

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 15/00 (2006.01)

H04M 3/30 (2006.01)

H04M 11/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610066806.6

[43] 公开日 2007 年 10 月 3 日

[11] 公开号 CN 101047455A

[22] 申请日 2006.3.29

[21] 申请号 200610066806.6

[71] 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

[72] 发明人 石清泉

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 张颖玲 王琦

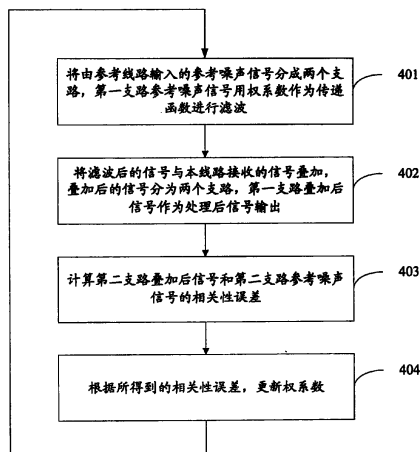
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种降低环境耦合噪声的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种降低环境耦合噪声的方法，从线路中选择一条参考线路和一条待处理线路，该方法还包括如下步骤：A. 获取参考线路的参考噪声信号；B. 确定用于调整参考噪声信号的权系数；C. 用权系数构成的传递函数对参考噪声信号进行滤波，并将滤波处理后的信号与待处理线路接收端的信号进行线性叠加，叠加后的信号作为该待处理线路的输出信号，返回步骤 A。本发明还公开了一种降低环境耦合噪声的装置。本发明方案利用各个线路之间环境噪声的相关性，用参考线路的噪声信号作为参考噪声信号，来抵消待处理线路的噪声信号，可以达到降低待处理线路环境耦合噪声的目的；并且，采用自适应方法处理参考噪声信号的权系数，可以保证环境噪声的抵消处理达到比较满意的效果。



1、一种降低环境耦合噪声的方法，其特征在于，从线路中选择一条参考线路和一条待处理线路，该方法还包括如下步骤：

A、获取参考线路的参考噪声信号；

B、确定用于调整参考噪声信号的权系数；

C、用权系数构成的传递函数对参考噪声信号进行滤波，并将滤波处理后的信号与待处理线路接收端的信号进行线性叠加，叠加后的信号作为该待处理线路的输出信号，返回步骤 A。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 B 中所述权系数的初始值按照现有自适应滤波器使用方法进行设置。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 A 中所述获取参考线路的参考噪声信号为：根据参考线路接收端信号解调出该线路的发射端信号，将接收端信号减去发射端信号与参考线路传递函数的乘积后所得的信号作为参考噪声信号。

4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述参考线路的发射端不发射业务信号，则步骤 A 中所述获取参考线路参考噪声信号为：测量所述参考线路接收端的信号，将所测量的信号作为参考噪声信号。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤 B 所述确定权系数进一步包括：

B1、计算参考噪声信号与上一次步骤 C 输出信号之间的相关性误差；

B2、根据相关性误差更新权系数。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，步骤 B2 中所述更新权系数所采用的算法为：最小均方差算法或递归最小二乘算法。

7、一种降低环境耦合噪声的装置，其特征在于，该装置包括：

权系数处理单元，用于接收参考噪声信号，根据来自加法器的信号得到权系数，将所接收的参考噪声信号用权系数构成的传递函数进行滤波，并将

滤波处理后的信号输入加法器；

加法器，用于接收来自权系数处理单元的信号和待处理线路的接收端信号，将所接收的两个信号线性相加，相加处理后输出的信号发送至权系数处理单元并同时作为装置的输出信号向外输出。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述权系数处理单元进一步包括：

相关性误差检测单元，用于接收参考噪声信号以及加法器的输出信号，计算所接收的两个信号的相关性误差，并将相关性误差发送至权系数更新单元；

权系数更新单元，用于根据所接收的相关性误差计算权系数，并将所计算出的权系数输出至可变权系数滤波器；

可变权系数滤波器，将所接收的参考噪声信号用权系数构成的传递函数进行滤波，并将滤波处理后的信号输入加法器。

9、根据权利要求8所述的装置，其特征在于，该装置进一步包括：

参考噪声信号处理单元，用于接收参考线路的信号，根据所接收的信号处理生成参考噪声信号，并将参考噪声信号分别输出至权系数处理单元和相关性误差检测单元。

10、根据权利要求7、8或9所述的装置，其特征在于，所述装置位于数字信号线接入复用器的分离/整合器中。

一种降低环境耦合噪声的方法和装置

技术领域

本发明涉及通信技术领域，特别涉及一种降低环境耦合噪声的方法和装置。

背景技术

数字用户线（Digital Subscriber Line, DSL）技术是一种通过电话双绞线,即无屏蔽双绞线（Unshielded Twist Pair, UTP）进行数据传输的高速传输技术,包括非对称数字用户线(Asymmetrical Digital Subscriber Line, ADSL),甚高速数字用户线（Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line, VDSL）、基于综合业务数字网（Integrated Services Digital Network, ISDN）的用户数字线（ISDN Digital Subscriber Line, IDSL）和单线对高速数字用户线（Single-pair High-bit-rate Digital Subscriber Line, SHDSL）等。

在各种数字用户线技术（xDSL）中，除了 IDSL 和 SHDSL 等基带传输的 DSL 外,采用通带传输的 DSL 利用频分复用技术使得 DSL 与传统电话业务（Plain Old Telephone Service, POTS）共存于同一对双绞线上，其中 DSL 占据高频段，POTS 占用 4KHz 以下基带部分，POTS 信号与 DSL 信号通过分离/整合器（Splitter）进行分离或合并。通带传输的 xDSL 采用离散多音频调制（Discrete Multi-Tone Modulation, DMT）技术进行调制和解调。提供多路 DSL 接入的系统叫做 DSL 接入复用器（DSL Access Multiplexer, DSLAM），其系统连接关系示意图如图 1 所示。DSLAM120 包括局端收发单元 121 和分离/整合器 122，在上行方向，局端收发单元 121 接收来自计算机 110 的 DSL 信号并对所收到的信号进行放大处理，将处理后的 DSL 信号发送至分离/整合器 122；分离/整合器 122 将来自局端收发单元 121 的 DSL

信号和电话终端 130 的 POTS 信号进行整合处理；整合后的信号通过多路的 UTP 140 的传输，由对端的 DSLAM 150 中的分离/整合器 151 接收；分离/整合器 151 将所接收的信号进行分离，将其中的 POTS 信号发送至公用电话交换网（Public Switched Telephone Network, PSTN）160，将其中的 DSL 信号发送至 DSLAM150 的收发单元 152，收发单元 152 再将所收到的信号进行放大处理后发送至网络管理系统（Network Management System, NMS）170。在信号的下行方向，则信号按照与上述相反的顺序进行传输。

xDSL 技术中采用 UTP 作为一种传输信道，其无失真信道容量必须满足香农的信道容量公式：

$$C = B \times \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

其中 C 为信道容量， B 为信号带宽， S 为信号， N 为噪声。为了能够得到更高速的传输，需要尽可能地增大信道容量 C 。从公式 (1) 中可以看出，通过提高信号带宽 B 或信号 S 都能提高信道的传输容量 C 。但是信号带宽 B 由信道的幅频特性决定，信号 S 被器件、频谱兼容等条件限定，因此两者均被限制在一定的范围内，xDSL 的传输容量 C 能够通过上述途径得到提高的范围十分有限；但是从噪声 N 的角度考虑，只要降低噪声 N ，线路的信道容量 C 也能得到增加。

传输信道的接收端收到的噪声包括：线路热噪声、放大器热噪声、环境电磁耦合噪声等几个主要的部分。其中前两者又称为本底热噪声，本底热噪声能量比较小，一般为 -140dBm/Hz 左右。环境电磁耦合噪声是外界环境中的电磁干扰引起的线路噪声，通常情况下，环境电磁耦合噪声比本底热噪声高很多，因此控制噪声能量一般主要是控制环境电磁耦合噪声的能量。从噪声形态上，环境电磁耦合噪声主要分为三类：脉冲类、周期类和连续类，脉冲类噪声持续时间很短，例如雷电、电力线大的浪涌电流引起的噪声；周期类噪声持续时间很长且变化规律有一定的周期性，例如周期性的脉冲干扰引起的噪声；连续类噪声持续时间很长且变化无规律可循，例如电力线中传输的

电流引起的噪声。

理论上说,如果对传输线路进行电磁屏蔽,可以从根源上减小甚至消除环境电磁耦合噪声。目前可行的办法是采用屏蔽双绞线(Shielded Twist Pair, STP)代替UTP作为承载xDSL的线路。但由于STP外层包有金属箔,其造价比UTP高得多,且安装起来也困难得多,除极少数应用场合一般不采用这种方式。在现有技术的处理中,对于脉冲类噪声,一般通过交织、trellis编码等编码方式减小其产生的负面影响;对于周期类或连续类噪声,则只有通过信噪比(SNR)容限的方式来降低其噪声能量对信道容量的影响。SNR容限方法的缺点在于,在降低周期类或连续类噪声对信道容量的影响的同时,也减小了网络传输率。

发明内容

有鉴于此,本发明的目的在于,提出一种降低环境耦合噪声的方法,可有效地降低环境电磁耦合噪声对信道容量的影响,并且不影响信道的传输速率。

该方法从线路中选择一条参考线路和一条待处理线路,还包括如下步骤:

- A、获取参考线路的参考噪声信号;
- B、确定用于调整参考噪声信号的权系数;
- C、用权系数构成的传递函数对参考噪声信号进行滤波,并将滤波处理后的信号与待处理线路接收端的信号进行线性叠加,叠加后的信号作为该待处理线路的输出信号,返回步骤A。

步骤B中所述权系数的初始值按照现有自适应滤波器使用方法进行设置。

步骤A中所述获取参考线路的参考噪声信号为:根据参考线路接收端信号解调出该线路的发射端信号,将接收端信号减去发射端信号与参考线路传递函数的乘积后所得的信号作为参考噪声信号。

所述参考线路的发射端不发射业务信号，则步骤 A 中所述获取参考线路参考噪声信号为：测量所述参考线路接收端的信号，将所测量的信号作为参考噪声信号。

较佳地，步骤 B 所述确定权系数进一步包括：

B1、计算参考噪声信号与上一次步骤 C 输出信号之间的相关性误差；

B2、根据相关性误差更新权系数。

步骤 B2 中所述更新权系数所采用的算法为：最小均方差算法或递归最小二乘算法。

本发明的另一目的在于提出一种降低环境耦合噪声的装置，包括如下组成部分：

权系数处理单元，用于接收参考噪声信号，根据来自加法器的信号得到权系数，将所接收的参考噪声信号用权系数构成的传递函数进行滤波，并将滤波处理后的信号输入加法器；

加法器，用于接收来自权系数处理单元的信号和待处理线路的接收端信号，将所接收的两个信号线性相加，相加处理后输出的信号发送至权系数处理单元并同时作为装置的输出信号向外输出。

所述权系数处理单元进一步包括：

相关性误差检测单元，用于接收参考噪声信号以及加法器的输出信号，计算所接收的两个信号的相关性误差，并将相关性误差发送至权系数更新单元；

权系数更新单元，用于根据所接收的相关性误差计算权系数，并将所计算出的权系数输出至可变权系数滤波器；

可变权系数滤波器，用于将所接收的参考噪声信号用权系数构成的传递函数进行滤波，并将滤波处理后的信号输入加法器；。

较佳地，该装置进一步包括：

参考噪声信号处理单元，用于接收参考线路的信号，根据所接收的信号处理生成参考噪声信号，并将参考噪声信号分别输出至权系数处理单元和相

关性误差检测单元。

所述装置位于数字信号线接入复用器的分离/整合器中。

从以上技术方案可以看出,利用各个线路之间环境噪声的相关性,用参考线路的噪声信号作为参考噪声信号,来抵消待处理线路的噪声信号,可以达到降低待处理线路环境耦合噪声的目的,对于脉冲类、周期类和连续类的耦合噪声都可以利用本发明方案处理;并且,采用自适应方法处理参考噪声信号的权系数,可以保证环境噪声的抵消处理达到比较满意的效果,进而可以提高线路的信道容量。

附图说明

图 1 为 xDSL 系统连接关系示意图;

图 2 为三条线路同时受到外界电磁干扰的示意图;

图 3 为本发明实施例装置示意图;

图 4 为依据本发明实施例装置的方法流程图。

具体实施方式

由于外界环境的电磁干扰总是对多条线路同时造成影响,环境电磁耦合噪声的一个比较突出的特点就是同时耦合到各条线路,且各条线路间也存在互相耦合,具有一定的相关性;因此从理论上说,可以利用这种相关性,通过一定的处理方法使得这多条线路中噪声的影响彼此抵消,从效果上说相当于降低了环境电磁耦合噪声。

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本发明作进一步的详细阐述。

图 2 为三条线路同时受到外界电磁干扰的示意图。该外界环境电磁干扰的形态可以是脉冲类、周期类、连续类或以上三种形态的任意叠加,其噪声信号由 N_s 表示;线路一、线路二和线路三发送端所发送的信号分别用 X_1 、 X_2 和 X_3 表示,则接收端所接收的信号 Y_1 、 Y_2 和 Y_3 的表达式为:

$$Y_1 = H^1 \times X_1 + H^{w1} \times N_s + \sigma_1 \quad (2)$$

$$Y_2 = H^2 \times X_2 + H^{w2} \times N_s + \sigma_2 \quad (3)$$

$$Y_3 = H^3 \times X_3 + H^{w3} \times N_s + \sigma_3 \quad (4)$$

其中 H^1 、 H^2 和 H^3 分别为这三条线路的传递函数， H^{w1} 、 H^{w2} 和 H^{w3} 分别为这三条线路环境噪声的耦合函数， σ_1 、 σ_2 和 σ_3 分别为这三条线路各自的本底热噪声信号。

本发明方法大体上分为三步：

第一步，确定外界电磁干扰的参考噪声信号。

将线路一作为参考线路，得到线路一总噪声信号 N_1 ，并将该噪声信号作为参考噪声信号 N_r ：

$$N_r = N_1 = H^{w1} \times N_s + \sigma_1 \quad (5)$$

该参考噪声信号包括线路一的本底热噪声 σ_1 和环境电磁耦合噪声 $H^{w1} \times N_s$ 两部分。可以采取以下两种方法获得线路一的总噪声信号 N_1 ：

方法 1、线路一的发送端不发送业务信号，则线路一的接收端所收到的信号即为该线路的噪声信号 N_1 ；

方法 2、通过解调处理得到线路一发送信号 X_1 ，而 H^1 可以通过收发器的上报参数获得，因此可作为已知参数，这样从接收信号 Y_1 中扣除 $H^1 \times X_1$ 即得线路一的总噪声信号 N_1 。

第二步，确定其他线路与参考线路的环境噪声耦合函数之比的相反数 η_i ，其中 i 表示该线路标号。例如线路二与参考线路的环境噪声耦合函数之比的相反数 η_2 为：

$$\eta_2 = -H^{w2}/H^{w1} \quad (6)$$

一般来说，各个线路的环境噪声耦合函数彼此接近，因此 $\eta_i \approx -1$ 。

第三步，用参考噪声信号抵消其他线路的外界环境电磁耦合噪声。

其做法是，将参考噪声信号 N_r 与 η_i 相乘，所得的结果与其他线路接收端

所接收的信号 Y_i 相叠加，叠加后的信号 Y_i' 作为抵消处理后该线路的信号。仍然以线路二为例，用 Y_2' 表示进行抵消处理后线路二的信号，则

$$\begin{aligned} Y_2' &= Y_2 + \eta_2 \times N_1 \\ &= H^2 \times X_2 + H^{w2} \times N_s + \sigma_2 - \frac{H^{w2}}{H^{w1}} \times (H^{w1} \times N_s + \sigma_1) \\ &= H^2 \times X_2 + \left(\sigma_2 - \frac{H^{w2}}{H^{w1}} \times \sigma_1 \right) \end{aligned} \quad (7)$$

由公式(3)和公式(7)可以看出，抵消处理之前，线路二的噪声 $N_2 = H^{w2} \times N_s + \sigma_2$ ；抵消处理之后，线路二的噪声变为 $N_2' = \sigma_2 - \frac{H^{w2}}{H^{w1}} \times \sigma_1$ 。 N_2' 的量级基本等于本底热噪声 σ_2 的量级，因此经过抵消处理，线路二的环境耦合噪声大大减小。

对于线路三可以采取与上述完全相同的方式抵消其环境耦合噪声。

以上所述为理论上的理想情况。实际上，环境耦合函数是随噪声源信号 N_s 变化的函数，而噪声源信号 N_s 变化情况往往十分复杂，而且是不可预知的，因此难以获得 η_i 的精确值。

基于上述原因，在本发明实施例的装置中，采取自适应滤波器对 η 进行自适应调整，以达到抵消环境耦合噪声的最佳效果。

本实施例装置位于多用户线路接收端的DSLAM中，更具体地说，位于接收端的DSLAM中的分离/整合器中，各部份组成以及彼此的连接关系如图3所示。本装置包括：

加法器310，用于接收待处理线路接收端所接收的信号 Y_i ，并将所收到的线路信号与来自权系数处理单元320的信号叠加，叠加后的信号作为抵消处理后的输出信号 Y_i' ，同时将叠加后的信号发送至权系数处理单元320；

权系数处理单元320，用于接收参考线路的参考噪声信号 N_r ，即参考线路的噪声信号；根据来自加法器的信号 Y_i' 和参考噪声信号 N_r ，计算得到权系数 ω_i ；并将所接收的参考噪声信号用权系数 ω_i 构成的传递函数进行滤波，即相当于将权系数 ω_i 分别与参考噪声信号的 N_r 的各个延时点相乘后累加；将滤波

处理后的信号输入加法器 310。

权系数处理单元 320 进一步包括如下模块：

可变权系数滤波器 321，用于接收参考线路的参考噪声信号 N_r ，接收来自权系数更新单元 322 的权系数 ω_i ，用权系数 ω_i 构成的传递函数对所接收的参考噪声信号滤波，将滤波处理后的信号输入加法器 310；

权系数更新单元 322，用于接收来自相关性误差检测单元 323 的相关性误差 δ_i ，根据 δ_i 得到权系数 ω_i ；并将所得到的 ω_i 可变权系数滤波器 321； ω_i 构成可变权系数滤波器 321 的传输函数，其趋近目标值为本线路的噪声耦合函数 H^{wi} 与参考线路的噪声耦合函数 H^{r1} 比值的相反数，即 $\omega_i \rightarrow \eta_i = -H^{wi}/H^{r1}$ ；上述得到权系数 ω_i 所依据的算法可以是最小均方算法（LMS）、递归最小二乘算法（RLS）、一些其他的自适应滤波算法或者是在这些算法基础上的某种改进算法，本发明并未对所采用的具体算法进行限定；

相关性误差检测单元 323，用于接收参考线路的参考噪声信号 N_r 以及来自加法器 310 的信号 Y_r' ，并根据所接收的 N_r 和 Y_r' 计算相关性误差 δ_i ，并将 δ_i 输入权系数更新单元 322。

如果是采用方法 2 得到参考噪声信号，则还需增加一个参考噪声信号处理单元 330，用于接收参考线路的信号，依照方法 2 的处理后输出参考噪声信号至权系数处理单元 320；如果采用方法 1 得到参考噪声信号，则可省去该单元。

利用上述处理装置进行耦合噪声抵消处理的流程如图 4 所示，包括如下步骤：

步骤 401：将由参考线路输入的参考噪声信号 N_r 分成两个支路，第一支路参考噪声信号用权系数 ω_i 构成的传递函数进行滤波； N_r 为参考线路的噪声信号， ω_i 的初始值可按照现有的自适应滤波器使用方法进行设定，如全部设置为 0.1；

步骤 402: 将滤波后的结果 $\sum_{i=0}^n w_i \times N_r(t-i)$ 与本线路接收的信号 Y_r 叠加, 叠加后的信号分为两个支路, 第一支路叠加后信号作为处理后信号 Y_r' 输出;

步骤 403: 计算第二支路叠加后信号和第二支路参考噪声信号的相关性误差 δ_i ;

步骤 404: 根据所得到的相关性误差 δ_i , 更新权系数 ω_i ; 该步骤根据的算法可以是 LMS、RLS 或者是在这两种算法基础上的某种改进算法, 本发明并未对所采用的具体算法进行限定。

执行完步骤 404 后则返回继续执行步骤 401。

上述步骤 401 ~ 步骤 404 为一个工作循环, 且步骤 401 中所用到的权系数 ω_i 为上一轮循环中步骤 404 所得到的权系数。

采用这种自适应调整权系数的方法, 即使在某些时候权系数 ω_i 与其目标值 η_i 的差距较大, 例如由于外界电磁干扰发生变化导致各个线路的环境噪声耦合函数 H^m 发生了变化, 而权系数 ω_i 没有立即随之调整; 通过如上所述步骤 401 ~ 步骤 404 的若干次循环迭代过程, 权系数 ω_i 就会自适应收敛到理想目标值 η_i , 从而能够很好地利用本发明环境耦合噪声抵消处理的方法消除大部分环境耦合噪声对信道容量的影响。

以上所述实施例虽然是应用于 xDSL 系统的多用户线路, 本领域技术人员应当认识到, 只要是由同一个设备同时接收并处理多条线路传输信号的场合, 都可以应用本发明来降低耦合噪声。例如, 可以应用本发明方法, 来降低接入以太网中的路由器设备的多条线路的耦合噪声。

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作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

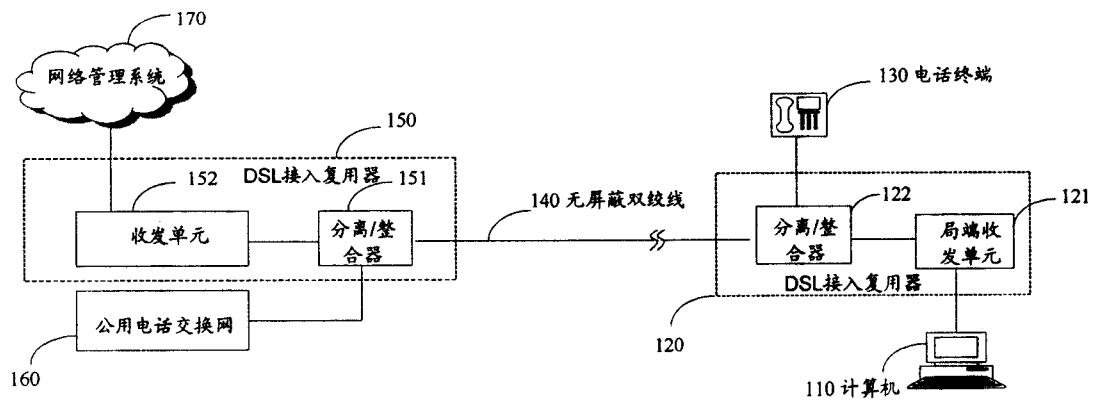


图 1

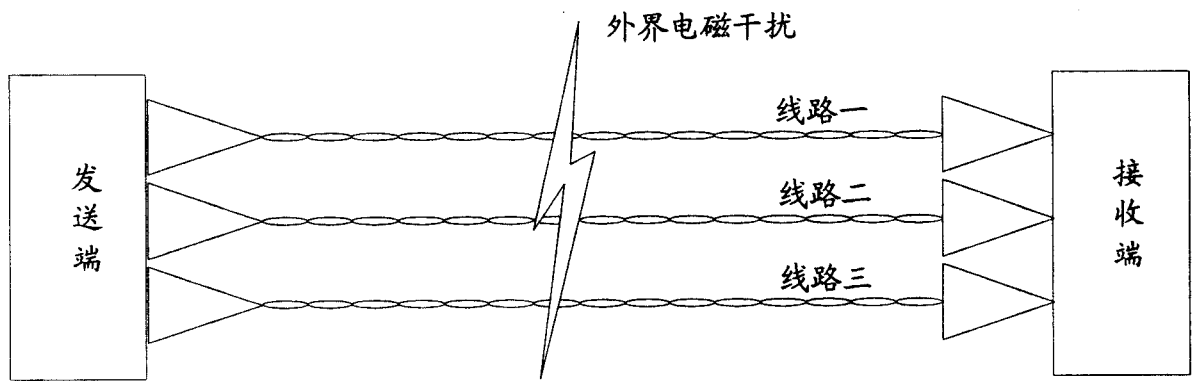


图 2

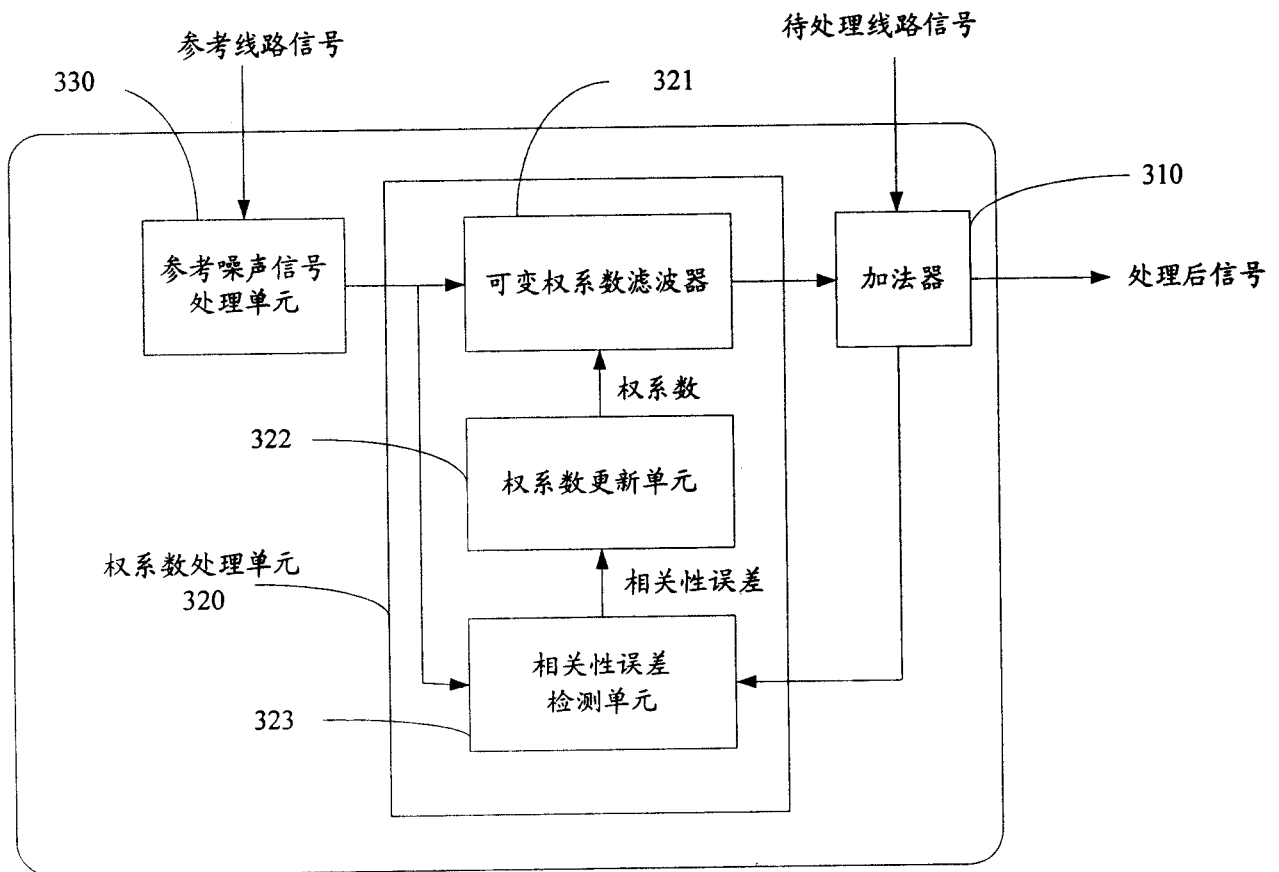


图 3

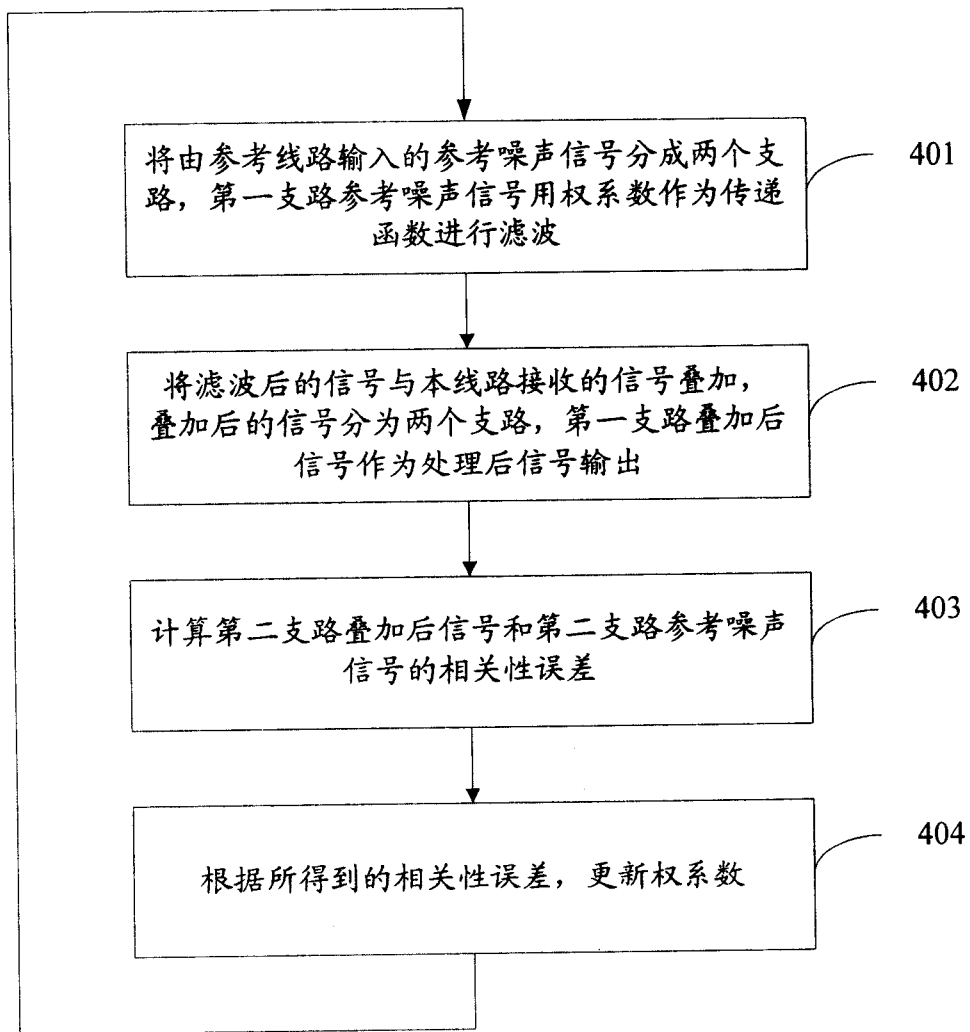


图 4