

Wi-Fi無線感測應用技術發展趨勢

台灣亞太產業分析專業協進會 105 年認證產業分析師 楊玉奇

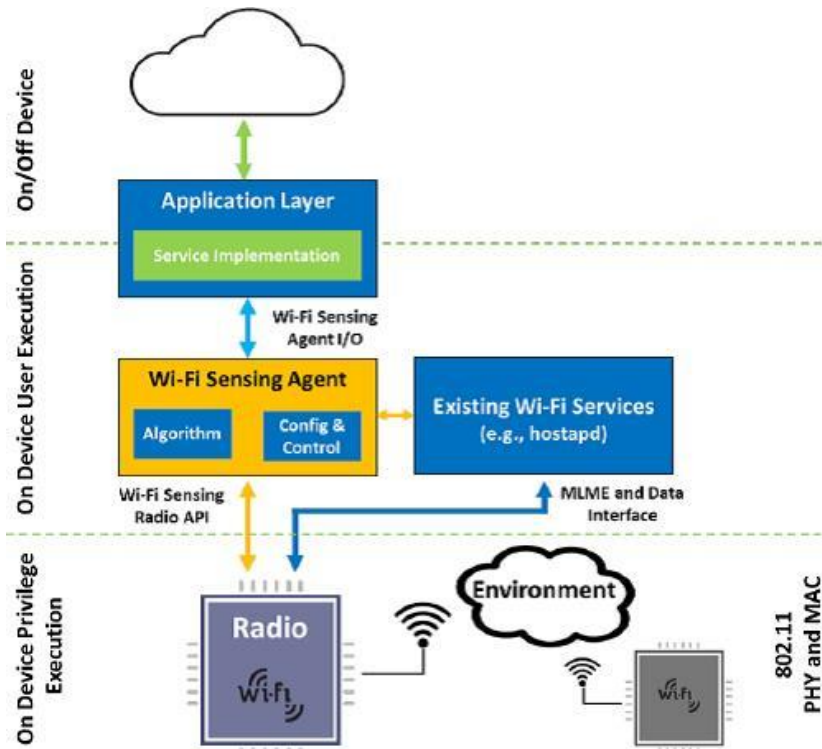
隨著 Wi-Fi 6 標準發布和認證計畫開始進行，引領無線區域連網技術邁入新階段，也促進搭載新規格設備的市場普及。Wi-Fi 6 在傳輸速度、覆蓋率、連結設備數量方面都有更優異的性能，對於室內網路環境品質確有顯著的提升。然而，Wi-Fi 除了作為無線網路通訊的主流技術之一，亦適合用於室內感測，利用幾乎每人家中都有安裝的 Wi-Fi 路由器，即可完成感測網路的布建，成本相對以感測器和攝影機為主要部署內容的室內監測方案更低，而且隱蔽性高不易讓人有隱私受到侵犯的負面感受。無線寬頻聯盟(Wireless Broadband Alliance, WBA)和國際晶片大廠正持續研議 Wi-Fi 無線感測相關標準與認證機制，Wi-Fi 感測拓展了次世代 Wi-Fi 終端裝置尤其是路由器的應用範疇，未來應會是提升其附加價值的重要新增功能，其發展動態和市場機會值得相關廠商關注。

一、 Wi-Fi 感測技術概述

(一) Wi-Fi 感測網路架構

Wi-Fi 無線電、Wi-Fi 感測代理(Agent)和應用服務層等三個主要組件，構成了 Wi-Fi 感測網路，如下圖所示。由下而上逐層說明其運作機制，最底層負責整個感測系統的 Wi-Fi 環境資訊處理，中間層的 Wi-Fi 感測代理則負責蒐集外部環境資訊，中間層和最底層之間不時進行資訊的交換與傳輸，使無線電的量測資料，轉換為動態或情境感知的資訊；最上層的應用程式層則根據中間層的 Wi-Fi 感測結果，形成最終用戶使用的服務或功能。

至於 Wi-Fi 之所以可用在感測，與其無線電訊號收發近似雷達系統的原理有關。由於電磁波的反射性，Wi-Fi 訊號從路由器發射後，會以 500 條以上的多路徑形式，從發射端到達接收端，再由裝置接收與回傳。由於每條路徑的距離不同，訊號抵達的時間亦不同，這種訊號傳遞的延遲性雖然在無線連網時不受到用戶歡迎，但卻可反映室內環境的動態與靜態資訊，發揮監測與感知的功能。



資料來源：WBA (2020/12)

圖一 Wi-Fi 感測系統架構

(二) Wi-Fi 感測技術應用效益

Wi-Fi 感測解決方案不需要安裝感測器和攝影機，這部份是與一般用戶熟悉的影像監測最主要的差異。由於不需要硬體的布建，大幅降低建置和維護成本，也降低規劃的複雜度故能加快部署的速度；在室內空間不充裕的情境中，Wi-Fi 感測解決方案可以釋放出更多可用空間。此外，對於部份不習慣家中裝設攝影機的用戶，或是有一些年長者總是無法自在的在攝影機前生活，也無法建立起正確的穿戴裝置使用習慣，利用 Wi-Fi 感測解決方案具有相對高的隱蔽性，不受用戶擅自調整鏡頭角度或沒有正確穿戴感測裝置，導致監測效能降低。

除了對使用者的效益外，推動 Wi-Fi 感測技術的發展對於網通設備製造商，尤其是路由器廠商而言也有產品加值的效益。長期以來 Wi-Fi 路由器雖然已成為現代人居家生活中必要的電子裝置，但並未被視為高實用性的設備，也不易區別不同品牌產品的差異性，大多數消費者仍以價格為購入時評估的主要因素。近年來也見到路由器試圖藉由整合音箱功能以提升產品附加價值，若能再增加感測功能，路由器在整體智慧家庭應用中將可扮演更重要的角色，不再只是一個單純提供無線網路訊號的工具。

二、多樣潛在應用已進入實測

由 BT、Broadcom、BSG Wireless、Cable Labs、Cisco、HPE Aruba 與 Intel 等公司為主要成員的無線寬頻聯盟(WBA)，於 2019 年底發布了 Wi-Fi 感測技術白皮書，其內容中提出了多種應用情境的設計，目前聯盟成員廠商正各自或者合作進行一系列的實測驗證。

(一) 家庭監控

與大多數的家庭監控用途類似，Wi-Fi 感測網路適合用於監測用戶不在家中的情況，例如室內的動態。感測網路透過水平定位技術的協助，即可判定家中各種動態與靜態物體，無論是固定的機械式運動或是動物的不規則運動，當有異常狀況出現時，也可將警報訊息發送給屋主。使用於家庭監控時，可與家中其他既有的 Wi-Fi 設備一起使用，設備操作方式也不需要修改，對連網性能影響很小，也適合企業或商業部署。

(二) 能源管理

目前提供能源管理監測方案的廠商，主要有自動化系統業者和節能服務業者，能源管理一般部署對象為企業，但也越來越普及於部署在家庭網路中。一般市場上的解決方案是採用能夠提供環境控制回饋的感測器，以無源紅外線(Passive Infrared Sensor)感測器為主，需要與線路連接和專用安裝。換用 Wi-Fi 感測後可以獲得相同的效果，但不需要構建和維護多個系統，可以降低相關成本。

(三) 老年照護

由於人口年齡老化已是全球普遍問題，老年護理領域中的許多不同服務都越來越流行，重要的觀念和價值，在於如何利用科技使老年人保持獨立的生活方式，而在需要時能通知家庭成員或看護人。目前對年長者居家生活狀況進行監控的方案，大都需要攝影機和明顯的感測器，雖然自動化運作和通報不成問題，但卻忽略年長者的隱私保護。使用 Wi-Fi 感測解決方案，即可減少甚至免除攝影機和感測器，讓年長者對生活環境感到更加自在。

(四) 接近喚醒/離開鎖用

將 Wi-Fi 感測用於監視和檢測使用者與設備之間的接近程度，再搭配設備上的節能軟體功能，即可智慧化的切換設備待機或節能模式。新型消費類電子設備包括電腦、監視

器、電視等設備，一般都內建睡眠或節能模式，與 Wi-Fi 感測功能整合後，當監測到用戶靠近時，可將設備從待機或節能狀態下喚醒；反之，當用戶離開，設備即會觸發自動切換到節能或鎖定模式。此應用通常優先應用設備量大的企業用戶，但也同樣可導入家庭用戶中。

(五) 手勢辨識

當產品被設計為使用者可利用特定手勢與設備進行互動時，亦可使用 Wi-Fi 感測網絡作為偵測與辨識工具。無論是由手指和部份手部做出的小規模手勢，更大比例的面部表情帶手勢或是全身姿勢，Wi-Fi 感測都可在無需使用相機或其他感測器的情況下，準確偵測行為動態。此應用相對適合部署在使用私人設備為主的情境，相較於攝影機搭配感測器的方案，成本不但有效降低也提高隱私性。

(六) 生物特徵偵測

生物特徵測量的項目一般包括心跳和呼吸頻率，前述 Origin Wireless 的呼吸偵測案例即屬於此類應用。Wi-Fi 感測生物特徵可適用在醫療環境中，例如必須在非侵入性和被動方式下監視患者；也適用於某些希望不引起當事人注意或防備下監測其生理特徵，例如測謊的情況。

三、 Wi-Fi 感測發展機會與挑戰

(一) Wi-Fi 性能持續升級有利感測應用

Wi-Fi 6 新標準的發布引領 Wi-Fi 技術大幅提升性能，國際上已有實測案例驗證 Wi-Fi 6 訊號可在充斥金屬物件和熱能等大量無線電波干擾源，以及寬廣且挑高的室內空間等惡劣條件環境下，仍有極佳的訊號品質、傳輸速度。此外，Wi-Fi 技術在覆蓋率和多設備連結處理能力也持續提升，也有助於以更少的路由器數量，即可同時建構 Wi-Fi 感測和連網環境，且保有良好的應用服務品質。

(二) 新創公司已有成功應用案例

由台灣技術人員在美國成立的新創公司 Origin Wireless，已成功將 Wi-Fi 感測應用於

探測生物特徵。實測時以室內人員的呼吸狀態為驗證標的，採用具 Mesh 功能的 Wi-Fi 路由器，加上該公司自行開發的 Time Reversal Machine 演算法，即可利用無線電訊號反射時多路徑傳輸之間的時間延遲差異，判斷室內人員細微的呼吸狀態，並且可以將電波反射意涵的分析解讀結果，轉換為可視化的圖形呈現。

(三) 裝置部署與測量技術仍有障礙待突破

Wi-Fi 感測能力是依賴頻道的訊號隨著一段時間後，由於環境變化而導致訊號收發時間產生不同的延遲或間隔，經過測量後判斷差異而來。因此，不同的測量期間所有無線電裝置的配置必須保持相同，否則將無法區分變化是由於環境改變或是裝置配置改變造成的。此限制對實務應用造成困擾，有賴於設計一個機制，可讓感測接收裝置既能了解無線電訊號發射設備配置，也能使無線網路架構中的媒體存取控制層(MAC)用於協調和調度測量，使裝置間能相互溝通，辨識並記錄配置狀況的變化。

(四) 缺乏共同標準與驗證機制

Wi-Fi 感測技術目前缺乏標準化的介面/API 定義，雖然各家晶片組供應商在設計時，都已開放了啟用所需功能的存取限制，但目前沒有標準的介面定義。此外，對於感測網路中是否存在沒有與路由器直接關聯的 Wi-Fi 裝置，目前也缺乏身份驗證機制，若潛藏惡意 Wi-Fi 感測發射器時將有資安風險。WBA 正分別和 Wi-Fi 聯盟以及 IEEE 研議認證和標準，但會議期程冗長，短期內應難有結論。

(本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>