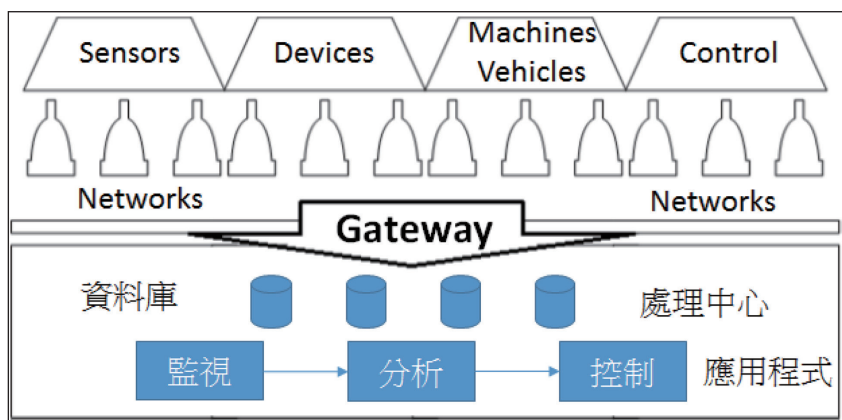


## IIoT 技術篇

# Industry 與 IoT 數據通訊之設計考量

■作者：董一志 / 資策會智慧網通系統研究所

近年來物聯網在全世界如火如荼地發展，尤其是在工業物聯網 (Industry IoT, IIoT) 的拓展更能發現它的影響力。有人說物聯網將掀起新一波工業 4.0 革命，為甚麼呢？技術上主要是因為 IIoT 是一個增強型的低功耗廣域網路 (LPWAN) IoT 特定區域的應用，舉例而言 IIoT 有支援大量小數據、低功耗與遠端傳輸等存取服務需求，特別是應用於特定的工業領域。在這多元且低功耗廣域工業物聯網之下，我們能做些什麼的呢？在物聯網系統的世界裡，IoT 廣泛地拓展且各式各樣的通訊協定亦蓬勃地發展，這也造成 IoT 互通上的問題日趨惡化。人們可能會抱怨眾多 IoT 協定互通的困擾，但很少能做任何努力去控制它。即便如此，我們更應該積極地採取相對應的措施來減少這類問題，甚至於造成誤報 (False Alarm)。所以對 IIoT 而言，有別於以往 IoT 以感測為主的窄頻通訊系統，在數據通訊的傳輸過程，必須考慮各式各樣工廠的服務品質 (QoS) 或用戶端經驗品質 (QoE) 需求，借以確保資料在傳輸過程中能夠正確地傳遞。



(自行繪製)

顯而易見，工業物聯網將以服務與用戶端經驗導向的數據通訊為首要目標，從前端開始收集資料、透過網路的存取、中介閘道器、資料庫支援再加上後端應用程式的運用，整個系統最終是要提供客戶各種服務。隨著時間的累積，這些資料可以被分析，甚至加入智慧型的演算法，形成各式各樣的數學模型，再回饋給控制模組，可以提供資料驅動之相對應動作，包括常態回饋、異常回報以及未來預測等等。類似這樣的服務應用過程，前端產品的感測器會識別客戶、不斷地收集各別行為和狀態，經由各式各樣的網路存取、傳遞至後端資料庫，這網路可能是私有的專

用網路或是公眾的雲端伺服器。能滿足 IoT 或 IIoT 使用者對未來的需求，如能再搭配高等人工智慧演算，主動提供服務的建議，這些都可能發生在可預見的未來！

如何才能應用這些服務導向的演算法呢？舉例而言，以 Code-Based 演算法與 Data-Driven 演算法不同之處說明，前者是傳統的邏輯思維和判斷，只有 TRUE or FALSE 判斷式，所需的資料量較少，後者是以模擬現代人類思維出發，所需資料量較大且眾多。更進一步，為了提供 IIoT 工廠儀器監測等多面向的功能，資料量的大小與樣式也將跟隨著變多和複雜，數據通訊的設計思維也需要與時俱，

因應這些需求 3GPP 正制定 NB-IoT 通訊協定以支援物聯網。

3GPP 在物聯網方面的 NB-IoT 通訊協定擁有原本 LTE 在物理層 (PHY) 支援 OFDMA 的特性，由於無線網路的 PHY 層對於 Bit Error 的敏感性以及廣泛且特殊的調變和編碼方式，所以特別著重於 PHY 層和 MAC 層之間的無線資源分配的連結。相較於 PHY 的資源排程，MAC 層的資源排程方法比較多元而且一般性，為了因應突發性的資料流量、不同時間點的通道狀況變化以及特定的排程準則，MAC 排程器必需有效率地分配可利用的無線網路資源。特別的是 NB-IoT 在空中介面上提供支援以服務為導向的多種 QoS 類型，如此才能滿足行動用戶端的各種需求，接下來分成三類型數據通訊排程加以說明：

**A. 傳統以無線感測器傳輸能力考量，最大化的 CINR 和 RSSI 排程：**基於每個 Sensor 資源分配區域中的 CINR 和 RSSI 遞減順序排列每一個服務資料流。這個方法將以吞吐量最大化為首

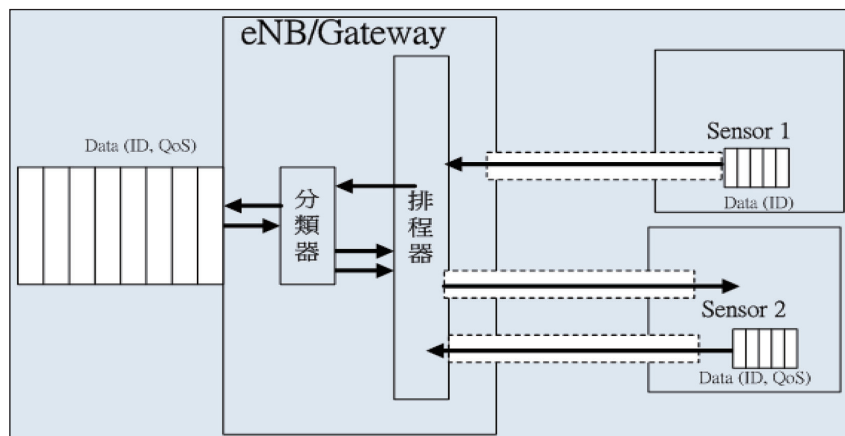
要目標，但對所有的服務資料流可能是不公平的。類似的方法還有直接最大化 C/I(Carrier Interference ratio) 分配資源方式，讓擁有比較好通道品質的使用者可以得到比較多的資源分配，使用者的吞吐量也會因為 SINR 而被限制，也就是在通道品質較差的使用者，相對的 SINR 也較差。

**B. 傳輸中間輔以閘道器 (Gateway) 動態資源分配考量：**Gateway 每個訊號框包含下行和上行的頻域或時域資源分配，排程服務必需同時提供下行和上行的通訊流量。為了 Gateway 排程能夠有效率地進行資源分配，在下行和上行區間提供希望的 QoS 服務品質，上行必需回報針對流量狀態和 QoS 需求正確與即時的資訊。資源分配的結果是在每個訊號框的起始頭透過廣播訊息傳遞，如此每個訊號框的資源分配可以因應流量和通道狀態的不同而改變。每次分配的資源總數可以從單一 RB(Resource Block) 擴大到整個訊號框，如此對於數據流

量快速且精細的資源分配才能滿足已規劃好的 QoS 服務品質。

**C. 兼顧 Sensor 與 Gateway 存取以 QoS/QoE 導向演算法：**Gateway 排程是根據每一條連線來調度數據傳輸。每一個連線相關聯於單一條的數據服務資料流，這些又可以利用一組 QoS 參數來量化各方面的需求和行為。借由動態分配資源的能力，排程可以提供下行和上行流量更佳的 QoS 表現。特別是在 IoT 的上行排程，上行資源可以更有效地被分配、效能可以被準確地預測以及 QoS 可以更彈性且優化執行。

通過資料的驅動輔以自動或手動確認，即可以減少在正常狀態下的誤報和錯誤發報的數量，並有助於緩解 IIoT 特定區域下可用資源的短缺。其次，我們可以善加利用 NB-IoT 物理層特性，避免低頻段通訊的競爭。許多專網型物聯網系統的用戶，認為只為盡快傳輸到達目的地，而不為其它協定使用者的安全和便利方面的考量，加劇互相干擾的問題，自我為中心的態度，是 IIoT 特定區域工作的最難迴避因素。如果每個使用者都可以服從數據傳輸的過程，包括上傳鏈路訊息與緊急事件通報，通報的效果會更安全、更可靠。採用 NB-IoT 並加入人工智慧演算法可以大符度地減少這類誤報，借由感知週遭傳統的感測網路和 IIoT 特定區域，我們可以解決工業 4.0 特定區域 (IIoT) 的最大的問題！CTA



(自行繪製)