

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



● 实验原理基础

- ✓ 多普勒频率
- ✓ 慢时间域快时间域
- ✓ 动目标显示 (MTI)

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



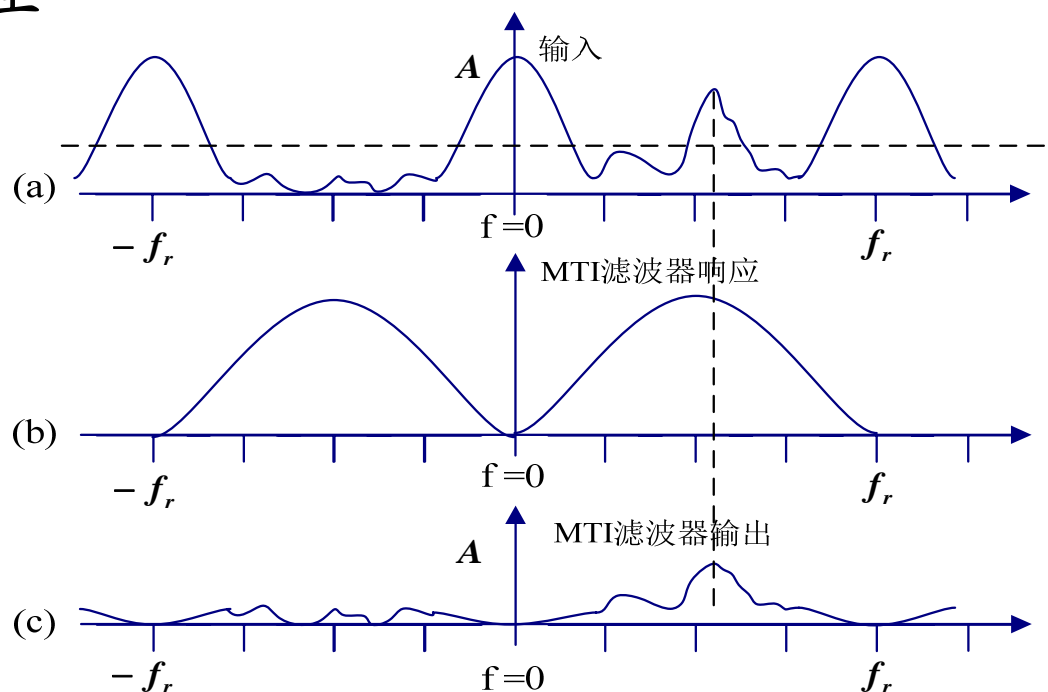
MTI原理

1. 多普勒频移可以分辨运动目标和固定目标
2. MTI主要是对固定地杂波进行抑制，提高信杂比
 - 从时延上来说，由于固定目标与雷达的距离始终是不变的，所以其回波相对于雷达发射脉冲的时延总是固定的
 - 从频率上来说，固定目标没有多普勒频移，而运动目标是具有多普勒频移的

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



MTI原理



- (a) 含有目标和杂波信息的雷达回波信号
(b) MTI滤波器的频率响应 (c) MTI滤波器的输出信号

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



● 实验步骤

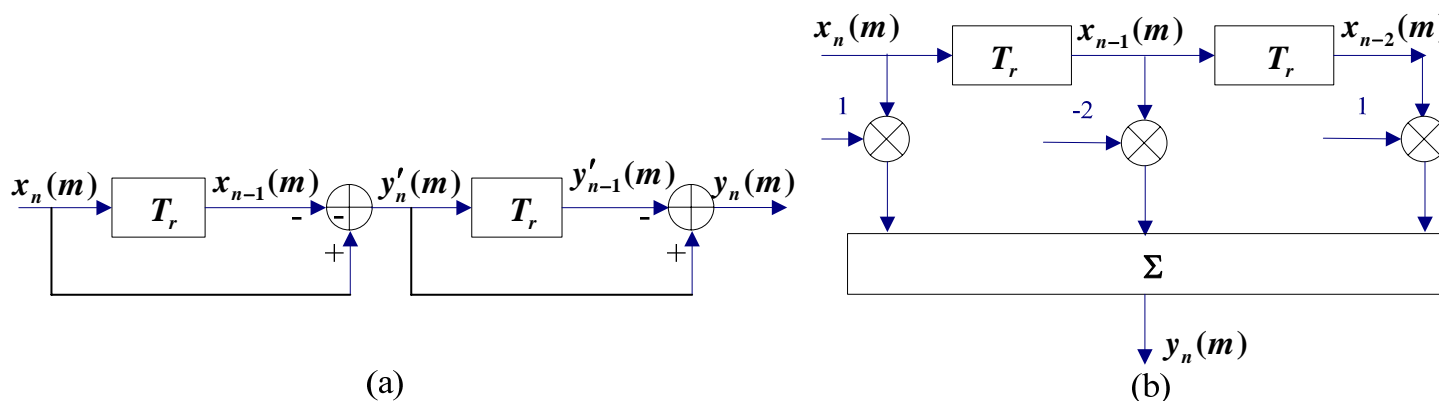
- ✓ 步骤1: 设计具体的MTI实现结构与系统工作参数
- ✓ 步骤2: 利用MATLAB进行MTI模块设计仿真与验证
- ✓ 步骤3: MTI (FPGA) 算法实现、测试与实验验证

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤1: MTI实现

1. MTI实现采用二次对消器，延迟时间为 T_r 的延迟单元和加法器组成
2. 二次对消器结构图

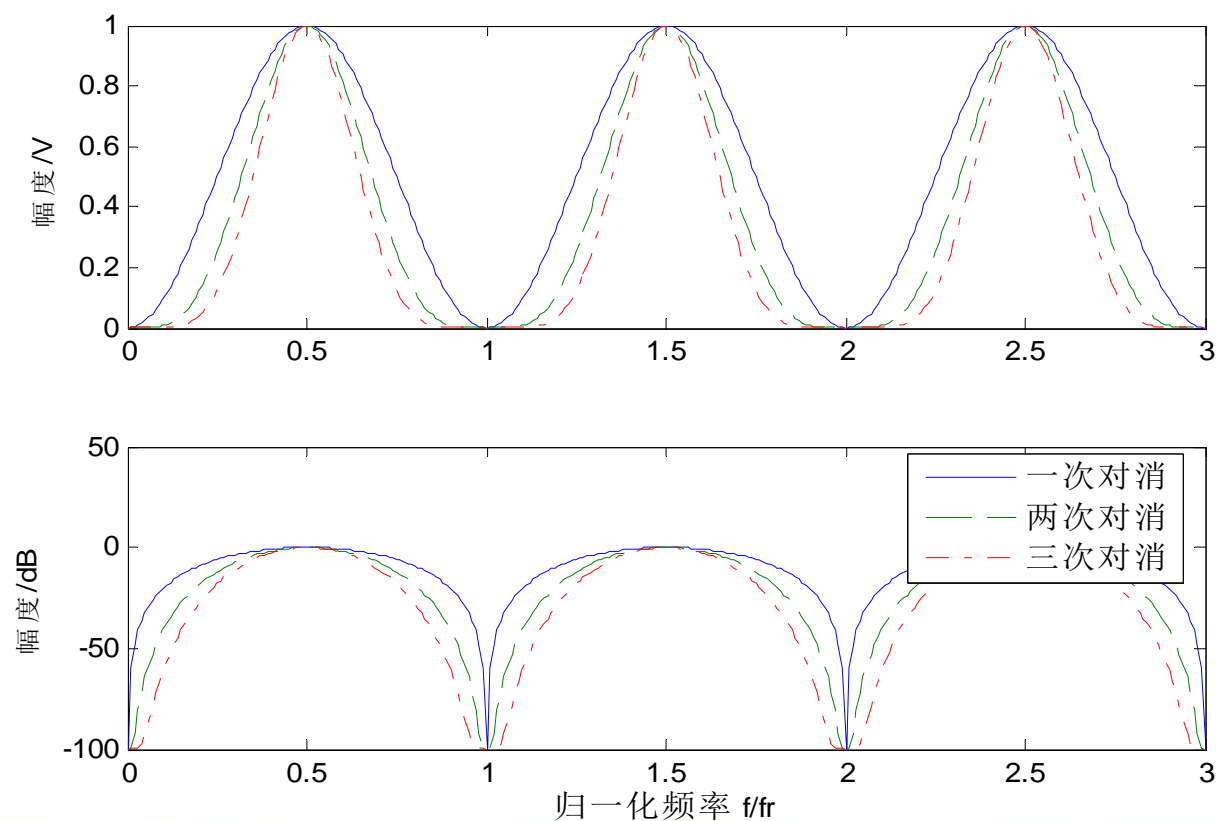


(a) 二次对消器 (b) 二次对消器的等效表示

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤1: MTI实现 对消器幅频图



实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤2: 利用MATLAB进行MTI模块设计仿真与验证

每一帧数据在慢时间域输入输出关系如下

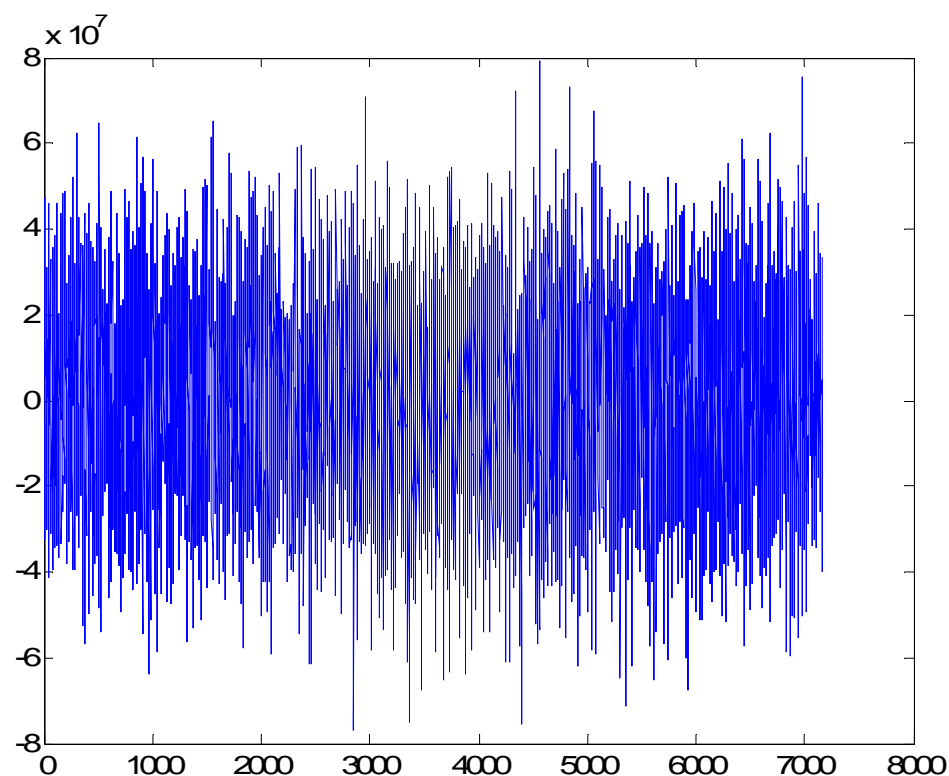
$$\begin{aligned}y_n(m) &= y_n'(m) - y_{n-1}'(m) \\&= x_n(m) - x_{n-1}(m) - x_{n-1}(m) + x_{n-2}(m) \\&= x_n(m) - 2x_{n-1}(m) + x_{n-2}(m)\end{aligned}$$

16个脉冲在二次对消之后还剩下14个脉冲的有效数据

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤2: 利用MATLAB进行MTI模块设计仿真与验证

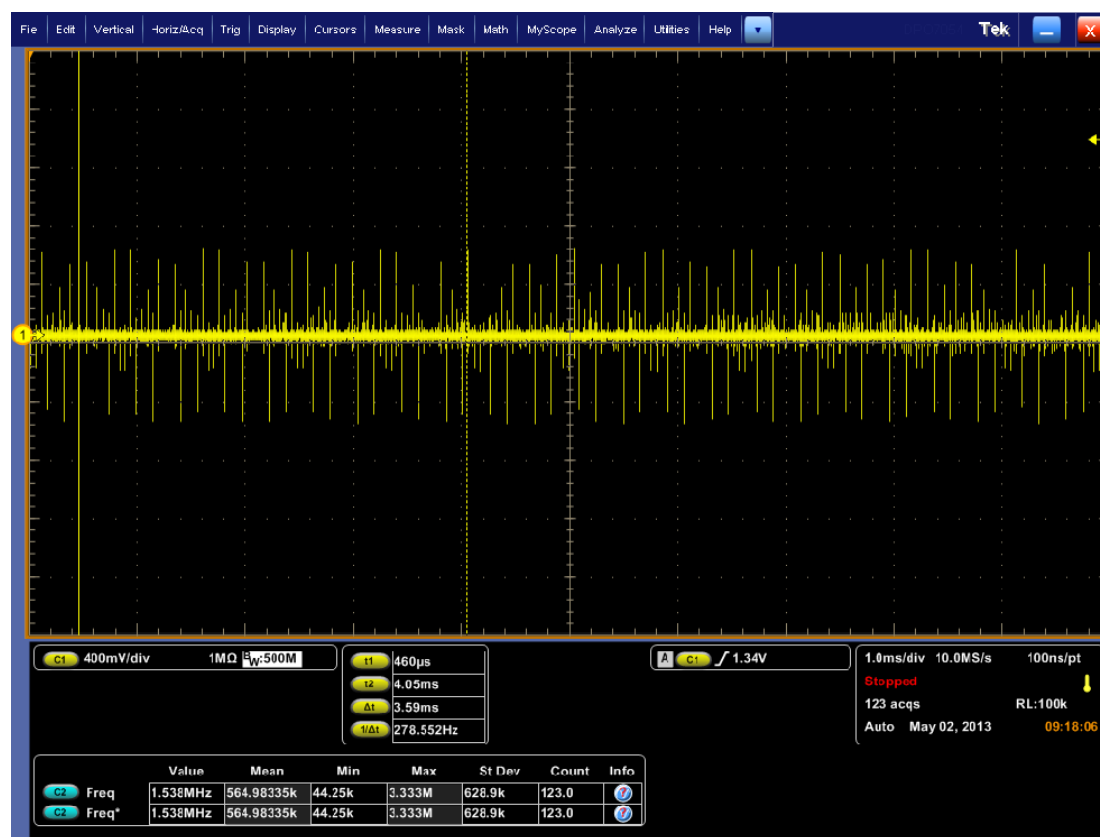


MTI后时域波形

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



✓ 步骤3: MTI (FPGA) 算法实现、测试与实验验证



PC脉冲压缩后得到的I路信号实测结果

实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



● 实验原理基础

✓ 恒虚警 (CFAR)

✓ 平均恒虚警 (CA-CFAR)

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



步骤1: CFAR原理

CFAR就是采用自适应门限代替固定的检测门限。
此自适应门限是随着被检测点的背景噪声、杂波和干扰的大小自适应地调整的。当背景噪声、杂波和干扰大时，自适应门限就调高，反之，自适应门限则调低，达到了保持虚警概率不变的目的。

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



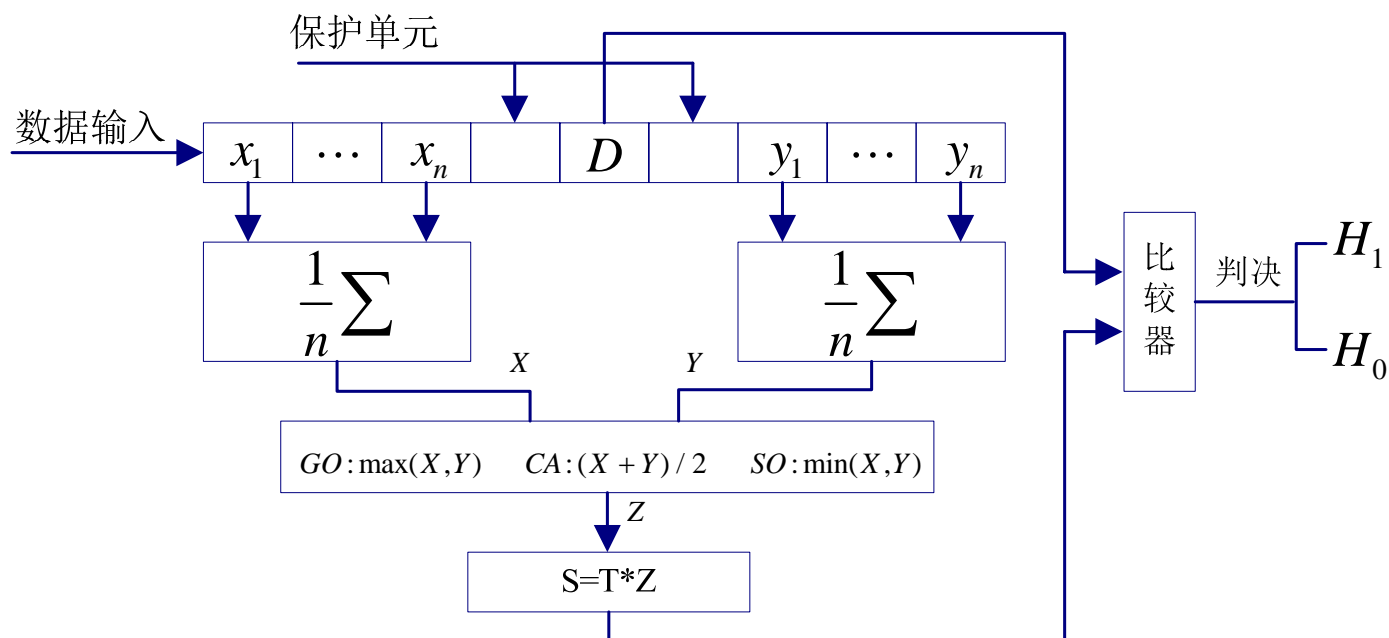
步骤1: CA-CFAR原理

由于杂波的分布特性，其一般只存在于一定的方位和距离范围内，所以在估计这些杂波功率平均值时，不能在多次扫描周期内进行，也不可能在一次扫描的全部距离单元内进行，而只能在检测点邻近距离单元进行。而利用邻近单元进行杂波均值的估计方式也有很多



实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)

步骤1: CA-CFAR原理



快门限均值类CFAR处理模型

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



● 实验步骤

- ✓ 步骤1: 设计具体的CFAR实现结构与系统工作参数
- ✓ 步骤2: 利用MATLAB进行CFAR模块设计仿真与验证
- ✓ 步骤3: CFAR (FPGA) 算法实现、测试与实验验证

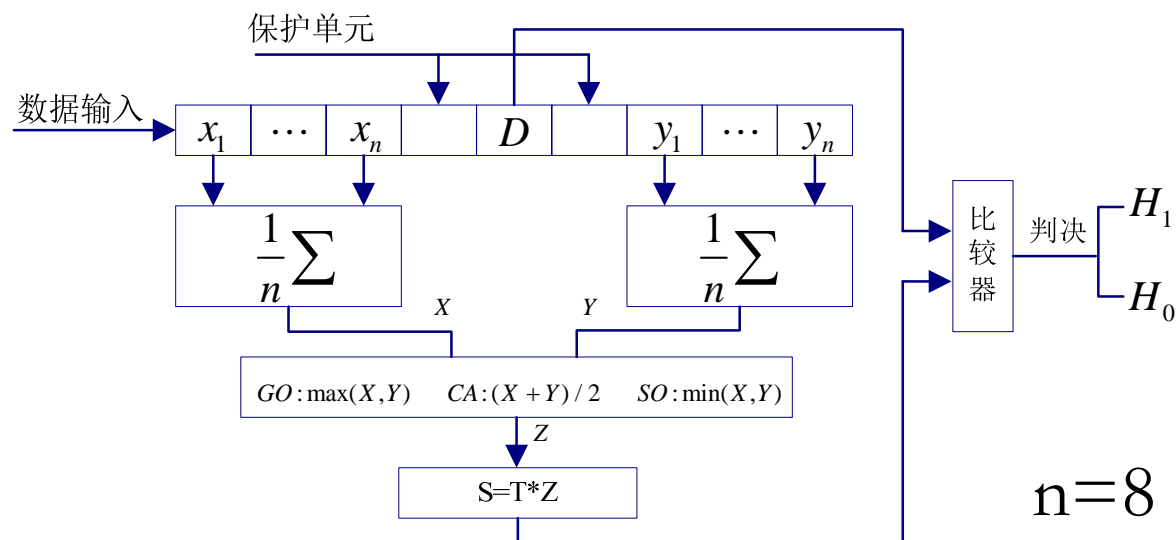
实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤1: CFAR实现

1. CFAR采用CA_CFAR结构

2. 例程采用左右各8个参考单元, 左右各3个保护单元



实验1. 动目标显示 (MTI) + 恒虚警检测 (CFAR)



步骤2: 利用MATLAB进行CA-CFAR模块设计仿真与验证

1. 判决门限根据目标与杂波的关系估计
2. 参考单元用来估计杂波, 保护单元用来防止目标能量泄露到邻近的参考单元
3. 输入信号为I、Q两路信号, 通过求幅再输入CFAR单元

实验1. 动目标显示 (MTI) +恒虚警检测 (CFAR)



步骤3: CA-CFAR (FPGA) 算法实现、测试与实验验证

- 1、例程中的功能模块通过调用IP核实现，包括整数浮点互换乘法、开方、排加、大小比较
- 2、除法通过移位实现