



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101645754 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 16

(21) 申请号 200910166994. 3

(22) 申请日 2009. 06. 16

(30) 优先权数据

082905654 2008. 06. 16 EP

(73) 专利权人 阿尔卡特朗讯公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 C·J·努兹曼

A·J·德林德万韦恩加登

P·A·怀廷 J·J·M·马斯

G·G·T·克雷默 H·乔

A·E·阿希赫明

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 于静

(51) Int. Cl.

H04L 1/00 (2006. 01)

H04B 3/32 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1535507 A, 2004. 10. 06, 全文.

WO 2008/024967 A2, 2008. 02. 28, 说明书第 0022-0048 段.

CN 1413404 A, 2003. 04. 23, 全文.

审查员 张琦

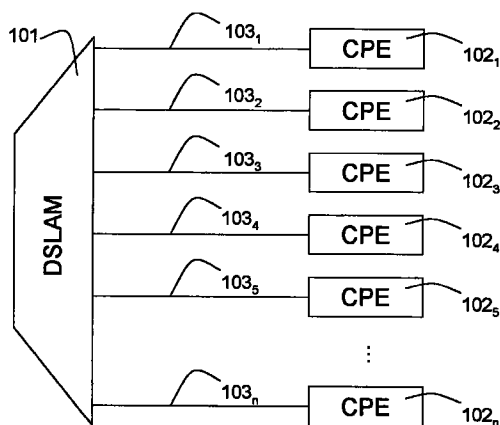
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

用于串扰估计的设备及相关的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于估计预编码组中的通信线路之间的串扰的串扰估计设备。该串扰估计设备包括用于发送导频序列的发送装置和用于接收预编码组中一个或多个通信线路上的差错反馈的接收装置。该串扰估计设备还包括用于将该导频序列和该差错反馈相组合从而获得通信线路之间的串扰估计的串扰估计装置。该设备还包括用于从预编码组中选择包括一个或多个通信线路的子集的选择装置。该发送装置适于只在所述子集上发送导频序列。



1. 一种用于估计预编码组中的通信线路之间的串扰的串扰估计设备,包括:

- 用于发送导频序列的发送装置;
- 用于接收所述预编码组中的一个或多个通信线路上的差错反馈的接收装置;和
- 用于将所述导频序列和所述差错反馈相组合从而获得所述通信线路之间的串扰估计的串扰估计装置,

所述设备还包括用于从所述预编码组中选择包括一个或多个通信线路的子集的选择装置,由此所述发送装置适于只在所述子集上发送所述导频序列,

其特征在于,所述串扰估计设备还包括用于基于所述子集中的线路数目来选择导频序列的装置。

2. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述串扰估计设备还包括用于基于所述差错反馈与所述导频序列之间的相关性来估计串扰的装置。

3. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述发送装置适于在所述子集中的每个通信线路上发送不同的导频序列。

4. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述导频序列是非常数序列。

5. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述发送装置适于在一个或多个同步符号中发送所述导频序列。

6. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述设备还包括用于在所述通信线路中产生附加的同步标记的装置。

7. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述设备还包括用于为所述通信线路的子集中的每个通信线路选择包括一个或多个音频的音频子集的装置,和用于只在所述音频子集中发送所述导频序列的装置。

8. 根据权利要求7所述的串扰估计设备,其特征在于,所述设备还包括用于针对不属于所述音频子集的音频而插入差错反馈信息或串扰系数估计的装置。

9. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述选择装置适于基于下列内容中的一个或多个来选择所述子集:

- 关于所述预编码组中的即将到来的通信线路的指示;
- 关于所述预编码组中的遗留的或矢量使能的通信线路的指示;
- 对于所述预编码组中的强串扰者的知晓;
- 所述预编码组中的串扰随时间的演进;和
- 对于损坏或丢失的差错反馈测量的知识。

10. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述预编码组中的通信线路和所述子集中的通信线路是数字用户线路。

11. 根据权利要求10所述的串扰估计设备,其特征在于,所述设备被集成到数字用户线路接入复用器和/或网络分析仪中。

12. 根据权利要求1所述的串扰估计设备,其特征在于,所述子集中的通信线路的数目是至少一个,并且少于所述预编码组中通信线路的总数。

13. 一种用于估计预编码组中的通信线路之间的串扰的方法,包括下列步骤:

- 发送导频序列;
- 接收所述预编码组中一个或多个通信线路上的差错反馈;和

- 将所述导频序列和所述差错反馈相组合从而获得所述通信线路之间的串扰估计，  
从所述预编码组中选择包括一个或多个通信线路的子集的步骤，由此所述发送导频序列的步骤适于只在所述子集上发送所述导频序列，  
其特征在于，还包括基于所述子集中的线路数目来选择导频序列。

## 用于串扰估计的设备及相关的方法

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及通信线路的预编码,特别地涉及一种估计串扰信息的设备和方法,其可用于通信线路的预编码,例如超高速数字用户线(VDSL)和VDSL2线路。

### 背景技术

[0002] 彼此相邻地操作的各种通信线路可能彼此之间诱发信号。例如,彼此邻近的两根通信线路(如VDSL2)在彼此的线路中诱发一个信号。这种信号称为串扰,并且对这些线路上的通信质量产生影响。由于该诱发的串扰和来自通信线路环境中的其它源的噪声,在这些线路上发送的数据可能被该串扰和噪声影响或者损坏。接收机能够处理这些数据之前,需要对损坏的数据进行纠正或者再次发送。通过减少通信线路中诱发的串扰或者补偿通信线路中诱发的串扰,可以减少损坏数据的数量,减少纠错或重传的需求,并且增加可靠传送信息的比率。

[0003] 存在多种现有技术解决方案,它们能够降低通信线路上的串扰的影响,尤其是数字用户线路上的串扰的影响。这些解决方案典型地基于执行对通信线路的测量和相应地适配线路的操作条件。这种测量提供关于各种通信线路之间的串扰的信息,该信息可用作线路质量,可达到数据速率,通信信道可靠性等的指示。串扰信道系数可用于降低通信线路上的串扰影响,或者为了几乎完全地消除这个问题而补偿串扰。

[0004] 每个通信线路都可能是一个干扰线路,其在一个或多个受害线路中诱发串扰。通过在所有的线路中发送测试信号,可以确定每个干扰线路对受害线路的影响。测试信号的特征在于其中功率被分配给一个或多个音频或频率。例如,测试信号可以在较小的频率范围内利用特定的功率电平来发送。受害线路可以注意到在该频率范围内的功率,并且能够确定该功率的幅度。特定线路中的诱发串扰的影响的幅度对于确定特定串扰的强度或确定哪些频率或音频受特定串扰者的串扰影响而言是很好的参考。特别地,如果每个可诱发串扰的可能的通信线路(也称为串扰者)发射不同的功率谱作为测试信号,则可以检测哪个或哪些串扰者在给定受害线路上诱发噪声。

[0005] 通过这种测量而得到的信息因而可被用于将通信线路组成物理组或逻辑组或绑定程序,定义通信线路上的发送频谱等。这使得网络运营商能够将线路配置成使得尽可能地避免串扰或者降低串扰的影响。例如,通过以避免来自干扰线路的具有很强串扰影响的频率或音频的方式选择受害线路的发送频谱,可以改善受害线路的质量并且减少串扰。

[0006] 上面给出的方法的一个问题是在操作中难以调整线路的发送功率频谱。这种更改明显减小了线路的吞吐量,并且当一个线路需要被重新配置时甚至可能导致对于用户的服务中断。因此,上面描述的技术只能被用于将要使用的线路,这些线路也可以称为加入线路,并且一旦该线路在操作中就可能不能够处理串扰中的较大变化。另外,通过在可能的用户线路上发送特定的功率,可以相对简单地执行测量。然而,通过改变发送功率或功率谱密度(PSD),只能够测量或估计串扰的幅度。利用这种技术不能评估串扰信号的相位。这意味着利用具有幅度和相位的复数系数来进行数学描述的准确串扰信道是未知的。

[0007] 预编码技术基于在数字信号之后紧接着发送一个附加信号,该附加信号用于补偿受害线路上的来自外部源的串扰。这样,代替通过以适当的方式配置通信线路来降低串扰的影响或避免串扰影响,预编码可被用于补偿通信信道上的串扰的影响。预编码技术基于包括幅度和相位信息的串扰信道信息。这种信息可以从测量例如限幅差错 SNR 中获得。用于预编码的这种测量的特定例子是导频序列和差错反馈的使用。G. vdsl2 或 g. 矢量中的导频序列的使用在 ITU 研究组 15 问题 4/15 的文献中有所描述,例如来自 Upzide Labs 的题目为“G. vdsl2 pilot sequence assisted vector channel estimation”(C-0177,日内瓦,2006 年 10 月)、和来自 Ikanos Communications 的题目为“G. vdsl crosstalk channel estimation with improved convergence”(NC-082,Napa Valley,2007 年 4 月)。本文件中所使用的术语差错反馈涉及到一种方法,通过这种方法,通信系统中的接收机(例如 CPE)将一个或多个接收的信号差错,或者从接收的信号差错中导出的值传送到通信系统中的发射机(例如 DSLAM)。接收的信号差错可以被定义为接收信号与发送信号估计之间的差别。

[0008] 这些文献描述了在每个通信线路上使用特定导频序列以估计通信线路之间的串扰信道。本领域技术人员应当清楚,根据这些文献,针对预编码组中的每个通信线路使用正交导频序列是可行的。因此,在每个通信线路上发送一个导频序列,这可能影响该预编码组中的其它通信线路。

[0009] 导频序列(尤其是在 DSL 技术中)是一系列的导频信号,它们例如从数字用户线接入复用器(DSLAM)被下行发送到客户端设备(CPE),并且可以例如被描述为 4-QAM 星座图中的星座点序列。在通信线路上,所有激活的子载波是通过来自使用 4-QAM 的同步帧的两个比特而被调制,这两个比特或者都是 0(00)或者都是 1(11)。星座点利用象限扰码器进行旋转,并且由于该扰码器的操作,仅当串扰系数确定时才需更被考虑。星座点 00 或者 11 在同步符号期间在通信线路上被下行发送。这种同步符号被周期性地发送,通常是每 256 个数据符号之后被发送。星座点 00 和 11 具有复数表示,用“ $+1+j$ ”表示 00,用“ $-1-j$ ”表示 11。本文为了简单起见而将星座点 00 表示为“1”,将星座点 11 表示为“-1”。

[0010] 导频序列是一系列这样的星座点,每一个星座点在一个单独的同步符号中被发送。例如,导频序列可以由在通信线路上发送的 1 和 -1 的序列组成,每个同步符号包含该序列中的一个点。由于这些点被定义并且为接收机所知,因此可以确定期望符号与实际符号之间的差异。这个包括干扰和噪声的差异然后可以被反馈给 DSLAM。DSLAM 因而能够将差错反馈和导频序列相关,从而获得从一个线路到另一个线路的串扰的幅度和相位。

[0011] 现有解决方案的第一个缺点是,当预编码组中的通信线路的数目很大时,估计过程需要很长的时间。较大的预编码组也需要大量的处理功率和存储空间来存储和处理所有差错反馈信息,并且将所发送的导频序列和差错反馈相组合以获得串扰估计。

[0012] 如果预编码组中同时有强和弱的串扰者,则出现第二个缺点。一些干扰线路对受害线路的影响明显大于其它干扰线路的影响。弱串扰者的影响可能因此是不相关的,因为与强串扰者的影响相比,它们的影响是可以忽略的。现有解决方案投入相等的时间和计算来确定强和弱串扰者,并且通常提供对所有串扰系数的完整估计,这可能浪费了计算功率和时间,因为只是来自强串扰者的信息就可能足够用于执行预编码组中的预编码。

[0013] 第三个缺点是当加入线路被初始化时,需要对该通信线路的串扰进行估计,特别是该线路对于预编码组中的其它线路的影响是特别重要的。然而,现有解决方案只能够估

计整个组的串扰,这意味着当有线路加入时,在可获得足够的信息来配置线路以执行准确的预编码之前需要花费一些时间。

[0014] 当考虑DSL线路时,预编码是一项新技术,它在G. 矢量扩展中被引入VDSL2。然而,并不是所有的设备都支持G. 矢量规范,因此并不是所有的通信线路是矢量使能的线路。只支持VDSL2标准规范的通信线路称为遗留线路。在VDSL2标准规范中,针对遗留线路定义了同步符号。这意味着在遗留线路上发送导频序列可能与标准规范相冲突。此外,遗留线路一般不能够将对同步符号测量的差错传送给DSLAM。结果,现有的系统难以获得包括遗留线路和矢量使能的线路二者的预编码组中的串扰信息。

[0015] 本发明的目的是提供一种用于估计预编码组中的串扰的设备,该设备能够以减少的计算功率来估计串扰。本发明的另一个目的是改进具有遗留线路和矢量使能的线路的预编码组中的串扰估计。本发明的又一个目的是获得关注的线路信息。本发明的又一个目的是减小每次估计的延迟。

### 发明内容

[0016] 本发明的目的是通过一种串扰估计设备来实现的,该设备用于估计在预编码组中的通信线路之间的串扰,包括:

[0017] - 用于发送导频序列的发送装置;

[0018] - 用于接收预编码组中的一个或多个通信线路上的差错反馈的接收装置;和

[0019] - 用于将该导频序列和差错反馈相组合从而获得通信线路间的串扰估计的串扰估计装置,

[0020] 其特征在于,该设备还包括用于从该预编码组中选择包括一个或多个通信线路的子集的选择装置,并且该发送装置适于只在该子集上发送该导频序列。

[0021] 可选地,根据本发明的串扰估计设备还可以包括用于基于该子集中的通信线路的数目来选择所述导频序列的装置。

[0022] 实际上,通过从该预编码组中选择一个通信线路子集并且只在该子集中的通信线路上发送该导频序列,可以确定该子集中的线路时该预编码组中的其它线路的串扰影响,所述其它线路可能是或不是该子集的一部分。

[0023] 本发明基于这样的认识:导频序列的长度(L)取决于在其上发送(M)导频序列以确定串扰系数的通信线路的数目。当选定序列时,最好限制每对序列都应当互相正交。该限制的结果是,导频序列的最小长度L等于线路的数目M。然而,应当避免使用常数序列,从而降低来自噪声或干扰的污染,该常数序列具有非零均值。为了获得足够的组合,特别是当需要正交序列同时又需要避免使用常数序列时,导频序列的长度选为 $L \geq M+1$ 。

[0024] 导频序列的长度和当前被检查的线路的数目之间的关系使得对于较大的预编码组而言导频序列较长。例如,如果预编码组包含50个线路,则该导频序列必须至少为51个符号的长度。因此,现有技术的解决方案必须等待直到51个符号都已经被发送且发射机已经接收51个符号的差错反馈。除了发送那些符号和接收所有符号的差错反馈的延迟以外,这还需要较大的存储单元和处理功率。从每个线路接收关于每个符号的差错反馈,这样50个线路需要提供关于51个符号的差错反馈。

[0025] 选择具有K个线路的子集减少了在其上发送导频序列的M个线路的数目。当从

$M = 50$  的线路中选择例如  $K = 5$  个线路的子集时,该导频序列的长度为  $L = K+1 = 6$ 。这意味着只有 6 个同步序号需要发送整个导频序列,这比当所有的线路同时被测试时短了许多。除了减小从开始发送导频序列到获得所有的差错反馈信息的延迟以外,计算功率和存储需求比现有技术的序列降低了。假设预编码组包括 50 个线路并且子集包括 5 个线路,系统仍需要从那 50 个线路中获得信息。然而,这些线路中的每个只需要提供 6 个符号的差错反馈而不是 51 个符号,这是一个很大的缩减量。可以从该预编码组中选择反馈子集,从而替代从该预编码组中的所有线路获得差错反馈。该反馈子集可以与被选择用于传送导频序列的子集相交叠,或者可以包括不在其上发送典型导频序列的线路。提供两个子集可以更大的减少所需要的处理和存储空间,其中一个用于发送导频序列而另一个是用于收集差错反馈。在这种场景下,导频序列的长度和提供反馈的线路数目都减少了。

[0026] 在预编码组中的特定的加入线路从非激活线路变为激活线路的场景中,可以看出本发明的一个重要的优点。加入线路在激活线路上引入新的串扰,这意味着在该加入线路开始正常的全功率发送以前,它们对其他线路的影响需要通过预编码来被确定和消除。否则,该加入线路可能中断激活线路或明显降低激活线路的信号质量。因此,找到方法来快速地估计来自加入线路的串扰是有益的,这样该加入线路可以快速地开始正常的全功率发送而不损害其它的线路。为了获得最短的延迟,选择  $K = 1$  的子集是有益的,其中单个线路是该加入线路。对于  $K = 1$  的子集,导频序列的长度为  $L = 2$ ,这意味着估计该特定的加入线路对其它线路的串扰的延迟减少到仅发送两个符号。即使当确定串扰信息时考虑预编码组中的所有线路,这样除了发送该导频序列的加入线路之外从该预编码组中的每个线路接收和使用反馈信息,这也能大大减少计算需求和计算串扰信息所需要的时间。这意味着可以在初始化期间在加入线路上执行重复的测量,每个测量都包括来自  $L = 2$  个符号的差错反馈。在较小的时间帧中进行重复测量结果是加入线路的许可工作功率会以比在使用较长序列的情况下更高的速率而增加,例如如果唯一的正交导频序列在所有通信线路上被发送则这是有必要的。

[0027] 线路上的差错反馈测量可以是自动执行的或者是可协调的。在一些实施例中,例如 CPE 的接收机可以总是执行对接收信号的测量并且基于那些测量提供差错反馈给例如 DSLAM 的发射机。该接收机或 CPE 可以对每个信号或特定的信号或符号执行测量。然而,发射机或 DSLAM 可以指示该接收机或 CPE 来对特定的信号或符号执行差错测量,该测量持续特定的时期或针对特定的符号数目或直到 DSLAM 指示该接收机或 CPE 停止测量。在对于特定符号执行连续的测量并且一旦该测量已结束就反馈差错的情况下,通过简单地发起导频序列的发送,DSLAM 就能够确定串扰信息,因为总是能够获得差错反馈。由于连接到 DSLAM 或发射机的 CPE 或接收机的潜在的巨大数目,发送指令到每个 CPE 可能给 DSLAM 带来巨大的负担去协调这些指示,并且给在其上发送这些指示的通信线路带来额外的负担。一旦差错反馈信息可以在 CPE 侧获得或者收集,差错反馈信息就被发送回来,直到执行完所有的测量。一旦可获得就反馈,这样做的优点是每个差错反馈通信需要通信线路上的较少的可用带宽,而在单个发送中发送回所有的数据可能需要较大的峰值带宽。DSLAM 能够从 CPE 请求差错反馈信息,或者 CPE 可以自动地将信息传送到 DSLAM。

[0028] 应当认识到,鉴于本发明,在不是子集中的通信线路上传送的信号不被看成导频序列。不属于所选子集的通信线路通常也传送特定的信号,而子集中的线路传发送它们的

导频序列。例如,如果在每个线路上导频序列在同步符号中被传送,则不属于子集的预编码组中的线路可以在它们的同步符号中传送一个符号。当然,应当注意要确保在不属于子集的线路上在同步符号中所传送的信号与在导频序列中使用信号是不同的。当导频序列与在不属于子集中的线路上在同步符号中所传送的信号等同或有很强的相关性时,使用差错反馈从子集中的线路中准确地估计串扰系数是很困难的或者是不可能的。另一方面,当导频序列与在不属于子集中的线路上在同步符号中所传送的信号正交时,后者的信号完全不会影响使用差错反馈从子集中的线路中估计串扰系数的能力。

[0029] 可选地,根据本发明的串扰估计设备还可以包括用于基于差错反馈和导频序列之间的相关性来估计串扰的装置。

[0030] 发送导频序列的设备,例如 DSLAM,知道所发送的导频序列。通过从接收该导频序列的例如 CPE 的设备接收差错反馈信息,该设备能够确定在其上发送导频序列的线路与使用从其获得的差错反馈信息的线路之间的串扰信道的串扰系数。基于发送的导频序列和接收的差错反馈之间的相关性可以确定串扰系数。相关性保证获得对该串扰系数的准确估计,并且保证串扰信道被准确地表征。这种准确的信息然后可以用于适配预编码从而基本上消除来自现有的串扰信道的干扰。

[0031] 可选地,根据本发明的串扰估计设备的发送装置可以适于在子集中的每个通信线路上发送不同的导频序列。

[0032] 进一步可选地,该导频序列可以是非常数序列。

[0033] 对差错反馈信息的使用足以确定影响给定通信线路的串扰信道。因此,可以在子集中的每个线路上发送导频序列以及在子集中的所有通信线路上同时地使用相同的序列。然而,这个技术的缺点是不能够唯一地识别子集中的特定线路对预编码组中的其它线路的影响。

[0034] 通过在子集中的通信线路上使用不同的导频序列,可以确定准确的串扰信道系数,该系数是发送特定导频序列的线路与从其收集差错反馈信息的预编码组中的每个线路之间的串扰信道系数。每个通信线路具有不同的导频序列确保了每个现有的串扰信道都是已知的,而不是大概地知道特定线路上的总串扰影响。

[0035] 不同的导频序列是指没有任何两个导频序列是相同的导频序列。另外,选择互相正交的导频序列是有益的,这意味着任意两个序列之间的相关性为零。另外,最好保证导频序列与在不属于子集的其它通信线路上、在其中传送导频序列的符号中的任何正常传输也是正交的。该序列优选地由 1 或 -1 组成,并且优选地经常变化。通常是常数的信号,例如仅具有从 1 到 -1 的一次改变(反之亦然)的序列,可能与通信线路上的控制信号相似并且因而导致问题,这应当被避免。

[0036] 可选地,根据本发明的串扰估计设备的发送装置可以适于在一个或多个同步符号中发送导频序列。

[0037] 进一步可选地,根据本发明的串扰估计设备还可以包括用于在该通信线路中产生附加的同步标记的装置。

[0038] G. 矢量组织考虑在同步符号上发送导频序列,该同步符号经由通信线路而被发送。遗留线路利用同步符号从发射机(例如 DSLAM)向接收机(例如 CPE)传送同步标记。例如,当在线重新配置(OLR, On-LineReconfiguration)请求从 CPE 被发送到 DSLAM 时,

DSLAM 通过发送同步标记来确认 OLR 请求的接收。同步标记通常是同步符号在的符号的改变,或者是从 1 到 -1 或者是从 -1 到 1,否则这个符号是常数。然而,对于矢量使能的线路来说,同步符号的使用没有在标准规范中规定,因此这些符号可以用作其他的用途,例如发送导频序列。

[0039] 由于遗留线路不提供测量同步符号上的差错信号和将差错反馈提供给发射机或 DSLAM 的功能,因此不能使用差错反馈方法来确定由其它线路在这些线路上诱发的串扰。然而,通过产生附加的同步标记,可以有效地在遗留线路上发送导频序列。因此,通过提供用于产生同步标记的装置,可以确定由遗留线路在也称为矢量使能的线路的按照 G 矢量规范操作的通信线路上诱发的串扰。矢量使能的线路能够确定接收的同步符号上的差错信息,并且能够将这种差错信息反馈给发射机。

[0040] 在 CO 端从 DSLAM 通过遗留线路发送到 CPE 的同步符号由 CPE 按照据标准规范来解释。因此,作为导频序列的一部分而被发送的任何同步符号都由 CPE 以标准的方式来解释。为了克服这个问题,DSLAM 可以在线路上产生附加的同步标记,该标记然后可以用作导频序列中的元素。产生用作导频序列的一部分的同步标记的第一种方法是在一个或多个音频上降低来自 DSLAM 侧的功率。通过在小量数目的音频上降低功率,功率降低的影响是可以忽略的,但是要求比特交换。作为功率降低的结果,该 CPE 将请求比特交换。这样的请求需要由 DSLAM 通过发送同步标记到 CPE 来确认。这个同步标记应当用作导频序列中的一个元素。可选地,DSLAM 可以只发送非期望的同步标记到 CPE。如果 CPE 不期望这个同步标记,例如因为没有产生 OLR 请求,则它可以丢弃这个同步标记。这两种产生形式可以用于发送导频序列从而提供关于遗留线路对矢量使能线路的串扰影响的信息。然而,这也意味着同步符号的超载以及 CPE 和控制信道上的附加负载。因此,如果可能的话限制对产生的同步标记的使用是有益的。当估计来自遗留线路的串扰时,使用小的子集和短的序列是有益的,因为遗留线路只需要当它们属于子集时发送产生的同步标记,而当它们不属于子集时不需要发送产生的同步标记。

[0041] 产生同步标记的技术是有利的,因为它实现了遗留线路上的导频序列传输。这意味着在预编码组中,从矢量使能的线路到矢量使能的线路以及从遗留线路到矢量使能线路的串扰信息是可以获得的。因此,可以获得对于矢量使能线路的完整串扰信息,这使得能够在预编码组中的所有矢量使能的线路上使用预编码。

[0042] 可选地,根据本发明的的串扰估计设备还可以包括用于针对通信线路子集中的每个通信线路选择包括一个或多个音频的音频子集的装置,以及用于只在所述音频子集中发送导频序列的装置。

[0043] 可选地,根据本发明的串扰估计设备还可以包括用于针对不属于音频子集的音频而插入差错反馈信息和 / 或串扰系数估计的装置。

[0044] 通常设想当通信线路是基于离散多音频 (DMT) 系统时,分配给该通信线路的导频序列的相同元素在同步符号期间在每个音频上被发送。例如,如果针对子集中的通信线路的所分配导频序列是  $[1, 1, -1, -1]$ ,则发射机在所有音频上发送“1”,之后在所有的音频上发送值“1”,然后在所有音频上发送“-1”,并且最后在所有音频上发送“-1”。典型地,在 G 矢量的情况下,在同步符号期间送“1”和“-1”,其中用在线路上传送的数据符号来替换该同步符号。

[0045] 如上面所讨论的,用于为这种系统创建导频序列的常规方案如下工作。存在  $M$  个线路,并且选择  $K$  个线路的子集用于估计。选择优选地是相互正交的导频序列的长度为  $L \geq K+1$  的  $K$  个导频序列(例如使用沃尔什-哈达马序列)。利用这些参数,估计过程用一组长度为  $L$  的导频序列来获得针对  $K$  个线路的估计。

[0046] 然而,通过在音频子集上估计串扰系数和优选地通过内插获得其余的系数,可以达到一个比较令人满意的折衷。这利用了串扰系数随音频索引的变化而变化的平滑性。假设串扰信道有适当的平滑,为了达到给定的准确度而允许降低所需要的时间和/或复杂度。

[0047] 引入新的系数  $W$ ,它代表针对音频子集而选择的音频之间的间距。也就是说如果  $W = 1$ ,则所有的音频都将被估计,因此在通信线路上的所有音频上发送导频序列的元素。如果  $W = 4$ ,则只在每 4 个音频中的一个音频上直接估计串扰,因此在通信线路上的每第四个音频上发送导频序列的元素。仍然是  $M$  条线路,并且选择  $K$  个(优选地相互正交的)长度  $L \geq K+1$  的导频序列,从而能够针对在一个时刻的给定音频上的  $K$  个线路。优点是当  $K$  个导频序列中的每一个被分配给  $W$  条不同的线路时, $N = KW$  条线路具有在任何一个迭代中所分配的序列。因此,通过使用不同的音频在每条通信线路上传送导频序列,相同的导频序列可以被用于估计  $W$  条线路的串扰信道系数。因此,只使用  $N/W$  个不同的导频序列就可以估计预编码组中的包括  $N$  条线路的子集的串扰信道系数。

[0048] 下面给出的是如何在音频上安排导频序列的一个特定的例子。然而应当指出,本领域的技术人员可以考虑在音频上安排导频序列的其他方式。共享一个导频序列的  $W$  条线路中的第一条线路在索引为  $K$  的音频上发送导频序列以使得  $k \bmod W = 1$ 。第二条线路在音频上发送该导频序列以使得  $k \bmod W = 2$ ,等等。换句话说,第一个音频在第一条线路上传送该导频序列的第一个元素。第二个音频在第二条线路上传送该导频序列的第一个元素,等等。 $W$  个音频之后,在第一条线路上在音频  $W+1$  中发送导频序列的第二个元素,在第二条线路上在音频  $W+2$  中发送导频序列的第二个元素,等等。不属于音频子集的所有其它音频发送不用于串扰信道估计且通常为常数序列的序列。例如,在第一条线路上,音频 2 到  $W$ ,  $W+2$  到  $2W$  等等,发送常数序列。最终,在一个给定迭代中不属于子集一部分的所有线路发送不用于串扰估计且通常在所有音频上为常数序列的序列。

[0049] 在长度为  $L$  的序列已被发送之后,系统可以直接估计通信线路子集中的线路上的音频子集中所有音频的串扰系数。在子集中的给定线路上,估计每  $W$  个音频中的一个音频。关于该线路上的其余音频的系数可以通过直接估计的系数之间的内插来被估计。

[0050] 利用这些参数,估计过程花费时间  $L$  来获得关于  $WK$  条线路的估计,其中计算和存储复杂度与  $MK$  成比例。估计的方差与  $1/L$  成比例,并且获得所有线路的估计所需要的总时间是  $ML/(WK)$ 。

[0051] 本发明的优点是在复杂度相似的情况下,通过因数  $W > 1$  增加其串扰系数可被同时估计的线路的数目。这减少了通过因数  $W$  估计所有的线路所需要的时间量。可以使用的  $W$  的最大值是通过随频率的变化而变化的串扰信道的平滑性来被确定的。

[0052] 可选地,根据本发明的串扰估计设备的选择装置可以适于基于下列内容中的一个或多个来选择子集:

[0053] - 关于预编码组中的即将到来的通信线路的指示;

- [0054] - 关于预编码组中的遗留或矢量使能的通信线路的指示；
- [0055] - 对预编码组中的强串扰者的知晓；
- [0056] - 预编码组中的串扰随时间的演变；和
- [0057] - 关于损坏或丢失的差错反馈测量的知识。

[0058] 关于预编码组中的即将到来的通信线路的例如指示或标识的信息可以被用于确定哪些线路将构成子集的一部分。例如，任何即将到来的或加入的通信线路可以是对于在包括作为加入线路的一条线路的子集上执行串扰估计的一个触发。这样，可以相应地更新可用串扰信道系数以纳入新的线路和串扰的变化。

[0059] 在特定的情况下，可能期望子集中只包含特定类型的线路。遗留线路只能够在特定的条件下传送导频序列并且不能提供差错反馈。因此，优选地只在矢量使能的线路上使用导频序列。只选择矢量使能的线路或遗留线路还可以确定导频序列是如何被发送的。例如，如果子集中没有遗留线路，则发送设备可以禁用用于产生同步标记的装置。作为另一个例子，当估计来自遗留线路的串扰时，发送设备可以使用小子集和短序列，而当估计来自矢量使能的线路的串扰时，发送设备可以使用较大子集和较长序列。

[0060] 当特定的预编码组包括若干强串扰者时，将这些已知的强串扰者包括在一个子集中可能是有益的。通常从强串扰者获得的串扰信息代表了预编码组中的所有串扰的主要部分。因此，通过仅确定关于与强串扰者有关的串扰信道的串扰系数，与确定预编码组中的所有串扰信道相比，可以得到对总串扰的良好估计并且可以节省资源。另外，由给定的通信线路诱发的串扰可能随时间而变化。当选择子集时可以考虑到这种信息。例如，当串扰中的变化超过特定的阈值时，系统可以更频繁地重新评估与其上的串扰已改变的指定线路有关的串扰信道。这样，不需要测量预编码组中所有线路的串扰信道也可以保持该信息是最新的。

[0061] 在一些情况下，CPE 上的差错测量可能被脉冲噪声损坏，或者从 CPE 发送到 CO 的差错测量可能没有正确地接收。在这种情况下，可用的差错测量足以用来准确地估计特定的串扰系数但是不足以估计其它系数。在这种情况下，子集可以被选择成包括由于丢失或损坏的差错测量而使得其串扰系数仍然未知的线路。

[0062] 可选地，所述预编码组中的通信线路和所述子集中的通信线路是数字用户线路。

[0063] 进一步可选地，根据本发明的串扰估计设备可以被集成到数字用户线路接入多路复用器和 / 或网络分析仪中。

[0064] 例如 DSLAM 或其它接入复用器，网络分析仪等的网络设备理想地适于跟踪串扰信道系数。接入复用器直接包括在通信线路中，其中数据在该通信线路上传送并且其串扰信道系数被确定。接入复用器耦合到这些通信线路并且通过这些通信线路发送和接收信息。通过集成根据本发明的串扰估计设备，DSLAM 可以控制传输。相似地，网络分析仪能够跟踪网络中的所有串扰信道并且能够指示接入复用器执行特定的串扰信道估计。

[0065] 可选地，在根据本发明的串扰估计设备中，子集中的通信线路数目为至少一个，并且少于预编码组中通信线路的总数。

[0066] 考虑到上面给出的关于导频序列长度与在其上发送导频序列的线路的数目有关的说明，所述串扰估计设备可以适于为子集选择至少一个但少于预编码组中所有线路的数目的线路。小子集提供串扰信道系数的速度比大子集高，但是大子集可以提供更准确的估

计。理想的大小取决于添加一条线路到子集的选择标准,在准确性和延迟方面的期望性能以及其它的因素,例如预编码组中的可用通信线路的数目,已经可用的串扰信息等等。

[0067] 本发明还涉及一种用于估计预编码组中的通信线路之间的串扰的方法,包括如下步骤:

[0068] - 发送导频序列;

[0069] - 接收所述预编码组中的一个或多个通信线路上的差错反馈;和

[0070] - 将所述导频序列与所述差错反馈相组合从而获得通信线路之间的串扰估计,

[0071] 其特征在于,该方法还包括从所述预编码组中选择包括一个或多个通信线路的子集的步骤,并且其特征还在于,发送导频序列的步骤适于只在所述子集上发送所述导频序列。

### 附图说明

[0072] 图 1 示出了 DSLAM 的概观,其中纳入了本发明的一个实施例,该 DSLAM 连接到若干 CPE 设备;和

[0073] 图 2a 和 2b 示出了在通信线路上发送的导频序列。

### 具体实施方式

[0074] 图 1 示出了 DSLAM 101,它连接到若干 CPE 设备  $102_1$  至  $102_n$ 。CPE $102_1$  至 CPE  $102_n$  通过各自的 VDSL2 线路  $103_1$  至  $103_n$  互相连接。在这个特定的实例中,线路  $103_1$  到  $103_n$  都构成同一预编码组的一部分,并且这个实例中的预编码组被限制为线路  $103_1$  到  $103_n$ 。

[0075] 在这个特定实施例中,DSLAM 101 具有根据本发明的串扰估计设备。DSLAM 101 因而能够定义导频序列、从线路  $103_1$  至  $103_n$  中选择一个子集、在子集中的每个所选线路上发送导频序列、以及接收来自 CPE  $102_1$  到  $102_n$  的差错反馈。DSLAM 101 中的串扰估计设备因而可以被用于确定串扰信道系数,该系数表示预编码组中的线路之间的串扰信道。对于这个实例,考虑线路  $103_1$  至  $103_3$  是矢量使能的线路而线路  $103_4$  和  $103_5$  是遗留线路。

[0076] 在第一实例中,DSLAM 101 选择线路  $103_1$  到  $103_3$  作为预编码组的子集。该 DSLAM 生成三个长度为 4 的正交导频序列,每个序列对应于所选子集中的每个线路。三个导频序列为  $[1, 1, -1, -1]$ ,  $[1, -1, 1, -1]$  和  $[1, -1, -1, 1]$ ,它们分别用于线路  $103_1$  至  $103_3$ 。图 2a 更详细地示出了该实例中的这些导频序列是如何在线路  $103_1$  至  $103_3$  上随时间推移而被传送的。在这个实例中,DSLAM 101 并不聚焦于获得关于线路  $103_4$  和  $103_5$  的信息,因此在这些线路上发送常数同步序列。

[0077] 图 2a 示出了在特定时期内在通信线路  $103_1$  至  $103_5$  上所传送的符号。在这个时期期间,若干同步符号和若干数据符号通过线路从 DSLAM 101 被传送到各自的 CPE  $102_1$  至  $102_5$ 。应当指出,在所显示的同步符号之前,线路传送数据符号,因此这个附图不必以静默线路或其上没有数据传送的线路开始。然而,不排除在一个或多个所示线路上,该同步符号是该线路上所传送的第一信号。每个线路上的同步符号被同时传送。每个导频序列的第一个符号在每条线路上被同时传送,然后在一个数据符号之后传送每个导频序列的第二个符号,等等。

[0078] 在这个第一实例中,假设 DSLAM 101 想要得到关于线路  $103_1$  至  $103_3$  对预编码组中

的所有其它线路的串扰信道的信息。该预编码组中的 DSLAM 101 监视来自每个线路  $103_1$  至  $103_n$  的差错反馈, 并且将该导频序列与该差错反馈相组合以通过相关性来获得串扰信息。DSLAM 101 也监视来自线路  $103_1$  至  $103_3$  的差错反馈信息, 线路  $103_1$  至  $103_3$  组成子集并且在其上传送导频序列。如果预编码组中出现任何遗留线路, 则 DSLAM101 将不接收来自那些线路的差错反馈。

[0079] 图 2b 示出了第二实例, 其中矢量使能的线路  $103_1$  至  $103_3$  和遗留线路  $103_4$  至  $103_5$  都存在。与图 2a 相似, 图 2b 示出了随着时间推移的发送符号。在前两个同步符号期间, DSLAM 101 想要获得关于来自遗留线路  $103_4$  的串扰信道的信息。为了得到这个信息, DSLAM 101 使用所产生的同步符号来在线路  $103_4$  上发送导频序列  $[1, -1]$  并且在所有其它的线路上发送常数序列。DSLAM 将在第一和第二个同步符号期间接收自矢量使能的线路  $103_1$  至  $103_3$  的差错反馈与导频序列  $[1, -1]$  相关, 从而获得线路  $103_4$  对线路  $103_1$  至  $103_3$  的串扰系数的估计。类似地, 在第三和第四个同步符号期间, DSLAM 101 想要获得关于来自线路  $103_5$  的串扰信道的信息。为了得到这个信息, DSLAM 101 使用所产生的同步符号来在线路  $103_5$  上发送导频序列  $[-1, 1]$  并且在所有其它的线路上发送常数序列。DSLAM 将在第三和第四个同步符号期间接收自线路  $103_1$  至  $103_3$  的差错反馈与导频序列  $[-1, 1]$  相关, 从而获得线路  $103_5$  对线路  $103_1$  至  $103_3$  的串扰系数的估计。由于在给定的时刻只有一个线路包含于关注的子集中, 因此在这个实例中每个遗留线路只需要使用一个所产生的同步标记。

[0080] 图 1 示出了连接到 DSLAM 的全部六条通信线路。然而, 在现实世界的情景中, DSLAM 通常连接到多于六个的的线路上。另外, 预编码组可能不限于连接至单个 DSLAM 的线路。例如, 预编码组可以包括几十条线路, 它们分布于若干 DSLAM 上。这种情况下, 可能需要 DSLAM 之间的协调。此外, 图 1 仅示出了通信网络中与理解本发明相关的单元。因此, 例如与 DSLAM 连接的网络设备的单元、连接 DSLAM 到这种设备的链路以及中间设备等没有在这个图中显示。本领域技术人员应当认识到, 现实世界的情景中通常包括比这个图中显示的复杂的多的网络拓扑。

[0081] 另外, 图 2a 和 2b 仅示出了导频序列的一个实例和信息是如何在特定的线路集合上被传送的。显然, 导频序列和线路选择的其它组合也是可行的。

[0082] 尽管已经参照指定的实施例说明了本发明, 然而本领域技术人员应当清楚, 本发明不限于前面说明的实施例的细节, 并且在不脱离本发明范围的情况下, 本发明可以体现为各种不同的变化和修改。因此, 本实施例也被看作是说明性而非限制性的, 本发明的范围是由所附权利要求来指明的, 而不是由前面的描述来指明, 并且与权利要求等价的意义和范围内的所有变化都包括在其中。换句话说, 设想覆盖了落入基本原理范围内且本专利申请中主张其基本属性的权利的所有修改, 变型或等价物。本专利申请的读者还应当理解, 词语“包括”或“包含”并不排除其他的单元或步骤, 词语“一个”不排除多个, 并且单个元件(例如计算机系统、处理器或另一个集成单元)可以实现在权利要求中列出的几个装置的功能。权利要求中的任何参考标记不应当被解释为限制各个有关权利要求。在说明书或权利要求中使用的术语“第一”、“第二”、“第三”等是用来区分相似的单元或步骤, 而不一定是说明顺序或时序。应当理解, 如此使用的术语在适当的环境下是可以互换的, 并且本发明的实施例能够按照本发明以其他顺序操作, 或者以与上面描述或说明的实施例不同的定向中操作。

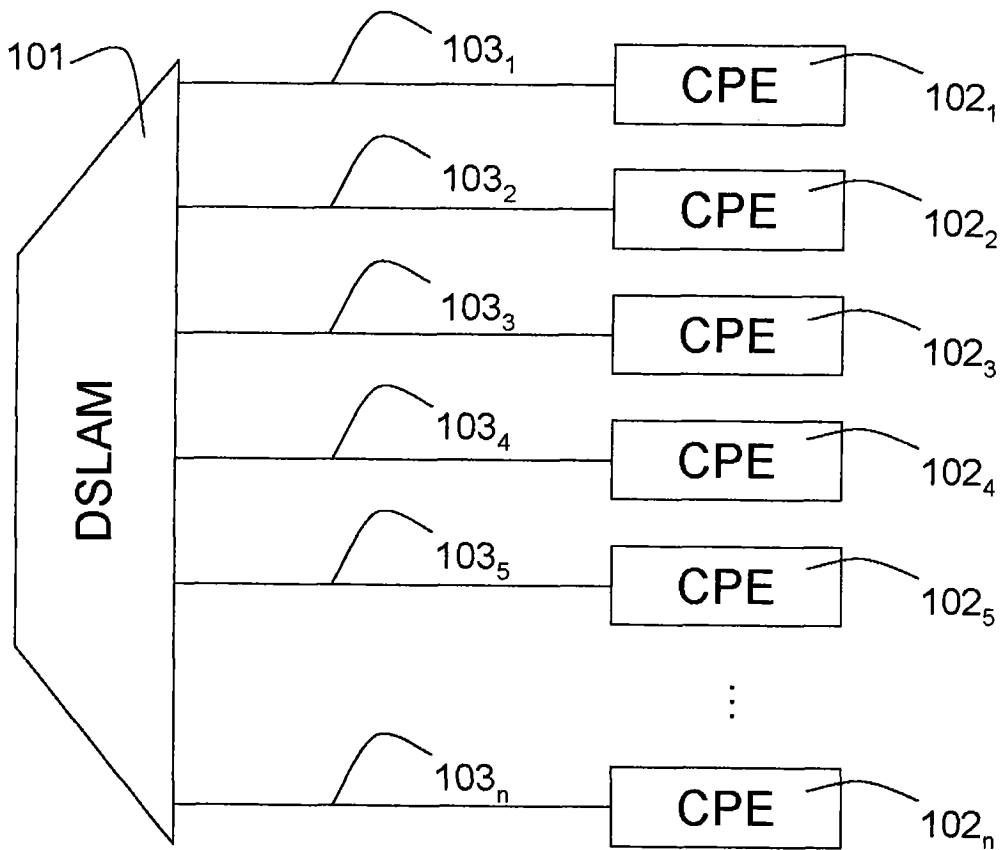


图 1

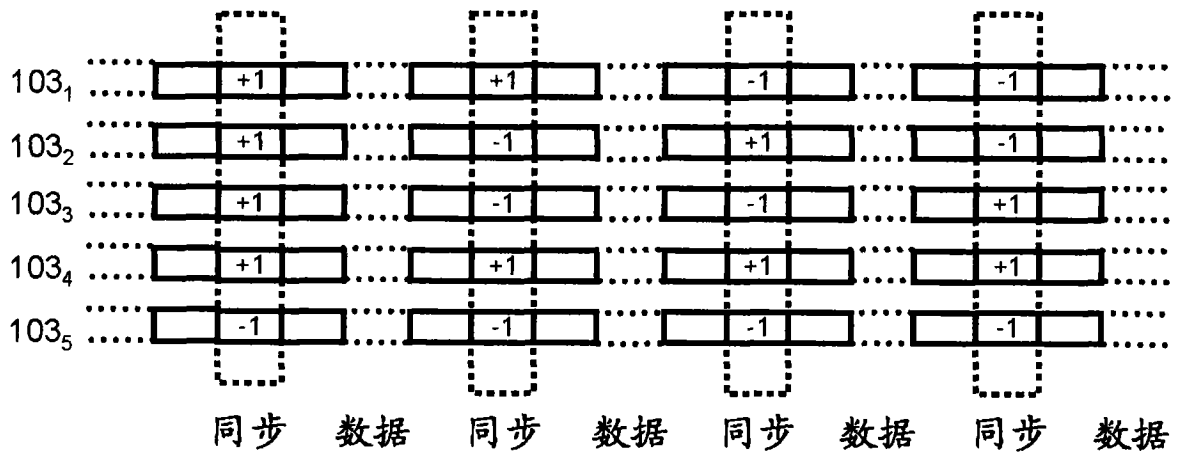


图 2a

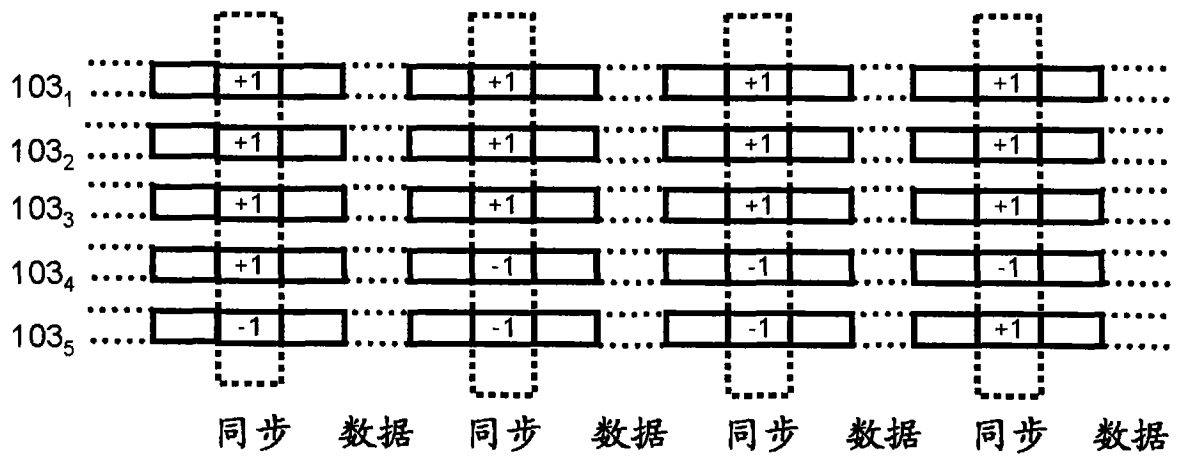


图 2b