

河堤監控系統之實作

Implementation of Embankment monitoring system

¹劉仲鑫

²葉彥德

¹ Chung-Hsin Liu

² Yen-Te Yeh

¹中國文化大學資訊工程學系

¹Department of Computer Science and Information Engineering,
Chinese Culture University

²中國文化大學機械工程學系數位機電碩士班

²Graduate Institute of Digital Mechatronic Technology,
Chinese Culture University

摘要

由於人們工作忙碌長時間，無法以人力監控環境的狀況，導致環境安全防護的重要性日益成長。因此本研究設計並實作一套河堤監控系統，完全不需花費沈重的維護費，而享有對於環境監控安全防護的服務。

本篇研究主要的貢獻是可以與 Zigbee 和相關設備結合，然後整合 WSN 提出一套即時環境監控系統，利用 Zigbee 和少數感測器來取代傳統人力，不但可以減少電力成本，同時也改善以往傳統監控系統無法偵測即時突發狀況，本系統也可整合 WSN 技術做其他消防、偵煙等相關之應用服務。

關鍵字：河堤監控、Zigbee、WSN

Abstract

Because people busy for a long time, unable to monitor the condition of the human environment, leading to the importance of the growing environmental security. Therefore, this study design and implement an embankment monitoring system for complete without spending heavy maintenance costs, and enjoy security for embankment monitoring services.

The main contribution of this chapter is to study may be combined with Zigbee and related equipment, and then come up with a real-time environment to integrate WSN monitoring system, using Zigbee and a few sensors to replace the traditional manpower, not only can reduce electricity costs, but also improve the monitoring of traditional The system can not detect the immediate emergency situation, the system can also be integrated WSN technology to do other fire, smoke detectors and other services related to the application.

Keywords: embankment monitoring, Zigbee, WSN

1. 前言

由於人們工作忙碌長時間，無法以人力監控環境的狀況，導致環境安全防護的重要性日益成長。雖然加入保全防護系統是一項常見的選項，但是其維護費用對一般使用者是一項沈重的負擔。因此本研究設計並實作一套環境監控系統，完全不需花費沈重的維護費，而享有對於環境監控安全防護的服務[1-3]。

本研究主要探究在物物相連的無線感測網路為主，透過感測器將溫、濕度，光度，加速度等環境監控因子透過，無線網路方式回傳，接下來再透過無線網路方式，來操控網路攝影機，來針對環境進行監控錄影。

堤防用來防範治水，已經有相當久遠的歷史，遠在四千年以前，我國就以堤防防範黃河水患。堤防的主要目的在使水不至於向旁邊氾濫，保障堤後低地田地房舍的安全，不被洪水淹沒。

每當颱風或是水患時，潰堤事件就常常傳出。而河堤的長度相當長，以傳統的人力監測，往往必須耗費大量人力跟機具，來達成河堤監測，並且無法在緊急事件當下馬上得知。[4]

因此本研究採用之標準為有高度網路延展性，支援多種拓樸架構，可靠的 IEEE 802.15.4 的 ZigBee 無線網路為標準，進行相關開發跟研究。

由於整體監控頁面要能夠在遠端監控，為了能夠跨平台跟符合便利性，本研究採用微軟 Microsoft .net framework 2.0 以上版本進行，網頁環境的開發，撰寫的語言使用 C#。

2. 研究背景

2.1. 河堤環境

河堤主要的功用在一一定的河道內，能使洪水安全而以規律的宣洩，且增其推移砂礫的能力，不至於沿途堆積，但是其缺點在於因為堤防緊束水，使得堤外之洪水位較之前增高，在堤防後端，無從排水而出，如果遇到堤防潰決，所造成的經濟損失將較無堤防時更加嚴重。[5]

對於河道段面能否容納計畫大洪水量，依據應用水利學公式(流速公式，流量公式)來計算，針對砂礫質或泥沙質河川之河寬，亦可依下述探討決定。

由於砂礫質河川，多屬急流河川，以應用水流推移力學說(Tractive-force theory)較為合適。

1. 推移力(或稱曳引力， Tractive force)

在等速流中，水流加於河床上的平均力量，而與水流同一方向者稱為推移力。

$$T = rDS \text{ kg/m}^2 \quad (1)$$

其中，T 表示河床上每單位面積所受之推移力；D 表示水深m；S 表示水面坡降；r 表示水之單位重量 kg/m^2 ；

2. 臨界推移力(Critical Tractive force)

水流之推移力逐漸增加至等漁獲大於構成河床質的阻力時，河床質將開始移動，而在其臨界狀況下的推移力稱為臨界推移力。根據 Shiclds 在 1936 年作有系統實驗，臨界推移力與河床物質之關係如下式：[6]

d=平均粒徑

Ss=河床質比重

g=地心引力 常數

V=水之動粘滯性(Kinetmatic Viscosity)

而大多數都是由下部結構，先遭受損害，而後全部盡毀。也有因為不當的剪力產生的結構體扭曲變形，進而斷裂，倒塌的情況。更勝者是超出負荷的應力，造成堤岸的損壞。應力定義為「單位面積上所承受的力」。

公式記為

$$\sigma_{ij} = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \frac{\Delta F_j}{\Delta A_i} \quad (2)$$

其中， σ 表示應力； ΔF_j 表示在 j 方向的施力； ΔA_i 表示在 i 方向的受力面積。

因為面積與力都是向量，如果受力面積與施力同方向，則稱為正向應力，如圖 1 所示的 σ_x 與 σ_y ；如果受力面積與施力方向互相正交則稱為剪應力(shear stress)，如圖 1 所示的 τ_{xy} 與 τ_{yx} 。

「內應力」指組成單一構造的不同材質之間，因材質差異而導致變形方式的不同，繼而產生的各種應力。[7]

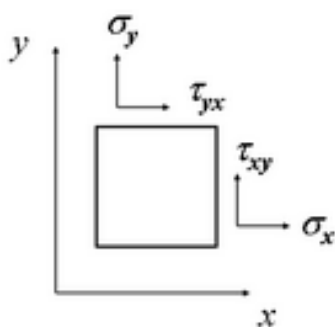


圖1剪應力示意圖

目前所採用的檢測方式，主要是以人力至現場來進行河堤狀況的監測，往往耗費人力，失去即時性，再加上許多河堤多處在偏遠地區或是難以跨越的地區，更造成無法有效佈置傳統的線路與檢測基礎設施。舊有的感測器，資料擷取系統等監測設備，單價高昂，體積龐大，對於各種檢測項目，還必須採買相對應的感測裝置，在系統設置時嚴重受限於訊號的傳輸線的長度跟線路佈

置，而不同的設備彼此時間的同步，訊號的干擾等問題，都需要花許多成本。如果使用無線感測系統，線材過多的問題，可以得到立即的解決，而各感測節點的設置也可以快速的進行調整，可以依據系統需求，隨時來增加或減少所設置的感測節點數量。無線感測網路模組也可以依照需求整合許多種感測器，而本研究所採用的感測器具備了三種不同相位的加速度感測器，可同時針對 X 軸，Y 軸，Z 軸，三個不同方向的加速度做監測，紀錄位移量，並且具備溫濕度感測器，即時傳回當下之溫度與濕度變化。

2.2. ZIGBEE 網路系統

Zigbee 是一種無線網路協定，主要由 Zigbee Alliance 制定，底層採用 IEEE 802.15.4 標準規範的媒體存取層與實體層。主要特色有低傳輸速率，低耗電，低成本，支援大量網路節點，支援多種網路拓撲，低複雜度，快速佈建，可靠，安全。而整個 Zigbee 網路系統由 Zigbee gateway 與 Zigbee node 組合而成。如圖 2，Zigbee extension gateway 結合 Coordinator 與 bridge 兩大功能，有效的將各節點的訊號經由 ethernet 傳送到 winnoco system。Router 是由 location node 來扮演，透過 Zigbee 的通訊協定，發出信標 beacon，藉以協調各節點都能有效傳輸資料。[2]

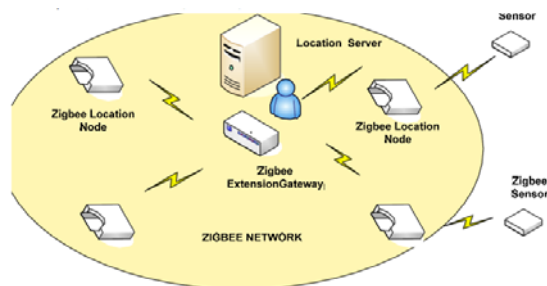


圖2 Zigbee網路架構圖

2.3 河堤監控系統

河堤系統是一個管理無線網路設備而開發出來的，可以整合多種不同的無線網路設備，包含：Zigbee、RFID、Wi-Fi、3G 行動電話，也結合了網路攝影機 IP camera，提供即時的影像，讓使用者可以透過遠端電腦和 3G 行動電話來瞭解系統的情況。如圖 3 之河堤系統架構圖。[8]

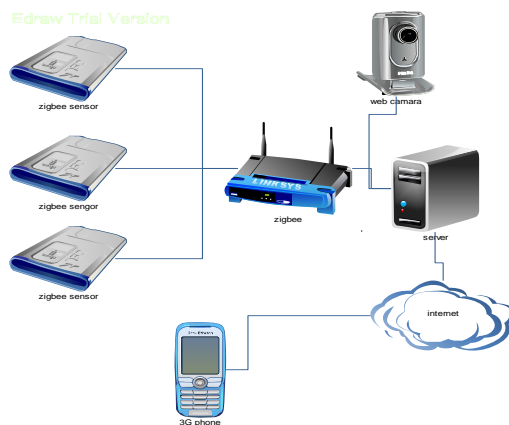


圖3系統架構圖

2.3. 系統設置

為了提昇系統的可靠度，可以選擇基樁，堤防頂部，堤防側邊為主要感測器的施放點，基樁主要量測在土壤中的應力變換及沉陷狀況。堤防頂部，測量包含位移量，各軸所產生的加速度，溫度及濕度變化。最後在堤防側邊量測因為產生的振動跟偏移。本研究受限於實體環境，只能以實驗室做為河堤系統模擬情境的環境。

感測器安裝完畢後，經過測試完成，即可開始進行資料紀錄。當異常資料產生，系統自動比對是否異常資料超過警戒值，當超過警戒值，隨即啟動攝影機，並將畫面，位置，跟資料傳送到遠端伺服器，也利用 3G 簡訊系統，將資料傳給檢修人員，進行查看。

3. 系統實作

3.1. 系統新增流程說明

利用 WCF 區分 Client 端與 Server 端之設計，系統運作流程區分新增與查詢流程(如圖 1 和圖 2)：

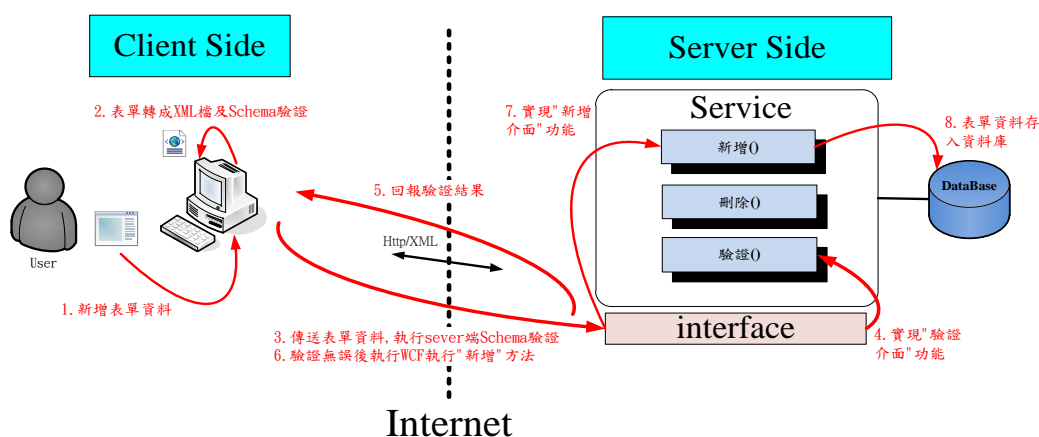


圖1 系統新增資料運作流程圖

(一)Client 端：

- (1) 表單設計區分「環境感測資訊表」及「照片」兩部分。
- (2) Client 端新增之「環境感測資訊表」資料可利用 XmlTextWriter 類別轉成.xml 檔，並設計以 Schema 驗證資料格式的.xsd 檔，透過 XmlReaderSettings 類別完成驗證程序無誤後始可傳入 Server 端資料庫。
- (3) 利用 XmlDocument 將.xml 檔轉換字串，並傳送 Server 端執行「驗證」方法，並回傳驗證報告 bool 值，如回傳 true 表示接收驗證無誤，執行「新增」方法，如回傳 false 表示驗證錯誤，需再重新傳送。

- (4) 要新增載入之「照片」首先須轉成 byte[] 陣列，利用 WriteBase64 方法將圖片轉成 XML 的 Base64.xml 檔案格式，利用 XmlDocument 將.xml 檔轉換字串，當 Server 端執行「驗證」方法回傳 true，則執行「新增」方法。

(二)Server 端：

- (1) 設計「驗證」方法，將 Client 端傳送之 XML 字串轉成.xml 檔格式，並執行 Server 端 Schema 驗證程序，驗證結果以 bool 值回報 Client 端。
- (2) 設計「新增」方法，將所接收之環境感測資訊表及照片利用 XmlDocument 將分別將資料取出，並使用 SQL 語法進行資料庫連接與新增。

3.2. 系統查詢流程說明

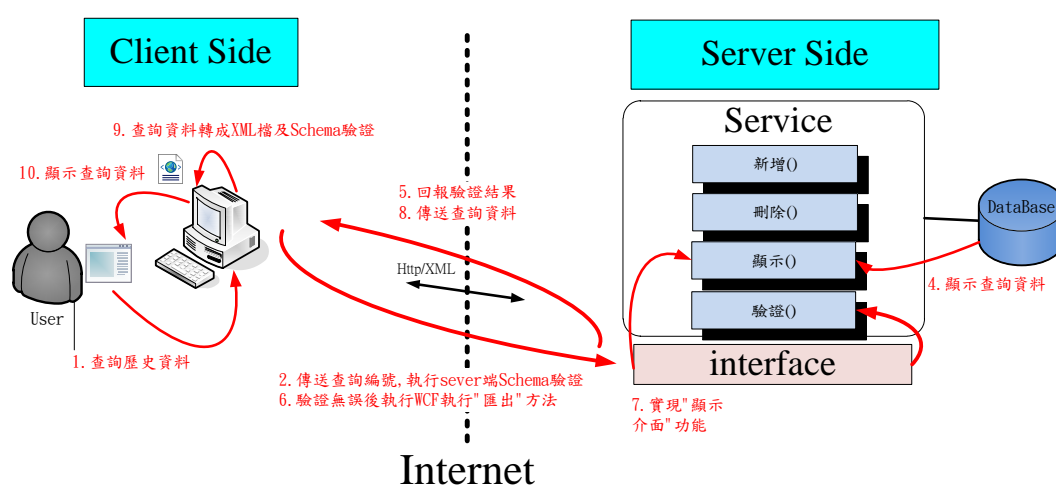


圖2 系統查詢運作流程圖

(一)Client 端：

- (1) Client 端選擇查詢資料庫之「環境感測資訊表」，傳送編號字串至 Server 端執行「驗證」方法，並回傳驗證報告 bool 值，如回傳 true 表示匯出驗證無誤，執行「匯出」方法，如回傳 false 表示驗證錯誤，需再重新執行匯出。
- (2) 當接收 Server 端之所匯出 XML 字串後，建立.xml 檔格式，並透過 XmlReaderSettings 類別執行本地端 Schema 驗證，驗證無誤後，利用 XmlTextReader 取出資料顯示表單上。
- (3) 要查詢之照片，傳送編號字串至 Server 端執行「顯示」方法，並回傳匯出 XML 字串後，透過 XmlReaderReader 取出 image 字串，並轉 byte[] 陣列存入 MemoryStream 物件，最後顯示於 pictureBox1 上。

(二)Server 端：

- (1) 設計「驗證」方法，首先連接資料庫匯出 Client 端指定查詢編號之資料表，並建立.xml 檔案格式，執行 Server 端 Schema 驗證程序，驗證結果以 bool 值回報 Client 端。
- (2) 設計「匯出」方法，將執行「驗證」方法所產生之.xml 檔案格式轉成 XML 字串，並回傳至 Client 端。
- (3) 要匯出之照片，首先連接資料庫匯出 Client 端指定查詢之資料表，並建立.xml 檔案格式，再轉成 XML 字串回傳至 Client 端。

3.3. 建置資料庫

首先在 Windows Server 中建立 HomeDB 資料庫，裡面再建立資料表 Homedata，資料行內容依序是 id、timestamp、temperature、humidity、illumination、concentration、air、door、picture，用來儲存收集到的資料的表單建立索引。

建立 HomeDB 資料庫，分別有兩個資料表，HomeData 與 imagedata。

如圖 3 所示，為 HomeDB 資料庫，分別有兩個資料表，HomeData 與 imagedata。

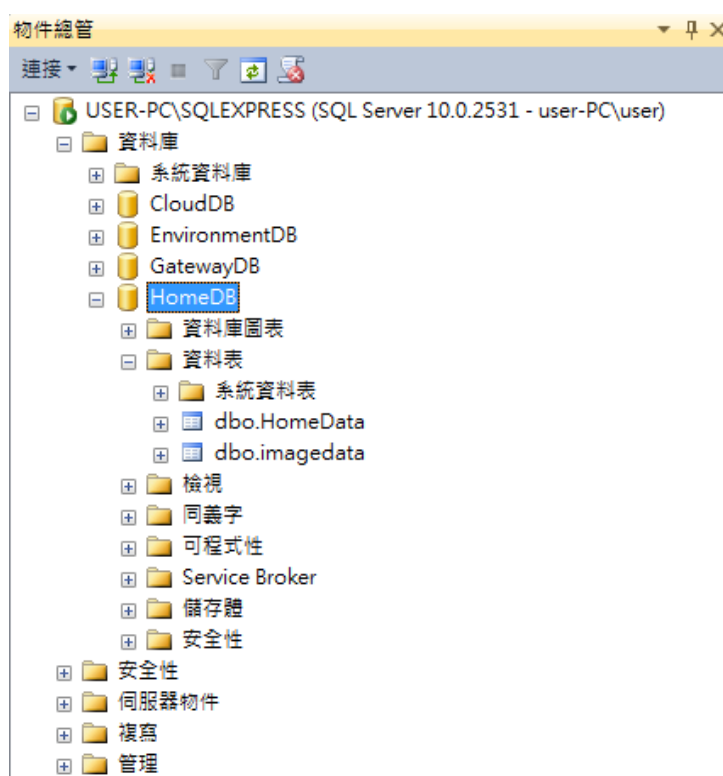


圖3 HomeDB資料庫

資料行內容依序是 id、timestamp、temperature、humidity、illumination、concentration、air、door、picture，如圖 4 所示。

資料行名稱	資料類型	允許 Null
id	int	<input type="checkbox"/>
timestamp	datetime	<input type="checkbox"/>
temperature	float	<input checked="" type="checkbox"/>
humidity	float	<input checked="" type="checkbox"/>
illumination	float	<input checked="" type="checkbox"/>
concentration	float	<input checked="" type="checkbox"/>
air	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
door	nvarchar(10)	<input checked="" type="checkbox"/>
image	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>

圖4 HomeData 資料表

存放圖片的資料表如圖 5 所示，內容依序是 id、name、description、path。

資料行名稱	資料類型	允許 Null
id	int	<input type="checkbox"/>
name	nvarchar(20)	<input type="checkbox"/>
description	nvarchar(100)	<input type="checkbox"/>
path	nvarchar(100)	<input type="checkbox"/>

圖5 imagedata 資料表

存放圖片的資料表內容如圖 6 所示，詳細內容依照所建立的情境去做相關的設定。

	id	name	description	path
▶	2	1展覽館	展覽館	D:\photo\展覽館.jpg
	6	2生產線	生產線	D:\photo\生產線.jpg
	9	3捷運站	捷運站	D:\photo\捷運站.jpg
*	NULL	NULL	NULL	NULL

圖6 imagedata 資料表內容

4. 成果畫面展示

4.1. ManageDB 程式介面

透過 WCF 與資料庫所建立出一個管理程式介面，使用此程式能將環境的感測參數建立成資料表單，能夠產生環境的參數如時間、溫度、濕度、照度、CO2 濃度、空調開關、門簾開關、地點等資訊，如圖 7 所示。



圖7 產生模擬資料畫面

4.2. MyDBServiceClient 程式介面

取得資料庫內容，顯示出資料表內容於管理程式介面，客戶端能夠即時的接收環境參數的資訊，以 XML 格式顯示，如圖 8 所示。

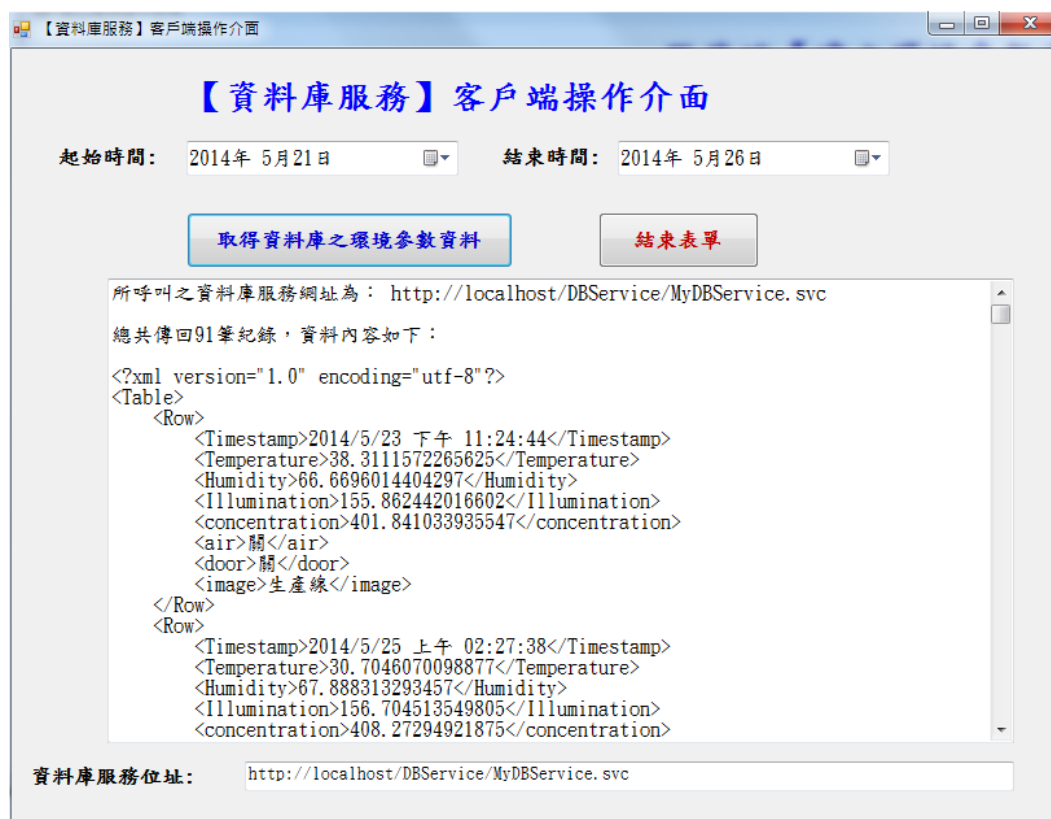


圖8 查詢資料表內容

4.3. 資料表 HomeData 內容

透過服務表單所建立的資訊，會將結果存放於資料庫的資料表中，圖 9 為 HomeData 資料表的詳細內容。

id	timestamp	temperature	humidity	illumination	concentration	air	door	image
6408	2014-05-13 1...	32.842819213...	67.427673339...	154.64808654...	409.73587036...	關	關	攪運站
6409	2014-05-19 0...	30.937639236...	60.122859954...	157.24903869...	409.84436035...	關	關	生產線
6410	2014-05-15 1...	36.864265441...	61.659297943...	152.44354248...	408.74487304...	關	關	生產線
6411	2014-05-19 0...	32.662494659...	64.958557128...	153.18486022...	408.90417480...	關	關	農豐館
6412	2014-05-23 2...	38.311157226...	66.669601440...	155.86244201...	401.84103393...	關	關	生產線
6413	2014-05-15 1...	39.374038696...	61.315383911...	157.31600952...	403.921875	關	關	攪運站
6414	2014-05-25 0...	30.704607009...	67.888313293...	156.70451354...	408.27294921...	關	關	攪運站
6415	2014-05-16 1...	33.579059600...	68.963249206...	157.07336425...	407.94876098...	關	關	農豐館
6416	2014-05-15 1...	39.405555725...	68.078018188...	151.533203125...	408.88641357...	關	關	生產線
6417	2014-05-17 2...	37.663024902...	69.134323120...	159.37083435...	402.97302246...	關	關	攪運站
6418	2014-05-13 0...	35.890979766...	63.208816528...	158.19956970...	407.27606201...	關	關	攪運站
6419	2014-05-21 2...	39.285163879...	61.853813171...	158.26196289...	409.54962158...	關	關	攪運站
6420	2014-05-12 1...	30.773508071...	64.208251953...	154.51631164...	408.18649291...	關	關	生產線
6421	2014-05-22 0...	33.307640075...	61.911193847...	150.60992431...	403.14901733...	關	關	農豐館
6422	2014-05-16 0...	39.542930603...	65.657104492...	152.05778503...	400.74008178...	關	關	農豐館
6423	2014-05-20 2...	31.190347671...	63.837409973...	159.60125732...	404.62130737...	關	關	攪運站
6424	2014-05-13 0...	39.774021148...	68.252075195...	152.19950866...	407.30993652...	關	關	農豐館
6425	2014-05-19 0...	39.707901000...	60.287212371...	153.96841430...	409.21417236...	關	關	生產線
6426	2014-05-17 2...	39.363376617...	64.609649658...	150.00669860...	409.34048461...	關	關	農豐館
6427	2014-05-21 1...	32.225845336...	67.555107116...	156.99615478...	405.87561035...	關	關	生產線
6428	2014-05-22 1...	32.115455627...	68.994407653...	153.37501525...	402.99246215...	關	關	攪運站
6429	2014-05-22 1...	33.953872680...	66.347961425...	151.03219604...	409.76849365...	關	關	生產線

圖9 HomeData 資料表內容

5. 結論

本篇研究主要的貢獻是可以與 Zigbee 和相關設備結合，然後整合 WSN 提出一套即時河堤監控系統，利用 Zigbee 和少數感測器來取代傳統人力，不但可以減少電力成本，同時也改善以往傳統監控系統無法偵測即時突發狀況，本系統也可整合 WSN 技術做其他消防、偵煙等相關之應用服務。

6. 參考文獻

- [1] 陳志輝，利用電腦做遠端電力監控，大葉大學電機工程碩士論文，2004。
- [2] 劉仲鑫、范智傑，Zigbee 整合定位系統之研究，2008 知識社群與系統發展研討會。
- [3] Shih-Pu Hsu, Mobile Jamming Attack and its Countermeasure in Wireless Sensor Networks, National Tsing Hua University Department of Computer Science master's thesis, 2007.
- [4] 賈駿祥，應用公路橋樑工程 設計.規劃，科技圖書股份有限公司，1996。
- [5] 國會圖書館，河川整治，國會圖書館出版，2004。
- [6] 蕭慶章，實用河川工程，科技圖書出版，2003。
- [7] 劉仲鑫、鄧博慶，橋樑無線監測系統之攻擊安全分析，2009 資訊安全技術創新應用研討會。
- [8] 柯志亨等編著，計算機網路實驗-以 NS2 模擬工具實作，學貫行銷，2005。