

LBS 含金量高，WPAN 競逐「超短距微定位」市場

■文：任苙萍

物聯網 (IoT) 時代，內嵌通訊功能的可攜式／穿戴式產品日見普及，與我們最為切身的「最後一哩」競爭不再止步於家庭、商場、辦公室等建築物，繼之而起的是無線個人區域網路 (WPAN)，應用也越趨廣泛；與行動通訊的大範圍覆蓋不同，WPAN 著重的是小區域使用範圍的最佳通道規劃。從早期單純做數據／訊號傳輸、到「無鑰匙進入」(RKE) 的遙控或追蹤用的標籤，再到各式新興穿戴裝置，藍牙 (Bluetooth)、Zigbee、無線射頻識別 (RFID)／近場通訊 (NFC) 以及超寬頻 (UWB) 正各自競逐一片天，

「室內定位」尤其受到關注。

室內定位需求爆發，匯聚企業 BI

市調公司 HTF Market Intelligence Consulting 預測，2025 年室內定位服務 (Location-based Service, LBS) 市場將達 29 億美元，期間年複合成長率 (CAGR) 高達 30%！試究背後深層原因，不外乎作為尋物、導航與「電子圍籬」之用，以實現預防阻擋、區域警報、出界捕救和移動軌跡追蹤等。稍早數據橋市場研究

(Data Bridge Market Research) 聚焦於「企業」的數據更驚人，受到工業 4.0 及業務流程優化的推動，預測 2026 年全球企業室內 LBS CAGR 將達 43.13%，但維護相關複雜性或將成為阻力。

地理空間媒體與通信公司 (Geospatial Media and Communications) 表示，過去以製圖和導航聞名的行業正逐漸發展為分析和智慧技術，越來越多的位置情報被用於為客戶提供集成的個性化產品和服務，有助於優化業務決策——從確定展店的最佳區域、改善供應鏈，到制訂令人心動的營銷活動，保險金融服務亦可使用位置分析評估風險並驗證索賠，還能整合企業資源規劃 (ERP)、顧客關係管理 (CRM)、社交網路平台與地理資訊系統 (GIS)。LBS 價值鏈可分為三層結構：位置數據和分析平台、消費者服務平台與集成定位功能的企業商業智慧 (BI) 平台。

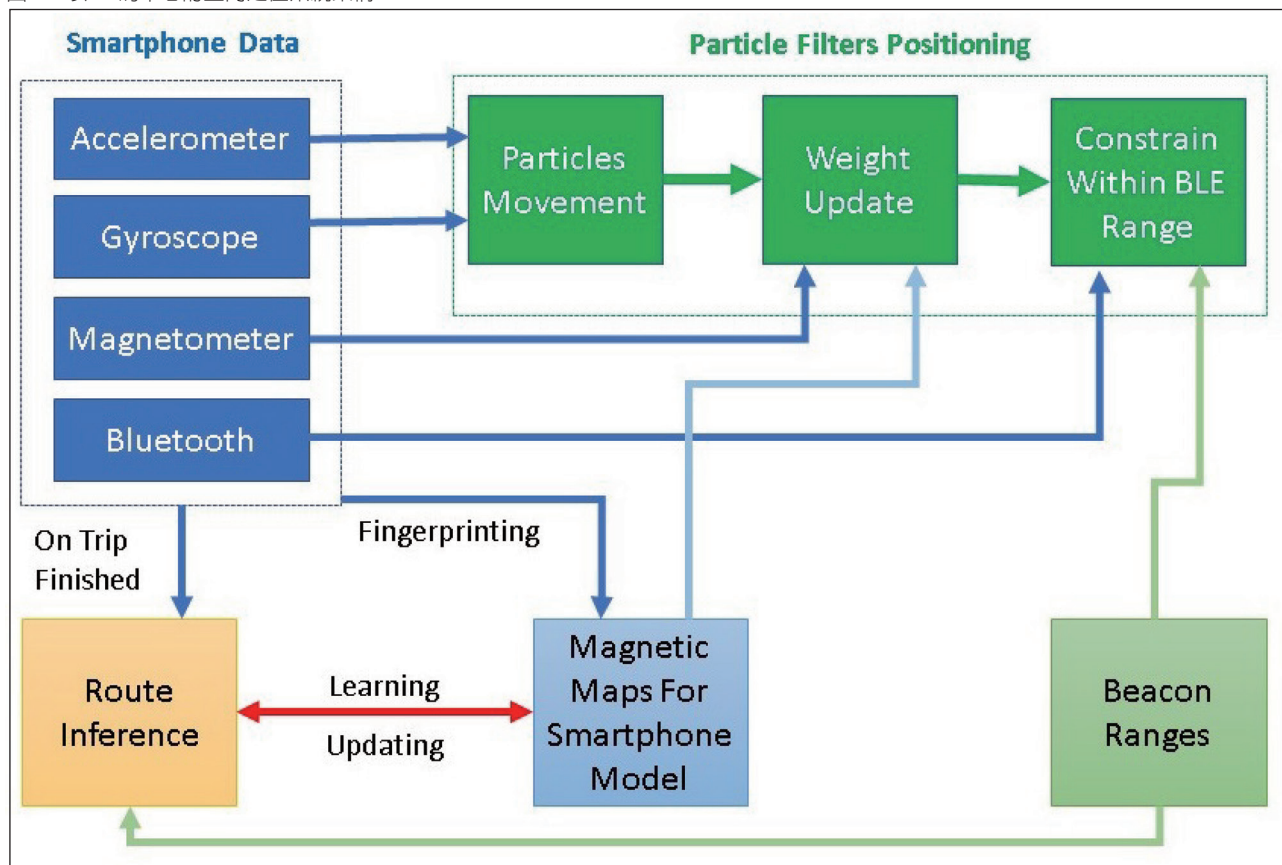
對行業的啟示是：誰可更快地處理數據並即時生成重要見解，遠較誰擁有最多數據重要！而雲端平台是最佳解方。隨著軟體即服務 (SaaS) 成熟度不斷提高，定位

圖 1：UWB 用於博物館資產追蹤或室內導航示意



資料來源：NXP 提供

圖 2：以 AI 為中心的室內定位系統架構



資料來源：<https://www.ibm.com/blogs/research/2018/10/indoor-positioning-system/>

公司正將其業務策略轉移到平台即服務 (PaaS)，以使客戶獲得更大的敏捷性、靈活性和可擴展性。人工智慧 (AI)、擴增實境／虛擬實境 (AR/VR) 和物聯網對於數位技術的重要性日增，可望以更多創新方式推動 LBS 普及。透過將位置元素加到企業平台，售前和售後團隊得以可視化航點中的資料庫項目，有助於解決複雜的空間問題，並提供及時客戶服務、增進客戶體驗。

Zigbee 適用大範圍定位，藍牙訊標定位最普及

行動企業雲端平台廠商

Phunware 的「多屏即服務」(Multiscreen-as-a-Service) 平台，就可用於管理客房預訂，在整個設施中實現定位、尋路和導航並擴展其他建築物內的服務，包括：停車管理、安全性和用戶反饋，以提高企業園區的利用率。另一研調機構 Reports and Data 推估，2026 年「微型定位」(Micro-Location) 市場將達 493.5 億美元；在多元連接技術幫襯下可精確定位室內位置，即使在遠處也可識別對象，思科 (Cisco)、阿魯巴網路 (Aruba)、Humatics Corporation 和 Estimote 為主要參與者。但嚴格來說，RFID/NFC 並不適合用於

定位。

工作頻率為 900MHz 的 UHF RFID，因為標籤是被動式、不具通訊能力，傳輸距離非常有限且安全性不夠完備，只能簡單判讀某個區域是否有人進出；而主動式 RFID 耗電量逼近 Wi-Fi，對電池續航力是一大挑戰。再看系出同門的 NFC，龍頭廠恩智浦半導體 (NXP) 直言：其平均讀取範圍僅 4 ~ 10 公分，意義不大。倒是基於 IEEE802.15.4 標準的 Zigbee，優勢在於部署容易、支援節點多、自組織、低功耗、傳輸通道簡單但「穿透力高」，最重要的是成本低，除了用於自動／遠端控制，不少煤

表：WPAN 技術特性比較

	Bluetooth 5.x	UWB	Zigbee	NFC
標準	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.3	IEEE 802.15.4	IEC 18092/21481
頻段	2.4 GHz	3.1 ~ 10.6GHz	2.4GHz 868MHz 915MHz	13.56MHz
距離	<300m	0 ~ 75m	10 ~ 75m	<50cm
傳輸率	2Mbps	100Mbps ~ Gbps	2.4GHz=>250kbps 868/915 MHz=> 20kbps / 40kbps	424 kbps
安全性	高	高	中	最高
穿透性	中	最低	最高	中
抗擾度	中	最高	中	低
精準度	中	最高	低	中
複雜度	低	低	低	高
部署成本	中	最高	低	最低

資料來源：筆者整理

礦工場或監獄管制等大面積區域有採用。

至於藍牙，要算是大眾最熟悉的 WPAN 技術了。其最大好處是：普及率高、不受視距 (LOS) 影響，只要開啓設備就可執行。知名的蘋果 (Apple) iBeacon 就是採用藍牙低功耗 (BLE) 做商場定位服務和行動支付。自 2004 年諾基亞 (Nokia) 發佈、2007 年併入藍牙標準以來，BLE 已成眾多終端設備標配，最大有效距離為 45 公尺。於 2012 年收購 Meraki 的思科系統近日亦與行動企業雲端平台公司 Phunware 合作開設「Phunware MaaS LBS」，兼採 BLE 訊標 (Beacon)、Wi-Fi、Li-Fi 和 GPS，不到一秒便可即時室內定位、導航和尋路，在室內、外無縫過渡。

藍牙 5.0 支援室內導航， 5.1 重磅新增「尋向」

低成本位置追蹤設備的開發和智慧手機的廣泛採用是 iBeacon 主要驅動因素。連結位置資訊與客戶購買模式，企業可策略性地向目標受眾傳遞不同廣告和商業訊息；借助 LBS 做地理圍欄，企業亦可知目標客戶何時進入、離開商店附近區域，零售和消費品有望成為最大貢獻者——本地解決方案將主導市場。然而，隨著越來越多的數位營銷採用雲端服務，成長力道將大增。地理圍欄超越標準的地理定位，可在非常特定的位置、甚至是街上或建築物定位，涉及兩大步驟：1. 繪製希望數位廣告展示的特定地理區域；2. 有人進入虛擬圍欄區域時觸發廣告。

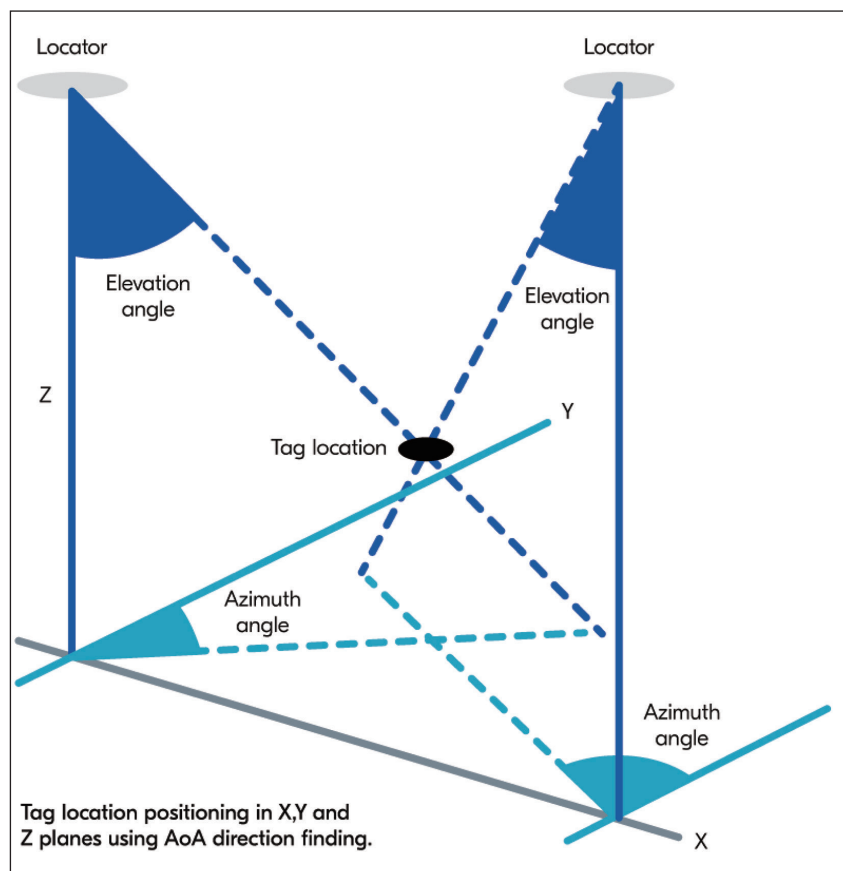
另有照明廠商展示將藍牙用於收集建築物數據，以增加銷售、減少搜索或等待時間，為客戶和

服務人員提供移動廣告資源的定向協助，節省空間、人力並獲得完整的移動軌跡曲線。使用基於 BLE 訊標可連接到市電、亦可使用現有燈具的電源；電池供電的 BLE 訊標可使用 2 ~ 8 年，無需借助外部電源；訊標可貼附到目標物或由要被定位的人配戴，在 100 平方公尺的面積約需

3 ~ 4 個訊標。一個有趣的用例是：M2M Technologies 公司利用其名為「Shield」的室內定位技術，在隱蔽的車庫中尋獲從他處竊取而來的贓車。

值得注意的是，藍牙於 2016 年發佈 5.0 版本已將理論上的有效傳輸距離大幅提升至 300 公尺、傳輸率亦倍增至 2Mbps，且支援室內定位導航 (結合 Wi-Fi 可實現精度 < 1 公尺的室內定位)，並針對 IoT 進行許多底層優化，例如，可接收無需配對的訊標資料、傳輸率可再提高八倍，更有利於廣告和定位。去年新出爐的 5.1 版本新增「尋向」(direction finding) 功能，較以往更具競爭本錢，可明辨藍牙訊號方向、便於解讀設備方向的接近 (proximity)——藍牙 LBS 可細分為「接近」和「定位」兩大類，可實現「公分級」精度的定位。

圖 3：基於到達角 (AoA) 和出發角 (AoD) 兩個關鍵概念，藍牙 5.1「尋向」透過在通訊鏈路的任一側使用天線陣列，可確定兩個角度的相移數據並由此定位



資料來源：Nordic；<https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/Direction-finding>

WPAN 異質混搭日盛，UWB 華麗轉身

其原理都是在數據封包傳輸中加入「接收訊號強度指示」(RSSI) 機制虛擬出產品的大致範圍，再透過三邊測量交集而完成室內定位——多個訊號來源的傳輸距離不一，會造成不同程度的訊號衰減，故須依據訊號衰減程度計算出接收端與個別基地台的距離，再套用三角定位公式計算出接收端所在座標，目前已有酒店旅宿開始導入。BLE 緊急按鈕的先進廠商 React Mobile 公司，近期推出

BLE 5.0 訊標，可在多層建築物的室內提供精確的房間位置，以因應緊急醫療或員工騷擾事故。

當啟動外形小巧、由多個 CR2032 電池供電的安全設備 (ESD) 後，會自動識別最近的 BLE 訊標並將精確房號及 GPS 座標即

時回報管理後台；一旦遇有緊急情況，可透過手機 APP 或單擊緊急求救按鈕觸發警報，作為聲音及 GPS 系統室內運作不良的補充。不過，藍牙的抗干擾能力並不佳，在複雜空間的穩定性較差；於是，上述諸多 WPAN 技術，混搭情形並不罕見。坊間就有可監控室內溫度／濕度／噪音水準的多合一照明感測器套件，選擇捆綁藍牙 LBS；內置的藍牙晶片可在 Zigbee 或 PoE 支援 LBS，不用將資訊傳回中央伺服器。

UWB 更為自己寫下重返榮耀傳奇，在一度被「棄市」、淡出人人們視線多年以後，成功華麗轉身。猶記 2008 年，英特爾 (Intel) 因遍尋不到投資者而黯然結束 UWB 技術研發時，曾給予產業一記重擊；但隨著連網裝置和通訊干擾越來越多，對數據要求越來越精準，UWB 的「高定位精度、高安全性、高傳輸速率、高系統穩定性與抗干擾能力、以及低功耗」優勢逐漸脫穎而出，使用空間密集的工商或醫療環境對誤差容忍度更是極其有限。ResearchAndMarkets 預估，2019～2026 年全球 UWB 市場的 CAGR 達 5.7%。CTA

下期預告：
智慧汽車