

ADI：Motion Sensor 在工業與醫療市場潛力大

■文：任苙萍



照片人物：ADI 亞太區微機電產品市場與應用經理趙延輝

在工業和醫療範疇發展有成的亞德諾 (ADI)，對於運動感測器 (Motion Sensor) 發展別有一番見解。ADI 亞太區微機電產品市場與應用經理趙延輝以工業常見的機械振動 (vibration) 為切入點陳述—尤其是引擎、馬達、渦輪等具有反覆性動力源的機械最常有此遭遇；輕者將引發噪音或使用上的不便，重者會造成「共振」現象，使儀器功能失常，甚至破壞整體結構。就算未有明顯振動、只要機械姿態有變，重力分量亦會隨之不同。為及時掌握這些不利狀況並採取必要措施，借助運動感測器探知是有效的方法。

在醫療方面，根據美國疾病

控制中心統計，單是在美國，每年就有近 100 萬個膝蓋和髖關節置換手術進行；不過，卻有約 30% 的膝關節置換手術，會因難以確切掌握骨骼內部架構細節而產生錯位。趙延輝表示，若手術前先以 ADI 高精度微機電 (MEMS) 感測器追蹤病人的膝關節排列方向 (alignment) 和運動狀況，可精準定位並降低成本。一家位於加州的 OrthAlign 醫療設備設計公司就採用 ADI 的 iSensor 六軸 MEMS IMU (慣性量測單元)—一三軸加速度計和三軸陀螺儀，將其置入膝關節定位的解決方案，目標是將手術成功率提升至 100%。

陀螺儀感測振動，低功耗加速度計佈建安防

趙延輝闡述，陀螺儀有一個稱為「線性加速度效應」的指標，量測單位以「deg/sec/gee」表示，

意指：加速度 gee 對陀螺儀輸出的影響。理想情況下，陀螺儀只會對「轉動」有所反應，但實際上，振動加速度也會引起陀螺儀的輸出偏差。以 ADI 的工業級陀螺儀 ADXRS646 為例，其指標值為 0.015 deg/sec/gee，也就是說如果振動加速度為 10gee，那麼輸出偏差就會達到 0.15deg/sec；積分 10sec，角度誤差即為 1.5deg。保守估計，上述數值至少足足領先消費類微機電 (MEMS) 元件一個數量等級，標準著實嚴苛許多。

回頭看消費分眾市場，ADI 於 2012 年發佈的 ADXL362 據稱仍是現今市面上最低功耗的三軸加速度計，在穿戴裝置、智能家居、智慧儀表等均獲得廣泛應用。在智能家居的保全應用上，只要進入佈防狀態，一旦有人自門窗侵入就會產生振動，而這個振動可用 MEMS 加速度計捕捉到，再經由

圖 1：慣性感測而得的數據可經由簡易數位介面獲取，引導外科醫生執刀

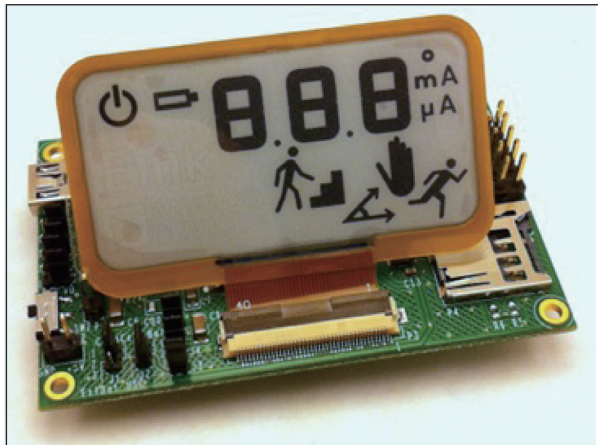


無線通訊啟動家裡的錄影機或自動與警察單位連線。此類產品的耐用年限短則一年、長則五年、十年起跳，因為沒人想頻繁更換門窗上的檢測設備，或是更換電池。ADI 的

低功耗加速度計 ADXL362 正可解決這個令人頭痛的問題。

採用 ADXL362 檢測振動與否時，完全不用處理器參與；而 ADXL362 功耗最低可低至 270

圖 2：ADXL362 開發板容易使用，透過資料收集及在既有硬體平台上開發軟體，可縮短總體工程時間



資料來源：ADI 網站

圖 3：ADI MEMS 陀螺儀可承受 175°C 高溫，此為石油和天然氣鑽探設備的臨界性能標準



資料來源：ADI 網站

入訊號採樣不足的缺失。除了通用產品外，ADI 也是當下唯一可提供高溫 175°C MEMS 加速度計和陀螺儀的廠商，技術上具有一定優勢，亦奠定 ADI 在高性能工業用產品拼搏的厚實基礎。

消費感測首重體積與功耗

慣性量測單元 (IMU) 結合圖資軟體後，帶動導航輔助／航位推移 (dead passage)／擴增實境 (AR) 等創新應用，將觸角由平面 2D 空間延伸至立體 3D 空間。趙延輝剖析，現階段多軸 MEMS 感測器的重點市場仍在消費品，運動手環主要是用 3-DOF (三個自由度) 的加速度計產品；然而，隨著智慧手機、可攜式／穿戴式裝置與航空模型 (航模) 的大量應用，在消費領域，越來越多的慣性產品皆以九軸為主流——整合了加速度計、磁力計和陀螺儀，有助於縮減體積、降低功耗和成本。他進一步指出，即使都是九個自由度的設計，唯結構不盡相同。

手機多數是 9-DOF 加速度計 + 磁力計 + 陀螺儀，航模一般是 6-DOF 加速度計 + 陀螺儀，再加一個 3-DOF 磁力計。對於手機和手環等消費品而言，需要元件的體積越來越小、功耗越來越低，是技術難點所在，促使 MEMS 封裝向 WLCSP (晶圓級晶片尺寸封裝) 方向發展；而 WLCSP 對於製程有很高的要求，且由於是基於裸片直接封裝，會讓 MEMS 在應用過程中對熱應力和機械應力更加敏感，

圖 4：ADI MEMS IMU 在無人機的應用



資料來源：ADI 網站視頻截圖

在設計應用上亦須更謹慎。與此同時，陀螺儀的功耗一直處於幾百 μA 甚至 mA 區間水準，過高的功耗無形中也限制了它在可穿戴領域的出路。

改善精確度和延遲感，補償校正不可少

另一項技術課題是：如何提高精確度並改善延遲感？趙延輝解說，陀螺儀的累計誤差無可避免，要提高精確度有兩種途徑：一是提高陀螺儀本身的精確度，代價是會增加功耗、晶片體積和成本，但這

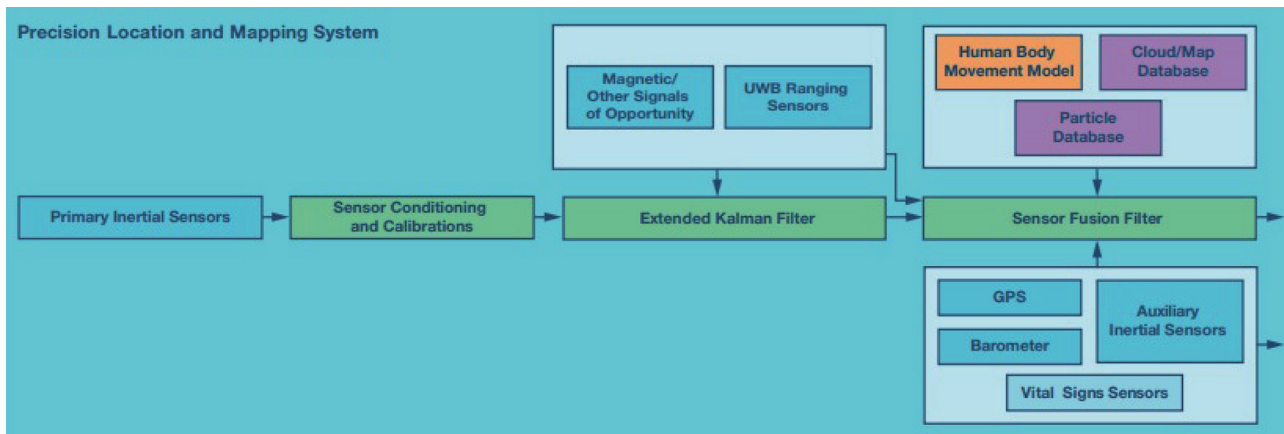
在無人機等高可靠性應用卻是必須的；二是藉感測器融合（磁力計和加速度計），甚至結合全球定位系統（GPS）、地圖，或引入雷射和編碼器等，也可達到校正目的。當然，每種感測器都有一定局限性，例如：磁力計易受磁場干擾、加速度計在運動中很難準確利用重力估算傾角、GPS 要在空曠的戶外才能使用等，因此系統須整合多種感測器來互相補償校正。

至於如何縮短「方位穩定時間」（運動之後到精確並穩定方位狀態所需時間）以降低延遲感？趙

延輝認為這取決於感測器方案及演算法。例如，雷射定位的精確度很高，但缺點是回應時間慢；應對之道是以低雜訊、高輸出資料速率的陀螺儀，外加處理能力較強的處理器取代。此外，將系統追蹤移動物體的標記所產生的方位向量，與由感測器建立、記錄的向量兩相比較時，硬體在介面和時序參數可能因座標系變換，導致不相容或不匹配；故一般在完成整機後要做初始位置校正，之後才能透過座標系轉換得到方位變化資訊。

談到「異質感測器融合」趨勢時，趙延輝透露，據了解，目前物流業的確有考慮將 MEMS 與溫／溼度感測器結合的意向；至於與其它更多感測器融合，ADI 覺得為時尚早；一是尚未有足夠的市場胃納量支撐，二是集成更多其它種類的感測器，極可能由於不同感測器的良率特性迥異，於系統效能或成本而言，並非優化選項。CTA

圖 5：PLM(精確定位繪圖)系統奠基於高效感測器，經過濾、處理和雲端資料庫分析輸出而得



資料來源：ADI 網站