

1. 一种用于多信道光传输系统 (10) 的编码方法, 其中多个数据信号使用波分复用进行传输, 并且同时在时间方向和多个信道上实现对所述数据信号的信道间 - 时间编码, 所述编码方法的特征在于,

为所述编码选择映射, 使得排除了在联合编码的相邻信道中同时出现信号值为 '1' 的比特,

其中在所述映射中, 为每一个要传输的可能的比特模式分配特殊的编码后的比特模式。

2. 根据权利要求 1 所述的编码方法, 其特征在于, 具有最大汉明距离的编码设计。

3. 根据权利要求 1 或权利要求 2 所述的编码方法, 其特征在于, 具有最小汉明权重的编码设计。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的编码方法, 其特征在于, 在所述时间方向上具有最小数目的 '01' 和 '10' 比特模式的编码设计。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的编码方法, 其特征在于, 将所述信道分为两个一组, 在两个一组的所述信道上实现所述编码。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的编码方法, 其特征在于, 将所述信道分为三个一组, 在三个一组的所述信道上实现所述编码。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的编码方法, 其特征在于, 所述信道间 - 时间编码与里德 - 所罗门编码相结合。

8. 一种多信道光传输系统 (10), 包括:

设置在发射机侧 (14) 的用于对可以通过光纤链路 (11) 传输的多个信道进行信道间 - 时间编码的装置, 以及设置在接收机侧 (17) 的用于对经由所述光纤链路 (11) 传输的所述信道进行解码的装置 (16), 所述信道间 - 时间编码装置包括用于实现映射的装置, 所述映射使得排除了在联合编码的相邻信道中同时出现信号值为 '1' 的比特, 其中在所述映射中, 为每一个要传输的可能的比特模式分配特殊的编码后的比特模式。

9. 根据权利要求 8 所述的多信道光传输系统, 其特征在于, 所述解码使用最大似然逐码元解码器。

10. 根据权利要求 8 所述的多信道光传输系统, 其特征在于, 所述解码使用球形解码器。

11. 根据权利要求 8 所述的多信道光传输系统, 其特征在于, 另外包括实现里德 - 所罗门编码的装置, 所述里德 - 所罗门编码的装置与所述信道间 - 时间编码装置相组合。

12. 一种包括用于对相邻信道的使用波分复用进行传输的传输序列进行信道间 - 时间编码的装置的编码器, 其特征在于,

所述对相邻信道进行所述信道间 - 时间编码的装置包括用于实现映射的装置, 所述映射使得排除了在联合编码的相邻信道中同时出现信号值为 '1' 的比特, 其中在所述映射中, 为每一个要传输的可能的比特模式分配特殊的编码后的比特模式。

信道间 - 时间编码方法、编码器以及多信道光传输系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于多通道尤其是光传输系统中的编码方法,其中编码同时在时间方向和多个信道上实现。

[0002] 背景技术

[0003] 信道间 - 时间编码,也称为波长 - 时间编码 (WTC),是一种使具有强信道间干扰 (ICI) 的多信道光传输系统能够实现更加鲁棒的传输特性的编码方法。多信道光传输网络也被称为光网络 (photonic network)、波长复用系统和波分复用光系统 (WDM)。

[0004] 在信道间 - 时间编码中,不仅在时间方向上而且还在多个信道上实现编码。编码中使用相关信道中的比特。

[0005] US 6, 313, 932B1 和 US 6, 522, 436B2 公开了一种用于多信道光传输系统的编码方法,其中向信道中传输的数据应用了包括信道间编码和时间编码二者的纠错方法。在该情况下,通过汉明码方案来实现编码。

[0006] 通过 US 6, 313, 932B1 和 US 6, 522, 436B2 还可以得知,在包括信道间编码和时间编码二者的编码方法中,可通过交织使得时间编码更加鲁棒。

[0007] 交织主要应用于保护数据传输来抵抗所谓的突发错误。其利用了这些错误的特性,即使当这些错误产生时它们会破坏相当大数目的连续比特,然而这些错误相对地很少出现。可以用于纠正单个比特错误的附加纠错信息同所有数据一起不使用交织进行传输。现在,如果产生改变不只一个比特而是改变一组比特的突发错误,那么将不再可能纠正该比特集。通过交织把要传输的数据在长度上逐位移动,将人为地从突发错误中产生较大的单个比特错误集,并且从而实现多个独立数据并行传输。

[0008] 该方法的缺点为发射机必须首先把要传输的数据变为经过交织后的形式。然而,为此所有要交织的数据都必须是可用的。在数据块完全到达传输缓存器之前,无法传输该数据块。对应地,接收机在数据包完全到达之前无法将数据恢复到正确顺序。这导致量级大约为数据包传输时间两倍的延迟。

[0009] US 5, 710, 797 公开了一种允许在数字通信系统中的缩小的信道间距的方法。该方法通过使用在存在其他紧密间隔的信号的情况下能够获得所期望信号的数据比特的解调器,从而允许在相互交叠的信道中同时传输数据。因此变得可能的窄信道间隔提高了系统容量,并且因此增加了数字通信系统中每个特定带宽的可能的用户数目。

[0010] 电信、信息和数据传输领域的继续发展仍然需要进一步的改善,以便降低光和/或电磁数字传输系统的运行费用并且进一步提高可能的传输速率。

[0011] 本发明的技术目的:

[0012] 因此本发明的目的为开发一种允许较低系统成本的编码方法。

发明内容

[0013] 对于引言中提到的一般类型的方法,通过为编码选择一种映射使得排除了在联合编码的相邻信道中同时出现信号值为 '1' 的比特,实现了该目的。

[0014] 在该映射中,为要传输的每一个可能的比特模式分配特殊的编码后的比特模式。例如以表格的形式给出这种分配。在发射机侧的编码器将其输入端的要传输的比特模式映射为编码后的比特模式,并输出该比特模式,其中要传输的比特模式包括要进行联合编码的信道的传输序列,编码后的比特模式包括该传输序列的编码后的序列。输出的编码后的比特模式 C 随后通过光纤链路进行传输。在接收机侧的解码器给编码后的比特模式重新分配原始比特模式。

[0015] 和现有技术相比,根据本发明的编码方法具有优点,因为在联合编码的信道中从不同时将‘1’注入光纤,从而当两个一组编码时最大注入功率降低了一半。这降低了光纤的非线性效应。当三个一组编码时最大注入功率同样会降低,但是并不像两个一组编码降低那么多。根据本发明的编码方法改善了光传输系统的光信噪比(OSNR),从而降低了接收机处的比特错误率(BER)。通过根据本发明的信道间-时间编码方法,因此有可能实现更小的信道间隔,以及因此在相同比特错误率下实现高的频谱效率或增大能够覆盖的链路长度,从而降低系统成本。

[0016] 对于根据本发明的编码方法中的映射,可以设想例如以下三种优化策略,

[0017] a) 最大化汉明距离,

[0018] b) 通过最小化编码后的传输序列中传输码元‘1’的频率来最小化汉明权重,这也是为了降低 ICI,

[0019] c) 在时间方向上最小化‘01’和‘10’比特模式的数目,以便保持受 ISI 限制的内眼孔径尽可能得大。

[0020] 根据本发明的编码方法的优选配置,在解码时估计所有可能码字,并选择其中具有最大度量的码字。

[0021] 根据本发明的编码方法的优选配置,在实际解码前通过算法排除最小可能码字,所以并不需要估计所有度量。这降低了解码所需要的开销。

[0022] 根据本发明的编码方法的另一优选配置,将信道分为两个一组,在两个一组的信道上实现编码。

[0023] 根据本发明的编码方法的另一优选配置,将信道分为三个一组,在三个一组的信道上实现编码。将信道分为三个一组而不是分为两个一组提高了频谱效率,然而仍可以以相当小的开销实现解码。

[0024] 根据本发明的编码方法的一种特别优选的配置,信道间-时间编码与里德-所罗门编码(Reed-Solomon coding)相结合。

[0025] 本发明的优选配置涉及用于实现上述编码方法的多信道光传输系统,该多信道光传输系统包括设置在发射机侧的用于对能够通过光纤链路传输的多个信道进行信道间-时间编码的装置和设置在接收机侧的用于对经由光纤链路传输的信道进行解码的装置,该信道间-时间编码装置包括用于实现映射的装置,该映射使得排除了在相邻信道中同时出现信号值为‘1’的比特。

[0026] 根据本发明的多信道光传输系统的优选配置,解码使用最大似然(ML)逐码元解码器。

[0027] 根据本发明的多信道光传输系统的另一优选配置,解码使用球形解码器。

[0028] 根据本发明的多信道光传输系统的特别优选的配置包括用于实现里德-所罗门

(B3) 相比,根据本发明的组合传输系统 A2 实现的编码增益大约高于 B22dB,并且高于 B3 3dB。

[0068] 在图 4 中,针对解码时考虑了 ISI 的情形将同样的系统相互对比。在信道间-时间编码的情况中,这可以通过使用等式 (4) 来实现;对于利用常规编码的常规传输系统,这可以通过使用 MLS D 来实现。图 4 中的对比还示出了利用信道间-时间编码和里德-所罗门编码的组合系统性能最好,其编码增益大约为 2dB。

[0069] 对于低的 OSNR,根据本发明的利用信道间-时间编码的光传输系统与可比较的利用常规编码的常规传输系统相比具有更低的 BER。

[0070] 对于高的 OSNR,利用根据本发明的信道间-时间编码并结合里德-所罗门编码的多信道光传输系统与可比较的利用常规编码的常规传输系统相比具有低很多的 BER。

[0071] 根据本发明的信道间-时间编码,特别是结合里德-所罗门编码,有效地降低了接收机中的 BER。因此降低了为了达到预定 BER 所必需的 OSNR。因此有可能增大光传输系统能够覆盖的链路长度,从而降低系统成本。同时,降低了对光纤链路中的功率相关的非线性效应和光放大器中的噪声的敏感度。

[0072] 此外根据本发明的信道间-时间编码允许更窄的信道间隔,并且因此达到更高的频谱效率。因为可以避免使用传输滤波器,并且解码器还可以实现均衡器的功能,所以当使用根据本发明的信道间-时间编码时可以降低光传输系统的总成本。在利用常规里德-所罗门编码的常规系统中,必须为此使用 MLS D。因为逐块实现编码和解码,所以可以并行使用多个编码器和解码器,这样降低了对硬件的要求,并因此降低了系统成本。在使用 MLS D 时,这是不可能的。

[0073] 根据本发明的信道间-时间编码还允许对联合编码的多个信道的共同检测,所以影响单个信道的扰动具有较小的扰动影响。利用根据本发明的信道间-时间编码,解码器同时处理例如两个信道(两个一组编码的)或三个信道(三个一组编码的)的信号。例如如果两个信道中的一个受到强扰动,但另一个没有受到强扰动,那么解码仍然正常工作的概率会增大。

[0074] 此外码字空间的选择可能影响 ICI 的强度。此外在根据本发明的编码方法的检测过程中可能有效地利用产生的 ICI。在单信道检测的情况中,ICI 为扰动因素。检测是基于码元实现的,并且因而可以被并行化。通过使用并行工作的多个解码器,因此有可能降低对它们的速度要求。在根据本发明的编码方法中,解码器同时包括纠错器和均衡器的功能。因此现在只要一个模块就可以完成这两项任务。此外,复用器中不再需要传输滤波器,因此能够进一步降低系统成本。

[0075] 特别值得强调的是,根据本发明的编码方法的应用不仅仅限于多信道光传输系统。同样可以设想将根据本发明的编码方法应用于数字无线传输系统,例如移动通信,或者应用于无线或有线计算机网络,或者应用于卫星、空间探测器等同它们的地面站之间的数据传输,或者应用于用于电信业务传输的陆地铺设的有线网络领域等等。

[0076] 工业应用:

[0077] 本发明容易得到工业应用,尤其是在数字数据传输以及用于数字数据传输的网络的构造和运营领域。

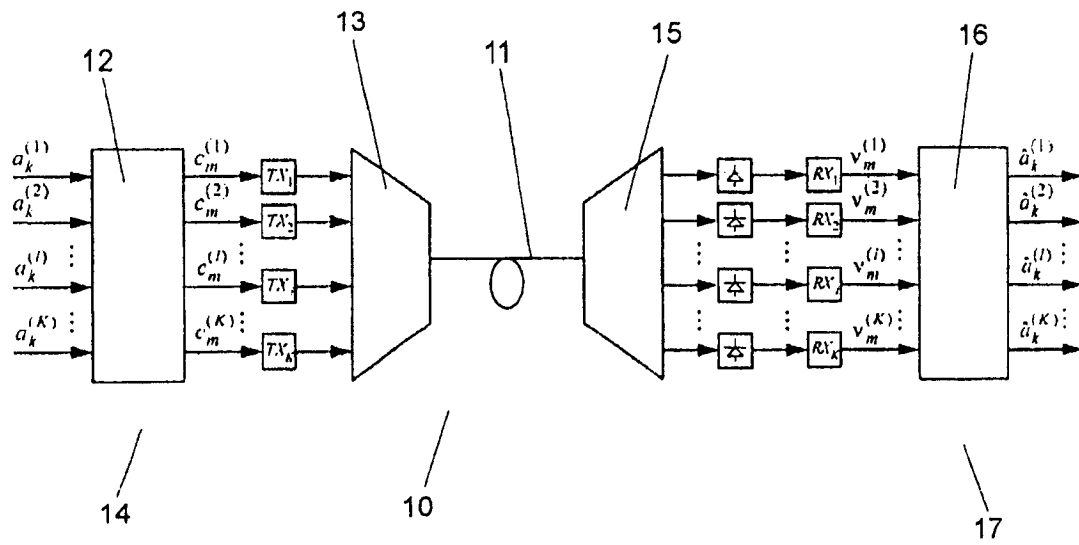


图 1

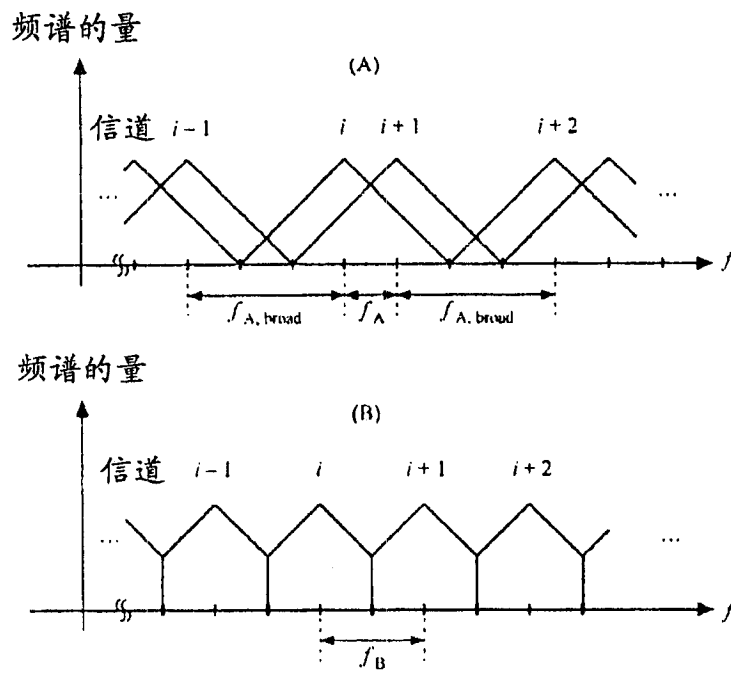


图 2

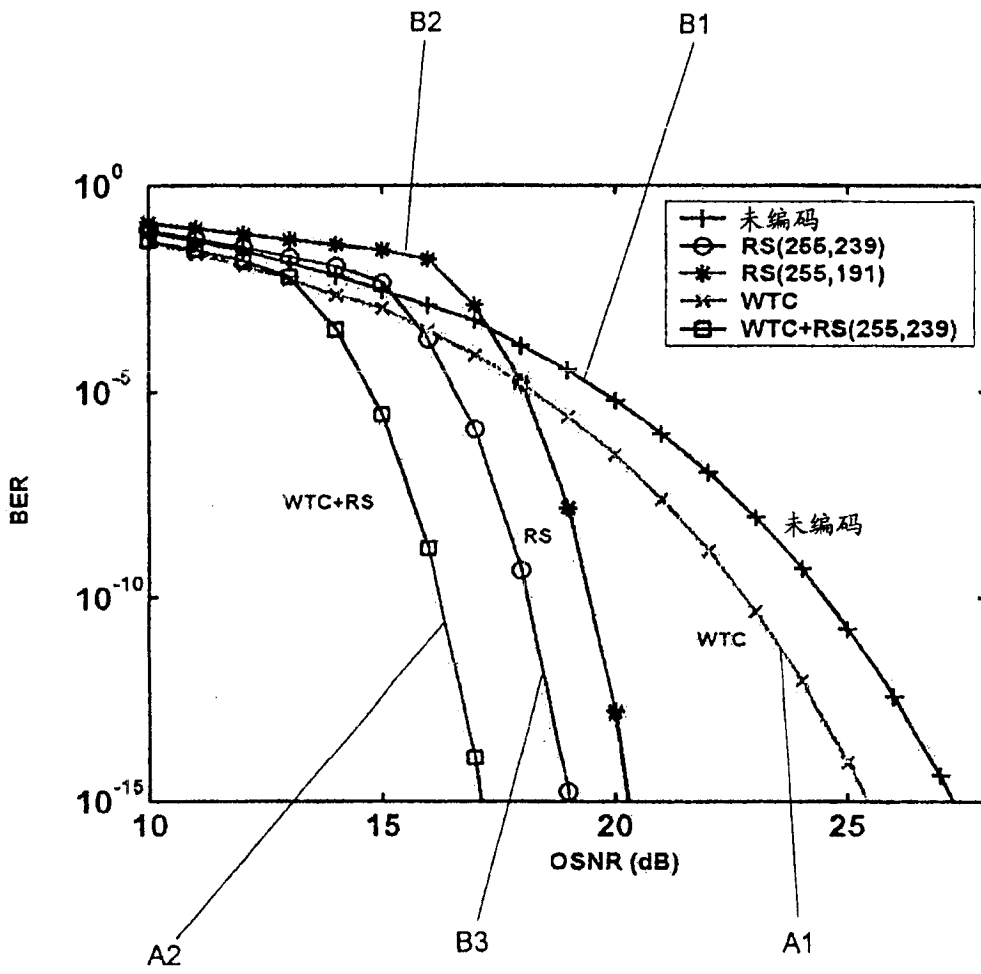


图 3

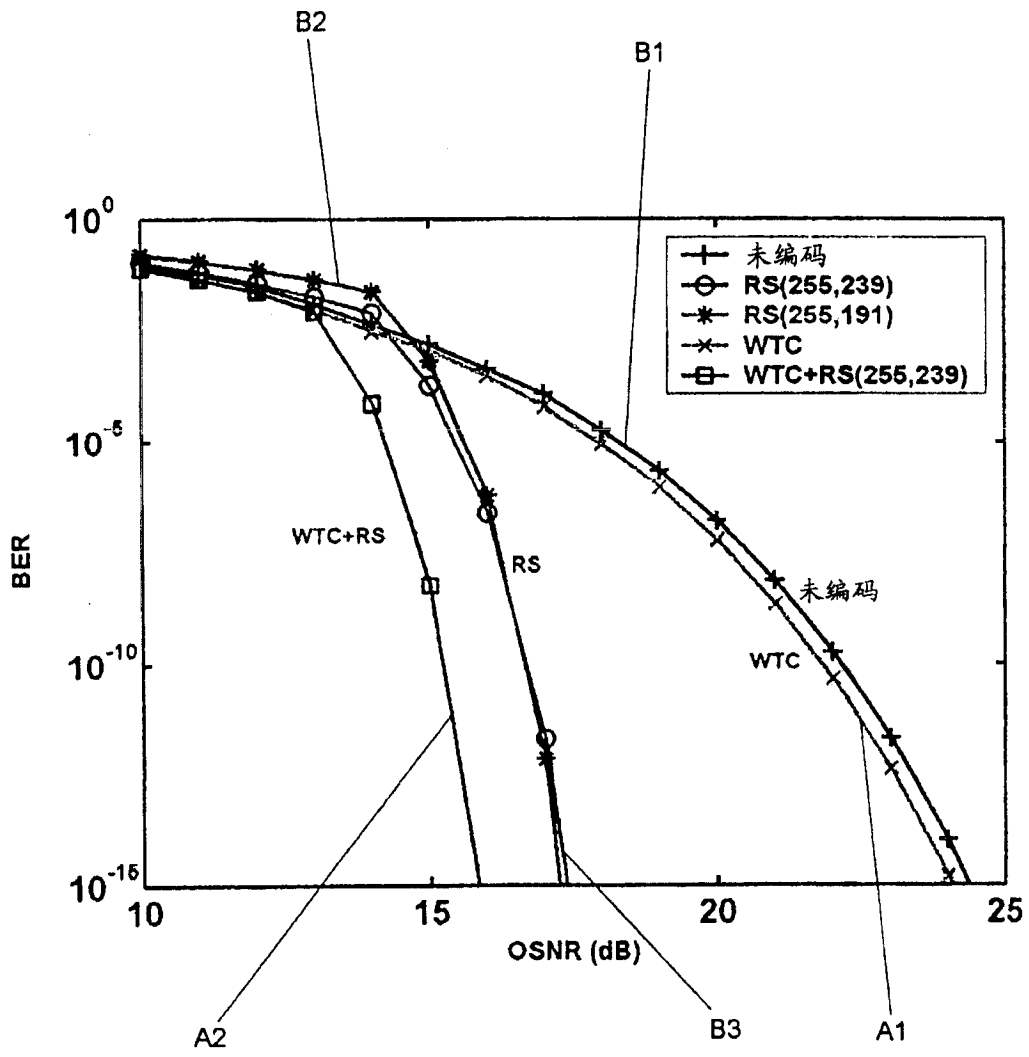


图 4