

电子指南

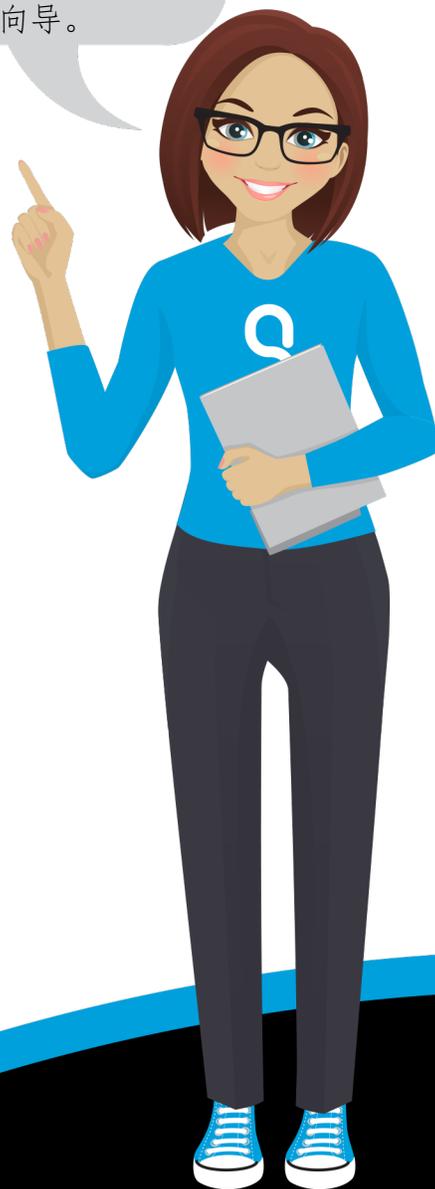
QORVO®

超宽带和 CCC® 数字钥匙：

汽车安全性与便利性



嗨，
我是 Qorvina——
您的先进 UWB 技术
向导。



内容包括

- 超宽带 (UWB) 技术概述
- UWB 如何提高车辆和行人安全
- 使用 UWB 时的车辆和用户安全
- UWB 在汽车中的新兴应用

作者：

Kerry Glover

系统架构师

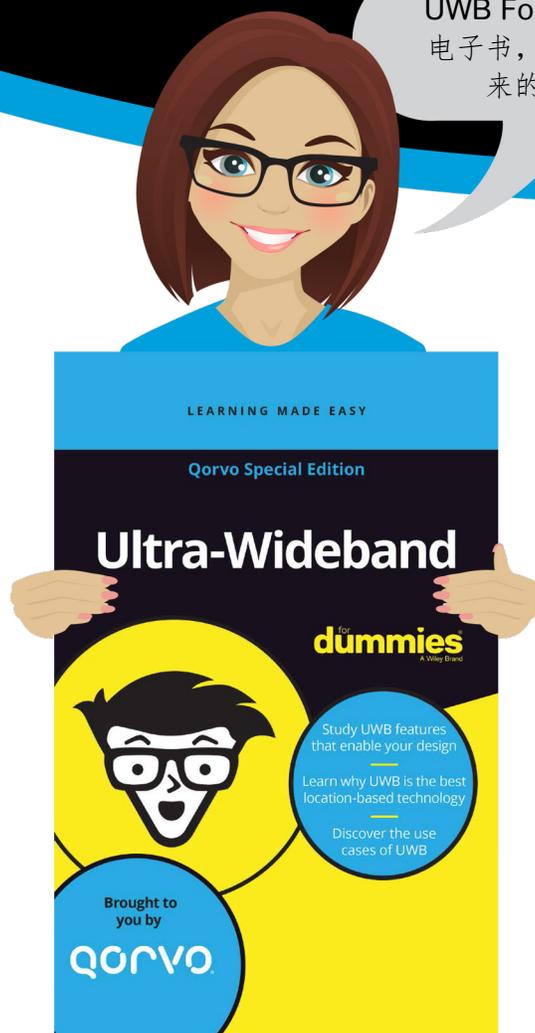
引言

科技不断地用于改善我们的日常生活。一项技术要想真正发挥作用，就必须简单、安全、可靠和值得信赖。在 RF 技术领域，所有这些都做到了。

例如，Wi-Fi 在家庭和企业中已经无处不在。随着蜂窝技术带来众多新功能，智能手机成为全球必不可少的常用设备。借助 Bluetooth®，在物联网 (IoT) 生态系统中可以轻松实现数字扬声器和耳机等设备的无线连接。

UWB 是另一种可以为日常生活带来便利的新 RF 技术。它能够精确测量两点之间的距离，这是其他 RF 技术不具备的特性。这种点对点测距技术用途广泛，可改善我们的日常生活。本指南探讨了 UWB 如何促使与汽车的交互更加方便、安全和值得信赖。

您可以下载我们的
UWB For Dummies®
电子书，深入了解未
来的技术。



下载

我们的 UWB For Dummies
电子书

CCC 和数字钥匙

你知道汽车的遥控钥匙可能被冒充吗？幸运的是，目前技术领导者正在努力防止发生这种情况。数字钥匙是**车联网联盟 (CCC)** 制定的一项新规范，旨在规范在驾驶员靠近车辆时如何自动解锁。为了防止有人非法进入车辆，必须核实用户的身份以及与汽车之间的距离。数字钥匙标准使用 **UWB** 计算车辆与驾驶员之间的距离，确保用户距离汽车在几米以内。有了安全距离测量，解锁程序更加安全，用户无需拿出智能手机即可解锁。反之亦然，当用户离开车辆时，车辆会自动锁定。同样的程序也用于确保发动机启动。

在数字钥匙中，采用蓝牙低功耗技术支持车辆与驾驶员智能手机之间的高级通信协议。此过程在蓝牙低功耗连接到车辆后立即开始。随后，蓝牙低功耗将开始执行数字钥匙消息传递。这些堆栈将使用公钥交换数字钥匙 ID，并验证用户是否具有有效 ID。接下来，系统将初始化 **UWB** 收发器，告知每个收发器传输其加扰时间戳序列 (**STS**) 信号所分配的时间。所有传输完成后，将计算距离。此过程将重复进行，直到用户进入或离开车辆。



车联网联盟® (CCC)

CCC 是一个跨行业标准组织，其使命是创建可持续和灵活的生态系统，实现接口技术的标准化，为所有车辆和移动设备提供始终如一的卓越用户体验。

CCC 成员公司包括智能手机和汽车制造商、汽车一级供应商、集成电路供应商、安全产品供应商等。

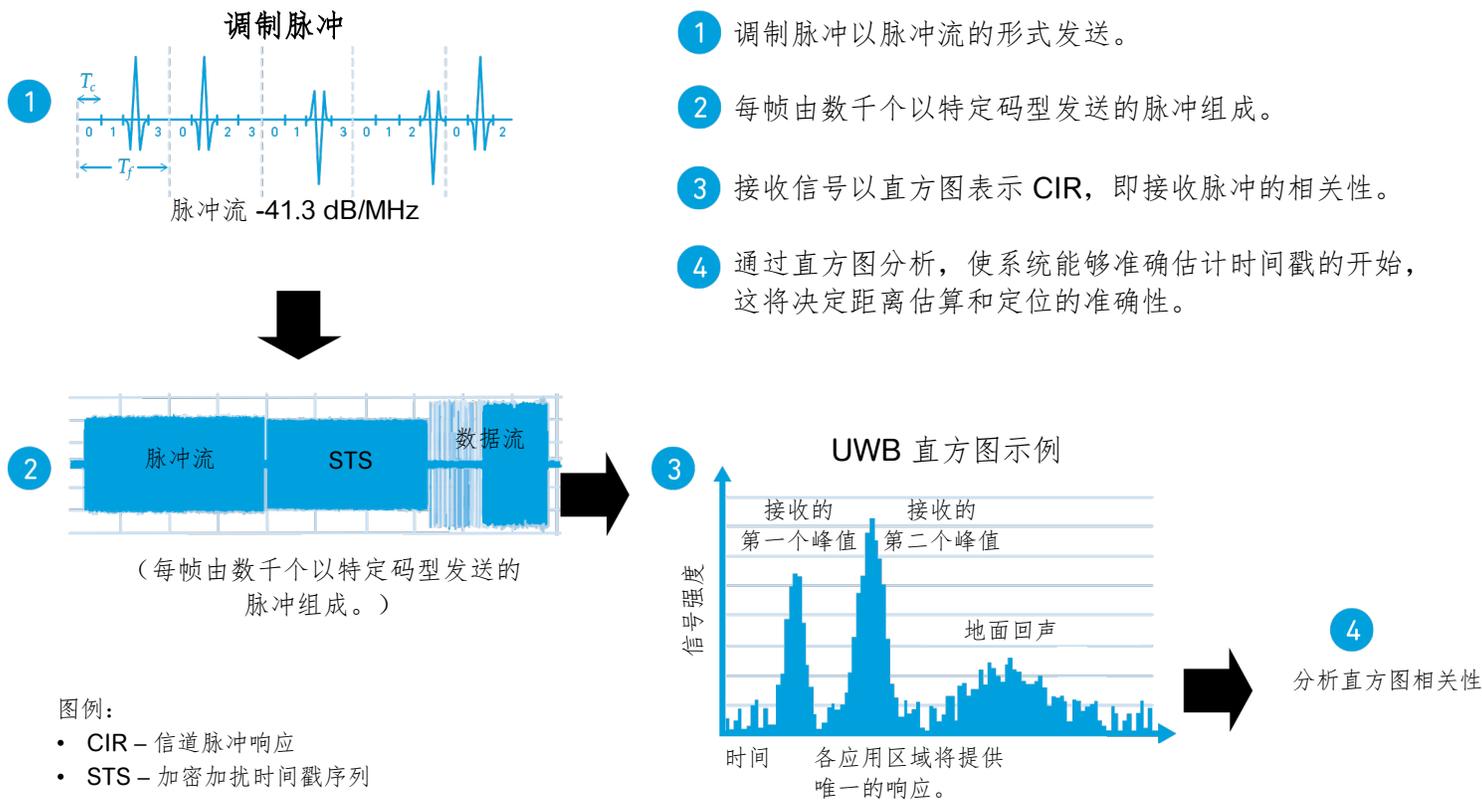


图 1. UWB 脉冲无线电系统响应。

直方图本质上是信道脉冲响应 (CIR)

UWB 技术概述

UWB 是一种基于脉冲的系统，使用一系列非常窄的 2 纳秒脉冲。这些窄脉冲经过编码和传播，将会占用 500 MHz 的带宽。脉冲序列使用 IPATOV 和伪随机安全 STS 编码进行编码，分别重复多次。标头和 STS 后面是 MAC 标头和数据。此标头、STS、MAC 标头和数据序列构成一帧。

通过这些重复的已知序列，接收器可使用自相关来形成直方图并确定准确的接收时间。直方图本质上是接收信号的信道脉冲响应 (CIR)，如上图所示。第一个峰值表示视线路径，可用于提取发射器与接收器之间的最短距离。每个后续峰值表示环境中某个表面的单独反射。

UWB 双向测距

双向测距 (TWR) 是确定两个 UWB 收发器之间距离的方法。通过 TWR，每个收发器轮流传输 STS。除了 STS 信息之外，还可以通过数据链路传达准确的传输时间和准确的接收时间，并使用从初始会话密钥派生的动态安全密钥进行加密。在两次收到该信息后，可以计算飞行时间并将其转换为距离。此外，在收到两次测量的信息后，可以消除由时钟不同步和变化导致的任何误差。

在数字钥匙中，双向测距是一对多协议，这意味着支持 UWB 的智能手机或遥控钥匙中的收发器会传送一个信号，由多个接收器（称为 UWB 锚点）接收。在该协议的回复部分，车上的每个 UWB 锚点将轮流回复。最后一步，智能手机或遥控钥匙从车上的每个传感器传回 STS 到达的时间。然后，车内的 UWB 传感器可以计算与智能手机或遥控钥匙之间的精确距离。最终，车辆内部和周围的传感器越多，位置测量就越准确。

您是否知道？
UWB 已经内置到您的智能手机中。

UWB

正用于许多新型智能手机设计中——用于实时目标跟踪和数字钥匙等诸多应用。

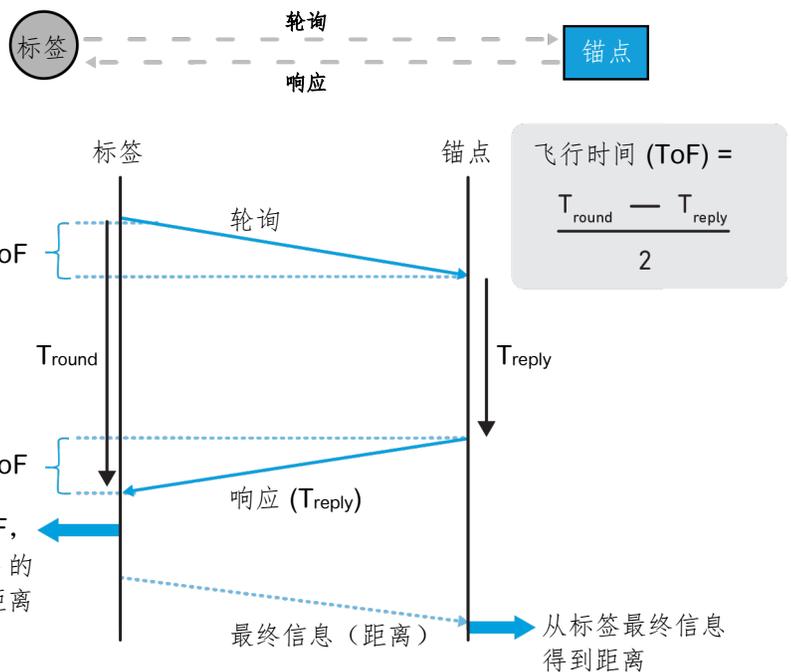


图 2. 超宽带标签和锚点之间的安全双向测距。

安全距离测量

UWB 测距包括一项安全功能，旨在确保任何第三方都无法冒名传输和进行不正确的距离测量。消息格式中包含一个 STS，它使用伪随机序列和加密技术来保护每帧中生成的时间戳数据的完整性。此生成过程依赖于高级加密标准 (AES) 安全协议。AES 是一种用于保护信息的对称分组密码或确定性算法。STS 的初始时间戳数据包使用安全元素生成，并来自安全来源。在初始化过程中，链路两端安全地交换这些代码。这可以利用链接两端的私钥和公钥来加密和交换初始 STS 密钥。初始化完成后，在每次传输后都会使用一种复杂的算法来更改此 STS 代码。有关更多详细信息，请参见 [IEEE 802.15.4z-2020 规范](#)。

此外，该会话密钥可以与多个 UWB 收发器共享（当然是加密的），并仅允许这些设备正确接收传输内容。

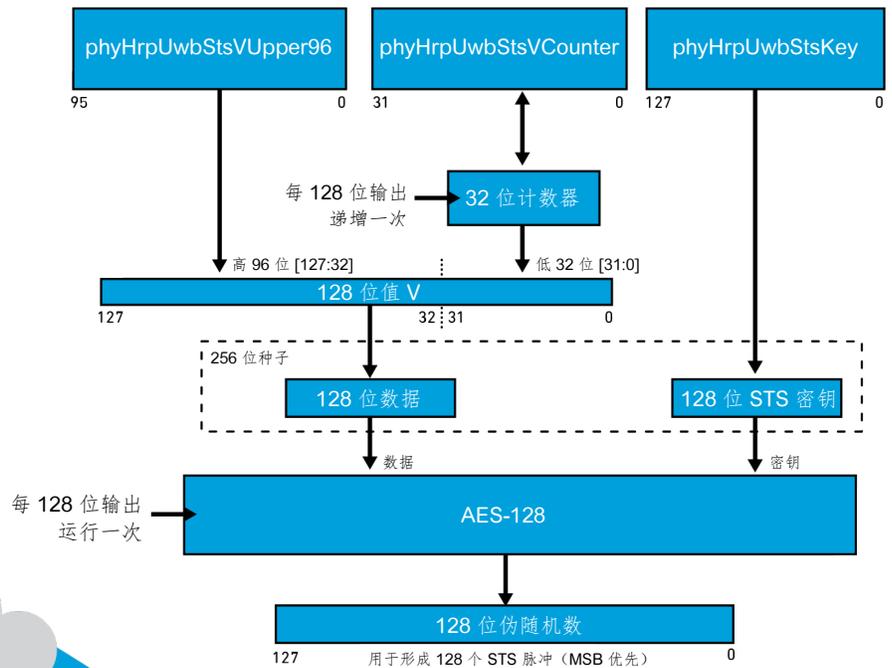


图 3. STS 确定性随机位生成器 (DRBG)。

Qorvo 能够帮助
您实现这些目标。

汽车制造商、销售商和客户始终把车辆安全放在首位。安全防护，拯救生命！在车辆中采用 UWB 技术可以实现这些目标，同时提高便利性和效率。

数字钥匙安全和交换

数字钥匙规范提供了私钥和公钥管理方法。原始设备制造商管理数字钥匙根认证，而本地经销商提供数字钥匙中级认证并颁发数字钥匙产品认证。数字钥匙还支持在钥匙丢失、车辆出售、代客泊车、钥匙共享等情况下使用其他几种机制。通过钥匙共享，您可以发放二级钥匙，允许在有所限制的情况下进入车辆。这些限制可能包括车辆可操作的时间限制。

数字钥匙使用蓝牙作为主要的数据通信系统，在车辆和智能手机或遥控钥匙之间交换信息。在此过程中，蓝牙交换必须传输初始 **UWB STS** 种子。这是使用私钥和公钥网络安全协议完成的。公钥在链路两端之间共享，用于对信息进行编码。这也用于对 **UWB** 有效载荷中的数据编码。交换信息后，系统可使用私钥对数字钥匙进行解码。此外，可使用私钥对消息进行数字签名，确保没有人试图修改数据。

数字钥匙安全交换概述

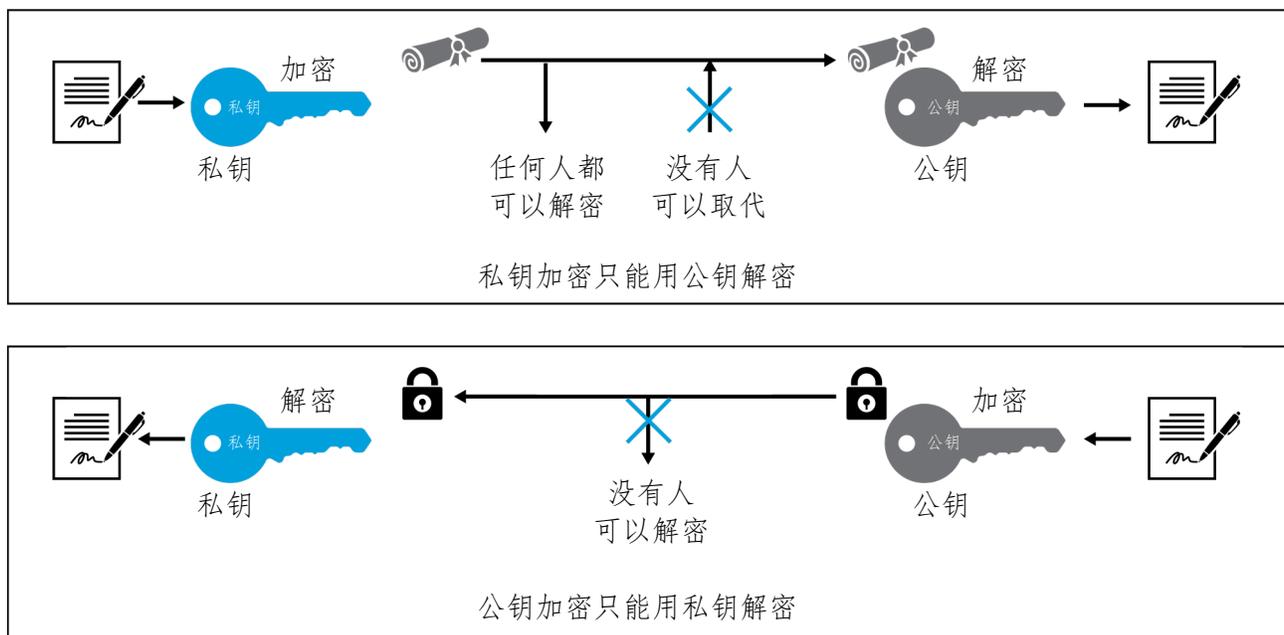


图 4. 数字钥匙安全和交换过程。

数字钥匙物理布局 – 简单场景

最初，数字钥匙是一种使用智能手机在手机与车上或车内的蓝牙之间创建蓝牙链路的简单方法。这种方法提供了所需的功能和便利，可在用户靠近时解锁车辆。但很快就发现这种方法有几个缺点，例如中继攻击，在这种情况下，个人信息可能被窥探并通过远程 RF 链路中继到车辆。

通过添加一个 UWB 元素同时进行安全距离测量，解决了这个问题。现在，除了蓝牙交换数字钥匙信息外，还提供了一个安全的 UWB 距离测量，确保人员与车辆的距离达到预期值后再解锁。UWB 安全测距提供了额外的保护，确保窃贼不会冒用、中继攻击或以其他方式窃取数字钥匙信号。

UWB 距离测量在车辆周围形成了一个“安全气泡”，只有在智能手机位于该气泡内时，车辆才能解锁。所使用的安全等级就像是安全金融交易中使用的信用卡，这意味着它必须实际存在才能进行交易。

最简单的实现方式是使用车上的一台 UWB 设备来测量与手机之间的距离。虽然在这种情况下距离测量非常精确，但方向未知。因此，车辆不知道智能手机是从驾驶员侧、乘客侧、车辆前方还是后方靠近。车上只有一个收发器传感器，因此无法准确显示驾驶员的智能手机在车辆哪个方向。我们将在下一章节讨论如何解决这个问题。

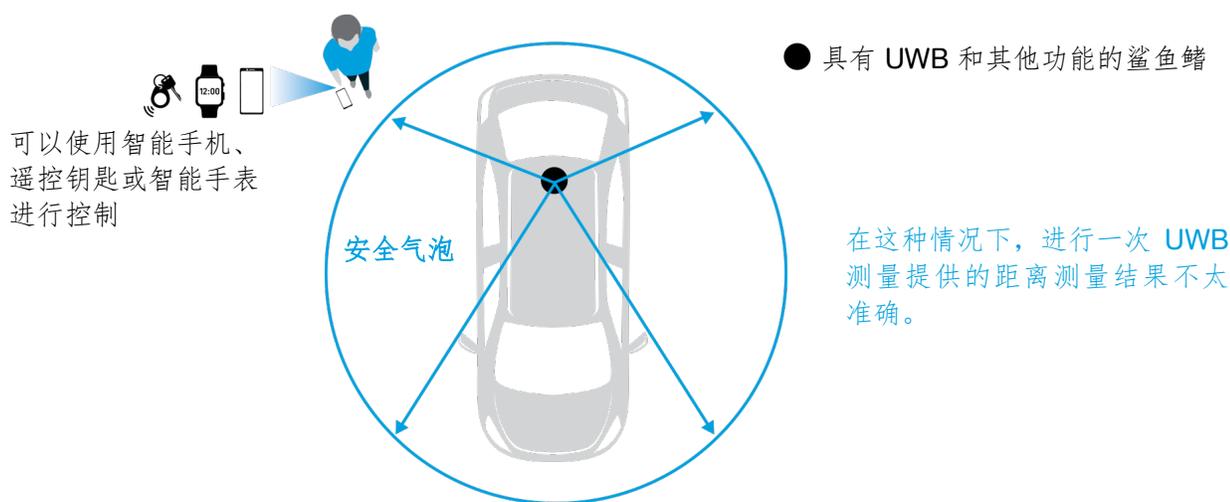


图 5. 仅通过鲨鱼鳍中的单个 UWB 传感器计算距离的数字钥匙。

数字钥匙物理布局 - 稳健场景

前一个示例使用单个 UWB 传感器来感知与车主/操作者之间的距离。这提供了一个低成本的解决方案。更稳健的实现方式是使用车外的几个 UWB 传感器来精确测量与驾驶员智能手机之间的距离。由于传感器分布在外部车身的多个位置，因此路径损耗较低，使 UWB 能够测量更长的距离。此外，使用多个外部传感器可以准确确定驾驶员相对于车辆的位置。

在此应用中，车辆负责锁定/解锁车辆，因此会计算距离。当驾驶员靠近时，车辆将根据驾驶员的距离和方向解锁乘客车门、驾驶员车门或行李箱。

车内需要另一个 UWB 传感器来确定数字钥匙（智能手机）是否在车内。如果在车内未检测到钥匙，车辆将不会启动。车内的 UWB 传感器也支持其他可能的用例，如占用检测。

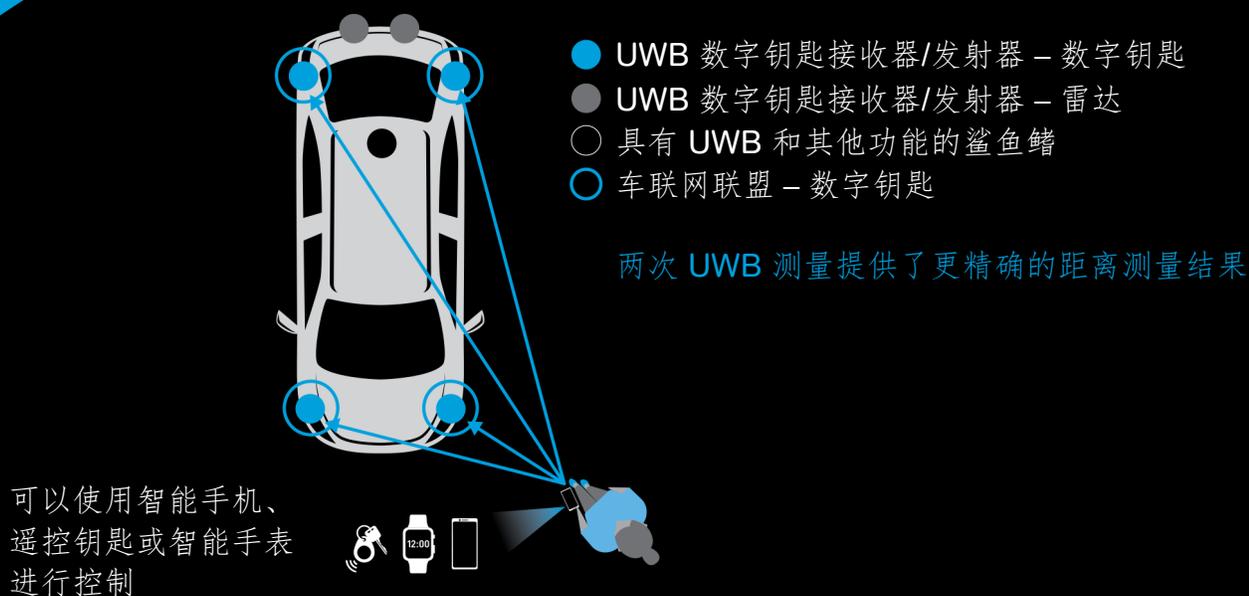


图 6. 多个 UWB 传感器及数字钥匙 - 距离和方向。

未来 – UWB、位置和距离测量

起初，准确测量距离的能力似乎并不十分重要。但是，经过更深入的调研发现，这是实现许多新的汽车安全、安防和便利应用的基本需求。低成本 RF 距离测量的一个用途是确保实物资产的安全。对于这些应用，可以在每个设备中安装一个 UWB 收发器：钥匙和资产。

对于实物资产，钥匙必须在附近才能解锁该资产，如车辆。UWB 测量两点之间的实际距离，因此可确保钥匙（用户）与相关资产（车辆）的距离在特定范围内，然后再解锁。

这也有其他好处。当用户靠近车辆时，与用户的距离可以划分为多个区域。当用户超出区域时，什么也不会发生。当他们靠近区域 3 时（见下图），车辆闪光灯可能会闪烁。当他们靠近区域 2 时，迎宾灯可能会打开。最后，当他们靠近区域 1 时，车辆将解锁并可以配置高级功能，如启动车辆、将温湿度控制设置为驾驶员所需的设置、设置信息娱乐偏好，如音乐/播客，以及其他类型的舒适度控制功能。

距离测量区域

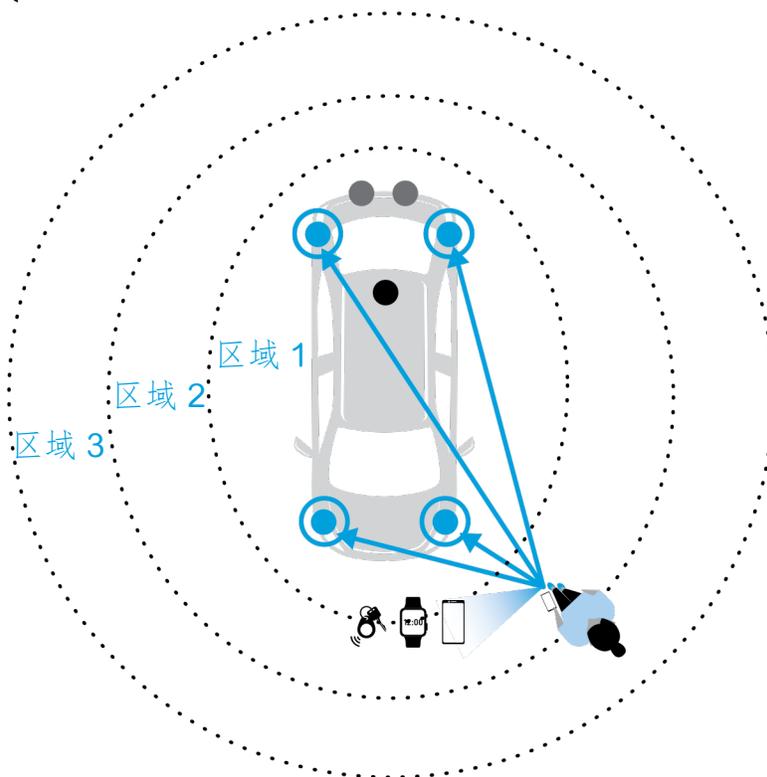


图 7. UWB 支持单个距离测量区域。

未来 - 乘客接送识别

利用车辆中的 UWB 传感器和乘客的智能手机，车辆可以正确识别和定位要接送的乘客。蓝牙低功耗可用于启动 UWB 会话，而另一种机制是使用车对行人 (V2P) 协议来建立 UWB 链路并启动距离测量过程。然后，车辆可以确定与乘客之间的距离，反之亦然。凭借多个传感器，车辆可以精确定位乘客的位置和距离。对于共乘服务，这有助于驾驶员在人群中找到目标乘客。

在这种情况下，手机和传感器都需要知道距离，因为乘客需要识别接送车辆，车辆也需要识别乘客。

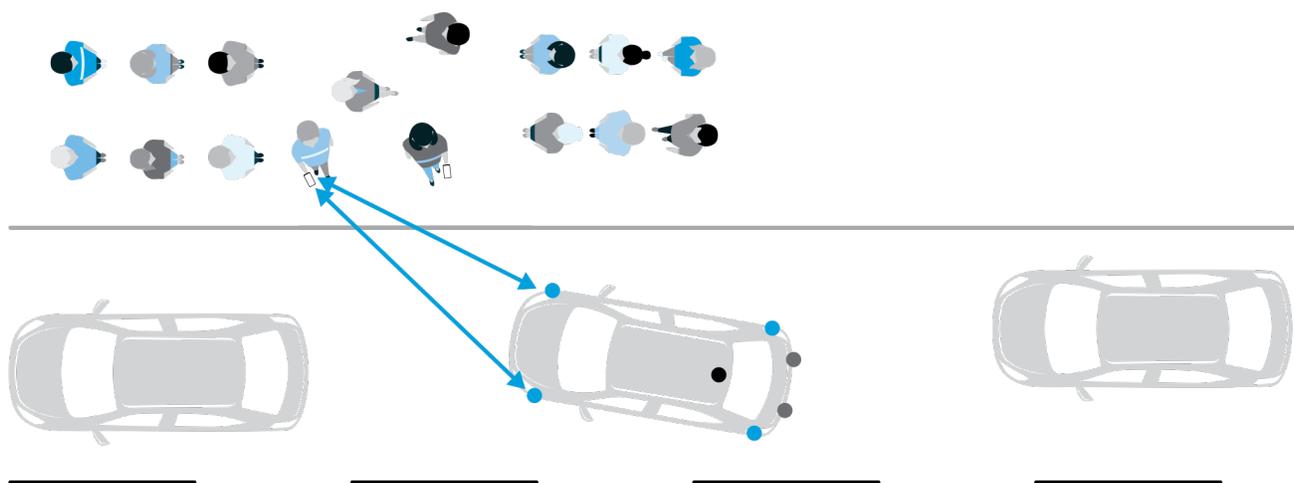


图 8. 使用 UWB 识别要接送的乘客。

数字钥匙还
提供其他服务。

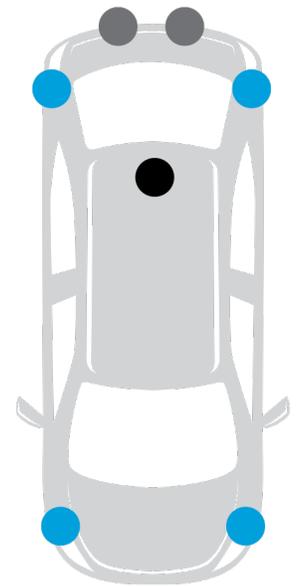
数字钥匙提供钥匙共享，您可以向其他用户发送/共享您的数字钥匙信息，以便该用户进入您的车辆。这可以在特定的时限内提供。在这种情况下，特定用户可使用 UWB 来识别车辆在拥挤的停车场中的位置，并且可以进入车辆。

结论

UWB 正成为家庭自动化、工业 4.0 以及现在的汽车领域等诸多应用必备的突破性新技术。以汽车无钥匙进入和数字钥匙作为跳板，UWB 将适用于更多场景，并有望提高整体车辆安全性。

在本电子指南中，我们只介绍了 UWB 在汽车领域的新兴应用。在未来的文章中，我们将探讨 UWB 的新汽车应用，并展示该技术如何将 UWB 推向众多车辆安全和安保领域，并成为几个自动驾驶用例的重要推动力。UWB 的一大优点是在不易获取重要外部位置信息的汽车领域提供了低成本、高精度的点对点测距传感器解决方案。此外，UWB 与其他车辆技术（如车对万物 (V2X)）结合使用可以带来许多好处，例如防止碰撞。

据预测，在未来几年内，50% 的新车都将配备 UWB 数字钥匙，以提高便利性和防盗性。这就需要在车辆中安装大量的 UWB 传感器。需要了解各种各样的潜在 UWB 应用，以便对当今车辆中部署的 UWB 系统类型做出明智的选择。如果安装的 UWB 传感器的功能可以从基本的防盗扩展到救生应用，那就更棒了！



- UWB 数字钥匙接收器/发射器 – 数字钥匙
- UWB 数字钥匙接收器/发射器 – 雷达
- 具有 UWB 和其他功能的鲨鱼鳍

关于 Qorvo

Qorvo 提供各种创新半导体解决方案，致力于让我们的世界更美好。我们结合出色的产品和领先的技术优势，运用系统级专业知识和全球制造规模，快速解决客户的复杂技术难题。Qorvo 面向全球多个快速增长的细分市场提供解决方案，包括消费电子、智能家居/物联网、汽车、电动汽车、电池供电设备、网络基础设施、医疗保健和航空航天/国防。访问 www.qorvo.com，了解我们多元化的创新团队如何连接地球万物，提供无微不至的保护和源源不断的动力。

访问 www.qorvo.com，了解 Qorvo 如何创造美好的互联世界。

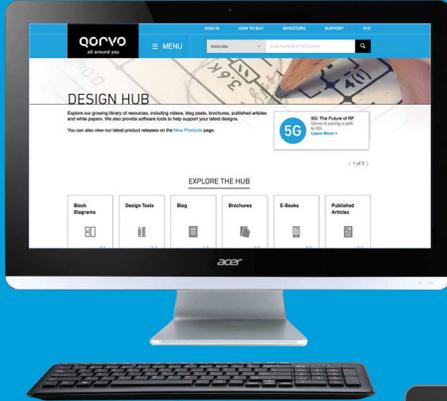
关于作者

Kerry Glover 博士是一名系统工程师，在 RF、模拟和数字系统方面拥有广泛的背景。在 Kerry 的职业生涯中，他一直从事先进技术、系统架构、产品定义、软件开发、业务发展和营销工作，拥有 20 多项专利。Kerry 拥有德克萨斯州农工大学电气工程学士、硕士和博士学位。

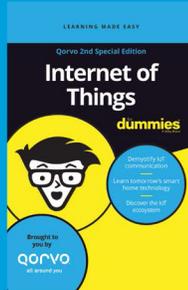
Qorvo 是您的智慧合作伙伴， 助您构建未来的世界。

查看我们网站上的有用资源。

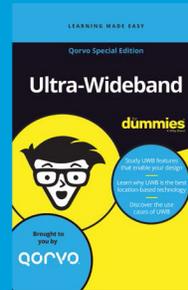
设计中心 - [Qorvo.com/Design-Hub](https://www.qorvo.com/Design-Hub)



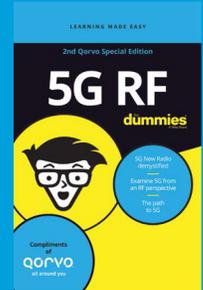
Dummies 电子书 - [Qorvo.com/ebooks](https://www.qorvo.com/ebooks)



物联网电子书



超宽带电子书

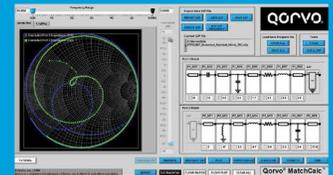


5G RF 电子书



5G: RF 的未来 - [Qorvo.com/5G](https://www.qorvo.com/5G)

MatchCalc™
RF 设计计算器



框图 · 设计工具 · 博客文章 · 视频 · 教程 · 电子书 · 白皮书

QORVO®

© 2022 Qorvo US, Inc. | QORVO 和 MATCHCALC 是 Qorvo US, Inc. 的商标。
Bluetooth® 字标和标识是 Bluetooth SIG, Inc. 的注册商标，Qorvo US, Inc. 在获得许可的情况下使用这些标识。
其他商标和商号分别归属于各自所有者。