



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106788887 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611130957.3

(22)申请日 2016.12.09

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 陈为刚 高剑

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代

理事务所 12201

代理人 李林娟

(51)Int.Cl.

H04L 1/00(2006.01)

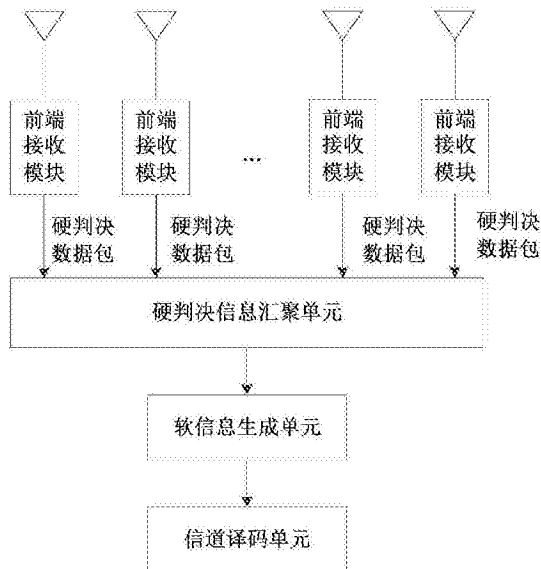
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,本方法包括:分布式接收模块、硬判决信息汇聚单元、软信息生成单元以及信道译码单元等实体,本方法采用分布式无线接收方案得到独立的硬判决信息,借助大数合并算法实现对分布式接收的硬判决数据包进行合并,并输出软信息,本方法进一步采用软判决译码实现对多路接收的合并,获得分集增益。本发明通过分布接收、借助译码过程实现分集增益,能够有效降低由于多径效应和锐利衰落引起数据包丢失,导致数据传输错误的情况,也可以提高数据接收的可靠性。



1. 一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 采用多个分布式接收节点接收无线信号,各分布式节点接收到由同一发射节点发送的数据包信号,并对接收到的信号进行解调输出硬判决数据帧;

(2) 硬判决汇聚单元对分布式接收节点输出的多路硬判决数据帧进行对齐与汇聚合并;

(3) 软判决信息生成单元实现对硬判决汇聚单元输出的经过汇聚合并的数据帧,进行软判决信息映射;

(4) 信道译码单元根据发射端所采用的纠错码方案,选取软判决译码方法,利用软信息生成单元输出的软信息进行软判决译码,通过译码过程获得多路分集增益与编码增益。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,其特征在于,采用多个分布式接收节点接收无线信号,各分布式节点接收到由同一发射节点发送的数据包信号,并对接收到的信号进行解调输出硬判决数据帧的步骤具体为:

(1.1) 各分布式节点在不同的地理空间上接收同一发射节点发送相同的数据,采用可以使用软判决译码算法进行译码的纠错码进行编码,并且数据帧是包含帧编号的;

(1.2) 各分布式节点所接收的信号包括帧编号信息,原始数据经过纠错码编码的码字信息;所接收的信息均为前端接收模块经过硬判决输出的比特信息;帧编号通过使用强化的保证可靠性的技术,保证信号接收的可靠性。

3. 根据权利要求1所述的一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,其特征在于,硬判决信息汇聚单元实现对分布式接收节点并行输出的硬判决数据帧进行对齐与汇聚合并的步骤具体为:

(2.1) 通过有线网络,或通过高可靠无线网络,将n路独立接收硬判决数据传输至硬判决信息汇聚单元,n为大于2的正常数,表示分布式接收设备的并行数量;

(2.2) 获取每个硬判决数据帧的帧编号信息,并对每个硬判决数据帧,根据帧编号信息进行硬判决信息合并;

其中,该步骤具体为:

(2.2.1) 采用n个缓存存储n个分布式节点所接收的一帧硬判决数据帧;

(2.2.2) 当其中任意分布式节点出现丢包,也即帧编号缺失时,该缓存中数据位进行补零处理,帧编号信息同当前数据帧保持一致;

(2.2.3) 同时并行输出当前相同编号数据帧集合中的数据帧,获取对齐后得硬判决信息。

4. 根据权利要求1所述的一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,其特征在于,软判决信息生成单元实现对硬判决汇聚单元输出的经过汇聚合并的数据帧,进行软判决信息映射的步骤具体为:

(3.1) 根据当前数据帧集合中的帧号信息,提取硬判决信息;

(3.2) 计算各个分布式接收端节点对应的数据帧同一位置比特位为‘1’的个数为p;

(3.3) 将每个比特的软信息初始化为 $\frac{p-n/2}{n/2} \cdot \alpha$,其中 α 为根据不同纠错码优化的正实数;

(3.4) 将得到的软判决信息送入译码器中进行译码,同时获得分集增益与编码增益。

一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法

技术领域

[0001] 本发明属于无线传输中的高可靠接收领域,特别涉及一种具有时间和空间分集特性的无线接收方案。

背景技术

[0002] 随着通信技术的发展,人们对高速可靠通信的需求不断增加,但有时通信系统中,尤其是无线通信系统中,发射端发射信号的强度有限,传输路径复杂,具有很大随机性,并且存在路径损耗。并且,信号传输过程中往往还具有因多径效应而导致的瑞利衰落,并且还存在着阴影效应。因此,接收端在接收由发射端发送的信号时往往会受到各种干扰而出现信号失真,严重限制了通信的可靠性和有效性。为保证接收端能够稳定可靠地接收发射端所传输的信号,信道编码技术和分集技术已成为标准技术。

[0003] 信道编码通过在信息中按照一定的约束条件增加冗余信息,以牺牲信息的传输速率为代价在有限带宽和较低信噪比的情况下实现信息的低误码率传输,克服传输信道中噪声与衰落的影响。近年来,研究者提出接近信道容量的Turbo码、LDPC码等信道编码方案,能够在信道中获得较高的编码增益。

[0004] 分集技术作为信道衰落损耗补偿关键性措施,其基本思想为:通过多个信道接收承载相同信息的多个副本,由于信号在不同信道传输,信号多个副本的衰落思想就不会相同,因此相同信号的不同副本相关性较小,接收机对于不同副本信号按照一定的规则进行合并处理使得系统接收信噪比最大,能够提高系统传输可靠性。分集技术从空域,频域以及时域划分为3类:空间分集,频率分集以及时间分集。其中,空间分集技术的优势在于充分利用系统空间域,而在时域或频域未引入冗余,在确保相同传输速率条件下,可以克服多径衰落,获取分集增益,成为无线通信领域关键性技术,受到学术界的广泛关注。

[0005] 发明人在实现本发明的过程中,发现现有技术中存在以下缺点和不足:

[0006] 无线传输过程中采用单天线进行数据接收具有丢包率高,传输性能差的特点;另一方面,采用单天线接收经过信道编码后数据能够在一定程度上检测并纠正错误,但对性能改善能力有限。

[0007] 因此,针对上述采用单天线进行无线接收的缺点,为了更好地提高无线传感器网络数据传输可靠性,本发明通过在时域和空间域增加冗余的方法,设计了一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法。

发明内容

[0008] 本发明提供了一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,本发明相对于传统的单天线接收方案大大提高了信息传输的可靠性,详见下文描述:

[0009] 一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法,所述方法包括以下步骤:

[0010] (1) 采用多个分布式接收节点接收无线信号,各分布式节点接收到由同一发射节点发送的数据包信号,并对接收到的信号进行解调输出硬判决数据帧;

[0011] (2) 硬判决汇聚单元对分布式接收节点输出的多路硬判决数据帧进行对齐与汇聚合并；

[0012] (3) 软判决信息生成单元实现对硬判决汇聚单元输出的经过汇聚合并的数据帧进行软判决信息映射；

[0013] (4) 信道译码单元根据发射端所采用的纠错码方案,选取可用的软判决译码方法,利用软信息生成单元输出的软信息进行软判决译码,通过译码过程获得多路分集增益与编码增益。

[0014] 所述采用多个分布式接收节点接收无线信号,各分布式节点接收到由同一发射节点发送的数据包信号,并对接收到的信号进行解调输出硬判决数据帧,具体为:

[0015] (1) 各分布式节点在不同的地理空间上接收同一发射节点相同发送的数据,该数据帧是采用可以软判决译码算法进行译码的纠错码进行编码的,并且数据帧是包含帧编号的;

[0016] (2) 各分布式节点所接收的信号包括帧编号信息,原始数据经过纠错码编码的码字信息;所接收的信息均为前端接收模块经过硬判决输出的比特信息;帧编号通过使用强化的保证可靠性的技术例如重复编码等保证信号接收的可靠性。

[0017] 所述硬判决信息汇聚单元实现对分布式接收节点并行输出的硬判决数据帧进行对齐与汇聚合并的具体步骤为:

[0018] (1) 通过有线网络,也可以通过高可靠无线网络,将n路独立接收硬判决数据传输至硬判决信息汇聚单元,n为大于2的正常数,表示分布式接收设备的并行数量;

[0019] (2) 获取每个硬判决数据帧的帧编号信息,并对每个硬判决数据帧,根据帧编号信息进行硬判决信息合并,具体为:

[0020] (2.1) 采用n个缓存存储n个分布式节点所接收的一帧硬判决数据帧;

[0021] (2.2) 当其中任意分布式接收节点出现丢包,也即帧编号缺失时,该缓存中数据位进行补零处理,帧编号信息同当前数据帧保持一致;

[0022] (2.3) 同时并行输出当前相同编号数据帧集合中的数据帧,获取对齐后得硬判决信息。

[0023] 所述对硬判决汇聚单元输出的经过汇聚合并的数据帧进行软判决信息映射的具体步骤为:

[0024] (1) 根据当前数据帧集合中的帧号信息,提取硬判决信息;

[0025] (2) 计算各个分布式接收端节点对应的数据帧同一位置比特位为‘1’的个数为p;

[0026] (3) 将每个比特的软信息初始化为 $\frac{p-n/2}{n/2} \cdot \alpha$,其中 α 为根据不同纠错码优化的正实常数;

[0027] (4) 将得到的软判决信息送入译码器中进行译码,同时获得分集增益与编码增益。

附图说明

[0028] 图1是本发明提供的一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法的实现结构示意图;

[0029] 图2是本发明提供的硬判决信息汇聚单元过程示意图;

[0030] 图3是本发明提供的软判决信息生成单元过程示意图；

[0031] 图4是本发明提供的硬判决信息汇聚单元过程；

[0032] 图5是本发明提供的硬件结构示意图。

[0033] 下面结合附图对本发明提出的一种基于多路分布式硬判决接收的软译码传输方法做详细说明。

[0034] 参见图1,一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法的实现结构包括:分布式接收模块,硬判决信息汇聚单元,软信息生成单元,信道译码单元。

[0035] 分布式射频单元采用多个分布式接收节点多路接收由单路发射单元发射的承载有帧编号信息,原始数据经过信道编码的码字信息的无线信号;进一步,各分布式接收节点内部对接收的无线信号进行相应的解调处理,并进行硬判决,输出硬判决信息;其次,硬判决汇聚单元对分布式接收节点输出的多路硬判决数据帧进行对齐与汇合并;

[0036] 然后,软判决信息生成单元实现对硬判决汇聚单元输出的经过汇合并的数据帧进行软判决信息映射;

[0037] 最后,信道译码单元根据发射端所采用的纠错码方案,选取可用的软判决译码方法,利用软信息生成单元输出的软信息进行软判决译码,通过译码过程获得多路分集增益与编码增益。

[0038] 参见图2,硬判决信息汇聚单元的实现具体过程为:

[0039] (1)通过有线网络,也可以通过高可靠无线网络,将n路独立接收硬判决数据传输至硬判决信息汇聚单元,n为大于2的正常数,表示分布式接收设备的并行数量;

[0040] (2)获取每个硬判决数据帧的帧编号信息,并对每个硬判决数据帧,根据帧编号信息进行硬判决信息合并,具体为:

[0041] (2.1)采用n个缓存存储n个分布式节点所接收的一帧硬判决数据帧;

[0042] (2.2)当其中任意分布式接收节点出现丢包,也即帧编号缺失时,该缓存中数据位进行补零处理,帧编号信息同当前数据帧保持一致;

[0043] (2.3)同时并行输出当前相同编号数据帧集合中的数据帧,获取对齐后得硬判决信息。

[0044] 参见图3,软判决信息生成单元的实现具体过程为:

[0045] (1)根据当前数据帧集合中的帧号信息,提取硬判决信息;

[0046] (2)计算各个分布式接收端节点对应的数据帧同一位置比特位为‘1’的个数为p;

[0047] (3)将每个比特的软信息初始化为 $\frac{p-n/2}{n/2} \cdot \alpha$,其中 α 为根据不同纠错码优化的正实常数;

[0048] (4)将得到的软判决信息送入译码器中进行译码,同时获得分集增益与编码增益。

具体实施例

[0049] 本发明实施例以嵌入式ARM平台与射频模块CC1101构建了多路分布式天线收发系统为例,介绍了本发明实施例所提出的一种基于多路分布式透明硬判决接收的软译码方法。

[0050] 利用单个无线传感器节点采集温度和光照信息,采用码率为1/2,码长为336的

Turbo码作为信道编码方案进行编码;对每帧数据帧分为4个数据包进行传输,通过射频前端进行无线发射。接收端采用4个分布式射频前端进行数据接收,输出4路并行硬判决信息;进一步输出软信息,最终经过解交织与软判决Turbo码译码获取各传感器节点采集的原始数据;最后,汇聚节点将采集的原始数据采用UDP协议通过网口发送给PC端,在PC端的上位机上进行显示。

[0051] 由于本实施例每帧数据帧分为4个数据包进行传输,则硬判决信息汇聚单元对4个分布式接收单元输出的硬判决数据进行汇聚的过程如图4所示,具体为:

[0052] (1) 并行获取来自4个各分布式接收节点的硬判决数据包,对于每个分布式接收节点连续接收4包硬判决数据包作为一帧数据帧;其中,硬判决数据包由帧号信息、包号信息以及数据位组成;

[0053] (2) 获取每个硬判决数据包的帧号信息和包号信息,帧号信息和包号信息分别用于区分不同数据帧和同一数据帧中的不同数据包;

[0054] (3) 对每个硬判决数据包,根据帧号信息和包号信息进行硬判决信息合并,具体为:

[0055] (3.1) 在逻辑上将硬判决数据包进行4行4列存储;

[0056] (3.2) 根据帧号信息和包号信息对硬判决数据包进行调整,使具有相同帧号的数据包处于同一行,按照包号信息进行列调整,使不同数据帧中具有相同包号的硬判决数据包处于同一列;

[0057] (3.3) 获取 4×4 硬判决数据包中具有相同帧号个数最多的数据包集合,将该帧集合中的帧号作为当前帧号;

[0058] (3.4) 当 4×4 个硬判决数据包都为具有相同数据帧,则经过包号映射后,输出 4×4 逻辑单元中存储的数据进行软判决映射;否则,再次获取4个来自各分布式接收节点的硬判决数据包对非当前帧硬判决数据包进行覆盖,直到 4×4 逻辑单元中存储的数据包同属于同一数据帧。

[0059] 图5为分布式接收端硬件平台,主要包括射频前端和中央处理单元。射频前端由MCU和无线发射模块组成。MCU通过IO口模拟SPI接口的时序实现对射频模块收发的控制,并且针对射频芯片发射功率以及单次发送接收数据包的长度进行设置;射频模块采用CC1101模块,主要完成射频信号与数字信号之间的转化,输出硬判决信息。选用ARM作为中央处理模块,完成接收数据的大数合并以及信道译码工作。中央处理单元通过串口接收来自前端射频模块的传感器数据,经过大数合并输出软信息供Turbo码译码器进行软判决译码,进一步对译码后的得到的原始数据进行UDP协议封装,通过网口传输至PC上位机用户终端。

[0060] 发射端采用的射频发射模块为CC1101模块,发射功率配置为2W,传输速率为0.6kbps模式,载波频率为433MHz,带宽58kHz,调制方式为GFSK。接收端也采用的相同的射频模块作为射频前端,其中载波频率为433MHz,带宽58kHz,调制方式为GFSK。

[0061] 本实施例在进行测试时将分布式接收天线放置在离地20米左右高度,4组分布式天线相互间隔1米。将单个无线传感器节点放置在四个测试点进行性能测试,测试环境较复杂,不仅包括开阔地,还有高大建筑物以及树木遮挡。其中,测试点1、2、3、4距离分布式接收节点距离分别为225米、461米、680米、985米。

[0062] 统计在传输4000帧数据后,接收端各个射频接收的数据帧的丢包情况,CRC校验情

况以及Turbo译码情况,并与汇聚节点使用大数合并后的译码情况进行对比。各个测试点所传回数据情况如表1~4所示。其中,四个测试点中导致CRC校验错误和译码错的主要原因是因为数据包丢失,并且,经过对比,本发明实施例所提出的分布式天线接收无线传感器网络传输方案较采用单天线接收具有更好的纠错能力,并在数据包大量丢失的情况保证数据的高可靠接收和译码,能够实现数据更高可靠性传输。

[0063] 表1测试点1结果

[0064]

	丢包	CRC 校验错误		译码错误	
		未丢包	丢包	未丢包	丢包
天线 1	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000
天线 2	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000
天线 3	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000
天线 4	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000
平均	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000	0/4000
分布式接收	无	无	无	无	0/4000

[0065] 表2测试点2结果

[0066]

	丢包	CRC 校验错误		译码错误	
		未丢包	丢包	未丢包	丢包
天线 1	120/4000	14/4000	120/4000	0/4000	80/4000
天线 2	198/4000	16/4000	198/4000	0/4000	96/4000
天线 3	136/4000	0/4000	136/4000	0/4000	92/4000
天线 4	74/4000	0/4000	74/4000	0/4000	38/4000
平均	132/4000	7.5/4000	132/4000	0/4000	76.5/4000
分布式接收	无	无	无	无	3/4000

[0067] 表3测试点3结果

[0068]

	丢包	CRC 校验错误		译码错误	
		未丢包	丢包	未丢包	丢包
天线 1	18/4000	0/4000	18/4000	0/4000	5/4000
天线 2	1841/4000	32/4000	1841/4000	1/4000	541/4000
天线 3	1151/4000	14/4000	1151/4000	1/4000	458/4000
天线 4	970/4000	7/4000	970/4000	0/4000	378/4000
平均	995/4000	13.25/4000	995/4000	0.5/4000	518/4000
分布式接收	无	无	无	无	7/4000

[0069] 表4测试点4结果

[0070]

	丢包	CRC 校验错误		译码错误	
		未丢包	丢包	未丢包	丢包
天线 1	2650/4000	15/4000	2650/4000	0/4000	2496/4000
天线 2	420/4000	33/4000	420/4000	2/4000	184/4000
天线 3	22/4000	0/4000	22/4000	0/4000	7/4000
天线 4	1526/4000	43/4000	1526/4000	0/4000	1026/4000
平均	1154.5/4000	15.25/4000	1154.5/4000	0.5/4000	928/4000
分布式接收	无	无	无	无	17/4000

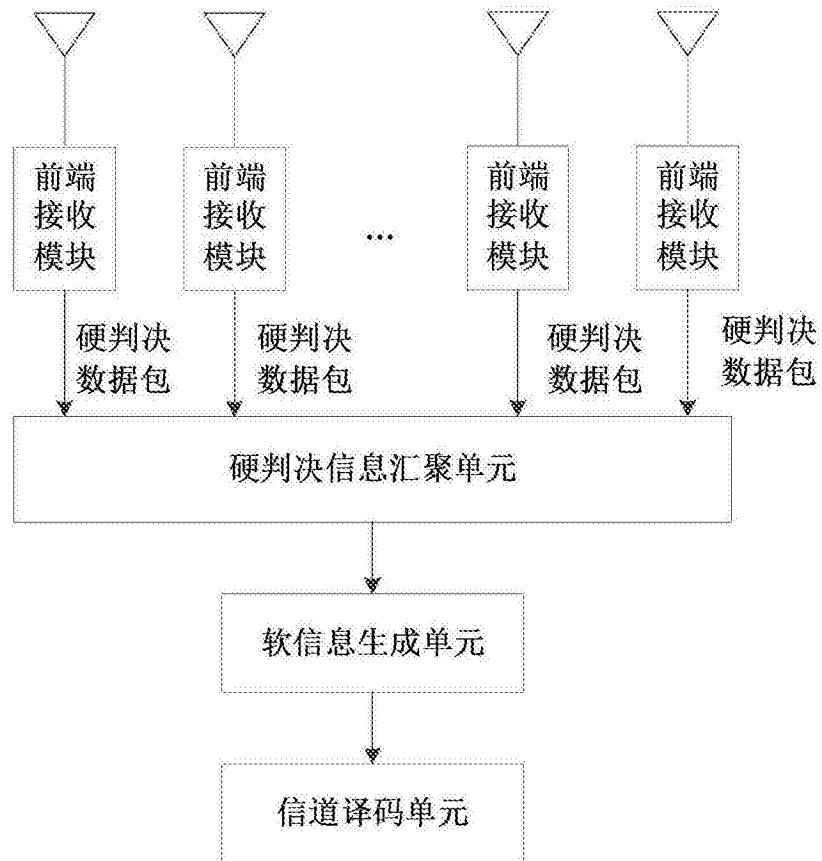


图1

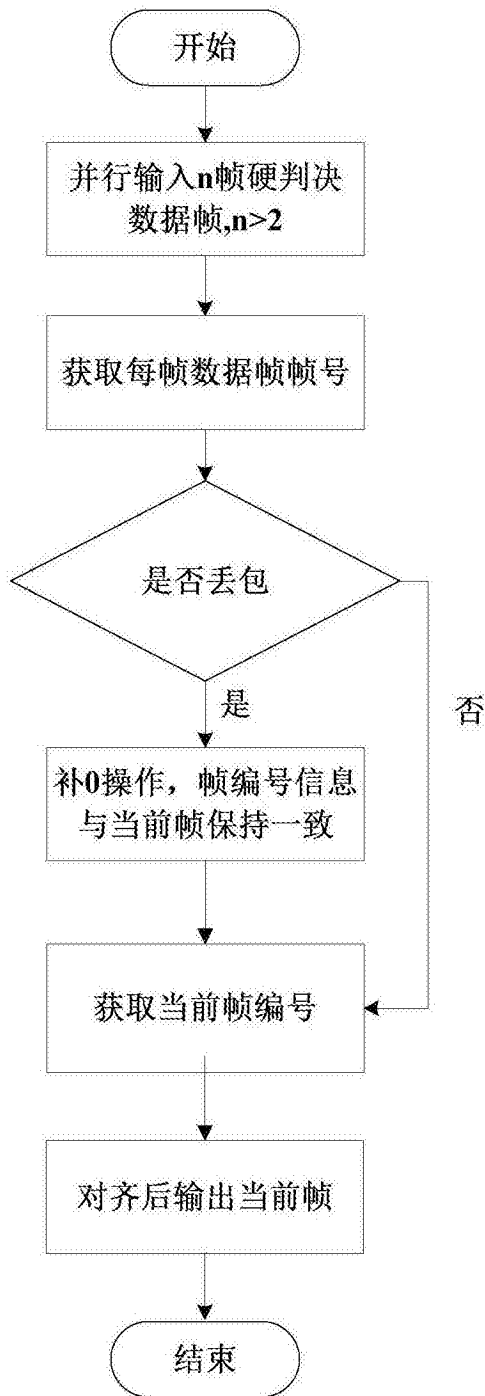


图2

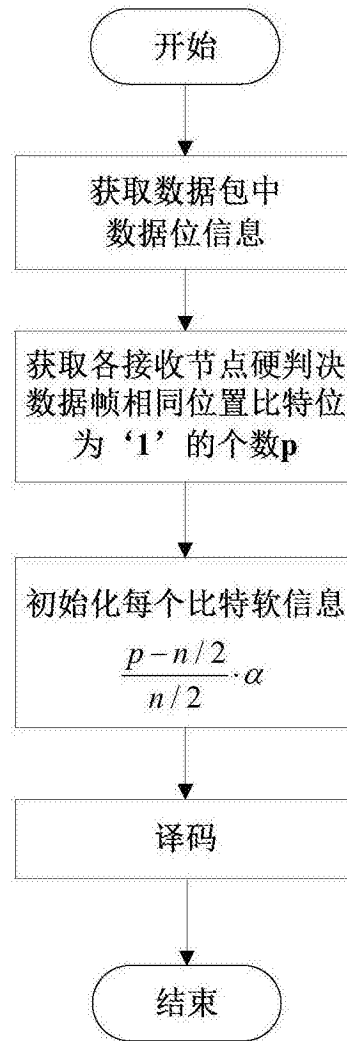


图3

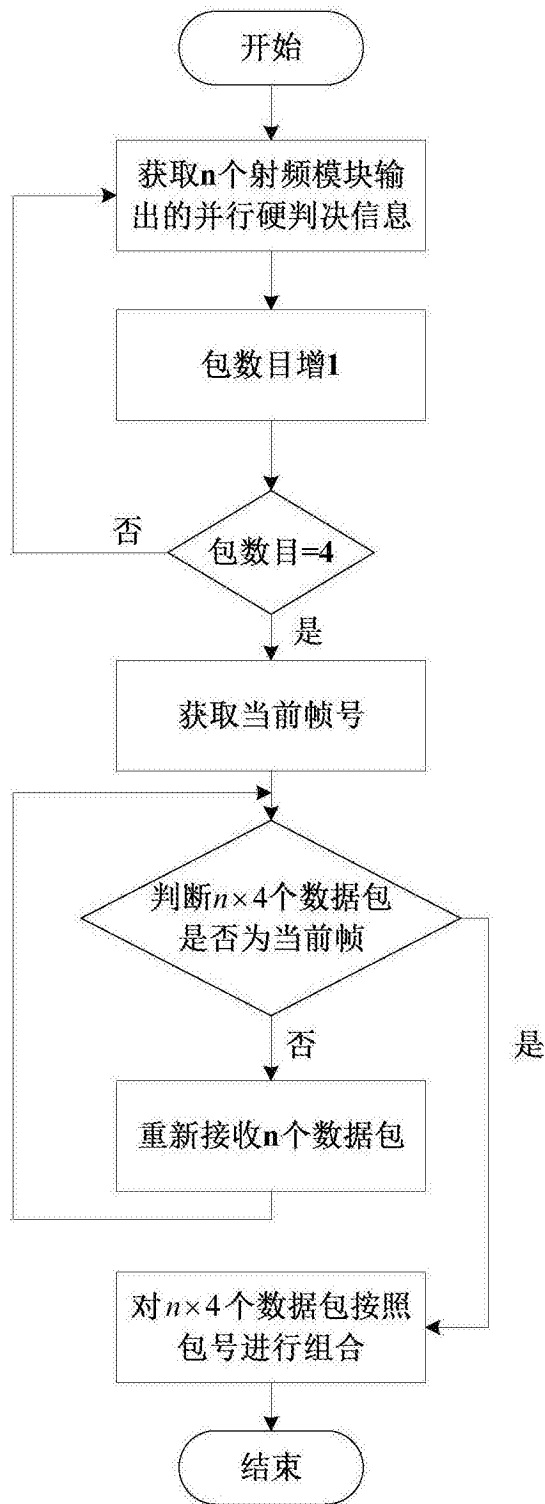


图4

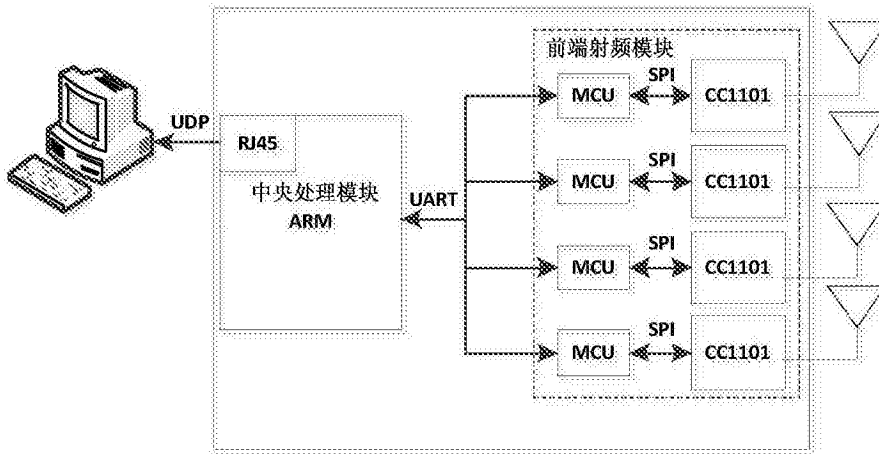


图5