



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110830077 B

(45) 授权公告日 2021.07.13

(21) 申请号 201910913971.8

(22) 申请日 2019.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110830077 A

(43) 申请公布日 2020.02.21

(73) 专利权人 西安空间无线电技术研究所
地址 710100 陕西省西安市西街150号

(72) 发明人 蒙艳松 朱向鹏 王延光 王登峰
张中英 踪念科

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 张辉

(51) Int. Cl.

H04B 1/7075 (2011.01)

H04B 1/16 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2008180321 A1, 2008.07.31

CN 105553507 A, 2016.05.04

CN 109617569 A, 2019.04.12

审查员 王静

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法

(57) 摘要

一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,用于解决报文通信用户使用特殊伪码进行信号调制的捕获问题。该方法首先进行零中频数据与伪码的采集,然后将零中频数据与伪码进行划分块处理,利用双块拓展方法完成零中频数据块与伪码块的拓展;根据零中频数据与主扩频伪码相关计算结果的排列规律,完成相位并行搜索与频率并行搜索,进而完成所有伪码相位的捕获。本发明捕获方法极大地缩短了捕获的搜索时间,同时捕获性能优异,使这种特殊的伪码结构能够应用于实际工程。



1. 一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 零中频数据与伪码采集

根据捕获开始标识产生采集起始时刻,以2倍的伪码速率完成对零中频数据与伪码的采集,采集结束后,生成采集结束标识;所述伪码为主扩频码,采集的零中频数据存储在数据区,采集的伪码存储在伪码区,采集起始时刻对应零中频数据第S个主扩频码;

(2) 双块拓展

采集结束后,根据零中频数据在数据区存储的位置以及伪码在伪码区存储的位置,将零中频数据与伪码进行划分块处理,根据双块拓展方法,完成零中频数据块与伪码块的拓展;其中零中频数据与伪码划分的块数相同;

对伪码进行划分块处理的方法如下:

设主扩频码用s表示,一个主扩频码周期包含Q个码片,以2倍的伪码速率完成采集后共得到2Q个半码片,组成一个伪码块;

各个伪码块的取值相同,令 $s_k(i)$ 表示第k个伪码块内第i个半码片,则:

$$s_k(i) = s(i) \quad 1 \leq i \leq 2Q$$

其中s(i)表示任意一个伪码块的第i个半码片;

对零中频数据进行划分块处理的方法如下:

一个零中频数据块的长度与一个伪码块的长度相同,包含2Q个采样数据,在T毫秒采集时间内,采集得到的零中频数据用r表示,d表示主扩频码插入副扩频码的公差数, $r_k(i)$ 表示第k个零中频数据块内第i个数据,则

$$r_k(i) = r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i) \quad 1 \leq i \leq 2Q;$$

按照如下方法完成伪码块的拓展:

伪码块拓展后的长度为8Q, $s'_k(i)$ 表示 $s_k(i)$ 拓展后的伪码块,拓展方法如下所示:

$$s'_k(i) = \begin{cases} s_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ 0, & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

$s_k(i)$ 为第k个伪码块内第i个半码片;

按照如下方法完成零中频数据块的拓展:

零中频数据块拓展后的长度为8Q, $r'_k(i)$ 表示 $r_k(i)$ 拓展后的零中频数据块,拓展方法如下所示:

$$r'_k(i) = \begin{cases} r_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i), & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

$r_k(i)$ 为第k个零中频数据块内的第i个数据;

(3) 相位并行搜索

对拓展后的每块零中频数据和每块伪码进行FFT运算,将第k块零中频数据与第k块伪码的FFT运算结果进行共轭相乘运算,然后对运算结果进行IFFT运算,得到零中频数据与伪码的相关计算结果,存储在搜索区中; $k=1,2,\dots,K$,K为步骤(2)中零中频数据或伪码的划分块数;

(4) 频率并行搜索

根据零中频数据与伪码的相关计算结果在搜索区中的排列规律,获取相同伪码相位计

算的相关结果进行FFT运算,完成每一个伪码相位对应的频率搜索;

(5) 捕获判决

根据步骤(4)中FFT运算输出的结果,进行能量计算,同时计算噪声的功率,根据捕获检测概率与虚警概率,设定检测门限,完成所有伪码相位的捕获判决。

2. 根据权利要求1所述的一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,所述步骤(1)中,设零中频数据采集时间为T毫秒,则:

设原始的零中频数据共包含X1个主扩频码,T毫秒共采集到X2个主扩频码,则 $X2 < X1$;

伪码采集时间根据伪码的周期决定,如果伪码周期长度大于T毫秒,伪码采集时间等于T毫秒;如果伪码周期长度小于等于T毫秒,伪码采集时间等于一个主扩频码周期长度。

3. 根据权利要求1所述的一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,所述步骤(4)中,对每一个伪码相位对应的频率进行搜索的实现方法如下:

采集的零中频数据共包含X2个主扩频码,由于采集起始时刻对应零中频数据第S个主扩频码,根据零中频数据与伪码的相关计算结果在搜索区中的排列规律,相同伪码相位计算得到的相关值依次向后移动 $2*d*S$ 个相位;

对采集时间对应的原始数据任何一个主扩频周期进行遍历搜索,挑选出相同伪码相位计算得到的相关值,然后进行FFT计算,完成每一个伪码相位对应的频率搜索;其中相同伪码相位计算得到的相关值共有X2个,与主扩频码个数相同。

4. 根据权利要求3所述的一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,FFT计算点数满足 2^n ,n为整数,满足 $2^n - X2 \geq 0$ 且取最小值,如果X2小于 2^n ,在相同伪码相位计算得到的相关值后,添加 $2^n - X2$ 个零进行FFT计算;如果X2等于 2^n ,直接进行FFT计算。

5. 根据权利要求1所述的一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,所述步骤(5)中根据FFT运算输出的结果行能量计算的实现方式如下:

根据FFT运算输出的同向分量与正交分量,计算捕获检测量I:

$$I = IP_i^2 + QP_i^2$$

其中, IP_i 为FFT运算输出的第i个同向分量, QP_i 为FFT运算输出的第i个正交分量;

在仅有噪声存在下,根据捕获检测量I计算得到噪声方差 σ_n^2 ,则仅有噪声时,捕获检测量I符合标准的中心 χ^2 分布;若信号存在,则捕获检测量I服从非中心 χ^2 分布,非中心 χ^2 分布的参数 $\lambda = 2X*snr$,X等于1,snr为相干累加后的信噪比。

6. 根据权利要求5所述的一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,其特征在于,所述步骤(5)中,检测门限 V_t 计算如下:

$$V_t^2 = \sigma_n^2 * (-2 \ln P_{fa})$$

P_{fa} 为虚警概率。

一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,属于扩频通信技术领域。

背景技术

[0002] 报文通信接收机的信号格式为短突发模式,信号持续时间长短可变。该信号由同步头,勤务段与数据段构成。同步头由周期短码组成,不进行数据调制,用于报文通信接收机捕获信号。报文通信接收机接收各个终端发送的报文通信信号,其中各个用户同步头部分均由相同的周期短码组成。当多个报文通信用户同时发送入站信号时,存在用户碰撞的问题,同时用户间多址抑制能力有限。针对该问题,设计了一种新的伪码。该伪码设计基于两个周期较短的扩频码实现,分别称为主扩频码和副扩频码。

[0003] 周期性重复主扩频码,通过在每个主扩频码周期后插入不等长的副扩频码,构成特殊的伪码结构。与恒周期重复码不同,在每个主扩频码周期后插入了若干个码片的副扩频码序列,通过合理设计每个周期后插入的扩频码码片数,可以有效地破坏同步头的周期性,从而降低不同用户同时入站碰撞的概率,具体插入方式见图1所示。

[0004] 在报文通信信号特殊伪码结构设计中,共包含 $X1$ 个周期的主扩频伪码,主扩频码间插入副扩频码的个数满足等差数列的关系,公差数为 d 。这种伪码结构设计可以解决多用户同时入站的碰撞问题,同时改善多用户间干扰抑制能力。但是,对于报文通信接收机来说,新的伪码结构破坏了周期伪码的特性,给捕获系统的设计提出新的要求。现有的捕获方法不适用特殊伪码结构的捕获。

发明内容

[0005] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,实现特殊伪码结构的调制信号快速捕获,任何时刻入站信号的捕获概率均大于99%,且捕获时间较短。

[0006] 本发明的技术解决方案是:

[0007] 一种改善多路突发信号接收性能的快速捕获方法,包括如下步骤:

[0008] (1) 零中频数据与伪码采集

[0009] 根据捕获开始标识产生采集起始时刻,以2倍的伪码速率完成对零中频数据与伪码的采集,采集结束后,生成采集结束标识;所述伪码为主扩频码,采集的零中频数据存储在数据区,采集的伪码存储在伪码区,采集起始时刻对应零中频数据第 S 个主扩频码;

[0010] (2) 双块拓展

[0011] 采集结束后,根据零中频数据在数据区存储的位置以及伪码在伪码区存储的位置,将零中频数据与伪码进行划分块处理,根据双块拓展方法,完成零中频数据块与伪码块的拓展;其中零中频数据与伪码划分的块数相同;

[0012] (3) 相位并行搜索

[0013] 对拓展后的每块零中频数据和每块伪码进行FFT运算,将第k块零中频数据与第k块伪码的FFT运算结果进行共轭相乘运算,然后对运算结果进行IFFT运算,得到零中频数据与伪码的相关计算结果,存储在搜索区中; $k=1,2,\dots,K$,K为步骤(2)中零中频数据或伪码的划分块数;

[0014] (4) 频率并行搜索

[0015] 根据零中频数据与伪码的相关计算结果在搜索区中的排列规律,获取相同伪码相位计算的相关结果进行FFT运算,完成每一个伪码相位对应的频率搜索;

[0016] (5) 捕获判决

[0017] 根据步骤(4)中FFT运算输出的结果,进行能量计算,同时计算噪声的功率,根据捕获检测概率与虚警概率,设定检测门限,完成所有伪码相位的捕获判决。

[0018] 所述步骤(1)中,设零中频数据采集时间为T毫秒,则:

[0019] 设原始的零中频数据共包含X1个主扩频码,T毫秒共采集到X2个主扩频码,则 $X2 < X1$;

[0020] 伪码采集时间根据伪码的周期决定,如果伪码周期长度大于T毫秒,伪码采集时间等于T毫秒;如果伪码周期长度小于等于T毫秒,伪码采集时间等于一个主扩频码周期长度。

[0021] 所述步骤(2)中,对伪码进行划分块处理的方法如下:

[0022] 设主扩频码用s表示,一个主扩频码周期包含Q个码片,以2倍的伪码速率完成采集后共得到2Q个半码片,组成一个伪码块;

[0023] 各个伪码块的取值相同,令 $s_k(i)$ 表示第k个伪码块内第i个半码片,则:

[0024] $s_k(i) = s(i) \quad 1 \leq i \leq 2Q$

[0025] 其中s(i)表示任意一个伪码块的第i个半码片。

[0026] 所述步骤(2)中,对零中频数据进行划分块处理的方法如下:

[0027] 一个零中频数据块的长度与一个伪码块的长度相同,包含2Q个采样数据,在T毫秒采集时间内,采集得到的零中频数据用r表示,d表示主扩频码插入副扩频码的公差数, $r_k(i)$ 表示第k个零中频数据块内第i个数据,则

[0028] $r_k(i) = r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i) \quad 1 \leq i \leq 2Q$ 。

[0029] 所述步骤(2)中,按照如下方法完成伪码块的拓展:

[0030] 伪码块拓展后的长度为8Q, $s'_k(i)$ 表示 $s_k(i)$ 拓展后的伪码块,拓展方法如下所示:

[0031]
$$s'_k(i) = \begin{cases} s_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ 0, & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

[0032] $s_k(i)$ 为第k个伪码块内第i个半码片。

[0033] 所述步骤(2)中,按照如下方法完成零中频数据块的拓展:

[0034] 零中频数据块拓展后的长度为8Q, $r'_k(i)$ 表示 $r_k(i)$ 拓展后的零中频数据块,拓展方法如下所示:

[0035]
$$r'_k(i) = \begin{cases} r_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i), & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

[0036] $r_k(i)$ 为第k个零中频数据块内的第i个数据。

[0037] 所述步骤(4)中,对每一个伪码相位对应的频率进行搜索的实现方法如下:

[0038] 采集的零中频数据共包含X2个主扩频码,由于采集起始时刻对应零中频数据第S个主扩频码,根据零中频数据与伪码的相关计算结果在搜索区中的排列规律,相同伪码相位计算得到的相关值依次向后移动2*d*S个相位;

[0039] 对采集时间对应的原始数据任何一个主扩频周期进行遍历搜索,挑选出相同伪码相位计算得到的相关值,然后进行FFT计算,完成每一个伪码相位对应的频率搜索;其中相同伪码相位计算得到的相关值共有X2个,与主扩频码个数相同。

[0040] FFT计算点数最好满足2的n次方,n为整数,满足 $2^n - X2 \geq 0$ 且取最小值,如果X2小于 2^n ,在相同伪码相位计算得到的相关值后,添加 $2^n - X2$ 个零进行FFT计算;如果X2等于 2^n ,直接进行FFT计算。

[0041] 所述步骤(5)中根据FFT运算输出的结果行能量计算的实现方式如下:

[0042] 根据FFT运算输出的同向分量与正交分量,计算捕获检测量I:

$$[0043] \quad I = IP_i^2 + QP_i^2$$

[0044] 其中, IP_i 为FFT运算输出的第i个同向分量, QP_i 为FFT运算输出的第i个正交分量;

[0045] 在仅有噪声存在下,根据捕获检测量I计算得到噪声方差 σ_n^2 ,则仅有噪声时,捕获检测量I符合标准的中心 χ^2 分布;若信号存在,则捕获检测量I服从非中心 χ^2 分布,非中心 χ^2 分布的参数 $\lambda = 2X * \text{snr}$,X等于1,snr为相干累加后的信噪比。

[0046] 所述步骤(5)中,检测门限 V_t 计算如下:

$$[0047] \quad V_t^2 = \sigma_n^2 * (-2 \ln P_{fa})$$

[0048] P_{fa} 为虚警概率。

[0049] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0050] (1)针对特殊的伪码结构,采用主扩频信号进行能量的累加,丢弃副扩频码的信号能量;根据在主扩频码插入副扩频码的规律,对零中频数据完成块的划分,该划分利用主扩频码插入的副扩频码的特征,且采样速率是伪码速率的两倍,划分的零中频数据块的起始时刻顺次向后进行偏移,这种划分方法为后续FFT快速计算提供了条件。

[0051] (2)对零中频数据块与伪码块进行双块拓展运算,这种拓展运算方式保证了零中频数据与伪码进行FFT快速计算的正确性,可以迅速完成伪码相位的并行搜索。

[0052] (3)针对特殊伪码结构的捕获方法,每次计算的相同码相位对应的相关值的位置是变化,且这种变换满足一定的规律。捕获数据采集的起始时刻位于第S个主扩频伪码区间,计算零中频数据与相同伪码相位的相关值依次向后移动2*d*S的相位。根据这种排列规律,读取相同伪码相位计算的相关结果进行FFT运算,完成每一个伪码相位对应的频率搜索。频率的并行搜索大量节约了串行搜索的捕获计算时间。

附图说明

[0053] 图1为特殊结构伪码结构设计;

[0054] 图2为特殊结构伪码结构构成;

[0055] 图3为本发明流程图;

- [0056] 图4报文通信信号特殊结构伪码序列；
 [0057] 图5零中频数据块的划分；
 [0058] 图6进行扩展后的零中频数据块；
 [0059] 图7进行扩展后的伪码块。

具体实施方式

[0060] 多个报文通信用户同时发送入站信号时,存在用户碰撞的问题,且用户间多址抑制能力有限,使用图2所示的扩频码可以解决上述问题。该伪码设计基于两个周期较短的扩频码实现,分别称为主扩频码和副扩频码。周期性重复主扩频码,通过在每个主扩频码周期后插入不等长的副扩频码,构成特殊的伪码结构。每个报文通信用户用这种特殊的伪码调制同步头信息进行入站,该同步头包含X1个主扩频码,一个主扩频码周期包含Q个码片,d表示主扩频码插入副扩频码的公差数。报文通信接收机接收报文通信用户的入站信息,通过同步头进行信号捕获。报文通信接收机接收的中频信号通过AD采样后输入至数字下变频模块,进行数字下变频,得到零中频数据送至低通滤波器,该零中频数据仅包含多普勒信息。

[0061] 本发明即是对通过低通滤波处理后的零中频数据进行捕获计算,捕获计算核心要解决同步头伪码插入副扩频码破坏伪码周期性的问题,设计新的捕获方法进行报文通信信号的捕获,从而改善报文通信接收机接收多路突发信号的性能。

[0062] 报文通信接收机接收采样的单路中频信号为:

$$[0063] \quad R(t_j) = AC((t_j - \tau) (1 + \frac{f_d}{f_{L1}})) \cos(2\pi(f_{IF} + f_d)t_j + \varphi) + n(t_j)$$

[0064] 上式中, t_j 为第j个采样时刻,本地接收信号的采样速率为伪码速率的两倍; τ 为信号到达报文通信接收机的时延;A为信号幅度, f_{L1} 为射频载波频率, f_d 为多普勒频移, f_{IF} 为中频载波频率, φ 为初始相位,C(t)为伪码, $n(t_j)$ 为第j个采样时刻的加性高斯白噪声。

[0065] 将中频信号进行数字下变频,得到零中频数据送至低通滤波器,最终得到可以用于捕获的零中频数据,原始的零中频数据共包含X1个主扩频码,采集后的零中频数据用r(x)表示,该零中频数据仅包含多普勒信息,x表示采集的第x个数据。

[0066] 针对这种特殊伪码结构,设计的快速捕获方法如图3所示,步骤如下:

[0067] (1) 零中频数据与伪码采集:根据捕获开始标识产生采样起始时刻,以2倍的伪码速率完成对零中频数据与伪码的采集,此处的伪码为主扩频码,用于接收信号的捕获计算;采集起始时刻对应零中频数据第S个主扩频码。

[0068] 根据捕获开始标识产生采集起始时刻,没有时间基准,产生的时刻是随机的,零中频数据共包含X1个主扩频码,采集结果存储分别存储在数据区与伪码区中,每个区存储地址对应一个采集结果,设零中频数据采集时间为T毫秒,共包含X2个主扩频码, $X2 < X1$;伪码采集时间根据伪码的周期决定,如果伪码周期长度大于T毫秒,伪码采集时间等于T毫秒;如果伪码周期长度小于等于T毫秒,伪码采集时间等于一个主扩频码周期长度;零中频数据与伪码采集结束后,生成采集结束标识。

[0069] (2) 双块拓展:根据零中频数据在数据区存储的位置以及伪码在伪码区存储的位置,将零中频数据与伪码进行划分块处理,其中零中频数据与伪码划分的块数相同,零中频数据块与伪码块组成双块;根据双块拓展的方法,完成零中频数据块与伪码块的划分与拓

展；

[0070] 主扩频码用 s 表示，一个主扩频码周期为 Q 个码片，以2倍的伪码速率完成采集后共 $2Q$ 个半码片，组成一个伪码块， $s(i)$ 表示一个伪码块的第 i 的半码片， k 表示伪码块的块号， $s_k(i)$ 表示第 k 个伪码块内第 i 个半码片，所有的伪码块取值相同，用如下公式表示：

$$[0071] \quad s_k(i) = s(i) \quad 1 \leq i \leq 2Q$$

[0072] 一个零中频数据块的长度与一个伪码块的长度相同，包含 $2Q$ 个采样数据，在 T 毫秒时间内，采集得到的零中频数据用 r 表示， $r(x)$ 表示第 x 个零中频数据； k 表示零中频数据块的块号； d 表示主扩频码插入副扩频码的公差数， $r_k(i)$ 表示第 k 个零中频数据块内第 i 个数据，用 $2Qk - 2Q - 2d + kd + i$ 计算得到零中频数据的位置，可用如下公式表示：

$$[0073] \quad r_k(i) = r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i) \quad 1 \leq i \leq 2Q$$

[0074] $k = 1, 2, \dots, K$, K 为零中频数据或伪码的划分块总数。

[0075] 零中频数据块与伪码块进行双块拓展后的长度为 $8Q$ ， $s'_k(i)$ 表示 $s_k(i)$ 拓展后的伪码块，拓展方法如公式所示：

$$[0076] \quad s'_k(i) = \begin{cases} s_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ 0, & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

[0077] $r'_k(i)$ 表示 $r_k(i)$ 拓展后的零中频数据块，拓展方法如公式所示

$$[0078] \quad r'_k(i) = \begin{cases} r_k(i), & 1 \leq i \leq 2Q \\ r(2Qk - 2Q - 2d + kd + i), & 2Q + 1 \leq i \leq 8Q \end{cases}$$

[0079] (3) 相位并行搜索：对拓展后的每块零中频数据和每块伪码分别进行FFT运算，将第 k 块零中频数据与第 k 块伪码的FFT运算结果进行共轭相乘运算，然后对运算结果进行IFFT运算，得到零中频数据与伪码的相关计算结果 $Y_k(\hat{\tau})$ ，存储在搜索区中， $\hat{\tau}$ 为主扩频码每个相位的位置。

$$[0080] \quad Y_k(\hat{\tau}) = IFFT(FFT(r'_k(i))FFT(s'_k(i))^*)$$

[0081] 按照上述步骤与方法，完成(2)中所有零中频数据块与伪码块的计算与结果存储。

[0082] (4) 频率并行搜索：捕获开始标识产生时刻未知，零中频数据与伪码采集起始时刻位于主扩频码的任何位置，需要对采集起始时刻位于主扩频码任何位置进行考虑。根据零中频数据与伪码相关计算在区中的排列规律，读取相同伪码相位计算的相关结果进行FFT运算，完成每一个伪码相位对应的频率搜索；

[0083] 采集存储的零中频数据共包含 $X2$ 个主扩频码周期，采样起始时刻是随机的，采样起始时刻可以位于主扩频码中任何一个周期。零中频数据起始采样时刻在第 S 个主扩频，则相同伪码相位计算得到的相关值依次向后移动 $2*d*S$ 个相位。对采集时间位于任何一个主扩频周期进行遍历，挑选出相同伪码相位计算得到的相关值，然后进行FFT计算；相同伪码相位计算得到的相关值共有 $X2$ 个，与主扩频伪码周期数相同；FFT计算点数最好满足2的 n 次方(n 为整数，满足 $2^n - X2 \geq 0$ 且取最小值)，如果 $X2$ 小于 2^n ，相同伪码相位计算得到的相关值后输入 $2^n - X2$ 个零进行FFT计算，如果 $X2$ 等于 2^n ，直接进行FFT计算。

[0084] (5) 捕获判决：根据FFT运算输出的结果，进行能量计算，同时计算噪声的功率；根据捕获检测概率与虚警概率，设定检测门限，完成所有伪码相位的捕获判决。

[0085] 根据FFT运算输出的同向分量与正交分量,计算捕获检测量I:

$$[0086] \quad I = IP_i^2 + QP_i^2$$

[0087] 其中, IP_i 为FFT运算输出的第i个同向分量, QP_i 为FFT运算输出的第i个正交分量; I服从自由度为2的 χ^2 分布。

[0088] 在仅有噪声存在下,根据捕获检测量I计算得到噪声方差 σ_n^2 , 则仅有噪声时I符合标准的中心 χ^2 分布,若信号存在,则I服从非中心 χ^2 分布,非中心分布参数为 $\lambda = 2X * \text{snr}$ (进行了 σ_n^2 的归一化, X等于1, snr为相干累加后的信噪比),可以得到自由度为2的中心 χ^2 分布与非中心 χ^2 分布的概率分布,根据检测估值理论与上述计算关系,捕获门限 V_t 计算如下,虚警概率 P_{fa} 为已知量。

$$[0089] \quad V_t^2 = \sigma_n^2 * (-2 \ln P_{fa})$$

[0090] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,用实际仿真数据对本发明进一步详细说明。

[0091] 在报文通信项目中,对上述捕获方法进行性能仿真验证,测试条件如下:

[0092] 信号中心频点:85.9MHz

[0093] 主扩频码伪码周期数N2:50个

[0094] 主扩频码一个周期码片的个数N1:1023

[0095] 伪码速率:1.023MHz

[0096] 副扩频码长度:1275个

[0097] 插入的副扩频码长度公差d:1

[0098] 生成伪码速率X MHz:1.023MHz

[0099] 伪码周期:1ms

[0100] 多普勒频率为300Hz

[0101] 数据与伪码的采样频率:2.046MHz

[0102] 信号入站频度:1s/次

[0103] 双拓展数据与伪码进行FFT-IFFT的点数:8192点

[0104] 频率搜索FFT点数:32点

[0105] 报文通信用户的入站方式为随机入站,到达报文通信接收机的时间满足泊松随机分布,报文通信接收机入口载噪比C/N0为36dBHz。同步头伪码采用上述特殊的伪码结构,主扩频采用周期长度为1023的m序列,副扩频码采用周期长度为2046的m序列,插入副扩频码长度公差d等于1,插入后的伪码结构如图4所示,组成报文通信信号特殊结构伪码序列,产生10万个入站信号完成上述捕获方法的仿真验证。

[0106] 数据的采集时刻通过随机数产生,matlab随机生成一个小于24的整数作为数据采集的起始时刻。零中频数据采集时间为26ms,包含25个完成的主扩频码;伪码采集时间根据伪码的周期决定,采集时间为1ms;以2倍的伪码速率完成对零中频数据与伪码的采集,采集的速率为2.046MHz;数据与伪码共划分25块,划分的零中频数据块如图5所示,进行拓展后的零中频数据块如图6所示,进行拓展后的伪码数据块如图7所示,扩展后的数据块的长度为8184。

[0107] 对10万个进站信号进行仿真验证,用户成功接入99920个,接收成功率为99.92%,捕获时间约22ms,可以快速的完成多路随机接入信号的捕获。采用这种伪码结构设计,可以提高用户容量,同时多址抑制能力得到增强,使得改善多路突发信号的接收性能,使得这种特殊的伪码结构能够应用于实际工程。同时该方法可以根据项目的具体需求,可以进行参数化设计,对数据采集时间、FFT计算的点数,均根据实际需求可以变化,具有较高的扩展性。

[0108] 以上所述,仅为本发明最佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0109] 本发明说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

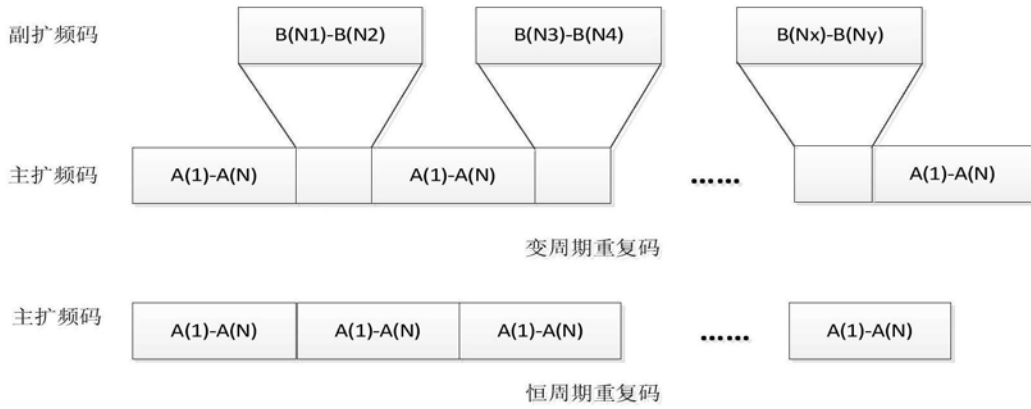


图1

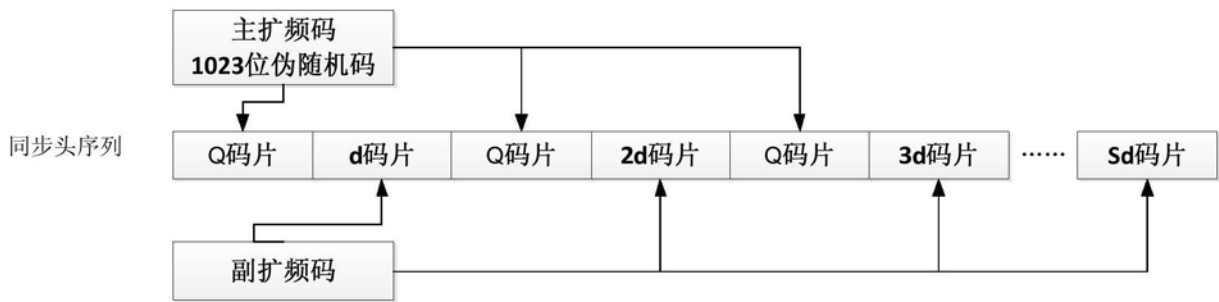


图2

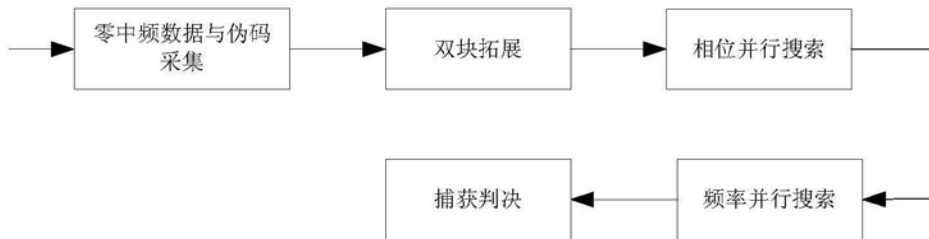


图3

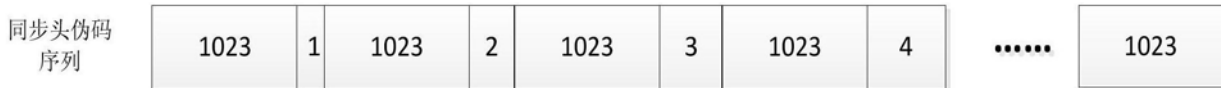


图4

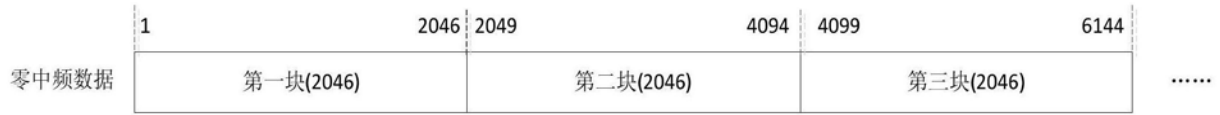


图5



图6



图7