



● 作者/John W. Ailes and Susan LaShomb

● 譯者/李永悌

● 審者/丁勇仁

打造精良優質海軍

The Software Payload is the Platform

取材/2021年5月美國海軍學會月刊(Proceedings, May/2021)

美海軍應依照商用雲端運算模型定義其標準軟體平臺，以作為艦上應用程式的基礎，並藉人工智慧及機器學習，蒐集與分析各項裝備數據，以期打造符合經濟效益，且可執行作戰任務之現代化艦隊。

中共海軍的艦艇總數，以及其新艦艇採用新技術的速度已超越美海軍。2014年迄今，中共海軍已擁有兩艘航艦，尚有一艘自行設計且具更強能力的航艦刻正建造中，以及11艘現代化的052D型驅逐艦（另有九艘刻正建造中）。過去15年來，中共海軍已接收30艘性能優異的054A型巡防艦。¹

相形之下，美海軍艦船能力，無論是新造艦艇或提升性能等方面皆進展緩慢，導致無法確保現有部隊適用性，來應付快速增加之威脅。為解決該問題，美海軍需要以快速且經濟的方式提升艦艇性能，且不受造船與維修期程的限制。

而滿足這項需求的方法之一，就是分別發展酬載(Payload)與載臺(Platform)。李奧波德(Reuven Leopold)博士於1975年8月在《美國海軍學會月刊》發表之〈美海軍艦艇設計：載臺與酬載〉(U.S. Naval Ship Design: Platforms vs. Payloads)文章中指出，應分開考量艦艇與其戰鬥系統：「從現代作戰艦艇特質可看出，軍艦用途有重返以往作為運輸載具的趨勢。惟其所搭載的並非人員，而是各式精密的武器系統」。² 2012年，時任美海軍軍令部部長葛林奈特(Jonathan Greenert)上將在〈載臺上的酬載：設定新航向〉(Payloads over Platforms: Charting a New Course)一文中指出：「讓酬載與載臺兩者發展脫鉤」，俾使長期服役的艦艇與飛機能於壽期全程維持其適用性。³ 而此構想的演進，就是比照商用雲

打造精良優質海軍



端運算模式，將酬載視為載臺，並將標準軟體平臺定義為船舶應用程式之基礎。

軟體平臺

軟體平臺包括用於創作應用程式的開發環境，以及執行應用程式時所需要的作業系統、中間軟體和虛擬器等。從商用建築到汽車，軟體平臺正在各行各業中占有一席之地。⁴ 軟

體平臺可提供的優勢包括更快速的軟體開發、透過集中管理模式漏洞修補強化網路安全，以及可視需要進行調整的運算資源。而對美海軍而言，標準軟體平臺整合後，可藉高速開發維運(DevOps)或注重安全性之開發安全維運(DevSecOps)軟體模型，達成較多的資料共享與更迅速的艦隊建議回復，同時透過現代化測試工具，讓軟體

測試更為確實有效。⁵ 如此一來亦大幅簡化獲得操作權限的流程。⁶

軟體平臺可提供運用最新人工智慧與機器學習(Artificial Intelligence and Machine Learning, AI/ML)演算法時所需動力與環境。2018年《美國國防部人工智慧戰略：利用人工智慧促進安全與繁榮》(Department of Defense Artificial

美海軍應比照商用雲端運算模式，將標準軟體平臺作為艦艇上應用程式的基礎，並將酬載與載臺發展脫鉤，以快速提升艦艇性能。(Source: USN/ Ryan Breeden)



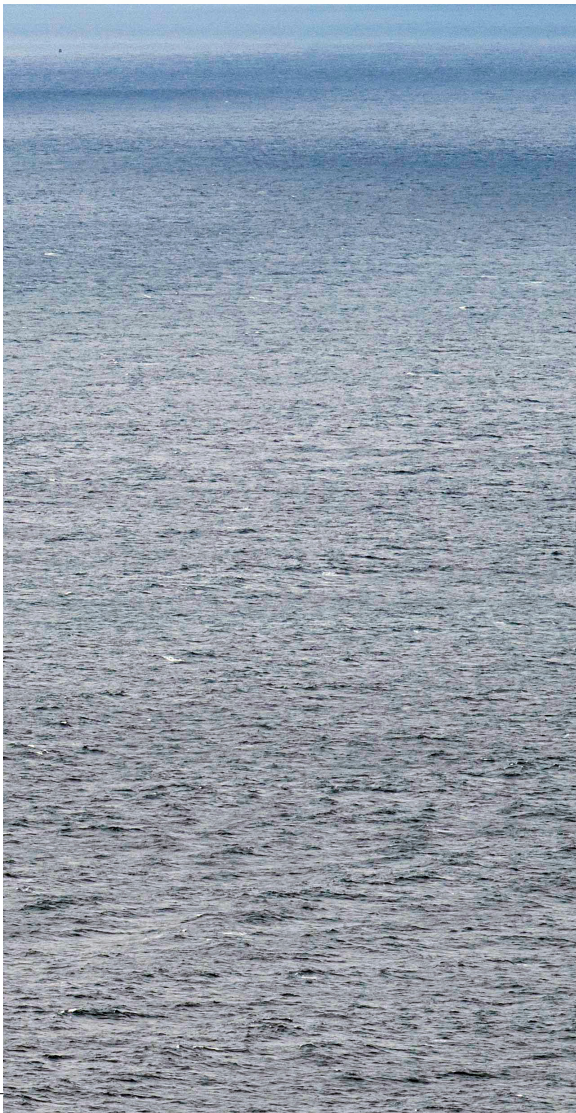
Intelligence Strategy, Harnessing AI to Advance Our Security and Prosperity)當中提到,「人工智慧勢必將改變各產業,且預期影響國防部各個層面,包括作戰、訓練、後勤維保、兵力防護、人員招募、醫療保健及其他諸多領域」。⁷ 雲端技術提供的動態調整式處理與儲存能量,可作為美海軍引進人工智慧與機器學習的基礎。如此將改善各式艦上系統的效能與可靠性,並加速艦隊作戰能力的交

付期程。對美海軍而言,人工智慧與機器學習的應用程式已產生明確功效,包括自動識別目標與感測器優化,使用最先進入侵偵測系統的進階網路安全措施,改善系統可靠性的預測分析,透過大量數據篩選尋找特定模式的自動化狀況覺知強化系統,改良式使用者介面,極度逼真、不斷學習並能模擬威脅的訓練系統,以及完全自主的無人載具。

商業雲端供應商提供兩種主要選項,代管其客戶的應用程式:基礎架構即服務(Infrastructure as a Service, IaaS)以及平臺即服務(Platform as a Service, PaaS)。在基礎架構即服務中,運算硬體通常配有軟體虛擬器,讓應用程式能夠藉共享伺服器,運行其專屬之作業環境,並隨時視需要分配處理資源與儲存空間。在此方法中,軟體堆疊(Software Stack)由用戶負責。⁸ 相較之下,在平臺即服務模式中,雲端供應商除了支援硬體與虛擬器外,還提供作業系統、中間軟體及軟體工具,並針對網路安全漏洞分發版本更新和修補程式。⁹

網路過多

美海軍艦隊目前擁有許多伺服器網路,包括提供指揮、管制、情報、後勤等應用程式運算環境的統合式艦艇網路與企業服務(Consolidated Afloat Networks and Enterprise Services, CANES)系統。還有其他各式戰鬥系統網路,諸如神盾共同處理系統(Common Processing System for Aegis)、艦艇自衛系統(Ship Self-Defense System)、航艦戰術支援中心(Aircraft Carrier Tactical Support Center)、水面電子作戰改良計畫(Surface Electronic Warfare Improvement Program)及SQQ-89艦上聲納套件等提供支援。此外,潛艦部隊藉具技術嵌入(Tech Insertion)之硬體驅動潛艦作戰聯合戰術系統(Submarine Warfare Federated Tactical Systems)。儘管如此,現有技術可使美海軍具備整合單一綜合運算設備之能力。如此一來,支援人工智慧與機器學習所需要的運算能力、網路儲存空間與圖形處理單元,將得以用在所有艦上系統,同時提供全艦備用能力,進而改善系統妥善率。





軟體是人工智慧及機器學習的平台，雲端技術可即時更新並且儲存大量資訊。美海軍可將前述兩者與大數據技術整合，優化戰場覺知能力，提升艦載戰鬥系統之作戰效能。(Source: USAF/ J.M. Eddins Jr.)

此外，相關運算平臺可以調整支援規模，小至無人載具，大至航空母艦，可在採購方面產生規模經濟效益。

長久以來，對於即時之延遲(Latency)與決定性機制(Determinism)之要求，阻礙了支援資訊科技及驅動戰鬥系統之獨立運算環境的整合。延遲是系統回應事件所需要的時間。決定性機制則是在即時系統中，每次在相同期間內，回應某事件的品質。多年以來，以概率性乙太通信協定(Ethernet Protocols)為基礎的資訊科技系統，無法達到這兩

項重要即時能力的要求。然時至今日，雲端供應商已展現滿足即時性能要求的能力，且美海軍已在與商業雲端一致的虛擬環境中，成功運用其先進戰鬥系統。¹⁰

儘管消弭實驗室創新與艦隊能力間之差距，以達標準軟體平臺之願景還有很長的路要走，但為能提供艦隊新系統，則必須優化範圍從基礎研究到設計、開發及維護的複雜生態環境。此處必須採多管齊下的方法，包括接觸產業、創新技術的實驗與模型建構、漸進式發展與部署，

以及全面性數據策略。系統之開發、測試與部署，須經過程序優化，在受限科技整備週期下，快速交付作戰能力。美海軍應尋找擁有先進科技的各家廠商(含非傳統供應商)，瞭解海軍需求，透過簡化合約手段，運用廠商獨特的技術能力以提供解決方案，並確保廠商參與諸如海軍水面技術與創新集團(Naval Surface Technology and Innovation Consortium)及海軍潛艦聯盟技術研討會(Naval Submarine League Technology Symposium)等論壇。¹¹

艦隊與技術界意見交換

實驗、模型建構與原型設計必須透過整合式開發維運或注重安全性開發之安全維運軟體發展手段，成為需求制定核心，同時艦隊與技術界間應公開交換意見。技術界必須鼓勵科學家和工程師與艦隊合作，藉以瞭解使用者環境，並發現不斷演進且適用於新興作戰需求之科技。同樣的，艦隊必須接觸開發中的新系統，並藉機測試原型，藉以瞭解系統中須更新之處，並為作戰構想、標準作

業程序及運用可能性發展奠定基礎。美海軍已分別於加州聖地牙哥與華盛頓州錫爾弗代爾(Silverdale)成立水面研發戰隊(Surface Development Squadron)及潛艦研發戰隊(Submarine Development Squadron)以解決這些問題，而武器獲得部門應樂見其成。

儘管第一步是打造全新的

能力，但能夠迅速部署新技術才是美國勝過對手的關鍵。發展過程中可降低風險，惟新系統不可能完全滿足預期要求，應以解決七至八成的問題為目標，並規劃未來進行螺旋式發展以解決額外能力問題。¹² 漸進式發展法讓技術在部署的同時可更臻於成熟，讓艦隊有機會改進需求，並判斷新系統最重



服務於航艦雷根號(USS Ronald Reagan)的海軍資訊系統技術員，負責統合式艦艇網路與企業服務(CANES)系統中，超過1,500部艦上電腦工作站之維護工作。美海軍刻正以現有技術，將統合式艦艇網路與企業服務系統，與其他艦用網路整併於單一運算設備。(Source: USN/ Rick Naystatt)



美海軍妥善運用現代化雲端架構，儲存全球各戰區所回饋的作戰數據，落實掌握各戰區部隊的作戰節奏。(Source: US Army/ Rachael Jeffcoat)

要的屬性與需要改進之處。

重複工程改進程序(Iterative Engineering Refinement Process)應包含嚴格要求可靠度與生產工程，以確保能以經濟方式建構系統，並在壽期全程持續滿足需求。各系統應就能力、成本、成熟度等方面進行評估，並與艦隊現有能力及替代方案比較異同。最後，應借鑒如特斯拉(Tesla)汽車公司為整個車隊迅速進行軟體變更的做法，運用網路的力量迅速推出軟體升級與修復程式。¹³

美海軍亦需要能利用現代化雲端架構式平臺即服務系統提供之運算能力與儲存容量達成全面性數據策略。目前美海軍各偵測器與系統接收的數據大多未保存與進行分析。展望未來，各計畫辦公室應為支援人工智慧與機器學習系統的數據蒐集計畫挹注經費，並為系統在壽期中的其他更新建立基礎，將重點置於性能與可靠度的持續改進，並隨著時間推移降低成本。這項為海軍各系統蒐集、分析及分發數據的

計畫，應闡明其權責，以供各作戰中心、各大學附屬研究中心、聯邦資助的研究發展中心、國防先進研究計畫局(Defense Advanced Research Projects Agency)、海軍研究辦公室(Office of Naval Research)，以及負責採購的專案辦公室與其產業合作夥伴等有所遵循。美海軍具有一項關鍵優勢為：當今沒有任何國家海軍能媲美其全球作戰節奏，及自全世界各戰區蒐集數據的潛力。解釋蒐集數據，並運用相關程序來獲取經驗教訓，進而提升艦隊能力至關重要。為能迅速因應新興威脅，艦隊亦必須即時回傳數據，俾利進行數據分析與進行相關改變。

行之有年

無論在過去或最近，成功運用有效數據蒐集方法皆有例可循。例如在第二次世界大戰期間，美海軍要求各艦在標準紀錄表上記錄極為具體的火砲系統性能數據，並將其發送給艦隊戰備區隊(Fleet Readiness Division)進行分析。分析相關數據後，即與工程與作戰部門共

享，接著迅速進行系統與戰術變更，以解決武器系統性能之不足。例如Mk 37水面艦火砲射控系統於作戰期間，不斷獲得最新的戰術指導，並進行了92次工程性提升。¹⁴ 而在近期實例中，先進戰力建構(Advanced Capability Build)/聲學快速商規插入套件(Acoustics-Rapid Commercial Off-the-Shelf [COTS] Insertion, A-RCI)/潛艦作戰聯合戰術系統(Submarine Warfare Federated Tactical Systems, SWFTS)/SQQ-89系統工程計量計畫(Systems Engineering Measurement Program)運用紀錄數據及技術評估來衡量當前已部署之能力，並進行未來螺旋式更新說明及優先處理程序。此舉讓潛艦和水面聲納系統得以迅速升級，領先潛在對手。¹⁵

美海軍可持續改革雲端運算與軟體開發，不僅建立一支能於壽期全程符合經濟效益與適用之艦隊，亦可提供支援人工智慧的運算能力與儲存空間。儘管美海軍海上系統指揮部(Naval Sea Systems Command, NavSea)在近期提出的商情徵

詢(Request for Information)中說明採用基礎架構即服務的需求，且統合式艦艇網路與企業服務也已提供相同功能，但海軍海上系統指揮部(NavSea)、海軍資訊戰指揮部(Naval Information Warfare Command)與其相關專案執行辦公室，仍必須就標準化且可調整的基礎架構即服務硬體共同合作。此類硬體必須支援所有運算需求，並能在對艦艇影響最輕的情況下迅速更新，以大幅節省成本。¹⁶ 此外，應在軟體平臺設計初期，說明科學與技術努力目標。此平臺

應包括支援現代化開發維運/注重安全性之開發安全維運軟體發展的工業標準開發工具，並運用在所有船艦發展領域。此方法亦可提供各團體打破藩籬與共享資源之機會，諸如運用所有通信路徑支援全整合式可路由(Routable)網路，並將雷達孔徑與電子支援措施感測器全面考量。最後，美海軍必須將重點放在數據蒐集與運用、艦隊建議及原型裝備設計，為艦隊提供不斷提升的作戰能力，進而超越對手。



美海軍艦隊必須與其他武器載臺交換情資，並藉蒐整操作人員建議及武器操作數據資料，不斷提升作戰能力。圖為中型無人水面艦與MH-60R「海鷹」(Seahawk)直升機共同執行「無人系統整合作戰驗證」(Unmanned Systems Integrated Battle Problem)計畫。(Source: USN/ Shannon Renfro)



作者簡介

John W. Ailes少將為水面作戰軍官，也是武器獲得領域的成員。他曾擔任飛彈驅逐艦查菲號(USS *Chafee*)首任艦長，美海軍水面作戰中心懷尼米港分部(Naval Surface Warfare Center, Port Hueneme Division)主任。

Susan LaShomb為美海軍海洋監視系統(Maritime Surveillance Systems, MSS)計畫辦公室可部署式監視系統(Deployable Surveillance Systems)首席助理計畫負責人。

Reprint from *Proceedings* with permission.

註釋

1. “How Is China Modernizing Its Navy?” *ChinaPower Project*, 2018; Eric Wertheim, “China’s Luyang III/Type 052D Destroyer Is a Potent Adversary,” U.S. Naval Institute *Proceedings* 146, no. 1 (January 2020).
2. Reuven Leopold, “U.S. Naval Ship Design: Platforms vs. Payloads,” U.S. Naval Institute *Proceedings* 101, no. 8 (August 1975): 30–37.
3. ADM Jonathan Greenert, USN, “Payloads over Platforms: Charting A New Course,” U.S. Naval Institute *Proceedings* 138, no. 7 (July 2012): 16–23.
4. Ryan Fletcher, Nick Santhanam, and Shekhar Varanasi, “Laying a Foundation for Success in the Era of the Connected Building,” McKinsey & Company, 12 October 2018; Ryan Fletcher, Abihijit Mahindroo, Nick Santhanam, and Andreas Tschiesner, “The Case for an End-to-End Automotive-Software Platform,” McKinsey & Company, 16 January 2020.
5. CAPT Kurt Rothenhaus, USN, CDR Kris De Soto, USN, Emily Nguyen, and Jeff Millard, “Applying a DEvelopment OperationS (DevOps) Reference Architecture to Accelerate Delivery of Emerging Technologies in Data Analytics, Deep Learning, and Artificial Intelligence to the Afloat U.S. Navy,” 9 May 2018 (Monterey, California: Naval Postgraduate School).
6. Timothy A. Chick, “Maintaining Your Authority to Operate (ATO) While Being Agile: Achieving Continuous Reauthorization with DevOps,” Carnegie Mellon University Software Engineering Institute, June 2018, 53.
7. Department of Defense, Summary of the 2018 Department of Defense Artificial Intelligence Strategy: *Harnessing AI to Advance Our Security and Prosperity*.
8. “What Is IaaS? Infrastructure as a Service,” Microsoft Azure.
9. “What Is PaaS? Platform as a Service,” Microsoft Azure.
10. Navy Program Executive Office Integrated Warfare Systems, “AEGIS Virtual Twin Successfully Intercepts First Cruise Missile Target,” Naval Sea Systems Command, 23 April 2019.
11. “NSTIC: Naval Surface Technology Innovation Consortium—Providing Innovative Technological Solutions of Complex Naval Warfare Systems”; “Naval Submarine League Submarine Technology Forum—Promoting the Importance of Submarines to the National Defense.”
12. Ronald O’Rourke, “Navy Force Structure and Shipbuilding Plans: Background and Issues for Congress,” Congressional Research Service, 10 June 2019, 65.
13. “Software Updates,” 2019, www.tesla.com/support/software-updates.
14. Buford Rowland, William B. Boyd, and William D. O’Neil, *U.S. Navy Bureau of Ordnance in World War II* (Washington: Navy Department, 1953), 377.
15. Michael Boudreau, “Acoustic Rapid COTS Insertion: A Case Study in Spiral Development,” 87, calhoun.nps.edu/handle/10945/592.
16. Andrew Eversden, “U.S. Navy Wants to Create a ‘Hardware Factory,’” *C4ISRNET*, 27 August 2020.