

Bosch Sensortec： SDF 提升整體感測效能

■文：任莢萍

承襲博世集團在微機電(MEMS)的智慧資產，Bosch Sensortec意圖跳脫「元件供應商」格局，以軟、硬體系統整合者自詡；為此，捨棄孤注一擲在單一技術的作法，Bosch Sensortec選擇多方押寶各種技術平台，期能發表慣性(Inertial)、地磁(Geomagnetic)、氣壓(Barometric pressure)和氣體感測等元件，以及包括處理器和軟體在內的完整解決方案。

以感測整合為核心優勢，輔以富含專業知識的「應用層級」軟體作為策略藍圖，為不同應用量身打造一系列創新「ASSNs」(Application Specific Sensor Node，專用感測器節點)產品。

軟、硬體畢其功於一役， 不須費力匹配或優化

Bosch Sensortec 亞太區總裁 Leopold Beer(百里博)定調：加速計用以推估位移距離，陀螺儀和磁力計則負責提供航向資料；這些感測器輸出訊號可透過軟體系統做整體權衡，即是所謂的「感測資料融合」(Sensor Data Fusion，



照片人物：Bosch Sensortec 亞太區總裁 Leopold Beer(百里博)

SDF)，其效能對於軟、硬體整合至關重要。他特別提到，經過實證，隨機將元件與標準 SDF 軟體混搭所產生的結果多半差強人意；於是，不少用戶希望能一舉獲得感測器和 SDF 的整體感測效能。Beer 並預告，Bosch Sensortec 未來會有更多專精型產品問市，讓設備製造商即使不具感測資料處理背景，也能從先進感測技術受益。

為滿足不同市場需求，Bosch Sensortec 在九軸運動感測器亦呈

表：Bosch Sensortec 內置處理器的高整合感測產品

	BNO055	BHI160
類型	九軸感測器模組：三 12-bit 加速度感測器、三軸地磁感測器和三軸 16-bit 陀螺儀	六軸慣性測量單元 (IMU)：包括一個三軸加速度計和三軸陀螺儀
處理器	Atmel 32-bit MCU	Bosch Fuser Core 32-bit DSP
特色	1. 可提供感測器 (加速度 / 地磁 / 陀螺儀) 的單一資料，亦可提供組合資料 2. 適用於需要 fusion 軟體運作的使用情境 3. 是目前支援 Windows 8.1 的最小尺寸 Sensor Hub 產品	1. Turnkey 智慧感測器產品 2. 適用於需要 fusion 軟體運作的使用情境 3. 專為 Android 應用設計—Android 5.0 (Lollipop) 感測器規範 4. 可透過內置功能軟體更新訂製或升級感測器功能規格，以支援未來 Android 新版本 5. 低功耗，低於 1.55mA 並可與外置磁力計實現九軸融合解決方案

資料來源：編輯部整理

現分流發展：BMX160 以低功耗為目標，BMX055 則訴求高效精準度；另有複合產品 (Combo)，Bosch Sensortec 甚至連 SDF 軟體與選配式氣壓感測器都為客戶設想周到，備有相關支援。Beer 說明，「介面」亦是影響慣性量測單元 (IMU) 精準度的要素，包括輸出資料速率與感測器晶片內、外的整體訊號鏈，故 Bosch Sensortec 除了通用產品之外，亦提供特定應用的複合產品，讓製造商不需擔心繁複的介面匹配問題。

Beer 認為，將感測器整合成單一元件不夠，還需包括相關「預編程資料」(preprogrammed data) 處理單元。理由很簡單：當感測器訊號越來越多，意謂 SDF 軟體匹配、優化的複雜度也越來越高，此時，整合可處理各類感測器運算的 MCU 或 DSP，建構「感測器中樞」(Sensor Hub)，會是較理想的方式，Bosch Sensortec 有 BNO055 和 BHI160 兩款整合性產品因應；

不但可分擔應用處理器 (AP) 的感測資料融合運算，還能延長待機時間。

運動感測 + 氣壓感測合體，慣性導航有其必要性

有鑑於現今智慧手機仰賴永不斷訊的感測器來實現健身追蹤、計步、室內導航和手勢識別等應用，運動感測器大部分時間、甚至所有時間均處於連線狀態；博世專為自家感測器融合和運動識別演算法優化訂製超低功耗 32 位元處理器—Fuser Core，據稱與 ARM Cortex 相較，可省下 90 ~ 95% 不等的功耗。

此外，Bosch Sensortec 主張：將經過校準的慣性感測器軟、硬體優化方案，結合衛星或 Wi-Fi 訊號，可讓定位的功耗與效能達到最佳狀態。

Beer 表示，全球導航衛星系

統 (GNSS) 功耗較慣性導航高，且無法在建築物內部運作、用於「行人航位推算」(Pedestrian Dead Reckoning, PDR)，所以慣性導航有其必要性；即使 GNSS 訊號正常，運動感測器亦可在必要時提供絕對定位。不過，慣性導航也不是毫無缺點；Beer 提醒，若感測器本身的精準度與品質不佳，慣性導航容易發生「航向誤差」(Heading Error)。若借助九軸複合式運動感測器—整合加速計、陀螺儀和磁力計，搭配氣壓感測器強化樓層偵測 (floor detection)，有助消弭此誤差。

Bosch Sensortec 堅信，「感測融合樣貌會受多重技術層面驅動，但應用需求始終是最根本的關鍵」。Beer 以擴增實境 (AR)/ 虛擬實境 (VR) 為例，為能即刻獲知使用者介面和裝置的「絕對方位」(absolute orientation)，加速度計、陀螺儀和磁力計缺一不可，九軸整合模組是必備款，但用戶可依個別

圖 1：博世 Motion Sensor 可用於行動／穿戴裝置、物聯網、智能家居、遊戲、影像設備及工業應用



資料來源：Bosch Sensortec 網站

圖 2：博世 A/VR motion sensors 能預防暈眩的不適感，未來可進一步應用在零售、工業和社交溝通



資料來源：Bosch Sensortec 網站

狀況決定是否需要 μ C & SDF 功能。在環境感測方面，邏輯上需要被監測的是獨立參數，如：溫／溼度和揮發性有機化合物 (VOC) 濃度檢測。他再三重申，實際應用將定義整合型式；例如，水冷氣系統須同時獲取溫／溼度數據和室內空氣品質，作為輸入參數。

環境失真衍生基本誤差，須「微調」演算法進行校正

Beer 透露，市面上許多 VR 頭戴式裝置皆是採用 BMI055 IMU 元件，在消費電子領域具有頂尖的精度與速度，且內部陀螺儀不需外加數位濾波器。由於不同運動模式 (8 字型、慢速線性、快速和慢速旋轉或遊戲動作) 所採集到的方位、俯仰和滾轉等資料計算涉及旋轉加速度，使測量更加困難；若動態精度不夠，使用者在螢幕上所看到的移動，與裝置實際運動之間將產生

極大偏差。當 VR 從 2D 朝 3D 過渡，光學追蹤是必要感測技術；可惜目前絕對定位的靈敏度尚嫌不足，必須輔以高感度、低漂移的慣性感測器為使用者賦予感知能力。

另須留意的是，磁力計本身會伴隨環境失真 (environmental distortion) 和地磁振幅變異，存在補償、敏感度容忍範圍、交叉敏感性 (cross-sensitivity) 或溫度偏移係數 (temperature coefficient of offset, TCO) 等基本誤差。

細究造成環境失真的變數包括硬磁干擾 (Hard Iron) 和軟磁干擾 (Soft Iron) — 前者是指材料經過磁化，即使去掉磁場，仍保留剩餘磁化強度不易消除；後者為高導磁率材料在空間中對磁場的偏折效應，導致不均勻的磁場強度分佈。凡此種種，皆有損電子羅盤精準度及使用者體驗。因此，校正磁力計和環境因子是 SDF 的要務之一。

「校正磁力計的方法很多，最明智的是利用運動感測器推升高

精度，因為可減少校正時間並節省系統功耗」，Beer 強調。Bosch Sensortec 以精確追蹤使用者動作的高效加速度計和陀螺儀為基底，嚴謹地將所有感測資料同步化；不僅能預先處理感測器的雜訊／補償／敏感度，更可根據特定感測器及用戶硬體設計「微調」演算法的主要參數，聰明地辨別動作是否遭到扭曲，因而造就多元、廣泛的產品，包括：九軸 BMX、BMI + BMM(6+3 axes)、BMC+BMG(6+3 axes)、BHI+BMM、BNO(9 axes + μ C + eSDF)，以及自行開發的 BSX SDF 演算法。CTA