

Technical Article

通过单芯片 60GHz 毫米波雷达传感器，降低车内传感的复杂性和成本



Tim Henderson

为了满足消费者对更舒适、功能更丰富的驾驶体验的需求，原始设备制造商 (OEM) 正面临一项日益严峻的挑战：扩展车内安全系统的传感功能，以满足不断变化的法规要求，同时更大限度地降低设计复杂性和成本。欧洲新车评鉴协会 (欧洲 NCAP) 和其他标准即将发生的变化将改变新车的安全评分方式，从而鼓励 OEM 在其车辆中加入更多传感功能。

以往，要扩展车内传感应用以支持乘员监控、车内儿童检测和入侵检测等功能，需要增加独立的传感器。然而，雷达传感器 SoC 的最新创新技术通过深度学习 (边缘人工智能 [AI]) 功能，现在可在单个器件中支持多项特性。通过经过训练的算法对车内数据进行本地处理，有助于汽车系统设计师解决复杂性问题并更大限度地降低系统成本。

在本文中，我将讨论 OEM 面临的设计挑战，以及支持边缘 AI 的 60GHz 雷达传感器如何帮助汽车设计师解决这些问题。

车内雷达设计挑战

为了应对最近的设计趋势和法规要求，OEM 正专注于三种主要的车内传感应用：用于安全带提醒的乘员监测、存在检测 (特别是车内儿童检测) 和入侵检测。这些传感应用对于在整个驾驶过程中确保乘员的安全至关重要，如图 1 所示。

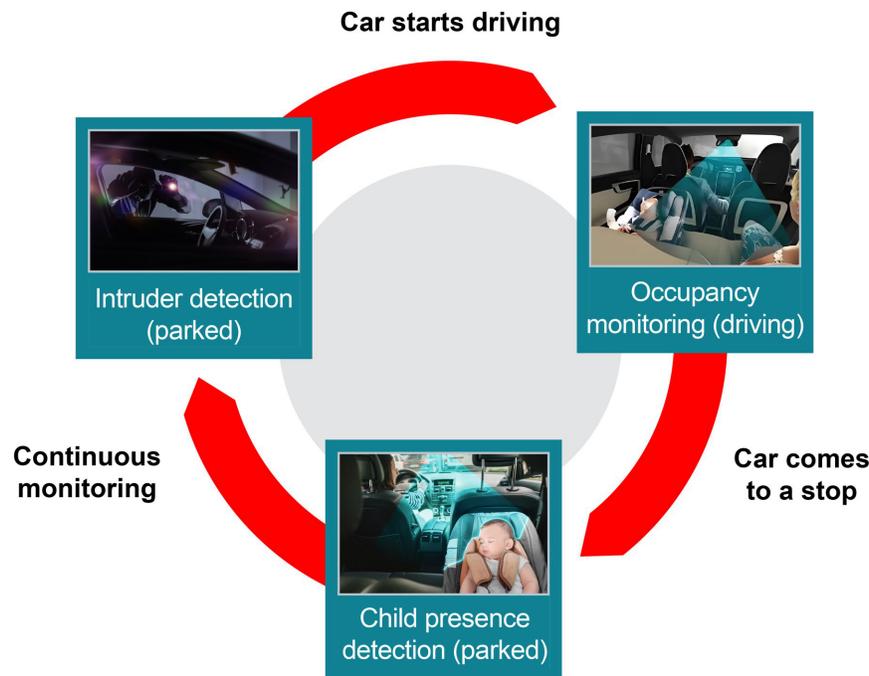


图 1. 在整个驾驶过程中实现车内传感

本节讨论各项特性，重点介绍 OEM 在设计过程中面临的设计挑战。

- **用于安全带提醒装置的乘员监测：**如今，安全带提醒系统依赖于座椅内重量网格传感器，并针对每个特定座椅进行校准和调优。过去，这些系统安装在汽车前排的两个座椅上；然而，OEM 如今开始将传感器放置在车辆的后排，以提高安全性并实现法规合规性。我们面临的挑战是，将传感器放置在后排可能会使车辆中的传感器数量增加一倍以上，并且需要额外的布线以及校准和调优时间。此外，重量传感器网格无法区分生命物体和无生命物体（例如背包），可能会触发错误的占位警报，从而可能影响驾驶体验。
- **车内儿童检测：**随着 2025 年欧洲 NCAP 的变化，只有直接检测应用才能获得停放车辆内儿童检测的安全积分。为了满足这些标准，OEM 可以添加额外的传感器。可以重复使用超宽带 (UWB) 传感器进行车内儿童检测，但要获得必要的性能，需要再添加至少一个 UWB 传感器。此外，如果没有高分辨率数据，存在检测系统可能难以区分儿童和成人，这是未来 NCAP 的另一项要求。
- **入侵检测：**入侵检测系统在高端车辆上变得越来越常见。获得 Thatcham Research 认证、包括入侵事件检测功能的系统通常使用超声波传感器检测车辆是否有入侵者。非侵入性动作（例如有人在车旁走动或由于附近活动导致的汽车晃动）通常会触发这些简单的系统。

使用边缘 AI 帮助解决车内传感难题

由于这些车内传感应用具有日益严格的性能要求，OEM 开始寻找新的技术来降低成本和简化设计。

[AWRL6844](#) 60GHz 毫米波雷达传感器旨在通过单个器件帮助解决这些设计难题，同时还可将系统成本降低 20 美元。图 2 比较了车辆中的典型传感器分布与使用 AWRL6844 的单传感器设计方法。表 1 展示了实施多种车内传感应用时每个模块的平均成本。

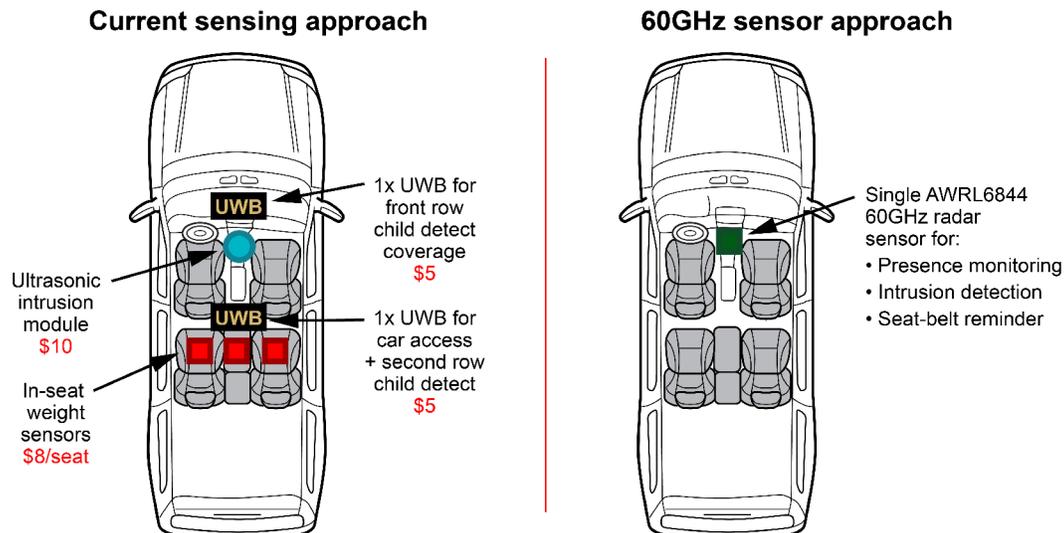


图 2. 当前车内传感设计方法和使用单个 AWRL6844 的简化方法的比较

表 1. 用于实现车内传感的传感器模块的价格明细 (基于普通用例)

模块	OEM 模块
UWB 模块 (车内儿童检测)	5 美元
超声波模块 (入侵检测)	10 美元
重量传感器模块 (占位检测)	24 美元 (3 个座位, 每个座位 8 美元)

AWRL6844 的 16 个虚拟通道可提供更高的空间分辨率, 从而在车辆行驶时检测和定位车辆中的乘员。对高分辨率数据进行 AI 处理有助于雷达区分有生命物体和无生命物体。这些算法可在短时间窗口内编译数据, 以便更快地对乘员进行可靠的检测和定位, 同时还能减少误检测。在集成数字信号处理器上运行的智能聚类算法还可以通过滤除车辆运动产生的噪声, 高度准确地确定车内是否有人。图 3 展示了 AWRL6844 如何区分第二排座椅上的乘客和一堆水瓶。

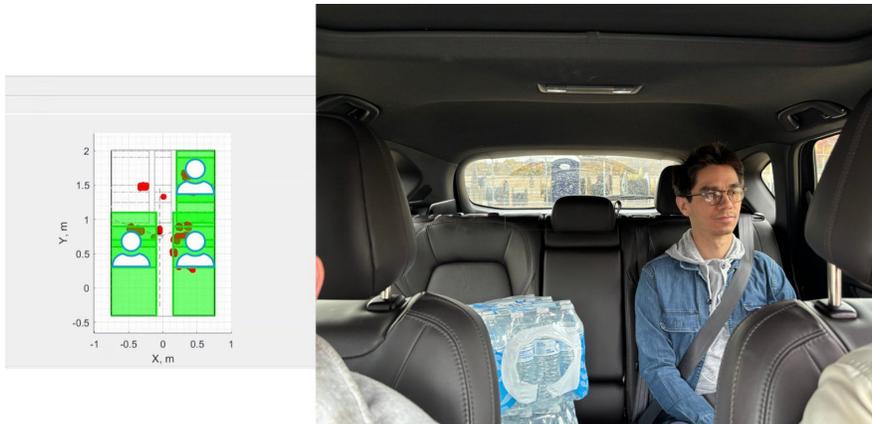


图 3. 使用 AWRL6844 的占位定位和无生命物体识别演示

AWRL6844 的宽视场还提高了检测脚部空间和后向汽车安全座椅中的儿童的能力, 而这些区域通常是现有检测系统的盲区。车内儿童检测软件采用混合处理方法, 其中传统雷达处理技术首先提取重要信息, 而本地机器学习模型则利用实时数据建立一个区分成人和儿童的分类系统 (示例如图 4 所示)。这种混合方法能够更快地调优和修改模型, 以纳入新的测试用例或要求, 从而缩短 OEM 部署时间。TI 的物理信息神经网络可帮助系统做出更明智的决策, 分类准确率超过 90%。

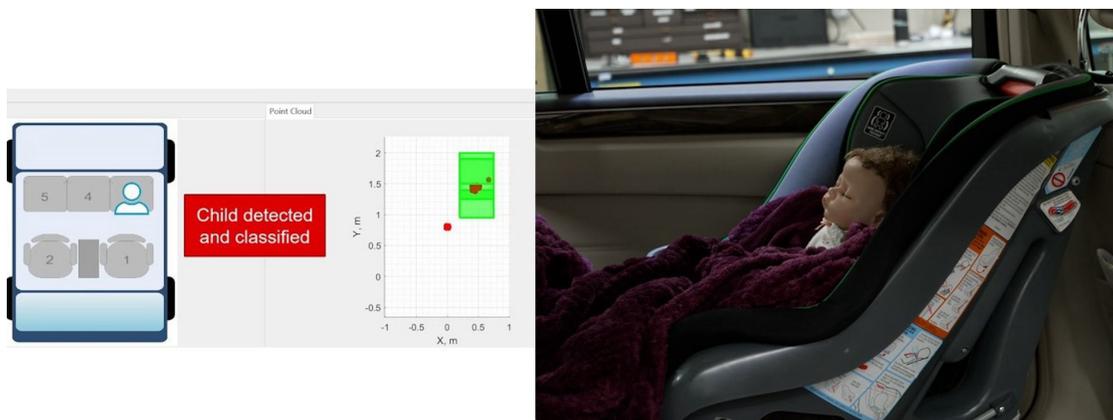


图 4. 使用 AWRL6844 对后向汽车座椅上的婴儿进行儿童存在检测和分类演示

在入侵检测方面，AWRL6844 集成的低功耗模式和机器学习价值链有助于增强检测能力，而不会在车辆熄火时耗尽电池电量。AWRL6844 每秒可检测和计算 10 次入侵检测事件，功耗不到 50mW。这可以防止电池耗尽，在电池供电的电动汽车日益普及的情况下，这一点非常重要。除了低功耗外，AWRL6844 还通过在片上加速器上运行入侵检测处理，更大程度减小器件上其他内核的干扰，从而在保持高精度的同时更大程度地缩短检测时间。图 5 展示了 AWRL6844 能够滤除环境中的噪声，以更大程度地减少因车辆晃动或车辆外部的运动而触发的错误警报。

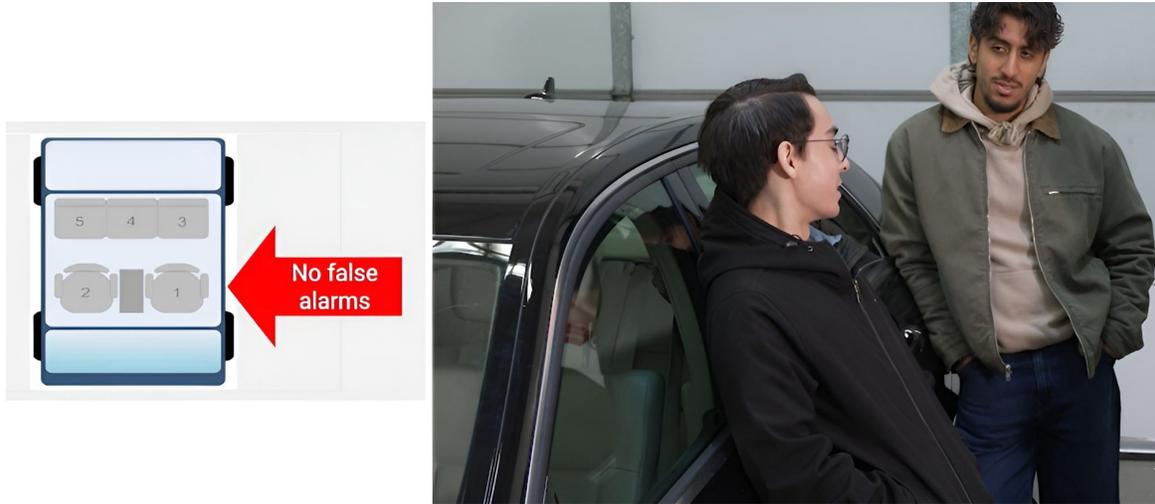


图 5. AWRL6844 如何使用边缘 AI 功能滤除噪声以更大程度减少错误警报的演示

结语

对于 OEM 而言，在满足严格的安全要求时，成本始终是一项挑战。借助 AWRL6844，OEM 可以从低功耗应用扩展到高性能应用，而不必担心针对单一用例集成三种独立技术的复杂性。卓越的检测、定位和分类功能，加上改进的误检测性能，最终可为消费者带来更便捷的无缝体验。

其他资源

- [开始使用 TI 毫米波雷达传感器设计和开发资源](#)
- [获取用于开发车内传感系统的设计资源](#)

商标

所有商标均为其各自所有者所有。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司