

# 利用24 GHz DemoRAD解决方案 实现面向新兴工业大众市场的 新型非接触式传感器

作者: John Morrissey  
ADI公司

## 简介

24 GHz硅基毫米波雷达技术正在实现新一代现实世界,即越来越多地用于汽车、无人机、泛工业和消费类应用等大众市场应用的非接触式智能传感器。这类雷达传感器可以提供实时信息,比如物体存在、运动、角位置、速度以及几厘米到几百米的传感器范围。直到最近,毫米波雷达传感器仍使用尺寸庞大、复杂且构建成本高昂的离散解决方案来实现,这限制了其广泛的市场采用。ADI公司的新型24 GHz雷达产品提供出色的性能和高集成度,是小尺寸、低成本且易用的超低功耗解决方案,适用于物理检测、跟踪、安全控制和防撞警告系统等应用。

## 24 GHz雷达系统解决方案解决雷达传感器开发挑战

随着新型射频雷达传感器应用的出现,许多希望快速完成雷达传感器解决方案评估、设计和制造的公司面临一系列新的开发挑战。

针对将射频雷达作为一种传感技术着力开发的公司所面临的挑战,ADI公司最近推出了一款24 GHz雷达系统级原型解决方案

(称为DemoRAD)(图1),可以在整个系统参考设计中实现硬件和软件应用开发。24 GHz DemoRAD系统是一款新颖的微波雷达评估平台,提供开箱即用的软件示例,可在数分钟内轻松启动雷达传感器。DemoRAD可对雷达传感器产品进行快速原型制作,从而测量目标/对象存在、运动、角位置、速度以及传感器范围等实时信息。

该系统硬件解决方案包括射频天线和一条完整的射频到基带信号链(ADF5904(接收)、ADF5901(发射)、ADF4159(PLL)、ADAR251(AFE)),其中还包括ADI的ADSP-BF707 DSP(数字信号处理器),可通过易用的图形用户界面和雷达算法软件快速连接笔记本电脑/PC(图2)。Blackfin® DSP库中提供雷达FFT和控制固件。用户只需几分钟就可将该平台系统插入加载了软件的计算机。使用软件图形用户界面(GUI)提供全面的24 GHz雷达IC软件支持,在DSP雷达支持功能库中,通过一些额外功能可利用原始数据,并使用为雷达传感器设计的专用MATLAB®工具(比如2D/3D雷达FFT、CFAR和分类算法)在PC上进行后处理。

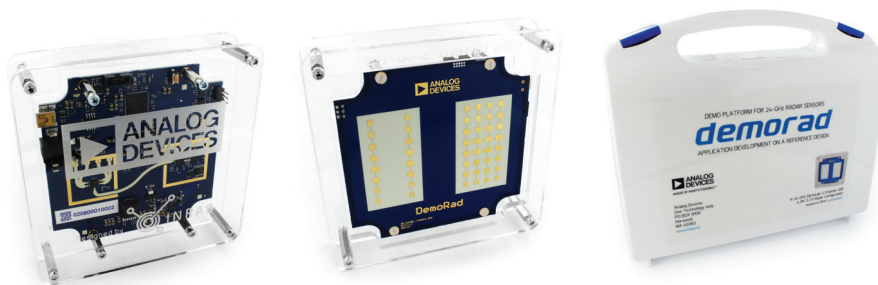


图1. 24 GHz DemoRAD平台解决方案。

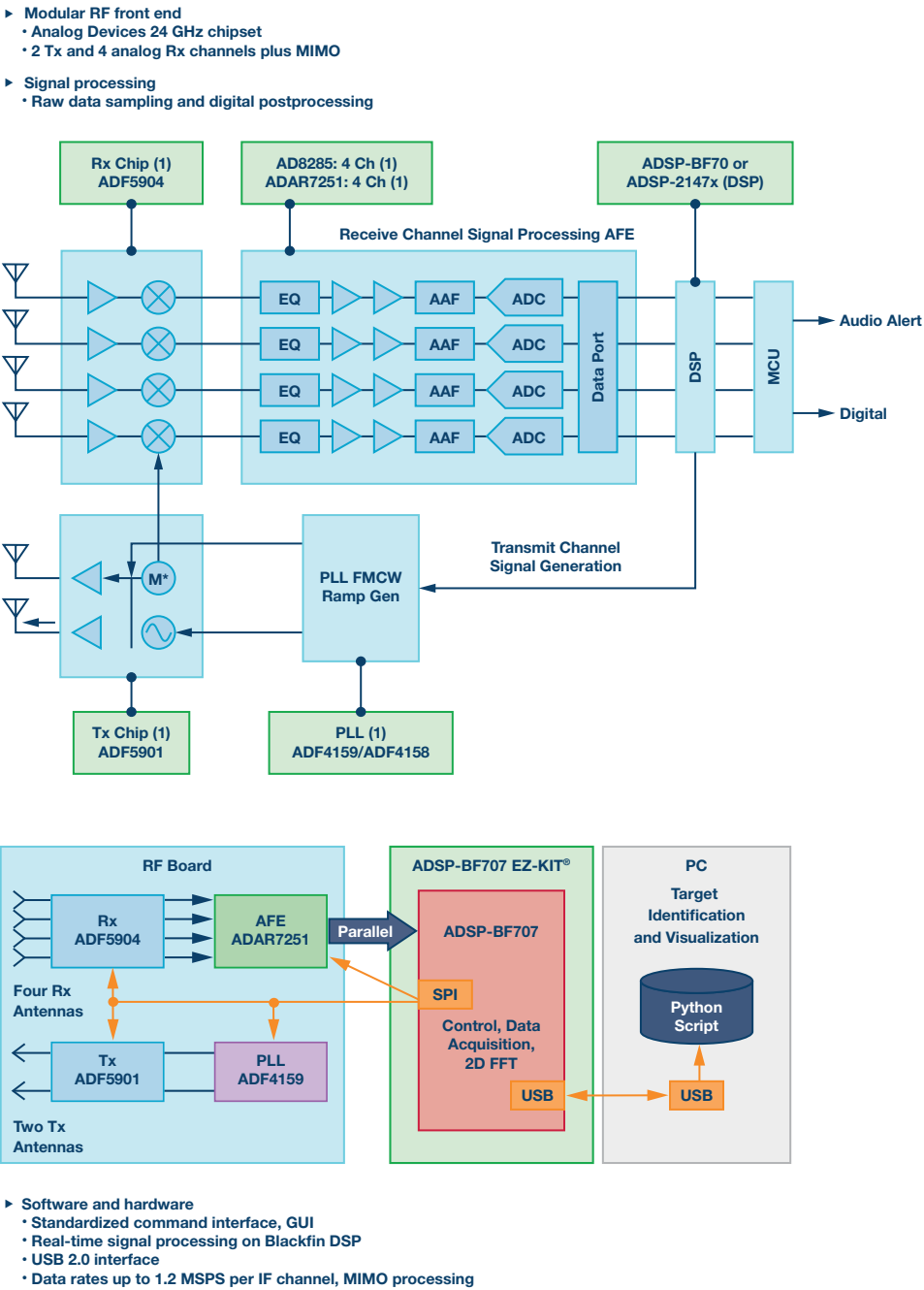


图2. DemoRAD射频到基带信号链和简化框图。

欲了解DemoRAD的更多信息，请参阅此产品亮点：[DemoRAD: 24 GHz雷达传感器平台](#)。

FMCW雷达系统基础知识

图3所示为雷达发射时产生的调频连续波 (FMCW) 雷达波斜坡，以及用于定义雷达传感器设计信息的一组重要雷达公式。

距离分辨率取决于发射载波扫描带宽——发射扫描带宽越高，雷达传感器的距离速度越高。速度分辨率取决于停留时间和载波频率——载波频率越高或停留时间越长，速度分辨率越高。角分辨率取决于载波频率——载波频率越高，角分辨率越好。

图4描述了对ADSP-BF707中捕获的数据的后处理。

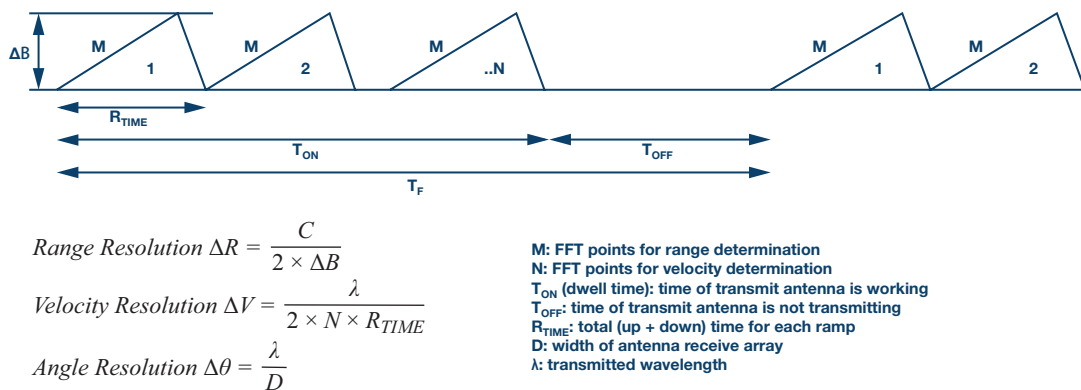


图3. FMCW雷达概念。

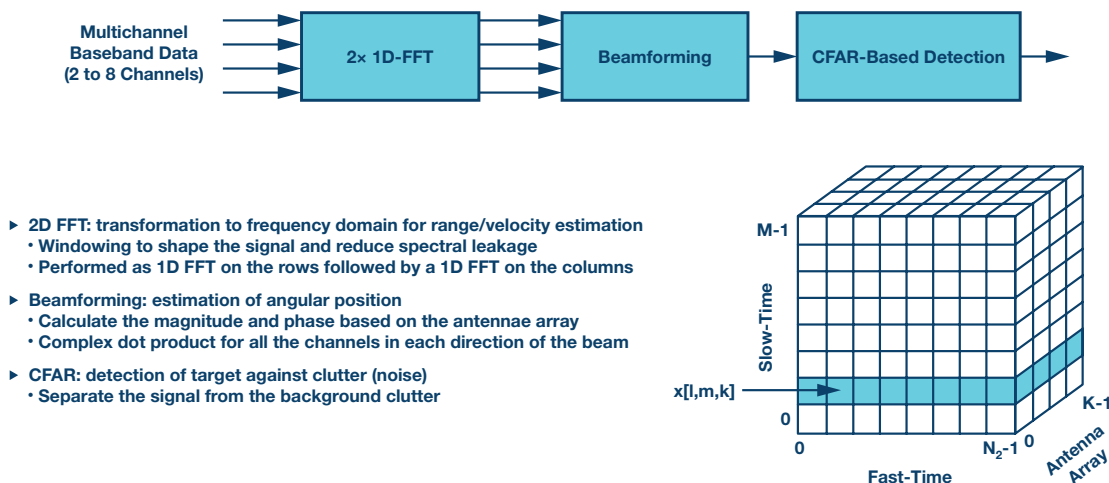


图4. FMCW数字后处理信号链。

DemoRAD系统信号链包括DSP中的一些基本算法，实施用于DSP FFT、波束成形和CFAR。基本目标检测和目标分类在主机PC上运行。DemoRAD主要用于采集时域和频域中的雷达信号。DemoRAD不包括高级目标检测或对象分类算法。这是应用级开发工作的一个例子，通常由终端系统开发人员执行，他们非常了解雷达传感器的工作环境以及所需的对象检测类型。

图5所示为Blackfin ADSP-BF70x的部分优化2D FFT，具有集成窗口功能，有助于避免饱和，实现更高的SNR，并优化内存布局，从而实现更高的带宽和更高效的数据处理。DemoRAD提供不同的操作模式。

## FMCW雷达模式

在FMCW模式下，可以测量到静止目标的距离。目标的下变频接收信号的频率与到该目标的距离成比例。在GUI中，可以进行FFT处理以确定频率。使用距离-时间显示选项可以查看移动目标，同时显示屏存储多个FMCW扫描。

## 距离多普勒模式

在距离多普勒模式下，可以分析到目标的距离以及速度。距离多普勒模式是最强大的操作模式之一，因为它能够通过评估二维傅里叶变换同时处理多个发射斜坡。距离多普勒处理数据显示在距离多普勒图中。距离多普勒非常强大，因为它允许分离具有不同速度的目标，即使这些目标的距离都相同亦是如此。这对于不同方向上多个快速移动的目标非常有用——例如，解决汽车朝相反方向移动或超车期间的复杂交通情况。

## 数字波束成形 (DBF) 模式

在DBF模式下，显示到目标的距离以及与该目标所成的角度。来自四个接收通道的接收信号用于估计目标的角度。显示屏显示xy平面中各目标的空间分布。在DBF模式下，系统配置与FMCW模式下的相同，但对IF下变频信号的处理不同。在计算距离之后，通过评估四个接收通道之间的相位差来计算目标的角度信息。在DBF模式下，需要进行雷达前端系统校准，以消除接收通道之间不必要的确定性相位差。每个DemoRAD系统都具备工厂校准数据，在运行GUI时加载。随后会先校正采样的IF信号，再评估传感器的测量数据。

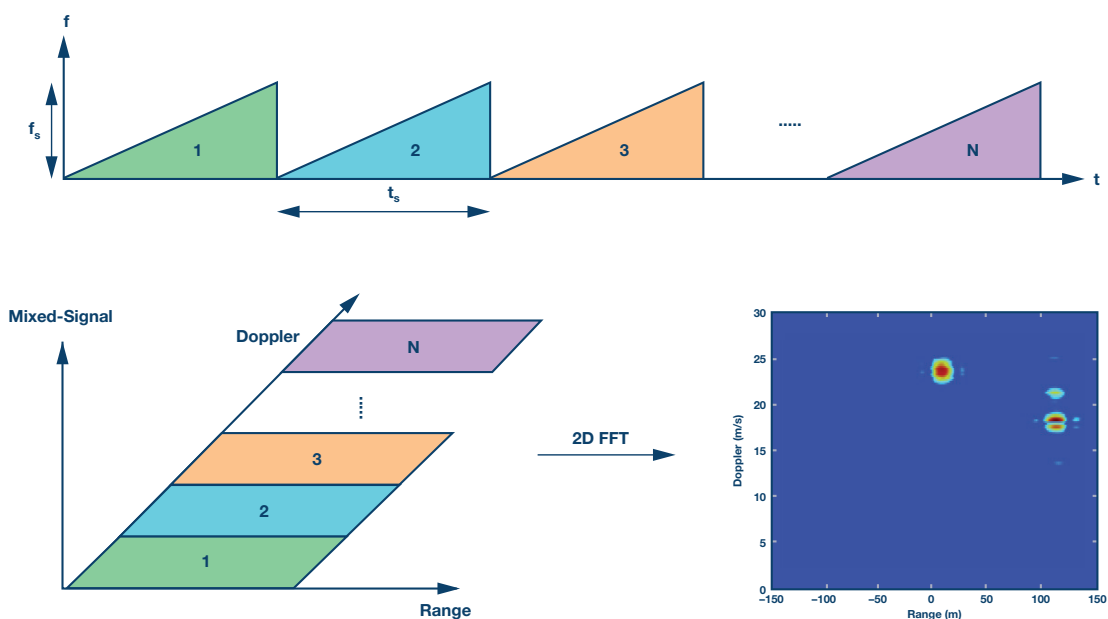


图5. 使用二维傅里叶变换的距离和多普勒频率。

DemoRAD平台的MIMO操作原理是：使用ADF5901上两个可用的发射输出并放置相应的天线。这样会产生七个接收通道来提高传感器的角分辨率——例如四个实际接收通道和四个虚拟接收通道，在一个通道上重叠。DemoRAD中使用的波形利用ADF4159 PLL的快速斜坡特性，其中上升线性调频脉冲为280 $\mu$ s，下降线性调频脉冲为4，总共为284 $\mu$ s。ADAR7251 AFE ADC以1 MSPS运行的情况下，采集256个采样或在上升沿中进行数据采集。

DemoRAD使用FMCW雷达监测最远至200 米且分辨率约为75 cm的对象范围和速度。根据天线阵列设计，水平 (FOV) 方位角约为120°，俯仰角约为15°。通过组合数字波束成形 (DBF) 中的天线，DemoRAD使用DBF来计算FOV中的角度信息。

## 作者简介

John Morrissey毕业于爱尔兰利默里克大学，获得电子工程 (BENG) 学士学位，并于1984年加入ADI公司。在1984年至1998年期间，John担任模拟IC设计师一职，致力于工业和通信应用的DAC、ADC和混合信号模拟电路新产品开发。在ADI工作的1999年至2007年期间，他的设计技能与工作兴趣延伸到了通信产品的RF和微波设计上。从2007年开始，他在ADI公司内担任过很多传感器技术工程与业务管理职位，包括设计和营销。目前他担任ADI公司RF和微波部门 (RFMG) 产品线总监一职，支持ADI汽车与工业雷达等业务。

## 在线支持社区

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问[ezchina.analog.com](http://ezchina.analog.com)



**全球总部**  
One Technology Way  
P.O. Box 9106, Norwood, MA  
02062-9106 U.S.A.  
Tel: (1 781) 329 4700  
Fax: (1 781) 461 3113

**大中华区总部**  
上海市浦东新区张江高科技园区  
祖冲之路 2290 号展想广场 5 楼  
邮编: 201203  
电话: (86 21) 2320 8000  
传真: (86 21) 2320 8222

**深圳分公司**  
深圳市福田中心区  
益田路与福华三路交汇处  
深圳国际商会中心  
4205-4210 室  
邮编: 518048  
电话: (86 755) 8202 3200  
传真: (86 755) 8202 3222

**北京分公司**  
北京市海淀区西小口路 66 号  
中关村东升科技园  
B-6 号楼 A 座一层  
邮编: 100191  
电话: (86 10) 5987 1000  
传真: (86 10) 6298 3574

**武汉分公司**  
湖北省武汉市东湖高新区  
珞瑜路 889 号光谷国际广场  
写字楼 B 座 2403-2405 室  
邮编: 430073  
电话: (86 27) 8715 9968  
传真: (86 27) 8715 9931

©2017 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. TA15869sc-0-6/17

[analog.com/cn](http://analog.com/cn)

