

Application Brief

适用于电动自行车和踏板车安全应用的毫米波雷达



Zahid Sheikh

鉴于电动自行车和踏板车等微出行设备的普及，骑手的安全已成为一项关键需求。了解周围环境后，骑手可以采取必要的防御措施来避免碰撞。毫米波雷达可以实时感应骑手并向其提供相关信息，例如检测驶近的汽车以及提醒骑手。此外，毫米波雷达还可触发电动自行车的闪烁尾灯等抢先式操作，以引起驶近的汽车驾驶员的注意，防止事故发生。本文重点介绍了如何将毫米波雷达器件用于这些应用。



图 1. 适用于电动自行车和踏板车安全应用的毫米波雷达

什么是毫米波雷达

毫米波雷达是一类特殊的雷达技术，工作频段为毫米波段（30GHz 至 300GHz），通常频率为 57GHz 至 64GHz 或 76GHz 至 81GHz。这些频率范围更高且波长更短，可实现更高的分辨率和精度。毫米波雷达的功能是发射高频电磁波，雷达路径上的物体会反射这些电磁波。雷达系统中的接收器电路可捕获反射的信号并将其数字化，以用于确定物体相对于雷达的距离、速度和角度。

毫米波雷达的测量精度更高，可改善系统的整体性能，并成功用于许多应用中，例如：

- 自动驾驶车辆：毫米波雷达用于自动驾驶汽车，以检测和跟踪物体，例如行人、其他车辆和路牌
- 无人机：毫米波雷达在无人机中用于检测和跟踪物体，例如输电线、人员和其他无人机
- 监控：毫米波雷达在监控系统中用于检测和跟踪给定区域中的人和物体
- 工业自动化：毫米波雷达在工业自动化中用于检测和跟踪物体（例如机器人和机器）

为什么在电动自行车中使用毫米波雷达

对于室外条件，您需要能够在黑暗、雾天和灰尘等恶劣天气条件下工作的技术。摄像头和其他传感器在低能见度的条件下难以工作，而毫米波雷达探测系统则可以在这些具有挑战性的条件下可靠地工作，因为雷达信号可以穿透雾和灰尘来探测物体。

德州仪器 (TI) 毫米波雷达器件采用的调频连续波 (FMCW) 技术可用于发送定制信号线性调频脉冲，以实现更长的检测距离和更高的速度，这对这些应用的有效性至关重要。此外，基于 FMCW 的毫米波雷达还能剔除无关数据，

例如利用动态杂波去除技术检测到的静止车辆和远离骑手的物体。这进而有助于减少误报，提高可靠性并增强用户体验。

特性

对于电动自行车和微出行设备，毫米波雷达可用于开发各种功能，包括：

- **防撞**：毫米波雷达可以检测障碍物，如行人、汽车或其他电动自行车，并提醒骑手注意可能发生的碰撞
- **盲点监控**：毫米波雷达可以检测后方或受阻视野内正在驶近的车辆，并提醒骑手
- **速度限制检测**：毫米波雷达可以测量地面速度并提醒骑手
- **物体检测**：毫米波雷达可以检测道路上的物体，如碎片，并提醒骑手潜在危险

频段

地区和法规要求强制使用 60GHz 或 77GHz 雷达。在这些频率下，毫米波雷达可提供改进的感应性能特性，例如：

- **更高的分辨率和精度**：毫米波雷达能够以更高的分辨率检测物体，这意味着雷达可以区分较小的物体并更准确地测量距离和速度
- **波长更短**：毫米波雷达的波长更短（77GHz 和 60GHz 频段时通常为 4mm 和 5mm），可实现更高的分辨率和更精确的测量
- **检测和跟踪速度更快**：毫米波雷达可在更高的速度下运行，因此毫米波雷达非常适合需要快速检测和跟踪的应用，例如电动自行车、踏板车和正在驶近的车辆

为了满足不同应用和终端设备的法规要求，德州仪器 (TI) 提供了丰富的毫米波雷达设计产品系列，在两个频段中均具有引脚对引脚兼容的器件。例如：

- IWR6843 (57GHz 至 64GHz)、IWR1843 (76GHz 至 81GHz)
- IWRL6432 (57GHz 至 64GHz)、IWRL1432 (76GHz 至 81GHz)

成本和设计尺寸

基于毫米波雷达的设计能够以极具成本效益的方式进行设计，以满足预算目标。通过选择 IWRL1432 等高度集成的器件，设计人员可以利用片上系统方法来降低 BOM 成本并实现设计简易性。

IWRL1432 器件采用 6.45mm x 6.45mm 封装尺寸。该器件集成了射频前端、合成器、硬件加速器和片上微控制器，可在片上执行雷达计算和信号处理。由于消除了互连和使用外部资源进行处理的负担，IWRL1432 器件的更高集成度可显著简化产品设计。更高的集成度还可以降低产品 BOM 成本，并有助于保持设计尺寸紧凑，以满足外形尺寸要求。

IWRL1432 的低功耗器件架构可延长电池寿命，这是终端设备应用的理想之选。器件符合 IEC 61508 SIL-2 认证的功能安全标准，使 IWRL1432 适用于电动自行车和踏板车等应用。

距离要求

为安全起见，电动自行车骑手需要使用具有更长检测距离的盲点检测 (BSD)，这样设计才能生效。通常，设计规格要求检测距离不低于 100 米，以便有机会向骑手和正在驶近的车辆驾驶员发出警报。这需要特定的天线设计来提供所需的更高增益，以满足传输信号和接收回波的往返要求。

为了满足这些需求，TI 基于 IWRL1432 器件开发了示例参考设计。可使用器件型号来审查设计并订购评估板：**IWRL1432BOOST - BSD EVM**。该设计的主要特性包括：

- 易于使用的 77GHz 毫米波传感器评估套件 (76GHz 至 81GHz 毫米波传感器)
- 基于 ROGERS RO3003 PCB 基板的高性能天线系统
- 3 根接收 (RX) 天线、2 根发射 (TX) 天线，距离超过 120 米
- 90° 方位角视野 (FoV) 和 20° 仰角 FoV
- 通过 USB 供电的分立式直流/直流电源管理设计，用于功耗监测的板载功能
- 通过 USB 访问点云数据

- 60 引脚高速接口用作主机控制接口，可直接连接 DCA1000 和 MCU LaunchPad™ 开发套件

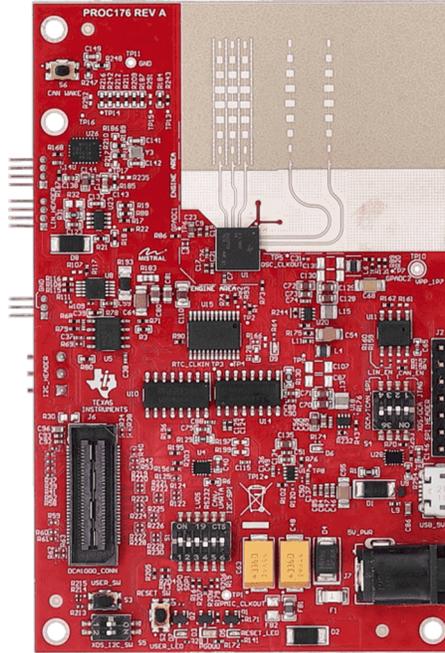


图 2. IWR1432BOOST-BSD 评估模块 (EVM)

自行车雷达演示

为了展示应用和功能，我们开发了一个使用 IWRL1432 器件和 BSD 参考设计的演示。IWRL1432BOOST-BSD 板安装在自行车的背面，并在各种场景、范围和照明条件下进行测试。可通过提供的链接查看演示。



图 3. 安装在电动自行车上的 IWRL1432BOOST-BSD EVM



图 4. 雷达提醒注意驶近的汽车

真实地面速度

使用毫米波雷达可以测量真实的地面速度，该雷达在所有天气和泥泞条件下提供可靠的设计。这不仅提高了可靠性，还降低了传统速度测量方法相关的元件成本。在以上链接所示的演示中，雷达 IWRL1432BOOST - BSD EVM 置于 45 度（朝下），可在高达 40m/s (90mph) 和 120m+ 的检测距离内进行速度测量。

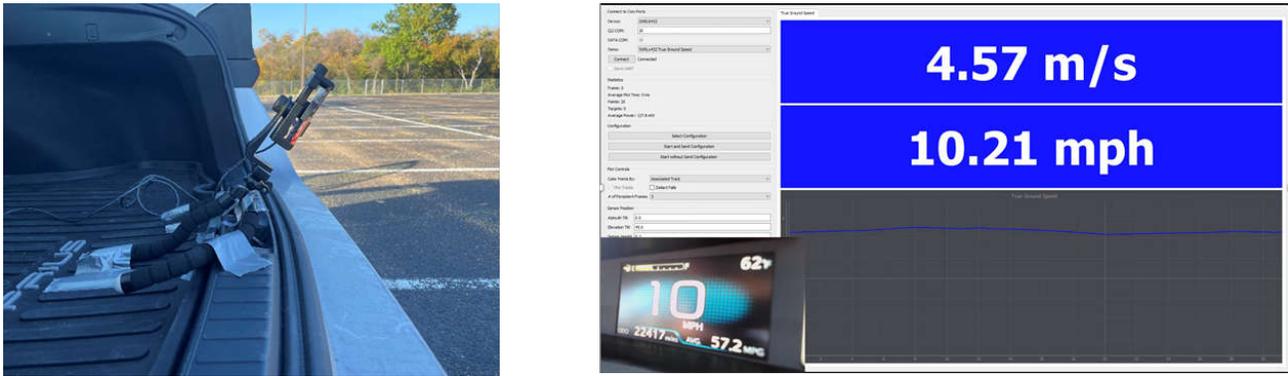


图 5. 使用毫米波雷达进行真实地面速度测量

结语

毫米波雷达在自行车、电动自行车和微出行设计中具有多项优势，可增强安全性并增强智能感应功能。雷达可以感知 120 米以外驶来的车辆，并提醒驾驶员和骑手以避免潜在事故。毫米波雷达具有专为严苛环境量身定制的优势，包括：

- **提高安全性：**毫米波雷达可以检测障碍物并提醒骑手注意潜在危险，从而帮助防止事故发生
- **与其他传感器集成：**毫米波雷达可以与其他传感器（如摄像头）集成，以提供更全面的周围环境视图
- **增强骑手体验：**毫米波雷达可以自动执行某些任务，减少压力和焦虑，从而提供更舒适、更放心的骑行体验
- **全天候可靠性：**在雨天、雾天、雪天、灰尘和其他恶劣环境条件下提供一致的性能
- **自适应功能：**德州仪器 (TI) 提供品类齐全的毫米波雷达器件产品系列和可定制软件设计，可满足不同终端设备和各种应用的需求

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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