

欲打印此文章，從您的瀏覽器菜單中選擇“文件”後再選“打印”。

無線感測器網路推動工業物聯網發展

上網時間:2015年12月09日

作者：Joy Weiss，凌力爾特科技Dust Networks產品部總裁

Ross Yu，凌力爾特科技Dust Networks產品部市場經理

低功率處理器、智慧無線網路以及低功率感測器結合‘巨量資料’(Big Data)分析的出現，導致人們對於工業物聯網(IIoT)的興趣大增。簡言之，這些技術的結合使得大量的感測器可放置在任何地方：不僅是存在通訊和電力基礎設施之處，也可能是任何有寶貴資訊需要收集的地方，這些資訊關係到特定‘物件’(thing)的行為方式、在哪裡或者是什麼。

為諸如機器、泵、管線、火車車廂等‘物件’配備感測器的概念在工業界並不是什麼新鮮事。從煉油廠到製造產線等各種工業環境中，客製的感測器與網路已經普遍存在。

過去，這一類運作技術(OT)系統是以單獨的網路執行，對於網路可靠性和安全性維持很高的標準，這是一般消費類技術根本無法達到的高要求。按照這些高標準過濾後，最終剩下的是最適合關鍵業務型工業物聯網應用的技術。尤其是這些感測器的連網方式決定了感測器是否可以安全以及具成本效益地部署在一般工業應用所處的嚴苛環境中。本文探討一些使工業無線感測器網路(WSN)獨特的關鍵要求。

可靠性與安全性至關重要

對消費類應用而言，成本常常是最重要的系統特性，相形之下，工業應用一般將可靠性和安全性放在最重要的位置。根據OnWorld對全球工業WSN用戶進行的調查，可靠性和安全性是他們提及最重要的兩個問題。這樣的結果並不至於讓人感到意外，如果你想想一家公司的盈利能力、商品製造的品質和效率以及工人的人身安全都經常取決於這些網路，應該就能瞭解可靠性和安全性對於工業無線感測器網路(WSN)而言不可或缺。

一種提高網路可靠性的通用原則是用冗餘方法，針對可能出現問題的故障機制，讓系統能夠在不損失資料的前提下加以恢復。在無線感測器網路中，有兩種基本機會可利用冗餘。第一種是空間冗餘概念，即每個無線節點都至少有兩個進行通訊的其他節點，以及一個可將資料轉發二者中任一節點的路由機制，但仍然能夠到達預期的最終目的地。

在網狀網路中，每個節點都能與兩個或更多相鄰節點通訊，組成合適的網狀網路比起點對點網路的可靠性更高，因為在遇到第一條路徑不可用時，它會自動跳到另一條路徑上發送資料。

第二層冗餘可以利用RF頻譜中的多個可用通道來實現。通道跳頻的概念是指成對節點每次傳送資料時都可能使用不同的通道，因此，在一般工業應用中不斷變化與嚴苛的RF環境下，在任何特定通道暫時出現問題都不會影響資料傳送。在IEEE 802.15.4 2.4GHz標準中，有15個擴展頻譜通道可用於跳頻，從而使通道跳頻系統比非跳頻(單通道)系統更有彈性。

有幾種無線網狀網路標準同時採用了空間冗餘和通道冗餘這兩種技術，稱為時隙通道跳頻(TSCH)，其中包括IEC62591(WirelessHART)以及即將出現的IETF 6TiSCH標準。這些網狀網路標準採用全球可用的免授權2.4GHz頻譜中的無線技術，是以凌力爾特科技(Linear Technology)Dust Networks部門的成果為基礎演變而來——從2002年的SmartMesh產品開始，該部門率先將TSCH協議應用於低功率、資源受限的裝置上。

在嚴酷的RF環境中，儘管TSCH是實現資料可靠性不可或缺的基本構件，但是要實現多年連續無故障的運作，網狀網路的建立和維護方式也很重要。工業無線網路經常必須運作多年，而且整個生命週期都面對多種不同的RF挑戰和資料傳送要求。因此，實現與有線網路一樣的可靠性所需要的最後一項要素就是智慧網路管理軟體，這類軟體動態最佳化網路拓撲，連續監測鏈路品質，以便在存在干擾和RF環境變化的情況下使傳輸量最大化。

保持安全

安全性是工業無線感測器網路的另一項關鍵屬性。在WSN中實現安全性的主要目標是：

保密性：除了預定的接收者，網路中傳送的資料不能被其他任何人讀取。

完整性：所接收的任何訊息都經過確認是在完全無任何添加、刪減或修改內容的情況下進行傳送的訊息。

真實性：聲稱來自特定來源的訊息實際上確實來自該來源。如果將時間作為驗證機制的一部份，那麼真實性還可保護資訊免於被錄製和重播。

為了達到上述目標，必須在WSN中整合多項關鍵安全技術：強大的加密演算法(如AES128)和堅韌的金鑰與金鑰管理、阻止重發攻擊的加密級亂數產生器、針對每條訊息的訊息完整性校驗(MIC)以及明確地允許或禁止存取特定裝置的存取控制清單(ACL)。這些最先進的無線安全技術可以輕鬆地整合於現有WSN中所使用的許多裝置，但是，並非所有的WSN產品和協議都整合了所有的安全技術。值得注意的是，連接安全的

WSN以及不安全的閘道器，又是另一個弱點，必須在系統設計時考慮端到端的安全性。

IIoT不是由無線專家安裝的

成熟產業大多會在傳統產品的基礎上增加工業IoT產品與服務，使其客戶在一個混合新舊設備的環境中進行部署。工業WSN中的智慧化必須表現出工業物聯網產品的易用性，才能讓現有的現場工作人員能夠無縫地過渡到這些新的工業物聯網產品。

網路應該快速地自動形成，讓安裝人員可為網站帶來一個穩定運作的網路；當連線較弱或無連線時，即可進行自動修復以避免服務中斷；而當服務真的中斷時，則可自動提交報告以及診斷；一旦完成部署後，也只需要很少的維護或不需要，因而避免了高成本的現場維護。對於許多應用而言，其成功有一部份取決於能否在難以到達或非常危險的領域部署，因此，IoT裝置必須靠電池運作，而且通常得持續作業超過5年的時間。

此外，由於終端用戶廣泛採用的工業物聯網經常涵蓋整個公司範圍，那麼系統應該可用於全球部署，而且需要實現多網站標準化。所幸理解並滿足這種要求的國際產業無線標準已經到位了，包括IEEE 802.15.4e TSCH。

感測器無所不在

就工業物聯網應用而言，準確放置感測器或控制點至關重要。無線技術的承諾是無需連線即可通訊，但是如果每隔幾小時或數月就得插入電源插座或再充電來為無線節點供電，那麼部署成本會令人望而卻步，而且這麼做也不切實際。例如，為旋轉設備加上感測器以監測設備的工作狀況，就不可能使用有線連接，但是透過監測運作中的設備而獲得的資訊使客戶能夠預先掌握關鍵設備的維護，從而避免不必要且花費不菲的當機狀況。

為了確保靈活和具經濟效益的部署，工業WSN中的每個節點都應該能夠靠電池運作至少5年時間，才能為用戶提供極致的靈活性，以及擴大工業物聯網應用的涵蓋範圍。以工業TSCH WSN的應用來看，凌力爾特的SmartMesh產品一般能以遠低於50uA的電流作業，因此可以靠兩節AA電池運作很多年。如果周圍環境有豐富的可採集能源，那麼無線節點還可以靠能量採集連續運作(參見圖1)。



圖1：感測器無處不在。透過能量採集可為低功率無線感測器節點持續供電多年，如圖中來自ABB可收採熱量的無線溫度感測器放置在最佳位置，以獲得更多工業環境資料

(下一頁繼續：關鍵在於網路運作的可視性)

時間問題

工業監測和控制網路是商業關鍵應用。這種網路鞏固了影響生產商品的基本成本，其資料的時效性是至關重要的。過去10年來，決定性TSCH WSN系統已經通過多種監測和控制應用的現場考驗。這類時隙系統(例如WirelessHART)提供了具有時間戳記以及有時間限制的資料傳送。

在這類網路中，可自動為需要更多資料發送機會的節點配置更多時隙，以及在網路中的連續路徑上配置多個時隙，以便透過這種網路中實現低延遲傳送。這種資料傳送協調能力還大幅提高了部署頻繁、密集資料傳送網路的能力。如果沒有時間表，像洪水般無序湧入的無線流量可能會使非TSCH無線網路崩潰。

此外，TSCH網路中的每個資料封包都含準確的時間戳記資訊，指示該封包的發送時間，而且每個節點都有全網統一時間，以便在需要時為整個WSN節點協調控制訊號。由於提供了時間戳記資料，即使資料未按順序接收也能正確地對資料排序，在面對必須協調來自多個感測器資訊的工業應用中，時間戳記資料有助於診斷確切原因和影響。

關鍵在於網路運作的可視性

工業網路要求持續運作多年，然而，無論一個網路多麼堅固，仍然可能發生問題。即使網路在安裝時運作良好，但是在其運作的生命週期中，網路品質仍可能受到各種環境因素的影響。針對這類問題提前發出適當的警報對於任何工業網路而言都是很重要的，而能夠快速診斷並解決問題也是高品質服務的關鍵。

至於網路管理指標的可視性，並非所有的無線感測器網路都要一視同仁。不過，至少工業無線網路的管理系統應該針對以下方面提供可視性：

- 以訊號強度(RSSI)衡量的無線鏈路品質
- 端到端資料封包傳送成功率
- 網格品質，強調在缺乏足夠備用路徑的節點時保持網路可靠性的節點
- 節點狀態以及電池壽命(在適用的情況下)

在採用智慧網路的最佳工業應用部署中，修復這類問題的方法是自動在替換路徑上重新發送資料，同時連續更新網路拓撲，使得連線能力最大化(圖2)。



圖2：網路可視性。網路管理軟體針對無線網路健康狀況提供至關重要的可視性。圖中是Emerson Process Management提供的SNAP-ON實用軟體工具

智慧裝置應該配置智慧網路

如何為‘物件’增加更多智慧化越來越受重視，但在工業物聯網應用中，這並非‘智慧化’的唯一歸屬地。工業物聯網應該既利用智慧化的終端節點，以及企業IT和OT技術部門必須提供的最佳網路和安全管理功能。

網路應該是高度可配置的，才能滿足特定應用需求。例如，為了滿足延長電池續航力的低功率要求，應該具備自動偵測網路可用功率的能力並採用智慧化路由，從而使網路功耗的使用最佳化。

此外，網路應該自動地適應RF環境的變化——這種變化有利於拓撲的動態改變。例如，凌力爾特的SmartMesh Network Manager網路管理器不僅實現網路安全、管理和路由最佳化，而且允許使用者在需要時透過空中重新設定節點，提供一條功能升級途徑，因應客戶未來的需求變化。

結語

物聯網在很大程度上是一種工業現象，具有明確的業務驅動力和吸引人的投資報酬率(ROI)。在這一類商業關鍵應用中，工業無線感測器網路必須符合很高的智慧化和安全標準，並能以無線方式可靠地運作多年。現有以及新興的無線網格網路標準能夠滿足這些嚴格要求，並且將成為關鍵的工業物聯網基本構件，有助於工業客戶在工業物聯網時代轉型業務與服務(圖3)。



圖3：促進變革——軟體分析(如IntelliSense.io提供的*Brains.App*)利用來自工業無線感測器網路的資料簡化工廠運作、最佳化產量以及提高安全性

此文章源自《電子工程專輯》網站:

http://www.eettaiwan.com/ART_8800717919_480502_TA_353e8fba.HTM

[返回文章頁](#) | [返回主頁](#)