

儀器科技研究中心 103 年期末成果報告

以濁水溪示範區域為例-系統儀器開發—系統介面

計畫主持人：廖泰杉

報告日期：中華民國 103 年 12 月 31 日

目錄

一、	計畫目的.....	3
二、	工作項目.....	3
三、	具體成果.....	3
3.1	橋梁管控系統架構.....	3
3.2	橋梁管控系統電力系統佈局架構.....	4
3.3	RS-485 與乙太網路(Ethernet) 傳輸介面之開發	5
3.4	與奈米中心合作開發橋墩監測應力感測器傳輸介面.....	8
四、	結語.....	9
伍、	參考文獻.....	9

一、 計畫目的

橋梁安全管控系統計畫為參與防災監測系統之研發—以濁水溪示範區域為例之儀器系統開發計畫，儀科中心參與濁水溪計畫經分工後之工作重點為中沙大橋、名竹大橋、自強大橋與西濱大橋之通訊數據傳輸系統之研發整合，103 年繼續進行名竹大橋佈建通信傳輸系統，提升現行濁水溪計畫無線數據傳輸之可靠度。一旦完成開發後，將可對於國內先進橋梁防災預警寬頻通訊數據傳輸，提供更有效的河川水流、水量資訊，坡地資訊等，降低災害預警之成本與時效性，支援政府之災害預警的準確性，並達成國內防災預警儀器相關需求。

二、 工作項目

以濁水溪示範區域為例-系統儀器開發—系統介面計畫中儀科中心於 103 年工作項目主要為 2 項，其分別如下：

1. 配合國震中心所建立濁水溪示範流域或其他實驗站進行橋梁管控系統製作技術發展。
2. 與學界合作橋梁管控有關相關之儀器或模組本土化技術可行性研發評估。

三、 具體成果

將分別針對各項成果簡介如下：

3.1 橋梁管控系統架構

在建立訊號轉換系統及電源供應系統前，必須要先知道橋樑管控系統的系統架構以及控制方法。系統本身的結構是由一台使用 Linux 系統的電腦經由乙太網路對外通訊，並對內用乙太網路及 RS-232、RS-485 三種通訊協定控制包含沖刷量、水壓、水位、振動及影像等數據的各種感測器彙整。其系統架構如圖一所示：

橋樑管控系統開發 – 系統架構圖

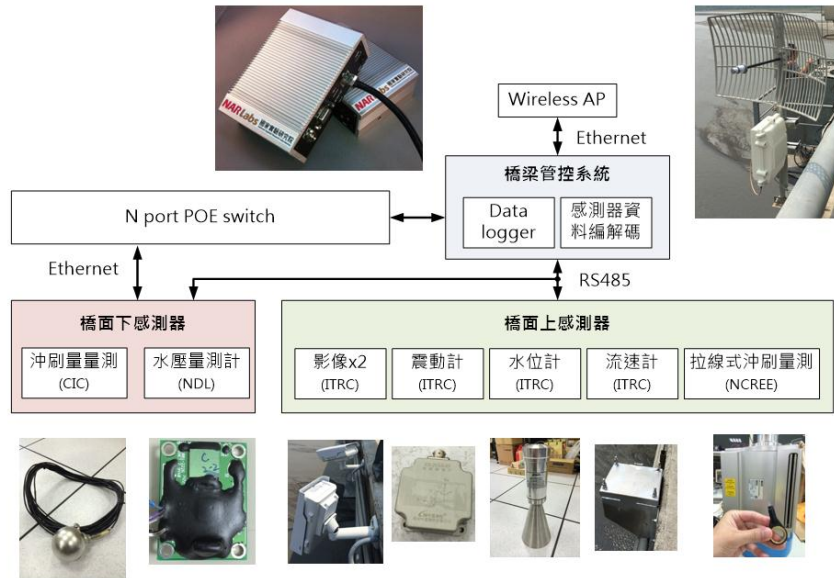


圖 1:橋樑管控系統架構圖

3.2 橋樑管控系統電力系統佈局架構

濁水溪流域實驗之四座橋之橋樑管控系統電力系統佈局與感測器通信架構示意圖，如下圖 2 所示。總電源以交流 110/220V 橫向將電源由堤岸傳輸至感測器之橋墩上方，進入管控箱後分別轉換為直流 12V、24V、48V 供不同感測器與工業嵌入式電腦使用。感測器之通信架構以 POE 與工業級嵌入式微電腦做連結。其 POE 整合了電源傳輸與感測器訊號於一條網路線的優點，方便工業嵌入式電腦擴充不同的感測器，而不會影響整體系統架構。

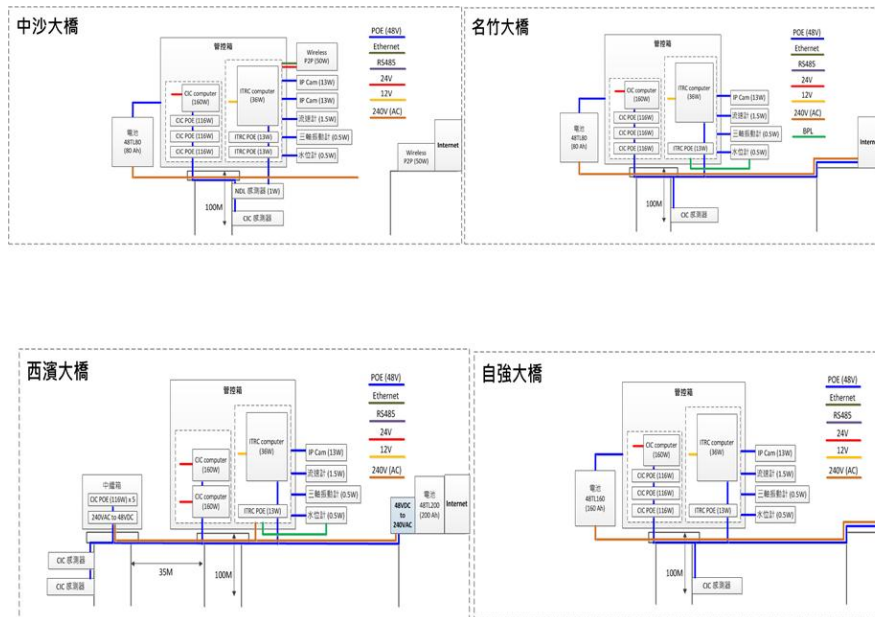


圖 2 濁水溪流域之「中沙大橋」、「名竹大橋」、「自強大橋」、「西濱大橋」電力系統佈局與感測器通信架構示意圖

3.3 RS-485 與乙太網路(Ethernet) 傳輸介面之開發

由於大多數感測器使用 RS-485 作為通訊方式，所以在控制各種感測器前，必須要先建立將 RS-485 訊號轉換為乙太網路訊號的轉換器。在這邊我們選擇利用附帶網路通訊功能的 Arduino Ethernet 作為訊號轉換系統的硬體，並利用 Arduino 公司提供的編輯語法撰寫訊號轉換的程式。基本版的訊號轉換器需要可以讀取感應器自動送出之訊號並轉換至乙太網路訊號輸出。其程式流程如下圖 3 所示：

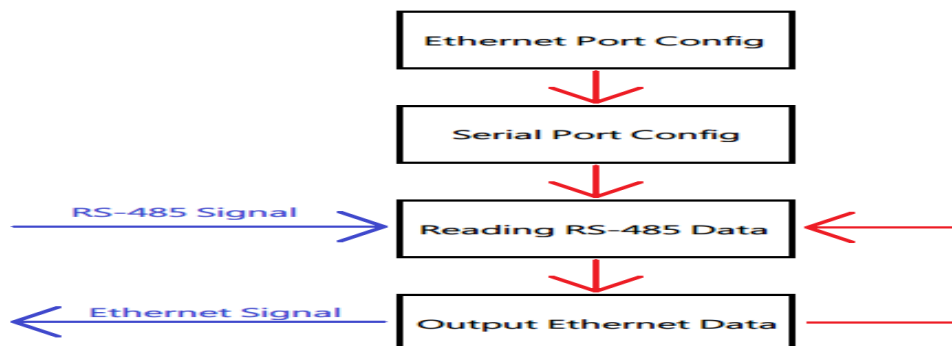


圖 3 訊號轉換系統程式架構圖

利用 Arduino 公司提供的編輯語法完成訊號轉換程式前，必須先利用電腦確認程式語法及邏輯正確，所以我使用電腦輸出訊號以驗證程式是否正確。但由於電腦只能夠輸出 RS-232 訊號，而 Arduino Ethernet 的 Serial Port 通訊格視為 TTL 訊號，所以需要額外連接一個 RS-232 轉換 TTL 的訊號轉換器。轉換器功能驗證系統如圖 4 所示：

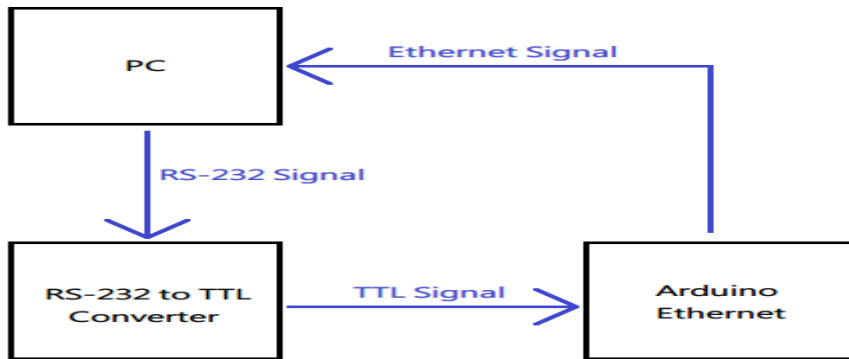


圖 4 訊號轉換器功能驗證系統

確認訊號轉換器可以順利轉換 RS-485 訊號至乙太網路訊號後，開始進入轉換系統與感測器的整合工作。以控制水位計為範例說明前，必須要了解水位計的控制指令，然而水位計原廠的使用說明並沒有完整提供控制水位計的方法，所以我利用示波器讀取原廠提供的程式輸出之訊號並還原至二進制，解析出控制水位計的指令格式如下表 1：

表 1 水位計的指令格

Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
Meaning	STX	Sensor ID	Function	Data	Data	Data	Data	Sum Check

其中第三個 Byte 描述指令的功能，分別如表 2 有以下幾種不同的功能：

表 2 水位計第三個 Byte 描述指令的功能

Value(Dec)	Function
49	full tank calibration
50	empty tank calibration
225	upload distance calibration timers
231	enter RS-232 or 485 mode
245	enter MODBUS RTU mode
254	read data from sensor

而水位計回傳的資料總共有 68 Bytes，其中比較重要的資料位於下列位置如表 3 所示：

表 3 水位計回傳的重要資料位置參數資料

Byte	4	6,7	28,29	57,58	61,62
Meaning	error flag	temperature	distance	Full Tank Calibration	Empty Tank Calibration

因為水位計需要外部輸入控制指令後才會回傳測量數據，所以原本的訊號轉換程式無法直接套用在於水位計上，而是需要加入自動輸出控制指令的功能，所以我稍為修改原本的程式，讓他可以自動輸出控制訊號，並在確認感測器回傳測量資訊之後擷取正確的資料轉換至乙太網路輸出。修改後的程式結構如下圖 5 所示：

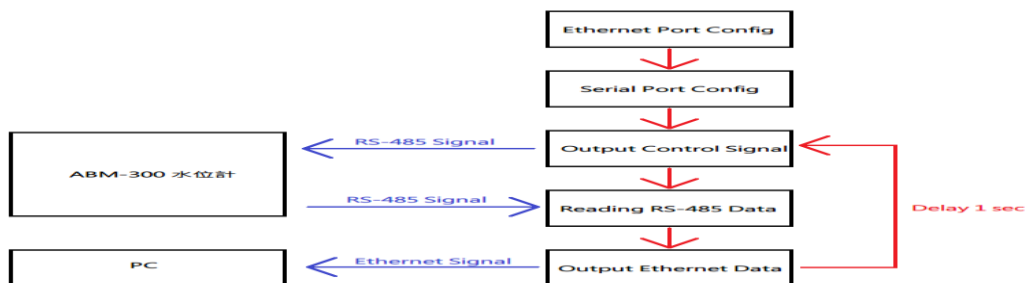


圖 5:水位計控制系統程式架構圖

完成並確認水位計用的訊號轉換器可以正確運作後，由於感測器是使用 RS-485 以及 RS-232 作為通訊格式，但是 Arduino Ethernet 的 Serial Port 通訊格式視

為 TTL 訊號，所以我們必須在 Arduino Ethernet 板上額外增加 RS-485/232 to TTL 的訊號轉換電路。在這邊我們選用 MAX485 以及 MAX232 來製作訊號轉換電路。完成訊號轉換電路後將感測器、信號轉換系統整合，完整的電路架構圖如下圖 6:

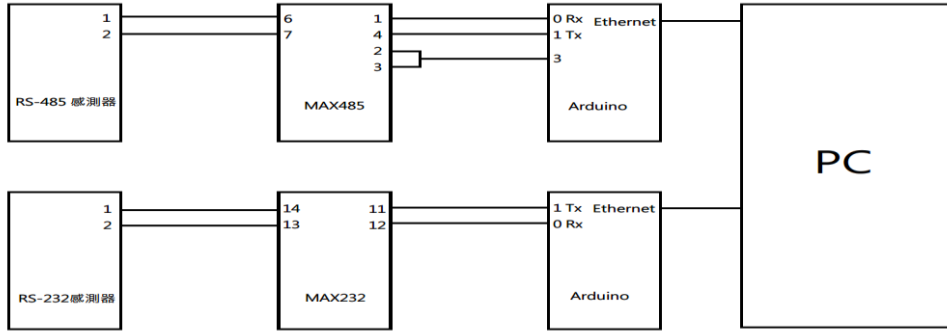


圖 6:感測器與轉換電路整合

完成所有電路整合後，由於 Arduino Ethernet 板是利用 Power Ethernet 提供 9V 電源，然而感測器需要 12V 電源才能正常運作，所以需要製作可以將 Arduino Ethernet 提供的 9V 電源轉換為 12V 輸出的變壓器。所以在整合的系統外增加一個 9V 轉 12V 的變壓器電路，增加此一電路後，系統經過測試後即可安裝於橋上。

3.4 與奈米中心合作開發橋墩監測應力感測器傳輸介面

奈米中心開發應力感測器，應用於橋墩監測，其每一感測器輸出之通信格式為 RS232，又由於應力感測器需以串接的方式置於橋墩上，儀科中心協助與奈米中心共同開發 POE 資料處理模組(POE Gateway module)。其主要功能為，將串接之奈米感測器之個別輸出，整合於單一 POE 輸出訊號。如圖 7 所示。其並列輸入之 RS232 訊號，經 Field-programmable gate array (FPGA)處理解碼後，再經由後級 MCU 將串列 RS232 訊號轉換為標準 POE 訊號輸出至橋梁管控系統內之電腦端。

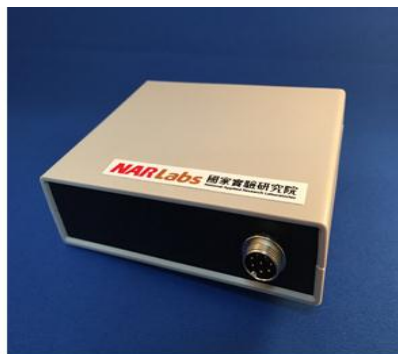
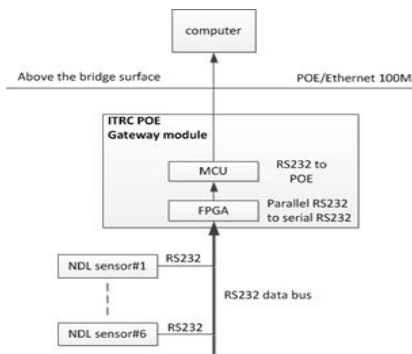


圖 7 (左) POE 資料處理模組之系統架構圖; (右) POE 資料處理模組之外觀圖

四、結語

橋梁管控系統將裝設於濁水溪流域四座橋，分別為「中沙大橋」、「名竹大橋」、「自強大橋」、「西濱大橋」。其系統架構感測器方面可分為橋面下感測器與橋面上感測器。橋面下感測器以晶片中心與奈米中心所製作的的沖刷量量測與水壓量測計為主。橋面上感測器則包含影像模組、三軸震動計、水位計、流速計四種物理量量測儀為主。儀科中心與晶片中心之感測介面系統係以 Power over Ethernet(POE) 網路通訊介面(或等同介面)為連接。儀科中心之橋墩管控模組與國網中心之資料傳輸介面係以工業級嵌入式微電腦架構連至 WI-FI 無線通信系統或直接傳至堤岸上之中繼點後再以有線網路傳至國網中心。橋墩管控模組包含工業級嵌入式微電腦或其它嵌入式系統用於處理感測數據編解碼，也用於保存感測的數據之控制，萬一市電因風災效應產生斷電時，則會啟用備用電源系統將資料做資料儲存，等待市電恢復後繼續傳輸。目前架於濁水溪之「中沙大橋」與「名竹大橋」之管控系統可以傳輸 CIC 中心開發之水下感測器，奈米中心開發之感測器與水位計資料，三軸震動計資料，及每分鐘 2 筆影像監測資料。未來將持續讓流速計等其他次系統感測資料順利回傳;另外自強大橋與西濱大橋之管控系統亦將繼續建立與運轉。藉由 103 年儀科中心主要成果，希望未來能夠再透過相關計畫持續成果精進與改良，發展更完善之本土化防災儀器與相關實際應用產品，以提昇台灣在防災與儀器產業之國力。

伍、參考文獻

1. Arduino Open-source electronic prototype platform data sheet
2. XL403D Digital Accelerometer user manual
3. ABM 300 雷達波水位計 資料手冊
4. RG-30 雷達流速計 資料手冊