

建置澎湖種原庫之 Zigbee 養殖水質與微氣候監測網

林志遠¹、陳世欽¹、呂逸林²、蔡萬生²

¹ 水產試驗所企劃資訊組、² 澎湖海洋生物研究中心

前言

無線感測網路 (wireless sensor network, WSN) 新興技術近來已逐漸對世界各國在軍事國防、工業、農林漁業、交通管理、健康照顧、環境監測及商業領域等應用展現相當的影響性。我國國科會也早於 2007 年成立「無線感測器網路技術前瞻研究」專案計畫，作為國內推動此項技術的先驅計畫。WSN 具備 RF 收發器、感測器、Micro Controller Unit (MCU) 和電源供應等元件，其中 Zigbee 為主要之通訊標準。

台灣農業資訊科技發展協會早年曾於 2003 年首先將日本農業總合研究所 (NARC) 的農業情報研究所發展之田間監伺服器 (Fieldserver, FS) 引進國內，並開始以農業無線感測網建置技術應用於生態環境調查監測 (萬，2006)。之後，WSN 技術逐漸推廣至農糧領域 (方與雷，2006；蕭與方，2009)，而楊 (2009) 曾結合 RFID 技術進行養殖魚類運銷活魚船環境之監控。近年，更應用於台灣高經濟價值蝴蝶蘭產業，藉由感測系統提供的作物生理及環境參數，擬定控制策略並交由環控設備執行 (蕭，2007)。另江等 (2009) 應用無線感測網路於東方果實蠅生態監測與

預警上之成果更獲致各方重視。但至今各界尚未應用 Zigbee 技術開發專用行動化模組與實際應用於現場養殖作業。

近年來受地球溫室效應引發的氣候不穩定性影響，層出不窮的天災及季節錯置位移所導致的水產養殖損失，讓漁民業者逐漸重視掌握養殖環境變化及事先防範的重要性。本研究為農委會科技計畫「WSN 建構澎湖海域及水產種原環境監測網」(計畫編號：99 農科-6.1.4-水-A1) 執行成果之一，主要應用 WSN 技術全新開發低成本魚塭養殖專用之省電與行動化 Zigbee 水質與微氣候監測模組及資料警示管理系統，可彈性佈建適合目前我國水產養殖之室內外環境監測網，以供業者隨時及即時掌握養殖環境之變化。

工作方式與規劃

Zigbee 感測傳輸器為自行設計開發之低成本魚塭養殖專用模組，是以 Zigbee Alliance 標準元件及 32 位元單晶片為核心進行電路設計，並以手持式、小型移動化、鋰電池供電與省電化、低價位等為開發原則。

Zigbee 養殖微氣候及水質監測系統軟體則包含 PC 單機軟體與網站軟體，均含資料

庫欄位規劃、權限控管、版型顯示、美工處理等。其中 PC 單機版程式為一中介軟體，負責網站與各 Zigbee 協調器、終端/路由器監測模組之間的雙向溝通資料傳輸與控制，使用 VB.Net + MySQL 環境建構。網站程式則以 Apache + JAVA + PHP + MySQL 之環境進行設計，使用 Unicode 編碼。

現場配置部分是以本所澎湖青灣種原庫之各建築內（節點）與跨建築（群組）通訊之規劃為主。Zigbee 終端器訊號採加密通訊，傳輸至 Zigbee 路由器後再傳輸至 Zigbee 協調器，然後經由無線網路基地台或直接經由區域網路轉至伺服器資料庫。

功能開發特性與建置

一、養殖專用 Zigbee 水質與微氣候模組

監測項目除 GPS 位置、電力、訊號強度之外，主要進行溫度、溼度、照度等微氣候參數，以及整合水質感測電極，以接取水溫、pH、ORP、EC、DO 等水質電極之監測參數。

(一) Zigbee 終端/路由器模組（圖 1）特性

1. 小型化，長寬高僅 $12 \times 10 \times 8$ cm。
2. 具省電模式、具相關數位及類比 I/O 介面、具高亮度 LED 閃爍低電力警示及感測資料警示。
3. 具必要性資料（Zigbee 基本資料、電力及 RSSI 訊號強度）、選擇性資料（微氣候、水質）、預留性資料（GPS 資料）、儀器原始資料等傳輸。
4. 整合水質電極，無須外接各水質參數之外部顯示放大與轉換表頭（訊號轉換

器），而可直接將各水質電極接入本體。

5. 外掛 LCD 設定顯示器，可進行各微氣候感測元件與水質感測電極感測器之設定與校正。



圖 1 水質電極、鋰電池及 Zigbee 終端/路由器模組（圖左至右）

(二) Zigbee 協調器特性

1. 使用與 Zigbee 終端/路由器同規格之 Zigbee 通訊元件。
2. 內建網路連接套件，可接收 Zigbee 終端/路由器之傳輸資料後轉由 TCPIP 網路送出。
3. 內建網頁伺服器，可直接由瀏覽器設定網路及 Zigbee 參數。

(三) 機構與電力特性

1. Zigbee 模組外殼機構使用鋁矩型材模，可同時納入所有電路板。側板透明以利機殼內之光感測元件使用及顯示 LED 燈號。另設計各式防水接線座，可提供水溫元件、水質電極、電源、LCD 設定顯示器等元件、訊號線或排線之連接。
2. 使用鋰電池，以目前監測間隔與回報週期、各元件耗電量及自體損耗率計算，估計本裝置約可使用 2.5 個月。

二、Zigbee 養殖微氣候及水質監測資訊系統

(一) 單機版 (中介) 程式

功能項目有即時監測資料、水質校正資料、警戒值範圍、資料查詢、記錄、存取設定等 6 大項。主要可即時讀取 Zigbee 協調器轉發的所有 Zigbee 模組的觀測資料並轉入遠端資料庫，還可依據警戒值範圍計算及回饋控制訊號給現場 Zigbee 模組進行繼電器控制。另提供歷史資料查詢，讓維護人員可以透過查詢條件輸入查得所要的資料並匯出 XLS 及 CSV 檔案以供資料備份。

(二) 網站監控系統 (圖 2)

主功能項目為監測資料、攝影畫面、養殖作業、歷史資料、區域資料、設備維護、系統管理等 7 大項，可以跨研究中心、跨室內外建築大樓、跨樓層、多魚池型態進行感

測器監測管理、查詢與設定。Zigbee 模組可對應區域位置資料 (含平面圖及 GoogleMap 圖顯示)。系統可設定每一水池的各觀測值及低電力、移動偵測、使用逾期等警報或錯誤範圍值，並以 email 傳送警報。研究人員可設定各參數之組合查詢條件，進行資料查詢顯示、繪圖統計及匯出 csv 文字檔或 Excel 檔。研究人員亦可關連魚池及 Zigbee 模組資料，以建立及查詢魚池之養殖資訊。

三、本所澎湖種原庫 WSN 監測網之規劃與建置

上述養殖專用 Zigbee 模組之開發及相關整合配件後之單一行動觀測裝置如圖 3 所示。建置本所水產種原庫室內外重要保育種類養殖池 Zigbee 觀測節點，可提供養殖生物之連續與詳細之環境監測資料，以協助研究人員進行相關繁養殖技術研究。

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the 'Zigbee 養殖微氣候及水質監測系統(Web版)' website. The main content area is titled '最新監測資料記錄資料清單' (Latest Monitoring Data Record Data List). It lists 50 entries of monitoring data for fish ponds, each with columns for ID, Status, Date, Pond ID, Device ID, Location Type, Movement Status, Relay Status, V.F., Voltage (V), S.S., Signal Strength (dB), TF, Temperature (°C), H.F., and Humidity (%). The data includes various device IDs like DEVICEAB07, DEVICEAB06, etc., and pond IDs like 504研究室. The interface includes navigation buttons at the bottom.

ID	Status	Date	Pond ID	Device ID	Location Type	Movement Status	Relay Status	V.F.	Voltage (V)	S.S.	Signal Strength (dB)	TF	Temperature (°C)	H.F.	Humidity (%)
1	正常	2011-05-17 17:41:38		DEVICEAB07	E	移動中	1000-0000	正常	7.793	正常	-61	正常	0	正常	0
2	正常	2011-05-17 17:41:27		DEVICEAB06	E	移動中	1000-0000	正常	8.039	正常	-55	正常	0	正常	0
3	正常	2011-05-17 17:40:47	504研究室	DEVICEAB02	E	未移動	0000-0000	正常	7.958	正常	-60	正常	26.9	正常	69
4	正常	2011-05-17 17:38:47		DEVICEAB50	E	移動中	1000-0000	正常	8.052	正常	-60	正常	26.6	正常	70
5	正常	2011-05-17 17:36:28		DEVICEAB36	E	移動中	1000-0000	正常	7.402	正常	-61	正常	0	正常	0
6	正常	2011-05-17 17:36:17		DEVICEAB35	E	移動中	1000-0000	正常	7.84	正常	-60	正常	26.8	正常	70
7	正常	2011-05-17 17:35:47		DEVICEAB32	E	移動中	1000-0000	正常	7.503	正常	-68	正常	26.1	正常	73
8	正常	2011-05-17 17:35:37		DEVICEAB31	E	未移動	0000-0000	正常	8.165	正常	-64	正常	26	正常	73
9	正常	2011-05-17 17:33:57		DEVICEAB21	E	移動中	1000-0000	正常	7.387	正常	-55	正常	0	正常	0
10	正常	2011-05-17 17:32:57		DEVICEAB15	E	移動中	1000-0000	正常	8.064	正常	-63	正常	26.6	正常	72
11	正常	2011-05-17 17:32:38		DEVICEAB13	E	移動中	1000-0000	正常	8.093	正常	-70	正常	0	正常	0
12	正常	2011-05-17 17:24:47		DEVICEAB26	E	移動中	1000-0000	正常	7.483	正常	-52	正常	0	正常	0
13	正常	2011-05-17 17:24:37		DEVICEAB25	E	移動中	1000-0000	正常	7.581	正常	-69	正常	26.1	正常	74
14	正常	2011-05-17 16:53:27		DEVICEAB18	E	移動中	1000-0000	正常	7.585	正常	-74	正常	0	正常	0
15	正常	2011-05-17 12:02:17		DEVICEAB11	E	移動中	1000-0000	正常	8.043	正常	-51	正常	0	正常	0
16	正常	2011-05-12 16:26:27		DEVICEAB30	E	移動中	1000-0000	正常	7.913	正常	-67	正常	27.1	正常	68
17	正常	2011-05-12 16:25:07		DEVICEAB28	E	移動中	1000-0000	正常	7.76	正常	-67	正常	27.2	正常	69

圖 2 Zigbee 監測系統網站畫面

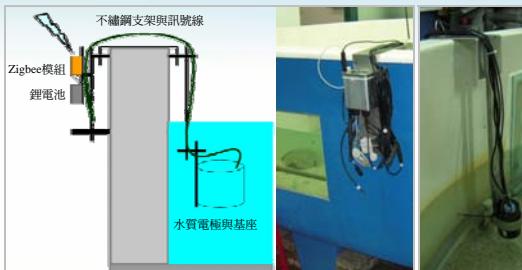


圖 3 Zigbee 模組設備配置示意圖及實際鯉池之配置情況

本所澎湖海洋生物研究中心水產種原庫之主要建築設施包括行政大樓、魚類研究大樓、餌料生物室場、生物育苗室、擴建培育室、海洋牧場、海藻培育室、鳳螺育苗區、戶外海參培育區、戶外梭子蟹育成池、戶外鯉育成池、棲地保種生物育苗室、戶外鯉育成海域（場）等（圖 4），基地廣大，故須規劃以數個 Zigbee 調協器作為閘道器，並設置 WiFi (WLAN) 基地台 (AP, Access Point)，以串聯各大樓之 Zigbee 終端/路由器之個別或

群組之 Zigbee 資訊流。

目前經與研究人員討論規劃進行監測之生物種類為：(1)魚類：豹鱸魚、吳郭魚、海馬、黑毛；(2)甲殼類：觀賞蝦、鰱、梭子蟹、淺蜊；(3)貝類：象牙鳳螺、碑碟貝；(4)其他：海參、珊瑚、海葵。

結語與建議

本研究開發水產養殖專用 Zigbee 模組、感測器及預警系統。目前已完成硬體電路、韌體控制及軟體監測等各次系統，將陸續配置於本所澎湖海洋生物研究中心之水產生物種原庫，除可支援庫中至少數十種特有或高經濟性種原繁殖及飼育研究外，亦將協助種原庫之營運，利用連續長期監測資料，可在環境異常時，適時警示及採取必要之措施。



- A : 行政大樓
- B : 魚類研究大樓
- C : 餌料生物室、場
- D : 生物育苗室
- E, F : 擴建培育室
- G : 海洋牧場
- H : 海藻培育室
- I : 凤螺育苗區
- J : 戶外海參培育區
- K : 戶外梭子蟹育成池
- L : 戶外鯉育成池
- M : 棲地保種生物育苗室

圖 4 本所澎湖水產種原庫之 Zigbee 監測系統俯視配置圖(黃色點為 Zigbee 協調器，紅色點為 WiFi AP)