

## 運用機器學習建立珊瑚辨識與珊瑚礁覆蓋率運算系統

珊瑚礁雖僅佔海洋面積的 0.1%，卻為超過四分之一的海洋生產力提供支持，對維持海洋生物多樣性、保護海岸線及提供人類食物和觀光資源有重要作用。然而，全球氣候變遷、海洋酸化以及水質污染等問題對珊瑚礁生態系統造成了日益嚴峻的威脅，直接影響珊瑚的生長與繁殖，並可能導致珊瑚白化，進而對整個海洋生態系統產生深遠的影響。因此，監測和識別珊瑚的健康狀態對於確保生態系統與漁業的永續發展至關重要。傳統的珊瑚環境調查方法依賴人工布設穿越線和潛水員進行水下調查，並通過圖鑑進行比對識別，這不僅耗時且容易產生誤差，也無法高效進行大範圍的調查。為了解決此問題，本計畫將建置一個基於機器學習的自動化珊瑚辨識系統，利用水下所拍攝之珊瑚影像，進行影像分析，準確地識別珊瑚類型及其分佈情況，以快速量化珊瑚的數量與位置。此系統將有助於提升珊瑚覆蓋率計算的精度與效率，並能夠在不同環境下快速識別和評估珊瑚礁的覆蓋情況。

珊瑚覆蓋率是指珊瑚在指定海域範圍內的覆蓋面積占總面積的比例，這一指標是衡量珊瑚礁生態健康狀況的關鍵指標。計算珊瑚覆蓋率的傳統方法通常需要高密度的人力資源及長時間的現場調查，且受限於時間與空間的限制，無法有效涵蓋大範圍的海域。利用本研究所提出的自動化系統，將能夠通過水下無人載具進行大範圍的珊瑚影像拍攝，並使用圖像處理與機器學習技術快速識別珊瑚區域，從而精確地計算出珊瑚的覆蓋率。

在建立自動化辨識系統後，將進一步建構珊瑚礁的三維模型，這將有助於準確地計算珊瑚礁的覆蓋面積。三維模型能夠提供更加精細的空間數據，從而提升珊瑚覆蓋面積的運算精度。研究中將使用結構自運動（SfM）光學測量法構建珊瑚礁的三維模型，並通過分析不同人為干擾下的珊瑚礁結構差異，進一步量化不同區域的底護所容積，這將有助於更全面地理解珊瑚覆蓋率與珊瑚礁生態功能之間的關聯。研究中將使用 3D 建模技術，結合珊瑚區域的影像數據，對珊瑚的空間分佈、覆蓋範圍及其健康狀態進行全面分析。

本研究成果將提供一種高效、準確的方式來評估珊瑚覆蓋率，並能夠針對不同時間點的調查數據進行比較，追蹤珊瑚生長變化，為台灣的珊瑚保護與生態監測提供強有力的支持。最終，本研究希望能夠推動珊瑚礁保護區劃定的科學化，並有助於了解珊瑚在不同環境條件下的分佈與變化，進而促進珊瑚礁生態系統的永續管理。

## **Machine Learning-Based Coral Recognition and Reef Coverage Calculation System**

Coral reefs, covering only 0.1% of the ocean, support over 25% of marine productivity and are crucial for biodiversity, coastal protection, and human resources. However, climate change, ocean acidification, and pollution threaten these ecosystems, impacting coral growth and leading to bleaching. Monitoring coral health is essential for sustainable ecosystem and fishery management. Traditional survey methods are time-consuming and inefficient for large-scale assessments.

This project proposes an automated coral recognition system using machine learning. The system will analyze underwater images to accurately identify coral species and their distribution, enabling efficient quantification of coral abundance and coverage. The system will enhance coral coverage calculations and facilitate rapid assessments across various environments.

Coral coverage, the proportion of area covered by coral, is a key indicator of reef health. Traditional methods require significant manpower and time, limiting their scope. The proposed system will use unmanned underwater vehicles to capture large-scale imagery, with machine learning and image processing techniques to quickly identify and calculate coral coverage.

After establishing the recognition system, 3D models of coral reefs will be created to improve accuracy in coverage calculations. The study will use Structure from Motion (SfM) to build 3D models and analyze coral reef structure differences under various human disturbances. This will help quantify shelter volumes and assess the relationship between coral coverage and reef function.

This research will provide an efficient and accurate method for tracking coral growth, supporting coral protection efforts, and aiding ecological monitoring in Taiwan. It aims to enhance the scientific management of coral reef protected areas and contribute to the sustainable management of coral ecosystems.