

GenAI + RAG之水產養殖初步規劃與MAS衍生晶片應用概念

林志遠¹、陳慧君¹、陳炤堅²

¹水產試驗所技術服務組、²世新大學傳播管理系

判別式 AI 和生成式 AI 之比較

AI 大致可分為判別式與生成式兩類。過去多應用於影像辨識與數值預測，隨大型語言模型發展，始具備生成文字與內容之能力。這兩類 AI 的功能與運作方式有所不同，如表 1 所示。判別式 AI (又稱決策式 AI) 主要學習資料中的條件機率分布，即一個樣本歸屬於特定類別的機率，再對新的場景進行判斷、分析和預測。例如應用 AI/AR 技術於觀賞魚體長、數量、體色等判別，可有效提升場域的管控效率，提升生產力與競爭力 (林等，2023) (圖 1)。又如農業部水稻在農地覆蓋物影像判釋，經專家標註訓練後，模型可依邏輯自動進行影像分類與標記。

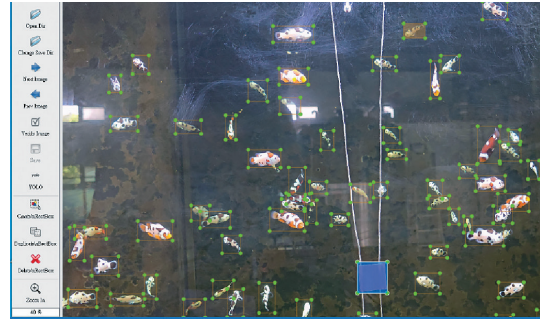


圖 1 判別式 AI 在觀賞魚生物參數辨識之應用

生成式 AI (GenAI) 及檢索增強生成 (RAG) 介紹

生成式人工智慧 (generative artificial intelligence, GenAI) 近年迅速發展，根據大型語言模型 (large language model, LLM)，如 OpenAI GPT-5.2、Google Gemini 3 Pro 等經大量資料訓練來建立文字回應。其優點為產生的文字通常易於閱讀，而且能根據向軟體提出的問題 (通常稱為提示)，提供廣泛適用的詳細回應。特別是在自然語言處理 (natural language processing, NLP) 領域，能將複雜內容進行語言簡化、知識重述與個人化對話應用。然而 LLM 用來產生回應的資訊受限於用來訓練 AI 的資訊，雖能夠依據用戶輸入問題，自動生成具有邏輯、語法與語境適應性的自然語言回應，使得非專業人士得以快速理解複雜內容。

然而，為避免 LLM 的專業資料短缺或過時導致 AI 幻覺與回應不正確或可能已過

表 1 判別式 AI 和生成式 AI 之比較

項目	判別式AI	生成式AI
技術	將資料分類貼標籤，進而區分不同類別的資料，例如區分魚蝦的圖片。	分析歸納已有資料後生成新的內容，例如生成逼真的狗的圖片。
發展程度	底層技術相對成熟，在各領域已有廣泛的學術應用。	2014 年開始迅速發展，近期呈現倍數成長，並且出現多面的驚人應用。
應用方向	生物與環境辨識、推薦系統、機器人、自動駕駛等。	內容創作、人機互動、產品設計等。

時等上述狀況，便開始發展了檢索增強生成技術 (retrieval-augmented generation, RAG)。RAG 是一種結合檢索與生成的生成式 AI 架構 (或稱地端資料庫)。

以農業部資訊司規劃生成式 AI 運算引擎為例 (圖 2)，其運作方式為先從外部資料庫或知識庫中擷取相關資訊，再將檢索結果與大型語言模型結合，產生內容更加精準且上下文相關的回應。RAG 的核心是將生成式 AI 的語言能力與知識檢索能力結合，使模型在回答問題時，不僅依賴於內部訓練數據，還能即時從外部資料庫中獲取最新且更具專業性的資訊，並將這些資訊融入到生成的回應中。因此，回應內容的正確性與時效性皆可提升。在技術實作上，RAG 知識庫系統多透過向量搜尋 (vector search) 快速比對語意相近的內容，以提升檢索效率。

RAG 運作方式為建立除 LLM 原始訓練資料之外的新資料集，可來自多個資料來源，例如 opendata/www 等應用介面 API、Excel/SQL 等資料庫或 .txt/.doc/.pdf 等文件及其各種格式。使用者查詢會轉換為向量表示，並與向量資料庫比對。更新外部資料時如果外部資料過時，須以非同步排程方式更新文件及其機器學習內嵌值。

提示詞工程

「提示詞工程 (Prompt Engineering)」是促使生成式 AI 產生較符合需求答案的前導技術。根據六大原則 (清晰的指令、提供參考文本、拆解複雜任務、給模型時間思考、使用外部工具、系統性的測試)，讓使用者得以精準控制模型產出形式與語氣 (Liu et al., 2023)。除需學習提示工程師五大核心

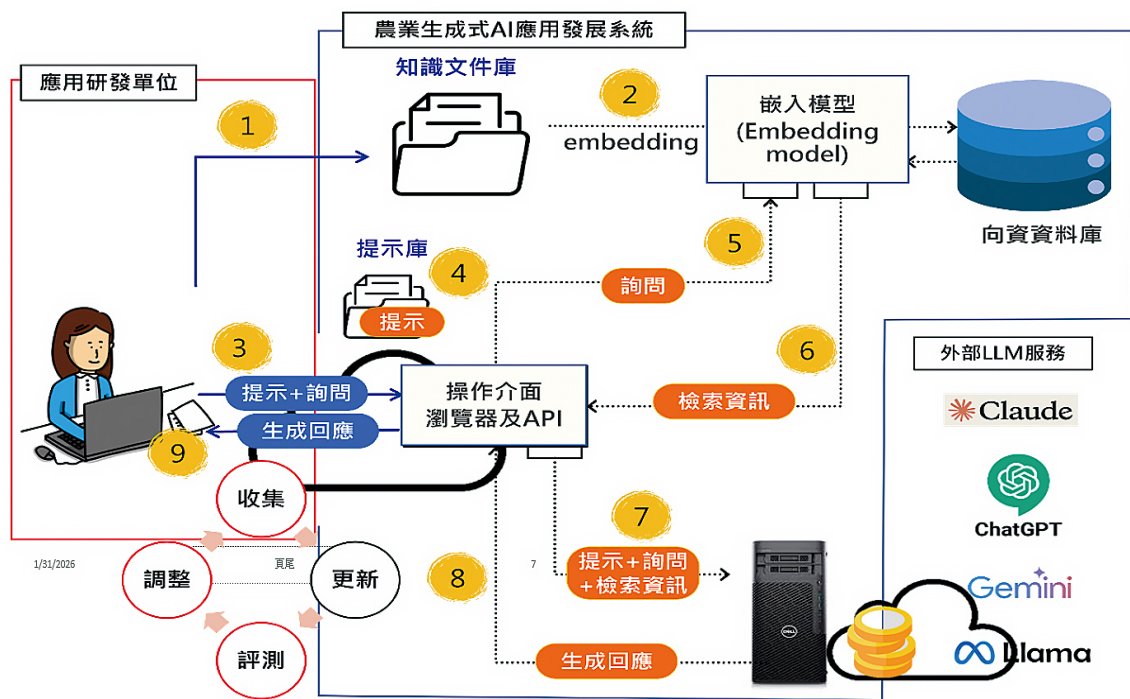


圖 2 農業部資訊司規劃生成式 AI 運算引擎

能力(圖3)之外，在問答技巧上仍需具備以下步驟，(1)明確描述目標：清楚說明預期結果，避免含糊不清。(2)提供足夠上下文：包含相關細節與背景資料，幫助系統理解具體情境。(3)設定格式要求：明確指定回應格式，如報告、清單、圖片影片或簡報要點。(4)分解複雜問題：將任務分為最小的步驟，便於逐步生成結果。(5)調整與回饋：根據回應進一步細化需求，進行多次互動達成理想結果。應用上例如農業部較早使用 GenAI 於立法院之施政詢答時間技巧，需在3秒內提供重點摘要及7秒內需生成完整之報告。另可串接使用 LINE 去推播或是做尋找，但需要經由 API 的串接介面程式(圖4)。

GenAI + RAG 規劃水產養殖技術資料來源表單

為利用 GenAI + RAG (生成式 AI + 檢索增強生成) 技術，初步建構規劃水產養殖技術與管理資料來源表單，並建立初步系統資料集，方便系統快速檢索與正確生成相關知識，表單詳細資料來源內容如表 2 所列。

生成式 AI 在水產行銷之應用

隨著人工智慧技術快速演進，相較於傳統以資料分析與自動化為主的 AI 應用，生成式 AI 更進一步具備「創造內容」能力，能生成文字、圖片、影音甚至程式碼，為行銷人員帶來前所未有的效率與創意空間，讓 AI 從輔助工具轉變為行銷創作的合作夥伴。

生成式 AI 在水產行銷上的主要應用場景在於水產品內容行銷自動化，生成式 AI

AI 提示工程師 5 大核心能力



圖 3 提示詞工程核心能力



圖 4 通訊軟體串接 Line Bot 之應用範例

則能快速產出社群貼文、部落格文章、電子報文案與廣告標語，大幅縮短內容產製時間。行銷人員可將心力集中在策略規劃與創意方向，而非反覆撰寫基礎文案。

高度個人化的顧客溝通方面，透過分析顧客行為與偏好，生成式 AI 可為不同客群即時產製客製化訊息，如個人化 EDM、推播通知或聊天機器人回覆，提升參與度與轉換率。在廣告與社群行銷中，亦可依品牌風格快速生成圖片、視覺概念與設計稿，協助團隊加速創意發想與測試。生成式 AI 為行銷帶來的價值，最大優勢在於效率、規模與彈性。其能於短時間內產出大量內容，並依不同通路與受眾調整策略。同時降低創意實驗成本，使品牌更頻繁進行測試與創新。然而，AI 並非取代行銷人

員，而是強化其能力；品牌價值、情感溫度與長期策略仍需人類判斷與創意引導。未來，生成式 AI 將與行銷科技 (MarTech) 深度整合，成為即時且以顧客為中心的行銷核心引擎，善用 AI 並結合人類策略思維的品牌，將更有機會在競爭激烈的市場中脫穎而出。

表 2 水產養殖技術與管理資料表單

<p>(一)水產試驗所水產養殖技術與管理資料表單</p> <p>(1) 訊息與活動包含：水產新聞提要、水試所電子報、技轉公告。</p> <p>(2) 研究與成果包含：漁電共生、研究計畫與成果、產學合作、專利與技轉、研討會議、重要研究成果。</p> <p>(3) 出版品包含：水試專訊、水產研究、水產試驗所特刊、水產試驗所技術手冊、年報、水產養殖魚介類圖說、海水繁養殖研究。</p> <p>(4) 水產知識館包含：水產數位典藏、水產知識淺說、漁業問答、水產主題館、雙語詞彙、漁場動態、水產品食安專區、水產技術、水產多媒體。</p>
<p>(二)農業部水產養殖技術與管理資料表單</p> <p>(1) 食農教育資訊整合平臺。</p> <p>(2) 農業知識入口網農業主題館單元，包含：海草主題館、珊瑚礁主題館、鮪魚主題館、有毒海洋生物主題館、芋螺主題館、大型藻主題館、東部黑潮魚類主題館、虱目魚主題館、甲殼類主題館、海馬主題館、潮間帶主題館、觀賞魚主題館、觀賞魚主題館 (II)、小丑魚主題館、鰻主題館、海鱷主題館、烏魚主題館、經濟性螺貝類主題館、吳郭魚主題館、石斑魚主題館、蓋刺魚主題館等 21 項。</p>
<p>(三)漁業署水產養殖技術與管理資料表單</p> <p>(1) 漁業政策包含：重大政策、重要措施及成果。</p> <p>(2) 雙向交流包含：常見問答集、漁產品食安專區。</p> <p>(3) 統計與出版品包含：漁業統計、出版品。</p>

結合智慧農漁業之 MAS 多代理系統衍生晶片應用概念

生成式及判別式人工智慧、物聯網、邊緣運算、晶片技術等之快速發展，促使多代理系統 (Multi-Agent System, MAS) 與 M2M (Machine-to-Machine) 技術在智慧系統中具有高度互補與關鍵性應用價值 (圖 5)。

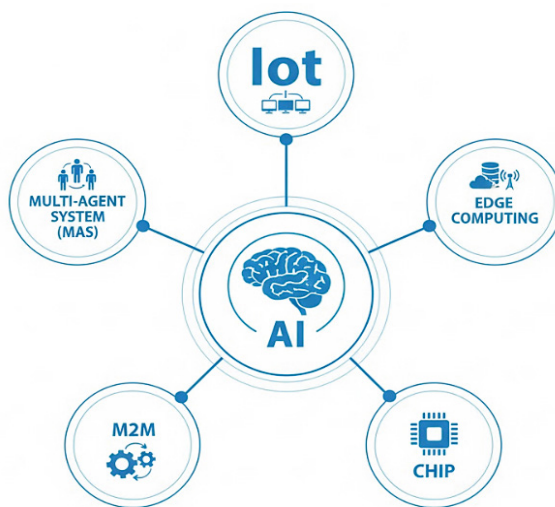


圖 5 人工智慧關聯各前瞻軟硬體技術之示意圖

其中，多代理系統的核心在於分工與協作：每個代理可專注不同養殖任務，通過協調達成養殖目標。多代理系統 (Multi-Agent) 分工協作至少可包含以下五個任務：(1) **規劃 (Planner) 代理**：整合 RAG 檢索結果與 KPI 目標，輸出整體晶片控制計畫與安全約束條件，協調各代理協作流程與優先順序。(2) **預測 (Forecaster) 代理**：處理晶片結構化資料，運用 AutoML 機器學習技術進行例如 DO 溶氧、氨氮、能耗與需求等多步驟時序預測，提供決策依據。(3) **視覺 (Vision) 代理**：使用雲端高階 AI 晶片運算建模或邊緣低階推論 AI 晶片應用部

署，可執行魚病辨識、攝食分析、行為偵測與個體識別，運用 VLM 視覺語言模型、目標偵測、影像分割與度量學習技術。(4) **控制 (Control) 代理**：結合 M2M 規則引擎與 MPC 模型預測控制，將高階控制指令轉換為設備層晶片感測控制參數 (如投餵、增氧、排水)，確保執行精準性。(5) **稽核 (Audit) 代理**：依國際認證標準與內控規範，自動生成證據鏈與合規報告，支援第三方稽核需求。

各代理透過標準化 API 與訊息佇列進行同步通訊，確保系統耦合與高可用性。規劃代理作為協調中樞，根據養殖即時狀態動態調整各代理的執行優先級與資源分配。此外，結合 M2M 之控制代理特別重要。MAS 多代理系統為透過各代理之自主性與協作能力，對複雜任務進行分工與協調，以提升整體系統效能，而 M2M 能即時收集與傳輸分散設備之資料，提供可靠且持續的資訊流 (圖 6)。例如設計一個 M2M 自動化水產養殖閉環系統，為具備穩定性與擴展性，實現更高階的智慧決策與協作



圖 6 自動化水產養殖之 M2M 資料流架構

能力，可採用標準化通訊協議，以確保與既有設備的相容性與整合彈性。依照資料採集→AI 推論→智慧決策→設備動作→效益回饋的完整自動化控制迴路的順序與迴圈，可實現無人值守的晶片應用智慧養殖管理。

透過系統整合、晶片應用、智慧控制及專家知識結合，水產養殖與農業可由經驗導向轉向數據驅動與智慧決策，不僅提升產業管理效率與資源利用，亦為進階智慧化轉型奠定基礎。

結論與展望

在應用人工智慧技術於水產養殖與農業的應用與發展時，需要注意專業資料標註與模型訓練的挑戰、AI 技術授權費用及使用權利問題，以及系統精確度與客製化需求。行動策略為持續推動資料數位化、AI 模型最佳化、強化產學合作，並深化生成式 AI 與 RAG 技術的實務應用，特別是可立即使用農業部 MaiAgent 系統提升查詢及摘要技術報告效率。此外，發展晶片應用之多代理系統結合感測、預測與控制，打造進階型智慧養殖系統，提升管理效率與決策精準度。透過系統整合與智慧控制，結合專家知識與技術創新，將有效推動水產養殖產業的智慧化研究與永續發展。

謝詞

本文為農業部補助科技計畫 (114 農科 -19.2.1- 水 -01、115 農科 -16.1.1- 水 -01) 之部分成果，謹此致謝農業部及計畫委辦執行團隊。