



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107688167 B

(45)授权公告日 2020.09.11

(21)申请号 201610627465.9

(22)申请日 2016.08.03

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107688167 A

(43)申请公布日 2018.02.13

(73)专利权人 北京遥感设备研究所

地址 100854 北京市海淀区北京142信箱
205分箱7号

(72)发明人 段云鹏

(74)专利代理机构 中国航天科工集团公司专利
中心 11024

代理人 岳洁菱 葛鹏

(51)Int.Cl.

G01S 7/41(2006.01)

(56)对比文件

CN 201226025 Y,2009.04.22

CN 103616687 A,2014.03.05

CN 102288941 A,2011.12.21

CN 102522689 A,2012.06.27

US 2008174475 A1,2008.07.24

US 2013170510 A1,2013.07.04

US 4333080 A,1982.06.01

US 4161732 A,1979.07.17

郭晓雪等.“基于伪自相关的侵彻数据处理
方法”.《探测与控制学报》.2012,第34卷(第6
期),

审查员 白璇

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包
络曲线生成方法

(57)摘要

本发明公开了一种多时宽线性调频脉冲压
缩信号幅度包络曲线生成方法,通过信号采样模
块、正交变换模块、时宽确定模块和幅度包络曲
线生成模块实现。信号采样模块对多时宽线性调
频脉冲信号进行采样,形成采样序列;中频正交
相干检波模块对采样序列进行奇偶抽取、低通滤
波和1/2抽取处理;幅度包络曲线生成模块确定
有效时宽,并对多时宽线性调频脉冲压缩信号的
幅度包络曲线进行生成。本发明解决了常用的信
号幅度包络曲线生成方法对多时宽线性调频脉
冲压缩信号幅度包络曲线生成时,步骤复杂的问
题。

1. 一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法,其特征在于具体步骤为:

第一步 搭建幅度包络曲线生成平台

幅度包络曲线生成平台,包括:信号采样模块、中频正交相干检波模块、时宽确定模块和幅度包络曲线生成模块;所述信号采样模块的功能为:对多时宽线性调频脉冲信号进行采样,形成采样序列;中频正交相干检波模块的功能为:对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和1/2抽取处理;幅度包络曲线生成模块的功能为:对多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线进行生成;

第二步 信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号进行采样,形成采样序列

信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号 $x(t)$ 采样,形成采样序列 $x(n)$,采样频率为 f_s , t 为时间参数, n 为时域点数索引值, $n=1,2,\dots,N$, N 为采样序列 $x(n)$ 的长度;多时宽线性脉冲信号 $x(t)$ 的调频带宽为 B ;

第三步 中频正交相干检波模块对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和1/2抽取处理

中频正交相干检波模块对采样序列 $x(n)$ 进行奇偶抽取,奇数点形成序列 $x_I(n)$,偶数点形成序列 $x_Q(n)$;将序列 $x_I(n)$ 通过低通滤波器 $h_1(n)$,并进行1/2抽取处理,得到序列 $x'_I(n)$;将序列 $x_Q(n)$ 通过低通滤波器 $h_2(n)$,并进行1/2抽取处理,得到序列 $x'_Q(n)$,其中 $h_1(n) = (-1)^k h(2k)$, $h_2(n) = (-1)^{k-1} h(2k+1)$, k 为低通滤波器系数索引, $h(n)$ 为FIR低通滤波器系数,低通滤波器按照等纹波准则设计;

第四步 幅度包络曲线生成模块生成多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线

幅度包络曲线生成模块将序列 $x'_I(n)$ 和序列 $x'_Q(n)$ 组合成复数形式: $x'_I(n) + jx'_Q(n)$,对 $x'_I(n) + jx'_Q(n)$ 取模: $|x'_I(n) + jx'_Q(n)|$,找到模值中的最大值 L ,确定 $|x'_I(n) + jx'_Q(n)| = 80\%L$ 所对应的索引值 n_1 和 n_2 ,求得有效时宽 $\tau = (n_2 - n_1) / f_s$,其中 $|\cdot|$ 表示复数取模运算;

幅度包络曲线生成模块使用时宽 τ 确定压缩比 D : $D = B \cdot \tau$;之后使用压缩比 D 生成多时

宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线 $u(t)$: $u(t) = \sqrt{D} \cdot \frac{\sin(\pi B t)}{\pi B t}$,以时间参数 t 为横坐

标,以幅度包络曲线 $u(t)$ 为纵坐标,逐点绘制多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线;至此,实现了多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线的生成。

一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种信号幅度包络曲线生成方法,特别是一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法。

背景技术

[0002] 雷达信号处理过程中,需要在多时宽线性调频脉冲信号的调频带宽已知、时宽未知的条件下,进行多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线的生成。线性调频(LFM)脉冲信号是指信号的频率在脉冲宽度内向上或者向下线性地扫描;线性调频(LFM)脉冲压缩信号是指线性调频脉冲信号经过脉冲压缩处理后所形成的信号。常用的线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法需要对多时宽线性调频脉冲信号采样,形成采样序列;之后对采样序列进行快速傅立叶变换(FFT)、LFM脉冲信号匹配滤波器快速傅立叶变换(FFT)、复数乘法和快速傅立叶逆变换(IFFT)等一系列处理,完成脉冲压缩,形成线性调频脉冲压缩信号;最后提取线性调频脉冲压缩信号的幅度信息,完成线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线的生成。此方法没有用到多时宽线性调频脉冲信号的匹配滤波器的频谱特性,因此复杂度增加。

发明内容

[0003] 本发明目的在于提供一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法,解决常用的信号幅度包络曲线生成方法对多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成时,步骤复杂的问题。

[0004] 一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法,其具体步骤为:

[0005] 第一步搭建幅度包络曲线生成平台

[0006] 幅度包络曲线生成平台,包括:信号采样模块、正交变换模块、时宽确定模块和幅度包络曲线生成模块。所述信号采样模块的功能为:对多时宽线性调频脉冲信号进行采样,形成采样序列;中频正交相干检波模块的功能为:对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和1/2抽取处理;幅度包络曲线生成模块的功能为:对多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线进行生成。

[0007] 第二步信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号进行采样,形成采样序列

[0008] 信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号 $x(t)$ 采样,形成采样序列 $x(n)$,采样频率为 f_s , t 为时间参数, n 为时域点数索引值, $n=1,2,\dots,N$, N 为采样序列 $x(n)$ 的长度;多时宽线性脉冲信号 $x(t)$ 的调频带宽为 B 。

[0009] 第三步中频正交相干检波模块对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和1/2抽取处理

[0010] 中频正交相干检波模块对采样序列 $x(n)$ 进行奇偶抽取,奇数点形成序列 $x_I(n)$,偶数点形成序列 $x_Q(n)$ 。将序列 $x_I(n)$ 通过低通滤波器 $h_1(n)$,并进行1/2抽取处理,得到序列 $x'_I(n)$;将序列 $x_Q(n)$ 通过低通滤波器 $h_2(n)$,并进行1/2抽取处理,得到序列 $x'_Q(n)$,其中 $h_1(n)$

$= (-1)^k h(2k)$, $h_2(n) = (-1)^{k-1} h(2k+1)$, k 为低通滤波器系数索引, $h(n)$ 为 FIR 低通滤波器系数, 低通滤波器按照等纹波准则设计。

[0011] 第四步幅度包络曲线生成模块生成多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线

[0012] 幅度包络曲线生成模块将序列 $x'_I(n)$ 和序列 $x'_Q(n)$ 组合成复数形式: $x'_I(n) + jx'_Q(n)$, 对 $x'_I(n) + jx'_Q(n)$ 取模: $|x'_I(n) + jx'_Q(n)|$, 找到模值中的最大值 L , 确定 $|x'_I(n) + jx'_Q(n)| = 80\%L$ 所对应的索引值 n_1 和 n_2 , 求得有效时宽 $\tau = (n_2 - n_1) / f_s$, 其中 $|\cdot|$ 表示复数取模运算。

[0013] 幅度包络曲线生成模块使用时宽 τ 确定压缩比 $D: D = B \cdot \tau$; 之后使用压缩比 D 生成

多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线 $u(t): u(t) = \sqrt{D} \cdot \frac{\sin(\pi B t)}{\pi B t}$, 以时间参数 t 为

横坐标, 以幅度包络曲线 $u(t)$ 为纵坐标, 逐点绘制多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线。

[0014] 至此, 实现了多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线的生成。

[0015] 本方法解决了常用的信号幅度包络曲线生成方法对多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成时, 步骤复杂的问题。经过各种试验验证, 认为此种方法有效、简易、可行。目前本方法已在样机产品中进行了试验, 试验过程中在多时宽线性调频脉冲信号调频带宽已知、时宽未知的条件下, 能够生成出多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线, 所生成的幅度包络曲线精度满足使用要求。

具体实施方式

[0016] 一种多时宽线性调频脉冲压缩信号幅度包络曲线生成方法, 其具体步骤为:

[0017] 第一步搭建幅度包络曲线生成平台

[0018] 幅度包络曲线生成平台, 包括: 信号采样模块、正交变换模块、时宽确定模块和幅度包络曲线生成模块。所述信号采样模块的功能为: 对多时宽线性调频脉冲信号进行采样, 形成采样序列; 中频正交相干检波模块的功能为: 对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和 1/2 抽取处理; 幅度包络曲线生成模块的功能为: 对多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线进行生成。

[0019] 第二步信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号进行采样, 形成采样序列

[0020] 信号采样模块对多时宽线性调频脉冲信号 $x(t)$ 采样, 形成采样序列 $x(n)$, 采样频率为 f_s , t 为时间参数, n 为时域点数索引值, $n = 1, 2, \dots, N$, N 为采样序列 $x(n)$ 的长度; 多时宽线性脉冲信号 $x(t)$ 的调频带宽为 B 。

[0021] 第三步中频正交相干检波模块对采样序列进行奇偶抽取、低通滤波和 1/2 抽取处理

[0022] 中频正交相干检波模块对采样序列 $x(n)$ 进行奇偶抽取, 奇数点形成序列 $x_I(n)$, 偶数点形成序列 $x_Q(n)$ 。将序列 $x_I(n)$ 通过低通滤波器 $h_1(n)$, 并进行 1/2 抽取处理, 得到序列 $x'_I(n)$; 将序列 $x_Q(n)$ 通过低通滤波器 $h_2(n)$, 并进行 1/2 抽取处理, 得到序列 $x'_Q(n)$, 其中 $h_1(n) = (-1)^k h(2k)$, $h_2(n) = (-1)^{k-1} h(2k+1)$, k 为低通滤波器系数索引, $h(n)$ 为 FIR 低通滤波器系数, 低通滤波器按照等纹波准则设计。

[0023] 第四步幅度包络曲线生成模块生成多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线

[0024] 幅度包络曲线生成模块将序列 $x'_I(n)$ 和序列 $x'_Q(n)$ 组合成复数形式： $x'_I(n) + jx'_Q(n)$ ，对 $x'_I(n) + jx'_Q(n)$ 取模： $|x'_I(n) + jx'_Q(n)|$ ，找到模值中的最大值 L ，确定 $|x'_I(n) + jx'_Q(n)| = 80\%L$ 所对应的索引值 n_1 和 n_2 ，求得有效时宽 $\tau = (n_2 - n_1) / f_s$ ，其中 $|\cdot|$ 表示复数取模运算。

[0025] 幅度包络曲线生成模块使用时宽 τ 确定压缩比 D ： $D = B \cdot \tau$ ；之后使用压缩比 D 生成多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线 $u(t)$ ： $u(t) = \sqrt{D} \cdot \frac{\sin(\pi B t)}{\pi B t}$ ，以时间参数 t 为

横坐标，以幅度包络曲线 $u(t)$ 为纵坐标，逐点绘制多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线。

[0026] 至此，实现了多时宽线性调频脉冲压缩信号的幅度包络曲线的生成。