



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103458424 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201310432449. 0

H04L 1/00(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 09. 22

(56) 对比文件

(66) 本国优先权数据

201310308574. 0 2013. 07. 22 CN

CN 102811069 A, 2012. 12. 05,

CN 102075469 A, 2011. 05. 25,

WO 03015295 A1, 2003. 02. 20,

WO 9705711 A1, 1997. 02. 13,

(73) 专利权人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

审查员 张华晶

(72) 发明人 高锦春 任宇鑫 于翠屏 白道

刘元安 黎淑兰 苏明 吴永乐

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

11018

代理人 夏宪富

(51) Int. Cl.

H04W 16/14(2009. 01)

H04W 52/12(2009. 01)

H04W 52/16(2009. 01)

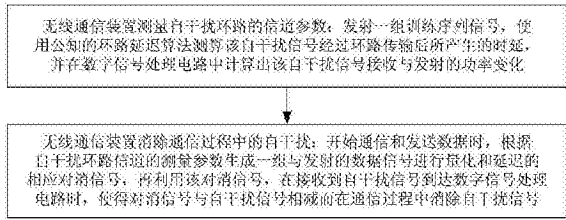
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于功率检测及环路延迟计算的自干扰消除方法

(57) 摘要

一种基于功率检测及环路延迟计算的自干扰消除方法,操作步骤如下:(1)测量自干扰环路的信道参数:发射一组训练序列信号,并使用公知的环路延迟算法测算该自干扰信号经过环路传输后所产生的时延,并在数字信号处理电路中计算出该自干扰信号接收与发射的功率变化;(2)消除通信过程中的自干扰:开始通信和发送数据时,根据步骤(1)自干扰环路信道的测量参数生成一组与发射的数据信号进行量化和延迟的相应对消信号,再利用该对消信号,在接收到自干扰信号到达数字信号处理电路时,使得对消信号与自干扰信号相减而在通信过程中消除自干扰信号。本发明特点是操作步骤非常简单,且算法简便,但是其数字自干扰的消除效果很好,值得推广应用。



1. 一种基于功率检测及环路延迟计算的自干扰消除方法,其特征在于:无线通信装置从其数字信号处理电路发射出去的数据信号,是经过其发射机电路和发射天线发送的;当该数据信号被本机的接收天线接收时,就成为自干扰信号;所述干扰消除方法就是消除该自干扰信号,包括下述两个操作步骤:

(1) 测量自干扰环路的信道参数:发射一组训练序列信号,并使用公知的环路延迟算法测算该自干扰信号经过环路传输后所产生的时延,并在数字信号处理电路中计算出该自干扰信号接收与发射的功率变化;

(2) 消除通信过程中的自干扰:开始通信和发送数据时,根据步骤(1)自干扰环路信道的测量参数生成一组与发射的数据信号进行量化和延迟的相抵消信号,再利用该对消信号,在接收到自干扰信号到达数字信号处理电路时,使得对消信号与自干扰信号相减而在通信过程中消除自干扰信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述步骤(1)包括下列操作内容:

(11) 在 t_0 时刻、以功率 P_1 从其数字信号处理电路发射一组训练序列信号,该训练序列信号经由发射机电路从发射天线发送出去;

(12) 接收天线接收到该训练序列信号,经过接收机的模拟前端电路对其进行数字采样,并于 t_1 时刻返回到数字信号处理电路;此时,计算得到该训练序列信号的功率为 P_2 ;

(13) 使用公知的环路延迟估计算法,计算该训练序列信号从数字信号处理电路发送到接收的环路时延 $\Delta t = t_1 - t_0$,并得到其功率比 $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ 。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述步骤(2)包括下列操作内容:

(21) 从其数字信号处理电路和经由发射电路和发射天线发送出去的数据信号 m ,该数据信号 m 经由空间传输被本机的接收天线接收时,又经过射频接收电路和模数转换电路才进入数字信号处理电路,此时其幅值发生变化,故设此时进入数字信号处理电路的自干扰信号为 m_1 ;

(22) 在发射数据信号 m 时,同时在数字信号处理电路中产生其对消信号 m_2 ,该对消信号 m_2 的功率为数据信号 m 的 $\frac{P_2}{P_1}$ 倍,即 $m_2 = \frac{P_2}{P_1} \times m$;

(23) 在数字信号处理电路中,执行两个数据信号 m_1 与 m_2 相减的操作,即 $m_1 - m_2$;因为对消信号 m_2 是采用训练序列测算得到的功率比 $\frac{P_2}{P_1}$ 与数据信号 m 相乘之积,也就是对消信号 m_2 和数据信号 m_1 是基本相同的;且该对消信号 m_2 的产生要延时 Δt 时间,以使对消信号 m_2 与自干扰信号 m_1 的时序对齐,这样, $m_1 - m_2$ 的操作结果为0,即 $m_1 - m_2 \approx 0$,也就是消除了自干扰信号。

基于功率检测及环路延迟计算的自干扰消除方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通信系统的数字信号处理技术,确切的说,涉及一种基于功率检测及环路延迟计算的自干扰消除方法,属于无线通信技术的技术领域。

背景技术

[0002] 目前的无线通信系统中,以双工方式区分有两种模式:频分双工(FDD)和时分双工(TDD),其中,同时同频全双工通信是近年来才开始研究的全新技术。它的发射和接收是使用同一频段,而且是同一时间进行收发操作,可以把资源非常紧缺的频谱利用率提高一倍,因此被广泛研究。

[0003] 所谓同时同频要求该通信装置既是发射设备,也是接收设备,而且发射天线与接收天线距离比较近,所以本身发射的信号也会被自己的接收天线接收,成为“自干扰信号”,只有消除自干扰信号才能接收远处设备发来的信号。举例说明,以发射功率为 0dBm 来说,本方发射与接收天线间距 20cm,距对方发射机 10m 远。本方接收到的自干扰信号是 -20dBm,而接收到的对方信号是 -50dBm。以解调信噪比要求为 16dB 为基准,则至少要将本方的自干扰信号从 -20dBm 降低至 -66dBm;即要消除干扰 46dB。若要实现更远距离的传输,就要更多地降低自干扰信号。

[0004] 目前,一些论文中介绍的同时同频全双工通信自干扰消除技术,若按干扰消除时的频率来划分的话,可分为射频自干扰消除和数字自干扰消除。

[0005] 射频自干扰消除是在发射天线之前,耦合一部分发射信号,再使用一些器件对其相位和幅度进行调整,然后与接收天线信号进行叠加,在射频低噪声放大器前端消除自干扰信号。

[0006] 数字自干扰消除是在模拟/数字采样后,在基带信号的数字域里再进行一次自干扰消除。然而,数字自干扰消除方法是有所不同的。目前一些论文中使用的是采用编码方法将本方发送的数据和对方发送的数据区分开来。一些论文中显示,其消除自干扰的效果只有 4~6dB,说明还是会有很多的自干扰信号被接收机接收。

[0007] 另外还有一种使用信道估计的方法:使用信道估计理论,对接收到的自干扰信号进行信道估计,先估算出其经过空间传播后的情况,然后使用自适应滤波器在数字域进行消除。它在干扰消除的效果上可以达到 20dB。但是,因其使用的信道估计和数字滤波器等理论或技术,使得硬件实现的复杂度加大。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种基于功率检测及环路延迟计算的干扰消除方法,本发明是在通信的数字信号处理过程中消除自干扰信号,且能够实现 26dB 的数字干扰消除效果,与目前论文中介绍的使用信道估计的方法消除 20dB 的水平,还要提升 6dB;而且,本发明方法的操作步骤非常简单,复杂度较低,易于推广应用。

[0009] 为了达到上述目的,本发明提供了一种基于功率检测及环路延迟计算的干扰消除

方法,其特征在于:无线通信装置从其数字信号处理电路发射出去的数据信号,是经过其发射机电路和发射天线发送的;当该数据信号被本机的接收天线接收时,就成为自干扰信号;所述干扰消除方法就是消除该自干扰信号,包括下述两个操作步骤:

[0010] (1)测量自干扰环路的信道参数:发射一组训练序列信号,并使用公知的环路延迟算法测算该自干扰信号经过环路传输后所产生的时延,并在数字信号处理电路中计算出该自干扰信号接收与发射的功率变化;

[0011] (2)消除通信过程中的自干扰:开始通信和发送数据时,根据步骤(1)自干扰环路的测量参数生成一组与发射的数据信号进行量化和延迟的相应对消信号,再利用该对消信号,在接收到自干扰信号到达数字信号处理电路时,使得对消信号与自干扰信号相减而在通信过程中消除自干扰信号。

[0012] 本发明方法的特点是:与其他干扰消除方法进行比较可以发现,本发明方法的操作步骤非常简单,且算法简便,但是其数字自干扰的消除效果很好,能够实现 26dB 的数字干扰消除效果,与目前论文中介绍的使用信道估计的方法消除 20dB 的水平,还要提升 6dB。因此值得推广应用。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明基于功率检测及环路延迟计算的干扰消除方法操作流程方框图。

[0014] 图 2 是本发明方法操作步骤 1 的训练序列收发信号示意图。

[0015] 图 3 是图 2 的操作步骤流程方框图。

[0016] 图 4 是本发明方法操作步骤 2 的通信过程收发信号示意图。

[0017] 图 5 是图 4 的操作步骤流程方框图。

[0018] 图 6 为同时同频全双工通信示意图。

[0019] 图 7 为通信方 A 收发信号示意图。

具体实施方式

[0020] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0021] 参见图 1,介绍本发明基于功率检测及环路延迟计算的干扰消除方法:

[0022] 众所周知,无线通信装置从其数字信号处理电路发射出去的数据信号,是经过其发射机电路和发射天线发送的;当该数据信号被本机的接收天线接收时,就成为自干扰信号。本发明的干扰消除方法就是消除该自干扰信号,该方法包括下述两个操作步骤:

[0023] 步骤 1,测量自干扰环路的信道参数:发射一组训练序列信号,并使用公知的环路延迟算法测算该自干扰信号经过环路传输后所产生的时延,并在数字信号处理电路中计算出该自干扰信号接收与发射的功率变化。

[0024] 参见图 2 和图 3,介绍该步骤 1 的下列操作内容:

[0025] (11)在 t_0 时刻、以功率 P_1 从其数字信号处理电路发射一组训练序列信号,该训练序列信号经由发射机电路从发射天线发送出去。

[0026] (12)接收天线接收到该训练序列信号,再经过接收机的模拟前端电路对其进行数字采样,并于 t_1 时刻返回到数字信号处理电路;此时,计算得到该训练序列信号的功率为

P2。

[0027] (13) 使用公知的环路延迟估计算法, 计算该训练序列信号从数字信号处理电路发送到接收的环路传输时延 $\Delta t = t_1 - t_0$, 并得到其功率比 $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ 。

[0028] 步骤 2, 消除通信过程中的自干扰: 开始通信和发送数据时, 根据步骤(1) 自干扰环路信道的测量参数生成一组与发射的数据信号进行量化和延迟的相应对消信号, 再利用该对消信号, 在接收到自干扰信号到达数字信号处理电路时, 使得对消信号与自干扰信号相减而在通信过程中消除自干扰信号。

[0029] 参见图 4 和图 5, 介绍该步骤 2 的下列操作内容:

[0030] (21) 无线通信装置从其数字信号处理电路和经由发射电路和发射天线发送出去的数据信号 m , 经由空间传输被本机的接收天线接收时, 成为自干扰信号。由于其又经过射频接收电路和模数转换电路才进入数字信号处理电路, 故此时其幅值会发生变化, 并且产生传输时延。设置此时进入数字信号处理电路的自干扰信号为 m_1 。

[0031] (22) 在发射数据信号 m 时, 同时在数字信号处理电路中产生其对消信号 m_2 , 该对消信号 m_2 的功率为数据信号 m 的 $\frac{P_2}{P_1}$ 倍, 即 $m_2 = \frac{P_2}{P_1} \times m$ 。

[0032] (23) 在数字信号处理电路中, 执行两个数据信号 m_1 与 m_2 相减的操作, 即 $m_1 - m_2$; 因为对消信号 m_2 是采用训练序列测算得到的功率比 $\frac{P_2}{P_1}$ 与数据信号 m 相乘之积, 也就是对

消信号 m_2 和数据信号 m_1 是基本相同的; 且让该对消信号 m_2 的产生延时 Δt 时间, 以便使得对消信号 m_2 与自干扰信号 m_1 的时序对齐, 这样, $m_1 - m_2$ 的操作结果约为 0, 即 $m_1 - m_2 \approx 0$, 也就是消除自干扰信号。

[0033] 参见图 6 和图 7, 介绍本发明的一实施例中采用的一同时同频全双工通信系统。该通信系统具有通信方 A 和通信方 B, 且分别设有发射机与接收机, 本发明的数字干扰消除方法分别是由通信方 A 的接收机 A 和通信方 B 的接收机 B 执行的, 每个发射机都包含发射天线、射频发射电路和数模转换电路, 接收机则包含接收天线、射频接收电路、模数转换电路; 发射机和接收机共用一套数字信号处理电路。且在通信过程中, 通信双方的频段为同一频段, 同时发送与接收信号。

[0034] 本发明已经进行了多次仿真实施试验, 下面简要说明本发明数字干扰消除方法实施例的通信过程如下:

[0035] 首先, 由通信方 A 进行自干扰环路信道的参数测量, 测得其功率比和环路延迟。也就是先在 t_0 时刻采用功率为 p_1 从数字信号处理电路发射一组训练序列信号, 该序列信号经过发射机电路后, 从发射天线发出。该训练序列信号被本方的接收天线接收后, 经过接收机模拟前端电路时进行数字采样, 最终在 t_1 时刻回到数字信号处理电路, 此时要计算得到训练序列信号的功率值 p_2 。再使用公知的环路延迟估计算法, 计算该训练序列信号从数字信号处理电路发出到接收的环路时延 $\Delta t = t_1 - t_0$, 并且得到两者的功率比 $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ 。

[0036] 然后, 由通信方 B 进行自干扰环路信道的参数测量, 即重复通信方 A 的上述步骤。至此, 双方已测量好信道参数, 可以开始传送数据。通信方 A 向通信方 B 发送数据, 且同时

通信方 B 也向通信方 A 发送数据,发送数据的频段也为同一个频段。在接收对方信号的同时,通信方 A 和通信方 B 的两个接收机都进行自干扰消除。其操作步骤为:

[0037] 假设通信方 A 发射的数据为 m ,通信方 B 发射的数据为 n 。由于两组数据 m 和 n 分别经过了空气介质、天线及接收电路,所以设置数据 n 在到达通信方 A 的数字信号处理电路时,变为 n_1 。同时还设通信方 A 接收到的自干扰信号为 m_1 ,通信方 A 接收到的进入数字信号处理电路时的信号为 m_1+n_1 的混合信号。

[0038] 通信方 A 在数字信号处理电路中产生一组对消信号 m_2 ,该 m_2 信号的功率值为数据 m 的 $\frac{P_2}{P_1}$ 倍,即 $m_2 = \frac{P_2}{P_1} \times m$ 。

[0039] 在数字信号处理电路中,执行两个数据信号 m_1 与 m_2 相减的操作,即 m_1-m_2 。由于对消信号 m_2 是经过训练序列信号测试得到的功率比 $\frac{P_2}{P_1}$ 与数据信号 m 相乘之积,也就是该

消信号 m_2 和数据信号 m_1 是相似或基本相同的;并且已经延时 Δt 时间,使得对消信号 m_2 与自干扰信号 m_1 的时序已对齐,所以 m_1-m_2 相减的结果为 0,即 $m_1-m_2 \approx 0$,所以合路信号就消除了自干扰信号,成为 $m_1+n_1-m_2 \approx n_1$,也就是得到通信方 B 的信息 n_1 。

[0040] 同理,通信方 B 也是经过上述自干扰消除后,得到通信方 A 的数据信息 m_1 。从而实现了同时同频全双工通信。

[0041] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。

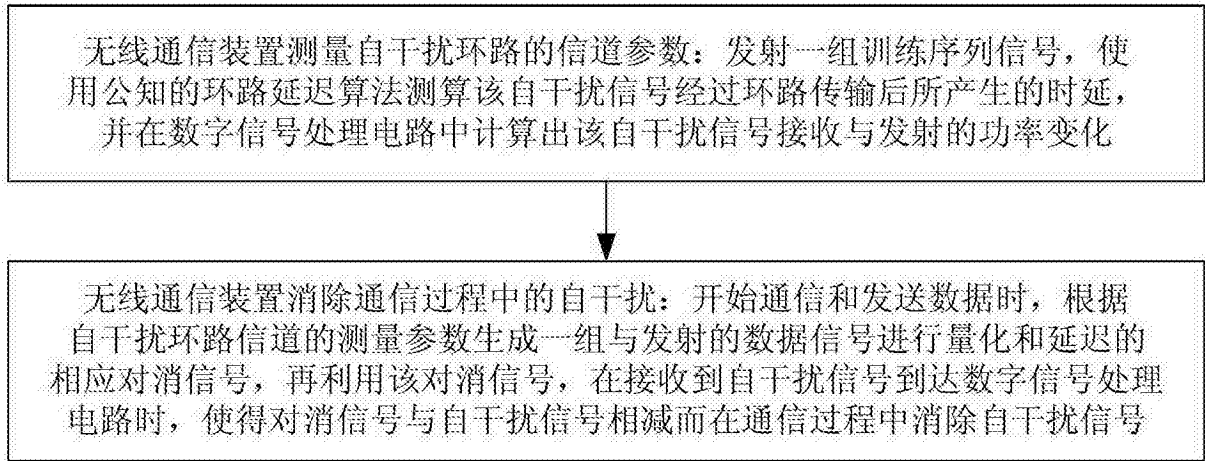


图 1

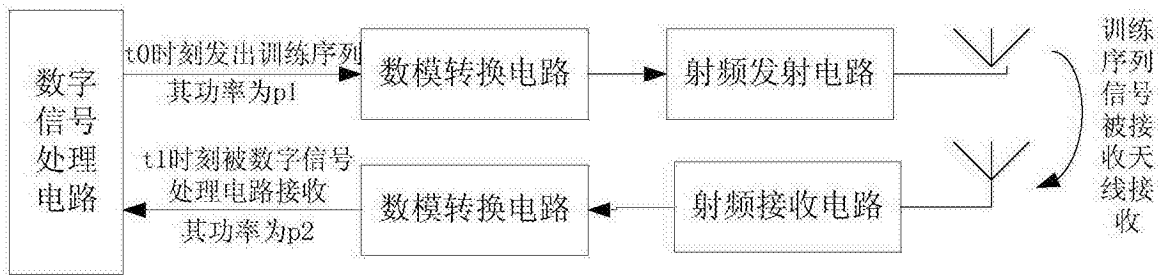


图 2

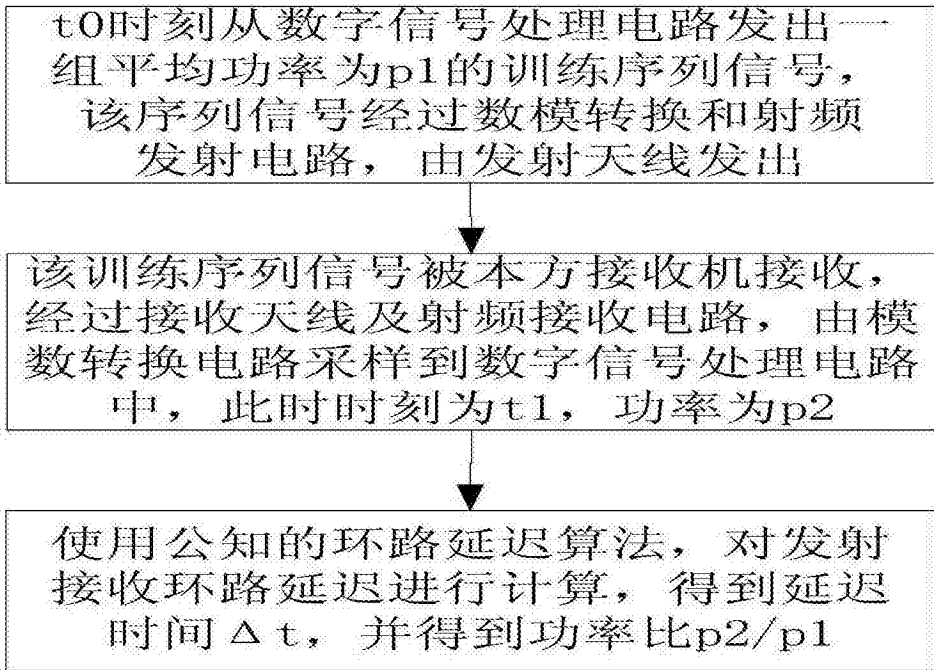


图 3

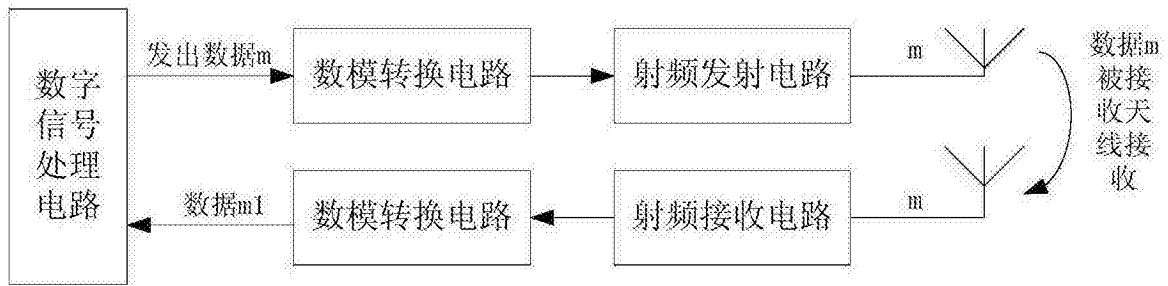


图 4

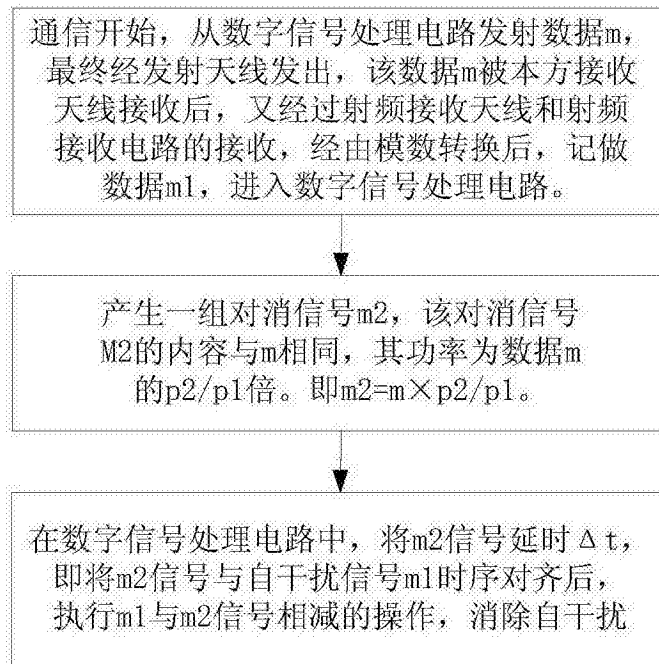


图 5

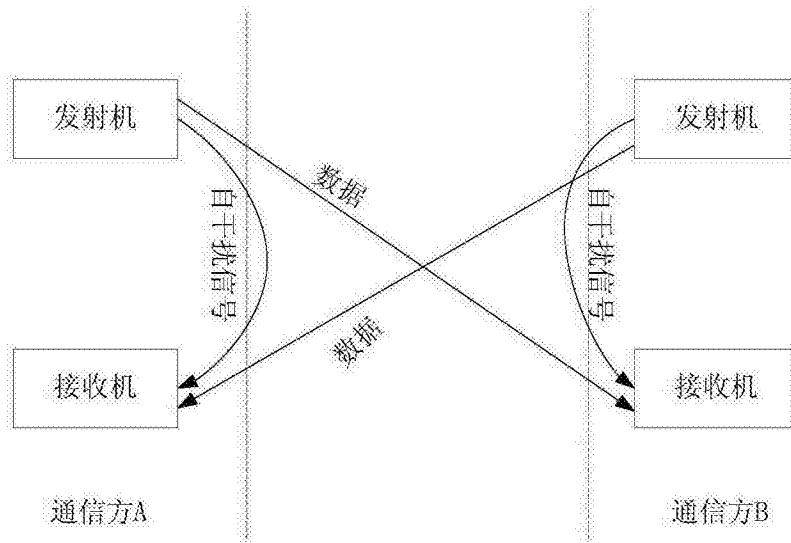


图 6

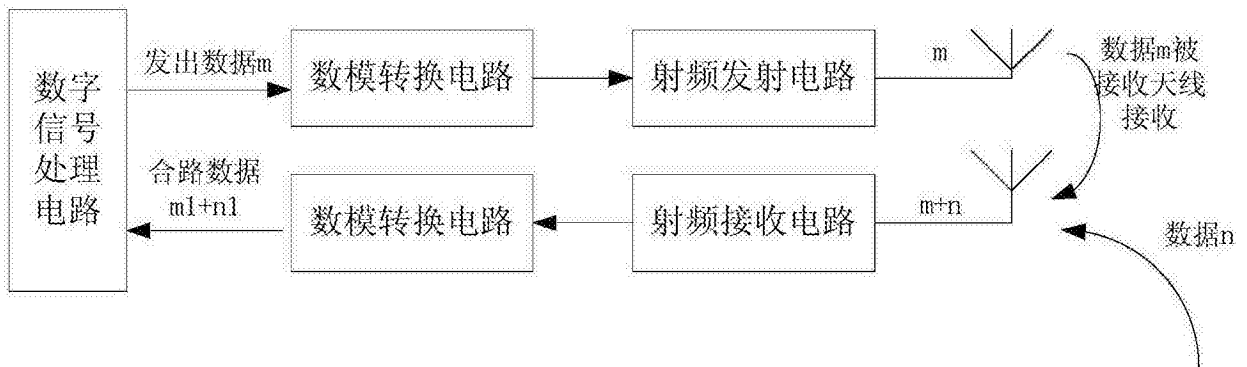


图 7