

5G世代智慧物聯網之軍事運用與發展

作者／陳慶奉、王岳吉

提要

- 一、物聯網發展迄今已不是稀奇事物，科技應用早已走入家庭，依國際研究機構 Gartner 於 2019 年 9 月估，2020 年全球企業及車用物聯網(Internet of Things, IoT)市場的端點裝置將成長至 58 億件計，較 2019 年增加 21%。而人工智慧照亮物聯網進化路，成為人工智慧物聯網，彼此間更為緊密，再加上第五代行動通訊(5G)之商用進展，加速驅動物聯網的創新應用。
- 二、物聯網最早即應用在軍用 C⁴ISR 系統，小從各類感測器，大到各載具的相互構連，美陸軍陸續建立以戰場運用為主的戰鬥物聯網，構連戰場上各類感測器、武器載具、車輛、機器人及穿戴裝置等，解決在動態變化且複雜電磁戰場環境所面對的問題，包含資訊安全，國軍應導入 5G 世代智慧物聯網之創新能力與活力，運用於建軍備戰，創造我不對稱戰力優勢。

關鍵詞： 物聯網、人工智慧、第五代行動通訊、不對稱戰力。

前言

隨著第五代行動通訊(5th Generation, 5G)世代即將來到，據資策會產業情報研究所於 2019 年 5 月預估，以台灣 5G 手機為例，到 2024 年 5G 手機出貨可達 2.72 億支，產值高達新台幣兩兆元。全球知名的經濟預測機構 IHS Markit 預測，2035 年 5G 產業價值鏈可望有 3.5 兆美元產值，帶動 2,200 萬個就業機會。物聯網將現實世界數位化，讓原本獨立的普通裝置彼此之間組成一個互聯互通的網路，透過雲端平臺的建置，提供智慧城市、智慧家庭、智慧交通、智慧醫療及智慧運輸等應用領域所需創新服務，依據 GSMA 智庫發布的全球物聯網市場報告，全球物聯網市場於 2025 年將高達 1.1 兆美元。

未來 IoT 將透過人工智慧(Artificial Intelligence, AI)及 5G 等技術的引導，在智慧應用與自動化的服務將產生更大、更快的加乘效應，造就新興科技產業稱為人工智慧物聯網(AIoT = AI + IoT)，其中 IoT 負責收集數據並且提供進一步的資料分析與模型優化。而 AI 則借助於資料分析快速地找出關聯性及重要性，可說是 IoT 的核心，其價值在於過濾許多沒有意義的雜訊資料，以及依處理時間的急迫性來獲得資料類型分類，最後讓整個工作流程更有效率。

本文先簡介 AIoT 與 5G 及其商用發展現況，再探討國外軍方與國軍之 AIoT 及 5G 發展現況，最後就國軍武器系統未來如何應用 AIoT 及 5G 等關鍵技術，並強化資安防護，提升作戰效益，創造我不對稱戰力優勢，提出建議供參考。

AIoT 及 5G 簡介

IoT 推動迄今已有 10 年之久，經過終端設備連結與平臺分析階段，目前進入 AI 與 IoT 技術結合的 AIoT 階段，而且成為科技產業的發展趨勢，並延伸出邊緣運算(Edge Computing)概念，透過終端與雲端的分散式運算，讓 AIoT 的應用逐漸落地，而 5G 商用進展也可望進一步驅動 AIoT 發展。因此，要實現 AIoT 應用，除了須整合聯網通訊與 AI 運算所需的軟硬體，還須依據不同的應用場景開發相應的 AI 演算法，兩者融合而出現的新應用型態 AIoT 在產業間爆發開來，從 2019 年世界通訊大會(Mobile World Congress, MWC)的研討議題中，涵蓋了未來物聯網之焦點發展項目(如表一)，其中 AIoT 已成為下一個兵家必爭之地。

表一 物聯網焦點發展

項次	焦點項目	說明
1	人工智慧物聯網(AIoT)	進入手機、智慧家庭、自駕車等應用，AIoT 已成為下一個兵家必爭之地。
2	窄頻-物聯網(NB-IoT)	窄頻-物聯網(Narrow-Band IoT, NB IoT)已成為低耗廣域網路(Low power Wide Area Network, LPWAN)主流技術已成趨勢。
3	智慧家庭(Smart City)	智慧車隊、智慧路燈、智慧橋樑、2020 東京奧運應用。
4	邊緣運算(Edge Computing)	低延遲、即時、資料分析等應用，如自駕車、無人機等。
5	擴增/虛擬實境(AR/VR)	5G 與邊緣運算帶動擴增實境(Augment Reality, AR)/虛擬實境(Virtual Reality, VR)應用普及。

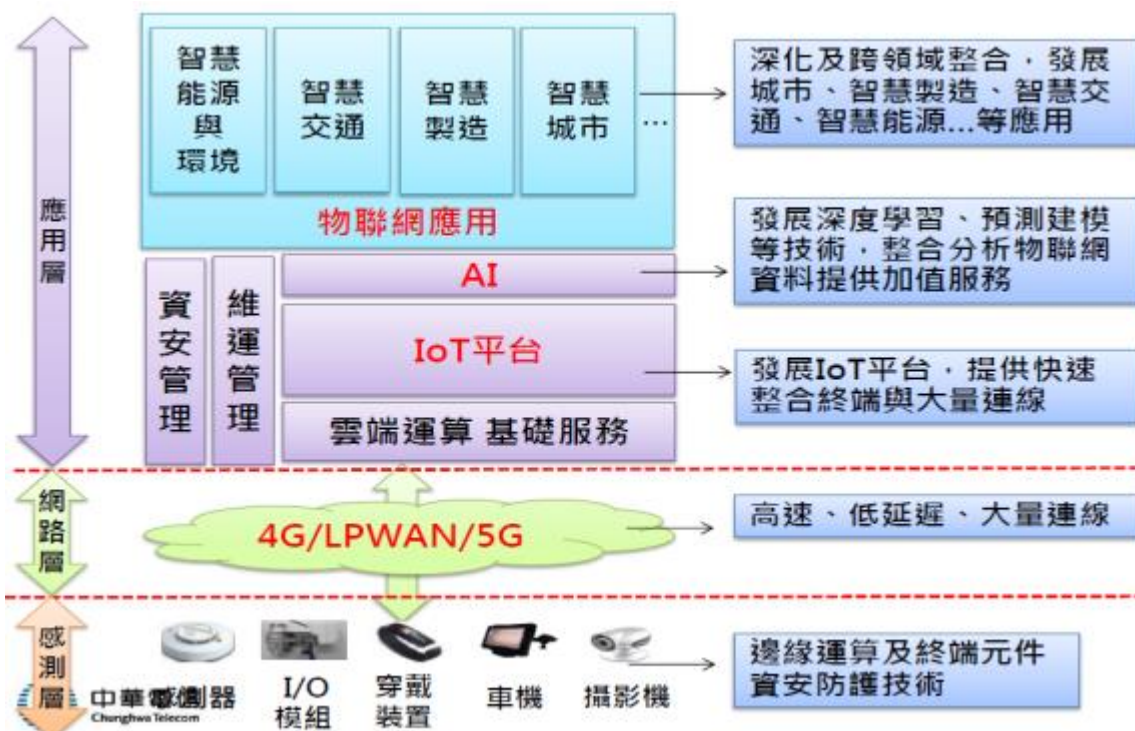
資料來源：作者整理。

IoT 可區分為感測層、網路層及應用層等三個階層，感測層可運用 I/O 模組、穿戴裝置、車機及攝影機等感測器，將所蒐集之感測資料在網路層透過 4G/5G 等行動通訊進行傳送，在應用層部分，進行智慧能源與環境、智慧交通、智慧製造與智慧城市等應用，並且強化資安與維運管理。從基礎設施來看，中華電信研究院¹建立一個以雲端運算為基礎服務的 IoT 平臺，提供快速整合終端設備與大量連線的資料，在此平臺之上發展深度學習、預測建模等 AI 技術及相關軟體工具，整合分析 IoT 資料，提供一個加值創新的應用服務，如圖一。

行動通訊技術由可在移動狀態下之第二代(2nd Generation, 2G)語音，逐步演進到用戶對數據服務之第三代(3rd Generation, 3G)語音與數據需求，更進一步擴展到第四代(Fourth Generation, 4G)之寬頻高速上網，升級延伸成為 5G 新一代蜂窩行動通訊技術，達成萬物聯網目標，如圖二。目前國際組織第三代合作夥伴計畫(3rd Generation Partnership Project, 3GPP)提出商業部署為 Release 15 版本，預劃 2020 年 4 月定版 Release 16 版本，並提交 5G 新無線電(5G New Radio, 5G NR)作為 5G 通訊標準提案。

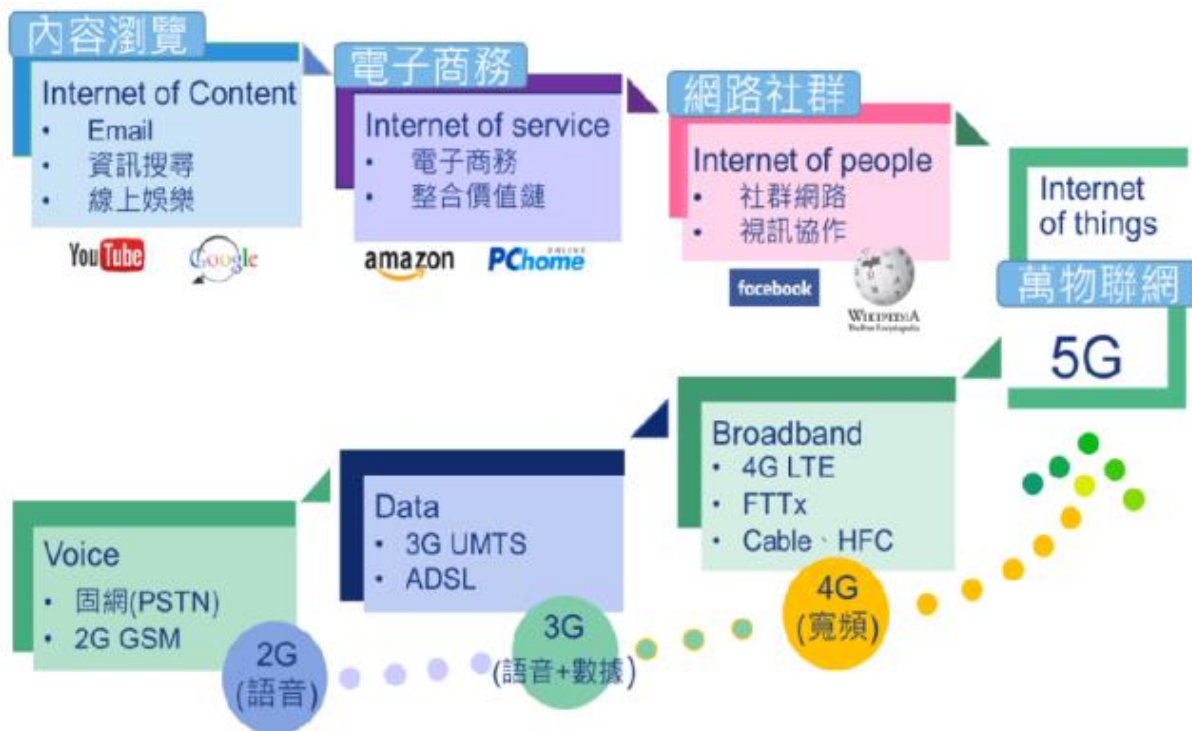
¹陳榮貴，〈物聯網發展與運用〉，中華電信研究院，2018 年 10 月，頁 11。

圖一 AIoT 技術發展



資料來源：陳榮貴，〈物聯網發展與運用〉，中華電信研究院，2018 年 10 月，頁 11。

圖二 行動通訊技術演進



資料來源：國家傳播委員會，〈全球 B4G/5G、IoT 需求情境、應用與技術發展趨勢〉，行政院，2018 年 10 月，頁 1。

5G 三大應用場景為增強型行動寬頻(Enhanced Mobile BroadBand, eMBB)、極低延遲的可靠通訊(Ultra-Reliable and Low Latency Communication, URLLC)及巨量物聯網通訊(Massive Machine Type Communications, mMTC)，簡稱為 5G 大頻寬、低延遲及大連結的三大特性。而

eMBB 係為增強室內與戶外之間具備超高速連接，即使在蜂槽細胞(Cell)邊緣也有一致的服務品質，URLLC 係對延遲與封包遺失訂定嚴格要求，以提升反應能力，mMTC 係為大量連接設備，這些被連接的設備存在有廣泛的覆蓋範圍、較低的能量耗損及較低的傳輸速率等特性。

5G 八大項關鍵需求指標，如表二。

表二 5G 關鍵需求指標表

項次	關鍵需求指標
1	一個移動中的用戶/設備於網路訊號服務區域內可持續、無縫隙使用之實際體驗速率達 100Mbit/s 至 1Gbit/s
2	每用戶/設備於理想狀態下之最高峰值速率達 20Gbit/s。
3	時速 500 公里移動狀態下仍可持續通訊之能力。
4	網路延遲為 1 毫秒。
5	每區域單位之總設備連線密度為每平方公里 100 萬個設備。
6	能源使用效率為 4G 標準的 100 倍。
7	頻譜使用效率，每個基地臺使用每單位頻譜資源之平均數據傳輸量為 4G 標準的 3 倍。
8	區域內訊務通訊能力為每個基地臺於每平方公尺可提供 10Mbps 之服務訊務量。

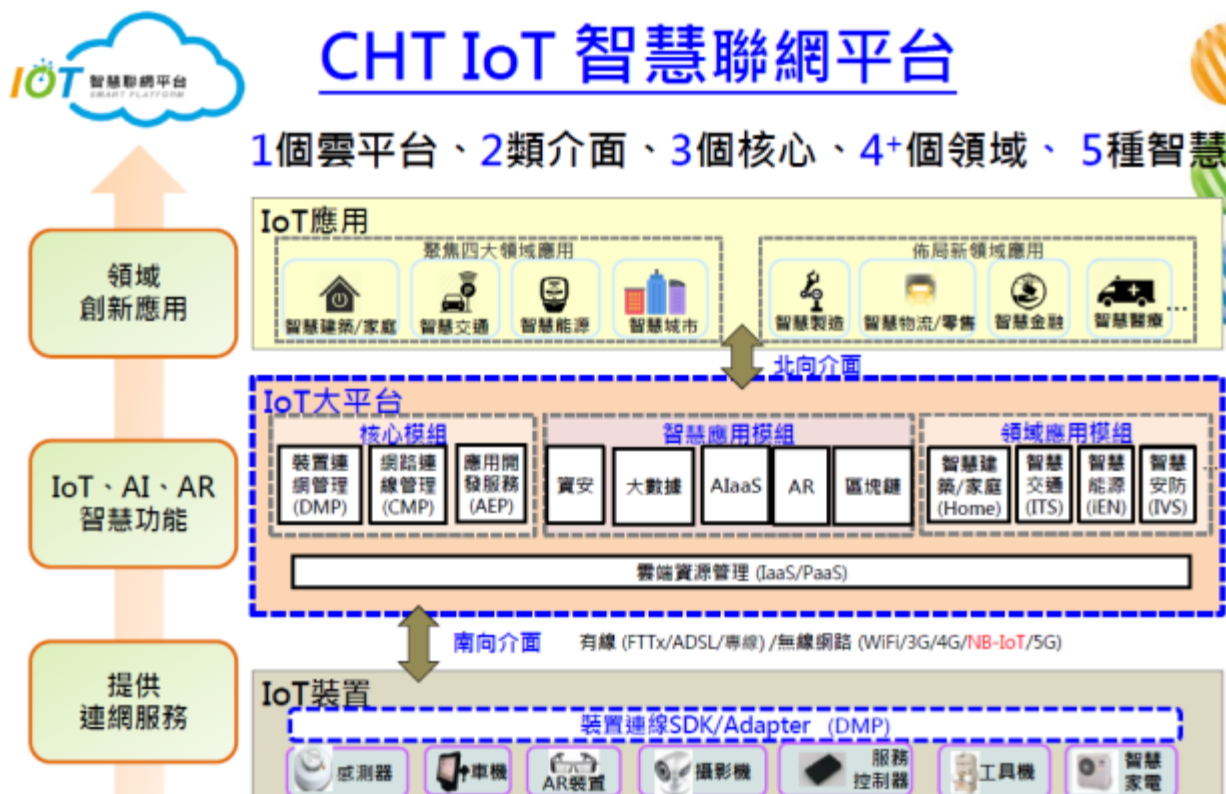
資料來源：作者整理。

AIoT 及 5G 商用發展現況

目前整個科技產業中，重點領域如 5G、自駕車/電動車、智慧家庭、智慧製造、AI 都與 IoT 脫不了關係，IoT 的組成架構包含感測元件、傳輸介面、通訊網路、應用軟體及雲端平臺等，大都已齊備，未來重點在於依不同市場或領域的需求用途及特性，打造出具備智慧功能的 AIoT 應用與服務。2019 年初國際消費性電子展，5G、AI 與 IoT 無疑是鎂光燈焦點，AIoT 更成為物聯網應用最主要驅動力，結合 AI 的 IoT 創新應用更是琳琅滿目。為滿足智慧家庭、自駕車、智慧製造、智慧醫療、智慧城市等領域的 AIoT 發展，各種低功耗物聯網技術方案如 NB-IoT、LoRa、Sigfox、Super TaiRa 或新一代藍牙相互較勁，而感測器與電源晶片也求新求變，搶占市場應用商機。以 Super TaiRa 為例，具有穿透障礙能力強、抗干擾能力佳、使用功率低等特性，中科院與宏碁公司共同發起成立的「超級台灣無線聯盟」於 108 年 3 月 13 日於中科院龍園園區舉辦「第一屆超級台灣無線技術(Super TaiRa)國際論壇」活動，實際展示了該項技術，在無中繼的情況下，從龍潭至雲林進行語音通信。

因應 AIoT 產業發展，中華電信研究院建構一個 IoT 智慧聯網平臺，具備核心模組、智慧應用模組及領域應用模組，南向介面提供大量 IoT 裝置連網所需應用服務工具，可完成裝置間與各應用系統資料交換，加速應用程式開發，以及建築/家庭、智慧交通、智慧能源及智慧城市等四大領域應用，布局智慧製造、智慧物流/零售、智慧金融及智慧醫療等四項新領域應用，如圖三。

圖三 IoT 智慧物聯網平臺



資料來源：陳榮貴，〈物聯網發展與運用〉，中華電信研究院，2018 年 10 月，頁 24。

2018 年行政院科技會報²制定 5G 應用與產業創新策略規劃，依 5G 的大容量、超高速、低延遲、低耗能及大連結等五大特性，從電信業者(行動寬頻應用)及應用服務業者(新興垂直應用)角度，訂定鼓勵 5G 垂直應用場域實證、建構 5G 新創應用發展環境、提供 5G 技術支援與整合試煉平臺、規劃釋出符合整體利益之頻譜及調整法規，創造 5G 發展有利環境等五大策略方向，如圖四。108 年行政院核定「臺灣 5G 行動計畫」，規劃於 2019~2022 年投入 204 億元，完善 5G 核心技術、系統測試平臺及應用試驗環境，使我國成為全球 5G 供應鏈的主要夥伴。

2019 年國家傳播委員會預計釋出 3.5GHz 頻段之 270MHz 頻寬，做為第一波 5G 商用頻譜拍賣，各家電信公司取得上限 100MHz，後續再釋出 28GHz 毫米波頻段之 2,500MHz 頻寬及 1,800MHz 頻段之 20MHz 頻寬，如圖五。另依 5G 企業專網應用需求，正檢討 600~699MHz、2.3~2.4 或 4.4~5.0GHz 做為後續頻譜規劃。

5G 網路必須另外建構設備和基地台，網路布建初期涵蓋不足之處還是要搭配 4G，因此，5G 啟動初期，4G、5G 將有共存的現象，非人口密集區可朝共建共用網路，並以漸進方式逐步建構，避免於過渡時期內建置大量基地台，也降低後續因標準異動所需調整成本之負擔。也因為 5G 基地台需求數量與建置成本龐大，政府宜引導系統業者「共用一條資訊高速公路」，朝向 5G 基地台共頻、共網、共建之方向，除了節能減碳之外，頻譜不宜過度分散。政府宜

² 科技會報辦公室，〈5G 應用與產業創新策略規劃〉，行政院，2018 年 10 月，頁 4。

從法規面鬆綁，給予系統業者經營彈性，可大幅減少各家電信業者皆自建基地台，除減少電力耗用及設施建置成本外，也避免造成民怨與抗爭。

圖四 5G 廣泛應用發展方向



資料來源：科技會報辦公室，〈5G 應用與產業創新策略規劃〉，行政院，2018 年 10 月，頁 4。

圖五 5G 頻譜規劃



資料來源：〈5G 頻譜前哨戰開打，臺灣電信五雄怎跟 NCC 討那些牛肉？〉《數位時代》，<http://www.bnext.com.tw>，2019 年 8 月 8 日，(檢索日期：2019 年 8 月 9 日)。

國外軍方 AIoT 及 5G 運用與發展

IoT 最早即應用在軍用 C4ISR 系統，常說「感測器到武器(Sensor to Shooter)，指管(Command and Control, C²)在中樞，通資網路貫穿在其中」，小從各類感測器，如攝影機、光電等，大到各載具的相互構連，如雷達、聲納等，都是軍用 IoT 的感測層裝置，主要為蒐整各類目標情資，再則將情資彙整傳送到指揮中心，這個過程所需通資網路就是軍用 IoT 的網路層。最後藉由指管系統下達任務命令、輔助決策，就是軍用 IoT 的應用層。以下將探討 AIoT 及 5G 運用於國外軍方之發展現況：

一、AIoT 運用與發展

因應野戰環境或全壽期妥善維運，軍用裝備具備高成本且壽期長，更換週期較長，而民生市場需求帶動民用科技快速成長，如 5G 與 AIoT 等，故領先軍用科技，軍用 AIoT 中，在網路層可導入 5G 技術，提升傳輸頻寬及整體效能，在應用層可運用 AI 技術，強化情研分析及指管決策。2019 年 9 月本文作者王岳吉³提出，國防部已將通網電整體發展納入「國軍通網電戰力規劃」中，評估未來 AI 技術及科技應用之發展趨勢，鼓勵各單位主動提出研究試行專案，進行小規模部署與驗證，如 AI 決策支援系統等。以下簡介國外軍方運用 AIoT 現況。

(一)美軍

2016 年起美國陸軍研究實驗室(Army Research Laboratory, ARL)⁴即針對戰場上各項感測器與武器載臺所構連形成的作戰 IoT 進行研究，稱為戰鬥物聯網(The Internet of Battle Things, IoBT)，克服在動態變化且複雜電磁環境所面對的通訊網路及所需資訊安全等問題，如圖六。

圖六 IoBT 戰鬥物聯網示意圖



資料來源：Kott, Alexander, Ananthram Swami, and Bruce J. West., “The Internet of Battle Things,” Computer 49.12(2016), pp.70-75.

³ 王岳吉，〈人工智慧之軍事運用與發展〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月，頁 135。

⁴ Kott, Alexander, Ananthram Swami, and Bruce J. West. “The Internet of Battle Things,” Computer 49.12(2016), pp. 70-75.

因應 IoBT 的發展，美軍已從陸地戰士(Land Warrior)到數位戰士(Nett Warrior)，發展到整合型即時情境感知及情資共享系統，不再單單著眼於戰士單兵裝備，而是發展到地面部隊所需戰士戰鬥系統，其中戰鬥系統包含精準式偵蒐系統、整合式感知系統及輕裝化指管系統，將系統裝備朝向重量與電力輕量化(Small Weight and Power, SWaP)，提升單兵快速移動、裝備續航力及戰損存活率，發揮指管效能。2017 年 DARPA 分兩階段執行「X 部隊專案」(Squad X Experimentation Program)，將於 2021 年研製完成戰士戰鬥系統，2019 年執行 CACI 公司之電戰攻擊系統(BITS Electronic Attack Module Squad System, BEAM-based BSS)及洛馬公司之頻譜狀態覺知系統(Augmented Spectral Situational Awareness and Unaided Localization for Transformative Squads, ASSAULTS)之測評驗證，著重於地面部隊戰士及無人裝備間之感測節點通訊網路鏈結及資料傳遞，以及運用 AI 相關技術濾除相關情資雜訊(不必要情資)，提供最適化情資給每位戰士，如圖七。

圖七 X 部隊地面無人車



資料來源：DARPA, “With Squad X, Dismounted Units Partner with AI to Dominate Battlespace,” <http://www.darpa.mil>, (2019/7), 2019/7/10.

(二)中共

2018 年中國電子科技公司完成 200 架固定翼無人機智能蜂群(Swarm Intelligence)飛試，具備自主協同、智能決策、感知與避碰撞、多目標偵蒐及編隊分群等，提升整體戰鬥力，可適應於空間複雜、高度不確定的空戰環境，其中動態中心自組網展現無人機群之間的 IoT，自主協同運用 AI 相關技術，無人機智能蜂群將再一次成為「改變遊戲規則」的顛覆性力量，以集群替代機動、數量提升能力、成本創造優勢的方式，重新定義戰場作戰能力運用的型態，如圖八。

二、5G 運用與發展

3GPP 從 2G 發展到 5G，朝向低延遲及大頻寬，頻寬最高到 20Gbps，然軍用無線電機從 SINCGARS、EPLRS、LINK16、DWTS 到 JTRS-WNW，頻寬最高到 10Mbps(如圖九)。2018 年美國國際戰略研究中心⁵指出，5G 涉及網路與數據的發展方向，誰開發 5G 技術、誰制定標

⁵ James A. Lewis, “How will 5G shape Innovation and Security:A primer,” Center For Strategic & International Studies

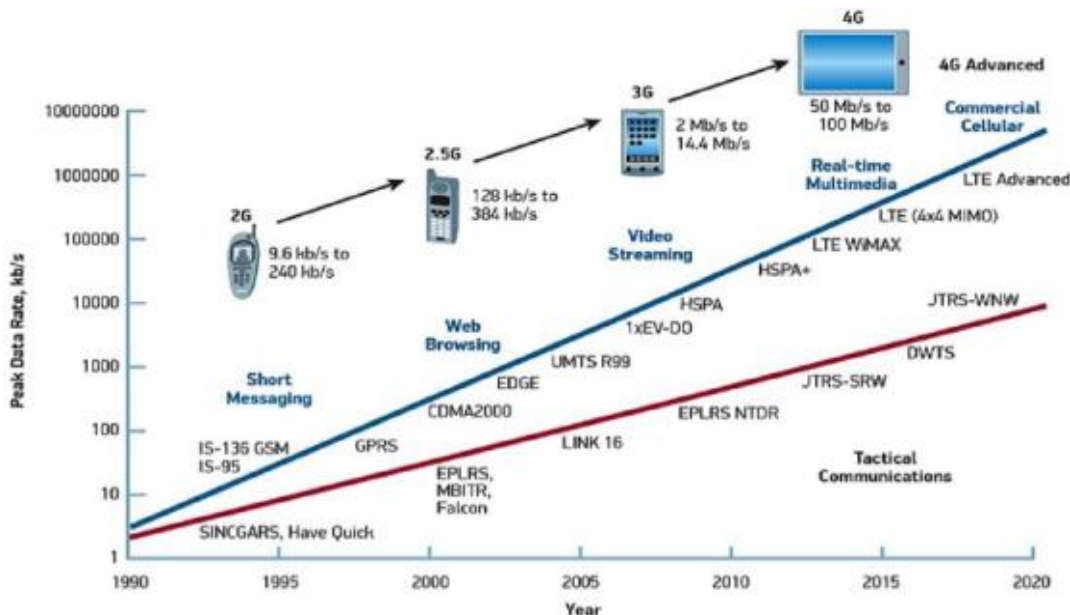
準，智慧財產權就歸屬誰，將對網路安全、創新應用及產業生態產生重大影響，而 5G 技術具有重要的軍事價值，可用於機器人、AI 及大量先進的傳感設備構連等，各國為讓自己在 5G 處於領先地位，而展開激烈競爭，如美中貿易戰，以下簡介國外軍方 5G 運用與發展。

圖八 無人機智能蜂群示意圖



資料來源：〈200 架固定翼無人機集群飛行〉《每日頭條》，<https://kknews.cc>，2018 年 5 月，（檢索日期：2019 年 7 月 5）。

圖九 商用與軍用通信系統發展



資料來源：Australian Department of Defense, “Long Term Evolution(LTE)/Fifth Generation(5G) mobile networks for military use,” <http://www.defense.gov.au>, 2018/7, (2019/7/10).

(一)美軍

運用 5G 大頻寬、低延時的特性，能使在未來戰場上更加有效地即時鏈結各種感測及武器載臺，再結合 AI 技術能提升智能化程度，運用構想如表三。

表三 5G 運用構想項目

項 目	說 明
提升戰場訊息共享 (對應大頻寬)	以高效採集、傳輸、處理戰場的大數據，提供實際數據分析結果，提供參謀建立對戰場態勢的高度感知。
提高系統構建效率 (對應低延時)	具備適應性好、兼容性強等特點，提供高速可變速率傳輸，滿足不同作戰區域的聯網需要。

資料來源：作者整理。

此外，運用 5G 網路將有新的安全議題，美國國防部國防創新委員會於 2019 年 4 月所發布的「5G 生態系統：美國國防部的風險與機遇」報告中，指出 5G 未來面臨的安全風險，例如供應鏈風險，從網路裝備到完整的網路，再到應用服務，層級越高，供應鏈存在的風險越大，也越容易被攻擊。報告中也指出，為減少未來 5G 對國防安全的影響，應在頻譜政策、供應鏈和基礎設施安全等方面進行強化，相關建議值得我國借鏡。

(二)中共

2019 年中華經濟研究院於十九大後中國大陸的科技創新政策發展方向指出，5G 將與雲計算、大數據、人工智慧、虛擬/擴增實境等技術融合，並藉由連接人與物，成為各行業數位轉型的關鍵，而中共將 5G 納入軍民融合技術，如華為、中興通訊等公司，規劃將 5G 技術運用於軍用通信系統中，2019 年 6 月世界通訊大會(Mobile World Congress, MWC)⁶中，華為公司藉由 5G 低延遲特性於上海會場展示直接對河南礦山挖掘之遠距操控，顯示操控更加靈活(如圖十)，預判 5G 將與下一代指揮自動化系統能力有著明顯的相關性。鑑此，2019 年 8 月美國商務部再次展延對華為禁售令，而華為旗下 46 家子公司已被列入實體清單，美國情報單位已邀集網路安全、中國經濟及貿易等各個領域的專家進行演習，研究未來 5G 發展的各種影響，並模擬華為取得世界 5G 龍頭的後果。

圖十 5G 使用案例



資料來源：〈MWC 上海 5G 應用天馬行空 中國經驗值得借鑑〉《華強旗艦》，<https://kknews.cc>，2019 年 7 月 4 日，(檢索日期：2019 年 7 月 10 日)。

⁶ 〈MWC 上海 5G 應用天馬行空 中國經驗值得借鑑〉《華強旗艦》，<https://kknews.cc>，2019 年 7 月 4 日，(檢索日期：2019 年 7 月 10 日)。

國軍 5G 及 AIoT 運用與發展

全球公共安全及災防緊急通訊等，多以窄頻集群中繼無線電系統為主，如歐規 TETRA 及美規 APCO P25 等，提供群組語音、座標及簡訊等指揮調度與任務派遣。3GPP 訂定寬頻關鍵任務派遣系統(LTE Trunking)標準規範，可運用自建基地臺，快速部署專屬寬頻行動網路，取代前述窄頻。以下簡介國軍 5G 及 AIoT 運用與發展，說明如後。

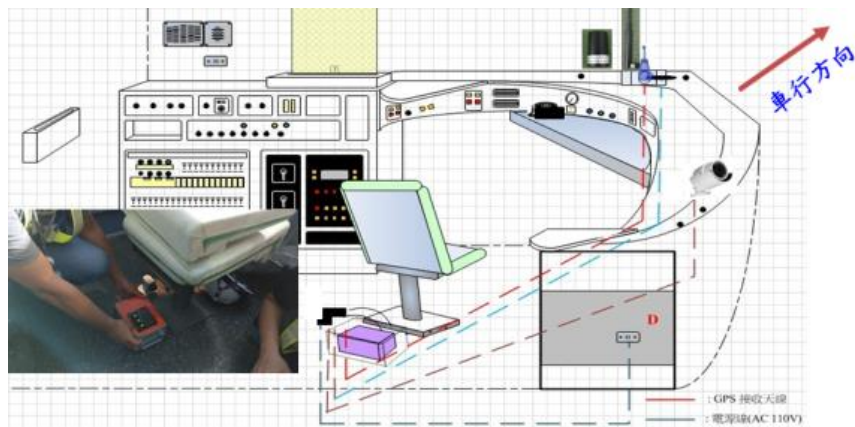
一、5G 運用與發展

2019 年陸軍特種作戰指揮部建置 4G-based 寬頻關鍵任務派遣系統，未來可升級為 5G，組成包含用戶臺、指揮臺及可攜臺，其中可攜臺包含基地臺(Evolved Node, eNB)、功率放大器、核網設備(Evolved Packet Core, EPC)及應用系統伺服器主機等，可比喻為一個縮小版中華電信，藉由陸航直昇機降制高點，提供群播語音(Mission Critical PTT, MCPTT)、群播影像、群播簡訊、網路電話、緊急呼叫及 GPS 座標等功能。

二、AIoT 運用與發展

國家中山科學研究院協助臺灣高速鐵路公司研製列車動態自動量測設備，簡稱為動搖計，屬 IoT 感測器，透過即時監控、警示、回報及記錄等自動處理程序，將列車振動、影像及速度等資料以 4G 行動數據服務傳送至分析室，運用 AI 技術進行舒適度分析及路線即時狀況圖形化顯示，而動搖計可持續讀取 3 軸加速度值及影像資料，執行自動里程航跡推算及濾波分析等處理，透過自訂的封包格式傳輸振動、里程及速度等資料至分析室，如圖十一。

圖十一 動搖計安裝位置示意圖



資料來源：作者整理。

未來國軍發展建議

雖說 IoT 最早即應用在軍用 C⁴ISR 系統，然而如何運用新一代科技 5G 技術導入到軍用 IoT 的網路層，或運用 AI 技術活化到軍用 IoT 的應用層呢？經本研究研析世界各國將 5G 及 AIoT 技術導入軍事運用與發展，依據 SWOT 分析，導出國軍 5G 及 AIoT 發展策略重點，如表四。

表四 SWOT 分析表

項目	SWOT 分析	
國軍導入 5G 及 AIoT 發展	S 優勢： 一、已聚焦在不對稱作戰思維。 二、中科院成立 AI 組奠基技術。 三、參考 DARPA 執行先期研究。	W 劣勢： 一、領域知識應用概念欠缺。 二、機敏因素限制資料取得。 三、權責單位未能整體規劃。
	O 機會： 一、國內 ICT 產業發達可供整合。 二、國防產業發展條列通過。 三、科技部挹注資金發展 5G 及 AIoT 技術。	T 威脅： 一、中共 5G 及 AIoT 國家級計畫投入。 二、吸收全世界專業人才。 三、全球智財權布局搶佔市場。

資料來源：作者整理。

未來國軍導入 5G 及 AIoT 之軍事運用與發展之建議，說明如後：

一、國軍 5G 國防專網

2019 年 6 月中華電信研究院⁷與國家中山科學研究院共同整體規劃國軍 5G 專網服務，可從國軍行動專網及商用行動私網來探討，前者係以國軍網路為主，對特定區域或關鍵任務地點進行專屬 5G 基地臺(含固定、車載或可攜)建置，自建之核網設備進行用戶身分認證及存取連線確認，輔以防火牆、智慧管家等資安防護機制，提供智慧型手機所需語音、數據及指管等應用服務，此部分優點在於專屬頻譜、專用基地臺及用戶帳號自行管理。再者，全島訊號涵蓋及機動中通信所需基地臺數量龐大，建置及維護成本過高。因此，後者以系統業者之基礎建設為主，透過安全群組(Mobile Data VPN, MDVPN)機制及導入行動邊緣運算(Mobile Edge Computing, MEC)架構，相關資料可在基地臺端即可就近運算處理，減少往系統業者機房傳送及處理，提升資料存取管控，如圖十二。

二、戰鬥物聯網-以先進偵蒐數位戰士戰鬥系統為例

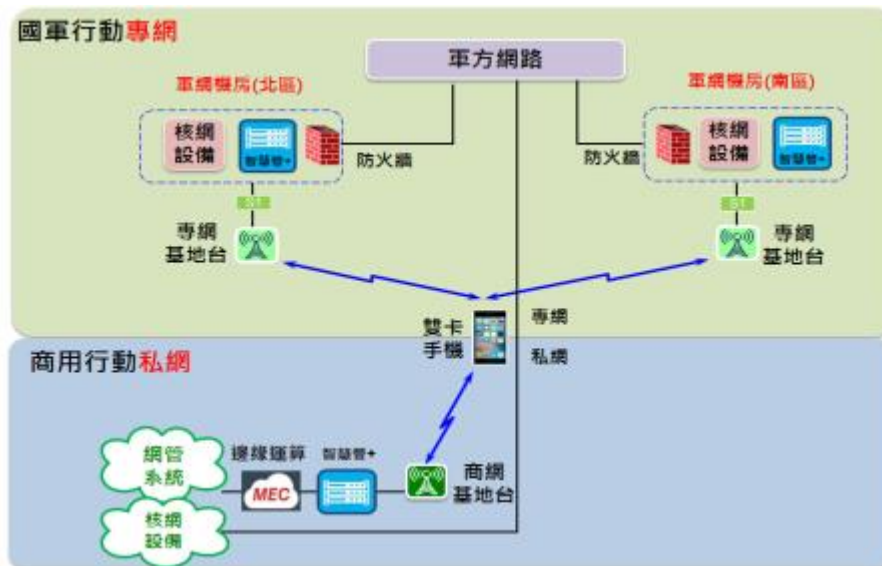
2018 年 4 月國家中山科學研究院徐方鴻⁸指出，單兵戰鬥系統係透過頭盔、防護背心、護目鏡、攝影機、熱像顯示器、雷射測距儀、腕式顯示終端、耳機、麥克風、無線電機及資訊處理裝置等設備，提升單兵的感測、通信及資訊處理能力，強化在情資整合、網路管理及人工智慧等技術，提升單兵在戰場第一線之先進偵蒐能力(如表五)。在陸軍地面部隊 C⁴ISR 系統建置案中，已初步納入數位戰士雛型，單兵可運用頭盔目鏡(含攝影機)、輕裝化指管終端、穿戴式生理感測及整合式電源供應等裝備，運用手持寬頻數據通信機或 4G 行動寬頻戰術網路進行連級以下之指管通連。這些軍用裝備與物件，可透過網路彼此相連，形成前述所謂的「戰鬥物聯網」，這些物件能蒐集、處理、傳遞、分享作戰資訊給在戰鬥中的單兵個體，每一名單兵就是一個小型的 C⁴ISR 系統，可達成機動中指管、機動中語音之作戰目標。未來更將

⁷中華電信研究院，〈國軍專網服務規劃〉，2019 年 6 月，頁 5。

⁸徐方鴻，〈單兵戰鬥系統發展之研究－以美軍數位化戰士為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月，頁 102-103。

規劃導入人工智慧、邊緣運算等技術，協助單兵獲得所需的輔助決策結果，提升單兵作戰判斷，這將會改變未來作戰方式，也就是物聯網在軍事科技應用的發展趨勢。

圖十二 國軍 5G 專網架構示意圖



資料來源：中華電信研究院，〈國軍專網服務規劃〉，2019 年 6 月，頁 5。

表五 智能軟體關鍵技術項目

項目	技術名稱	摘要說明
一	情資整合技術	(一)可整合並顯示無人偵蒐裝備及人員穿戴感測器回傳資訊，供後續決策下達。 (二)具路徑導航功能並可共享至穿戴裝置或無人偵蒐載具運用 (三)具二維或三維數位地理圖資系統，並可共享至穿戴裝置及無人載具。
二	網路管理技術	(一) 具自動適應隨意路由規劃功能。 (二) 具自動拓樸形成及自動中斷修復。 (三) 具自動適應鏈路優化功能。 (四) 具優先順序設定功能。 (五) 具流量管制功能。 (六) 具即時信號品質蒐集及分析功能。
三	人工智慧技術	(一)使無人裝備具自主跟隨、路徑優化及障礙迴避功能。 (二) 透過大數據分析，使無人裝備具自主學習能力，提升整體運作效益。 (三) 利用微型感測器、無人裝備及人工智慧運算，建構一 AI 物聯網，可執行自主偵蒐、干擾、敵方位置標示及資訊共享。 (四) 敵我識別(整合各式感測器回傳之情資，經軟體自動識別後，提供高可靠性之建議方案以輔助人工決策，並標示結果於共通圖像上)。

資料來源：徐方鴻，〈單兵戰鬥系統發展之研究-以美軍數位化戰士為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月，頁 102-103。

結論

國家安全研究院於「2018 國防科技趨勢評估報告」指出，應結合軍方與民間科技力量，軍用科技水準常領先民用科技，但卻需承擔較高成本。而民用科技的市場需求，常帶動快速研發，軍事應用往往可從民用科技的現貨市場，快速轉換獲得。在民用產品市場中，發掘出

具有軍事價值的技術及裝備，並加以改良即可運用，除可提升戰力之外，亦可減少發展成本。這可說是美國防部國防先進研究計畫署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）的政策精神，也是北約提出「智慧國防」（smart defense）的原因。投注潛力之未來國防科技發展，將民間科技創新能力，運用於建軍備戰，創造我國基本戰力與不對稱戰力優勢，達成智慧國防之願景。

國軍未來在 5G 及 AIoT 的發展及運用中，皆會涉及大量無線網路的存取，然而現行國軍資安作業規定中，有嚴謹的規範與限制，其立意係為了確保資訊傳輸安全，卻也不可避免的限制了國軍 5G 及 AIoT 的發展及應用。未來如何在國防科技發展、作戰需求運用及國防資訊安全之間取得平衡，有賴相關單位共同研商解決。

綜觀 5G 及 AIoT 等智慧物聯網等科技，具有創新前瞻與彈性靈巧的科技優勢，未來可師法成功的民間或商業應用場景，快速轉換於國防軍事領域應用，亦可符合「科技先導、資電優勢」建軍指導，建構精準、有效、價廉和高效的現代化武器系統、裝備。

參考文獻

- 一、王岳吉，〈人工智慧之軍事運用與發展〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 132 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2019 年 9 月。
- 二、徐方鴻，〈單兵戰鬥系統發展之研究－以美軍數位化戰士為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月。
- 三、科技會報辦公室，〈5G 應用與產業創新策略規劃〉，行政院，2018 年 10 月。
- 四、陳榮貴，〈物聯網發展與運用〉，中華電信研究院，2018 年 10 月。
- 五、Kott, Alexander, Ananthram Swami, and Bruce J. West. “The Internet of Battle Things,” Computer 49.12(2016), P.70-75.
- 六、James A. Lewis, “How will 5G shape Innovation and Security : A primer” Center For Strategic & International Studies(CSIS) , 2018/12, (2019/7/10).

作者簡介

陳慶奉，交通大學資訊科學系學士、國立東華大學資訊工程研究所碩士，曾任助理研究員、副研究員，現任國家中山科學研究院資訊通信研究所副研究員。

王岳吉，國立東華大學應用數學所碩士，曾任輔導長、助理研究員，現任國家中山科學研究院資通所總工程師。