代理人存活狀態。負載平衡利用代理人協商方式，建立負載平衡方案，亦即每當高可用及協商代理人收到任務請求時，它立即計算該中介軟體的模糊負載評估(L)。

$$L = R \times (C \times M \times W) \quad (1)$$

其中 R、C、M 及 W 分別代表請求任務平均資料量、CPU 使用率、記憶體使用率及平均使用率[32]。高可用及協商代理人透過所在節點作業系統應用介面及統計任務執行率，收集上述資訊並轉換成相對應的模糊辭彙(Fuzzy linguistics)(表 2)。表 3 為模糊計算的關係矩陣。當代理人負載評估值為“非常高”時，立即發出負載協商資訊給其他節點的高可用及協商代理人，並要求回覆未來負載。未來負載(L<sub>NL</sub>, Next loading)依據代理人節點現有負載及可能負載，計算後續可能負載情況，以避免自己負載超過負擔而必須再發起另一協商。

$$L_{NL} = L \times FP \quad (2)$$

其中 L 及 FP 分別為現有模糊負載評估及模糊負載預測(Fuzzy loading measure prediction)。

模糊負載預測(FP)利用灰色理論(Grey theory)預測下一時段可能的負載評估[19]。模糊負載預測包括灰建模及負載預測，灰建模主要透過 CPU 使用率、記憶體使用率及平均使用率等因子建立 G(1,N) 模型，並求解灰微分方程式(Grey

differential equation)及計算模型的發展係數 a (Development coefficient)與灰輸入 u (Grey input)，其中 1 及 N 分別代表一階微分及 N 個輸入變數：

$$x_1^{(0)}(k) + az_1^{(1)}(k) = \sum_{i=2}^N u_i x_i^{(1)}(k) \quad (3)$$

$$z_1^{(1)}(k) = \frac{1}{2}(x_1^{(1)}(k) + x_1^{(1)}(k-1)), k \geq 2 \quad (4)$$

$$\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \quad (5)$$

其中  $x_1^{(0)}(k)$ 、 $x_i^{(1)}(k)$ 、 $Y_n$ 、B 及  $\hat{a}$  分別代表原始序列、對應的累加生成數列、數據列、參數矩陣及參數列。負載預測依據過去的負載資料，亦即灰色模型，計算預測值。

$$Y_n = \begin{bmatrix} x_1^{(0)}(2) \\ x_1^{(0)}(3) \\ x_1^{(0)}(4) \\ \vdots \\ x_1^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -z_1^{(1)}(2) - x_2^{(1)}(2) \dots - x_N^{(1)}(2) \\ -z_1^{(1)}(3) - x_2^{(1)}(3) \dots - x_N^{(1)}(3) \\ \dots \\ -z_1^{(1)}(n) - x_2^{(1)}(n) \dots - x_N^{(1)}(n) \end{bmatrix} \quad \hat{a} = \begin{bmatrix} a \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} x_1^{(0)}(2) \\ x_1^{(0)}(3) \\ x_1^{(0)}(4) \\ \vdots \\ x_1^{(0)}(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -z_1^{(1)}(2) - x_2^{(1)}(2) \dots - x_N^{(1)}(2) \\ -z_1^{(1)}(3) - x_2^{(1)}(3) \dots - x_N^{(1)}(3) \\ \vdots \\ -z_1^{(1)}(n) - x_2^{(1)}(n) \dots - x_N^{(1)}(n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$Y(n) = \left( x_0^{(1)}(1) - \sum_{i=2}^N \frac{u_i}{a} x_i^{(1)}(n) \right) e^{-an} + \sum_{i=2}^N \frac{u_i}{a} x_i^{(1)}(n) \quad (8)$$

表 2 負載評估模糊區間及代表值

模糊值	模糊區間	代表值	基因編碼
非常低	[0, 30%]	15%	10000
低	[20%, 50%]	35%	01000
適中	[30%, 70%]	50%	00100
高	[60%, 90%]	75%	00010
非常高	[80%, 100%]	90%	00001

表 3 模糊關係矩陣

	非常低	低	適中	高	非常高
非常低	非常低	非常低	低	低	適中
低	非常低	低	適中	適中	適中
適中	低	適中	適中	高	高
高	低	適中	高	非常高	非常高
非常高	適中	適中	高	非常高	非常高

協商發起代理人依據各代理人的未來負載，利用基因演算法[6]計算最佳協商方案[21]。代理人依據模糊區間分割，利用 5 個位元染色體分別代表 5 種模糊分割(表 2)，圖 4 為假設 3 個代理人的基因染色體表示方式。基因演算法利用交配(Crossover)及突變(Mutation)運算子，建立最佳負載(Best loading)協商方案。交配運算子將兩代理人染色體位元相互交換，以產生新染色體。突變運算子為先原來為 1 的位元變成 0，再隨機挑選任一位元由 0 變成 1。基因演算法交配及突變率分別為 99% 及 1%，執行周期為 100 次。式(9)為其成本函數(Cost function)。

$$Best\ loading = \text{minimum}(\sum_{i=1}^n L_i) \quad (9)$$

其中 n 及  $L_i$  分別為代理人數量及第 i 個代理人的模糊負載代表值。當所有代理人都同意，則協商完成。但若有代理人不同意，則表示該代理人負載已經“非常高”，因此強迫此代理人退出協商，重新進行新一回合協商。若最後均無代理人可參與協商，則必須由原協商發起代理人承擔此工作。圖 5 為高可用及協商代理人協商演算法。

任務管理員主要工作為 RFID 任務資料排程及讀取器資料設定。RFID 任務資料排程為依照任務要求讀取起迄時間，依序安排任務執行順序，以避免讀取器使用衝突。讀取器資料設定依據工作分配表中的讀取器編號，至 RFID 設備本體取得讀取器相關通訊協定及驅動程式，以控制讀取器讀取標籤資料。

代理人 1	代理人 2	代理人 3
00010	00100	01000
高	適中	低

圖 4 代理人負載基因染色體表示式

Step 1: 發起協商代理人送出協商要求給其它可協商代理人，並收集各代理人回覆的未來負載( $L_{NL}$ )。

$$L_{NL} = L \times FP$$

Step 2: 發起協商代理人依照模糊區間分割，利用基因演算法找出最佳負載協商方案。

$$Best\ loading = \text{minimum}(\sum_{i=1}^n L_i)$$

Step 3: 若有代理人不同意協商方案則退出協商，回到 Step 2 重新建立協商方案。若無代理人可參與協商，則原協商發起代理人承擔此工作。

Step 4: 若所有代理人均同意，則協商成功，更新工作分配表。

圖 5 高可用及協商代理人協商演算法

#### 四、系統應用

門禁與員工上下班刷卡為現行許多公司所採用的差勤管理方法，但當員工人數超過上千人以上且須輪班方式工作時，人員及車輛進出廠區大門的管制與刷卡流程變成一複雜的問題，尤其是在科學園區的高科技公司及加工出口區的製造公司，上下班車流與人員進出混雜在出入口(圖 6 及 7)，如何提供安全且正確的門禁與差勤系統，實為重要的課題。門禁及差勤系統必須滿足在不影響原行進速度下，可以快速辨識身份並判斷其行進方向，人員進出大門方式可為步行、騎乘機車或開小轎

車。主動式 RFID 系統可滿足上述需求，我們已開發完成上述中介軟體系統雛型並在單一節點上執行，但如欲進行商業運轉及考量負載因素，RFID 中介軟體的可用性與可靠度成為必須面對的問題。



圖 6 門禁與員工上下班實例

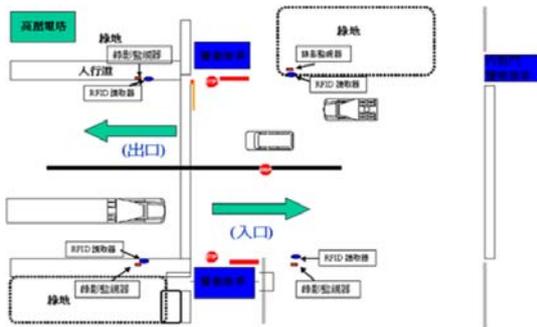


圖 7 門禁與員工上下班實例示意圖

圖 8 為 RFID 中介軟體智慧型高可用系統應用環境，包括三部伺服器節點及 6 部主動式 UHF 讀取器，每一節點均安裝 RFID 中介軟體智慧型高可用系統及高可用資料庫，並形成一 Active/Active 叢集相互備援，避免硬體及資料庫層面的失效。每個節點視任務需求動態管理 RFID 讀取器，以避免單一讀取器失敗或無法讀取標籤資料。讀取器佈設於入口與出口處 3 個位置，以涵蓋出入口空間並辨識人車行進方向，且每個位置設置 2 部讀取器，以避免讀取器故障。每一節點中的高可用及協商代理人會定時更新訊息號誌，以使其他代理人可確認他們正常工作中，如此可防止代理人的失效。本系統在 Pentium 4/3.0 GHz CPU 及 1GB 記憶體之 Linux 作業系統上執行，並採用 Heartbeat、Apache HTTP server 及 HA MySQL 資料庫。人員及車輛行進速度為 30 公里，系統可同時處理 100 個標籤，準確度達到 100%。叢集系統效能為在作業平台上，4 秒內可偵測出硬體及網路失敗，且於 8 秒內完成主機接管，將系統移轉至其他節點。

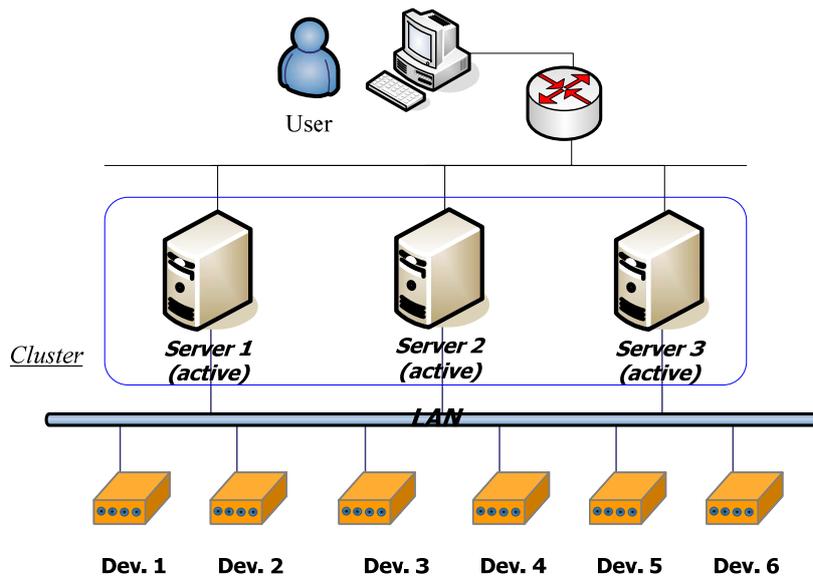


圖 8 中介軟體智慧型高可用系統環境

當使用者發出標籤讀取任務要求至智慧型高可用系統時，若當代理人 1 收到此任務，立即評估自己的負載狀況，表 4 為各代理人目前的負載狀況。代理人 1 模糊負載評估為“非常高”，因此立即發出協商請求給代理人 2 及 3。代理人 2 及 3 利用灰建模及負載預測計算模糊負載預測。表 5 為建立灰模型的範例資料。接著，代

理人 2 及 3 計算未來負載均( $L_{NL}$ )為高(75%)及適中(50%)並回覆給代理人 1 進行協商(表 4)。代理人 1 利用基因演算法找出最佳協商方案(表 6)。當所有代理人均同意，因此則協商成功。最後，任務管理員依照協商方案分派資訊登錄及指定讀卡機通訊協定取得，以控制讀取器讀取標籤資料。

表 4 各代理人負載狀況

	代理人 1	代理人 2	代理人 3
請求任務 平均資料量	高(75%)		
CPU 使用率	高(75%)	適中(50%)	低(35%)
記憶體使用率	高(75%)	適中(50%)	低(35%)
平均使用率	適中(50%)	適中(50%)	適中(50%)
模糊負載評估(L)	非常高(90%)		
模糊負載預測(FP)		高(75%)	適中(50%)
未來負載( $L_{NL}$ )		高(75%)	適中(50%)

表 5 灰色模型範例資料

	代理人 1			代理人 2			代理人 3		
	CPU	Memory	Usage	CPU	Memory	Usage	CPU	Memory	Usage
灰 建 模 資 料	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3
	0.7	0.6	0.7	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.4
	0.8	0.7	0.8	0.5	0.6	0.6	0.3	0.5	0.4
	0.8	0.8	0.9	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2
	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.5	0.3	0.4	0.3
負載 預測	0.7	0.8	0.8	0.5	0.6	0.5	0.3	0.4	0.3

表 6 最佳負載協商方案

	代理人 1	代理人 2	代理人 3	Best loading
協商方案	高(75%)	高(75%)	高(75%)	2.25

## 五、結論

本文提出一 RFID 中介軟體智慧型高可用系統，它包含三個主要模組，分別為 RFID 資訊貯藏庫、高可用及協商代理人及任務管理員。資訊貯藏庫儲存 RFID 設備型號、驅動程式資訊及任務分派等中介軟體共用資訊，並透過高可用資料庫，達成資料同步及失敗復原。高可用及協商代理人負責中介軟體層次高可用性及負載平衡，透過多代理人協商、基因演算法、模糊計算及灰色理論，評估各中介軟體代理人負載，並由負載達到“非常高”的代理人發起負載平衡協商，以將造成過載的任務指派給其他代理人執行，以達系統最佳負載。任務管理員為負責任務排程及讀取器資料設定，以避免讀取器使用衝突及失效問題發生。

本系統具有下列特點：1.利用設備本體儲存讀取器裝置資訊，以動態配置讀取器給任一中介軟體，提高系統穩定性，並可防止單一讀取器失效時，迅速安排備援讀取器資訊給中介軟體。2.利用訊息號誌更新方式，以告知其他代理人目前工作狀態，並可避免干擾其他代理人的正常工作。3.利用多代理人協商，並採用半獨裁協商方式，由到達負載上限的代理人發起協商工作，使協商工作較有效率。4.利用模糊計算，評估每個 RFID 中介軟體的負載情形，避免設定唯一負載臨界值問題，使負載評估工作更方便。5.利用基因演算法找尋最佳協商方案，透過交配及突變方式可快速找出最合適方案。6.利用灰色理論預測後續可能負載，以避免發生協商頻率過密情形發生。

我們將繼續應用本系統至其他領域，並在各種不同平台及可能發生失效的情況中，驗證系統的效能及可用性。最後，我們預計將本系統商品化及技術移轉，以幫助國內廠商在 RFID 領域獲得最大商機。

## 六、誌謝

本研究果為由財團法人資訊工業策進會案號(96)資創約字第 0914 號計畫補助。

## 七、參考文獻

- [1] M. Z. Beiroumi, "High Available Mobile Infrastructure Applications," Proceedings of the 16th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE-05), pp. 181-190, 2005.
- [2] G. Borriello, "RFID: Tagging the World," Communications of the ACM, Vol. 48, no. 9, pp.34-37, 2005.
- [3] I. Campbell, Reliable Linux: Assuring High Availability, John Wiley & Sons, 2000.
- [4] R. Chandramouli, T. Grance, R. Kuhn, and S. Landau, "Security Standards for RFID Market," IEEE Security and Privacy, Vol. 20, no. 6, pp. 85-89, 2005.
- [5] T. Cheong, Y. Kim, and Y. Lee, "REMS and RBPTS: ALE-Compliant RFID Middleware Software Platform," Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT-06), pp. 699-704, 2006
- [6] E.Cox, Fuzzy Modeling and Genetic Algorithms for Data Mining and Exploration, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.
- [7] K. Coyle, "RFID in Library," Journal of Academic Librarianship, Vol. 31, no. 5, pp. 486-489, 2005.
- [8] J. F. Cui and H. S. Chae, "Mobile Agent based Load Balancing for RFID Middleware," Proceedings of the 9th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT-07), pp. 973-978, 2007.
- [9] J. F. Cui and H. S. Chae, "Agent-based Design of Load Balancing System for RFID Middleware," Proceedings of the IEEE International Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems (FTDCS-07), pp. 21-30, 2007.

- [10] L. Dong, D. Wang, and H. Sheng, "Design of RFID Middleware Based on Complex Event Processing," Proceedings of the IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS-06), pp. 1-6, 2006.
- [11] K. I. Fujiyama, N. Nakamura, and R. Hiraike, "Database Transaction Management for High-Availability Cluster System," Proceedings of the 12th IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC -06), pp. 139-146, 2006.
- [12] Pascal Gallard, Christine Morin, Renaud Lottiaux: Dynamic Resource Management in a Cluster for High-Availability, Lecture Notes in Computer Science (EuroPar-02), vol. 2400, pp. 589-592, 2002.
- [13] T. Hassan and S. Chatterjee, "A Taxonomy for RFID," Proc. Hawaii International Conference on System Science, pp. 1-10, 2006.
- [14] J. E. Hoag and C. W. Thompson, "Architecting RFID Middleware," IEEE Internet Computing, Vol. 10, no. 5, pp. 88-92, 2006.
- [15] C. C. Hsu and Y. W. Tang, "An Intelligent Mobile Learning System for On-the-Job Training of Luxury Brand Firms," Lecture Notes in Artificial Intelligence (AI-06), Vol. 4304, pp. 749-759, 2006.
- [16] J. Ju, "RFID Data Collection and Integration Based on Mobile Agent," Proceedings of the IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS-2006), pp. 1-4, 2006.
- [17] A. Juels, "RFID Security and Privacy: A Research Survey," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 24, no. 2, pp. 381-394, 2006.
- [18] H. Konspe and H. Pohl, "RFID Security," Information Security Technique Report, Vol. 9, no. 4, pp. 39-50, 2004.
- [19] L. T. Lee, H. Y. Chang, C. M. Chang, and H. L. Chen, "A Grey Prediction Based Load Balancing Mechanism for Distributed Computing Systems," Proceedings of the International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT-2006), pp. 177-182, 2006.
- [20] E. Marcus and H. Stern, Blueprints for High Availability: Designing Resilient Distributed Systems, John Wiley & Sons, 2000.
- [21] P. McBurney and S. Parsons, "Democracy in Open Agent Systems," Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems, pp. 1066-1067, 2003.
- [22] N. Mohamed and J. Al-Jaroodi, "Highly-Available Application Integration", Proceedings of the IEEE International Conference on Information Reuse and Integration (IRI-03), pp. 370-376, 2003.
- [23] C. C. Myint and K. M. L. Tun, "A Framework of Using Mobile Agent to Achieve Efficient Load Balancing in Cluster," Proceedings. 6th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT -05), pp. 66-70, 2005.
- [24] F. Piedad and M. Hawkins, High Availability: Design, Techniques and Processes, Prentice Hall, 2000.
- [25] V. Prabakar, B. V. Kumar, and S. V. Subrahmanya, "Management of RFID-Centric Business Networks Using Web Services," Proceedings of the Advanced International Conference on Telecommunications and International Conference on Internet and Web Applications and Services (AICT/ICIW-2006), pp. 133-133, 2006.
- [26] A. Rajagopalan and S. Hairi, "An Agent Based Dynamic Load Balancing System," Proceedings of the International Workshop on Autonomous Decentralized Systems, pp.164-171, 2000.
- [27] C. M. Roberts, "Radio Frequency Identification (RFID)," Computer and Security, Vol. 25, no. 1, pp. 18-26, 2005.

- [28] M. J. B. Robshaw, "An Overview of RFID Tags and New Cryptographic Developments," Information Security Technical Report, Vol. 11, no. 1, pp. 82-88, 2006.
- [29] J. Song and H. Kim, "The RFID Middleware System Supporting Context-Aware Access Control Service," Proceedings of the 8th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT-06), pp. 863-866, 2006.
- [30] H. A. Thant, K. M. San, K. M. L. Tun, T. T. Naing, and N. Thein, "Mobile Agents Based Load Balancing Method for Parallel Applications," Proceedings of the 6th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT-05), pp. 77-82, 2005.
- [31] H. Wang, H. Wang, and J. Shen, "Architectural Design and Implementation of Highly Available and Scalable Medical System with IBM WebSphere Middleware," Proceedings of the 17th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS-04), pp. 174-179, 2004.
- [32] J. Wang, Q. Y. Wu, D. Zheng, and Y. Jia, "Agent based Load Balancing Model for Service based Grid Applications," Proceedings of the International Conference on Computational Intelligence and Security, pp. 486-491, 2006.
- [33] P. S. Weygant, Clusters for High Availability, Prentice Hall, 2001.
- [34] C. -T. Yang and K. -T. Wang, "A VOD System on High-Availability and Load Balancing Linux Servers, Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME-04), pp. 499-502, 2004.