信号处理详细设计

文件编号

本模板的使用建立在假设用户已经基本了解了“软件开发指引（独立文件）”的内容的基础上。在使用本模板时出现关于其用法的问题，请参考“软件开发指引”相关章节

Compliant with Functional safety Standard (ISO26262)

□Required 需要 ☑ No不符合功能安全标准(ISO26262) □

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 批准 | 审核 | 审核 | 编制 |
|  |  |  |  |

发行日期

2021/07/23

发行单位

**变更历史**

| 版本 | | 审批日期 | 作者 | 审核人 | 修改内容 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 当前 | 新版 |
| --- | V1.0 |  |  |  | 基础版本 |
|  | V1.1 |  |  |  | CR-1：修改3.1静态设计框图CR-2：修改用语、缩略语定义  CR-3：修改3.1.2 ADC静态框图  CR-4：修改2.1组件约束  CR-5：修改3.1.1波形  CR-5：修改3.1 2DFFT静态图 |

目录

[信号处理详细设计 1](#_Toc29978)

[1 概要 3](#_Toc3005)

[1.1 目的 3](#_Toc17852)

[1.2 参考文件 3](#_Toc7162)

[1.3 用语、缩略语等定义 3](#_Toc21182)

[2 制约条件 3](#_Toc28525)

[2.1 组件约束 3](#_Toc20001)

[3 软件组件设计 4](#_Toc27823)

[3.1 组件静态设计 4](#_Toc5684)

[3.1.1 波形配置 4](#_Toc10892)

[3.1.2 ADC数据采集 5](#_Toc6525)

[3.1.3 一维FFT 5](#_Toc27825)

[3.1.4 二维FFT 6](#_Toc26413)

[3.1.5 二维幅值矩阵 7](#_Toc24283)

[4 功能函数详述 8](#_Toc14366)

[4.1 配置ADCBUF驱动程序的函数 8](#_Toc19043)

[4.2 一维FFT功能函数 8](#_Toc23702)

[4.3 二维FFT功能函数 9](#_Toc8549)

[4.4 二维幅值矩阵功能函数 10](#_Toc7539)

1. 概要
   1. 目的

本详细设计说明书编写的目的是为了说明程序模块的设计考虑，包括程序描述、输入/输出、算法和流程逻辑等，为软件编程和系统维护提供基础。本说明书的预期读者为系统设计人员、软件开发人员、软件测试人员和项目评审人员。

* 1. 参考文件

| 编号 | 参考文档 | 版本 | 发行者 | 理由 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | mmwave\_sdk\_user\_guide |  |  |  |
| 2 | IWR68xxIndustrial Radar Technical Reference Manual |  |  |  |
| 3 | iwr6843 |  |  |  |

* 1. 用语、缩略语等定义

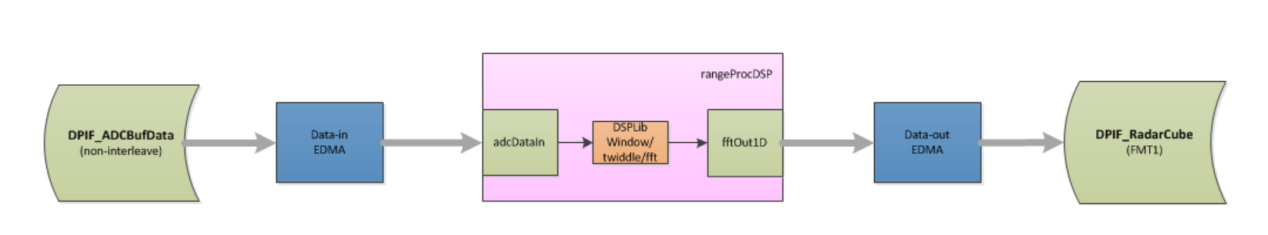
| 编号 | 用语、缩略语 | 含义、定义和正式名称 |
| --- | --- | --- |
| 1 | SoC | 系统级芯片 |
| 2 | CFAR | 恒虚警率 |
| 3 | EDMA | 快速数据交换 |
| 4 | BSS | Business support system |
| 5 | MSS | Management support System |
| 6 | DSS | Decision Support System |
| 7 | ADC | 数模转换器 |
| 8 | FFT | 傅里叶变换 |
| 9 | TDM | 时分复用技术 |
| 10 | Ping-pong | 数据缓冲的手段 |
| 11 | Front End | 前端多指声频系统中的信号源 |
| 12 | MIMO | 多进多出 |
| 13 | MMIC | 单片式微波集成电路 |

1. 制约条件
   1. 组件约束

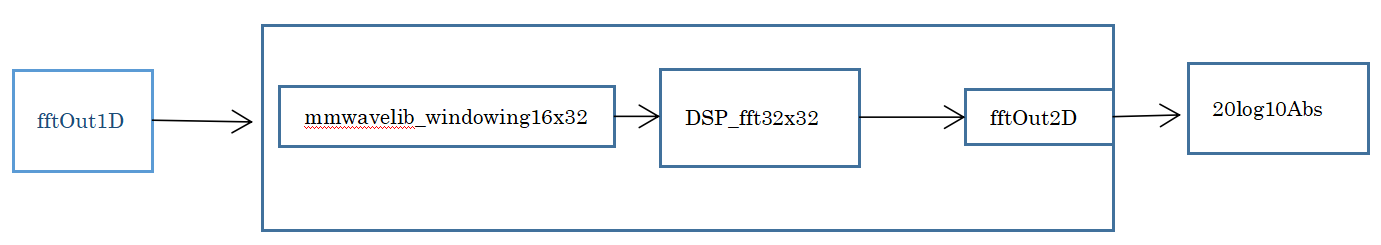
软件设计和实现约束条件如下：

1. 供信号处理使用的L2空间最大为256K, L3空间大小最大为768K；
2. 需要考虑兼容性以及软件的可移植性，便于后续维护及开发；
3. 模块实现需要遵循MISRA C:2012规范。
4. 软件组件设计
   1. 组件静态设计

ADC & 1DFFT



2DFFT

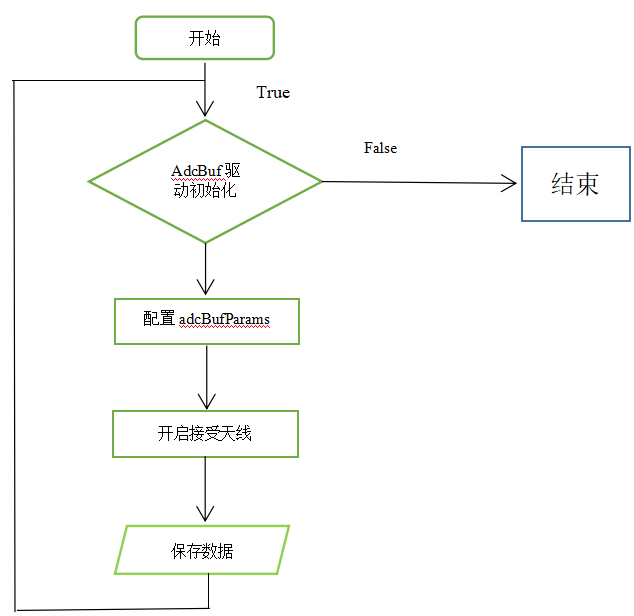


1. 目标模块静态框图
   * 1. 波形配置

考虑到内存限制此次调试波形设置为1发4收，当前波形如下：

|  |
| --- |
| sensorStop |
| flushCfg Ex:刷新旧配置并提供新配置 |
| dfeDataOutputMode 1  Ex:基于帧的chirp |
| channelCfg 15 1 0 Ex:通道配置为4收、1发 |
| adcCfg 2 1 Ex:adc数据格式为16b、复数 |
| adcbufCfg -1 0 0 1 1 Ex:设置legacy模式、输出为复数、低位为复数高位为实数、数据为不交叉的、Chirp 阈值为1 |
| profileCfg 0 60 48.5 5 31.6 0 0 120 0 128 5000 0 0 40 Ex:、起始频率为60GHz、空闲时间为48.5u、ADC起始时间为5u、斜坡结束时间为31.6u、Tx输出功率为0、Tx移相器为0、频率斜率为120、Tx开始时间为0u、Adc采样数为128、采样频率为5000、（高通录波器1）转角频率为175kHz、（高通录波器2）转角频率为350kHz、Rx与Rf增益目标OR为40 |
| chirpCfg 0 0 0 0 0 0 0 1 Ex:chirp起始索引0、chirp结束索引0、配置文件标识符、起始频率变化0、单位斜率变化0、空闲时间0、ADC开始时间变化0、打开Tx1天线 |
| frameCfg 0 0 128 0 50 1 0 Ex:chirp 起始索引0、chirp 结束索引0、loops为128、帧数为无限、帧周期为50ms、软件触发、帧触发延迟为0 |
| lowPower 0 1 Ex:Adc模式为低功耗 |
| sensorStart |

* + 1. ADC数据采集



ADCBuf是在DSS程序中进行的配置，因为它是C674x的外设。内存大小为32KB，如下图：



ADCBuf驱动的配置以及启用：

1. 调用ADCBuf驱动
2. 对adcBufParams进行赋值，完成参数初始化
3. 开启天线接收并讲接受的数据储存（32KB ADC Buffer）
   * 1. 一维FFT
4. 一维FFT处理流程

RangeProcDSP 有 3 个处理阶段：

1.通过dataIn EDMA通道引入ADC数据

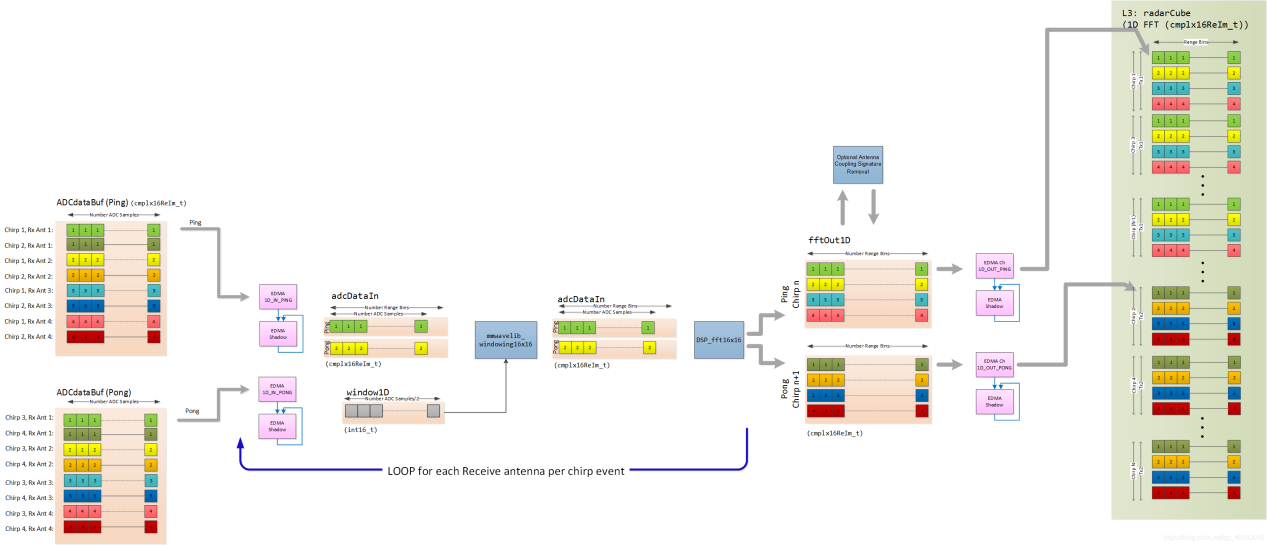
2.使用 DSPlib/mmwavelib 进行 FFT 处理

3.通过 dataOut EDMA 通道将 FFT 结果传输到雷达立方体

使用案例:

无论 TX 天线的数量如何，距离 FFT 都需要 2 个输入 EDMA 通道和 2 个输出 EDMA 通道才能以Ping Pang方式工作。

Ping 输入通道将数据带入本地内存“adcDataIn”的 Ping 区域，pong 通道将数据带入 pong 区域。 FFT 后，对于 2 TX 天线，本地存储器“fftout1D”中的 ping 结果被复制到雷达立方体中的 TX1 区域。 Pong 结果被复制到雷达立方体中的 TX2 区域。

对于 3 TX 天线，ping 总是处理奇数 chirp 数据，pong 总是处理偶数 chirp 数据。 距离 FFT 结果以下列格式复制到雷达立方体： 

* + 1. 二维FFT



1. 二维FFT处理流程

如上图，二维FFT模块的输入为一维FFT的结果，输出为二维FFT的结果。二维FFT主要做速度维的傅里叶变换。首先读取一维FFT的结果，将数据转置为速度维数据存储在一起的格式，之后进行相应点数的FFT操作，最终得到二维FFT的结果并输出到L3中存储。

* + 1. 二维幅值矩阵



1. 二维幅值矩阵计算流程

如上图，二维幅值矩阵的输入值为单个接收通道的二维FFT的结果，输出为单通道的二维幅值矩阵。其中只计算单个通道的二维幅值，最终得出单通道的二维幅值矩阵用以速度解模糊使用。

1. 功能函数详述
   1. 配置ADCBUF驱动程序的函数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能名称 | MmwDemo\_dssDataPathConfigAdcBuf() | | | |
| 输入 | ADCBuf的数据格式 | 当前ADCBuf的格式 | 精度 | 1 |
| 值域 |  |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 使能Rx channels | 开启Rx天线 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2100\_0000 – 0x2100\_7FFC |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 设置ping/pang阈值 | 缓存大小 | 精度 |  |
| 解释 |  | ADC数据采集函数 | | |

* 1. 一维FFT功能函数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能名称 | MmwDemo\_processChirp() | | | |
| 输入 | 原始数据地址 | MMIC采样通过总线传输到SRAM（ADC data Buffer）的地址 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2100\_0000 – 0x2100\_7FFC |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 发射通道1的chirps数据处理地址 | 发射通道1的原始数据通过ping pang缓存EDMA数据传输在SRAM(L2)中经过一维FFT计算 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x007E\_0000 – 0x0081\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 帧类型 | 当前帧的制式 | 精度 |  |
| 值域 |  |
| 分辨率 |  |
| 输入 | 波形类型 | 波形的用途 | 精度 |  |
| 值域 |  |
| 分辨率 |  |
| 输出 | 一维FFT结果 | 一维FFT结果地址（L3） | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2000\_0000-0x201F\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 解释 | 一维FFT功能函数 | | | |

* 1. 二维FFT功能函数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能名称 | MmwDemo\_interFrameProcessing | | | |
| 输入 | 一维FFT数据地址 | 一维FFT数据结果在SRAM(L3)中的存放地址 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2000\_0000-0x201F\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 二维FFT数据地址 | 一维FFT结果经过二维FFT计算得到的结果在SRAM(L3)中的地址 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2000\_0000-0x201F\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 帧类型 | 当前帧的制式 | 精度 |  |
| 值域 |  |
| 分辨率 |  |
| 输入 | 波形类型 | 波形的用途 | 精度 |  |
| 值域 | t |
| 分辨率 |  |
| 输出 | 二维FFT结果 | 对一维FFT结果进行处理之后的二维FFT结果 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0 -- 65535 |
| 分辨率 | 1 |
| 解释 | 二维FFT功能函数 | | | |

* 1. 二维幅值矩阵功能函数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能名称 | AoaDspDopplerMagnitudeCalculate | | | |
| 输入 | 二维FFT结果地址 | 二维FFT结果的SRAM（L3）地址 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2000\_0000-0x201F\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 幅值矩阵地址 | 对多通道的二维FFT进行非相参累积之后得到的幅值矩阵在SRAM中的存储地址 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0x2000\_0000-0x201F\_FFFF |
| 分辨率 | 1 |
| 输入 | 帧类型 | 当前帧的制式 | 精度 |  |
| 值域 | teMrModeFrame,  teSrModeFrame |
| 分辨率 |  |
| 输入 | 波形类型 | 波形的用途 | 精度 |  |
| 值域 | teReferenceChirp,  teBaseChirp |
| 分辨率 |  |
| 输出 | 二维幅值矩阵结果 | 对二维FFT结果进行处理之后的二维幅值矩阵结果 | 精度 | 1 |
| 值域 | 0 -- 65535 |
| 分辨率 | 1 |
| 解释 | 幅值计算函数 | | | |