

第九章 水試所石斑魚模場感控聯網系統之建置

一、前言

石斑魚類屬高經濟價值之魚種，其養殖產量約 2.4 萬公噸 (2015 年)，總產值高達新臺幣 70 億元，然現階段養殖方式多為傳統露天魚塢養殖，受天災、疾病影響甚大。爰此，近年來各國漸以養殖模場為發展之新趨勢，期透過設施化提供防疫環控，搭配優良繁殖技術與標準化養殖管理，減少環境劇變以達穩定生產。

另一方面，我國深耕多年的資通訊、電子產業高品質自動化量產經驗轉植在其它工程科技產業領域的都有顯著的成效。在精緻農業生產亦已漸朝向設施式生產，然水產養殖部分起步較晚，透過近期政府的『新農業政策－智慧農業 4.0』政策 (楊等，2016)，結合發達的周邊工業及 IT 產業，可加快水產養殖現代化的轉型腳步。

生活中的許多面向透過物聯網 (Internet of Things, IoT) 將現實世界數位化，並拉近分散資訊的距離，整合各種物與物的數位資訊 (ITU, 2005)，其應用領域十分廣泛，遍及運輸交通、健康醫療、環境保護、農業作物栽培及海洋環境等多個領域。而近年我國也已經進行物聯網於水產養殖應用技術之研發，其應用方式多為於養殖池架設各項監控設備，對養殖池內之水質參數進行監測並將資料回傳進行即時回饋控制，確保養殖生

物良好的生長，以達增加收益、節電省水之目的 (林等，2016)。

近年本所海水繁殖研究中心已建立石斑魚模場養殖技術，目標為達到穩定的石斑魚養殖生產，並於 2017 年開始配合模場前期的硬體設備、整合先前相關研究成果，漸漸將智慧化養殖相關技術應用於模場環境。本篇將針對石斑魚模場感控聯網可視化管理系統之初步建置狀況進行說明。

二、模場設施概述

選定本所海水繁殖研究中心石斑魚模場作為初期導入智慧化養殖技術之示範場域，主要工作在於完成物聯網監測相關硬體之架設，同時運用多模監測模組、聯網感控模組開發、參數邏輯控制、現場資料實測及影像決策回授等，以提升養殖場應用感控聯網架構後之養殖效率與節能。

本模場為室內養殖場 (圖 9-1)，為因應夏季高溫降溫舉措，場域上方有設置屋頂排熱窗，藉由裝置通風設備，進一步改善夏季養殖生產期間室內場域環境之溫濕度及光照控制。另一方面，養殖池上方則增設室內遮陽網，作為管控室內溫度與養殖池水色調整的主要手段，運用遮陽網調節溫度及光照度，可將夏季池水溫度維持於 30℃ 左右，冬季則有保溫之溫度及光照調節改善，初步

透過感控聯網模組連結通風設備與遮陽網控制器進行設施自動回饋決策控制。



圖 9-1 石斑魚養殖養成模場

感控聯網之智慧化養殖技術將以模組化之形式導入石斑魚模場設施，並配合規劃妥適之配管、配線、通訊協定，整合開發為水產養殖聯網智能化感控與參數系統，其中包含養殖監控聯網子系統與養殖決策可視化子系統等兩項子系統，其架構如圖 9-2。

三、養殖監控聯網子系統

本子系統目標為進行養殖生產階段之環境物聯網監測物件建置，係提升該養殖環境穩定度，目的主要為監控水池、養殖環境各項動態等，其中監測項目包含溶氧量 (DO)、酸鹼度 (pH)、水溫、鹽度、氧化還原電位 (ORP) 等水質參數以及水電使用量、模場室內外環境參數 (溫濕度、照度) 等。包含環境感控功能及多模水質監測功能，分述如下：

(一) 環境感控功能

運用本系統之各項環境感測器透過可程式控制器 (programmable logic controller, PLC)，進行感測端之聯網控制，進而調控模場大環境感控聯網系統，其中透過溫溼度

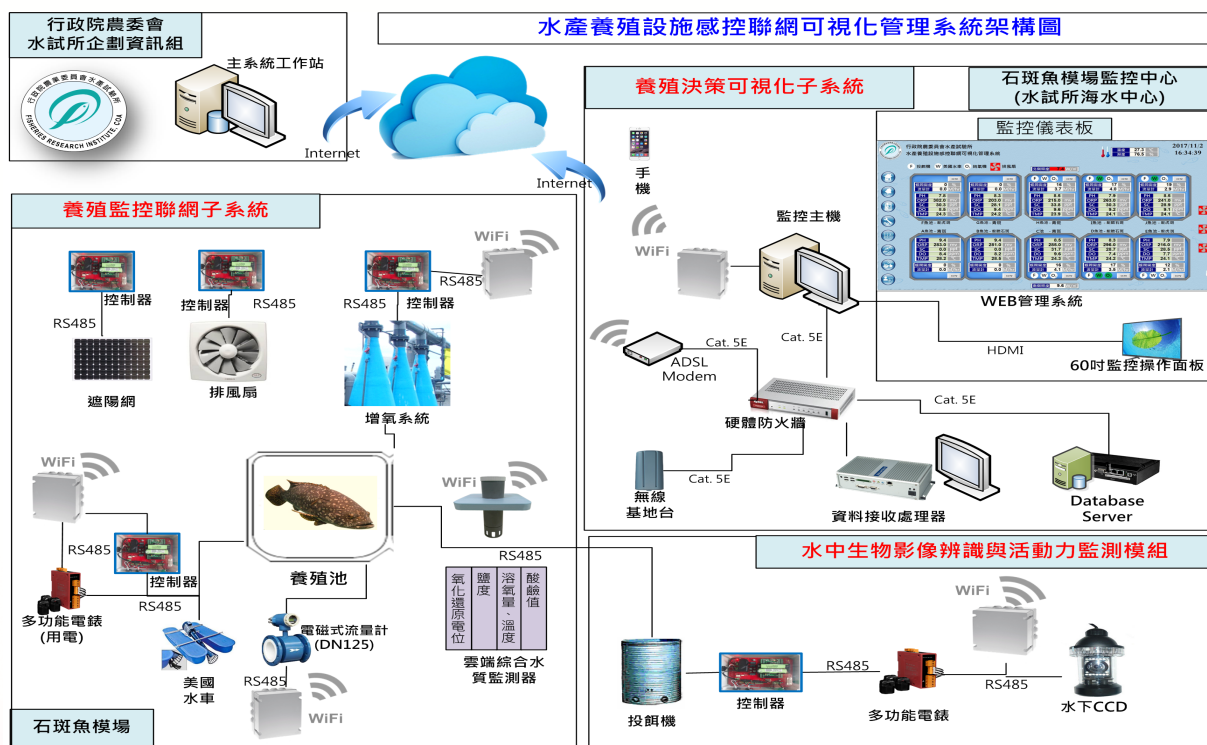
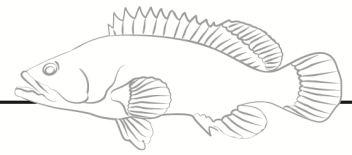


圖 9-2 水產養殖設施感控聯網可視化管理系統架構圖



感測器進行通風扇運轉之調控；運用不同光照角度位置之光照度感測器進行遮陽網動態調控；此外，透過供氧系統之養殖開關閥進行氧氣量調控；整合各項養殖環境設備監測感測器進行養殖池水流量、水車動態調控之回饋控制。

(二) 多模水質監測功能

綜合水質監測模組依石斑魚模場養殖池現場進行水溫、溶氧量、酸鹼度、鹽度、氧化還原電位等水質參數進行監測。同時，考量防水封裝，以因應養殖環境的溫濕度、鹽度及養殖水影響。

運用聯網感控模組設計開發，以多元感測聯網感控技術，整合各項養殖設施與水質感測設備，提供更精準的感測與聯網功能。

養殖過程中往往需要隨時掌握各項養殖環境與生物參數資訊方能有效管理，本子系統運用數位電表、數位水表、綜合水質監測模組針對各項環境參數進行監測，進一步更可透過各項養殖設備包含電力與水流量控制器、開度控制閥、氧氣閥、水車聯網、高壓氧氣閥、投餌機、遮陽網與通風扇等進行自動控制，其所有感測物件所蒐集紀錄的相關監測資料皆納入本子系統進行後續的回饋分析，以進行輔助決策控制。其原理係藉由智能聯網技術整合石斑魚模場域內水質監測、投餌監控及各項感測器資訊，例如各項水質參數、水車運轉狀態和投餌參數，即時同步進行水質分析、餌料投餵、水電監控的最佳產能模擬，並基於產能情況遠端修正管理（圖 9-3），以進一步探勘分析石斑魚模場之養殖效率及成本效率。

四、養殖決策可視化子系統



圖 9-3 水產養殖設施感控聯網可視化管理系統操作介面

另外，有關水中生物影像辨識與活動力監測模組其原理是運用高解析影像感測器影像擷取影像處理，開發以計算養殖魚群平均活動力量測與計量（圖 9-4）。該子系統同步將影像資料及辨識設定值回傳養殖決策可視化系統輔助子決策，進行投餌控制與產量估算資料蒐集與驗證分析。

養殖決策控制的部分主要係透過養殖程序控制的資料收集、處理，來學習並演算出最適當的決策控制參數，下達給 PLC 控制器已產生新的養殖程序控制。再透過新的養殖控制程序所回傳的資料，修正決策控制參數，不斷地循環學習（圖 9-5）。資料產生、養殖程序控制、養殖決策控制、顯示紀

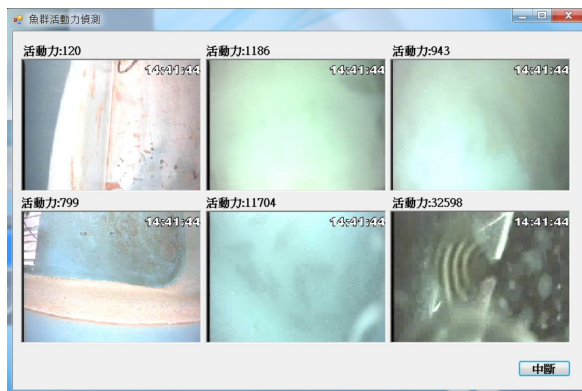


圖 9-4 水中生物影像辨識與活動力監測模組操作介面

錄及報表等各資料轉換透過 LAN 以及網路傳遞，用網頁來呈現並可進行資料相互的傳遞，最後子系統透過資料統計分析，可提供報表以及歷史紀錄以供查詢運用。

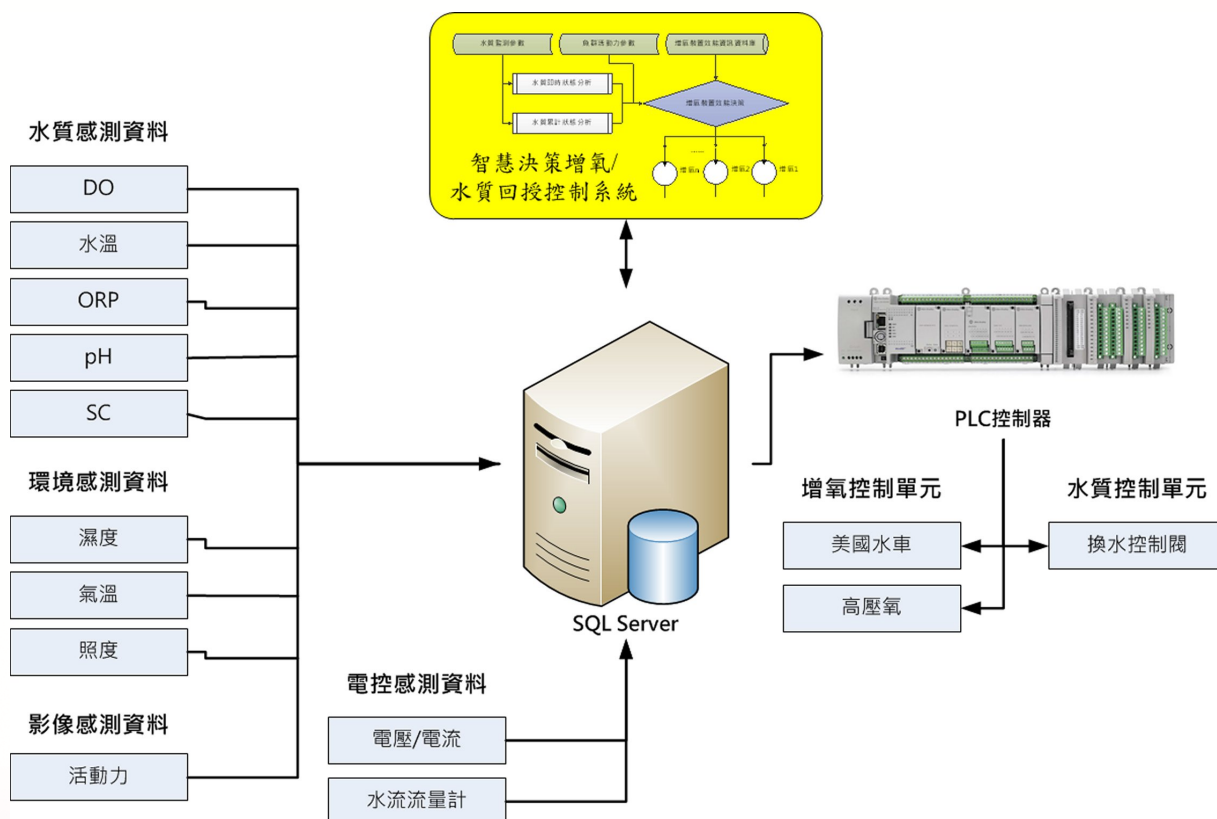
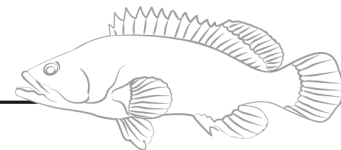


圖 9-5 智慧決策增氧/水質回授控制與運作模式



五、結語

本文初步以石斑魚養殖模場，運用具經濟效益之養殖場域環境感測模組，透過單元式模組結合感控聯網環境之初步建置，作為模組規格化（如水車供氧、投餵設備、感控聯網系統、回饋控制、智慧輔助決策等）之智慧化養殖基礎。

另一方面，未來除近一步結合大數據分析與深度學習回授控制技術以建構更完整智能養殖技術之外，亦將串聯產官學界資源建立智慧養殖漁業聯盟。結合養殖生產技術、養殖設施設備、資通訊、物聯網、微系統、自動控制、人工智慧或相關領域之專家學者，加速研發符合產業所需之成果，以增加產業應用及研究多元性成果，有效落實產業上下游整合。

運用感測、網路、雲端等先進科技的環境監測與自動控制之輔助，以及智慧化環境感知預告系統、e化智慧化生產、智能化節能省電系統輔助，期許協助傳統水產養殖業朝向科技化、提升生產率、降低災損等智慧農業之路發展。藉由將相關技術推廣至民間、造成產業升級與聚落效應、促進廠商投資並帶動週邊發展，最終促成水產養殖產業智能化升級以進一步提升我國養殖產業之全球競爭力。

參考文獻

- 王紹宇、張春明 (2009) 基於無線感測網路的水產養殖監控系統。亞洲大學碩士論文，50 pp。
- 吳東馨 (2010) 水產養殖用自動化監控系統之研製。國立台北科技大學碩士論文，97 pp。
- 林志遠、張致銓、楊順德 (2016) 太陽能水產養殖智慧節源系統之整合開發與建置。農業生技產業季刊，48: 52-58。
- 楊智凱、施瑩艷、楊舒涵 (2016) 以智慧科技邁向臺灣農業 4.0 時代。農政與農情，p. 289。
- 賴珪光 (2009) 台灣水產生物工廠暨設施養殖的發展潛能。農業生技產業季刊，19: 68-73。
- Atzori, L., A. Iera, G. Morabito (2010) The Internet of Things: A survey. Computer Networks, 54(15): 2787-2805.
- Chen, W. P., L. K. Wang, T. T. Wang and Y. T. Chen (2013) An Intelligent Management System for Aquaculture's Environmental Monitoring and Energy Conservation. International Workshop on Computer Science in Sports (IWCSS 2013), 194-198.
- ITU (2005) ITU Internet report 2005: the Internet of things (7 ed.). Geneva: International Telecommunication Union (ITU), 126 pp.

