



感知形影相隨

■文：徐俊毅

在高度數位化的世界中，無處不在的感測器成為我們與這個虛擬世界溝通的橋樑，借助這座橋樑，我們生活的方方面面、我們的喜怒哀樂在數字世界有了映射，讓我們在數字世界中變得更加清晰和完整。同時，借助各式各樣的感測

器，我們也在擴大對周圍，對世界的感知能力，察覺以往被忽視或者沒有發現的資訊，成為人類五感能力的延伸。

我們也讓感測器融入了我們的生活之中，透過它們默默無聞的工作，我們的健康狀況得到改

善，生活、工作娛樂的方式變得更多樣。即便是面對洶湧而來的 COVID-19 病毒，我們大部分人也能最大限度地免受其擾。醫生借助多種感測器，無論是接觸式還是非接觸式，收集到大量有用資訊，與疾病戰鬥能力還得了到加強。

表：人 / 物體感知常見技術對比

人 / 物體感知常見技術對比		超聲波	紅外 / 鐳射 TOF	毫米波 (mmWave)
感測器位置		暴露在外	可安裝在玻璃後面	可穿透塑膠無需額外設計
測量信號速度		音速	光速	光速
監測距離		5 米	8 米	100 米
受到環境干擾	煙霧 / 氣體干擾	影響較大	影響嚴重	不受影響
	壓力干擾	影響較大	略有影響	不受影響
	溫度干擾	影響較大	影響較大 / 鐳射 ToF 不受影響	不受影響
	強光	不影響	影響嚴重	不受影響
被測物特徵影響	深色物體	不受影響	影響較大	不受影響
	透明介質	不受影響	不能工作	不受影響
	液體	略有影響	影響較大	不受影響
	軟	影響嚴重	不受影響	影響較大
可感知資訊		距離	距離	距離、速度、運動防方向、角度

資料來源：COMPOTECHAsia 編輯部整理制作

從照明感知開始

出於綠能的考量，在家居應用中，照明較早被賦予智慧概念，從遠端控制、聲音控制到感應式照明，如今照明系統能夠越來越精確地提供按需照明，感應式照明也從早期的小夜燈，安裝到家中各個位置，包括廚房和洗手間都陸續出現了它們的身影，雖然是短短幾步的路程，卻是照明系統的感知一次大升級。

過去的感應式照明，在檢測到有人靠近後燈會亮起，但以洗手間應用為例，當用戶在洗手間坐下一段時間之後，或者洗澡一段時間後，燈光會自動關閉，因為照明系統已經感知不到有人在“活動”，就要為主人節約能源，類似的情況在起居環境也有，這種尷尬的使用體驗導致很多用戶吐槽。

那麼能否讓照明系統能夠感知靜態狀況的人，即人體存在感知能力？答案是毫米波技術。

常見的人體感應技術中，紅外感應器是最早被廣泛使用的技術，紅外感應器通過收集紅外能量變化觸發感應器動作，使用成本低廉。但是缺點也非常明顯，就是受環境溫度影響，當夏天環境溫度

圖說：傳統的紅外式人體感測器



圖片來源：panasonic.com

接近體溫時，紅外人體感應器就會變得不太靈敏。而採用毫米波技術的 PCR (Pulsed Coherent Radar) 雷達感測器，可以對察覺非常細微的運動，工作頻段在 61GHz，且提供高精度感知資料。比如人的呼吸狀況，這樣即便是看起來靜止不動、或者處於熟睡狀態的人，但仍然能夠被 PCR 系統感知到，從而解決在洗手間尷尬的使用體驗。

人體感應雷達模組可以識別有人/無人；不受溫度、濕度、雜訊、氣流、塵埃、光照等影響，適合惡劣環境；輸出功率小，長時間照射對人體無傷害。來自瑞典的 **acconeer** 就是一家提供 PCR 雷達感測器的公司，他們的產品工作在 60GHz ISM 頻段，照明設備商只要給設備配備上 PCR 雷達感測器，就可以解決識別處於靜態的人或動物的問題。

更為重要的是，PCR 感應模組除了可以對靜止、微運動還是運動人員實現準確檢測，還沒有隱私、敏感問題，感應器不要鏡頭，而且檢測距離遠，適配各種安裝高度；可自由設定檢測範圍，適用於不同大小和形

狀的空間區域，而且不受環境障礙物影響，如煙霧，污垢遮擋、低光照，熱源等；可隱藏在木材或塑膠天花板等非金屬材料後。

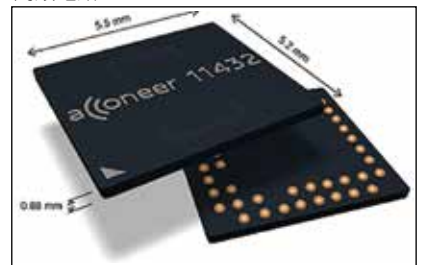
實際上 PCR 雷達感測器的適用範圍遠不止照明應用，由於其多

圖說：PCR (Pulsed Coherent Radar) 感測器



圖片來源：www.acconeer.com

圖說：Acconeer 採用 Aip 技術封裝天線和高頻電路



圖片來源：www.acconeer.com

圖說：PCR 雷達感應式照明



圖片來源：www.ferry-semi.com

種資料的感知能力，在包括健康監測、交通、樓宇以及工業部分都有廣泛用途。

在 COVID-19 疫情大環境下，在包括工廠、學校、幼稚園在內的很多公共場合都配備了紫外線消毒燈，在沒有人員活動的區域定期進行紫外線消毒動作，但是由於管理和使用的疏忽，學生、老師被紫外線燈灼傷皮膚和眼睛的事情時有發生，這時借助 PCR 雷達感測器，就能十分有效地及時發現消毒區域的狀況，避免人傷事故發生。

穿戴式設備守護健康

“COVID-19 疫情的發生，推動業界向監測臨床級測量資料邁進，例血氧飽和度 (SpO₂)、呼吸與體溫監測。” Maxim Integrated 工業與醫療健康事業部總經理 Andrew Baker 表示：“開發人員不斷推出創新方案，提供更深入的健康狀況認知，打開改善人類健康的大門，並將人們到醫療機構就診所需的時間降至最少，從而保持了

圖說：魚躍指壓式無創血氧測試儀器 YX303



圖片來源：yuyue.com.cn

遠程病人監護的市場發展勢頭。”

越來越多的證據表明，低血氧飽和度 (SpO₂) 是一些 COVID-19 高危患者出現呼吸困難之前的早期症狀，而對 COVID-19 患者來說，越早發現和治療，就離死神越遠。因此，具有無創血氧檢測功能的設備迅速成為市場新寵，包括智慧手錶，可攜式血氧機在內設備被消費者熱情地“請“回家中。

無創式血氧感測器的檢測原理是分辨血液中的氧合紅蛋白 (HbO₂) 與還原血紅蛋白 (Hb) 含量，利用其對紅光和紅外光的不同吸收率特性，計算得出血氧含量。供應商包括有 TE、OSI、歐光、AMS 這樣的大型公司，也吸引了越來越多各地業者進入這一領域。

2020 年 9 月，Apple 發佈的新款智慧手錶，Apple watch6 就推出了測量血氧的功能，蘋果宣稱

圖說：最新的 Apple Watch 7



圖片來源：apple.com

僅需 15 秒就能夠測出用戶的血氧值，而最新發佈的 Apple watch 7 將測試速度提升到 10 秒內。之後，包括三星，華為，vivo、華米等製造商也先後推出了具有血氧檢測功能的可穿戴設備。這其中，華米科技的 Amazfit Pop 智慧手錶，售價不到 300 元人民幣，將血氧功能帶向更為廣泛的中低端設備市場。

與傳統的醫用血氧測試設備不同，智慧手錶由於被用戶長時間佩戴，因此可以提供更加完整的監測資料，為相關疾病的預防與診斷提供更具意義的資料。

SpO₂ (血氧飽和度)：是指血液中血紅蛋白氣 (O₂) 占血液中血紅蛋白 (Hb) 所能結合氧氣的最大量的百分比。足夠的氧是所有生命體的物質基礎，SpO₂ 是反應血液含氧量的重要參數。人體的血液通過心臟的收縮和處長脈動地流過肺部，一定含量的還原血紅蛋白 (Hb) 與從肺泡攝取的氧氣結合變成了氧合血紅蛋白 (HbO₂)，這些氧通過動脈系統直達毛細血管，然後將氧釋放，維持組織細胞的新陳代謝。能否充分吸入氧氣，使動脈血液中溶入足夠的氧，對維持生命是至關重要的。及時檢測動脈中氧含量是否充分，又是判斷人體呼吸系統、循環系統是否出現障礙或者周圍環境是否缺氧的重要指標。臨床上一般通過測量血氧飽和度來判斷人體血液中的含氧量。

與手錶和智慧手環類似，另一件人們長時間佩戴的設備——耳機，也正在被注入健康檢測的

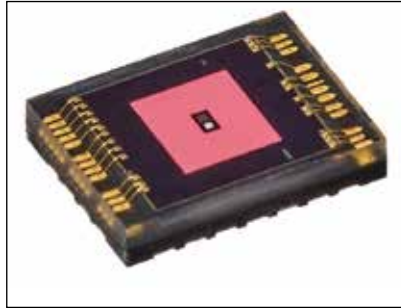
能力。根據美國專利局的公開信息，蘋果公司的 Beats Earphones 專利，將為耳機引入健康監測感測器。據悉，蘋果公司正在開發 Apple Watch 中使用過的 PPG 感測器和 ECG 心電感測器的更小尺寸版本，期望未來能夠搭載在耳機上，為用戶提供更多健康相關的監測資料。在檢測血氧飽和度時，利用光電容積脈搏描記法 (PPG) 照亮一塊皮膚，檢測 HbO₂ 與 Hb 的資料，就能得出血氧飽和度參數。

健康監測的功能，可能會成為下一代 TWS 耳機的爭奪重點，市場也需要更多更小尺寸的感測器產品。

例如，AMS 的 AS7038RB 超薄感測器，就可集成到耳塞、智慧手錶和腕帶等可穿戴消費類產品以及貼片和血氧測量器等醫療設備。將小尺寸、多功能和高性能信號鏈整合在一起，適合 OEM 在空間受限的消費產品和醫療產品中開發創新型健康監測應用。該感測器採用 3.70 mm x 3.10 mm 小型封裝，厚度僅 0.65 mm。其中集成了 1 個高靈敏度光電二極體、4 個 LED 驅動器、1 個模擬前端和 1 個程式發生器。此外，還隨附提供 SpO₂ 和心率測量應用軟體。模擬前端支持同時進行 ECG 測量，並且符合 IEC 6060-2-47 醫學標準的要求。

借助艾邁斯半導體獨有的晶圓級干涉濾光片技術，AS7038RB 測量 SpO₂ 的準確性與醫院測試設施中使用醫療級脈搏血氧測量器的測量結果非常接近。該濾光片使 AS7038RB 能夠捕獲 590nm-

圖說：AMS AS7038RB 感測器



圖片來源：ams.com

710nm 信號和近紅外 (800nm-1050nm) 波長頻段以便進行 SpO₂ 測量，同時遮罩其他波長的環境光干擾。

艾邁斯半導體副總裁、配件和可穿戴設備解決方案業務部門總經理 Wim Renirie 表示：“AS7038RB 還提供附加診斷工具，無需醫務人員就可利用可穿戴設備和一次性設備安全準確地監測血氧飽和度。目前，艾邁斯半導體正與眾多合作夥伴共同努力開發用於測試和診斷 COVID-19 的創新型解決方案。”

毫米波雷達感測器進入生命體征監測

生命體征是一組個人健康狀況和身體功能的醫學參數，它們可為疾病恢復或及時診斷提供線索。目前主要並且便於獲取的生命體征有四個：體溫 (BT)、血壓 (BP)、呼吸頻率 (BR) 和心率 (HR)，生命體征因年齡、性別、體重和健康水準而異，同時也會一個人在特定情況下的身體或心理活動而有所不同。例如，人們在靜止和運動時，動的人會表現出不同的體溫、呼吸

頻率和心率。

在現有生命體征監測應用中，大多採用接觸式方案，也就是使用者需要佩戴各種設備，儘管可穿戴設備的使用者體驗已經非常好，但並非所有場合都適合佩戴各種檢測設備，比如睡眠時。越來越多的醫療機構開始關注人們在睡眠狀況下的生命體征狀態，透過呼吸頻率、體溫、心率的檢測，能夠對一些重大疾病進行早期發現。比如人們睡眠時的呼吸暫停問題，傳統的方法，需要患者在醫院佩戴專用設備對睡眠狀況進行監測，但由於患者並非在一個熟悉的環境下睡眠，而且身上的裝置有異物感，會直接影響資料的準確性。在這些應用中，能否找到一種非接觸的測量方法，隔空完成心率、呼吸、體溫等生命體征參數的搜集呢？科技人員想到了雷達。

雷達路徑上的任何物體都會反射回信號，產生並通過發射器發送一個頻率隨時間逐漸增加的信號，當這個信號遇到物體之後會反射回來，其時延是距離 / 光速數值的 2 倍，而返回來的波形和發出的波形之間有個頻率差，這個頻率差和時延呈線性關係，將這兩個頻率做減法，就可以得到二者頻率的差頻 (差拍頻率)，雷達系統通過捕獲和處理反射信號，可以確定目標的距離、速度和角度。毫米波雷達在目標距離檢測中提供毫米級精度的潛力使其成為檢測人體生物信號的理想技術。

雷達起源與二戰時期，被用於防空。後來在汽車領域成為自

動駕駛的重要視覺功能，在目前的 L2.5 以上的自動駕駛系統中，毫米波雷達成為標準配置。毫米波雷達不容易受環境（溫度光線等）的影響，能夠穿透塑膠、牆板和衣服等非金屬材料，在安裝和使用時限制較小；透過確定移動物體的方向、速度、距離，甚至可以根據天線配置確定移動物體的準確位置，高精度的資料和豐富的資訊，將這些善加利用就能得到我們需要生命體征資訊。

按照工作頻段，民用市場的毫米波雷達可以分為三類：

■ 24GHz 毫米波雷達：波長為 125mm，勉強夠得上毫米波，由於頻段的頻率比較低，頻寬比較窄（只有 250MHz），因此 24GHz 毫米波雷達在測量精度上受限，這也在一定程度上限制了其應用範圍的擴展。好在其技術成熟，成本低廉，在居家、辦公還有工業的感應式照明以及早期的汽車應用中，這個頻段的毫米波雷達被廣泛使用。

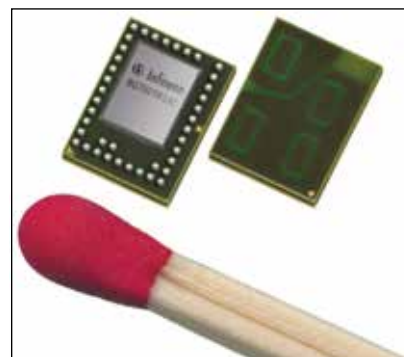
■ 77GHz 毫米波雷達：波長只有 3.9mm，頻率比較高，頻寬可達 4GHz。目前主要集中在汽車領域，而且很多國家和地區也將這個頻段分配為汽車的專用頻段。

■ 60GHz 毫米波雷達：波長 5mm，具有高達 7GHz 的可用於短程應用的免許可頻寬，因此其可以提供更好的解析度。它的出現主要應對 24GHz 雷達頻寬受限、精度不足、對運用物體的感測有局限的問題。也為生命體征監測提供了技術基礎。

毫米波雷達與智慧養老相結合，還可以演化出跌倒報警、睡眠監控等更多的新用例。這一領域未來的前景，也非常值得關注。比如，安富利就開發出了一款基於英飛凌 BGT60TR1X 系列毫米波雷達晶片的呼吸心跳檢測解決方案，該方案利用一發一收兩根天線即可工作，採集得到的資料通過基於 Arm Cortex-M7 的低成本 MCU 上進行處理，能夠在大範圍內自動檢測並捕獲呼吸和心跳引發的細微動作。

英飛凌毫米波雷達感測器

英飛凌毫米波雷達在 5mm*6.5mm 的極小面積上集成了收發天線，並具備功耗低的特性。它可以感知封閉空間中物體的運動狀態，甚至能以毫米級的精度對物體間的距離進行測量。該生命體征監測方案可以全天時全天候、非接觸式地進行室內場景下的呼吸 / 心率等生命體征監測，其中呼吸監測

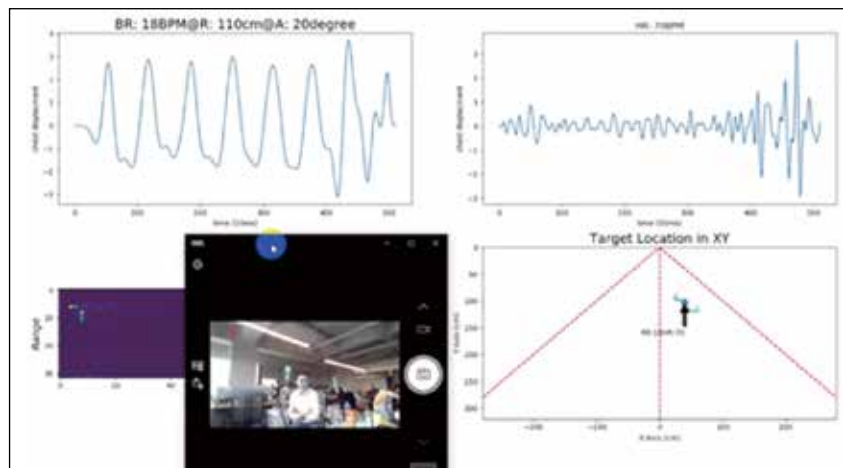


最遠距離達 4 米、心跳監測最遠距離 1.5 米，具備即時監測、即時回饋的特性，最快資料刷新週期僅 1 秒。除了測得遠，該方案更具有高精度與高準確度的優勢，呼吸頻率誤差 ± 1 、心跳頻率誤差 ± 2 。完整方案還支援多種資料通信方式，支援長時間生命資料記錄，日誌資料可上雲等等。

借助 MEMS 感測器實現無聲語音傳遞

接觸感測器“觸摸”聽不到的語言，是由東京大學和索尼電腦科學研究所 (CSL) 共同研發的人工智慧 (AI) 系統“Derma”。透過

圖說：安富利毫米波雷達呼吸心跳檢測方案實測圖 左上和右上圖顯示的是隨呼吸和心跳引發的胸部位移變化



Derma 系統，只要在喉嚨周圍的皮膚上貼上 MEMS 慣性感測器，利用喉嚨和下顎的皮膚震動，就能將口形轉化為語音。

這項研究靈感最初來源於視聽障礙者的觸診唇讀法，人們用手指觸摸說話者的嘴唇和下巴周圍，以此讀取說話內容。

圖說：研究人員將 MEMS 感測器和開發板接到身上進行測試



資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=Bll4ZveAfOk&t=154s>

圖說：透過 MEMS 感測器識別不能發聲者的聲音

無聲言語互動 (SSI) 可以在不發出實際聲音的情況下進行言語交流，並有可能在公共場所進行言語交流。然而，通常研究的基於圖像的 SSI 唇讀需要在臉部前面有一個攝像頭，因此不適合移動使用。超聲波成像需要昂貴而複雜的設備。相比之下，研究團隊提出了一種簡單得多的皮膚運動傳感方法。兩個小的六自由度加速度 / 角速度感測器安裝在下巴下，獲取無聲發聲引起的皮膚運動的 12 維多維資訊。雖然之前的唇讀研究通常是從帶有語音的視頻圖像中推斷出語音，但這項研究也提出了一種完全從非語音語言中學習的方法。

而這類無聲語音方案，不僅可以說明有語言聽力障礙的人士，也可以在包括航太、水下、危險場所使用。

ToF 從檢測邁向感知

從 AR (增強現實) 和 VR (虛擬實境) 耳機到具有先進攝影和安全功能的智慧手機，再到汽車和工業應用中，原本只是用來測距的 ToF 技術，在性能不斷提升的同時，透過後端系統對資料的處理被賦予了更多的感知功能，在很多領域得到使用。

在 AR/VR 耳機中，ToF 系統獲取的深度資訊實際上為使用者提供了一個額外的現實維度。在智慧手機中，該技術將使相機能夠開發出單反品質的攝影效果，實現更逼真的 AR/VR 功能，並提供額外的保護，防止不必要的外部訪問。

工業 4.0 應用中，智慧感測器的使用，尤其是深度感測器，在製造業以及運輸和物流中變得越來越普遍。從用於品質檢測的工業機器視覺，到用於資產管理的體積檢測，再到用於自主製造的導航，製造業正在採用這些傳感技術，並朝著為惡劣工業環境設計的最高解析度系統邁進。

為提升汽車行駛的安全性，在下一代汽車中，座艙內的 ToF 系統將能夠監控駕駛員及其乘客的位置和狀態，在駕駛員喪失行動能力的情況下接管控制並將汽車操縱到安全的地方。手勢識別是一種新的車內對話模式，通過 ToF 技術實現的手勢控制系統允許駕駛員接聽來電、更改音訊輸入源，甚至通過簡單的手勢調整氣候控制手或手指。

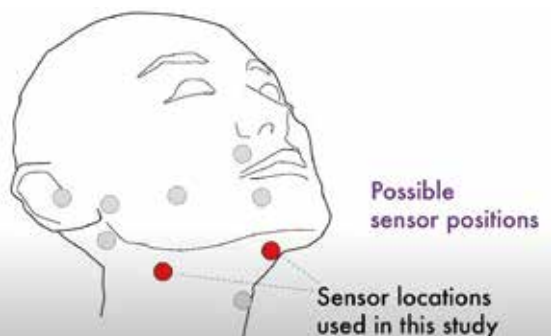
在 COVID-19 大流行期間，ToF 更是在保持社交距離的應用場景下得到廣泛使用。通過手勢進行非接觸式控制操作、嬰兒呼吸的遠端監控以及各種環境中的社交距離監控只是 ADI 飛行時間技術可以使用的少數應用中的一部分。

ADI 的高解析度深度傳感技術與傳統的 2D 圖像傳感技術相比具有顯著優勢。高解析度深度可以更輕鬆地以更高的置信度對人和物體進行分類。這可以用於許多應用用例，從商業 / 零售入口 / 出口 (用於安全和監視) 到檢測人跌倒或受傷，在安防和監控領域有廣闊的應用前景。

而在眾多針對 COVID-19 疫情的防控手段中，保持社交安全距離是降低新冠病毒感染的最佳方法

圖片來源：<https://www.youtube.com/watch?v=Bll4ZveAfOk&t=154s>

圖說：Derma：使用經皮膚運動感測的無聲語音交互



資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=SXh8wepzvT4>

近期感測器產品點滴

在工業、汽車以及消費領域，應因市場需求的感測器產品不斷推陳出新，加速著智慧化的腳步。

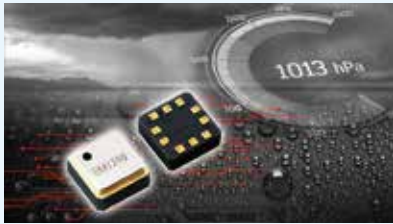
AR/VR 體驗需要高精度 MEMS 感測器產品

ADIS16507 是一款精密微型微機電系統 (MEMS) 慣性測量單元 (IMU)，包括一個三軸陀螺儀和一個三軸加速度計。ADIS16507 中的每個慣性傳感器都與信號調理相結合，可優化動態性能。工廠校準對每個傳感器的靈敏度、偏置、對齊、線性加速度 (陀螺儀偏置) 和衝擊點 (加速度計位置) 進行表徵。因此，每個傳感器都有動態補償公式，可在廣泛的條件下提供準確的傳感器測量值。

ADIS16507 提供了一種簡化、經濟高效的方法，可將精確的多軸慣性傳感集成到工業系統中，尤其是與分立設計相關的複雜性和投資相比。所有必要的運動測試和校準都是工廠生產過程的一部分，大大縮短了系統集成時間。在除了在 AR/VR 應用中提升用戶體驗之外，還能在無人駕駛和自動駕駛汽車、智慧農業與工程機械工廠 / 工業自動化、機器人技術等多個領域發揮作用。



IPX8 防水等級小型高精度氣壓感測 IC



在智慧手機和穿戴式裝置等應用中，氣壓感測器已被廣泛運用於獲取室內導航和活動追蹤器的氣壓差資料。近年來，隨著其應用範圍的擴大，對於防水性能優異、體積更小、更能抵抗外部變化影響的氣壓感測器需求也越來越大。因此，ROHM 新推出一款小型氣壓感測器「BM1390GLV(-Z)」，具有 IPX8 等級的防水性能，並且有強大的抗溫度變化和應力的能力。

新產品利用了 ROHM 自家溫度補正功能，因此擁有出色的溫度特性。不僅如此，還透過了陶瓷封裝來抑制電路板安裝時由應力所引起的特性波動。有了上述特點，即使是在傳統產品難以滿足防水需求的應用中，或是在溫度變化較大的環境下，還是可以實現高精度氣壓檢測。而 BM1390GLV 則是採用陶瓷封裝，可抑制因應力所導致的特性波動。由於少了樹脂封裝產品的氣壓感測器佈局限制，因此有助提高電路板佈局設計靈活性。

用於汽車應用的高精度無磁芯電流感測器

英飛凌科技 XENSIV TLE4972 無磁芯電流感測器。採用霍爾技術，可提供精確穩定的電流測量。

XENSIV TLE 4972 電流感測器整合 EEPROM 可供針對不同應用自訂感測器，並且支援高達 2 kA 的測量範圍。基於其獨特的溫度和應力補償特性，TLE4972 可提供最先進的感測技術，不會受到磁芯產生的負面影響。由於其差分感測結構，無需磁芯或遮罩來保護感測器，使其免受離散場的影響。整合的 EEPROM 可供針對不同應用自訂感測器，並且支援高達 2 kA 的測量範圍。

由於採用了磁感應原理，該感測器的功率損耗非常低。因此，它可作為 400 V 或 800 V 電池主開關的多功能和備援解決方案使用。



3D 霍爾效應位置感測器實現更快的即時控制

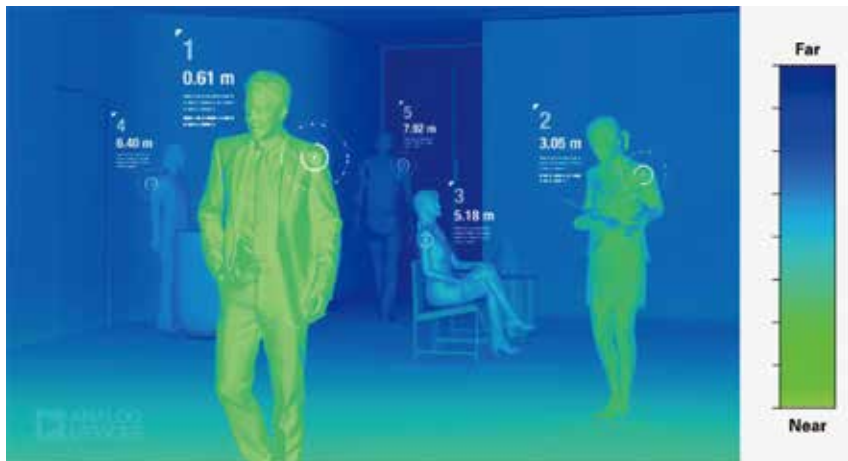


TI 感測器以高達 20 kSPS 的速度提供超高精度並將功耗降低至少 70%

智慧工廠製造流程，具有更高精度、速度和能效的 3D 位置感應技術對於自動化設備至關重要，可以快速實現精確的即時控制以提高系統效率和性能，同時減少停機時間。

德州儀器 TI 精確的 3D 霍爾效應位置感測器 TMAG5170，工程師能夠在高達 20 kSPS 的速度下無需校準即可實現超高精度，從而在工廠自動化和電機驅動應用中進行更快速、更精確的即時控制。該感測器也提供集成的功能和診斷特性，可更大程度地提高設計靈活性和系統安全性，同時功耗比同類器件至少低 70%。TMAG5170 是 TI 全新 3D 霍爾效應位置感測器系列中的第一款器件，可滿足包括超高性能應用和通用應用在內的各種工業需求。

圖說：ADI 高解析度感知系統使用飛行時間測量進行人員分類和範圍檢測的示例圖像



圖片來源：adi.com

之一。

由大聯大友尚基於 ST 推出的 VL53L1CX 飛行時間感測器的社交距離感測器解決方案，能夠精準測量距離，從而協助客戶開發創新的傳染病防護裝置，以應對疫情所帶來的挑戰。

大聯大控股宣佈在不久前推出基於意法半導體 (ST) 飛行時間感測器的社交距離感測器解決方案。

這一方案的核心器件使用了 ST 旗下低功耗 VL53L1CX 高功率密度 ToF 感測器，該感測器最大檢測距離為 4 米，並且內置了訊號處理功能和串擾補償功能，這不僅簡化了設計，而且提高了測量性能，

圖說：ST 最新發佈的 8x8 多點 ToF 感測器 VL53L5CX



圖片來源：st.com

即使在感測器視窗被異物遮擋的情況下，也能保持正常的測量精度。此外，VL53L1CX 的測距精度不受物件表面特性影響，例如測距物件的衣服顏色或皮膚反射率。這使得其成為社交距離感測器方案的理想選擇。

社交距離感測器解決方案適用於零售櫃檯和銷售點，安裝非常簡單且易於使用。正常情況下，該設備的訊號燈會亮起綠色，如果有人越過最小安全距離，訊號燈則由綠色變為紅色，發出警報。此外，本方案還為用戶提供了 P-NUCLEO-53L1A1 評估套件，這可以讓任何人都可以輕鬆使用 VL53L1CX ToF 長距離測距感測器技術來學習和開發終端應用。

感測器的融合

如今，我們已經過上了高度依賴感測器的日子，可以說衣食住行都有它們的身影，比如我們早期著裝時的穿衣鏡中，很可能就有 ToF 感測器和光線強度感測器，在

你靠近鏡子的時候，鏡子的照明會亮起來，並根據環境調節出合適的亮度；送到嘴邊的食品，可能經過了複雜的生產和物流系統和高度智慧化的加工和包裝環節；出行自駕車輛中的 DMS(駕駛員監控系統)可以即時觀察你的疲勞狀態，或者注意力被分散的情況，車外的觀察系統則觀察交通狀況及時提醒，避免可能發生的事故，這些都要仰仗各種感測器系統的交互。

在很多應用場景中，單以感測器已經無法勝任多樣化的需求，比如當車輛行駛中，雷射雷達發現障礙物的時候，需要車載攝像頭幫忙識別出，具體是人還是物，還要借助毫米波雷達觀察出物體是運動還是靜止，最後由系統做出決策或者告知駕駛員是否需要做出避障的動作等等。再如 MEMS 運動感測器，就是將三軸加速器、三軸陀螺儀和三軸地磁感測器融合，獲得準確的運動資料。

對感測器系統融合，綜合各種資料，進行處理，最後得出全域的認知，就是感測器的融合，也是感測器系統未來的發展方向。有關資料顯示，感測器系統融合的需求將以 19.4% 的年複合增長率成長，到 2 年後將會超過 75 億美元的規模。透過各種感測器的組合使用，人類的感知能力將會再度提升到一個新的高度，將感知延伸到五感之外。

參考資料：

- 安富利：不斷“出圈”的毫米波雷達傳感器，市場前景可期
- Mistral Solutions：使用毫米波雷達監測各項生命體征信息 CTA