

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用時間性裴氏網與 SOAP 技術建構跨平台遠端監控系統之 研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-035-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：中華大學工業工程與系統管理學系

計畫主持人：陳文欽

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：周裕泰、陳振臺

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 09 月 21 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 95-2221-E-216-035

執行期限：95年08月01日至96年07月31日

主持人：陳文欽

共同主持人：

計畫參與人員：陳振臺、周裕泰

一、前言

在工業自動化的領域中，可程式化邏輯控制器 (PLC) 與工業電腦 (IPC) 廣泛的被應用在各類型生產製造自動化設備上[3]。在自動化設備的監控上，一般採用市場上現有之人機介面 (Human Machine Interface, HMI) 方面，作為機台運作之監控介面，導致功能擴充及系統整合的困難。對於設備供應商與生產者而言，建立整合性且具有遠端監控、維護能力的技術，是提昇企業競爭力的目標。生產設備連線網路化可提升自動化監控系統收集生產數據資料的能力，分析所收集的資料變更製造流程進而提高產品品質。透過機台設備通訊網路化，客戶可以透過網際網路查詢生產代工情形，設備供應商也可經由網路檢測設備狀況，不僅能迅速的處理生產機台的突發狀況且大幅降低維護成本。目前新型的控制系統已內建網路模組或支援網路模組，利用網路之標準通訊協定進行遠端監控的方式也是控制領域的趨勢，且未支援乙太網路模組 (Ethernet Module) 的控制系統也因 TCP/IP 及串列通訊轉換器的發展而有了升級的空間 [1]，甚至可應用轉換模組來進行位址的設定[2]。自動化控制系統可分為集中式與分散式控制系統架構，集中式控制一般使用於中大型控制系統，分散式控制架構則大多應用於小型控制系統上。將網路導入控制系統能夠提昇分散式控制的優勢，更能降低建構成本同時簡化系統架構[8]。

隨著科技的進步和網際網路的普及，許多廠商紛紛投入網路應用程式的開發，利用分散式程式架構以彈性、經濟、與高效能的環境協助軟體的開發。目前遠端監控系統大多架構在 Windows 平台

下，並以 VB、VC 作為系統之開發環境，因此系統必須於 Windows 平台下才能運作 [7]，且利用網頁瀏覽器進行遠端監控之前必須先下載監控人機介面所需的動態連結元件 (DLL) 才能開啟遠端監控畫面[4]。近年來，PLC 與 IPC 的應用層級愈來愈高，如人機介面及網路監控技術等，業界所引進之圖型監控軟體大部份為軟體公司所開發，如研華 Genie、BroadWin、Lab View、Wizcon [5] 等。

隨著網際網路的成熟，為了建立跨平台且跨語言的監控系統架構，本研究採用 PHP 開發監控系統配合 MySQL 網路資料庫，並應用 SOAP 技術來開發網路控制程式與遠端監控機制，本系統不僅可以避免一般監控系統架構的限制，並能有效地整合各異質性系統，開發跨平台、跨語言的整合式遠端監控系統環境，降低系統的複雜度進而提升監控系統之效能。本研究實際架構網站伺服器透過區域網路，將所有收集到的產線資料儲存於網路資料庫中，以收集到的數據資料來協助製程分析[9]，不僅可隨時掌握設備狀況亦可掌控生產情形，再透過伺服器的即時監控特性，以控制生產品質提高產能。將生產線監控系統建構於網際網路，工廠的生產資訊不再侷限於廠區內，管理者可在任何時間、地點透過企業的內部網路及網際網路，連接廠區資訊網監控生產設備，達成即時遠端監控與遠端維護的目的。

二、SOAP 與 Petri Net

1、SOAP

在現今網路科技發達的時代，應用程式利用網際網路在遠端互動與執行已經變得越來越重要。且這些動作都需由系統自動完成，不應

有人工參與。然而，傳統的系統多以各自所熟悉的技術所建構，系統間並沒有一套標準化的架構。例如 Win32 系統所使用的是 COM+；而 UNIX 系統則利用 CORBA 提供服務。這些分散式物件通訊協定提供遠端程式間的溝通，也就是讓使用者可以觸發 RPC (Remote Procedure Call) 至伺服器端應用程式，並接收伺服器所回傳之結果[15]。在企業內部網路(Intranet)可以此分散式物件傳輸協定作為系統間資料交換的方法，但在網際網路上使用這類協定就會產生許多問題，任何使用者均可透過網際網路存取伺服器內所有的資料。防火牆雖以此保障了網際網路上之安全，但傳統分散式物件通訊協定也同時受防火牆之限制，無法通過失去其原有之功能。為了解決這個問題，微軟公司提出了實際可行的簡易物件存取協定-SOAP(圖 1)，並已獲得多數廠商表態支持。相信未來也將成為網際網路上提供電子服務與資料交換的標準協定 [14],[19]。

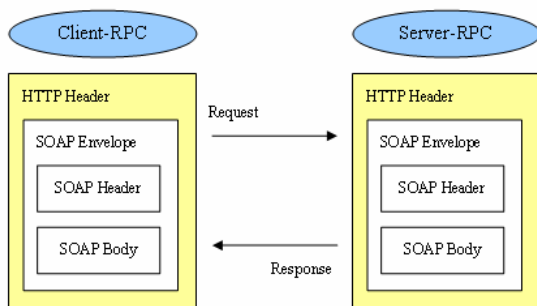


圖 2 SOAP 封包結構

簡易物件存取協定 (SOAP, Simple Object Access Protocol)，簡而言之就是利用現存的網際網路架構讓應用程式間可以自由地彼此溝通，且不被防火牆所阻礙。於分散式的系統架構下，提供電腦系統之間交換的架構與資料型別 [17, 18]。SOAP 是一個類似 DCOM 或其他分散式物件通訊協定的協定 [1, 16]，讓客戶端與伺服器端的 RPCs 可以相互溝通。且支援防火牆的使用，解決了傳統分散式物件易受限於防火牆的問題。再者，SOAP 並不是針對某種物件技術的協定所設計，不像時下的分散式物件通訊協定會被綁死在某種特定的物件規格上。SOAP 可被任何的物件使用，因此它擔任了 COM 和

CORBA 兩大物件最好的溝通橋樑[6]，使彼此的物件程式可以跨平台透過網際網路呼叫。使用者可以經由 RPC(remote process control)使應用程式與元件之間互相溝通，輕易地達到遠端控制的目的。並以內嵌式系統做為即時應用程式的開發平台。在傳統分散式系統架構下，各 CAE 系統間的溝通不但多而且複雜，且不同軟體之間的差異甚大，造成異質系統整合上的困難。黃朝源[4]與黃子儀[5]針對此一問題，利用 Web service 技術的整合與溝通概念，以 XML 基礎作為資訊傳輸之標準規格，並融入 SOAP 技術建構出一套動態且具彈性之分散式物件服務介面，作為系統間資訊交換、處理與轉送的中介平台。降低系統間之連結複雜度，以解決相異平台間訊息溝通及傳遞效率不彰等問題，提升分散式系統間的溝通與整合效能，同時結合後端資料庫，儲存分析結果，方便日後提供相關作業人員作為決策之依據。

2、Petri Net

裴氏網路首先由 C.A. Petri [10, 20] 在 1962 年的博士論文中提出，依據自動裝置(Automation)理論以及正規語言所發展出來的。發展至今已過四十餘年，裴氏網本身是一圖形化的構模 (Modeling) 工具，而其嚴謹的數學理論更有助於模式的分析與驗證，亦是適合用來作為描述動態模型 (Dynamic Model) 的工具。並藉由分析完成所建構出來的派屈網路，可以清楚地描述出系統的結構與動態行為，進而對系統進行評估與修正[22, 23, 24]。

裴氏網模式可由靜態模式建構及動態模式執行兩方面來描述[21, 25]。在靜態模式建構方面，裴氏網由三種形式的基本元素所組成。分別為狀態 (Place)、轉移 (Transition) 及方向弧 (Arc) 而動態模式則有標記 (Token)，此三者構成於流程圖的裴氏網靜態圖形。而在動態模式執行方面，裴氏網路藉由激態的致能，進而改變各穩態間標誌的情形，即透過標記的移動來完成對系統狀態的描述 [11, 12]，其動作狀態如圖 2 所示。

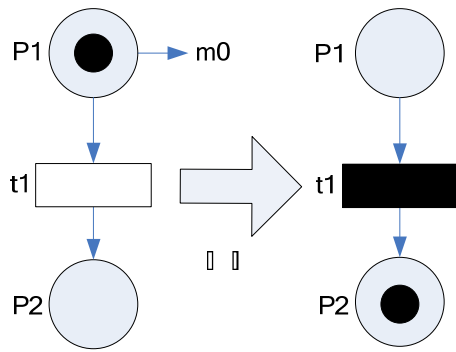


圖 2 裴氏網路觸發原理範

三、系統架構

本研究以全球資訊網(WWW)的瀏覽器(如 Microsoft Internet Explorer 或 Netscape Navigator)來監控系統,以 PHP 互動式網頁程式語言來開發互動式網頁控制介面,圖形化的介面遠比傳統面板來得更具親和力,可隨時修改的便利性也較傳統面板來得更具彈性,另外也較容易做到雙向的監控功能。使用 PHP 互動式網頁程式語言來開發遠端控制人機介面及建構時間性裴氏網路(Timed Petri net)之順序動態模組功能,原因是因為 PHP 為跨平台之網頁程式語言,在網頁程式設計的應用領域非常的廣泛,並且無須任何版權及授權之限制,而 PHP 提供相當完整的功能函數。所支援目前市面上大多數的資料庫系統及作業系統,因此無論在作業系統或硬體設備具有跨平台之能力。在成本、撰寫難易度及彈性的考量下,故採用 PHP 為開發的工具。在網路安全上將 SOAP 技術導入監控系統,資料傳輸模式均以模組化物件的形式為基礎,配合 XML 標準化之格式和 HTTP 作為系統間相互溝通的橋樑,使資料能自由的進出防火牆,暢行於各種作業系統和不同的應用程式間,讓所收集到之即時資訊可同時在其它不同的系統軟體中被應用,達到系統整合之目的,並降低監控系統整體的複雜度,使系統在日後的維護與升級更加容易。

遠端監控將產品生產的過程,透過 Internet 將生產資訊傳遞至客戶端(或管理端),使客戶端(管理端)可隨時知道所委託生產之產品的生產狀況;

在生產設備發生故障時,設備供應商也可經由 Internet 來進行系統修護,使設備在最短的時間內恢復生產。但想要完成上述功能,必須在控制系統以及監控系統間,建立相關的介面,因此本研究將以中華大學工管系自動化實驗室現有的模組化生產系統(MPS)教學模組(圖 3)來發展遠端監控系統。再者,過去監控系統皆採用封閉性架構,所有監控資料只侷限於近端或專線式以點對點方式進行遠端資料輸出,但是由於本研究之監控系統以 Internet 為架構上,故可採開放式架構,因此監控畫面之規劃與設計將以即時(Real-Time)之動態網頁架構,使所得資料即為現場資訊。以 Socket 封包傳送作為監控伺服器與 MPS 生產機台間溝通的管道,並比較傳輸控制協定 TCP (Transmission Control Protocol) 與使用者資料協定 UDP (user Datagram Protocol) 之異同。以 PHP 撰寫測試軟體,藉由實際的資料傳輸,比較其兩者在資料傳輸的可靠度與效率,作為監控系統資料傳輸模式選擇之參考依據。本研究引入無線網路 PDA 應用於遠端監控系統,先以 PHP 網頁程式語言撰寫判讀軟體。PDA 透過無線網路與監控系統網站連線,並使用網頁介面監控設備機台。在工廠內部可監控設備機台,達到行動控制的目的,提高廠區內監控設備機台的便捷,並可降低操作監控系統的環境限制。

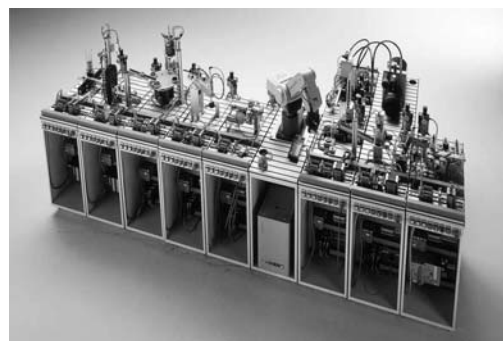


圖 3 模組化生產系統

四、SOAP Agents

一般而言,監控系統所收集之資料僅能在該封閉式系統架構下被讀取。為使監控系統收集之即時生產資訊能被其它相關資訊系統存取與應用,因此本研究並將 SOAP 技術配合資訊代理人機制,使生產過程中之即時生產資訊能夠立即透過資訊代

理人轉換為 XML 之資料格式，應用 SOAP 技術透過網路傳遞資料，達到跨平台，跨語言的目的。根據前一節所提監控系統網路架構，監控系統與控制器之間乃以 TCP/IP 通訊協定作為為資訊傳遞之管道。因此，監控系統本身必須含有將此 TCP/IP 訊息封包轉換為 XML 資料格式之能力，意即監控伺服器同時也扮演著資訊代理人的角色將所有來自控制器之資料數據能夠立即轉換為 XML 資料格式，並透過 HTTP 通訊協定供遠端使用者存取及應用。

五、研究結果

全球資訊網廣泛的使用，帶起了網路使用的熱潮，於 Web 上的應用軟體也因此產生，這些應用軟體包括娛樂性及各種型態的商用軟體。本研究以 PHP 開發監控系統配合 MySQL 網路資料庫，SOAP 技術來開發網路控制程式與遠端監控機制，以時間性裴氏網路即時動態模型，透過 Web 平台整合具有網路連線、影像和生產數據監控、跨平台、系統擴充及 PDA 行動式人機介面等功能開發自動化設備之整合式遠端監控系統。其研究成果如下：

1. 遠端監控網站

在監控網站中，由於資料庫以動態資料庫 (DDB) 型式建立，使用者可以隨時掌握目前生產

系統之運作狀態。在監控畫面上，以影像方式顯示目前之生產系統運作狀態，使用者不必閱讀枯燥乏味之數據，而只要在狀況產生時，再進行資料回溯及追蹤即可。在登入時，使用者於 Username、Password 對話方塊中輸入正確之使用者名稱及密碼後按下登入 (Sign In)，經資料庫比對無誤後，方可進入系統。監控畫面整合了機台選擇、即時影像監控、機台設備 I/O 狀態監控、設備說明、控制指令與檔案上傳、機台動作控制等功能，如圖 4 所示。

茲將監控畫面分為五個區塊做各別說明：

- (1) 機台選擇 (圖 4 區塊 1)：本區塊 MPS 共分為 10 站，分別為分配站、測試站、加工站、搬運站、暫存站、機器手臂、組裝站、功能測試站、暫存站、沖床站。使用者可於此區塊做機台選擇之動作。
- (2) 機台動作控制 (圖 4 區塊 2)：對於不熟悉控制指令之使用者或是遭遇程式無法執行之狀況，本區塊以 PHP 撰寫透過 socket 通道將機台主要可執行之動作以文字按鈕呈現，使用者可直接點選此區塊中之按鈕及時對出錯之機台做修正。本區塊之檔案上傳 (圖 5)：針對熟悉控制器指令之使用者可於此對機台下指

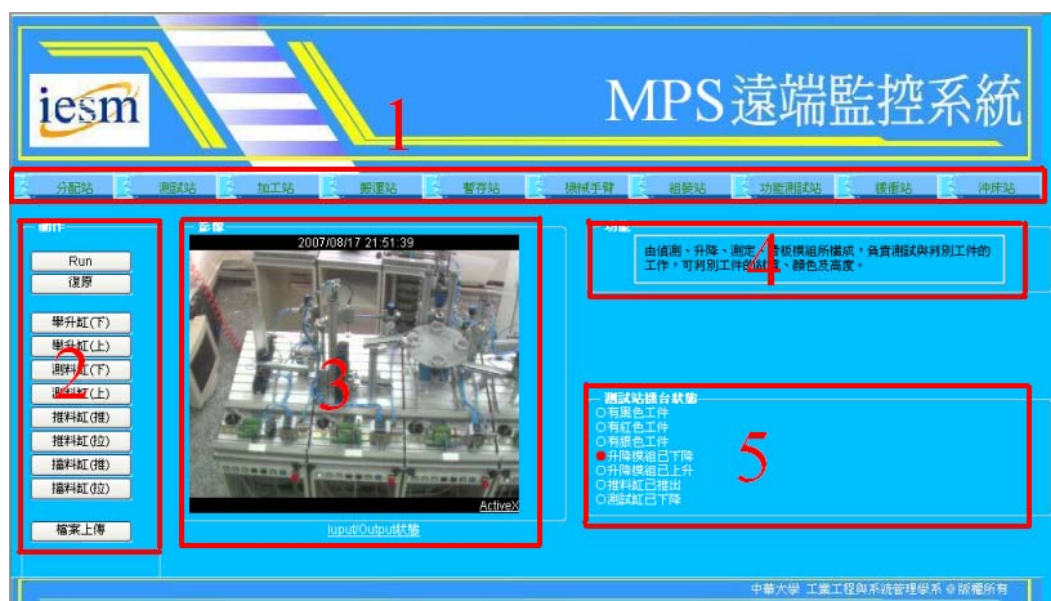


圖 4 監控畫面

令，同時也可於此區塊中得知該控制器所回覆之訊息。欲對機台運作模式做修正之管理者，可利用檔案上傳功能，將已修正之控制器程式上傳，並重設更改機台之運作模式。

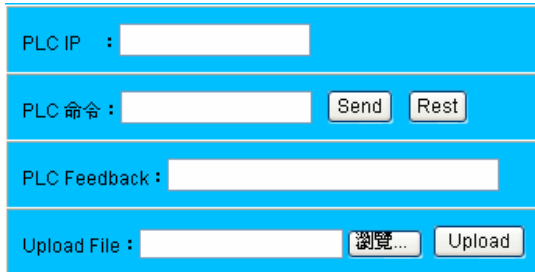


圖 5 控制指令與檔案上傳區塊

- (3) 即時影像監控 (圖 4 區塊 3)：使用者可於此區塊監控生產設備之運作狀態，上方影像為機台運作之即時影像。
- (4) 設備說明 (圖 4 區塊 4)：此區塊主要說明該機台於 MPS 模組中所負責之功能並以文字詳細說明該架構之實際運作情形，讓使用者可在短時間內了解該機台之功能與其運作方式為何。
- (5) 藉由此模擬機台 PLC 燈號之視窗 (如圖 4 區塊 5) 中得知目前機台之運作情形。依據測試站由偵測、升降、測定、滑板模組所構成，負責測試與判別工件的工作，可判別工件的材質、顏色及高度。依上述運作流程，測試站的動作順序可分成 P1~P10 共 10 個狀態，t1~t9 共 9 個事件，測試站之裴氏圖如圖 6 所示。

2. 行動裝置監控系統

本研究藉由 PDA 之體積小、攜帶便利且具有小型電腦功能之特性，導入監控之領域。實際驗證 PDA 可以成為監控系統之行動式人機介面。一方面可以監控製程，一方面也能獲得即時之產品資訊，建構 e 化工廠的雛型，因此在許多工作領域已經導入 PDA 設備達成行動資訊的目的地。本研究導入 PDA 硬體設備並且結合無線網路之便利性遠端監控生產設備，可降低操作監控系統的環境限制。圖 7 為行動裝置 PDA 之監控畫面。使用者可在畫面上方選擇欲監控之機台設備，並藉由模擬 PLC 之 I/O 狀態得知目前機台設備之運作情形，以精簡的畫面

提供使用者即時的生產資訊。同時可對該機台進行遠端控制的功能，不需手動操作硬體控制面板，大大提升了遠端監控之效率，使監控系統更趨完善。

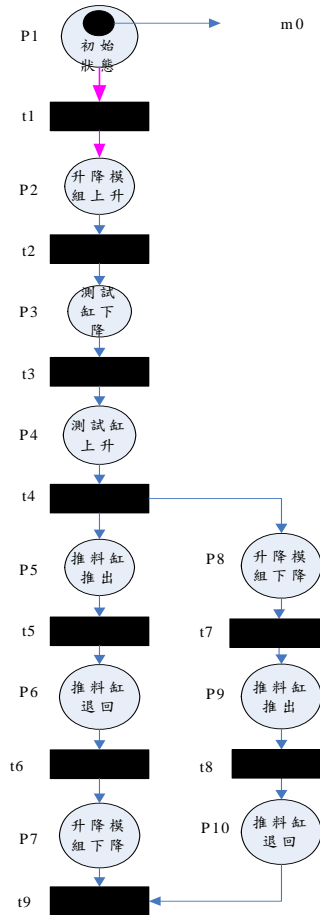


圖 6 測試站之裴氏圖



圖 7 PDA 監控畫面

六、結論

本研究建構一個符合業界現況且不受距離限制的跨平台遠端監控系統，其內容包含應用 SOAP Agents、監控網站設置及資料蒐集等，皆於實用性的考量下建置。並以 MPS 進行實際驗證此架構，採用 SOAP 技術結合 PHP 互動式網頁程式語言使得透過網路來建構具有網頁多媒體功能的人機介面，提高介面修改之彈性，縮短操作者熟悉設備狀況的時間，並以網頁瀏覽器來監控設備控制系統的即時狀態，使監控距離不受區域之限制。此外並導入無線網路 PDA 進行遠端監控，應用 PDA 攜帶便利的特性，提高監控之便捷。本系統所收集到的生產線資料，可供規劃生產計劃、品質控制、產能控制及專家系統等的分析依據。以時間裴氏網路理論為核心不僅對 MPS 進行動態模擬，與以往監控系統的不同之處，在於時間性裴氏網路係透過時間性延遲，來表示動作或狀態的反應，以避免 MPS 發生死鎖的現象。透過即時線上遠端監控系統運作，當系統發生狀況時，可以經由人機界面遠端診斷，並適時予以故障排除。

七、參考文獻

- [1] 胡百敬，"SOAP-讓程式暢行於網路間"，*Hopenet 科技月刊*，Vol. 99，2004 年 8 月，72-79 頁。
- [2] 李耀南，"XML Web Services 在 PCB 控制器遠端服務上的應用"，*機械工業*，Vol. 253，2004 年 4 月，184-196 頁。
- [3] 于子健，許逸書，張文齊，"應用無線通訊技術於 PLC 機械設備"，*機械資訊月刊*，2004 年五月。
- [4] 黃朝源，"輔以 SOAP 技術於跨平台電力品質分析儀之研製"，*國立成功大學電機工程學系碩士論文*，2003 年。
- [5] 黃子儀，"結合 XML 與 SOAP 發展電子病歷傳輸介面之研究"，*國立成功大學資訊管理研究所碩士論文*，2003 年。
- [6] 劉天嵐，"以 XML 為基之企業間資料整合平台設計"，*國立成功大學製造工程研究所碩士論文*，2004 年。
- [7] 陳文欽、陳振臺、林國璋、鄭弘裕，"監控系統資料傳輸技術之研究"，*雲林科技大學科技學刊*，2003 年。
- [8] 陳文欽、陳振臺、宋明隆，"網際網路監控與控制在氣壓自動化之應用"，*機械月刊-氣壓自動化專刊*，2001 年 6 月。
- [9] 陳文欽、鄭弘裕、林國璋、孫錦煌，"PDA 於盤點工作之應用"，*實踐大學電子商務與數位生活研討會*，2002 年
- [10] 張光復，宮大川，1999，"裴氏網基本理論探討"，*Journal of the Chinese Institute Of Industrial Engineers*，Vol. 16, No. 1, pp. 63-83,1999
- [11] 吳添財，"以裴氏網路建構彈性製造系統之動態模擬與線上診斷系統之研究"，*國立高雄第一科技大學機械與自動化工程所碩士論文*，2002 年。
- [12] 程偉豪，"基於代理人群己架構之精敏製造單元執行管控系統設計"，*國立高雄第一科技大學機械與自動化工程研究所碩士論文*，2003 年。
- [13] Wen-Chin Chen and Chen-Tai Chen, "Design of Web-Based Database and Integrated Remote Supervisory System with Its Applications," *2003 International Conference of Industrial Engineering & Engineering Management*, 2003.
- [14] Tsenov, M., "SOAP/XML method used for data exchange between distributed databases," *Intelligent Systems*, Vol. 3, June 2004, pp. 119-122.
- [15] Kai-Shin Lu, Yong-Feng Lin, and Chen, J.J.-Y., "Using mobile agent and SOAP-RPC in an advanced traveler information system," *Intelligent Transportation Systems*, Vol. 1, Oct. 2003, pp. 283-287.
- [16] Alexander Davis and Du Zhang, "A Comparative Study of DCOM and SOAP," *Multimedia Software Engineering*, DEC. 2002,

- pp.48-55.
- [17] Sahai, A., Machiraju, V., Ouyang, J., and Wurster, K., "Message Tracking in SOAP-Based Web Services," *Network Operations and Management Symposium*, 2002, pp. 33-47.
- [18] Curbera, F., Duftler, M., Khalaf, R., Nagy, W., Mukhi, N., and Weerawarana, S., 2002, "Unraveling the Web Services Web: An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI," *Internet Computing*, Vol. 6, No. 2, pp. 86-93.
- [19] Jepsen, T., "SOAP cleans up interoperability problems on the Web," *IT Professional*, Vol. 3, No. 1, Jan.-Feb. 2001, pp. 52-55.
- [20] Petri, C. A., 1992, "Kommunikation mit Automaten", Ph.D. Dissertation, University of Bonn, Bonn.
- [21] Peterson, J. L., 1981, *Petri Net Theory and the Modeling of Systems*, Prentice- Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA.
- [22] Ramchandani, C., 1974, "Analysis of Asynchronous Concurrent Systems By Timed Petri Nets," Phd Dissertation, MIT.
- [23] Uzam, M., Jones, A. H. and Yucel, I. ,2000, "Using a Petri-Net-Based Approach for the Real-Time Supervisory Control of an Experimental Manufacturing System," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 16, No. 7, pp. 498-515.
- [24] Flochova, J., 2003 "A Petri net based supervisory control implementation", *IEEE International Conference on* Vol. 2, pp. 1039 - 1044, Oct.
- [25] Oliver Shaw, Jason Steggles, Anil Wipat, 2006, "Automatic Parameterisation of Stochastic Petri Net Models of Biological Networks", Vol. 151, pp. 111-12