

整合行動通訊之負載平衡式監測系統設計

高富建
大葉大學 資訊工程系
fuchien@mail.dyu.edu.tw

紀志華 劉家瑋
大葉大學 資訊工程研究所研究生

摘要

常應用在小型產業生產自動化的系統設計，大多是屬於傳統的一對一監測系統架構。網路型監控系統則適於應用在跨廠或跨國的大型產業生產自動化設計；分散式監控系統適於大範圍、接點數多的監控環境，監控分散在不同地點的各類資料擷取模組。傳統的兩層式 (Client/Server) 分散式監控系統架構，不論在理論上或是實務上比 Host 監控模式有效率。但如要應用此一架構建置適合於網際網路的分散式監控系統，在理論上雖可行，實際上運作卻會出現在遠地的前端無法執行即時監控及資料後傳的問題；在有限頻寬的限制下，對於傳輸流量較大的影像監控，進行多點分散監控對於現有的多層式網路架構更是一大挑戰。為改善應用傳統多層式網路架構在有限頻寬的監控課題所產生的缺失，本文提出以負載平衡式的網路架構結合 ActiveX 物件設計技術提供前端使用者進行即時重量、溫度、瓦斯感測監控及後端資料庫的存取。所提出的前端嵌入監控模組包含重量、溫度、可程式邏輯控制器、瓦斯等感測監控模組及 TCP/IP 通訊程式及負載平衡模組等部份。為探討運用行動通訊設備在監控系統上之效益，本文提出以具嵌入式能力的 J2ME(Java 2 Micro Edition) 架構前端行動通訊設備的平台，並以 MIDP(Mobile Information Device Profile) 應用程式開發 TCP/IP 前端程式及監控驅動程式；並由此 TCP/IP 前端程式連結中間層的 IntraWeb 伺服器，架構此一整合兩種不同通訊性質之網路系統。本文提出一整合行動通訊之負載平衡式監測系統設計，不僅可改善多層式網路監控系統在網路頻寬限制上所產生的缺失，亦可幫助產業有效提昇在擴廠與設廠時之監控軟體安裝效率，並且大幅減少硬體設備及維修的投資成本。

關鍵字：負載平衡、行動通訊、監控系統

Abstract

A traditional one-to-one monitoring systems is usually used in the automatic production system, which is designed for small-scale industry. The network type monitoring system is applicable for cross-factory or cross-country automatic production system design for large-scale industry. In comparison, the distributed monitoring system is applied in a large scope, multi-connection monitoring environment to

monitor the data retrieving modules distributed in different positions. In theory or in practical use, the Client/Server distributed monitoring system is more efficient than the Host monitoring mode. In spite that it would be theoretically feasible by implementing such structure on the Internet-based distributed monitoring system, it would however be impossible for the front section of remote unit to transmit back the real-time monitoring and data in physical application. Under the restriction of limited bandwidth, the multi-point distributed monitoring would be a challenge to the modern multi-layer network structure for transmitting a larger flow of image monitoring. In order to improve this defect by applying the traditional multi-layer network structure on the limited bandwidth monitoring, this article proposes the design technology by incorporating a load-balance type of network structure with ActiveX object for the front-section user to carry out real-time monitoring of weight, temperature, and gas sensing and rear-section database retrieving. In this respect, the proposed front-section embedded monitoring module shall include the weight, temperature, PLC controller, and gas sensing monitoring modules as well as the TCP/IP communication program and load-balance modules. To study the effect of employing the mobile communication equipment in the monitoring system, this article proposes the front-section mobile communication equipment platform having an embedded J2ME (Java 2 Micro Edition) structure in which the MIDP (Mobile Information Device Profile) application program is used to develop the TCP/IP front-section program and monitor the drive program. Furthermore, such TCP/IP front-section program will also be used to link the middle-layer IntraWeb Server for structuring these two kinds of integrated network systems that feature different communication properties.

The load-balancing monitoring system design for integrating mobile communication is able to improve the shortcomings that result from the multi-layer network monitoring system in the aspect of network bandwidth restriction, but can also help industry effectively enhance the efficiency of monitoring software installation during factory expansion and construction while significantly reducing hardware and maintenance investment costs.

Keywords: load-balancing, mobile communication, Monitoring system

* 本研究接受國科會編號：NSC93-2520-S-212-002 研究計畫之部分補助

1. 前言

傳統的兩層式 (Client/Server) 分散式監控系統架構，不論在理論上或是實務上已證明比一對一的 Host 模式有效率。但如要應用此一架構建置適合於網際網路的監控系統，在理論上雖可行，實際上運作卻會出現在遠地的前端無法執行即時監控及資料後傳的問題[1-3]。因為對一套建立在網際網路上的監控系統，不僅在前端需要有即時監控的硬體驅動程式，在後端一定也需要架設 Client/Server 架構的資料庫設計[5-7]。對前端的使用者而言，如要進行即時監控則需要安裝相關的硬體介面通訊程式，如要存取後端的資料庫，也必須要有驅動此後端資料庫的能力，也就是要先在前端安裝資料庫的驅動程式。如此監控系統只運用在一指定的工廠內，則在工廠內的前端機器安裝所需的後端驅動程式應是沒有問題，但如要跨廠或跨國來安裝每一部機器所需的前端即時監控程式及後端驅動程式則顯得相當不確實際[3]。即使在前端能安裝相關的前後端程式，亦會造成前端負載加重形成 Fat Client。

因此要實現一個能實際運轉在網際網路上的多層式分散式監控系統架構，基本上須具有嵌入式程式 (Embedded Program) 設計的功能[4]。相關的嵌入式程式可執行前端即時監控、後端資料庫驅動等功能，雖然這樣的多層式架構可在網際網路上執行，但卻造成前後端的負載相當的不平衡。有關嵌入式程式的設計語言主要有 JavaScript、VBScript、Java 及 ActiveX 等技術，其中 JavaScript 及 VBScript 兩者的功能相差不多，基本上兩種都是內嵌在 HTML 的巨集語言[4]。此兩種語言的主要缺點是無法撰寫太複雜的程式，只能寫一些簡單的客戶端邏輯辨識功能，而且也無法控制後端伺服器及資料庫的存取。至於具有跨平台能力的 Java 語言，其原始程式須先編譯與系統機器無關的中間碼，所以當前端使用者連上 Web Server 時，皆會將中間碼傳到前端使用者，再即時編譯成機器碼，但因其編譯的效率相當差，因此造成傳輸及執行時間相對緩慢。

本文針對分散式網際網路監控系統設計的需求，提出一具有負載平衡功能的分散式監控系統架構，以改善應用多層式網路架構於網際網路上所造成的負載不平衡問題。為提供前端進行即時監控的功能，本文提出以 ActiveX 嵌入程式的技術設計前端相關的感測監控模組及負責平衡傳送資料至中間層伺服器的負載平衡通訊模組，由中間層的 Web 主機提供前端使用者進行即時監控程式及負載平衡通訊程式的自動安裝。本系統負責前端資料擷取的設備包含重量顯示器、瓦斯感測器、可程式邏輯控制器 (PLC) 及溫度感測器，相關設備都是應用在工廠自動化生產時所常用的監控模組[8-9]。

為因應目前行動通訊設備的普及程度，本文提出一整合無線行動通訊之負載平衡式監測系統設計，以探討整合不同網路性質的系統架構運用在監測系統上的效益。目前文獻上探討的幾乎都是 Web

架構的監測機制，較少討論整合網際網路與行動通訊在監測運用上的效益；目前行動通訊設備與網際網路的結合是應用 WAP(Wireless Application Protocol)技術，類似傳統 Client/Server 兩層式架構，因不具備前端嵌入式設計功能，因此亦無法要求整個網路架構的負載平衡效果。為探討整合此兩種不同性質的網路架構在監測系統上的效益，本研究提出一具負載平衡功能的網路的整合，相關系統架構及技術如下一節所述。

2. 整合行動通訊與多層式網路之系統架構

因應目前行動通訊設備的普及程度，本文提出一整合無線行動通訊與多層式網路架構的負載平衡式監測系統設計 (如圖一所示)，以探討整合不同通訊性質的系統架構運用在監控系統上的效益。目前文獻上探討的幾乎都是 Web 監控架構，鮮少討論運用目前人手一機的行動通訊設備整合網際網路在監控效益上的探討；目前行動通訊設備與網際網路的結合是應用 WAP(Wireless Application Protocol)技術，類似傳統 Client/Server 兩層式架構，因不具備前端嵌入式設計功能，因此亦無法要求整個網路架構的負載平衡效果。為探討整合此兩種不同性質的網路架構在監控系統的效益，本文提出以具嵌入式能力的 J2ME(Java 2 Micro Edition)架構前端行動通訊設備的平台，並以 MIDP(Mobile Information Device Profile)應用程式開發 TCP/IP 前端程式及監控程式；並由此 TCP/IP 前端程式連結中間層的 IntraWeb 伺服器，完成此一具負載平衡功能的兩種不同性質網路的整合。所提出的系統架構提供前端經由電腦進行監控狀態的查詢與設定，亦提供前端操作者經由行動通訊設備連結系統架構的中間層伺服器，進行監控狀態的查詢與設定；電腦使用者若要進行監控狀態的查詢與設定可經由嵌入到前端 Tsimple Object Broker 物件(提供網路負載平衡功能設計)連到中間層負載較輕的伺服器以驅動後端資料庫，進行資料查詢。

本文提出以多層式網路架構結合 ActiveX 分散式物件設計技術，提供前端即時監控互動功能及後端資料庫的存取，解決在多層式網路前端進行即時監控的速度與網路頻寬限制問題。如圖一所示，所提的網路架構可分成三層，在前端包含嵌入式 ActiveX 監控模組、及嵌入式 Tsimple Object Broker 元件；在中間層包含 Web 伺服器、TCP/IP 中間層伺服器、IntraWeb 伺服器、ActiveX 中間層應用程式伺服器、ADO(ActiveX Data Object)及 SQL Server 前端驅動程式；後端則是 SQL Server。系統架構的運作如下所述：

- (1)前端使用瀏覽器連上 Web Server。
- (2)瀏覽器檢查是否已有下載 ActiveX 1 前端嵌入程式(含各監控 ActiveX 物件、Tsimple Object Broker 元件)，若尚未下載或下載版本不合，則重新下載。

- (3) ActiveX 1 前端嵌入程式透過 Tsimple Object Broker 元件與中間層伺服器建立連線。
- (4) Tsimple Object Broker 檢查所有的 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器，決定哪一台 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器負載最輕及相對於使用者工作而言是最佳化的。
- (5)將使用者的工作丟給由 Tsimple Object Broker 所決定的 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器，於是使用者就透過此 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器與後端 MS SQL Server 連線。
- (6)所有電腦使用者之 ActiveX 1 前端嵌入程式皆透過 Tsimple Object Broker 決定將工作平均分配給 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器用以存取後端 MS SQL Server。
- (7)同理，手機操作者可透過 IntraWeb 伺服器決定將工作平均分配給 ActiveX 2 中間層應用程式伺服器用以存取後端 MS SQL Server，進行監控點之監控。



圖一 負載平衡式網路監控系統架構

3. ActiveX 嵌入式監控模組設計

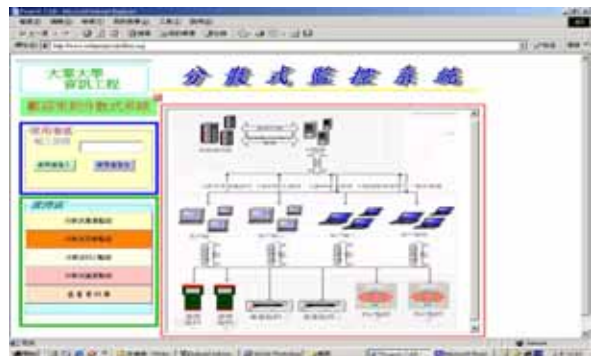
為達到前端(client)和伺服器(server)之間的互動且減少中間層伺服器的負載，監控模組被包裝成嵌入式的 ActiveX 物件。所提出的嵌入式 ActiveX 模組包含了重量、溫度、瓦斯與 PLC 等監控模組。所提出的嵌入式模組設計有以下優點：

- (1) 提供前端線上作業員一個互動式的介面和處理後端資料庫的強大功能。
- (2) 前端作業員透過嵌入在前端電腦內的監控模組進行資料擷取，減少伺服器的負擔。
- (3) 快速建立分散式監控環境。前端監控電腦只需要連線一次，嵌入式 ActiveX 模組將自動地嵌入前端的電腦。如果是最新的版本，下次連線便無須重新傳輸。
- (4) 前端作業員不需要人工安裝硬體驅動程式，即可透過瀏覽器進行資料擷取與狀態控制。
- (5) 透過嵌入式負載平衡模組設計、TCP/IP 通訊協定和中間層伺服器 ADO 物件的應用，進行後端監控狀態資料的抓取，提供前端一即時查

詢功能。

- (6) 能提供系統維護者進行後端資料庫的線上維護與更新。

系統監控查詢及設定畫面如圖二與圖三所示，前端經由 TCP/IP 通訊程式將資料後傳，位於中間層的 TCP/IP 伺服器必須設定在聆聽的狀態，當前端 TCP/IP 通訊程式發出連線要求時，中間層 TCP/IP 伺服器接受此請求，並顯示及儲存已連線的字串及資料，進而透過資料庫驅動程式將資料儲存於後端資料庫。有關前端 TCP/IP 通訊程式則嵌入在相關感測監控的程式模組內，如圖四至圖六所示。



圖二 監控查詢系統畫面一



圖三 監控查詢系統畫面二



圖四 PLC ActiveX 監控模組



圖五 重量 ActiveX 監控模組



圖六 溫度 ActiveX 監控模組

3.1 行動通訊之監控功能

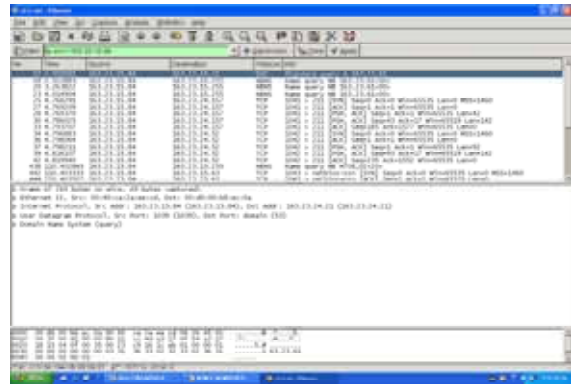
行動通訊的監控，則是透過 IntraWeb 的技術，連結 ActiveX2 中間層應用程式伺服器以存取後端資料庫，進行狀態監控。行動通訊設備與伺服器端建立連線後，查詢者就可以進行查詢所有監控的最新狀態資料；如圖七所示，左圖為相關監控設備的操作畫面，右圖為所選擇的 PLC 監控狀態。



圖七 行動通訊 PLC 監控畫面

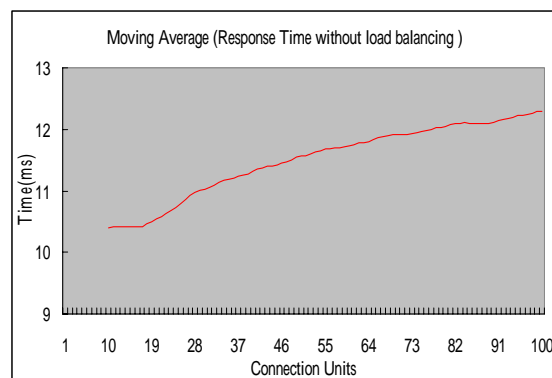
4. 系統之負載平衡性能測試分析

本研究提出一整合行動通訊與多層式網路架構之負載平衡式監控系統設計，有關負載平衡性能測試是依據本研究所設計的負載平衡模組在執行網路資料傳輸時，利用專業的封包擷取、網路分析程式-Ethereal 所得到的數據資料來分析所提出的負載平衡模組在執行前、後，網路資料傳輸時的監控狀態查詢回應時間，分析畫面如圖八所示。



圖八 Ethereal 執行畫面

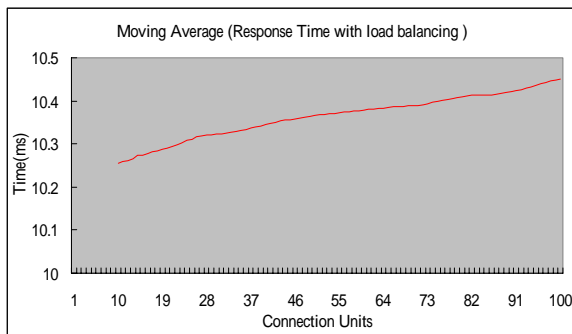
系統未加入負載平衡模組時，若監控狀態查詢者持續的進入狀態查詢，在一定的連線數內，監控狀態查詢的回應時間大致介於 10.1~10.5ms，當連線數累積到 18 個時，回應時間會明顯往上徒升到 10.8ms 以上，然後在連線數到達 39 個左右時緩升至 11.5ms，再徒升至 11.54ms。之後，當累積連線到 20 的倍數前查詢回應時間會以緩升的狀態增加，當累積連線到 20 的倍數上下時，均會呈現急遽陡升的狀態。在研究中共測試了 100 個查詢者連線數，測試出的結果顯示，在未加入負載平衡模組時，查詢的回應時間由起初的 10.1ms 持續增加到最大的 12.4ms，共相差了 2.3ms，平均查詢回應時間如圖九所示，其平均的回應時間是明顯的向上爬升。



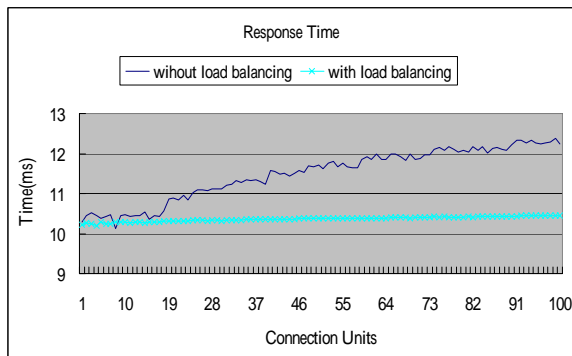
圖九 無負載平衡模組時所需平均回應時間

當系統加入負載平衡模組後，若查詢者持續的進入使用線上監控狀態查詢，查詢者的回應時間有著明顯的大幅改善。相同的在一定的連線數(接近 20 個連線數)內，查詢者回應時間大致會介於一定

區間 10.1~10.3ms，很明顯的回應時間上界已由 10.5ms 變成 10.3ms，再當連線數累積到 19 個時，查詢的回應時間會明顯往上徒升到 10.3ms 以上，然後在連線數到達 73 個左右前其緩升區間已降低至 10.4ms，之後才持續的增加到 10.4ms 以上。在測試研究中相同的共測試了 100 個查詢者連線數，測試出的結果顯示，在加入負載平衡模組後，查詢的回應時間僅由起初的 10.1ms 持續增加到最大的 10.46ms 左右，區間僅相差了 0.36ms，如圖十所示，其平均的回應時間則是呈現緩和的向上爬升。在圖十一中更可明顯的得知有無加入負載平衡模組在網路資料傳輸時對查詢回應時間的影響。



圖十 具負載平衡模組時所需平均回應時間



圖十一 比較圖

5、結論

為因應產業跨國設廠的趨勢，減少人力設備投資成本及提昇自動化生產效率，本文提出一整合行動通訊之負載平衡式監測系統設計。系統所規劃適於跨國擴廠與設新廠所用之嵌入式監控感測模組包含重量、溫度、PLC、瓦斯等 ActiveX 物件，負責相關感測資料的擷取，並透過負載平衡模組及 TCP/IP 通訊程式傳送至中間層之一合適伺服器，再由中間層驅動後端資料庫以儲存相關資料。所提出之嵌入式負載平衡模組可明顯降低網路及行動通訊使用者在有限頻寬下進行資料查詢所需的回應時間，改善網路監控環境。所提出的系統架構不僅適用於一般電腦使用者進行相關監控資料的查詢及設定，亦提供行動通訊設備使用者進行相關監控狀態之查詢與控制設定；所提出的系統架構不僅具備分散中間層伺服器負載之功能，系統尚具有下列幾項功能特色：

- (1) 分散式資料整合分析的功能：前端監控程式可即時接收各類感測值，並傳送至後端資料庫進行相關統計值分析與儲存。
- (2) 透過嵌入式負載平衡模組的設計，所提出的系統架構能有效且平衡處理大量來自於前端的影像及數據等監控資料。
- (3) 所提出的嵌入式模組設計及負載平衡式架構不僅可改善應用傳統多層式網路架構在負載不平衡問題，亦可幫助產業有效提昇生產機能，大幅減少硬體設備及維修的投資成本。

如上所述，所提出的系統架構不僅適合在行動通訊及網際網路上進行分散式的監控功能，所提出的系統規劃亦可明顯降低設備投資成本及相關人力成本。

參考文獻

- [1] 高富建，2001，「網路型互動式重量監控系統設計」，第十二屆全國自動化研討會，第 102-103 頁。
- [2] Visual Basic 6.0 與分散式監控系統：使用 RS-232 / 485 串列通訊，范逸之編著，文魁資訊股份有限公司，2001 年 6 月初版 1 刷。
- [3] 高富建，2001，「互動式網路型重量監控系統設計-玻璃纖維廠為例」，The 1st Conference of Industry-University Cooperation for Engineering Technologies，電子資訊及光電類，第 7-1~7-4 頁。
- [4] 高富建，2005，「具負載平衡的分散式 3D 虛擬監控系統設計」，2005 數位生活與網際網路科技研討會，第 33 頁。
- [5] 精通 Client/Server 網路資料庫實務 Visual Basic & ADO & SQL Server，盧毅編著，文魁資訊股份有限公司，2000 年 7 月。
- [6] 林子揚譯，SQL Server 7.0 手冊，碁峰資訊股份有限公司，1998。
- [7] 王成春，蕭雅云，Visual Basic 設計進階手冊，文魁資訊股份有限公司，1999。
- [8] Ranger 5100 Digital Indicator Reference Manual，2000。
- [9] 永宏可程式控制器通訊協定手冊，永宏機電股份有限公司，1999。
- [10] Tsichrizis D.C.F.H. Lochovsky，Database Management Systems，Academic Press，New York，1997。
- [11] Richard Wagner，JavaScript Unleashed，Prentice-Hall International。
- [12] Soley，M Richard，and Kent，William. The OMG Object Model. Modern Database Systems，W.Kim Ed.，Addison-Wesley，1996。