

海葵魚種魚生殖行為辨識技術開發

鄭明忠、李任棋、江玉瑛、何源興

水產試驗所東部海洋生物研究中心

前言

觀賞水族逐漸成為僅次於犬貓的全球第三大寵物市場，近幾年來其市場規模亦穩定的持續成長。海水觀賞魚因具有優美體態及艷麗色彩又兼具特殊的生態地位，成為水族市場中備受歡迎的品種，但大量捕抓導致野生族群的減少也破壞了自然生態平衡。為了滿足市場需求，人工繁殖是未來的趨勢，而受到技術設備、資訊與飼養風氣影響，水族設施亦日漸朝向精緻化發展。本研究利用影像辨識系統了解種魚行為模式，並透過自動化數據收集，預防疾病及生理壓力行為發生，以更有效的進行飼養管理。

影像記錄與辨識分析設備

本研究透過側錄海葵魚互動及攝食行為，分析其行為模式。攝影機裝設於水族箱頂部及側方（圖 1），以記錄種魚之俯視與側視影像。辨識分析設備以影像感測器、終端影像處理主機和 USB 延伸器構成模組化套件（圖 2），並透過後台 Open CV 之函式加以分析、判斷。測試流程包含觀賞魚即時影像辨識及分析結果儲存等（圖 3）。

一、觀賞魚即時影像辨識流程

影像辨識流程係利用連續時間的觀賞魚即時影像作為輸入資料，系統比對前後影像

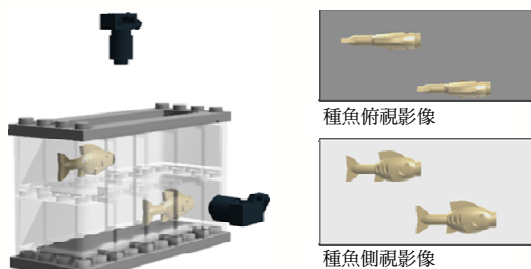


圖 1 攝影機裝設於水族箱上方及側面，同時記錄其俯視與側視影像

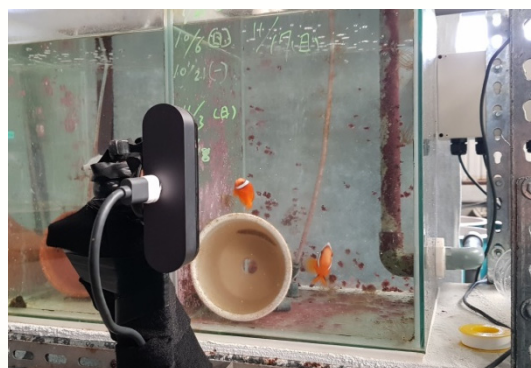


圖 2 辨識分析設備裝設情形

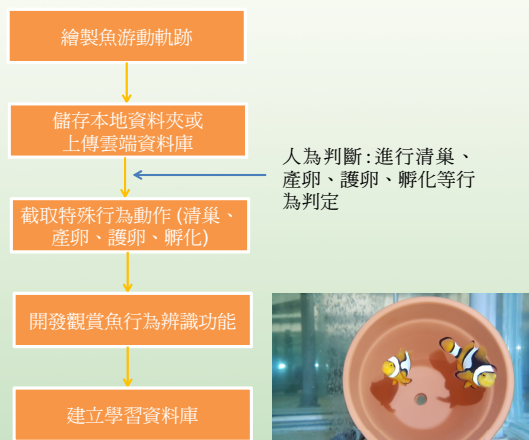


圖 3 影像資料儲存及分析流程

建立背景模型，可快速劃分前景（魚體）、背景（水族箱）。透過影像處理演算法之邊界追蹤，計算魚體位置，最後輸出魚體位置中心點坐標繪製魚體游動軌跡。

二、儲存及分析流程

系統繪製動態軌跡提供後台開發觀賞魚生殖行為辨識功能應用，分析結果儲存海葵魚生殖事件影像，可透過全天候的錄影畫面回溯海葵魚種魚之活動行為，並透過自動辨別特殊行為動作如生殖行為、疾病預警及種魚配對過程中的打鬥辨識等，作為後台管理研究行為分析及預防管理之應用。

海葵魚種魚生殖行為分析技術

種魚行為辨識分析流程如圖 4。比對海葵魚種魚前後幅影像，記錄其游動軌跡，並透過雄魚及母魚滯留產卵房時間，分析其產卵前、產卵與護卵等行為（圖 5、6）。

以一對白條海葵魚 (*Amphiprion frenatus*) (圖 7) 為例，記錄其產卵前之行為模式，並觀察生殖過程中種魚產卵及對外警戒的次數與方式以及開始產卵後雄魚以胸鰭煽動水流並以口啄除死卵等護卵等行為。結果顯示，越接近受精卵孵化日，雄魚以胸、尾鰭煽動水流之頻率增加，即使是在夜間微光的環境中，種魚之護卵行為仍會持續至仔魚全部孵化為止。透過影像記錄種魚配對、產卵及護卵等數據，顯示人工馴化之野生海葵魚種魚在生殖前，雌魚停留在產卵房內的時間大過於雄魚，並會驅離其他靠近產卵床的魚隻；雌魚的驅敵及守護領域行為隨著產卵日的逼近越來越強烈且呈現焦躁不安現象。產卵當

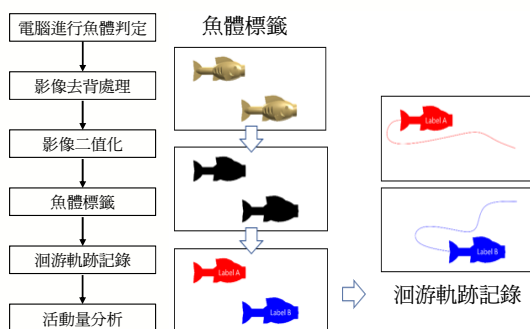


圖 4 種魚行為辨識分析流程

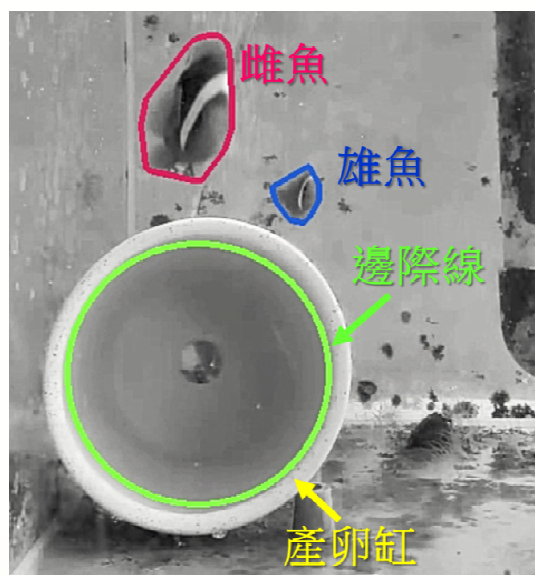


圖 5 觀賞魚種魚行為辨識分析軟體設定

日，雄魚與雌魚幾乎都會同時佔巢（約 92%）。產卵結束後，由雄魚負起主要的護卵責任，雌魚則多半在外部擔任警戒工作，並部分參與護卵（圖 8）（護卵時間雄魚約 73%、雌魚 27%；另一對白條海葵魚 F1 種魚，雄魚護卵時間佔 53%、雌魚為 47%）。雄魚會佔巢護卵直至胚體孵化。透過影像辨識系統可以精確記錄到種魚產卵時間點、受精卵定位點及單位面積卵量分布等，據以計算受精卵數量及預估孵化率等，並發現人工繁殖之雌魚會投入更多時間護卵。

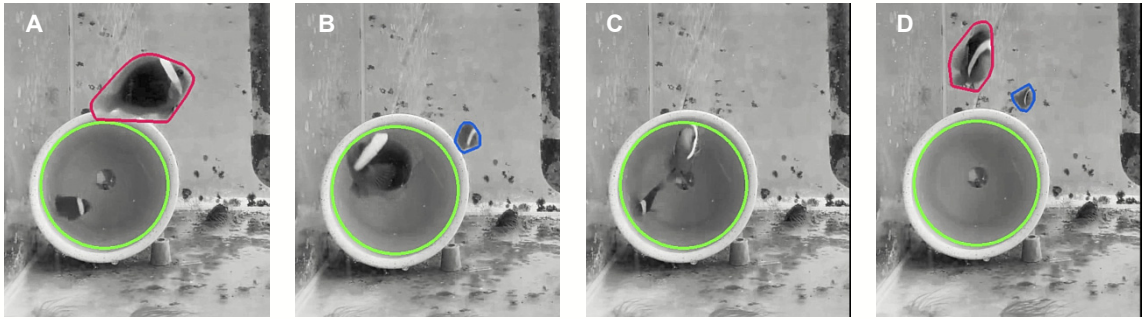


圖 6 海葵魚生殖行為影像 (A：雄魚佔巢；B：雌魚佔巢；C：雌雄同時在巢內；D：空巢)



圖 7 白條海葵魚

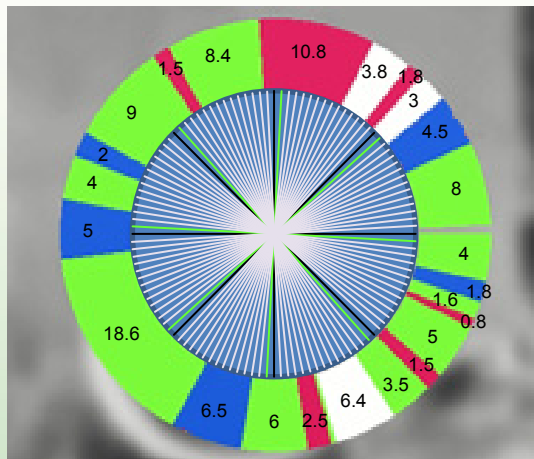


圖 8 種魚護卵行為分析

白色：空巢；藍色：雄魚護卵；紅色：雌魚護卵；綠色：種魚同時護卵

結語

本所透過種魚行為影像辨識系統開發，有效掌握種魚行為模式，並透過自動化數據收集，預防疾病及生理壓力行為發生，精準進行飼養管理。未來將整合水質監控感測系統，提供更精準與低成本之感測與聯網功能供養殖現場運用，並進一步開發涵蓋感控聯網系統、智慧回饋控制、AI 種魚行為影像辨識系統及投餵設備等多功能模組規格化設施，擴展水族 AI 產業創新之應用，建立跨域產業聯盟。