

基於 Wi-Fi 無線網路技術之工具機廠區監控系統建置

陳響亮* 陳明皇

國立成功大學製造資訊與系統研究所

*slchen@mail.ncku.edu.tw

摘要

本研究以嵌入式 Wi-Fi 模組建立廠區工具機無線網路監控系統，以工具機實驗機型進行廠區監控離型實驗與實作，以 ASP.NET 撰寫網頁介面程式，SQL Server 2008 用以儲存資料。廠區工具機監控系統使用溫濕度、振動、噪聲、氣體等感測器佈建感測系統，應用 Wi-Fi 網路基礎設施高普及率、高覆蓋率與高通訊速率之特性，建立基於 Wi-Fi 無線網路技術之工具機廠區監控系統，使得高頻率響應之振動、噪聲等資訊即時遠端監控得以實現。結合實驗室之雲端伺服器，將感測資料傳輸至雲端進行儲存，使用者能於遠端以網頁方式進行遠端數據瀏覽，協助管理者與工程師進行即時決策資訊管理與機台管理。

關鍵詞：Wi-Fi、監控、無線網路。

Abstract

This research is based on embedded Wi-Fi module to construct a wireless sensor network monitoring system on machine tool factory. By using ASP.NET to construct a website, SQL Server 2008 as database to save data, and multiple sensors such as temperature, humidity, vibration, noise, gas, and so on, to build a wireless sensor network by Wi-Fi on machine tool factory, it realizes a real-time and remote monitoring platform to show those information about high frequency response on vibration and noise and etc.. So that managers and engineers can review those information from website to do machine management and make emergent decisions real-time.

Keywords: Wi-Fi, Monitoring, Wireless Network.

1. 前言

1.1 研究動機

現今廠區多以自動化生產為目標，所以該如何實現降低人力成本，具遠端監控能力之工具機系統，是全球製造業致力發展的方向。而在工具機產業中的自動化系統，由工具機之生產參數與廠區監控參數所組成，要將這些技術整合應用於工廠自動化，需有高度技術及進行參數數值分析。若要將這些資料轉換為資訊進行監控，採用資訊系統進行資料的蒐集與管理有其必要性。

現階段廠區自動化監控的研究很多，已有跨過有線進行無線廠區監控之研究。無線系統雖有免於

佈線降低成本等優點，但礙於廠區惡劣環境干擾及無線能量隨時間所導致的信號衰減這二大因素，使無線監控系統無法大量的應用於廠區自動化監控中。目前在廠區機台監控之研究，多半以單機或是 ZigBee 無線網路為基礎，但礙於 ZigBee 傳輸速率慢無法進行即時大量的資料傳輸，且寬範圍網路感測時，需經網路路由節點跳轉後才能達到遠距離傳輸之目的，無法實現單點大量資料傳輸目標。

1.2 研究目的

本研究提出之廠區無線網路監控系統研究將包含下列三點：

- (1) 以嵌入式 Wi-Fi 模組建構廠區感測系統架構，達成降低無線網路建置成本目的。
- (2) 廠區監控以各式氣體、溫濕度等各式感測器佈建，以閾值控制後端風扇排氣裝置及警報系統，保障現場工作人員生命與廠區財產安全。
- (3) 建置遠端監控平台，並設計系統管理介面，以權限分類管理各種身分人員並提供相對服務。

2. 文獻探討

Lin Jinzhou[1]等人(2012)提出了 CNC 工具機系統遠端監控與錯誤診斷之網路架構，以乙太網路為通訊架構，並強調即時性。

Mohd Fauzi Othman[2]等人(2012)分析低功耗的無線感測網路架構，應用於環境監控系統中，Sink Node 接收各感測節點的資訊後透過網際網路傳輸給使用者端的電腦，達到遠端監控的目的。

Andrey Somov[3]等人(2011)發展氣體感測器無線網路(WGSN)於燃燒和氣體的檢測，因氣體感測器有高功耗的特性，該系統以脈波寬度調變(PWM)控制方式為感測器加熱，可以有效地降低功耗。

Kuang-Yow Lian[4]等人(2013)結合 ZigBee 與 Wi-Fi 二種不同通訊協定的無線網路於同一系統上，以 Arduino 整合 ZigBee 和 Wi-Fi 模組實現二種無線網路通訊協定，該系統能於遠端監控家中溫濕度等環境物理量的變化，不須透過電腦執行，降低遠端監控成本，且能針對不同感測信號數據傳輸量選擇不同通訊協定。

3. 研究方法

3.1 建置 Wi-Fi 無線網路監控系統

本論文系統示意圖如圖 1。圖中上面為廠區監控系統區塊，監控無線網路由 Wi-Fi 建置而成，感

測節點佈置於廠區各處，節點上連結各式感測器。於各工具機與高響應動態量測模組上佈建感測，擷取監控系統所需的物理信號進行處理，藉由 Wi-Fi 模組將資料透過 DHCP Server 與網路傳輸給後端的 Web Server，建構出完整的廠區感測無線網路系統。右下為伺服器平台，包含資料庫，此平台負責存取監控及診斷參數。管理者藉由電腦、手機、平板電腦等行動化平台上網，藉由網頁監控廠區之環境感測數據及工具機、重量量測系統監控之結果。

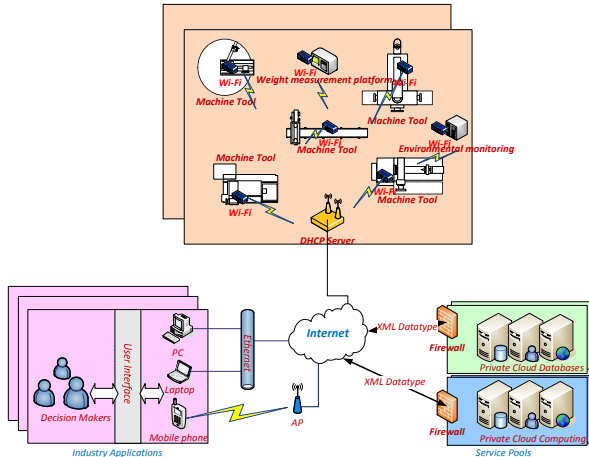


圖 1 廠區無線網路示意圖

3.2 廠區無線網路通訊架構分析

分析及探討於廠區監控系統中適合的無線網路架構及佈建方式，以導入 Wi-Fi 技術為主軸，應用 IEEE 802.11 標準協定中的 IEEE 802.11b/g Wi-Fi 特性建構出適用於廠區監控之高速無線感測網路，依這些要點分析及建立高彈性、低成本之廠區監控架構。廠區監控架構建立將以文獻探討及分析為依歸，比較 ZigBee 與 Wi-Fi 特性，依實際環境、工具機種類為考量，建立廠區之監控系統架構，後續研究將依此架構進行無線網路創建、感測器佈建及監控系統建立的藍圖。

3.3 廠區環境監控感測節點建置

廠區環境監控感測模組架構圖如圖 2，以 Microchip 開發平台 Explorer 16 為核心，負責控制與整合周邊模組，無線 Wi-Fi 模組內嵌於開發平台上，感測器以環境感測與氣體為主，共有整合型的溫濕度模組與一氧化碳模組跟氫氣模組，監控感測應用程式將建置於這些硬體與感測模組之上，建置出一套適用於廠區環境監控之感測模組。該模組將建置於危險氣體區域或密閉空間中進行實驗。

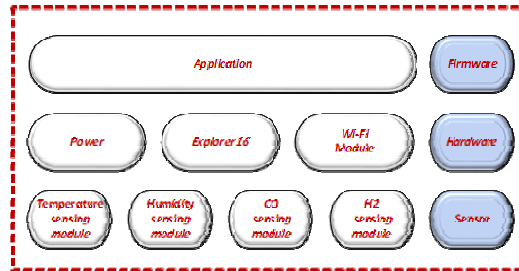


圖 2 廠區環境監控之感測模組架構圖

廠區環境監控感測節點建置流程圖如圖 3，共三大步驟分別為(1)感測器連接與電性測試:開發平台與溫濕度及氣體感測器透過相互連接，以數位或類比方式擷取資料，並驗證電器信號是否良好無不良接觸或短路情況發生(2)連接 Wi-Fi 模組與電性測試:平台與 Wi-Fi 模組透過連接器進行連接，驗證電器信號是否良好且無不良接觸或短路情況(3)無線 AP 連接:搜尋現有無線 AP 並進行驗證與連接測試。

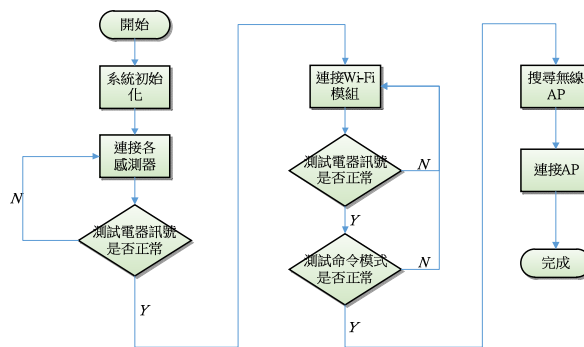


圖 3 廠區環境監控感測節點建置流程圖

3.4 警報及排氣裝置控制與實作

警報裝置在系統中擔任警示與通知人員疏散功能，排氣裝置能達到當一氧化碳外洩時，即時進行排氣與事後警示通報功能。系統藉由實作上述功能，使監控系統能維護人員生命與財產安全，架構圖如圖 4，以排氣與警報二區塊所組成，排氣主要針對 CO 氣體，藉由抽風設備進行安全濃度控制，警報負責擔任 CO 與 H2 感測的警示作用，以 LED 燈示與警報器通知工作人員疏散與處理。

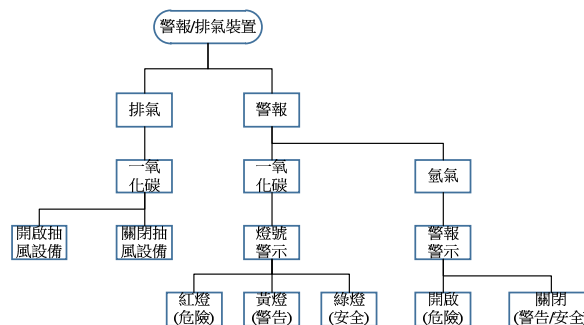


圖 4 警報及排氣裝置架構圖

一氧化碳的監控閾值將依行政院勞工委員會的勞工法令第7條規定:勞動檢查法第28條所定勞工有立即發生危險之虞認定標準規定設置門檻值,當濃度在35ppm以上時即認定危險,需開啟抽風設備。一氧化碳的監控閾值將依勞工安全衛生研究所的物質安全資料表規定,當氫氣暴露時控制氫氣濃度在4000ppm(爆炸下限的10%)以下。

3.5 工具機監控感測節點建置

工具機監控以實驗室模擬廠區方式進行,依現有工具機設備進行感測器網路建置,感測器選用以設備工具機監控最常擷取之關鍵參數為原則,以溫度、振動與噪聲感測器進行佈建。工具機監控平面示意圖如圖5,無線網路佈建位置位於自強校區儀器設備大樓5樓,分別為LAB 95504的小型銑床、五噸全電式射出機和重量量測模組,LAB 95505的三軸光學影像檢測平台。

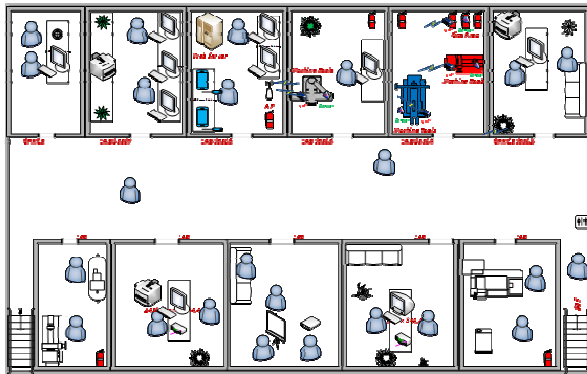


圖 5 工具機監控示意圖

4. Wi-Fi 無線網路監控系統實作

4.1 監控系統實驗情境架構

實驗情境架構如圖6。實作的監控對象共有A~E五區,A區為小型銑床,B區為五噸全電式射出機和重量量測模組,C區為三軸光學影像檢測平台,D區為雲端伺服器,E區為危險氣體區。控制設備共有警報器、警示燈與排氣風扇。

此架構持續感測危險氣體區之溫濕度與氣體濃度,協助現場工作人員持續追蹤溫濕度變化使產品品質不會因環境溫濕度劇烈變化而影響良率,當有危險氣體外洩能即時通報及警告現場人員完成疏散,這些監控參數會儲存於雲端伺服器,做為日後產品不良追溯的參考資料與判別依據。

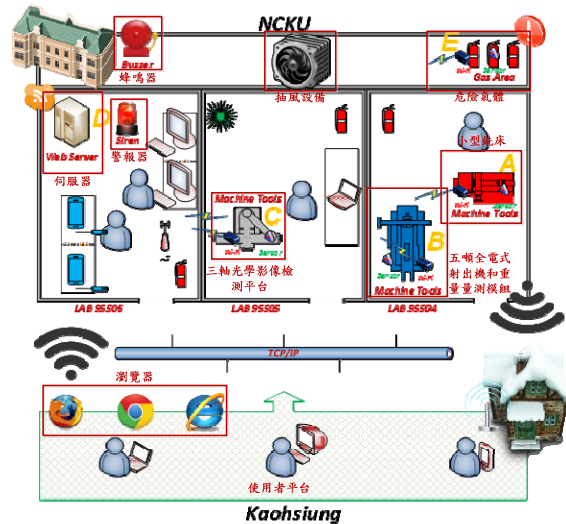


圖 6 監控系統實作情境架構圖

4.2 系統介面實作

以網頁介面實作測試,驗證 Wi-Fi 無線監控系統功能。圖7為監控管理系統圖,將使用者分為三級,針對各個級別設定介面瀏覽權限,以便利廠區進行管理與提升工作效益。以下將依此系統圖進行實驗流程與驗證,依幾個重要功能區分為(1)使用者身分驗證介面(2)廠區公告介面(3)機台監控介面(4)環境監控介面(5)資料庫介面(6)搜尋介面(7)權限維護介面。

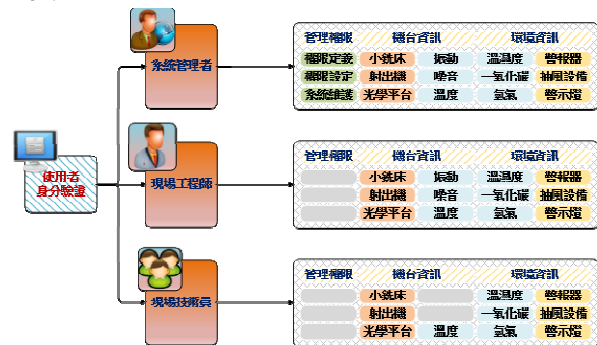


圖 7 監控管理系統圖

4.3 使用者身分驗證介面

網頁登入介面開始如圖8,為使用者身分驗證畫面,系統會依此驗證帳號之權限,依權限不同進入不同的使用者權限介面,通過驗證後才能使用該網頁進行監控功能。



圖 8 使用者身分驗證介面

4.4 機台監控介面

此介面以機台監控即時擷取數據顯示為目的，以小銑床、射出機、影像檢測平台與重量量測模組進行感測數據監控，安裝感測器依機台特性於機台不同位置進行測試。圖 9 為機台監控介面實作成果，將溫度、振動、噪聲感測數據顯示於介面上並更新感測值，達到即時感測與遠端顯示目的。



圖 9 機台監控介面

4.5 環境監控介面

此介面以環境監控即時擷取溫濕度、危險氣體數據顯示與警報裝置控制為目的，共有溫濕度與 2 種氣體跟警報設備，該章節以危險氣體區環境同時進行感測數據監控，並透過網頁伺服器顯示實作結果。

警報裝置電路架構以 Explorer 16 為核心，如圖 10 實驗電路方塊圖，周邊電路負載需求電源有直流與交流，因此電路供應二種電源來驅動周邊電路設備，感測器經類比轉數位信號後給控制器處理與判斷，根據結果去控制後端排氣風扇、警報器與警示燈，完成環境監控警報裝置控制功能。

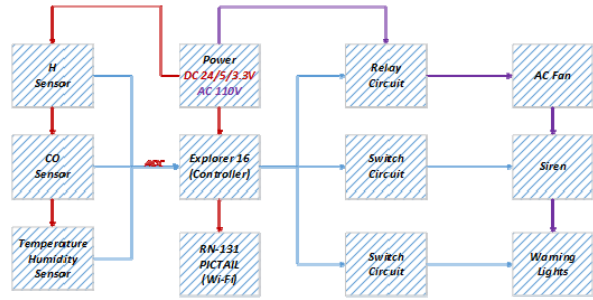


圖 10 警報裝置控制電路方塊圖

在警報裝置控制電路中，排氣風扇和警報器切換電路如圖 11 所示，排氣風扇電路作動時由主板 Explorer 16 上的控制器 I/O 進行控制，當送出高電位訊號時，電晶體 1815 將進入飽和區視同開關 ON，使繼電器激磁讓排氣風扇通過電流開始啟動排氣功能。二極體 LL4148 為逆向感應電動勢所造成的大電流提供電路保護，避免產生火花使繼電器接點老化或損壞延長切換次數與壽命，右邊 LED 為功能作動時的指示燈。警報器切換電路功能和排氣風扇電路作動時原理相同。

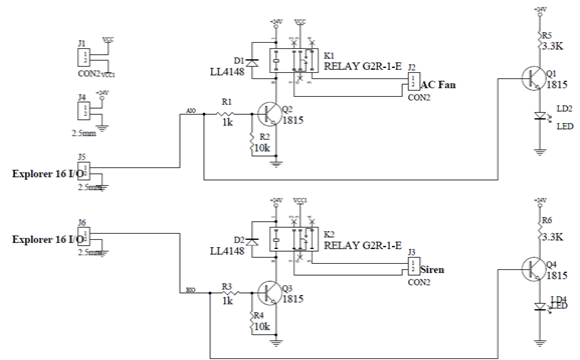


圖 11 排氣風扇和警報器切換電路圖

圖 12 為環境監控介面實作成果，共分二個部分，危險氣體區氣體監控與警報裝置動作狀態，氣體監控顯示環境現場溫濕度與各項氣體感測值，感測數據顯示於介面上並不斷更新感測值，達到即時感測與遠端顯示之目的。系統依氣體閾值設定去控制警報裝置，一氧化碳 4000ppm 以上或氫氣 35ppm 以上時動作，程式流程圖如圖 13，網頁介面將各警報裝置最新的狀態更新於網頁上，便利使用人員於遠端了解廠區現場狀況。



圖 12 環境監控介面

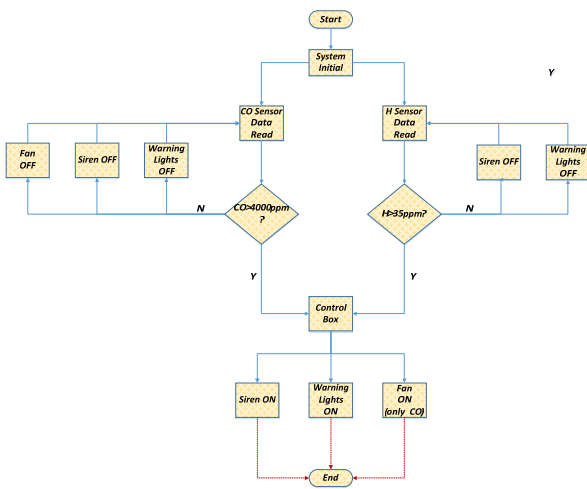


圖 13 警報裝置實驗程式流程圖

4.6 資料庫介面

資料庫介面以遠端儲存各監控工具機與氣體感測資料為目的，共規劃設計小銑床、射出機、光學檢測平台、重量量測模組、氣體與環境溫濕度，目前實作小銑床與射出機資料庫儲存系統，並透過網頁伺服器顯示實作結果，如圖 14。

工具機廠區監控管理系統						
系統使用者帳號清單						
使用者帳號	使用者權限	角色權限	控用狀態			
編輯 刪除 A001	<input checked="" type="checkbox"/> 管理者 <input checked="" type="checkbox"/> 工程師 <input checked="" type="checkbox"/> 技術員 <input checked="" type="checkbox"/> 新增	Admin	<input checked="" type="checkbox"/>			
編輯 刪除 A002	<input type="checkbox"/> 管理者 <input type="checkbox"/> 工程師 <input type="checkbox"/> 技術員 <input type="checkbox"/> 新增	Operator	<input checked="" type="checkbox"/>			
編輯 刪除 A003	<input type="checkbox"/> 管理者 <input type="checkbox"/> 工程師 <input type="checkbox"/> 技術員 <input type="checkbox"/> 新增	Operator	<input checked="" type="checkbox"/>			
編輯 刪除 A004	<input type="checkbox"/> 管理者 <input type="checkbox"/> 工程師 <input type="checkbox"/> 技術員 <input type="checkbox"/> 新增	Operator	<input checked="" type="checkbox"/>			
編輯 刪除 A005	<input type="checkbox"/> 管理者 <input type="checkbox"/> 工程師 <input type="checkbox"/> 技術員 <input type="checkbox"/> 新增	Operator	<input checked="" type="checkbox"/>			
編輯 刪除 A006	<input type="checkbox"/> 管理者 <input type="checkbox"/> 工程師 <input type="checkbox"/> 技術員 <input type="checkbox"/> 新增	Operator	<input checked="" type="checkbox"/>			

小銑床							
項目	機台	日期	時間	溫度	振動	轉速	
1	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	34.8	124.7	82
2	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	34.8	124.8	81
3	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	34.8	126.8	87
4	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	34.8	127.5	88
5	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-46	34.3	126.8	88
6	小銑床	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-46	34.3	126.2	84

射出機							
項目	機台	日期	時間	溫度	振動	轉速	
1	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	54.2	98.6	99
2	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	54.2	99.2	100
3	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	54.2	94.3	98
4	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-45	54.2	91.5	98
5	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-46	55.8	95.6	101
6	射出機	2013/8/5	上午 12:00:00	21.08-46	55.8	92.7	105

圖 14 資料庫介面

4.7 權限維護介面

此介面以管理各使用者權限為目的，共規劃管理者、工程師、技術員與預留新增四個權限選項，管控不同帳號使用的功能差異。系統管理者可以進行權限設定與更新，並瀏覽每位使用者目前權限設定狀態，如圖 15。



圖 15 權限維護介面

5. 結論

本研究以 Wi-Fi 技術為基建立無線網路監控系統，建置不同工具機與佈建不同感測器於實驗區域中，再透過雲端伺服器儲存資料後透過網頁呈現，本研究遠端監控系統與傳統監控系統導入前後比較表如表 1。

本研究成果分述如下：

- (1) 實作基於 Wi-Fi 技術之低成本無線網路監控平台，Wi-Fi 以嵌入式模組設計，大幅降低傳統監控系統建置成本，成本分析如表 2。
- (2) 實作基於 Wi-Fi 技術之無線網路監控系統，已具廠區與機台感測信號監控遠端監看介面，達到行動化的目的。使用者權限與功能介面已具遠端管理系統雛形。

表 1 系統與傳統監控系統導入前後比較表

	導入前	導入後
系統成本	高，工業監控模組成本高，且須線材建置成本與監控電腦。	低，嵌入式系統架構，無須線材佈建。
維護成本	高，線路老舊問題與非人為破壞造成。	低，僅須少量定時檢測成本。
傳輸速率	低，難以應用於複雜監控網路應用與高頻率響應感測信號擷取。	高，可符合低速與高速監控網路的要求，使用彈性高。

基礎設施	無，須重頭架設監控系統。	多，能於任何有AP之地點組成遠端監控網路。
------	--------------	-----------------------

表 2 系統與傳統監控系統成本分析表

	傳統監控	Wi-Fi 監控
人力成本	監控室人力 1 員： 30,000/月	行動化監控平台： 隨着隨查不須監控室人力
設備成本	PC 主機*1:20,000 RS-485 模組*32: 32*3000=96,000 線材 100m: 30*100=3,000	平板電腦 *1:10,000 Wi-Fi 模組*32: 32*1000=32,000
維護成本	1,000/月	無
總成本估計 (月)	130,000	42,000

致謝

感謝高科技設備前瞻技術發展計畫 HTED 302205501 與國科會 NSC 100-2221-E-006-053-MY2 之計畫對本研究之經費提供與技術支援，由於國科會與賜福科技公司的支持，使本研究得以順利進行，特此致上感謝之意。

參考文獻

- [1] Lin Jinzhou, Jiang Dayong, "Research on the Remote Monitoring and Fault Diagnosis of CNC System Based on Network," in Proc. Applied Mechanics and Materials, Vol. 141, pp. 465-470, Nov. 2012.
- [2] Mohd Fauzi Othman, Khairunnisa Shazali, "Wireless Sensor Network Applications: A Study in Environment Monitoring System," in Proc. International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012), Vol. 41, pp. 1204-1210, 2012.
- [3] Andrey Somov, Alexander Baranov, Alexey Savkin, Denis Spirjakin, Andrey Spirjakin, "Development of wireless sensor network for combustible gas monitoring," in Proc. Sensors and Actuators A: Physical, Vol. 171, pp. 398-405, Nov. 2011.
- [4] Kuang-Yow Lian, Sung-Jung Hsiao, Wen-Tsai Sung, "Intelligent multi-sensor control system based on innovative technology integration via ZigBee and Wi-Fi networks," in Proc. Journal of Network and Computer Applications, Vol. 36, pp. 756-767, Mar. 2013.