

邁向智慧製造 – 5G 技術下的智慧工廠

Pursuing a Smart Manufacturing—a Smart Factory with 5G Technologies

スマート製造に向かって前進する – 5G の技術を使ったスマート工場

文・圖 / 資策會 資深產業分析師兼專案經理 鍾曉君



製造業對 5G 具高期待 但 5G 並非萬能

隨著全球工廠持續物聯網化、智慧化，5G 毫無疑問地將成為加速其發展的關鍵技術之一。根據日本 NEC 指出，針對 Local 5G 相關服務的諮詢中有 4 成都來自於製造業。同時間，NEC 也表示，工廠網路無線化的潛在需求相當大。但由於 Wi-Fi 缺乏穩定性與安全性，不適用於某些特定用途，依靠 Local 5G 技術，就有望能夠使這些特定用途得以實現無線化。

已見 URLLC 的極限

工廠的網路是各式各樣類型交織而成，並不表示一切都該採用無線，哪一部分應該無線化甚至 5G 化，必須要一邊研究探討、一邊實作驗證。特別在工業用途中作為 5G 最大賣點的超低延遲與高可靠度 (Ultra-Reliable and Low Latency Communications, URLLC) 也有所謂的極限。

3GPP 與 ITU-R 規定 5G URLLC 必要條件是必須同時滿足「32 bytes 以上封包數據量之成功傳輸率應達 99.999% 以上」與「無線區間延遲達到 1 毫秒 (ms) 以下」。但實際在工廠應用時，

無線區間外的通訊延遲，及應用處理的延遲，都無法達到真正的 URLLC 指標。

運動控制需求是微秒 (microsecond)

前述 URLLC 性能若可實現，就可滿足製造業所要求的一般通訊要件。據圖一顯示，工廠中典型無線應用的延遲允許程度，例如在線上檢查等的品質類別應用，及預防維護 (Preventative Maintenance) 的管理類別應用，大多數允許 10 ms 以上延遲。也有部分案例要求需達到 1 ms 或是更短的延遲。例如到目前為止，

仍由工業用乙太網路負責的控制與緊急通報領域。

此外，對延遲要求最為嚴格的是「運動控制」，是透過馬達控制位置等機械工具與機器人控制的核心技術。根據 CC-Link IE 標準化組織表示，運動控制要求的通訊延遲約是微秒 (μs) 等級。雖在控制系統中，某些用途仍允許 1 到 10 毫秒的延遲，但這個數值包含了應用程式處理等延遲在內，因此要利用 5G 無線化控制系統網路，從製造業角度來看目前仍相當困難。

低延遲還不夠

難在控制系統中活用 5G 的理由還包含「時基誤差 (Jitter)」。工廠中，低延遲是必然條件，但關鍵不在低延遲，而是能否「即時」，各種指令務必在一定時間內發送，工廠方面稱之為即時通訊。因此，時基誤差大小比延遲更重要。

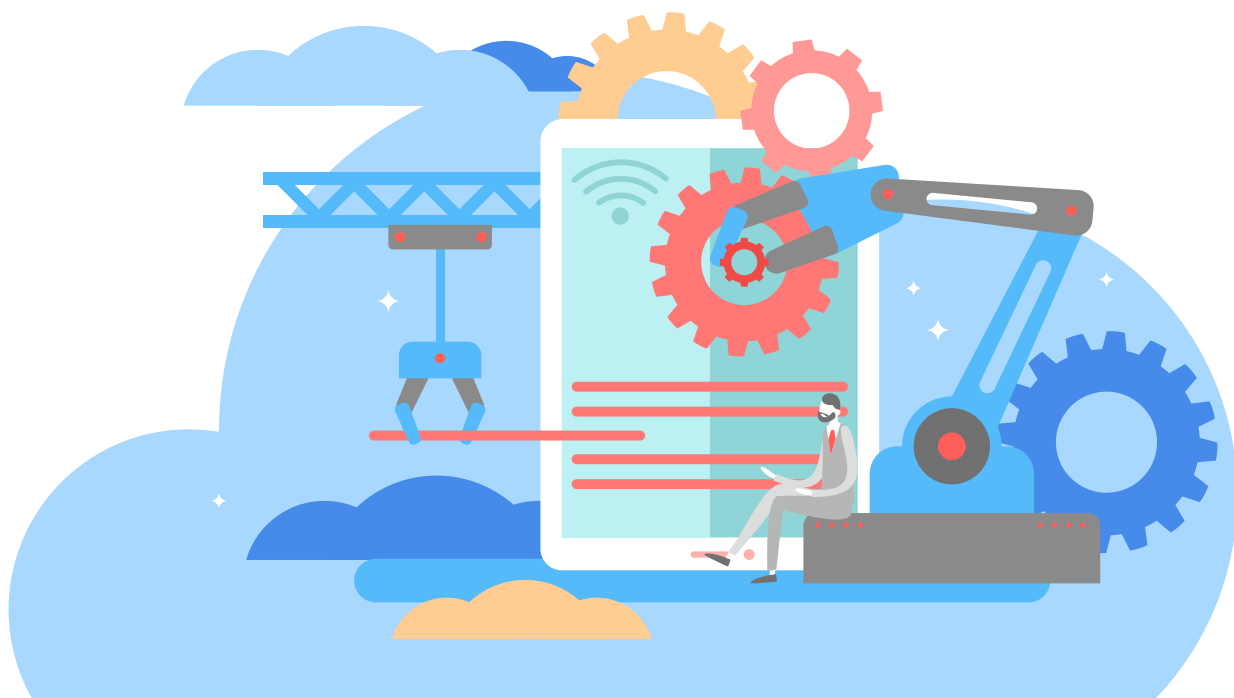
Local 5G 扮演工廠智慧化要角

目前日本 Local 5G 執照申請已展開，製造業被視為 Local 5G 最大市場。在檢討製造業 Local 5G 用例時，Local 5G 能夠支援並增強工廠裡工作人員能力亦被凸顯。智慧工廠的討論中，多是站在機器人自動控制等「無人化」角度。然隨著技術工人短缺問題日趨嚴重，今後智慧工廠也需要智慧化員工，而無線通訊的智慧化應用相當適合需不時移動的員工。

而和一般辦公室環境不同的是，工廠無法完全地在其產線或運輸倉儲環境中使用 Wi-Fi。故對工廠場域來說，具「行動通訊」的環境需求是必然的；因此，還需認真考量採用哪種無線連線方式及通訊規格，此將影響到引進和運用的成本。而比起企業用 Wi-Fi，Local 5G 的特點就是能夠以更少的基地台 (AP) 覆蓋更大範圍，且成本效益更高。主因是許多工廠都擁有廣闊用地，若採用 Local 5G，就能有效地提供網路給需要在廣大用地來回移動的員工。

藉 5G 增強作業「人員」能力

使用 5G 的目的並非完全取代有線網路，而是開發新用途，靈活地利用無線連接目前無法以有線網路連接的地方，藉此活用 5G 的價值。



利用影像分析 提升產線員工作業效率

富士通小山工廠採行變量變種生產模式，致力於活用影像物聯網優化人工作業，藉由生產線上攝影機拍攝出影像，再利用 AI 分析，確保產線作業的精準度外，也輔助新進人員熟練產線作業。現階段，小山工廠是利用有線網路連接攝影機進行 AI 智慧影像分析，未來將逐步更換為 Local 5G。好處在於能依照物品與人流需求靈活移動攝影機，將生產線上所有過程做為一道流程儲存在攝影機中，透過 AI 分析，進而優化整個過程。此外，有別於 Wi-Fi 環境，採授權頻段的 Local 5G，不僅干擾較少，還能實現穩定地大容量通訊，並依照用途進行靈活操作，如分配較多頻寬容量給上傳資料通訊。尤其，當工廠內高解析度、高即時性影像應用需求提升，Local 5G 將扮演關鍵角色。

以 AR 協助員工智慧化

利用 AR 提升人員作業的智慧化也能以 Local 5G 為契機擴大發展。KDDI 指出，工廠內部技術的世代傳承很重要，因此，智慧化作業支援需求不斷出現。因此，KDDI 開始向製造業提供「VistaFinder Mx Cloud」方案，透過 SmartGlass 與 AR，從遠端支援現場作業，採用 5G 通訊，並活用 3D CAD 數據等大容量數據的 AR 就更容易實現此應用。而製造業對 AR 的期待之一，包含讓外籍員工可很快適應作業程序；透過活用 AR，就算有言語

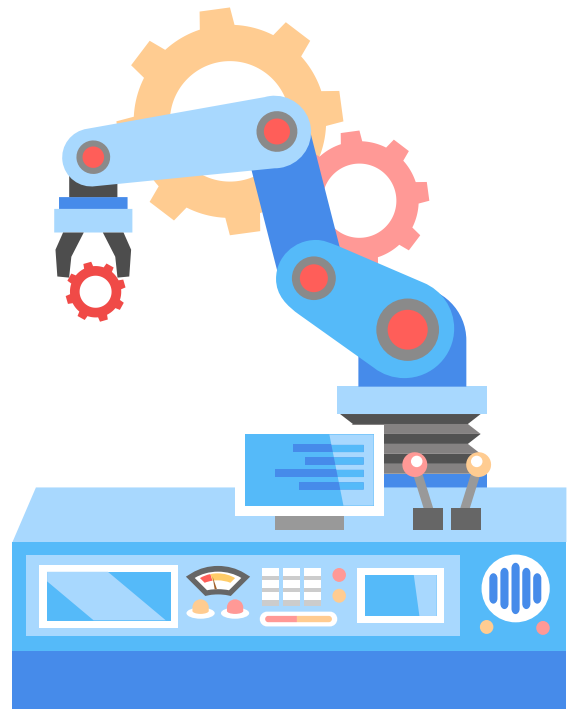
隔閡，也能給予組裝作業程序的指令。

適用於 AGV 的協調控制

在工廠裡移動的不只有員工，還有能解決產線搬運零件之員工不足問題的 AGV（無人搬運車），及未來可能會增加的移動型機器人。為了這些應用，需要能以低延遲進行穩定通訊的 Local 5G 控制這些機器。製造業目前正致力於將 Local 5G 通訊融入可視化、分析工具機械與機器人的運作狀況和人員的作業；以及可活用在工廠內靈活移動的 AGV 及與人員合作的協作式機器人（Collaborative Robot）的發展。

結論

短期內即便是 5G 技術，也還無法完全達到製造業在運動控制相關作業需求上所要求「微秒」等級的延遲，以及更低的「時基誤差」。但製造業還是期望能夠推動工廠能逐步邁入智慧化，因此現階段主要瞄準針對製造業人員的智慧化、AGV 的協調控制還有數位分身，並結合 Local 5G 通訊技術等，踏出製造業數位轉型的的第一步。



以上研究報告資料係經由 MIC 內部整理分析所得，並對外公告研究成果，由於產業倍速變動、資訊的不完整，及其他不確定之因素，並不保證上述報告於未來仍維持正確與完整，引用時請注意發佈日期，及立論之假設或當時情境，如有修正、調整之必要，MIC 將於日後研究報告中說明。敬請參考 MIC 網站公告之最新結果。