

自主式時代與人機團隊之發展

陸軍少校 劉宗翰

提 要

軍事戰場的作戰主角就是人類與機器的作戰組合，或是稱為人機團隊，在科技發展之下，人機團隊的互動與依賴性日益緊密，因此優化人機團隊的能力是當前各國軍事規劃者所望之目標，並希冀在最大化其優勢的同時減少既有弱點。自主系統、機器學習與人工智慧等科技的發展，已逐漸開始與各種軍事機器系統相互整合，未來將進入所謂的自主式軍事時代，而該時代的作戰概念與戰爭型態將會影響軍事決策者運用兵力的方式，因此各國軍事領導人與規劃者須準備好面對未來的戰場環境。

關鍵詞：自主式武器、人機組合、人機團隊、戰爭型態。

前 言

自主系統、機器學習與人工智慧是當前科技發展的潮流，這些都是改變戰爭特徵的重要因素，在可預見的未來，吾人可看見這些科技的進展，像是機器載具能執行群集任務，新式與功能強大的機器系統能執行複雜行動，做出自主決策，進行致命攻擊，提供情監偵資訊以及增加危機反應時間。因此，軍事規劃者必須準備好迎接在這種自主式時代下的戰爭型態。

上述這些科技已逐步開始與各種武器系統相互整合，未來將開啟自主系統軍事革命時代，若在「全自主式」時代下，戰爭型態

將成為所謂的「超戰爭」(Hyperwar)。¹但在此之前的「半自主式」過渡期，最理想的展望就是優化人類與機器的作戰組合(或稱之為人機團隊)，因為在當前諸多文獻中，不管是在美國的「第三次抵銷戰略」文件、美陸軍訓練暨準則司令部的「機器人與自主系統戰略」，或是英國國防部的準則「聯合概念解釋1/18：人機組合」等都不斷強調「人機團隊」(human machine team)、「人機組合」(human machine teaming)或是「有人與無人組合」(manned-unmanned teaming)的重要性，誠如美國前國防部副部長沃克(Robert Work)所言，自主系統與人工智慧將開啟人機合作的新世紀。²

1 John R. Allen and Amir Husain, "On Hyperway," Proceedings, July 2017, p. 32.

2 Quoted in Joshua Pavluk and August Cole, "From Strategy to Execution: Accelerating the Third Offset," War on the Rocks, June 9, 2016, <<http://warontherocks.com/2016/06/from-strategy-to-execution-accelerating-the-third-offset/>>.

吾人其實已身處於人機合作的時代，例如網路人員是利用電腦軟硬體設備來對抗網路駭客攻擊、使用無人機進行情監偵任務，以及利用主動式武器系統來防範攻擊等。隨著戰場複雜度的增加，人類心智能力也愈來愈無法迅速處理來自各方的大量資訊，不過人工智慧卻能幫助人類克服此一挑戰，因此如何優化人機團隊能力，並在最大化其優勢的同時減少既有弱點，是當前各國軍事領導人與軍事規劃者所望之目標。³鑑此，吾人實有必要了解人機團隊之發展。由於人機團隊是架構於自主式時代的背景之下，因此本文將先探討自主式時代下的戰爭型態，接著討論人工智慧如何強化自主系統並協助人機團隊，再來是針對自主性的相關辯論進行說明，最後則提出結論。

自主式時代的人機團隊

自主式武器並非是一個全新的概念，早在二戰期間，德軍便部署一枚具有歸向尋標功能的水雷，這是被公認為首次使用導引自主式武器的首例。⁴一般而言，吾人可以將自主式武器依其自主性的定義來區分，若以2012年「人權觀察組織」(Human Rights

Watch)報告對自主性的定義而言，可區分為以下三類：人在決策迴路之內(Human-in-the-Loop)；人在決策迴路之上(Human-on-the-Loop)；人在決策迴路之外(Human-out-of-Loop)。⁵第一類是指機器系統雖可以自行選定目標，但須經由人類操作者下指令投射武力，⁶許多像此種類型的武器都已經在使用中，例如以色列鐵穹防空系統(Iron Dome)可偵測來襲5至70公里內的火箭彈，預測其軌跡，接著向士兵傳遞訊息，最後由人決定是否發射攔截火箭彈。⁷

第二類是指機器系統可以自行選定目標，同時在人類操作者的監督下投射武力，人類凌駕於機器的行動之上。⁸例如早在1980年代，美海軍為了因應蘇聯海軍所構成的壓力：因為當時蘇聯海軍準則倡議以大規模火力(同時發射60枚的巡弋飛彈彈幕)壓制對方艦隊，美軍當時不可能以人工操作方式來因應，因此便催生出「方陣近迫武器系統」(Phalanx Close-In Weapons System)，該武器系統擁有偵測、評估、追蹤、接戰，以及使用武力對抗反艦飛彈與高速飛機的威脅，可選擇在無人類的指令下自動化操作。⁹南北韓非軍事區部署三星公司的SGR-A1半自動化哨兵

3 UK Ministry of Defence Crown, Joint Concept Note 1/18: Human-Machine Teaming, May 2018, p. 51.

4 John Campbell, *Naval Weapons of World War Two* (London: Conway Maritime Press, 1985), p. 264.

5 Human Rights Watch, *Losing Humanity: The Case Against Killer Robots*, November 19, 2012, <<https://www.hrw.org/report/2012/11/19/losing-humanity/case-against-killer-robots>>.

6 同註5。

7 Paul Marks, "Iron Dome Rocket Smasher Set to Change Gaza Conflict," *New Scientist*, 20 November 2012, <www.newscientist.com/article/dn22518-iron-dome-rocket-smasher-set-to-change-gaza-conflict/>.

8 同註5。

9 US Navy, "Fact Sheet: MK 15 Phalanx Close-In Weapons System," 25 January 2017, <https://www.navy.mil/navydata/fact_display.asp?cid=2100&tid=487&ct=2>.



也是屬於此類機器系統，其使用低光線攝影機與圖形辨識軟體來偵測闖入者，一旦偵測到闖入者，接著就會發起口頭警告，SGR-A1配備有機槍並由士兵在遠端遙控，如果闖入者不投降，將可在士兵控制下進行開火，另外SGR-A1本身也可轉為全自動化模式。¹⁰

第三類是指機器系統有能力自行選定目標，並能在無須人類輸入指令或操作下投射武力。¹¹以色列航太工業公司(IAI)所生產的哈洛普(Harop)無人機，其是一種升級版的反輻射無人機，能比一般反輻射無人機盤旋更久時間，具有尋找、確認、攻擊及摧毀目標的自主能力。雖然哈洛普定位成「自主式作戰載臺」，但以以色列方面仍維持其人在決策迴路之內的功能，以避免附帶損傷。¹²不過這並不代表其他國家的哈洛普使用者就會遵循這項功能，例如據目擊者在2016年4月指出，哈洛普無人機曾在南高加索「納戈爾諾—卡拉巴赫」(Nagorno-Karabakh)內陸區的空中盤旋，並對一臺上面坐滿美國人的公車進行攻擊，其中七位人員不幸喪生。¹³因此，這類機器系統就是為人所擔憂的「殺戮機器人」，更嚴重而言，如果落入不法的行為者手中，若運用此類冷血的殺戮機器系統，除了可在

平民中散播恐懼之外，還能不用擔心手下士兵會同情受害者而不敢下手。

科技發展是影響戰爭型態的重要因素，如果要將戰史進行區分，其可區分為四個階段：一、工具時代；二、機器時代；三、系統時代；四、自動化時代。工具時代大約維持至西元1500年，大部分科技主要是由人類或是動物力量所驅使；機器時代主要是由更大的專業技巧所定義，大規模槍砲火力取代人力；系統時代強調機器技術整合至複雜的網絡系統，此一時代在二戰時達到高峰，許多創新運用出現於航空、地面部隊及通信技術；自1945年以來各武器系統的重要性向前大躍進之後，開始進入自動化時代，該時代在波灣戰爭達到高峰，當時美國盟軍以壓倒性兵力與科技優勢，在短時間內就結束戰爭，並未造成盟軍重大人員與裝備損失。波灣戰爭主要是使用導引彈藥與無人系統，當時許多系統都是自動化，只需要人類在第一階段輸入指令，即可進行後續部署運用，而在主戰車、戰機及火炮的裝備武器使用上，都是在前一時代的基礎下，持續改良精進後的成果。¹⁴

接著，吾人下一階段將進入自主式時

10 Patrick Lin, George Bekey, and Keith Abney, *Autonomous Military Robotics: Risk, Ethics, and Design*, US Department of the Navy, Office of Naval Research, 20 December 2008, p. 19.

11 同註7。

12 Amanda Del Re, "Lethal Autonomous Weapons: Take the Human Out of the Loop," *Naval War College Newport United States*, June 16, 2017 p. 31.

13 Sue Surkes, "Azerbaijan said using Israeli drones against Armenians, *The Times of Israel*, April 7, 2016, <<https://www.timesofisrael.com/azerbaijan-said-using-israeli-drones-against-armenians/>>.

14 Martin Van Creveld, *Technology and war: From 2000 BC to the Present* (NY: Simon and Schuster, 2010).

代，無人載具與自主系統將成為戰場主角，此一時代的重要組成因素便是自主式武器、群集機器載具、大數據分析、人工智慧，此一作戰概念與型態將會影響軍事決策者運用兵力的方式。

從自動化時代轉型成為自主式時代的背後有幾個重要驅使因素，像是科技發展、反恐戰爭以及情蒐需要等。在科技發展方面，軍民兩用的科技發展已成為趨勢，因此得力於民間產業的蓬勃發展，也將這種技術引進於軍事領域，這種好處是軍方若面臨技術困境，可藉由民間力量來突破。再者，感測器技術、演算法、大數據管理與分析等技術逐漸成熟，都促成可在人類最少干預下進行機器的自主性。在反恐戰爭方面，由於科技發展已帶動商業無人機的大量製造，因此恐怖分子往往將商用無人機進行武裝以遂行攻擊行動，這種廉價的商用無人機形成恐怖分子最佳的不對稱手段，另一方面，西方國家同樣也是善用無人機遂行軍事任務，像是美軍常以飛彈武裝的MQ-1掠奪者(Predator)與MQ-9死神(Reaper)無人機進行「鎖定目標狙殺」(targeted killing)。在情蒐方面，無人機

所配備的感測器與攝影機能捕捉許多情資，並及時將畫面或數據回傳至指揮中心，這對執行任務而言助益良多。

在自主式時代中，吾人仍須區分「半自主式」與「全自主式」時代的差別，若在「全自主式」時代下，戰爭型態將演變為「超戰爭」¹⁵，其具有下列幾項主要特色：

第一，時間與空間的改變。在「超戰爭」的時代中，戰場空間是全球性、多維空間領域同步進行，而且在人類「觀察、指導、決心、執行」(Observe, Orient, Decide, and Act, OODA)¹⁶周期所需時間將降低到近乎立即反應的程度，換言之，戰場節奏將是快速的，人類決策者已經沒有過往的數天時間，必須在數秒做出因應作為，原因在於自動決策系統產生了無與倫比的速度，而人工智慧與機器認知之運用更帶來同步行動的能力。¹⁷

第二，決心下達轉變為不受限、可複製擴充。領導指在進行決心下達時，往往受限於速度與注意力，同時也無法避免認知負擔，意即人不是機器，需要休息與恢復的時間，因為人如果持續在疲勞轟炸之下，容易

15 超戰爭的戰爭型態是建構於人工智慧已能完全運用於實體武器，且自主性是屬於全自主模式。

16 「OODA」決策循環係由時任美空軍上校柏伊德(John Boyd)所提出，其為二十世紀末著名的戰略思想家，此種決策循環模式常被美軍各軍事文獻所引用。

17 John R. Allen and Amir Husain, "On Hyperwar," Proceedings, July 2017, pp.32-34. 兩位作者提出新一代的「超戰爭」概念。波灣戰爭可說是首個超戰爭的例子，因為在此一期間運用了高科技、先進的精準打擊及匿蹤戰機所發動的戰略與作戰奇襲，同時也對敵方的戰略與作戰節點發起近乎同步的攻擊，這種有別於傳統的戰術戰法，某些美國空軍軍官將之稱為超戰爭(Hyperwar)。請參見，Richard H. Shultz, Jr. and Robert L. Pfaltzgraff, Jr, The Future of Air Power in the Aftermath of the Gulf War (Maxwell Air Force Base, Alabama: Air University Press, July 1992), p.79; David Evans, "Study Hyperwar Devastated Iraq," Chicago Tribune, May 29, 1991, <<https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-1991-05-29-9102170935-story.html>>.



產生犯錯，但機器卻不受限於此一限制。此外，具有人工智慧的機器經複製軟體後可在各個硬體上操作，並能用來支援無限多的戰術、作戰及戰略決心下達。¹⁸

第三，兵力的可替換性。機器將可取代士兵執行危險任務，尤其是當涉及戰場救護、人員撤離及執行彈藥運輸等，因為機器不會像人命如此珍貴般不可耗損。而且人工智慧系統能從一套系統再複製到另一套新系統，機器的專業專長隨時可從老手身上直接移植到新手，使這個機器新手立刻擁有相同的作戰能力，尤有甚者，它們只需要定期進行軟體更新即可。¹⁹

人機團隊的戰力倍增器

在自主系統革命時代中，人工智慧是最受人矚目的科技，因為其潛力無窮，可說是人機團隊的戰力倍增器。誠如俄國總統普丁所言，「誰能成為人工智慧這個領域的領導者，就能統治世界。」

在探討人工智慧於人機團隊的軍事領域運用之前，實有必要針對人工智慧的源起與發展做一簡要介紹。人工智慧乙詞起源於1956年達特茅斯的一場研討會，與會者包括當時數一數二的學者。那時候全世界第一臺

通用電腦EDVAC問世剛滿十年，任何人只要看過電腦的超強運算能力，自然會認為電腦有一天會比人類還聰明、甚至是超越人類的存在。從此以後，人工智慧的重點在於如何以電腦解決問題，不過礙於人工智慧的科技仍未臻成熟，因此一直是處於未成熟階段。²⁰一直要到2000年以後，由於半導體技術進步提升了運算能力，而半導體成本下降讓雲端儲存變得便宜，雲端伺服器內收集了世界各地的大數據(big data)，才為人工智慧奠定良好發展基礎。²¹接著谷歌旗下深思(DeepMind)公司產品AlphaGo圍棋人工智慧程式在2016年擊敗世界圍棋冠軍李世乭後，人工智慧一戰成名。人工智慧技術進步快速的原因有四個因素：電腦運算能力的大幅成長、訓練機器學習的大型資料庫增加、機器學習技術不斷進步，以及商業投資激增。²²

人工智慧是指人類製造出來的機器所表現出來的智慧，其涵蓋範圍廣泛，例如演繹、推理和解決問題、知識表示法、規劃與學習、自然語言處理、機器感知、機器社交、創造力等，而「機器學習」(machine learning)是屬於人工智慧的一部分，「深度學習」(deep learning)又屬於機器學習的一部分。²³人工智慧是機器自主的基礎，屬於軟體

18 Ibid.

19 Ibid.

20 Lynn, 〈從人工智慧、機器學習到深度學習，你不容錯過的人工智慧簡史〉，《Inside》，2017年7月10日，〈<https://www.inside.com.tw/article/9854-ai-history>〉。

21 曲建仲，〈機器是如何學習與進步？人工智慧的核心技術與未來〉，《科學月刊》，2019年2月26日，〈http://scimonth.blogspot.com/2018/03/blog-post_56.html〉。

22 陳淵銓，〈人工智慧與國家安全〉，《清流月刊》，第16期，2018年7月，頁35。

23 曲建仲，〈機器是如何學習與進步？人工智慧的核心技術與未來〉

層面，就廣泛定義而言，人工智慧是機器執行複雜任務的決策與認知能力，而這些通常是受限於人類能力所不及，因此人工智慧模仿人類的認知功能以解決特定問題與任務。若更進一步而言，可區分為「強人工智慧」(通用人工智慧)與「弱人工智慧」(狹義人工智慧)，弱人工智慧意指一套系統僅具有有限的認知能力，而「強人工智慧」則是指一套系統有能力執行一系列的智力工作。不過目前大部分的人工智慧運用在本質上都是屬於「弱人工智慧」，²⁴這種情形目前在軍事領域也是如此。

至於人工智慧將為人機團隊帶來哪些好處呢？

一、人工智慧被視為是戰局改變者(game-changer)。發展智能化自主軍事裝備可讓更多的機器系統支援作戰人員，加快戰爭型態從有人作戰轉變成無人作戰，智能化的自主機器系統可與更多作戰要素配合，最終改變軍事力量對比和戰爭規則。²⁵

二、人工智慧將優化人機團隊。現階段人工智慧能強化軍事情報與裝備自動化能力，協助操作者、飛行員或是決策制定

者做出最佳的即時決定，人工智慧還能處理重複性任務與複雜資料，透過持久性、彈性及可靠性來取代人性疲勞與偏頗行為，但並非意味著將取代人類，因為機器系統仍需要人來進行監督與管制。²⁶

三、人工智慧可提供戰場的時間優勢。在人工智慧協助下，指揮官可以加快「觀察、指導、決心、執行」決策循環速度，掌握制敵先機，利用人工智慧分析或是彙整各類情資，可藉此判斷敵行動方案，協助指揮官下達決心。在防空領域方面，人工智慧可使防空武器反應速度加快，進一步有效保護軍事基地或是關鍵基礎設施。²⁷

四、人工智慧可協助部隊訓練。美國海軍針對神盾系統軍艦所發展的「虛擬雙胞胎」(Virtual Twin)系統，執勤官兵在操作戰備系統時，另一組人員仍可利用虛擬備援系統進行操作練習，而使用的是完全真實之參數，提供完全仿真的訓練環境。接下來，美海軍將進一步規劃安裝人工智慧監控分析系統，以追蹤並分析人員的專業表現及相關問題。²⁸

24 Michael Carl Haas and Sophie-Charlotte Fischer, "The Evolution of Targeted Killing Practices: Autonomous Weapons, Future Conflict, and the International Order," *Contemporary Security Policy*, 38 (2), August 1, 2017 pp. 286-287.

25 陳淵銓，〈人工智慧與國家安全〉，頁36。

26 寧博，〈淺論AI於軍事領域運用與發展〉，《青年日報》，2018年10月13日，<<https://www.ydn.com.tw/News/308780>>。

27 Michael C. Horowitz, "The Promise and Peril of Military Applications of Artificial Intelligence," *Bulletin of the Atomic Scientists*, April 23, 2018, <<https://thebulletin.org/2018/04/the-promise-and-peril-of-military-applications-of-artificial-intelligence/>>.



雖然人工智慧技術逐漸發展，但其仍存在不少的缺陷和漏洞，例如在民間產業的問題也是時有所聞，例如微軟曾在2016年3月初出一款人工智慧聊天機器人Tay，不過在不到24小時內，Tay竟被民眾訓練成具有種族歧視的人工智慧機器人，微軟只好緊急宣布將之暫時下架。²⁹臉書近期讓人工智慧嘗試溝通技巧，但測試過程中，機器人竟自行創造非人類的語言彼此溝通，使研發人員不得不關閉相關機器系統運作，終止研發作業。³⁰在軍事方面，五角大廈希望運用人工智慧技術的電腦系統來偵測、預估敵方核飛彈何時發射，但人工智慧的風險卻不能視而不見，五角大廈高級研究項目局局長沃克(Steven Walker)表示，「軍方依然需要人工審核人工智慧系統所獲得的結果，因為系統有可能受到他人控制或愚弄。」另外，國家地理空間情報局主管羅伯茨(William Roberts)則表示，「人工智慧在商業領域，機器學習、電腦視覺等項目上都有進步，如果準確率能達到一半，就算很不錯了，不過軍方絕對不能有犯錯的空間。」³¹雖然人工智慧在民間產業應用

上的問題看似不大，但吾人須知道人工智慧若在軍事領域發生了差錯，最嚴重後果可是事關人命。

對於人工智慧的未來發展，主要有兩派不同主張：一派是打造遵循規則和邏輯推論的機器，讓任何想要檢查程式碼的人，能透過透明的內部運作過程觀察；另一派則認為，讓機器從生物學汲取靈感，透過觀察與體驗學習，更有可能產生智慧，意即將扭轉電腦程式編寫方式，系統不再需要工程師逐一編寫用來解決問題的指令，而是交由程式根據範例和預設目標，自行產生運算法。目前最強大的機器學習系統便是遵循後面這派的想法，讓機器自行編寫程式。³²這種能力就是所謂的「超人工智慧」，即機器系統透過不斷學習而擁有自主性，最後超越人類，這種就是人工智慧威脅論人士普遍的觀點。³³

人工智慧的另一個威脅看法，就是無人載具與人工智慧的結合，例如，伊斯蘭國恐怖分子早就已經使用無人機作為攻擊武器了，儘管目前這些無人機仍然需要操作人員去控制，不過在戰場上運用人工智慧，則意

28 〈善用AI科技，精進訓練完善決策〉，《青年日報》2019年3月4日，<<https://www.ydn.com.tw/News/326587>>。

29 Amy Lin，〈鄉民太可怕！微軟新人工智慧機器人，Tay竟被教成種族歧視〉，《科技新報》，2016年3月25日，<<https://technews.tw/2016/03/25/microsoft-ai-tay/>>。

30 魏國金編譯，〈自創語言對談「脫稿演出」，人工智慧發展出現警訊〉，《自由時報》，2017年8月2日，<<https://news.ltn.com.tw/news/world/paper/1123701>>。

31 朱世凱編譯，〈美計畫用AI預測敵方飛彈何時發射，同時追蹤基地位置〉，ETtoday新聞雲，2018年6月7日，<<https://www.ettoday.net/news/20180607/1186058.htm>>。

32 奈特著，Aurore Liang譯，〈人工智慧內部的暗黑秘密〉，《工業技術與資訊月刊》，第309期，2017年7月，頁10。

33 李開復、王詠剛，《人工智慧來了》(臺北：天下文化，2017年4月)。

味著可自主四處移動並進行攻擊的智能化無人機，很快就會成為現實。再者，人工智慧目前主要是由民間部門進行研發，並非由軍方管制研發，這意味著想要阻止人工智慧落入壞人手中是較困難的。³⁴

儘管人工智慧的潛力可期，但人工智慧無法做出完美決策，預判其要能進行成熟的軍事運用，時間大概是2060年或2070年以後，即使如此，在軍事領域追求人工智慧運用趨勢是不會停止的。³⁵例如，美國國防先進研究計畫局(DARPA)在人工智慧領域就曾進行三波發展，第一波是從20世紀1960年代開始，但當時人工智慧受限於科技因素，當時技術僅為手工知識(handcrafted knowledge)或是基於規則運作的系統，只能用來進行少數的任務；第二波是1990年代以後，人工智慧仰賴從大量資料中創建出統計模式識別器，DARPA投資了自然語言理解、導航及感知等技術，因而驅動了自動駕駛、個人助理及仿生義肢發展，同時造就了許多軍事與商業應用，但DARPA提到，第二波的人工智慧技術建立在大量的資料基礎上，無法適應不斷變化的條件，最終還是只能提供有限的能力。³⁶至於第三波則是近期公布的「下一代人工智慧」計畫，預計耗資20億美元，目標是提升機器人的常識和邏輯推理能力，將其智力

水平提升至10歲兒童的程度，希望藉此研發出一款能夠解決複雜問題、更有效與人類溝通、更充分掌握最新情況的人工智慧。在中國大陸方面，中共將人工智慧定位成國家戰略並建立在「軍民融合」的領域基礎，這意味著一個軍事用途的人工智慧原型機，其技術可由軍方與民間提供，同時也在國家的大力支持下。英國也是將人工智慧定位在國家戰略層級，其在2017年發布了一份《英國產業人工智慧發展報告》，針對英國產業的人工智慧發展來分析局勢，並給予英國政府人工智慧戰略布局的建議。

人機團隊之合作

在邁入「全自主式」時代的過渡期就是所謂的「半自主式」時代，其中最核心的概念就是人機團隊。人機團隊就是人與機器之間的組合或是互動，兩者共同配合完成一系列工作或任務。兩者之間的互動形式可分為以下八種：一、全部工作由人類執行，無機器的介入；二、人類要求機器提供各項建議方案，並從中選擇；三、機器向人類建議各項方案；四、機器向人類建議各項方案，並從中提出一個最佳方案；五、機器自行選擇行動方案，然後再看人類是否同意執行；六、除非人類不同意，不然機器自行選擇行

34 葉舜欣，〈英國警告：恐怖分子已擁有AI屠殺機器〉，《上報》，2017年12月1日，<https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=30182>。

35 George Dvorsky, "Humans with Amplified Intelligence could Be More Powerful than AI," Jun 12, 2016, <<https://www.gizmodo.com.au/2016/06/humans-with-amplified-intelligence-could-be-more-powerful-than-ai/>>。

36 李建興，〈DARPA將投入超過20億美元啟動第三波軍事化AI技術〉，《iThom》，2018年9月12日，<<https://www.ithome.com.tw/news/125814>>。

動方案並執行；七、機器自行選擇行動方案並執行，然後再告知人類；八、機器自主進行所有事。³⁷然而，以目前情況而言，機器在感測、自行操作及溝通能力仍有其限制，未來如果像是人工智慧、機器學習等科技能強化自主性，則機器在人機團隊中的角色將會提升，而到最後是否會取代人類的角色，筆者認為這仍有待商榷。

斯德哥爾摩和平研究所曾在2017年對154項自動鎖定系統的武器進行調查，其報告指出不需要人類操作者介入就能對目標進行接戰的武器系統只有49項(約三分之一)，³⁸換言之，當前世界離「全自主式」時代還有一大段距離。然而，在「半自主式」時代，結合人類與自主式載臺的諸般優點，即所謂的有人與無人組合或是人機組合，將可創造出更高效能的戰鬥力，而且隨著人工智慧科技的進步，自主式機器系統的能力將愈來愈強大。

自主式機器系統在目前或是可見的未來，將可對人類做出以下的貢獻：

第一，經濟實惠的得力助手。美國國防部數據指出，部署一位在阿富汗的士兵每年

所需花費的金額大約是85萬美元，但是若以部署經武裝的魔爪(Talon)履帶型機器載具，花費則只需要23萬。³⁹此外，各類型的無人機器載具還能從事人類眼中所謂枯燥乏味與危險性高的任務，例如長時間、長時期的巡邏任務，處理含放射性物質的物資以及未爆彈處理等。

第二，兵力倍增器。無人載具成為人類另一股兵力來源的例子愈來愈多，舉凡美軍第3-60號聯戰出版品「聯合目標標定準則」，就描述了無人載臺在聯合目標標定循環中搜尋、標定與追蹤階段之運用，在該循環的初期階段運用無人飛行載具，可使海軍更專注於接戰目標的最後階段、遂行最終評估工作，並讓任務效能發揮至極致。⁴⁰美國國防部在2016年曾進行了一次特別的演習，三架F/A-18D超級大黃蜂戰機在加州上空投擲了103架山鵝(Perdix)微型無人機，像這種蜂群無人機在空中就好像蜂群肆虐，多到打不完，而且每個山鵝並非事先編程為一板一眼只會各行其事的獨立個體，它們反而是一個集體有機體，共享一個分散式大腦，靈活進行決策和相互協調。⁴¹近期美國空軍測試

37 David J. Bruemmer, Julie L. Marble, and Donald D. Dudenhoeffer, "Mutual Initiative in Human-Machine Teams," Proceedings of the IEEE 7th Conference on Human Factors and Power Plants. IEEE, 2002.

38 Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Mapping the Development of Autonomy in Weapon Systems, November 2017, p. 26.

39 David Francis, "How a New Army of Robots can Cut the Defense Budget," Fiscal Times, April 2, 2013, <<http://www.thefiscaltimes.com/Articles/2013/04/02/How-a-New-Army-of-Robots-Can-Cut-the-Defense-Budget>>.

40 Brendan O'Donoghue, "The Manned-Unmanned Team Is the Future," Proceedings, June 2018, p. 68.

41 Shoichi Chou, 〈F/A-18漫天釋出的103個微型無人機，將是你的惡夢〉，《科技新報》，2017年01月21日，<<https://technews.tw/2017/01/21/sco-announces-successful-micro-drone-demonstration/>>；〈美軍測試成功，逾百無人機像蝗蟲集群飛行〉，《BBC中文網》，2017年1月10日，<<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-38576920>>。

了XQ-58A女武神(Valkyrie)無人驗證戰機，這款長程高次音速無人機的設計是為了取代人駕式戰機的危險任務，而且女武神是「低成本可消耗飛行器技術」(Low Cost Attritable Aircraft Technology, LCAAT)專案之一部分，其價格與戰機相比低廉許多，其能成為載人戰機的僚機。⁴²

無人載具也吸引英法兩國進行跨國合作，英法兩國在2014年曾簽署一項協議並投資20億歐元研發下一代無人戰機，這項「未來作戰航空系統」(FCAS)計畫將在2020年提交技術審議，目前成果是法國達梭公司已經研發了一種名叫神經元(Neuron)匿蹤無人機，而英國航空航天系統公司則研發了雷神(Taranis)無人機。⁴³

第三，提升防護能力與狀況覺知。無人戰鬥車與無人機可當成開路先鋒，提升進入危險區域時的安全性，減少士兵直接面對危險的機會，因為對人類而言的危險區域，這些無人系統都能輕易移動或是飛行。此外，F-35戰機的飛行頭盔也企圖發展成具有可顯示擴增實境(Augmented Reality)全景的系統，其畫面來自機身六個不同地方的攝影機，飛行員穿戴這種頭盔仍可看到駕駛艙狀況，其他資訊則會出現在頭盔面罩上，像是飛行方

向與高度。⁴⁴

第四，強化分散式部署。自主式載臺與有人操作系統組合，可以解決數量需求上的問題，美國海軍就正在發展數種無人載臺，希冀能提供數量上的優勢，例如美國國防先進研究計畫局(DARPA)所贊助的「反潛戰連續追蹤無人艦」計畫，其中無人自主式艦艇就可用來支援有人操作船艦，不僅能搭載反艦飛彈或是多用途飛彈以進行武裝巡邏任務，還能用來作為誘餌，吸引敵軍火力遠離載人船艦。此外，MQ-25刺魷(Stingray)無人運輸航空空中系統計畫(先前名稱為艦載空中加油系統)，主要是在為航艦航空聯隊提供艦載機加油能力，而且未來還可望發展成有人駕駛飛機的僚機，以用來承擔接近敵機的風險、為有人載臺界定目標甚至擔任空中彈藥庫等。⁴⁵

人機團隊的自主性爭辯

如何定義武器的自主性(autonomy)目前不管是在學術界或是決策圈仍未有共識。人權觀察組織提出自主性由三個不同程度控制所組成：人在決策迴路之內，人在決策迴路之上，人在決策迴路之外，第一種控制是由人選定並從事目標接戰，第二種控制是由

42 楊幼蘭，〈自殺攻擊利器！針對中俄，美首測隱形無人戰機〉，《中時電子報》，2019年3月8日，<<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190308003528-260417>>。

43 〈英法投資20億歐元繼續研發無人戰機〉，《BBC中文網》，2016年3月3日，<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world/2016/03/160303_uk_france_drone>。

44 Adam Biggs and Rees Lee, "The Role of the Human Operator in the Third Offset Strategy," U.S. Naval War College Review, Vol. 71, No. 3, 2018, p.108.

45 Phillip E. Pournelle, "Trust Autonomous Machines," Proceedings, June 2017, p. 39.



機器選定並從事目標接戰，但是人的監控可以凌駕機器之上，第三種控制是全部由自主式武器系統運作。美國國防部在2012年「第30000.09號令：武器系統的自主性」中所述的範圍則僅止於第二與三種解釋，該號令將自主式武器定義成「一套武器系統，一經啟動，就可以進行選定與接戰目標，不用人類操作者進一步介入。不過還包含受人類監督的自主式武器系統，其旨在使人類操作者能凌駕於武器系統的操作。」⁴⁶

雖然釐清控制程度有其必要性，也有助於自主式武器系統的未來發展，但是美國國防科學委員會卻有不一樣的見解，其認為控制程度的定義反而是適得其反，因為過於專注在機器而非人機之間的合作，自主性並不是各種人控制機器的分類，也不是一種人控制的浮動計演算法(sliding scale)，反而應該是在人機之間清楚明白地分配各個認知功能與責任，以達成特定的能力。⁴⁷然而，不管定義之爭如何，不變的是，誠如美國前國防戰略能力辦公室主任羅珀(William Roper)所言，「人類永遠是自主式武器系統最佳的『四分衛』。」⁴⁸

在自主性議題上，目前主要可區分成兩

項見解：一派是主張「全自主式」，另一派則是主張「部分自主式」或是稱為「在監督下的自主」。「全自主式」是未來的長遠目標，能否實現似乎還有待商榷，不過現階段與自主式武器系統的相關議題，也逐一浮現為人所探討。

以美國陸軍航空的例子而言，航空卓越中心戰力發展與整合處處長艾森巴赫(Thomas von Eschenbach)表示，「在監督下的自主能讓多項系統更快速、更有效率做出決定，同時讓操作者在做決定與處理程序上更有效率。軍事自主式的重點並非是要把人從系統中移除，重點是如何能讓人在戰鬥中專注做出真正決策，以及讓機器能更例行性的在系統中運作。」此外，艾森巴赫也點出一個重點，他認為「在一個單純的程序體系中，自主式是最佳作法，但若在一個混亂的系統中，人類仍是最佳的計算機，處理一件單純簡單的事情，全自主式可行的，但在高度複雜混亂的環境中，人需要進行操控，機器則處理單純瑣碎的事情。」⁴⁹

人機團隊誤判事件在歷史上也曾發生過，例如，在1988年時，美軍艦文森斯號(USS Vincennes, CG-49)為具備頂尖科技與戰

46 DOD, DoDD 3000.09: Autonomy in Weapon Systems, 2012, <<http://www.dtic.mil/whs/directives/correspdf/300009p.pdf>>.

47 Department of Defense (DOD) Defense Science Board, The Role of Autonomy in DoD Systems, Task Force Report (Washington, DC: Office of the Undersecretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics, July 2012), p. 4.

48 Sydney J. Freedberg Jr., "Robots, Techies, & Troops: Carter & Roper On 3rd Offset," Breaking Defense, June 13, 2016, <<https://breakingdefense.com/2016/06/trust-robots-tech-industry-troops-carter-roper/>>.

49 Scott R. Gourley, "Make Way for Autonomy," ARMY, April 2018, p.39.

力強大的飛彈巡洋艦，而且艦長與船上官兵都是訓練有素，但該艦卻不幸誤擊一架民航客機，造成機上256名乘員全部罹難，事件結果指出，即使是先進狀況覺知的人機系統，仍會在戰鬥壓力下發生誤判。⁵⁰因此，人機團隊在未來仍有可能發生這種情形。

自主式武器系統也有一些潛在風險為人所提出。在系統遭破壞方面，一派人士認為如果敵人知悉了安全漏洞，則隨著軟體複製與自主式武器系統的廣泛使用，將會造成嚴重誤傷友軍的危害，不過持反對立場人士認為自主式武器系統實際上有能力對抗所面臨的滲透破壞與駭客攻擊。此外，由於自主式武器的軟體控制可以複製到整個系統的編隊，所以須考慮編制內各個自主式武器同時故障所產生的損害，若發生連鎖反應的損壞，可能會產生情勢失控的風險。還有人提出質疑，大量自由行動的自主式武器系統是否能彼此聯繫，不依賴人類任務指令運作而參與作戰任務。⁵¹

自主式武器在法律層面中也產生關於問責與合法性問題，如果自主式武器在執行任務中出差錯，則誰該為整起行動負責？是操作者還是系統本身？在國際人道法、國際戰爭法與武裝衝突法的規範中，自主式武器系統能否適用？這些議題仍處於辯論階段，

世界各國尚未有共識。至於規範自主式武器的常見引用是，1977年《日內瓦四公約第一附加議定書》第36條之規定，各締約國要確保其所研究、發展、取得或採用的任何新武器、作戰手段或方法的使用符合國際人道法規則。然而，所有國家，無論其是否為締約國，評估新武器的合法性有助於確保國家武裝部隊在開展敵對行動時，遵守該國應承擔的國際義務。⁵²

在戰爭史上，使用新武器往往造成不受控制的殺戮行為，例如在一戰時，為了打破壕溝戰僵局，德國率先使用生化武器；二戰時原子彈的問世，最後在日本廣島與長崎造成數十萬人的死亡，兩座城市的建築也被夷為平地。過往的經驗教訓是先有死傷，才發展出禁止使用化學武器公約與禁止核武器條約的規範，因此致命性自主式武器在尚未發展成熟之際，有這麼多的反對聲浪可想而知。致命性自主式武器受到谷歌旗下深思(Deep Mind)公司的三位創辦人與全球共2,460位人工智慧專家連署表示反對，他們近期共同簽署一份「禁止致命性自主式武器宣言」(Lethal Autonomous Weapons Pledge)，呼籲國際社會未雨綢繆、嚴加管制，否則後果堪憂。⁵³

50 Anthony Tingle, "The Human-Machine Team Failed Vincennes," Proceedings, July 2018, p. 38.

51 Thomas B. Payne, "Lethal Autonomy: What It Tells Us about Modern Warfare," Air and Space Power Journal, Vol. 31, No. 4, Winter 2017, pp. 21-22.

52 紅十字國際委員會，〈新武器的審查〉，2010年10月29日綜述，〈<https://www.icrc.org/zh/doc/war-and-law/weapons/new-weapons/overview-review-of-new-weapons.htm>〉。

53 黎映彤，〈確認身分、鎖定目標、擊殺目標……「殺戮機器人」大軍〉，《風傳媒》，2018年7月27日，〈<https://www.storm.mg/article/468364>〉。

結 論

科技發展無疑將改變戰爭特徵，但是戰爭本質是不會改變的。克勞塞維茨學派的人認為，因為戰爭本質是暴力、混亂、容易導致情勢升高，未來也一定是如此，戰爭是由人類、衝突意志及政治因素所驅使。英國戰略學家格雷(Colin Gray)亦曾指出，「許多人對於搞不清楚戰爭本質與特徵有何不同，簡言之，戰爭本質是普遍性與永久性，並不會改變；戰爭特徵則總是在改變。」⁵⁴美國歷史學家莫瑞(Williamson Murray)教授就質疑資訊時代是否會逐漸改變戰爭本質，特別是戰場不確定性，他認為戰爭本質包含戰爭迷霧與戰爭摩擦，而那些認為戰爭本質是會改變的人，他們其實是錯的。他還主張運算能力無法預測各種不同的行動，同時無能力影響敵人不預期的方式。⁵⁵

擁有先進的軍事科技，雖然可在戰場上獲得致勝先機，但並不保證一定會勝利，若以美軍戰史案例而言，美軍在波灣戰爭因為掌握先進科技並將之運用於戰場上，結果以壓倒性戰場優勢將敵軍擊潰，其後更開啟一波軍事事務革新，但美軍在越戰的經驗教訓中，即使美軍擁有比敵人更多的優勢，仍然深陷越戰泥沼，打不贏戰爭，因此一味相信

科技是下一個戰爭獲勝關鍵的人，其危險之處在於容易高估自身科技優勢，反而忘記要深入了解戰爭背景與敵人的歷史文化特質，這種歷史知識的忽略，美軍已經付出過代價，只不過在當前科技優勢論的觀點下，逐漸為人淡忘。⁵⁶

從戰略層面而言，軍事戰略是由軍事戰略目標(目的)+軍事戰略構想(方法)+軍事資源(手段)這三大要素組成。⁵⁷循序漸進的作法有其必要，戰略目標就是先要能辨識未來的作戰環境與變化，戰略構想是評估當前部隊組織編制與作戰概念是否相配，軍事資源則是進行驗證並發展最合適的人機作戰組合。而在指揮官層級所要面對的人機團隊挑戰，便是須判斷一個特定任務是需要有人或是無人，還是人機組合來執行，於此同時，若處於訊號不良或是拒止的環境中，該如何因應？這些問題可從準則發展、教育訓練或是參照國外軍隊經驗教訓來獲得解決之道。在人機團隊中，指揮官必須發揮智慧，並在自主式武器系統的過與不及之間，進行決心下達，以利任務圓滿達成。

作者簡介

劉宗翰少校，陸軍少校編譯官，任職於國防部政務辦公室史政編譯處，政治大學戰略與國際事務碩士。

54 Colin Gray, *Modern Strategy* (New York: Oxford University Press, 1999).

55 Williamson Murray, *America and the Future of War: The Past as Prologue* (Stanford, CA: Hoover Institution Press, 2017).

56 Williamson Murray 著，黃文啟譯，《戰爭、戰略與軍事效能》(臺北：國防部譯印，2014年1月)，頁83-95。

57 吳明上等著，《新戰略論》(臺北：五南，2007年)，頁424。