

# UWB 低功率「公分級」定位，照護／驗證隨身帶著走

■文：任莢萍

受惠於為時極短的窄脈衝，超寬頻 (UWB) 時間和空間解析度高，目標辨識能力優異，隧道、化工廠、醫院、養老院、礦井等封閉場所多有採用。UWB 定位是由多個感測器，輔以「到達時間差」(TDOA) 和「角度定位」演算法對標籤位置進行分析，具有「多路徑」解析能力，讓發射訊號的能量得以充份發揮——解決 UWB 訊

號在傳播過程中會因環境反射和折射而產生多路徑效應，導致訊號衰減和測距誤差的問題。特別一提，「水」會吸收 UWB 脈衝訊號、影響最終定位，開發者須將這個變數納入考量。

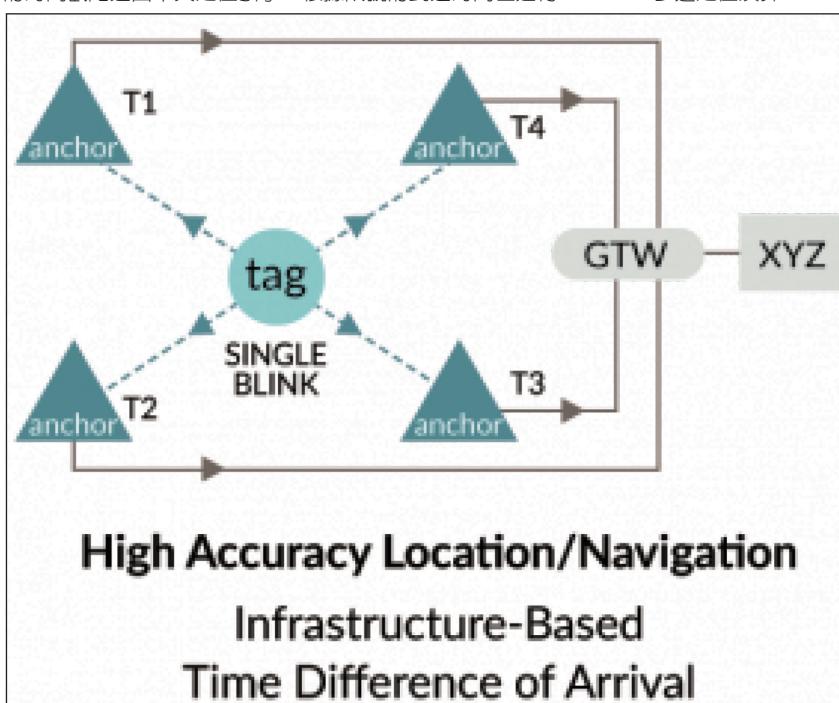
與「接收訊號強度指示」(RSSI) 邏輯類似，「到達時間」(TOA) 利用「各個發射端將訊號傳送至接收端」的時間，惟因傳播速度飛快、

恐拉大距離誤差，對設備的時間同步性要求極高，難以滿足室內定位空間小、成本有限需求，因此衍生出 TDOA 技術：依據「多個接收器」 vs. 「同一訊號發射端」所接收到的時間差計算其間距離和發射端座標。「角度定位」的接收端須建置「指向式天線」或「天線陣列」接收訊號差異，據以推算收、發雙方的相對角度，再參考接收端的平面高度而得出發射端座標。

## 接收器抗衰減能力佳，但基地台部署與數量是關鍵

UWB 的訊號接收表現不俗，由於對通道衰減不敏感，UWB 接收器可藉分級獲得良好的抗衰減效果。這意味著：在室內或建築物等密集場合可獲得更好的定位，加上超寬頻助陣，精度亦較高，距離解析度可達「公分級」。然須留意的是，這種基於訊號時間的定位方法，一旦遇到牆體遮擋需要重新部署，且同等面積上的隔間數量增加一倍，基地台的用量也需隨之倍增。另一方面，相較於 Wi-Fi 需要中繼站接取，UWB 遙控／遙測相

圖 1：「到達時間差」(TDOA) 激似 GPS，將多個參考點（錨點）部署在場所中並且時間同步。行動裝置將發送訊標，當錯接收到訊號時便將為其添加時間戳記，後將來自多個錨點的時間戳記送回中央定位引擎，根據訊號的到達時間差進行 X、Y、Z 多邊定位演算



資料來源 Decawave：<https://www.decawave.com/technology/>

對安全；而 IEEE 802.15.4z 擴展協定，亦為傳統 UWB 無線電的所有已知攻擊增加物理層 (PHY) 保護。

新創公司 Spark Microsystems 新近推出兩款 UWB RF 收發器晶片——SR1010 和 SR1020，擬於今年第三季量產；前者覆蓋 3 ~ 6GHz 頻段、後者為 6 ~ 10GHz，傳輸率達 20Mbps。他們主張，1nJ/bit 的能量效率是百米 UWB 應用的標竿，比藍牙低功耗 (BLE) 低 30 ~ 40 倍，更適合遊戲外圍設備、擴增實境／虛擬實境 (AR/VR) 耳機、智能家居設備及物聯網 (IoT) 的無電池無線感測器。該公司表示，BLE 的通話時間通常為幾毫秒，會有數十毫秒等待時間；相較之下，SR1000 UWB 收發器在 50 微秒內即可發送 1kb 數據，大幅縮短影音串流的無線延遲。

不只定位精細，量測廠商羅德史瓦茲 (Rohde & Schwarz, R&S) 表示，基於 IEEE 802.15.4a 和 802.15.4z 標準的 UWB，可在 75 公尺的超長距離進行「公分級」精確位置測量，且傳輸率仍可維持在 27 Mbps，是實現低延遲、高精度、

安全可靠的局域網定位服務 (LBS) 的理想選擇。R&S 是現今唯一能為 5G FR2 和 UWB 提供研發和生產 RF 測試平台者，與 Decawave 合作在 CMP200 無線電通訊測試儀增加 UWB 測試功能——UWB 聯盟創始成員 Decawave 提供 3.5 ~ 6.5GHz 頻段作為測試 (DW3000 晶片組)，但 5.8GHz 和 10.6GHz 的高頻段更受矚目。

### 低功率譜密度，與其他無線技術共存不干擾

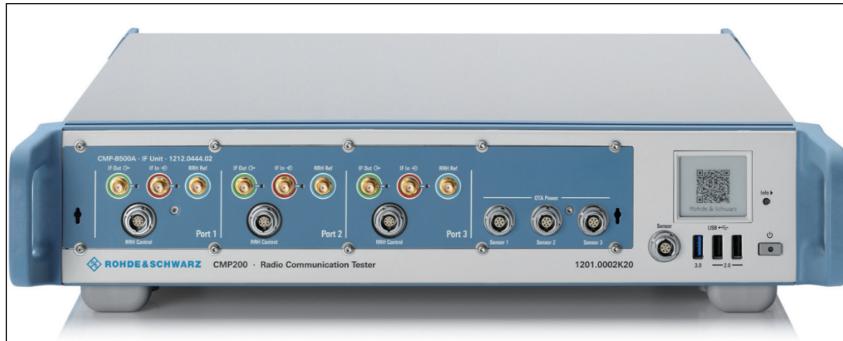
UWB 時域有三大特徵：脈衝無線電 (Impulse Radio, IR)、直接序列超寬頻 (DS-UWB) 和多頻帶正交頻分多工 (MB-OFDM)。後兩者歷經多年分庭抗禮後，MB-OFDM 因可與各種窄頻系統並存運作、便於應對各種法規調整，擴充性及兼容性較佳而出線，藍牙技術聯盟 (Bluetooth SIG) 亦於 2006 年宣佈整合 MB-OFDM UWB，市面上已見成品：Insight SiP 公司去年推出內建微控制器 (MCU) 的 UWB + BLE RF 模組——ISP3010，基於 DecaWave DW1000 UWB RF 收

發器和諾迪克 (Nordic) nRF52832 2.4GHz 多功能藍牙單晶片 (SoC) 建構。

ISP3010 於今年第一季開始量產，內嵌的每個 MCU 都有自己的天線，在長達 50 公尺的範圍內，精度可達到 10 公分；對於 50 公尺以上的應用，ISP3010 可結合具有相同精度的外部優化 UWB 天線使用。ISP3010 可與功能強大的板載 32 位元 ARM Cortex M4 CPU 浮點處理器共同協作，作為獨立標籤之用；另備有數位介面，可被集成到更大、更複雜的定位方案。就在 2018 年底，UWB 再度捲土重來，由現代 (Hyundai)、起亞 (KIA)、斑馬 (Zebra)、Decawave、Alteros、Novelda 和 Ubisense 共同創始的新一代 UWB 聯盟正式啓動。

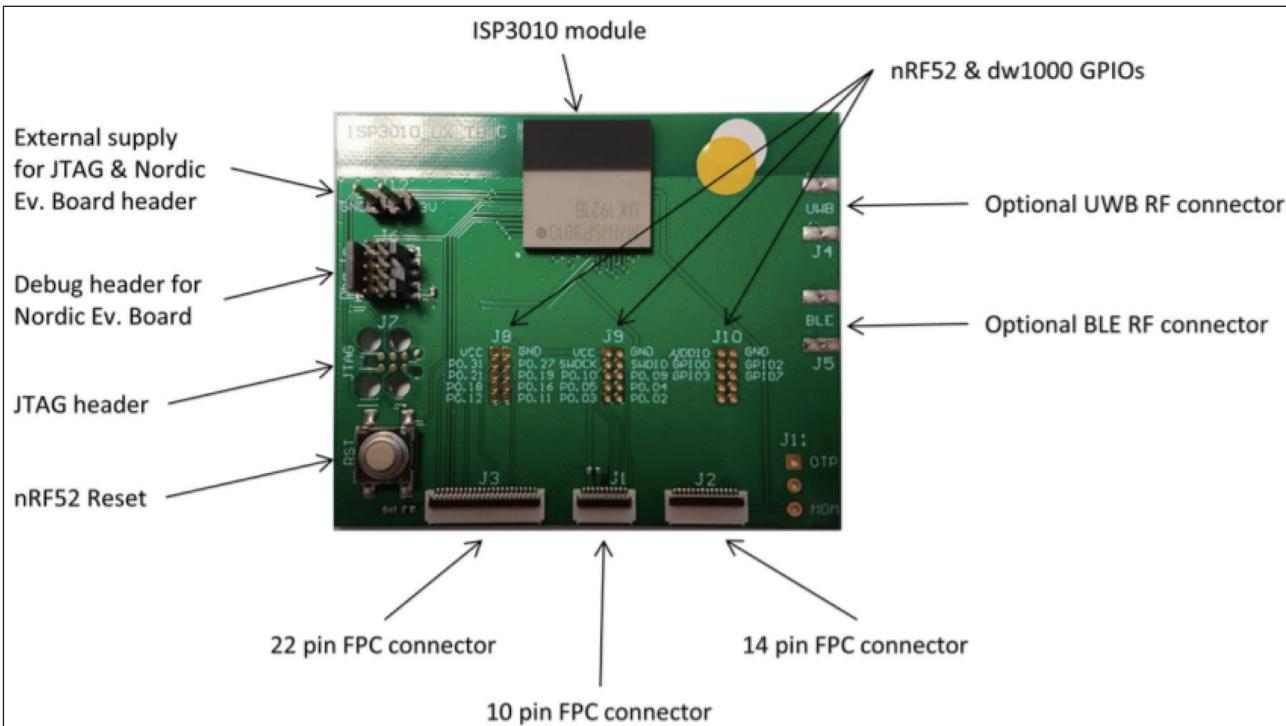
之後不到一年時間，由 HID Global、恩智浦 (NXP)、三星 (Samsung)、博世 (Bosch)、索尼 (Sony)、LitePoint 和電信技術協會 (TTA) 等另組 FiRa (fine ranging) 聯盟。顧名思義，FiRa 更為聚焦「精確測距」，旨在制訂 UWB 標準和認證，建立跨晶片組、設備和基礎設施服務的互操作性，推動 UWB 生態系統和用戶無縫體驗。FiRa 聯盟副主席、亦是恩智浦嵌入式安全副總裁 Charles Dachs 指出，UWB 具低功率譜密度 (PSD) 特性，幾乎不會干擾其他無線標準，非常適合與其他無線技術一起使用，包括藍牙、Wi-Fi 和用於行動支付的近場通訊 (NFC)。

圖 2：R&S CMP200 無線電通訊測試儀



資料來源：R&S：[https://www.rohde-schwarz.com/tw/product/cmp200-productstartpage\\_63493-601281.html](https://www.rohde-schwarz.com/tw/product/cmp200-productstartpage_63493-601281.html)

圖 3：ISP3010-UX-TB 測試板



資料來源：Insight SiP：[https://www.insightsip.com/fichiers\\_insightsip/pdf/ble/ISP3010/isp\\_uwb\\_AN190702.pdf](https://www.insightsip.com/fichiers_insightsip/pdf/ble/ISP3010/isp_uwb_AN190702.pdf)

## 安全、即時、遠程， UWB 從工商走入消費

瑞薩電子 (Renesas) 亦面向安防、庫存、包裹和應急人員追蹤，以及病患監控和視訊會議推出 UWB 運動檢測器——CXWL0009 UWB，可另行選搭 MCU 使用；同時獲得無廠半導體公司 3db Access AG 的 UWB 技術授權，將提供突破性的多接收器 UWB 遠程安全測距解決方案，強化 MCU 和 RF 的連結能力。過去，UWB 多被用於工、商環境的即時定位，但近來問鼎消費市場意圖明顯。早就涉足 UWB 的資產追蹤技術公司 Wiser Systems，就從工廠堆高機（叉車）／貨盤的定位器拓展至消費領域。

用戶可透過應用程式介面 (API) 寫製化軟體觸發異常警報，

例如：邊界破壞、對時間敏感的警告或違反其他參數的警報，還可將數據直接導入庫存管理、製程控制儀表板、企業資源規劃 (ERP) 或其他內部系統。雖然重工業是最初營收貢獻者，但隨著 UWB 標籤價格下降，他們亦面向消費大眾推出

名為「Find-ly」的行動應用程式，可生成高度準確的即時位置數據，並發出標的物進出、靜止不動或與敏感／危險物品接近的報告，也可根據異常的運動／靜止狀態創建警報，其核心功能是：即時顯示關鍵項目的位置，進而安全、即時、遠

圖 4：WISER 天線節點 + Locator 標籤定位器套組、評估板、開發套件



資料來源：Wiser Systems：<https://www.wisersystems.com/products-1>

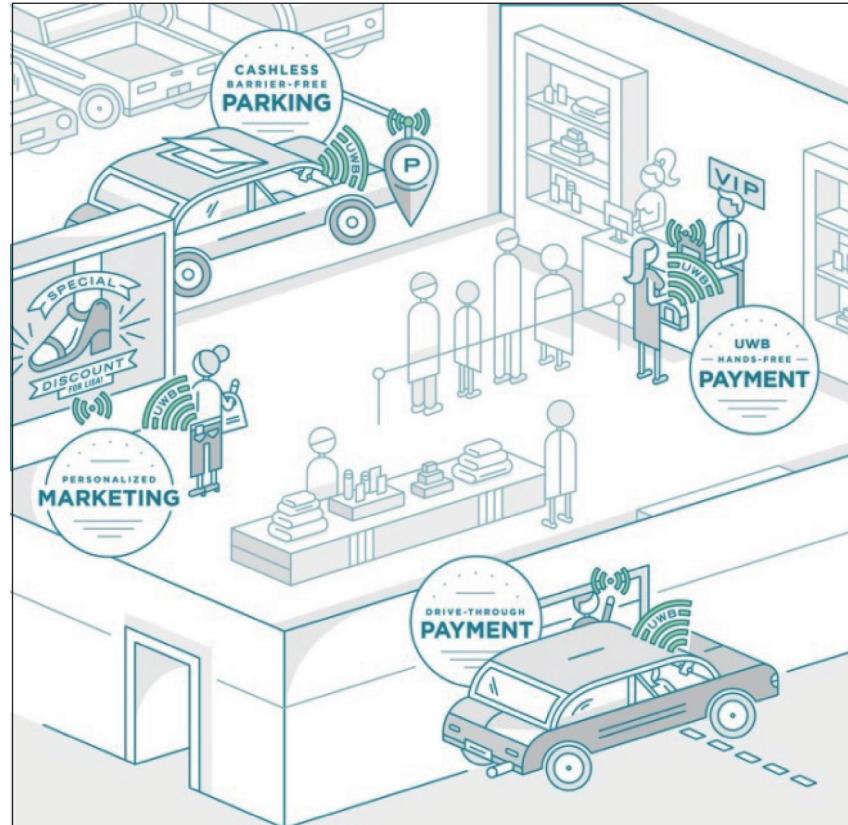
程監視這些項目。

例如，寵物追蹤和老人／小孩的穿戴裝置——包括：建立區域出界警報、註冊健康檢查和跌倒檢測（定位訊號迅速垂直下降）。透過無線校準工具可在數分鐘內完成部署，並允許用戶自行調整網狀網路（Mesh）以優化性能、或控制傳輸速率以延長電池壽命，網格中所有標籤都經由定期 ping 註冊即時狀態。目前已有醫療機構和老人護理機構正對「Find-ly」進行測試，Wiser 並公開演示用以追蹤家中寵物移動或識別遙控器位置。顯而易見，上述市場正在成為兵家必爭之地；其中，老人防跌更是通訊技術競相投入的熱門業務。

## UWB 聯盟 & FiRa 聯盟競合，左右產業生態

不同於高頻毫米波（mmWave）強調可嵌入天花板或牆體做大範圍偵測，UWB 因功率小、電磁波輻射低，對生物較無危害，更適合做成貼片、鈕扣、手環或項鍊（圈）等貼身穿戴以偵測猝不及防的踉蹌前兆。另一個指標是：蘋果（Apple）iPhone 11 系列嵌入 UWB——恩智浦認為這等於明確認可 UWB 技術的價值，對於未來創建生態系益良多。日前蘋果射頻（RF）主要供應商 Qorvo 收購 UWB 聯盟創始公司 Decawave，尤其受到關注。此舉意在提升 IR-UWB 在通訊、汽車、物聯網的市場滲透率，並希冀順勢擴張 UWB 在 Android 的市佔。

圖 5：UWB 應用情境



資料來源：NXP 提供

Qorvo 的如意算盤是：借 Decawave 之力滲透 IEEE、CCC（國際汽車連線聯盟）、UWB 聯盟和 FiRa 聯盟，參與定義實體層（PHY）工作、確保跨應用的操作，期讓 UWB 成為標配並通吃 iOS 與 Android 終端市場（Android 陣營的三星，亦計劃於今年領航搭載 UWB）。除了借助行動裝置載具，UWB 還能聯袂人工智慧（AI）學習個性化手勢凌空操作目標設備。與此同時，Decawave 看好蘋果能引領穿戴裝置連網與 VR/AR 精準定位和動作擷取的需求，又相偕安全產品供應商 Allegion 一起加入 FiRa 聯盟，似乎為兩個聯盟的合作搭起友誼的橋樑。

這一連串動作被視作蘋果準備大力推動 UWB 前奏，關於 UWB 追蹤裝置及手機遙控解鎖汽車的傳言更不絕於市：盛傳可能以「AirTags」命名類似 Tile 智能藍牙磁貼追蹤器，搭配 iPhone 11 UWB U1 定位器晶片並連結 iCloud。這是蘋果繼 2014 年 iOS 7 發佈 iBeacon 藍牙訊標後，又一 LBS 里程碑。呼之欲出的 UWB 標籤可貼附於任何物品或塞進錢包中，連結離線尋找（Offline Finding）等應用程式及擴增實境，追蹤可聚焦至 5～10 公分。此外，傳聞蘋果和德國車廠 BMW（寶馬）正在合作導入 iPhone CarKey 解鎖功能，惟官方尚未證實。CTA