

Technical Article

利用單晶片 60GHz mmWave 雷達感測器，減少車艙內感測的複雜性與成本



Tim Henderson

為了滿足消費者對更舒適、功能更豐富的駕駛體驗的需求，原始設備製造商 (OEM) 正面臨著日益嚴峻的挑戰：擴展車艙內安全系統感測能力，以滿足不斷變化的法規要求，同時將設計複雜性和成本降到最低。歐洲新車評估計畫 (Euro NCAP) 和其他標準即將發生變更，這將改變授予新車安全分數的方式，鼓勵 OEM 在其車輛中納入更多感測功能。

傳統上，若要擴展車內感測應用，以支援占用監控、車內兒童偵測和入侵偵測等功能，必須增加離散式感測器。然而，透過深度學習 (邊緣人工智慧 [AI]) 功能，雷達感測器 SoC 的最新創新現在可在單一裝置中支援多種功能。透過經過訓練的演算法在本機處理車內資料，有助於汽車系統設計人員解決複雜性問題，並將系統成本降至最低。

在本文中，我將探討 OEM 設計挑戰，以及支援邊緣 AI 的 60GHz 雷達感測器如何協助汽車設計人員解決這些挑戰。

車艙內雷達設計挑戰

為了因應最新設計趨勢和法規要求，OEM 正著重於三個主要的車艙內感測應用：用於安全帶提醒的占用監控、存在偵測 (特別是車內兒童偵測) 和入侵偵測。這些感測應用對於乘員在整個駕駛過程中的安全極為重要，如 图 1 所示。

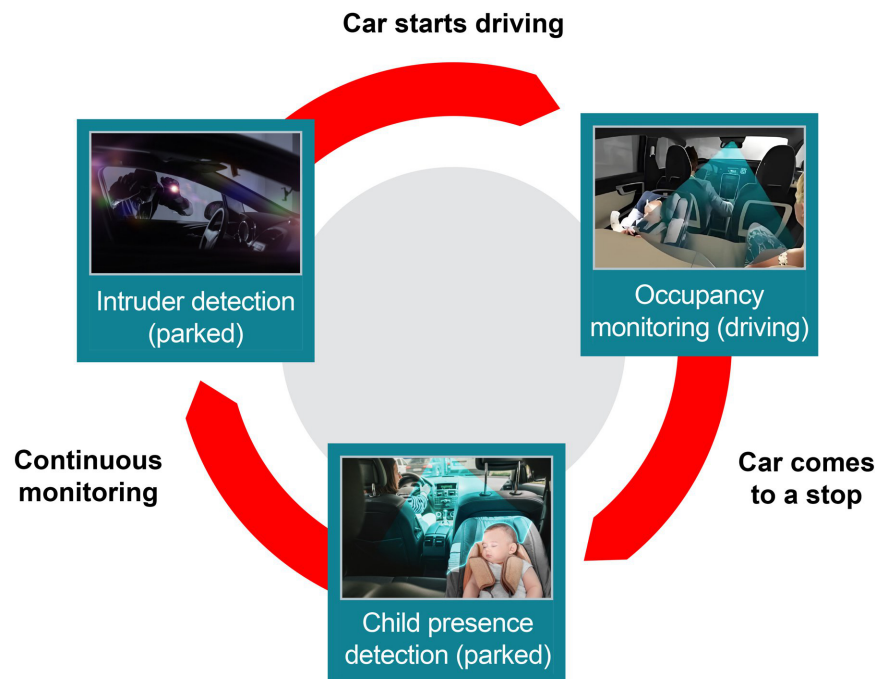


图 1. 整個駕駛過程中的車艙內感測

本節將討論每個功能，重點介紹 OEM 在設計過程中所面臨的設計挑戰。

- **用於安全帶提醒的乘員監控：**現今的安全帶提醒系統依賴座椅內的重量感測器網格，並針對每個特定座椅進行校準和調整。傳統上，這些系統安裝在汽車前座的兩個座椅上；然而，OEM 現在將感測器放置在車輛的後

排，以提高安全性並符合監管合規性。而這種做法的挑戰在於，將感測器放置在後排可能會使車輛中的感測器數量增加一倍以上，並且需要額外的佈線以及校準和調諧時間。此外，重量感測器網格無法區分背包等生物和無生命物體，並會觸發錯誤占用警示，進而可能影響駕駛體驗。

- **車內兒童偵測：**隨著 2025 年 Euro NCAP 的變更，只有直接感測應用才能獲得偵測駐車車輛中兒童的安全分數。為了符合這些標準，OEM 可能會增加額外的感測器。雖然可以重複使用超寬頻 (UWB) 感測器進行車內兒童偵測，但若要達到必要性能，則必須再增加至少一個 UWB 感測器。此外，若沒有高解析度資料，存在偵測系統可能難以區分兒童與成人，而這是未來另一項 NCAP 要求。
- **入侵偵測：**入侵偵測系統在高階車輛上日益普及。包含入侵事件偵測功能且經過 Thatcham Research 認證的系統通常會使用超音波感測器來感測入侵者何時進入車輛。非侵入性移動，例如人員在車輛旁行走或汽車因附近活動而搖晃，通常會觸發這些簡單的系統。

使用邊緣 AI 協助解決車內感測挑戰

由於這些車艙內感測應用的性能要求日趨嚴格，OEM 正尋求能夠降低成本並簡化設計的新技術。

AWRL6844 60GHz mmWave 雷達感測器的設計目的在於透過單一裝置協助解決這些設計挑戰，同時也將系統成本降低 20 美元。圖 2 顯示車輛中典型感測器分布與使用 AWRL6844 的單一感測器設計方法的比較。表 1 顯示實作多個車艙內感測應用時每個模組的平均成本。

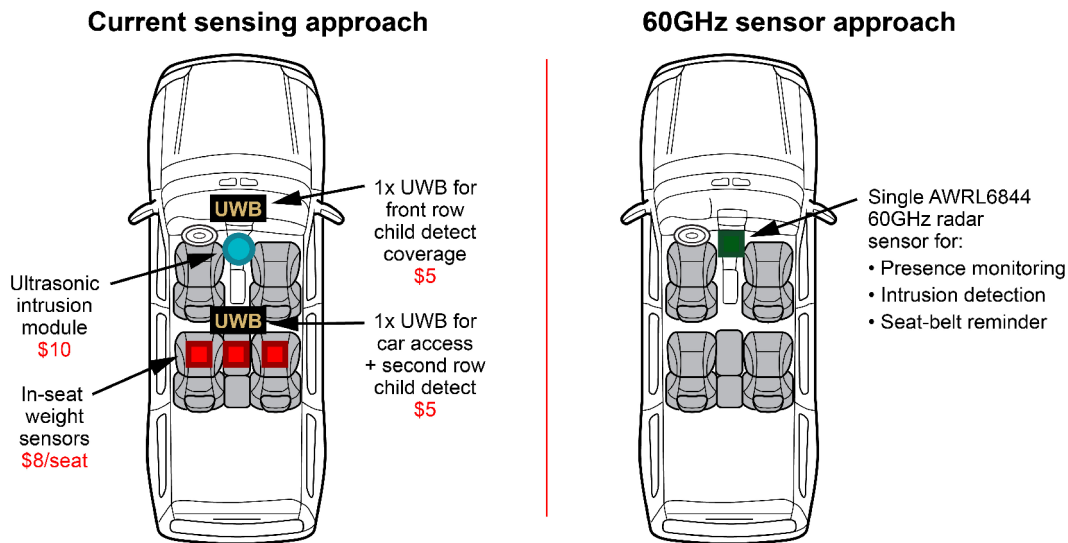


圖 2. 目前車艙內感測設計方法與使用單一 AWRL6844 的簡化方法的比較

表 1. 車內感測的感測器模組價格明細 (以平均使用案例為基礎)

模組	OEM 模組
UWB 模組 (車內兒童偵測)	\$5
超音波模組 (入侵偵測)	\$10
重量感測器模組 (占用偵測)	\$24 (三個座位, 每個 \$8)

AWRL6844 的 16 個虛擬通道提供強化的空間解析度，可在運轉時偵測和定位車輛中的乘員。AI 處理高解析度資料有助於雷達區分生物和非生物物體。這些演算法可在短時間範圍內編譯資料，以更快速、可靠地偵測和定位乘員，同時也減少錯誤偵測。在整合式數位訊號處理器上執行的智慧型叢集演算法，也可透過濾除車輛移動所造成的雜訊，以高準確度判斷車輛中是否有人員存在。圖 3 示範了 AWRL6844 區分第二排座椅中乘客和一堆水瓶的情況。

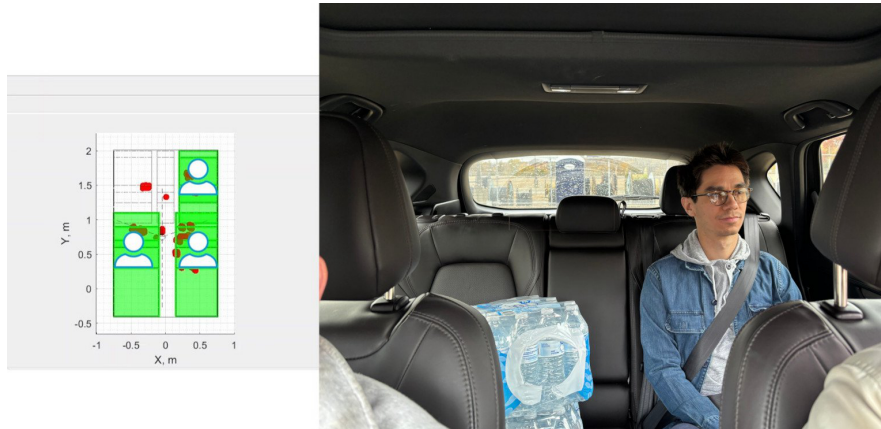


圖 3. 示範使用 AWRL6844 辨識占用定位和非生物物體

AWRL6844 的廣泛視野也可提高能力，以偵測在擱腳空間與面朝後汽車座椅中的兒童，在舊版存在偵測系統中，這類位置通常是盲點。車內兒童偵測軟體採用混合處理方法，傳統雷達處理技術首先擷取重要資訊，而本機機器學習模型則使用即時資料建立區分成人與兒童的分類系統 (如圖 4 所示)。這種混合方法可以更快地調諧和修改模型，以納入新的測試案例或要求，進而縮減 OEM 部署時間。TI 的物理資訊神經網路可協助系統做出更智慧的決策，進而達到 >90% 的分類準確率。

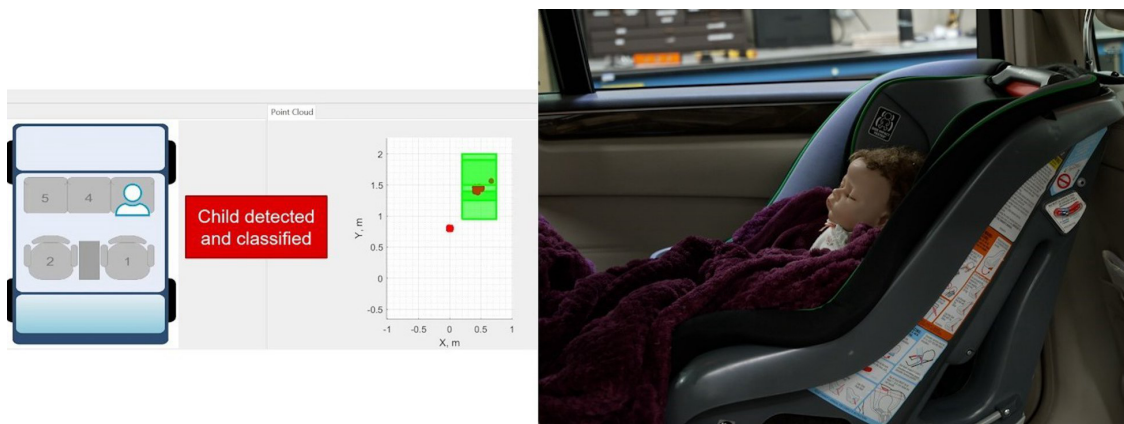


圖 4. 示範使用 AWRL6844 對後向汽車座椅中的嬰兒進行車內兒童偵測和分類

在入侵偵測方面，AWRL6844 的整合式低功率模式和機器學習價值鏈有助於強化感測功能，而不會在車輛關閉時耗盡電池電力。AWRL6844 感測並計算入侵者偵測事件的頻率可達每秒 10 次，而在該期間消耗的功率 <50mW。這可防止電池耗盡，鑑於電池供電的電動車日益普及，這一點非常重要。除了低功率之外，AWRL6844 還透過在晶片內建加速器上執行入侵者偵測處理，以將偵測時間降到最低，並維持高準確度，同時盡可能地減少裝置上其他核心的中斷。圖 5 顯示 AWRL6844 濾除環境中雜訊的能力，以將因車輛抖動或車外移動所觸發的誤報降至最低。

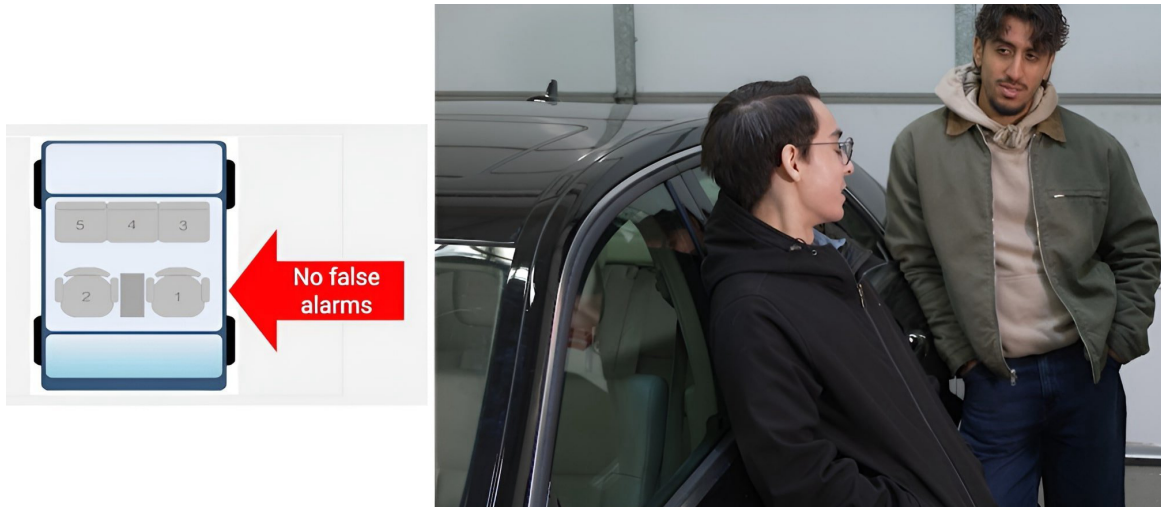


圖 5. 示範 AWRL6844 如何使用邊緣 AI 功能來濾除雜訊，以將誤報情況降至最低

結論

對 OEM 而言，在滿足嚴格的安全與保全要求時，成本是一項持續的挑戰。透過 AWRL6844，OEM 可以從低功率應用擴展到高性能應用，而無需擔心整合針對單一使用案例量身打造的三種獨立技術的複雜性。優異的偵測、定位與分類功能，再加上改良的錯誤偵測性能，最終可為消費者帶來流暢且更便利的體驗。

其他資源

- [立即開始使用 TI mmWave 雷達感測器設計和開發資源](#)
- [存取用於開發車艙內感測系統的設計資源](#)

註冊商標

所有商標皆屬於其各自所有者之財產。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated