

網路可操作式智慧型家電控制系統之開發

王煌城¹ 陳信男² 劉蓉芝² 蔣正敏²

1. 國立宜蘭技術學院電子工程系副教授

2. 國立宜蘭技術學院電子工程系學生

摘要

為了能達到控制家電的目的，一理想家電控制系統應可經由網際網路控制遠端的家電用品，達到保全與節約能源的目的，並讓使用者可隨心所欲掌握即時狀況。本研究以 LonWorks 開放式網路為基礎，開發一可透過網際網路操控之智慧型家電控制系統，其優點在不改變原有系統的控制方式下，有效率而智慧化地使各控制單元整合於網路中，增進系統彈性並降低功能擴充成本與操作複雜度，更具有高可靠度與擴充性。本文描述網路可操作式智慧型家電系統的整體系統架構，說明控制節點之設計與相關網路變數之設定，並描述與網際網路結合之方法，再透過監控管理的設備來達到遠端監控之目標。

關鍵詞： 開放式網路、遠端監控、互操作性、預測式 p-堅持型載波監聽多重存取

Development of a Network-Operable Intelligent Domestic Appliance Control System

Hwang-Cheng Wang¹ Hsin-Nan Chen² Jung-Chih Liu² Jheng-Min Jiang²

1. Professor, Department of Electronic Engineering, National Ilan Institute of Technology

2. Student, Department of Electronic Engineering, National Ilan Institute of Technology

Abstract

We describe the development of a network-operable intelligent appliance control system. The system is based on an open network standard, the LonWorks, and has such distinctive features as improved efficiency, low cost, ease of operation, high reliability and expandability, and interoperability. It allows control to take place remotely from anywhere, anytime over the network. We adopt a bottom-up modular approach, starting with the design of control nodes and correct settings of network variables, followed by system integration via proper network configurations. Tools that facilitate the design and integration processes are also examined. Through the effort, we hope to help achieve the goal of a pervasive infranet.

Key Words : open network, remote monitor and control, interoperable, predictive p-persistent CSMA

一、緒論

家庭網路常被稱為網路的最後一百公尺，深入家庭之中，也是近年來網路發展的目標之一[20]，而其主要功能有二，其一為連接家中之電腦與娛樂設施，另一則為連接各項家電設備，達到控制目標[8]。其中第二項目標更可以擴充，涵蓋大樓中各種非傳統資訊設備的連接與控制。隨著嵌入式系統之日益普及，此種趨勢必將更為明顯，使網路的發展由內部網路(intranet)與網際網路(internet)，進一步跨入基礎架構網路(infranet)的紀元。有鑑於此發展趨勢，本研究以 LonWorks 為基礎，建構一家電控制節點，並探討將該節點整合入網路中之方法。

LonWorks 採用開放式網路架構，提供使用者選擇最合適產品或自行開發產品的自由，這些產品滿足互操作性(interoperability)的要求，實現隨插即用(plug and play)的理想。LonWorks 之特點可參見[9]，其重要者如下：

- 採用遵循 ISO 定義的開放系統互連(open system interconnect)LonTalk 通信協定，為具備完整七層架構之開放標準。
- 支援主從式或對等式結構，提供匯流排型、星型、環型、混合型等自由網路拓模結構。
- 支援多種通訊介質，包括雙絞線、電力線、光纖、同軸電纜、射頻、電纜與紅外線，其中電力線採數位訊號處理技術以提高傳輸品質。
- 採用 Predictive p-persistent CSMA，負載較輕時，可使媒體存取延遲最小化；而在負載較重時，可使衝突的可能性最小化。
- 網路通信採用物件導向設計方法，可簡化設計工作並提高通訊的可靠性。
- 一網域上的網路節點數可達 32385 個，具備良好擴充性。

由於這些特性，LonWorks 已被 ANSI、EIA、CEMA(消費電子製造業協會)等組織採為 709 號家庭自動化、樓宇自動化與其他應用之標準[18]，也被考慮做為製程自動化標準之基礎[7]。

LonWorks 的技術核心以神經元 Neuron 晶片實現，Neuron 晶片為一單晶片系統(system on a chip)，整合計算與通訊能力於單一晶片上，採多處理器架構，內含三顆 8 位元 CPU，其一為媒體存取控制處理器，處理 LonTalk 協議的第一、二層，包括驅動通信子系統硬體和執行媒體存取演算法。第二顆 CPU 為網路處理器，處理 LonTalk 協議的第三至六層，負責網路變數的處理、定址、網路管理和路徑選擇等。第三顆 CPU 為應用處理器，負責執行使用者所編寫的應用程式及其所呼叫的作業系統服務。Neuron 晶片可執行以 Neuron C 撰寫之應用程式，一執行 Neuron C 程式的節點最多可定義 62 個網路變數；節點可被視為物件，網路變數則用以定義節點物件之輸入與輸出。將通訊與處理功能分散至各節點是 LonWorks 的重要理念，可簡化設計與整合工作。

以下第二節首先描述所要開發系統之整體架構，第三節以具體實例說明控制節點之設計與網路變數之設定，第四節描述系統整合之方法與步驟，讓使用者得以透過網路進行家電之監控，第五節為結論與對系統擴充之建議。

二、系統架構

系統整體架構如圖 1 所示，首先利用 LonPoint 控制模組設計控制家電設備的電路(即為 Node 節點設備)，當 Node 節點設備設計完成後，透過 iLon1000 控制介面的 WebServer 及 Router 兩種功能，來達到 LonWorks 網路系統的整合。再將 iLon1000 及網路攝影機結合於網際網路中，建構出一個智慧型家電控制系統，讓使用者可上網觀察或了解家電的運作狀況，並撰寫特定的網頁來控制架構中的家電設備[4]。

任何家電必須透過管理者電腦中 16 位元的 ISA 介面卡與通訊協定為 LonTalk 的電腦連接，使 PC 能夠控制 LonWorks 網路中每個 Node 節點設備 [5]，如圖 2 所示。此介面卡支援三種不同的 LonWorks Channels 的雙絞線通訊介質，分別為 TP/FT-10(自由拓模所使用的規格)、TP/XF-78 及 TP/XF-1250 等三種 [11] [12]，再經由不同的收發方式(例如雙絞線、電力線載波等)進入網路[10]，使得控制模組得以與主控電腦雙向溝通[3]。

當 Node 節點設備架設完成後，利用 LonMaker for Windows 所附設的 Microsoft Visio 軟體來建構新的節點操縱圖，利用軟體中的 Function Block 來設定每個家電設備所需要的網路變數。再藉由智慧化 LonWorks 監控網路介面 iLon1000 與所架設好的家電硬體整合運用，如此才能夠利用網頁來操控這些變數。並由網路攝影機將所擷取之畫面，載入所寫之網頁中並經由網際網路與 LonWorks Network 系統的整合，連接於家電控制系統中，進而在網頁中遠端操作控制及觀察家電狀態，如圖 3 所示的網路攝影機可以監視家電控制系統的動作情形。

三、控制節點之設計與網路變數之設定

LonPoint 介面模組主要是用於與各種不同的類比和數位感測器介面，故有數位及類比模組之分 [13]，本研究將針對數位模組來控制家電的開關(電風扇)及照明(檯燈)系統。數位輸出模組各有 18 個 IO 接腳，其中 DI - 10 數位量輸入模組(Model 41100)內部結構如圖 4，可輸入 4 路開關量或接點信號，本系統中即是以一路開關來控制檯燈、三路開關來控制電風扇各個級數。DO - 10 數位量輸出模組 (Model 41200) 內部結構如圖 5，可輸出 4 路開關量，每路輸出端最大可提供 110mA 電流，可吸收 400mA 電流，有 4 只 LED，分別可顯示每路輸出信號的狀態，我們將以一只輸出接端作為控制檯燈設備，另三只輸出接端則控制電風扇設備。由於 DO-10 數位輸出模組所輸出的電壓為直流，而常用的家電用品為交流電壓供應，故必須以直流轉交流之電路作為介面轉換，才足以達到家電設備的驅動，簡單的驅動電路如圖 6 所示。

整合上述的電路，將 DI-10 數位輸入模組與 DO-10 數位輸出模組之電源線及雙絞線連接一起，而 DI-10 模組上的開關將可控制 DO-10 模組上的輸出電路，進而讓家電接受到驅動的電壓而動作。圖 7 電路即是 LonPoint 控制模組之硬體架構。要使電路動作需利用 LonMaker For Windows 管理軟體[13]設定以雙絞線為介質的 LonWorks 網路系統，並配合 Microsoft Visio 的圖控軟體來操作 LonPoint 控制模組所完成的電路。圖 8 為 Visio 軟體所建構出來的 Function Block，用以控制 DO 或 DI 的動作。每個 Function Block 都會產生各自所擁有的網路變數，進而對這些變數值做調整更改，即可改變模組間的動作情形。

假設檯燈 DI 輸入模組的 Function Block 所擁有的網路變數為 Nvi_input，而 DO 模組的 Function Block 所擁有的變數為 Nvo_output。將 DI 及 DO 中的 Function Block 輸出入關係互為連接，則只要電路中的 DI 模組的開關撥動後，將會送出 Nvi_input 變數值給 DO 模組 Function Block 的 Nvo_output，此代表 DO 模組的輸出將會受到變數的設定值而產生電壓輸出，啟動直流轉交流電路，帶動檯燈的開啟。相對的電風扇的各級數的控制也是採類似方法，網路變數的輸出入關係即可讓所有家電動作。

四、系統整合與監控

iLon1000 控制介面有兩個 LonWorks 網路邏輯功能：LonWorks WebServer 和 Router。將 LonWorks 控制網路和基於 Internet Protocol (IP)的資料網路連接需靠 iLon1000 模組中的 WebServer 功能來完成；而 Router 動作即是做一個間接的 LonWorks 網路系統的網路卡，做為一虛擬的 LonWorks 網路介面，來與家電設備互相連接。當在啟動 iLon1000 控制介面時，必須先讓此兩種功能動作，才可使用在監視、控制以及上傳資料至網際網路，透過瀏覽器可以從網際網路直接控制家電設備或傳送家電的狀態以進行監視。

(一) 透過 iLon1000 Router 驅動控制節點

iLon1000 模組可使用 iLon1000 Router 的功能結合網際網路，產生 LonWorks/IP Channel。其功能乃當做一個間接的 LonWorks 網路系統的網路卡，做為一虛擬的 LonWorks 網路介面，來與節點設備互相連接藉以控制檯燈明亮或其他家電的操控。所以 LonWorks/IP Channel 不像傳統的通道一般，不是以實體的線路去佈局，連接方式也不是以傳統的接點一個一個去連接，而是以靜態的 IP 去定義，這些靜態 IP 位址形成一虛擬線路，這些由靜態 IP 所構成的虛擬線路讓 PC 和 iLon1000 以及網路可以相互溝通，就像傳統以雙絞線架構的網路一般。圖 9 即是使用 iLon1000 當成 LonWorks 路由器的基本架構圖。

於 TCP/IP 中的通道可能只是一個夾帶 TCP/IP 封包的導線而已，也可能是網際網路，因為虛擬的線路已經由 iLon1000 產生。特別要注意所設定的 LonWorks/IP Channel 最多只能包含 40 個節點設備，如果安裝時超過了這個限制，就要另外產生多重的 LonWorks/IP Channel。在設定前要先確定 iLon1000 的一些 IP 相關設定已經完成(例如 IP 位址子網路遮罩、閘道器等)，其中 iLon1000 的通訊協定需要每個元件的 IP 位址，若為動態 IP 將會使 iLon1000 在一段時間隨著動態 IP 的改變，而抓不到設定值，導致須常常更新位址才得以控制，所以這些位址必須要為靜態 IP。

iLon1000 Router 的設定完成之後，最重要的是需要設定一個“虛擬網路介面”(virtual network interface)。Vni 的設定方式與 PC 的部分是相同的，但從超級終端機底下看 PC 上 port 顯示為“1629”，而在虛擬網路介面的部分 port 要設為“1628”，必須使 PC 與虛擬通道間有不同的 Port 設定值[15]，LonWorks 網路系統自然會分辨實際及虛擬通道的不同。相關設定都完成之後，就可將設定好的 iLon1000 模組和 LonWorks/IP Channel 連線，在連線成功後，表 3 為 iLon1000 模組上各個 LED 顏色所代表的狀態。設定完成之後，再以 Visio 軟體建構 iLon1000 Router 的操控介面圖，來連接兩個不同結構的網路類型，不須透過 LonWorks 網路系統的 PCLTA 網路卡來建立通道，直接透過所設定完成的虛擬通道即可驅動節點設備。

(二) 控制節點整合於 iLon1000 WebServer

iLon1000 WebServer 需要經過 PCLTA 網路卡控制電風扇或其他家電的控制，一開始利用作業系統中的超級終端機設置 iLon1000 的網頁伺服器，則網路通訊協定 LonTalk 自動設定一網頁空間，以存放網頁控制程式[1]，可利用 FTP 軟體將所設計好的網頁控制程式放入所預設的空間中，藉由網頁控制的方式運用遠端控制家電節點設備[14][16]。由於 iLon1000 的操控埠連接於 PC 中的 COM 埠，故開啟終端機設置 COM 埠內容時，表 1 內容必須與 PC 中 COM 埠有相同的設定值。再用終端機設定 iLon1000 網頁伺服器之內容，並設定 iLon1000 網頁伺服器中的 IP 位址各項設定，且此 IP 設定必須為靜態且唯一，表 2 中為 IP 位址必備的設定指令格式[6]。

利用 LonMaker For Windows 軟體配合 Visio 圖形建構軟體[13]，再將 iLon1000 的設備設定於之前已建構完成的 LonPoint 控制模組中，以連接網路變數，如圖 10 所示。圖中首先建立 LonWorks 網路系統架構，即會在 Visio 軟體下產生基本的 LonWorks 網路通道。設置 LonPoint 介面模組中以 DI/DO 數位輸出入模組所設計的家電系統及 Function Block 中所對應的輸出入模組及相關的網路變數 (DI 模組的網路變數 Nvi_input, DO 模組的網路變數 Nvo_output)。為使 iLon1000 設備可透過網路並用瀏覽器控制開關設備，所以必須再設置 iLon1000 所對應的 Function Block 及相關的網路變數，則 DI/DO 模組中的網路變數可與 iLon1000 的網路變數相對應，而改變 iLon1000 中之網路變數值，則 DI/DO 模組中的電路也會相繼動作。

Visio 軟體下建構完成後，接著須在 iLon1000 網路伺服器中撰寫 LonWorks 所屬特定的 HTML 網頁程式語言，即可讀取 Function Block 所設 DI 模組中的 Nvi_input 網路變數及 DO 模組中的 Nvo_output 網路變數，基本的程式寫法如下：

```
.....
<form action="new_page1.htm" method="get">
<iLonWeb_url>
input=<iLonWeb FUNC=ShowValue SYMBOL=Nvi_input></iLonWeb><p>
Output=<iLonWeb FUNC=TextField type=text SYMBOL=Nvo_output></iLonWeb><p>
<input type="submit" value="update">
</form>
.....
```

網頁中的 input 部份為 DI 節點中的網路變數。當模組電路中的開關扳動時，網頁中的網路變數值隨之變動，相對的家電的開關被啟動而隨之動作。相同地，output 也是網路變數之一，因為對應到 DO 輸出部份，所以只要改變網頁中的數值，則輸出的開關設備也會隨之動作。所寫的測試網頁用瀏覽器顯示如圖 11，其中網路變數值所代表之意義如下：100 代表可調 0 至 100 級的亮度、0 無意義(為輔助數字)、1 是開啟設備(反之 0 為關閉設備)。

(三) 使用攝影機影像監控管理

當家電順利地被操控之後，必須要有監視系統的設備來做監控管理的動作，而在設定 IP 位址給 CCD 網路攝影機之後，都會有原廠所預設的網頁內容[2]。由於我們只要擷取網頁中的畫面，其他網頁中的圖文是不需要的。故設法更改預設網頁中的 Html 語言與 Script 語言，將所需畫面取出另設計屬於自己的網頁。將以下的 Script 語言加入，即可展現網路攝影機所要

```
.....
var BaseURL=http://140.111.79.87;
//在此加上網路攝影機設定時的 IP 位址，如此就單單只擷取畫面而已
var DisplayWidth="640";
var DisplayHeight="480";
//這三部份為設定擷取畫面的大小，通常設為 640 x 480 之長寬
.....
```

各模組架構整合完成，即可達到控制家電的目的，所設計出的家電控制系統可經由家庭網路連線至網際網路，進而可從網際網路上控制遠端的家電用品，達到節約能源的目的，使系統操作不再侷限於現場，讓使用者更能隨心所欲掌握即時狀況。

五、結論

LonWorks 技術之特色為開放式網路，軟體硬體設計應用容易簡單，欲學習控制網路之應用、硬體之設計，使用 LonWorks 網路為最佳選擇之一。本文所描述的家電控制系統具備了許多項新理念與系統特色：第一、系統可以透過開放性的技術，將不同廠家所生產的設備結合在一起，提供不同的控制監視功能。且監控網路上的器材、設備彼此能相互的連動，訊息相互的傳遞，增加了系統的互操作性。第二、監控系統網際網路化，經由網路將控制監視領域提升至網際網路，使得系統操作不再侷限於現場，讓使用者更能隨心所欲掌握即時狀況。第三、在不同傳輸媒介間的轉換，由於監控技術的進步，創造了不同媒介的通訊轉換技術，跨越以前雙絞線的限制，展現了無線、雙絞線、電力線的混合控制平台，且能穩定地傳輸信號。

此研究還有下列幾點可以繼續研發：第一、擴充本研究的結果，將通訊介質的雙絞線透過路由器，便可再連接電力線家電控制系統，使系統功能更為強大。第二、我們將以其他控制模組，如 LonPoint 之 AI、AO 部分[14]，再行發展更多的類比家電系統控制，如自動控制溫度調節系統及警報器系統，使家中的安全防盜及能源節約功能更進一步地加強。第三、增加節點間之互動，使感測節點與致動節點更密切配合，例如溫度監測節點偵測到溫度已達到臨界值，則可通知空調控制節點做必要的處理，而此互動關係可透過一 script 語言來描述。

六、附錄：Predictive p-persistent CSMA 協定

(一) LonTalk 協定

LonWorks 所使用的通訊協定為 LonTalk 協定，可應用於各種自動化系統，並遵循國際標準化組織（ISO）定義之開放系統互連（OSI, Open System Interconnection）模型，也提供 OSI 所定義的七層服務，如表 4 所示。

(二) CSMA 演算法

在 LonTalk 通訊協定中，MAC 子層所採用的演算法是屬於 CSMA (Carrier-sense Multiple access/載波感測多重存取)家族[17][19]，而 CSMA 演算法要求網路上的每一個節點在傳送資訊之前必須先監聽通道，確認通道是空閒的。CDMA 常見技術可以分為兩種：CSMA/CA (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Avoidance/載波感測多重存取/碰撞迴避)，其主要模式為碰撞迴避的方式，使用於無線區域網路協定 802.11 系列；CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection/載波感測多重存取/碰撞偵測)協定以競爭的方式爭取傳輸權。若有兩個傳輸端同時要求傳送封包，就會造成碰撞(collision)，這時正在傳輸的傳送端全部都必須停止傳送，以 exponential backoff 方式等一段任意時間(random time)後再重新監聽，此種方法使用於乙太網路與控制器區域網路 CAN 中[22]。CSMA 家族有各種不同的演算法，按照佔用通道的方式，可分為三種：non-persistent、1-persistent、與 p-persistent [21]。

(三) Predictive p-persistent CSMA 演算法

Predictive p-persistent 演算法在傳送前會先監聽通道，如果通道忙碌，節點會繼續監聽，直到通道為空閒；如果通道為空閒，則有機率 p 的機會傳送封包。機率 p 乃依據網路負載決定，利用預測演算法，可以預測下一次所需傳送之封包大小，並據以調整 p 值，達到最佳化效果。在負載重的網路上，為減少碰撞發生機會，則增加隨機時槽(random slots)數，節點會隨機分佈在比原來多的隨機時槽上，這些隨機時槽會隨著網路負載的輕重而增減。

當網路預測到負載增加時，節點將分佈在更多的時槽上發送資料，增加的時槽數由參數 n 決定。參數 n 為對通道上所需傳送資料量，亦即網路負載之估計，故 n 代表下一回合可能發送封包之節點數，其範圍為 $1 \sim 63$ ，而隨機時槽的數目為 $16n$ ，換言之，隨機時槽的數量為 $16 \sim 1008$ 。所以網上每個節點在發送資料之前，會先預測 n 值，來調整隨機時槽；當網路負載最輕時，隨機時槽數為 16 ；網路負載最重時，隨機時槽則可延伸到 1008 。調整好隨機時槽數後，會以機率 p 的機會傳送封包，而 $p = 1 / (n \times 16)$ ，隨機時槽增多，則 p 值會降低，傳送機率也會降低。

(四) n 值之預測

每個節點在發送封包前，會先查看封包的資訊，因為在其所要傳送的封包中，包含了準備要接收該封包的節點數 m ，節點本身目前的 n 值再加上準備要接收封包的節點數 m 後，即產生新的 n 值： $n = n + m$ ，而在節點傳送封包結束時，其 n 值會自動減 1 。如此一來，每一節點可動態地預測有多少節點要發送封包；預測的精準度越高，則網路負載重時，發生碰撞的機率會越小，系統也越能正常工作。和傳統 CSMA 比較起來，此演算法能有效降低碰撞次數，但仍無法完全避免碰撞的發生。

七、參考文獻

1. 周家麟等, (1998), 「智慧型網路影像監控系統」, 淡江大學資訊工程學系。
2. 邱建評, (2000), 「LonWorks 技術結合 Internet 應用於家庭自動化」, 國立臺灣科技大學電機工程系碩士學位論文。
3. 陳力之等, (2000), 「Realing 與 LonWorks 技術之應用」, 機電整合雜誌, 第 44~56 頁。
4. 葉碩, (2000), 「LonWorks 網路之應用現況」, 機電整合雜誌, 第 52~56 頁。
5. 溫琇玲等, (2001), 「開放式智慧化建築之整合在校園暨校舍規劃之應用研究」, 內政部建築研究所。
6. 蒲冠志, (2000), 「雙向通訊與網路資金庫用戶服務自動化之應用」, 第十九屆電力研討會, 第228~232頁。
- A. Bauer and P. Rössler, (2002), A Hard Real-Time Bus Arbitration Protocol based on EIA-709, 14th Euromicro Conference on Real-Time Systems, Vienna, Austria, pp. 127-133.
7. Dutta-Roy, (1999), Networks for Homes, IEEE Spectrum, vol. 36, no. 12, Dec.
8. Echelon Corporation, (2001), LonWorks in Brief.
9. Echelon Corporation, (2001), LonWorks FTT-10A Free Topology Transceiver User's Guide.
10. Echelon Corporation, (2001), LonWorks PCLTA-10 User's Guide.
11. Echelon Corporation, (2001), LonWorks PCLTA-10 & 20 & PCC-10 Read me.
12. Echelon Corporation, (2001), LonMark for Windows Integration Tool User's Guide.
13. Echelon Corporation, (2001), LonWorks LonPoint Module Hardware Installation Guide.
14. Echelon Corporation, (2001), LonWorks iLon1000 User's Guide.
15. Echelon Corporation, (2001), LonWorks iLon1000 Internet Server Model 7200x Introduction.
16. Echelon Corporation, (1995), Determinism in Industrial Computer Control Network Application.
17. D. Loy, D. Dietrich and H.-J.Schweinzer, (2001), Open Control Networks: LonWorks/EIA 709 Technology, Kluwer Academic Publishers.
18. R H. Schweins and D. Heffernan, (1998), Retrofitting a Deterministic Access Control Policy to a Non-deterministic Control Network.
19. Scientific American Special Report, (1999), High-Speed Data Races Home, Scientific American, Oct. (series of brief articles, each discussing a different access technology)
20. A.S. Tanenbaum, (2002), Computer Networks, 4th edition, Prentice-Hall.
21. W. Wolf, (2001), Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design, pp. 464-467, Morgan Kaufmann.

91 年 09 月 16 日投稿

91 年 10 月 11 日接受

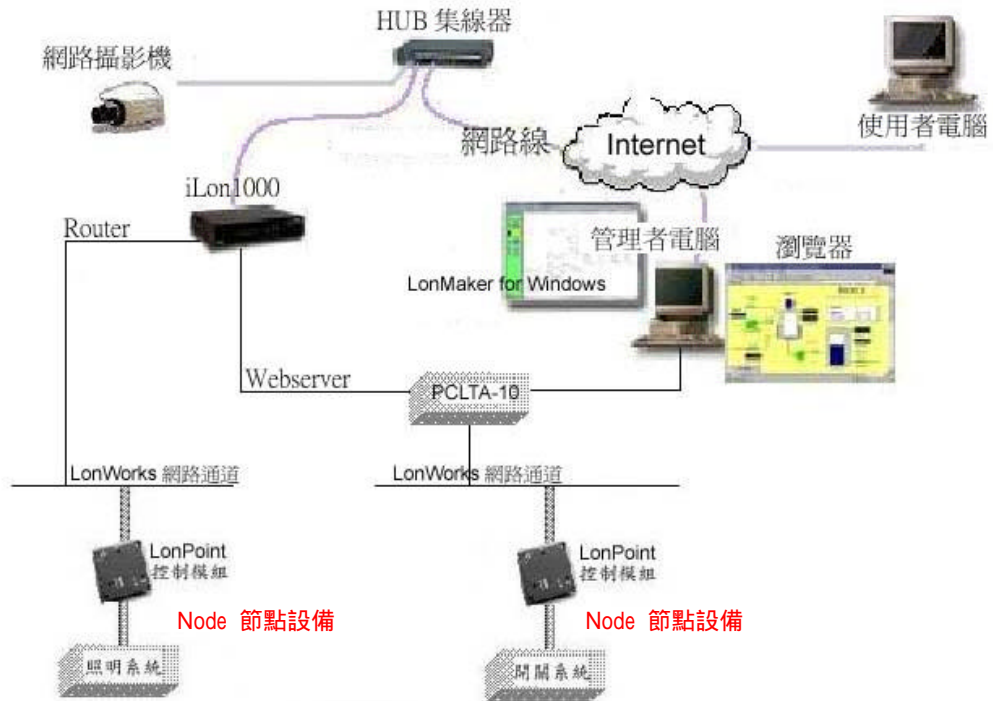


圖 1 整體系統架構圖

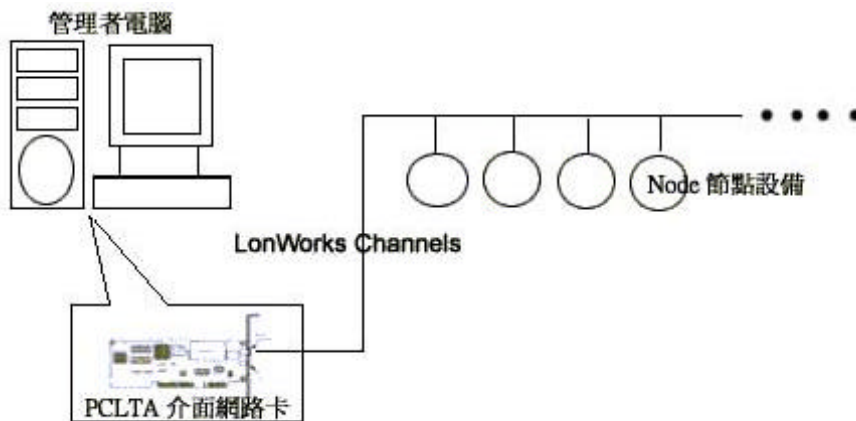


圖 2 PCLTA 介面網路卡透過 LonWorks 網路之連接架構圖

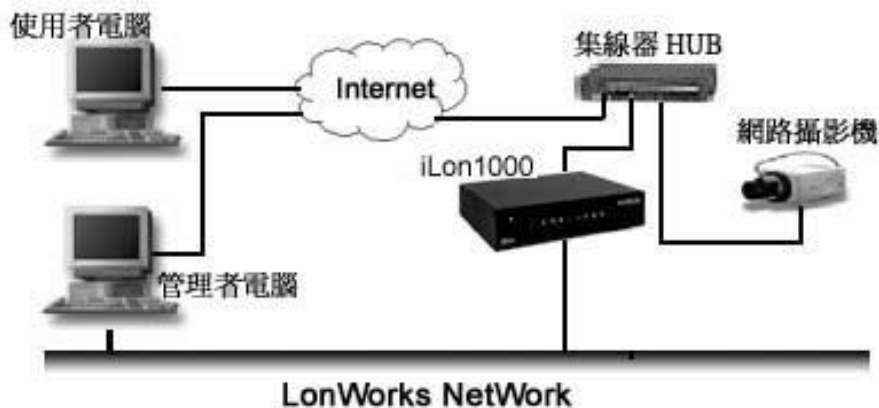


圖 3 iLon1000 模組結合於 LonWorks 網路系統之架構圖

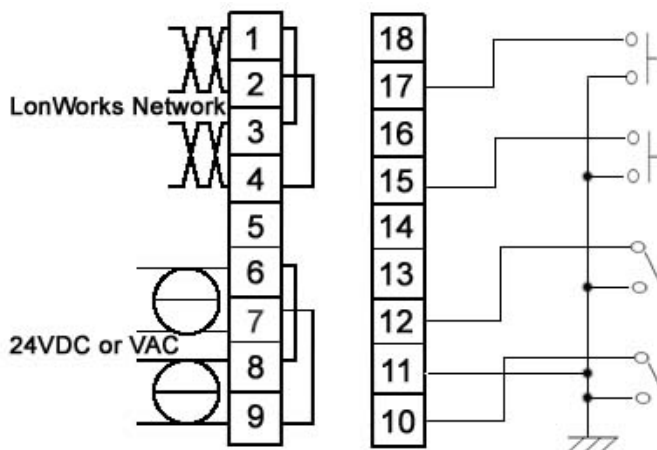


圖 4 DI - 10 數位輸入模組 (Model 41100) 內部圖

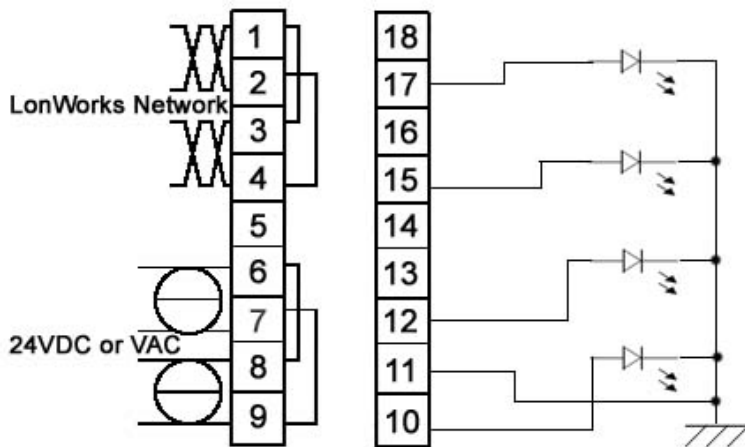


圖 5 DO - 10 數位輸出模組 (Model 41200) 內部圖

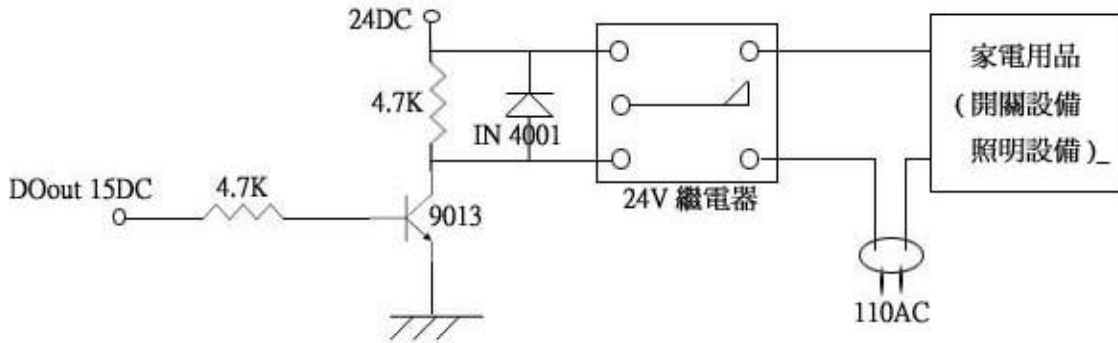


圖 6 直流轉交流之電路圖

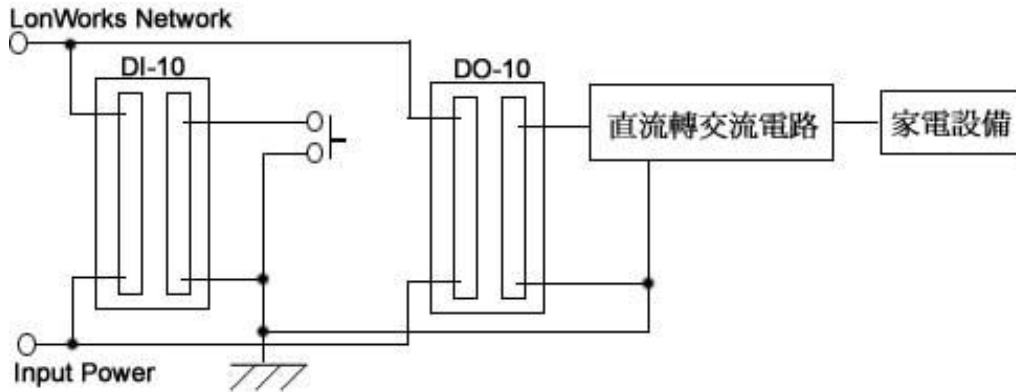


圖 7 LonPoint 控制模組硬體架構圖

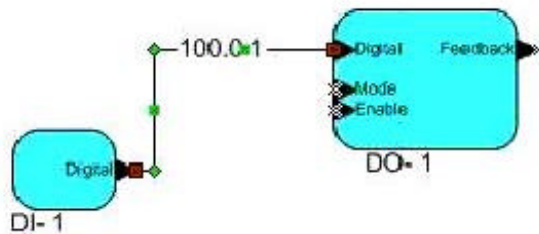


圖 8 Visio 軟體之 Function Block 操控網路變數圖

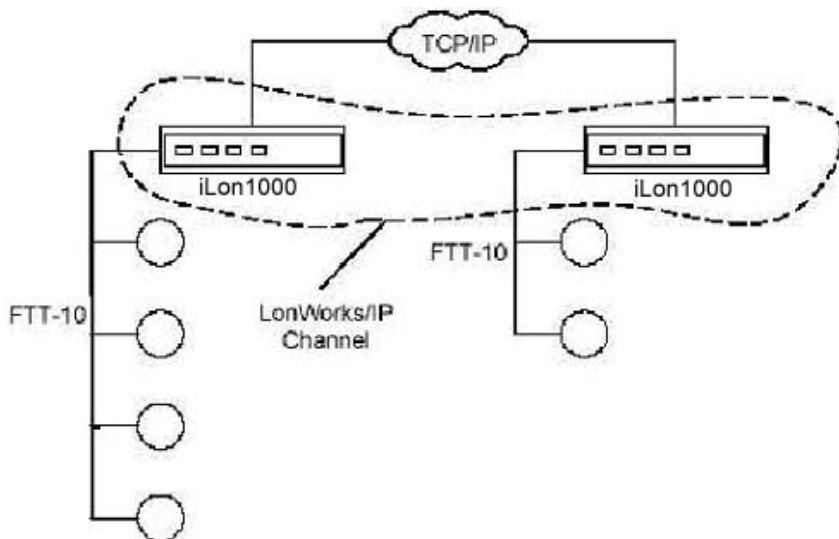


圖 9 iLon1000 當成 LonWorks Router 之基本架構圖

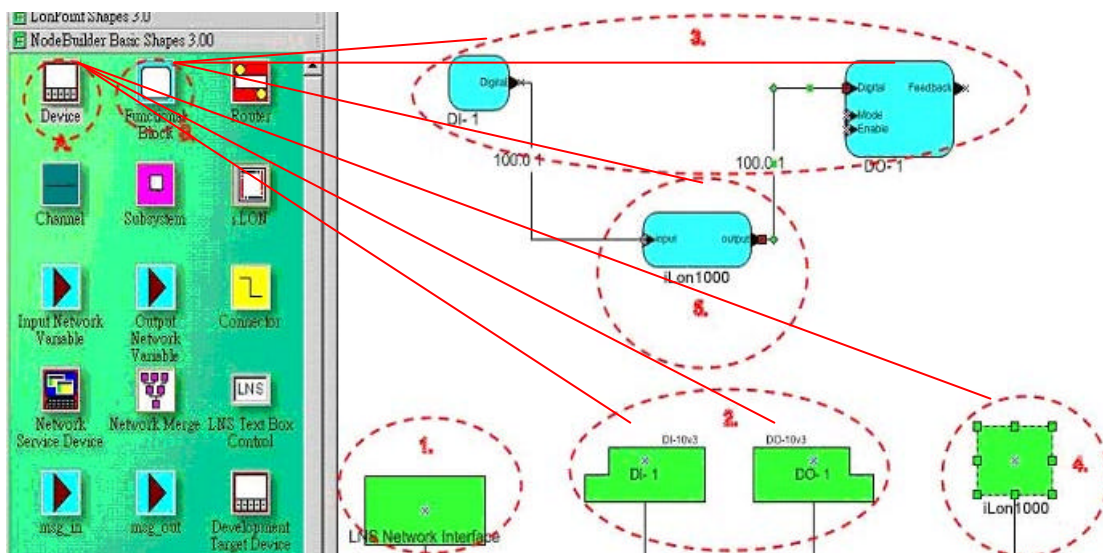


圖 10 LonPoint 模組結合 iLon1000 模組於 Visio 圖形建構軟體中之步驟

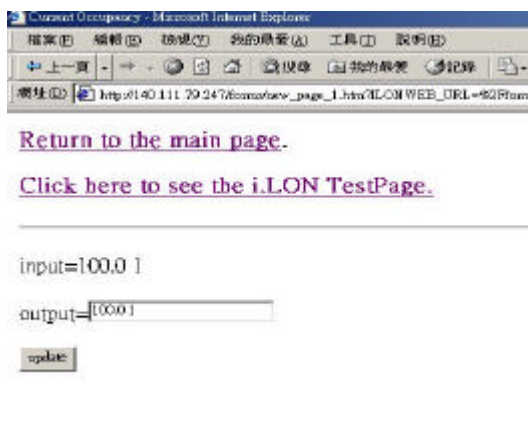


圖 11 運用 iLon1000 模組之 WebServer 所設定之測試網頁

表 1 COM埠設定值

每秒傳輸位元	9600
資料位元	8
同位檢查	無(none)
停止位元	1
流量控制	無(none)

表 2 iLon1000 WebServer 之 IP 位址設定表

指令格式	範例說明
ipaddress <i>address</i>	ipaddress 140.111.79.72 此必須為靜態 IP 位址
subnetmask <i>address</i>	subnetmask 255.255.255.0 設定網路遮罩位址
hostname <i>name</i>	hostname myilon 設定主機名稱，進入終端機設定所需的代表名稱
gateway <i>address</i>	gateway 140.111.79.254 設定閘道器位址以便通訊下個 IP 位址
ftppuser <i>name</i>	ftppuser user 當使用 FTP 軟體傳輸資料時所需的帳號名稱
ftppassword <i>password</i>	ftppassword guest 當使用 FTP 軟體傳輸資料時所需的密碼

表 3 Configuration server 顏色之狀態描述表

顏色	狀態描述
淺藍色	正常，但裝置未經過連線動作
綠色	正常，且裝置經過連線後成功動作
紅色	裝置連線失敗，通常為設定錯誤導致
黃色	正常，但裝置開啟後過久未動作時間測試失敗
紅/白色	裝置未開啟

表 4 LonTalk 協定

OSI 層	提供之服務	
Layer 7 應用層	LONMARK 物件，配置特性標準網路變數類型，文件傳輸	
Layer 6 表示層	網路變數，應用消息	
Layer 5 會話層	請求/回應服務	
Layer 4 傳輸層	應答消息，非應答消息，雙重檢查，通用排序	
Layer 3 網路層	點對點定址，多點之間廣播式定址，路由消息	
Layer 2 鏈路層	LLC	framing，資料解碼，CRC 錯誤檢查
	MAC	Predictive p-persistent CSMA，衝突避免，優先順序
Layer 1 實體層	介質，電氣介面	