

穿戴式感測器聲勢看漲， Motion 尤其亮眼！

■文：任苙萍

如前文所述，穿戴式感測器已成個性化醫療保健及運動監測的貼身守護者。研調機構 ReportLinker 日前發佈報告顯示：對智能設備需求看漲、健身和健康監測設備的重要性日增，以及消費電子和醫療保健等行業對創新和發展的關注，皆是穿戴式感測器市場增長的驅動力；預估 2023 年穿戴式感測器市值為 16 億美元，2028 年將達 42 億美元，期間年複合成長率 (CAGR) 為 21.1%。預測期內，壓力和力度感測器市場將佔據重要份額——前者用於測量力並確定所施加力的性質，後者則是用於測量力和扭矩。

穿戴式運動感測器突飛猛進！

腕戴式裝置通常佩戴舒適，且具有更少的侵入性，加上受惠於健康／健身追蹤、便利性和舒適性、時尚和風格等因素，使其成為穿戴式感測器的主流產品，智能手錶和健身手環是重點應用，用以追蹤心率 (HR)、步數和睡眠模式等各項生理指標。另一市調單位 Research And Markets 進一步

圖 1：由於穿戴設備意識的增強和快速城市化，預估 2023 ~ 2028 年穿戴式運動感測器市場之區域成長性以亞洲最大



資料來源：<https://www.researchandmarkets.com>

針對穿戴式運動感測器 (Wearable Motion Sensor) 指出：COVID-19 大流行對穿戴式運動感測器市場產生積極影響，突顯善用數位基礎設施進行遠程患者監控的必要性，預估 2023 ~ 2028 年穿戴式運動感測器市場 CAGR 將高達 47.2%！

穿戴式運動感測器類型包括：陀螺儀 (gyroscope)、加速計 (accelerometer)、微機電系統 (MEMS) 以及這些感測器的組合。與此同時，用於健康追蹤的穿戴式設備正在集成運動和 MEMS 感測器，以及心率監測器、皮膚溫度監測器和脈搏監測器等健康專用的感

測器。採用穿戴式運動感測器可協助進行疾病檢測並有效追蹤個人和群體的健康狀況，在老年人群健康促進干預、患者護理和研究以及老年康復方面具有巨大潛力。人們對健康和健身相關服務的需求推動腕戴式穿戴裝置的增長，以及帶有嵌入式運動感測器的可穿戴設備採用。

具體而言，腕戴式需要原始設備製造商 (OEM) 提供健康和健身相關服務，是市場吸引力迅速增加的一個關鍵原因。帶有嵌入式運動感測器的穿戴設備可透過追蹤個人身體活動來豐富用戶的健康和健

身體驗，例如：步行、跑步和騎自行車，尤其是集成加速計和陀螺儀的穿戴式產品深受消費者歡迎；持續健康監測和綜合診斷設備有助於識別並預防與年齡相關之功能衰退和疾病的早期表現。另一方面，感測器和相關組件的縮小、穿戴技術對複雜功能感測器需求的不斷增加以及電池尺寸和效率的進步對於市場正面發展亦功不可沒。

意法半導體前沿技術： 低功耗感測器融合、AI 感測、自我調整配置

在運動感測器與 MEMS 感測器深耕許久的意法半導體 (ST)，MEMS 運動感測器產品線擴及：加速度計、陀螺儀、慣性感測計及地磁計，另有可用作高度判斷的氣壓計、溫度計等環境感測器，以及作為存在和移動偵測輔助功能的紅外線 (IR) 感測器 STHS34PF80。ST 類比與微機電產品事業部行銷及應用經理謝景翔揭示，他們的願景是讓開發人員能借助新型的微機電感測器及內嵌功能提高整體系統效率來並發揮感測器的潛力，在開發動作或環境感測器有幾個重要發展方向：

- 導入人工智慧 (AI) 領域的機器學習 (ML) 技術；
- 利用感測器落實邊緣運算 (Edge Computing)；
- 除了感測器本身的低功耗，還須減輕處理器的負



照片人物：ST 類比與微機電產品事業部行銷及應用經理謝景翔

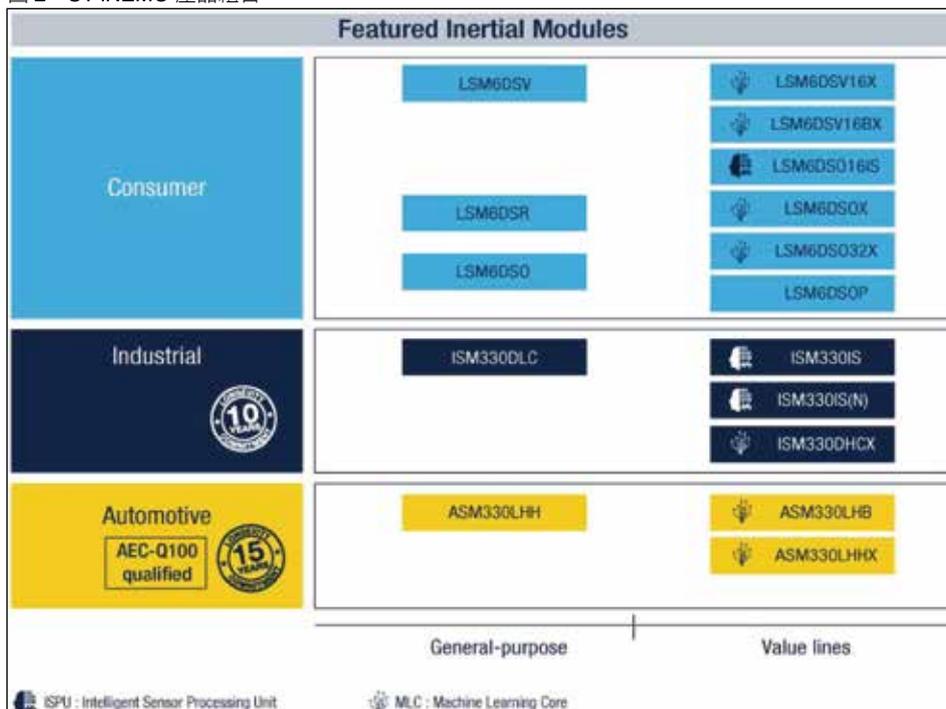
載並降低系統層面的功耗。

謝景翔特別介紹，藉由在 ST 新一代的三軸加速度計——LIS2DUX12，以及六軸慣性量測單元 (IMU)——LSM6DSV16X 感測器中導入機器學習技術、有限狀態機、感測器融合演算技術，能輔助系統更有效率的運作；其中，

LSM6DSV16X 更首次整合了 ST Qvar 偵測通道。ST 最新一代的運動及環境感測器所加入的「Qvar」技術，能經由智慧手錶或健身手環中與身體接觸的電極、或非接觸式感測靜電電荷的變化，使具備 ST Qvar 功能的 MEMS 感測器能支援觸控、長按及滑動等使用者介面 (UI) 控制，確保人機互動流暢。

LSM6DSV16X 這款內建三軸低雜訊加速度計+三軸陀螺儀的六軸 IMU，採用工業標準尺寸並整合新的 I3C 介面，在回流焊後仍能維持高穩定性，讓設備商產線無須重新校準 IMU 流程仍可確保感測器精準度。它還內建 ST 低功耗感測器融合 (Sensor Fusion Low Power, SFLP) 技術、AI，以及功耗優化的自我調整配置 (Adaptive-Self-Configuration, ASC) 功能——

圖 2：ST iNEMO 產品組合



資料來源：ST

SFLP 可極小化 IMU 電力需求並具備快速且強大的邊緣處理能力，支援手勢辨識或連續追蹤的運作電流僅 15 μ A；而 ASC 可在不需主控制器介入的情況下，即時自動優化感測器的量程、頻率等設定。

ST iNEMO 以系統級封裝 (SiP) 形式，在單片六軸解決方案中結合加速度計和陀螺儀，將兩個功能互補的感測器集成在緊湊、堅固且易於組裝的 IMU 中。多個感測器輸出的集成，且具有 ML 核心模組及 ISPU (智能感測器處理單元)，可確保運動感測系統在最苛刻的應用中實現最高精度，適用於運動追蹤和活動監控等，可實現比簡單運動檢測更複雜的特性和功能，如：方向和手勢檢測。這些模組採用集成硬體功能設計，可實現高效可靠的運動追蹤和情境感知，且在系統級可節省更多電量，且高抗衝擊能力亦保證極高的穩健性。

AI 感測器可獨立感知、處理&採取行動

ST 認為，健身追蹤器的主要

圖 3：可編程的 ISPU 工具鏈及套裝軟體，可在感測器模組內部處理偵測運算工作



資料來源：ST

設計挑戰在於：以經濟高效的方式提供低功耗和高精度，以記錄一般活動、特定鍛煉、心率和燃燒熱量；而智慧手錶最新功能包括：與智慧手機同步的應用程式和通知、健身和健康監測、位置服務、語音命令、支付和無線充電，這些都須封裝在一個非常小的外形尺寸中，對於性能與電池壽命有著嚴苛要求。AI 感測器可獨立感知、處理和採取行動，消除系統對高頻寬、始終在線連接的依賴，位於感測器內的引擎具有基於分類的 AI 算法 (決策樹)，能在感測器檢測運動數據時運行不同任務。

LSM6DSO16IS 及 ISM330IS 是 ST 首款搭載 ISPU 的 MEMS IMU 模組——ISPU 是內嵌式數位訊號處理器 (DSP)，使用 C 語言編程並具有浮點單元，可支援單一位元精確度運算。LSM6DSO16IS 和 ISM330IS 具備機器學習和深度學習演算法執行能力，對於應用情境的精細化有莫大助益。為簡化邊緣運算開發，ST 近期還為上述兩款運動感測器模組推出搭配的 ISPU

程式設計工具鏈及配套套裝軟體，利用模組內部的 ISPU 處理與動作偵測相關之運算工作，例如，直接在感測器上辨識動作和執行異常偵測演算法。

演算法運算下移至網路邊緣，有助於降低系統功耗、縮短回應延遲，並減輕本地微控制器的運算量，根據具體實際應用設定感測器的行為。使用 ISPU 工具鏈時，開發人員可使用熟悉且使用廣泛的 C 程式語言編寫智慧感測器軟體，選擇在指令列介面 (Command Line Interface, CLI) 或基於 Eclipse 的開發環境 (例如 STM32CubeIDE) 內編寫程式碼，也可選用 AlgoBuilder、Unicleo 等圖形化使用者介面。X-CUBE-ISPU 套裝軟體包含範本、專案範例及現成軟體庫，協助開發人員快速瞭解如何使用 ISPU 並編寫程式碼，亦可修改套裝軟體開發客製化演算法。

套裝軟體還提供預建檔案，讓使用者可透過圖形化使用者介面 (GUI) 將 X-CUBE-ISPU 範例直接載入感測器，無需編寫程式碼。另在 ST GitHub 資源庫中還有更多範例、教程和其他開發資源，可縮短個人電子產品等應用的開發時間，包括用於活動辨識和健康監測的穿戴式裝置。ISPU 工具鏈、X-CUBE-IPU 軟體和 GitHub 模型庫現在可從 st.com 免費下載。ISM330IS 和 LSM6DSO16IS 智慧 MEMS 感測器亦已量產，模組內還包括一個嵌入式溫度感測器，其感測器資料融合功能讓模組可外接四個感測器收集資料。CTA