



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104469786 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201410724867.1

(22)申请日 2014.12.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104469786 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(73)专利权人 华为技术有限公司
地址 518000 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼
专利权人 电子科技大学

(72)发明人 沈莹 蒋成钢 马万治 潘文生
邵士海 唐友喜

(74)专利代理机构 成都金英专利代理事务所
(普通合伙) 51218
代理人 袁英

(51)Int.Cl.

H04W 16/14(2009.01)

H04W 56/00(2009.01)

(56)对比文件

CN 101052219 A,2007.10.10,

CN 103427872 A,2013.12.04,

US 2011111764 A1,2011.05.12,

审查员 叶鼎晟

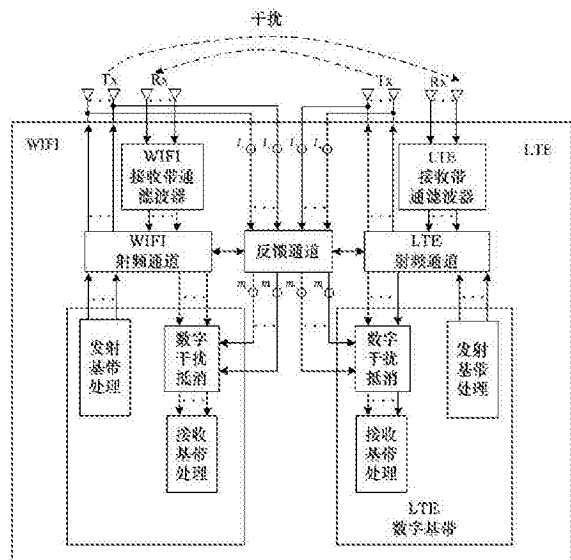
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统及方法,LTE发射天线及WIFI发射天线发射的射频信号分别从其天线口处耦合一份并输入反馈通道,LTE数字干扰抵消模块的一个输入端与LTE射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,LTE数字干扰抵消模块的输出端与LTE接收基带处理模块连接;WIFI数字干扰抵消模块的一个输入端与WIFI射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,WIFI数字干扰抵消模块的输出端与WIFI接收基带处理模块连接;反馈通道还分别与LTE射频通道、WIFI射频通道连接。本发明通过调节反馈通道与射频前端接口间、反馈通道与中频接口间的线缆长度,使射频反馈通道送过来的信号与LTE或者WIFI接收的无线干扰信号精确同步,提高了同步精度,提高了干扰抵消性能。



1. 一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,包括LTE收发通道和WIFI收发通道,LTE收发通道包括LTE收发天线、LTE接收带通滤波器、LTE射频通道、LTE发射基带处理模块和LTE接收基带处理模块,LTE接收天线依次通过LTE接收带通滤波器和LTE射频通道连接LTE接收基带处理模块,LTE发射基带处理模块通过LTE射频通道与LTE发射天线相连;WIFI收发通道包括WIFI收发天线、WIFI接收带通滤波器、WIFI射频通道、WIFI发射基带处理模块和WIFI接收基带处理模块,WIFI接收天线依次通过WIFI接收带通滤波器和WIFI射频通道连接WIFI接收基带处理模块,WIFI发射基带处理模块通过WIFI射频通道与WIFI发射天线相连;

其特征在于:还包括反馈通道、LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块,LTE发射天线及WIFI发射天线发射的射频信号分别从其天线口处耦合一份并输入反馈通道,LTE数字干扰抵消模块的一个输入端与LTE射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,LTE数字干扰抵消模块的输出端与LTE接收基带处理模块连接;WIFI数字干扰抵消模块的一个输入端与WIFI射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,WIFI数字干扰抵消模块的输出端与WIFI接收基带处理模块连接;反馈通道还分别与LTE射频通道、WIFI射频通道连接;

所述反馈通道与射频前端接口间的线缆长度 l_1 、反馈通道与中频接口间的线缆长度 m_i 是可调节的,根据LTE发射天线与WIFI接收天线、WIFI发射天线与LTE接收天线间的距离大小,确定 l_1 的大小;根据LTE射频通道与LTE数字基带、WIFI射频通道与WIFI数字基带间的距离大小,确定 m_i 的大小。

2. 根据权利要求1所述的一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,其特征在于:所述的反馈通道与LTE接收通道、WIFI接收通道共本振。

3. 根据权利要求1所述的一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,其特征在于:所述的LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块包括自适应干扰识别单元和加法器,接收通道通过ADC转换器与加法器的同相输入端连接,反馈通道依次通过ADC转换器和自适应干扰识别单元与加法器的反相输入端连接。

4. 根据权利要求3所述的一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,其特征在于:所述的自适应干扰识别单元采用RLS算法进行自适应干扰识别,自适应干扰识别单元的两个输入端分别输入参考信号 $y_r(n)$ 、有用信号 $y_{fb}(n)$,一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$ 。

5. 根据权利要求4所述的一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,其特征在于:所述的自适应干扰识别单元包括RLS算法模块和加法器,参考信号 $y_r(n)$ 与加法器的反相输入端连接,有用信号 $y_{fb}(n)$ 与RLS算法模块的一个输入端连接,加法器输出端输出的信号与RLS算法模块的另一个输入端连接,RLS算法模块的一个输出端与加法器的同相输入端连接,RLS算法模块的另一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$;

算法初始化: $w(n) = 0, P(n) = \delta^{-1}I$; I 为单位阵, δ 取值为常数;遗忘因子取值满足 $0 < \lambda \leq 1$;算法在每一时刻 $n = 1, 2, \dots$ 时计算:

$$\mathbf{k}(n) = \frac{\lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}{1 + \lambda^{-1} \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}$$

$$\gamma(n) = y_r(n) - \mathbf{w}^H(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)$$

$$\mathbf{w}(n) = \mathbf{w}(n-1) + \mathbf{k}(n) \gamma^*(n)$$

$$\mathbf{P}(n) = \lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) - \lambda^{-1} \mathbf{k}(n) \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1)$$

输出信号为：

$$y_{rb}(n) = \mathbf{w}^T(n) y_{fb}(n)。$$

一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信领域,特别是涉及一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统及方法。

背景技术

[0002] 随着通信技术的不断发展,通信速度不断提高,频带资源变得越来越紧缺。如何在有限频带内实现更高的传输速度成为业界研究的一个热点,LTE与WIFI共基站干扰抑制正是其中一个重要分支。为了提高容量,从市场需求来讲,LTE与WIFI共站工作将是一种重要趋势。

[0003] 根据目前国家的频谱规划,WIFI工作于2400~2483.5MHz,为不需要License的ISM频段,而TD-LTE可能工作于2320~2370MHz的E频段,两系统间尚有30MHz的隔离带,选择TD-LTE和WIFI最相邻的信道(TD-LTE工作中心频率2360MHz,WIFI工作中心频率2412MHz)绘制发射信号频谱模板,如图1所示,可以看出,LTE与WIFI之间会存在带内干扰,这会降低它们的容量。由于LTE与WIFI共基站情况下,两者收发信机挨得近,干扰信号会远大于有用信号。为了抑制通信干扰,现有技术采取了以下几种方法。

[0004] 一、现有技术一的技术方案:

[0005] 阿尔卡特朗讯公司为其微基站产品提出了微小区自主干扰管理方案。通过测试证明与静态的共享干扰管理方案相比,自主的动态的干扰管理方案能够获得更高的性能增益。自主动态干扰管理方案采用了先进的技术,如自组织网络(SON)技术,自动功率控制,自动接收增益控制,上行链路干扰管理以及贝尔实验室创新的增强型小区间干扰协调(eICIC)功能等。

[0006] 在同频环境下的干扰管理方案:

[0007] (1)微基站意识到宏基站信号弱时,微基站应自主的缩减它的功率;

[0008] (2)微基站的信号非常强并淹没了附近的宏基站时,微基站应能够通知手机它所能传输的最大功率以便不影响邻近的宏基站,并调整自身灵敏度避免被强大的信号干扰;

[0009] (3)微基站能够找到在指定区域的良好覆盖和超出其范围的干扰之间的平衡。

[0010] 现有技术一的缺点如下:

[0011] 自适应功率控制方案也是采取一种间接的方法规避了干扰的影响,并没用从根本上消除干扰。因此,在应用场景恶劣的情况下,将很难达到抑制干扰的目的。

[0012] 二、现有技术二的技术方案:

[0013] 诺基亚西门子公司在其毫微微蜂窝基站(Femto)解决方案中,提出毫微微蜂窝基站的部署专案需要新的干扰缓解技术。毫微微蜂窝基站的干扰来源于6条路径:毫微微基站到宏基站、宏基站到毫微微基站、毫微微基站到毫微微基站(分别包括上行链路和下行链路)。干扰在很大程度上取决于小区间是否共享频谱、共信道干扰和接入口是开放的还是封闭的。

[0014] 与现有技术一类似,采用了自主干扰管理计划,可以减轻这种干扰,使运营商能进

行不协调的部署。采用的技术主要有自适应的最大输出功率控制、宏基站提醒UE功率上限帮助确保可接受的性能以及部署专用的带或“逃逸载体”，还提出了增强型小区内干扰协调(eICIC)计划,以及针对WIFI的自适应天线阵列,选择WIFI传输最佳的信号路径,自动避免WIFI干扰源。

[0015] 现有技术二的缺点如下:

[0016] 同样是采用自主干扰管理的方案,其缺点与现有技术一相同。

[0017] 三、现有技术三的技术方案:

[0018] 华为公司推出的业界首个全融合的WIFI解决方案具备信道、发射功率等射频资源动态调整能力。首先,在自动功率调整方面,可以动态调整功率大小,保证合理的信号覆盖和重叠区,防止覆盖漏洞和过覆盖产生干扰,同时,当邻近WIFI被移动后,周边WIFI可调整各自功率,填补空白。其次,在自动信道选择功能上,可自动检测干扰情况,根据配置的频点号,自动进行信道选择,以减小同频信道冲撞的概率。另外,可以充分利用11n双频的优势和5GHz相对频点多、干扰小的特点,初始接入使用2.4GHz,然后将业务从2.4GHz切换到5GHz上去承载,实现不同频段的导航,以减少干扰。

[0019] WIFI与LTE共存情况下,它们之间也不可避免的存在无线干扰。在有干扰风险的情况下,最直接的干扰消除措施是在两个无线通讯网络之间预留一定的频谱保护带宽,这可以最大程度地减少干扰的发生,但也会导致频率资源一定程度的浪费。具体预留的保护带的宽度,则需要根据实际设备的抗干扰能力和现网的干扰情况来计算。另外,对于一些比较严重的情况,就需要考虑加装滤波器和提升空间隔离来减小干扰。

[0020] 现有技术三的缺点如下:

[0021] 采用了多种方案来抑制干扰信号,通过自适应功率控制、空间隔离等方法,减小干扰信号,都没有从根本上消除干扰信号。并提出了加装滤波器的方案来消除干扰,但它并只能抑制带外干扰信号。

[0022] 四、现有技术四的技术方案:

[0023] 图2为现有技术四的干扰抵消系统简要结构图,对干扰信号的抵消经过了两个步骤:第一步利用射频干扰重建模块,通过调整发射信号的时延、幅度和相位使其与接收干扰信号同幅反相,然后通过加法器实现对消;第二步,在干扰信号通过A/D后,通过将发射端基带信号作为重建信号与干扰信号进行数字干扰抵消。

[0024] 现有技术四的缺点如下:

[0025] 该方案中,数字干扰抵消使用的重建信号时是通过发射端基带直接引入接收端基带,这样的信号忽略了射频通道引入的非线性和相位噪声,从而无法对干扰信号的非线性和相噪进行抵消,抵消性能将下降。

[0026] 五、现有技术五的技术方案:

[0027] 如图3所示,现有技术五与现有技术四的结构基本一致,唯一的区别在于数字干扰抵消中使用的重建信号,由原来的发射基带信号变为发射射频反馈信号。该方案通过的反馈通道,模拟了干扰信号的射频通道,从而克服了现有技术四无法消除射频非线性和相噪的问题,提高了数字干扰抵消性能。该方案中,反馈通道与射频前端接口间的线缆长度和反馈通道与中频接口间的线缆长度是固定的。

[0028] 现有技术五的缺点:

[0029] 该方案中,反馈通道与射频前端接口间的线缆长度和反馈通道与中频接口间的线缆长度是固定的,使得反馈信号和接收信号不同步,而在数字域作同步,无法保证同步精度,进而导致干扰抑制性能下降。除此之外,线长不可调还将导致接收通道与反馈通道的相噪差异,从而降低干扰抵消性能。

[0030] 综上所述,抑制干扰信号的现有技术一、二、三采用的是功率控制、空间隔离这种间接的减小干扰信号的方案,这些方案在环境资源恶劣的情况下不易实施。而加装滤波器的方法只能抑制带外的干扰,对于进入带内的干扰信号无能为力。现有技术四、五采用了先进的数字干扰抵消技术,现有技术四利用发射端基带信号进行数字干扰抵消,无法抑制射频非线性和相噪的影响;现有技术五采用发射射频信号进行数字干扰抵消,存在同步精度不够而导致干扰抑制性能下降的问题。因此,受各种条件制约,已有方案的干扰抵消性能还不够好,需要提出一种能够在有用信号频带内更加有效消除干扰信号的方法。

发明内容

[0031] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统及方法,有效抑制LTE与WIFI共基站情况下存在的相互干扰;通过调节反馈通道与射频前端接口间、反馈通道与中频接口间的线缆长度实现反馈通道与接收通道的同步,提高同步精度,提高干扰抵消性能。

[0032] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,包括LTE收发通道和WIFI收发通道,LTE收发通道包括LTE收发天线、LTE接收带通滤波器、LTE射频通道、LTE发射基带处理模块和LTE接收基带处理模块,LTE接收天线依次通过LTE接收带通滤波器和LTE射频通道连接LTE接收基带处理模块,LTE发射基带处理模块通过LTE射频通道与LTE发射天线相连;WIFI收发通道包括WIFI收发天线、WIFI接收带通滤波器、WIFI射频通道、WIFI发射基带处理模块和WIFI接收基带处理模块,WIFI接收天线依次通过WIFI接收带通滤波器和WIFI射频通道连接WIFI接收基带处理模块,WIFI发射基带处理模块通过WIFI射频通道与WIFI发射天线相连;

[0033] 还包括反馈通道、LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块,LTE发射天线及WIFI发射天线发射的射频信号分别从其天线口处耦合一份并输入反馈通道,LTE数字干扰抵消模块的一个输入端与LTE射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,LTE数字干扰抵消模块的输出端与LTE接收基带处理模块连接;WIFI数字干扰抵消模块的一个输入端与WIFI射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,WIFI数字干扰抵消模块的输出端与WIFI接收基带处理模块连接;反馈通道还分别与LTE射频通道、WIFI射频通道连接。

[0034] 反馈通道与射频前端接口间的线缆长度 l_i 、反馈通道与中频接口间的线缆长度 m_i 是可调节的,根据LTE发射天线与WIFI接收天线、WIFI发射天线与LTE接收天线间的距离大小,确定 l_i 的大小;根据LTE射频通道与LTE数字基带、WIFI射频通道与WIFI数字基带间的距离大小,确定 m_i 的大小。

[0035] 反馈通道与LTE接收通道、WIFI接收通道共本振。

[0036] LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块包括自适应干扰识别单元和加法器,接收通道通过ADC转换器与加法器的同相输入端连接,反馈通道依次通过ADC转换器和自适应干扰识别单元与加法器的反相输入端连接。

[0037] 自适应干扰识别单元采用RLS算法进行自适应干扰识别,自适应干扰识别单元的两个输入端分别输入参考信号 $y_r(n)$ 、有用信号 $y_{fb}(n)$,一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$ 。

[0038] 自适应干扰识别单元包括RLS算法模块和加法器,参考信号 $y_r(n)$ 与加法器的反相输入端连接,有用信号 $y_{fb}(n)$ 与RLS算法模块的一个输入端连接,加法器输出端输出的信号与RLS算法模块的另一个输入端连接,RLS算法模块的一个输出端与加法器的同相输入端连接,RLS算法模块的另一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$;

[0039] 算法初始化: $w(n)=0, P(n)=\delta^{-1}I$; I 为单位阵, δ 取值为常数;遗忘因子取值满足 $0 < \lambda \leq 1$;算法在每一时刻 $n=1, 2, \dots$ 时计算:

$$\mathbf{k}(n) = \frac{\lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}{1 + \lambda^{-1} \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}$$

[0040] $\gamma(n) = y_r(n) - \mathbf{w}^H(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)$;

$$\mathbf{w}(n) = \mathbf{w}(n-1) + \mathbf{k}(n) \gamma^*(n)$$

$$\mathbf{P}(n) = \lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) - \lambda^{-1} \mathbf{k}(n) \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1)$$

[0041] 输出信号为: $y_{rb}(n) = \mathbf{w}^T(n) y_{fb}(n)$ 。

[0042] 一种LTE与WIFI共基站干扰抑制方法,它包括以下步骤:

[0043] S1:LTE发射天线和WIFI发射天线将其发射的射频信号分别从天线口处耦合一份,通过与LTE接收通道、WIFI接收通道共本振的反馈通道,发送到LTE和WIFI的数字域进行数字干扰抵消;

[0044] S2:数字干扰抵消,首先进行自干扰识别,LTE和WIFI识别接收通道干扰信号所经历信道的幅度和相位,再利用识别出来的信道幅度和相位,联合反馈通道数据进行干扰信号重建,接着将重建的干扰信号与接收信号相减,完成数字干扰抵消。

[0045] LTE与WIFI共基站干扰抑制方法,还包括一个调节反馈通道与射频前端接口间的线缆长度 l_i 、反馈通道与中频接口间的线缆长度 m_i 的步骤,通过调节线缆长度实现反馈通道与接收通道的同步。

[0046] 本发明的有益效果是:

[0047] 1) 本发明可有效抑制LTE与WIFI共基站情况下存在的相互干扰,包括由于接收机中存在针对有用信号的接收带通滤波器,干扰信号在经过有用信号带通滤波器后,干扰信号被带通滤波器畸变,在基带处形成的与有用信号接收带通滤波器特性相关的干扰信号,也可有效抵消这一畸变的干扰信号;

[0048] 2) 通过调节反馈通道与射频前端接口间、反馈通道与中频接口间的线缆长度,使射频反馈通道送过来的信号与LTE或者WIFI接收的无线干扰信号精确同步,提高了同步精度,提高了干扰抵消性能;

[0049] 线缆长度可调节的好处在于:在时间上可较精确对齐接收通道的数据,即在时间上做到精确同步接收信号,其精确度高于数字同步技术;不需要在数字域上做反馈通道与接收通道的时间同步,节约了实现资源,也就等同于节约了部分成本;使接收通道与反馈通道的相位噪声一致,降低相噪对干扰抵消性能的影响。

[0050] 通过调整线长能够很好地解决现有技术中同步性能不好导致干扰抵消性能下

降的问题。

附图说明

- [0051] 图1为LTE信号干扰WIFI信号频谱模板；
- [0052] 图2为现有技术四的干扰抵消系统结构图；
- [0053] 图3为现有技术五的数字干扰抵消方法系统结构图；
- [0054] 图4为LTE与WIFI共基站系统内部模型结构示意图；
- [0055] 图5为LTE、WIFI收发天线分离时本发明系统结构示意图；
- [0056] 图6为LTE、WIFI收发天线共用时本发明系统结构示意图；
- [0057] 图7为数字干扰抵消模块结构示意图；
- [0058] 图8为自适应干扰识别单元接口结构示意图；
- [0059] 图9为自适应干扰识别单元内部结构示意图；
- [0060] 图10为数字干扰抵消仿真结构示意图。

具体实施方式

[0061] 下面结合附图进一步详细描述本发明的技术方案,但本发明保护范围不局限于以下所述。

[0062] 针对LTE与WIFI共基站的情况,系统内部模型如图4所示,根据这一系统模型,在进行干扰的基带抵消设计时,考虑解决以下几大问题:

[0063] (1) 消除LTE与WIFI共基站情况下相互之间存在的干扰。

[0064] (2) LTE与WIFI共基站情况下,由于接收机中存在针对有用信号的接收带通滤波器,干扰信号在经过有用信号带通滤波器后,干扰信号被带通滤波器畸变,在基带处形成了与有用信号接收带通滤波器特性相关的干扰信号,抵消该畸变的干扰信号。

[0065] (3) 在数字干扰抵消方案的基础上,提出改进方案,进一步提高同步精度,从而提高干扰抵消性能。

[0066] 一种LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,包括LTE收发通道和WIFI收发通道,LTE收发通道包括LTE收发天线、LTE接收带通滤波器、LTE射频通道、LTE发射基带处理模块和LTE接收基带处理模块,LTE接收天线依次通过LTE接收带通滤波器和LTE射频通道连接LTE接收基带处理模块,LTE发射基带处理模块通过LTE射频通道与LTE发射天线相连;WIFI收发通道包括WIFI收发天线、WIFI接收带通滤波器、WIFI射频通道、WIFI发射基带处理模块和WIFI接收基带处理模块,WIFI接收天线依次通过WIFI接收带通滤波器和WIFI射频通道连接WIFI接收基带处理模块,WIFI发射基带处理模块通过WIFI射频通道与WIFI发射天线相连。如图5所示,LTE、WIFI收发天线分离;如图6所示,LTE、WIFI收发天线共用。

[0067] 如图5和图6所示,LTE与WIFI共基站干扰抑制系统,还包括反馈通道、LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块,LTE发射天线及WIFI发射天线发射的射频信号分别从其天线口处耦合一份并输入反馈通道,LTE数字干扰抵消模块的一个输入端与LTE射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,LTE数字干扰抵消模块的输出端与LTE接收基带处理模块连接;WIFI数字干扰抵消模块的一个输入端与WIFI射频通道相连,另一个输入端与反馈通道连接,WIFI数字干扰抵消模块的输出端与WIFI接收基带处理模块连接;反馈通道还

分别与LTE射频通道、WIFI射频通道连接。

[0068] 所述反馈通道与射频前端接口间的线缆长度 l_i (反馈通道与发射天线之间的线缆长度)、反馈通道与中频接口间的线缆长度 m_i (反馈通道与数字干扰抵消模块之间的线缆长度)是可调节的,根据LTE发射天线与WIFI接收天线、WIFI发射天线与LTE接收天线间的距离大小,,确定 l_i 的大小;根据LTE射频通道与LTE数字基带、WIFI射频通道与WIFI数字基带间的距离大小,确定 m_i 的大小。

[0069] 反馈通道与接收通道的同步性能极大影响数字干扰抵消的能力,从后续的仿真结果也可以看出,哪怕同步误差为1/8个码片时间,也会使干扰抵消能力下降14dB以上。同时高精度的数字同步也就意味着复杂度的增加。因此,通过调整线长能够很好的解决现有技术中同步性能不好导致干扰抵消性能下降的问题。

[0070] 所述的反馈通道与LTE接收通道、WIFI接收通道共本振。

[0071] 如图7所示,LTE数字干扰抵消模块和WIFI数字干扰抵消模块包括自适应干扰识别单元和加法器,接收通道通过ADC转换器与加法器的同相输入端连接,反馈通道依次通过ADC转换器和自适应干扰识别单元与加法器的反相输入端连接。

[0072] 如图8所示,自适应干扰识别单元采用RLS算法进行自适应干扰识别,自适应干扰识别单元的两个输入端分别输入参考信号 $y_r(n)$ 、有用信号 $y_{fb}(n)$,一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$ 。

[0073] 如图9所示,自适应干扰识别单元包括RLS算法模块和加法器,参考信号 $y_r(n)$ 与加法器的反相输入端连接,有用信号 $y_{fb}(n)$ 与RLS算法模块的一个输入端连接,加法器输出端输出的信号与RLS算法模块的另一个输入端连接,RLS算法模块的一个输出端与加法器的同相输入端连接,RLS算法模块的另一个输出端输出自适应干扰识别结果信号 $y_{rb}(n)$;

[0074] 算法初始化: $w(n)=0, P(n)=\delta^{-1}I$; I 为单位阵, δ 取值为常数,一般取0.1;遗忘因子取值满足 $0<\lambda\leq 1$;算法在每一时刻 $n=1,2,\dots$ 时计算:

$$\mathbf{k}(n) = \frac{\lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}{1 + \lambda^{-1} \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n)}$$

$$[0075] \quad \gamma(n) = y_r(n) - \mathbf{w}^H(n-1) \mathbf{y}_{fb}(n) \quad ;$$

$$\mathbf{w}(n) = \mathbf{w}(n-1) + \mathbf{k}(n) \gamma^*(n)$$

$$\mathbf{P}(n) = \lambda^{-1} \mathbf{P}(n-1) - \lambda^{-1} \mathbf{k}(n) \mathbf{y}_{fb}^H(n) \mathbf{P}(n-1)$$

[0076] 输出信号为:

$$[0077] \quad y_{rb}(n) = \mathbf{w}^T(n) \mathbf{y}_{fb}(n)。$$

[0078] 一种LTE与WIFI共基站干扰抑制方法,它包括以下步骤:

[0079] S1:LTE发射天线和WIFI发射天线将其发射的射频信号分别从天线口处耦合一份,通过与LTE接收通道、WIFI接收通道共本振的反馈通道,发送到LTE和WIFI的数字域进行数字干扰抵消;

[0080] S2:数字干扰抵消,首先进行自干扰识别,LTE和WIFI识别接收通道干扰信号所经历信道的幅度和相位,再利用识别出来的信道幅度和相位,联合反馈通道数据进行干扰信号重建,接着将重建的干扰信号与接收信号相减,完成数字干扰抵消。

[0081] LTE与WIFI共基站干扰抑制方法,还包括一个调节反馈通道与射频前端接口间的

线缆长度 l_i 、反馈通道与中频接口间的线缆长度 m_i 的步骤,通过调节线缆长度实现反馈通道与接收通道的同步。

[0082] 以下通过仿真分析同步精度对于干扰抵消性能的影响,建立仿真模型如图10所示。

[0083] 仿真条件如下表1:

[0084] 表1仿真条目

编号	仿真内容	仿真参数
1	非理想同步下的干扰抵消性能 (反馈通道的数据落后于接收通道的数据)	(1)信道及接收滤波器用一个滤波器来代替; (2)信号发射功率 30dBm (3)相位噪声-84dBc@10kHz
[0085]	非理想同步下的干扰抵消性能 (接收通道的数据落后于反馈通道的数据)	(1)信道及接收滤波器用一个滤波器来代替; (2)信号发射功率 30dBm (3)相位噪声-84dBc@10kHz (4)仿真中RLS自适应滤波器的最长抽头与最短抽头间的时间差为20个采样点(这里的1个采样点对应1个数据)时间

[0086] 表2仿真条目1结果记录

编号	同步误差(采样点)	抵消结果(dB)
1	0	63
3	1/8	48
4	2/8	42.6
[0087]	3/8	39.5
6	4/8	36
7	5/8	33.5
8	6/8	32
9	7/8	31
10	8/8	30

[0088] 从表2仿真的结果可以看出,当反馈通道信号落后接收通道信号超过1个数据持续时间,干扰抑制效果下降很厉害。

[0089] 表3仿真条目2结果记录

编号	同步误差(采样点)	抵消结果(dB)
1	0	63
3	1/8	49
[0090] 4	2/8	45
5	4/8	43.5
6	1	61
7	2	61
8	3	30

[0091] 从仿真条件可知,信道及接收滤波器用一个通道滤波器表征,且仿真中该通道滤波器的阶数为18阶。从表3的仿真结果可以看出,当接收通道信号落后反馈通道信号低于2个数据持续时间时,干扰抑制效果都是大于43dB的。但当接收通道信号落后反馈通道信号超过2个数据持续时间时,干扰抑制效果急剧下降。这是因为,通道滤波器的阶数 $18+2$ (接收通道信号落后反馈通道信号的长度) $=20$,而我们的RLS自适应滤波器的最长抽头与最短抽头间的时间差正好为20,这就意味着,只要接收通道信号落后反馈通道信号加上通道滤波器群时延,包含在RLS自适应滤波器最长抽头与最短抽头的时间窗内,干扰抑制效果就会保持较高水平。

[0092] 从上面的仿真可以看出,哪怕同步误差为1/8个码片时间,也会使干扰抵消能力下降14dB以上。因此反馈通道与接收通道的同步精度对干扰抵消性能影响很大。

[0093] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

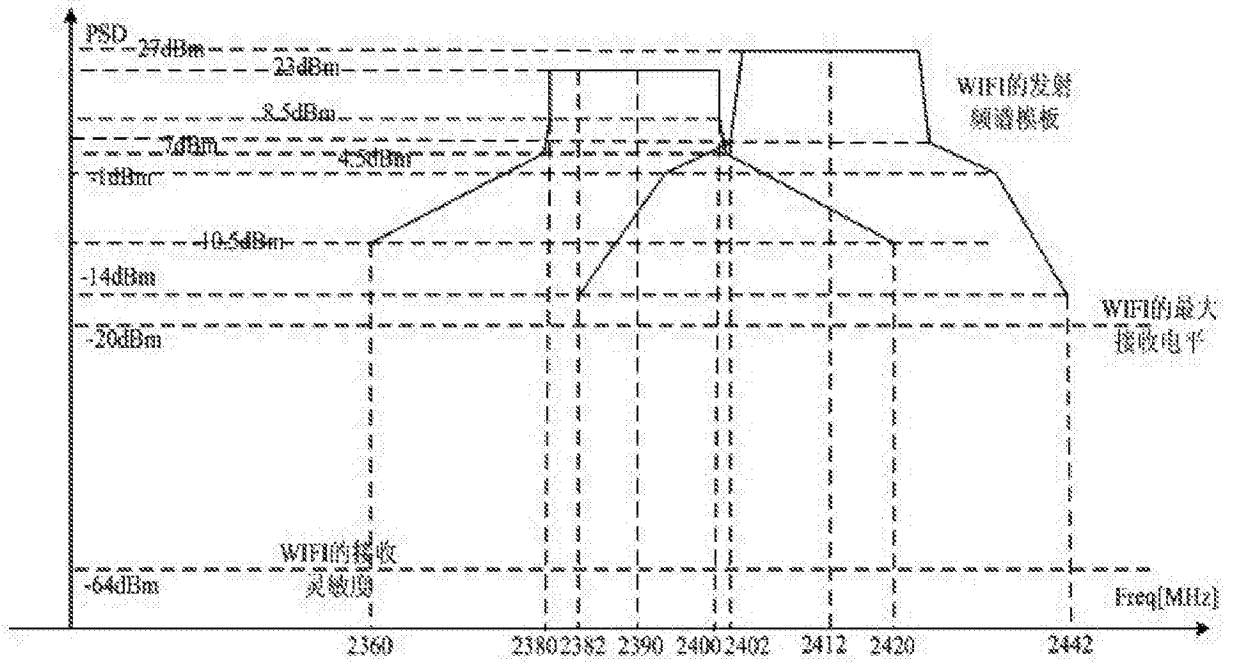


图1

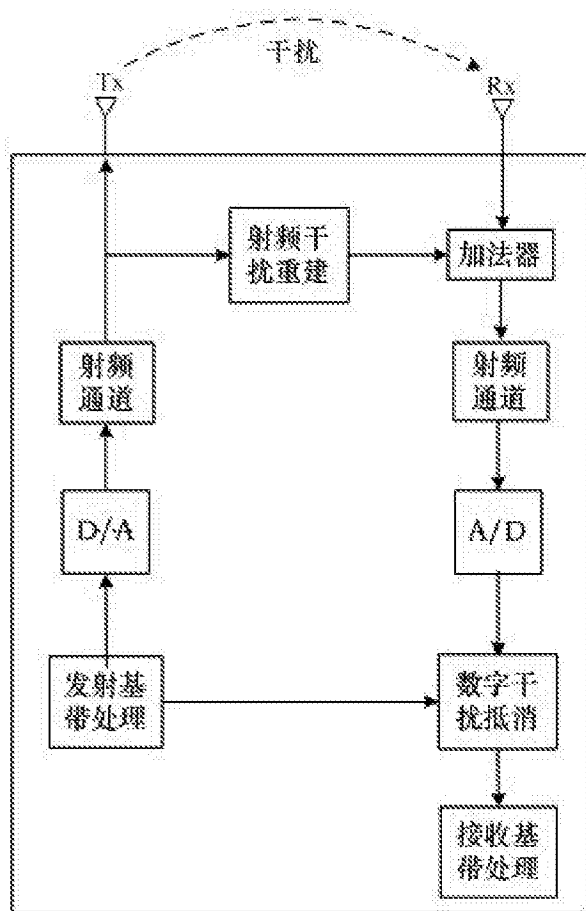


图2

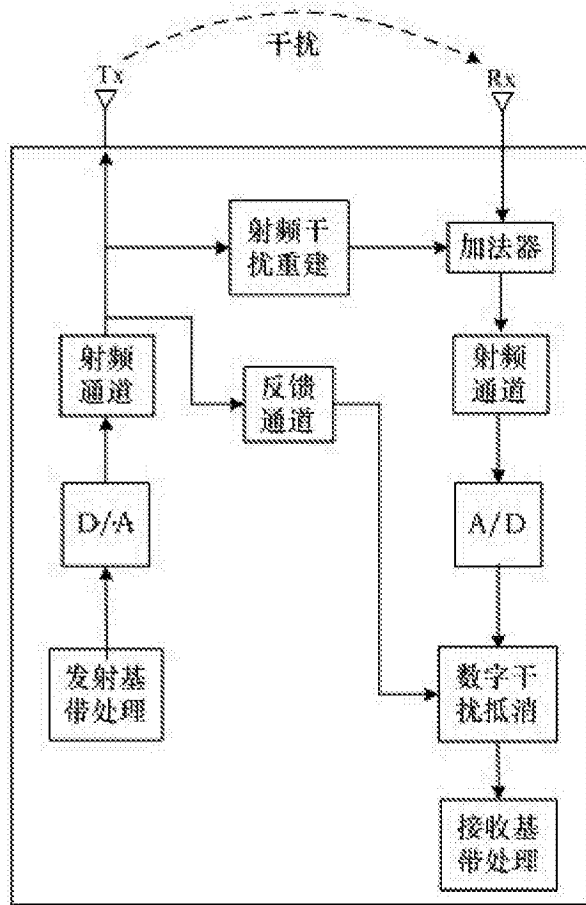


图3

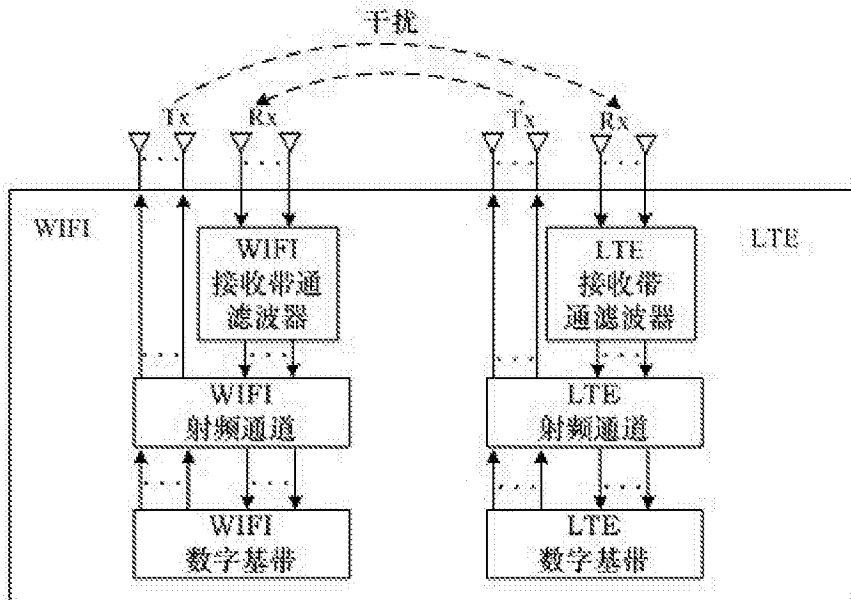


图4

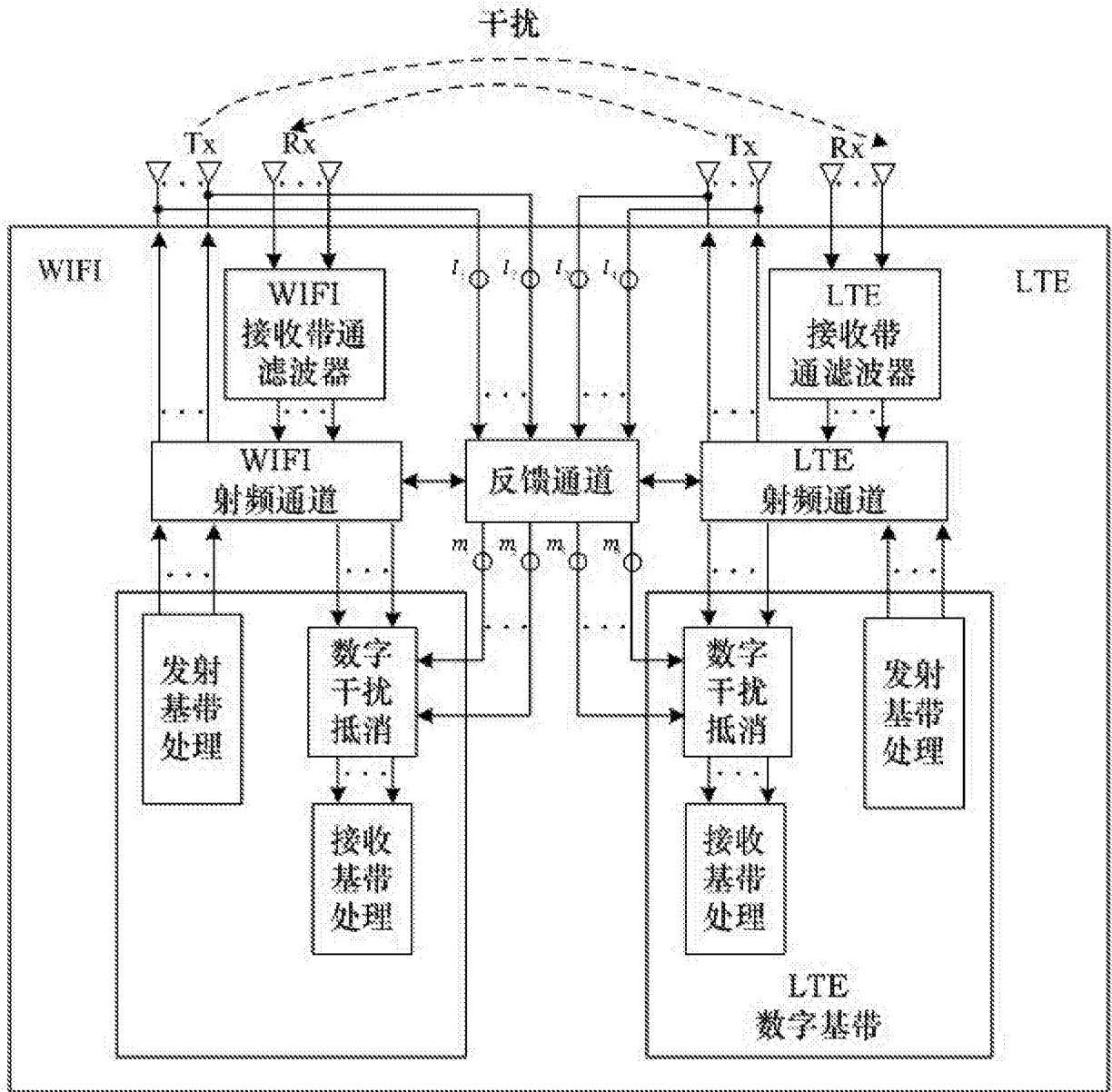


图5

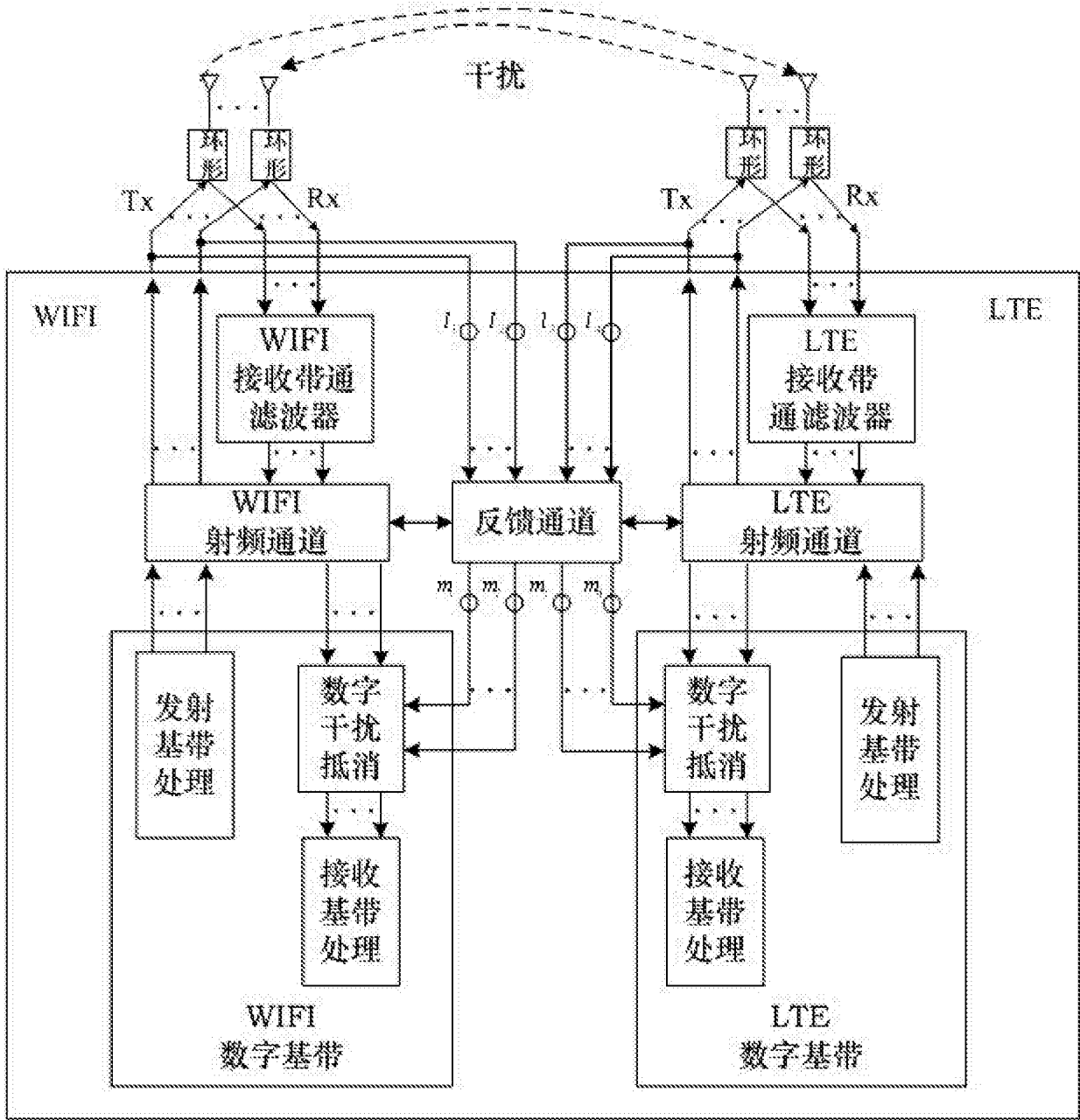


图6

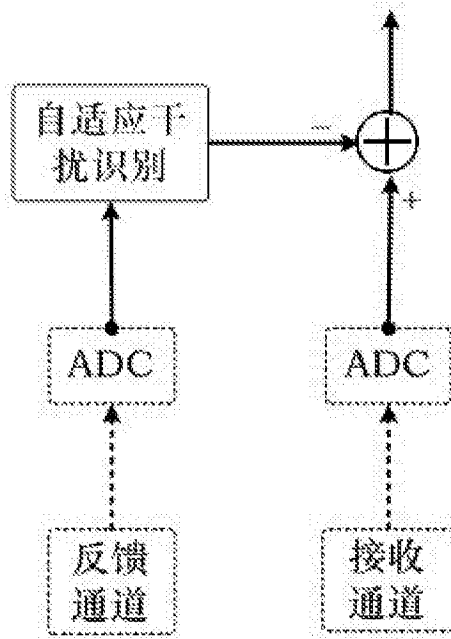


图7

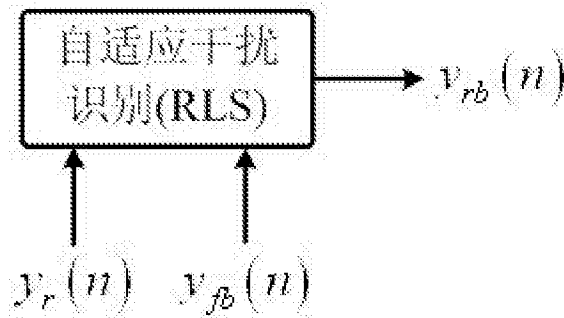


图8

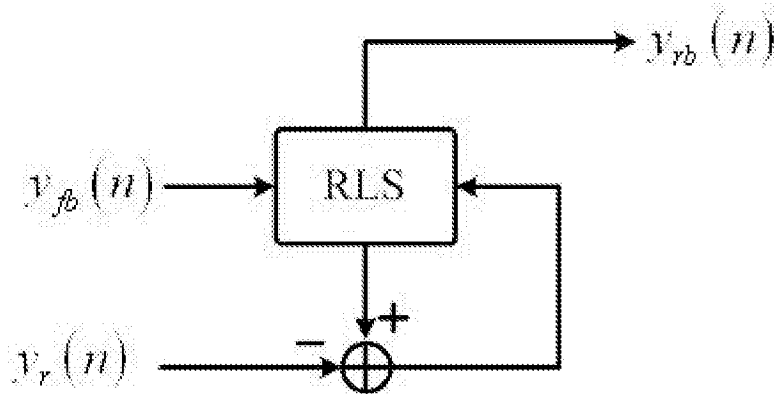


图9

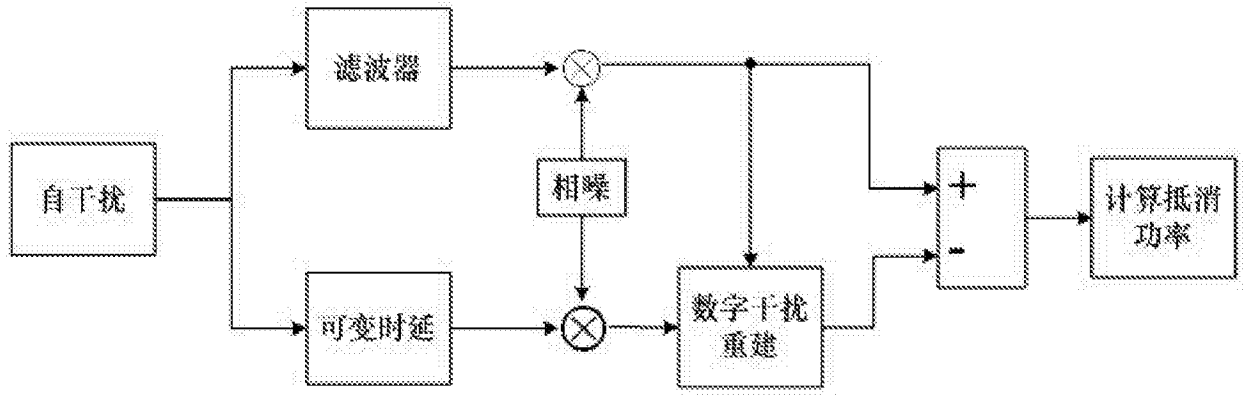


图10