

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04B 1/16

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97181335.3

[43]公开日 2000 年 2 月 16 日

[11]公开号 CN 1244973A

[22]申请日 1997.12.12 [21]申请号 97181335.3

[30]优先权

[32]1996.12.12 [33]FI [31]964983

[86]国际申请 PCT/FI97/00784 1997.12.12

[87]国际公布 WO98/26512 英 1998.6.18

[85]进入国家阶段日期 1999.7.9

[71]申请人 诺基亚电信公司

地址 芬兰埃斯波

[72]发明人 加科·艾克恩

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

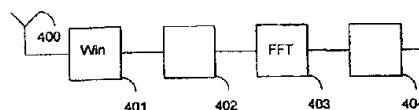
代理人 张 维

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 接收方法和接收机

[57]摘要

本发明涉及无线系统中使用的同步接收信号的一种同步方法和接收机,该无线系统包括接收调制信号的至少一个接收机(100,200,300),前述信号部分已知,由码元组成,且包含时间和频率偏移。该接收机包括乘法装置(402),用以将接收信号乘上该接收信号的已知部分,从而得到一个乘积;变换装置(403),对该乘积进行相关,从而得到一个比率,以及比较装置(404),比较该比率和预置的相关阈值,根据比较结果决定同步接收信号。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种无线系统中使用的同步接收信号的接收方法，该无线系统包括接收调制信号的至少一个接收机（100，200，300），前述信号部分已知，由码元组成，且包含时间和频率偏移，其特征在于，

接收信号乘上该信号的已知部分，从而得到一个乘积；

对该乘积进行相关，从而得到一个比率；

然后比较该比率和预置的相关阈值，根据比较结果决定同步接收信号。

2. 根据权利要求1的方法，其特征在于，该方法实际上在相关之后计算相关最大值和平均值，比较这两个值以得到一个比率。

3. 根据权利要求1的方法，其特征在于，如果该比率超过预置相关阈值，则同步到接收信号。

4. 根据权利要求1的方法，其特征在于，该方法实际上计算平均信号噪声功率，实际上根据信号最大值和平均信号噪声功率之间的关系计算该比率。

5. 根据权利要求1的方法，其特征在于，该方法实际上计算平均信号噪声功率，实际上根据信号噪声功率最大值和平均信号噪声功率之间的关系计算该比率。

6. 根据权利要求1的方法，其特征在于，该方法的相关过程中采用FFT方法计算接收信号的频率偏移。

7. 根据权利要求1的方法，其特征在于，信号相乘消除了信号调制。

8. 根据权利要求1的方法，其特征在于，接收信号基本上同时在时间和频率层上进行相关。

9. 一种无线系统中使用的同步接收信号的接收机，该无线系统包括接收调制信号的至少一个接收机（100，200，300），前述信号部分已知，由码元组成，且包含时间和频率偏移，其特征在于，该接收机包括

乘法装置 (402), 用以将接收信号乘上该接收信号的已知部分, 从而得到一个乘积;

变换装置 (403), 对该乘积进行相关, 从而得到一个比率, 以及

比较装置 (404), 比较该比率和预置的相关阈值, 根据比较结果决定同步接收信号。

10. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 变换装置 (403) 实际上计算相关最大值和平均值, 比较这两个值以得到一个比率。

11. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 如果该比率超过预置相关阈值, 则接收机同步到接收信号。

12. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 变换装置 (403) 计算信号噪声功率, 变换装置 (403) 实际上根据信号最大值和平均信号噪声功率之间的关系计算该比率。

13. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 变换装置 (403) 计算信号噪声功率, 变换装置 (403) 实际上根据信号噪声功率最大值和平均信号噪声功率之间的关系计算该比率。

14. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 变换装置 (403) 在相关过程中采用 FFT 方法计算接收信号的频率偏移。

15. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 乘法装置 (402) 在信号相乘过程中消除了信号调制。

16. 根据权利要求 9 的接收机, 其特征在于, 变换装置 (403) 基本上同时在时间和频率层上进行相关。

说明书

接收方法和接收机

本发明涉及无线系统中使用的同步接收信号的接收方法，该无线系统包括接收调制信号的至少一个接收机，前述信号部分已知，由码元组成，且包含时间和频率偏移。

本发明还涉及一种无线系统中使用的同步接收信号的接收机，该无线系统包括接收调制信号的至少一个接收机，前述信号部分已知，由码元组成，且包含时间和频率偏移。

在无线系统中，用户数据信号通常调制通过无线路径发送到接收机的高频信号。根据无线系统的不同，接收机可能与发射机相距甚远。例如，在卫星无线系统中，充当收发信机的基站可以位于赤道上空高度为 38000 公里处。在发射机和接收机之间的无线路径上，信号总会受到损伤信号特性的干扰。在卫星无线系统中，基站一般相对于地球移动，使得从地面上看，该基站是静止的。基站还可以位于相对较低的轨道，卫星相对于地球的移动也会比所述卫星系统的卫星更快。卫星的移动导致了较大的频率和时延变化。

无线系统环境中往返于用户和基站之间的信号一般不会直线传播，根据具体环境，该信号在从发射机到接收机的不同长度的多条路径上传播。即使基站和移动台之间存在直接视距，这种多径传播也会发生。多径传播起因于信号在它遇到的周边表面上被发射和散射。在不同路径上传播的信号具有不同长度的传播时延，因此，信号以不同的相位到达接收机。

在无线路径上，不同形式的干扰改变了调制信号，因而使得接收机中数据信号的分离或解调过程的复杂性大为增加。因为发射机发送信号的传播时间受限，所以信号会出现时延。发射机和接收机之间的距离越长，则产生的时延越大。此外，基站或用户终端，例如移动电话机的移动产生了多普勒频率。多普勒频率改变了接收机所接收的信号

频率。信号频率的改变引起了接收机与接收信号的同步问题。

采用不同的算法方法，例如基于相关的方法，已可避免上述时延和频率问题。但是，对基于相关的方法设置了一些限定。例如，为了能够采用该方法进行同步，允许接收机所接收的信号出现非常小的频率误差。现有技术方案无法实现充分的时间同步。

现有技术方法基于发射机所发送的信号脉冲功率的指示。在这种方法中，使用滑动窗口估计信号功率和噪声功率。比较信号功率与噪声功率，可以估计出不利的信号特性。但是，该方法只能用于估计脉冲串信号。此外，该方法还没有应用于具有较小信噪比的无线系统。因此，现有技术方法还没有很好地应用于例如卫星无线系统。

本发明的一个目的是实现一种方法，其中接收机可以同步它所接收的信号，前述信号含有时延和频率所引起的大量变化。

这通过前序中提出的方法实现，其特征在于，接收信号乘上该信号的已知部分，从而得到一个乘积，对该乘积进行相关，从而得到一个比率，然后比较该比率和预置的相关阈值，根据比较结果决定同步接收信号。

本发明接收机的特征在于，接收机包括乘法装置，变换装置和比较装置，乘法装置用以将接收信号乘上该接收信号的已知部分，从而得到一个乘积，变换装置对该乘积进行相关，从而得到一个比率，比较装置比较该比率和预置的相关阈值，根据比较结果决定同步接收信号。

本发明的方法具有很大的优点。在这种方法中，接收信号的一部分已知。接收信号乘上该接收信号的已知部分。如果接收信号对应于该已知部分，则信号相乘消除了信号调制。该调制以码元的精度被消除。乘上该信号得到了一个乘积，该乘积最好使用 FFT 变换进行相关。该相关最好在时间和频率层基本同时执行。相关使得能够决定同步接收信号，计算接收信号中甚至较大的频率偏移。在这种方法中，如果基于相关得到的比率超过了预置的相关阈值，则进行信号的同步。该方法还可应用于具有较小信噪比的信号。

下面结合附图中的例子详细描述本发明，在附图中

图 1 示出了现有技术方案；

图 2 示出了采用本发明方法的无线系统；

图 3 以框图的形式示出了本发明的接收机结构。

图 1 示出了用于同步数字信号的现有技术方案。该方案减轻了信号接收中时延和频率改变所引起的信号问题。该方案包括从包含信息的信号中分离噪声的装置 10。该方案还包括与装置 10 通信的装置 11 和 12。装置 11 为包含信息的信号生成一个滑动窗口。装置 12 为噪声生成一个滑动窗口。此外，该方案包括彼此相连的装置 13 和 14。

信号从装置 11 和 12 传送到装置 13，后者计算该信号的信噪比估计。装置 14 根据信噪比确定所述信号同步的存在。此外，装置 14 根据信号的频率误差生成估计。在接收信号是脉冲串，且信号的信噪比较大时，该方案基本有利。基于以上原因，该方案不很适合实现信噪比较小，信号的频率和时间偏移较大的无线系统。

图 2 示出了采用本发明方法的无线系统。该无线系统包括用户终端 100 和基站 200 和 300。用户终端 100 通过基站 200、300 建立到其它用户终端 100 的连接。在图 2 方案中，基站 200 充当地球站，基站 300 充当卫星站。在图 2 的无线系统中，例如在传输线路 202 上采用 PCM 技术组合基站 200。用户终端 100 包括天线 101，基站 200 包括天线 201，基站 300 包括天线 301。所述天线充当收发天线。在卫星无线系统中，用户终端 100 的发送功率一般足以建立到卫星站 300 的连接。

地球站 200 与卫星站 300 之间的距离比与地面无线系统基站 200 的距离长。长距离导致信号中出现过多的信号衰减和相当大的时延。此外，站 300 在卫星系统中移动，这种移动产生了信号的多普勒频率。多普勒频率还使得地球站和卫星站上的信号接收复杂化。用户终端 100 在移动时也产生多普勒频率。

图 3 以框图的形式示出了本发明的接收机结构。可以例如在用户终端 100 和基站 200 和 300 中使用本发明的接收机。该接收机包括天线 400，通过该天线接收基站 200 所发送的信号。实际上，接收天线 400

还用于发送信号。接收机所接收的信号由形成码元的比特组成。接收的信号可以由复数部分组成。一个码元一般由一个或两个比特组成。接收机还包括为接收信号生成滑动窗口的装置 41。此外，接收机包括乘法装置 402，变换装置 403 和比较装置 404。

接收机接收调制信号，在传送期间，该信号中已引入时间不稳定性和频率变化。接收之后，信号被传送到为该信号生成滑动窗口的装置 401。装置 401 所生成的滑动窗口宽度可以是例如 96 比特。信号从装置 401 传送到乘法装置 402。滑动窗口宽度决定了一次到达乘法装置 402 的比特数。本发明接收机可以位于例如用户终端 100 或基站 200, 300。

接收机以前知道接收信号的某些部分。乘法装置 402 将从装置 401 到达的信号乘上以前已知的该信号比较序列，例如该信号的同步部分，从而得到一个乘积。此外，乘法装置 402 在信号中加入填充比特，在这种情况下是 0 比特。乘法装置 402 也可以通过对应于乘法的另一方法，例如加法来生成该乘积。如果滑动窗口位于已知比较序列的接收信号中，则与所述序列相乘消除了信号调制。在所述情况下，装置 403 所生成的相关中存在一个峰值。所述时刻滑动窗口位置信息使得消除时间不稳定性成为可能。

变换装置 403 为从乘法装置 402 到达的信号生成相关。变换装置 403 还根据所述信号的频率误差生成估计。变换装置 403 还估计接收信号的噪声功率大小。变换装置 403 最好进行 FFT 变换（快速傅立叶变换）。一般情况下，可以通过以下方式以整数形式计算傅立叶变换：

$$\mathcal{F}\{f(t)\} = F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt,$$

其中 $\mathcal{F}$ 代表傅立叶变换， $f(t)$ 是时间 t 的函数， $F(\omega)$ 是傅立叶变换函数， ω 是频率变量， i 是虚数单位， Π 代表数 π 。在数字系统中通过求和来计算傅立叶变换整数，其中包括需要累加的 N 个项。但是，FFT 变换中运算的数量已大大减少。傅立叶变换通常需要 N^2 次操作，但 FFT

变换最好可以执行 $N \cdot \log_2(N)$ 次操作 (Danielson-Lanczos 定理)。

可以使用例如拉普拉斯变换来替代 FFT 变换。但是, 如果以较长的频率间隔估计频率, 则 FFT 变换是一种有效的方法。变换装置 403 在经过 FFT 变换后的信号中充分地搜索峰值, 并计算信号的平均值。然后, 变换装置 403 比较该峰值和所述信号的平均值, 从而得到比率。该比率可以基于例如除法。相关使得可以根据接收的信号确定同步的存在。该信号的乘法和相关实现了以下方程 (1)。

$$(1) \quad |\mu(t, f_e)| = \left| \sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi f_e n T_s} a_n^* z_{t-n} \right|$$

在该公始终, 已知比较序列的复共轭码元标记成 a_n^* , 比较序列的序列长度由 N 表示。接收机所接收的复信号表示成 z , 接收信号的频率估计表示成 f_e 。时间由 t 表示, 码元时间由 T_s 表示。在本发明方案中, 信号同时在时间和频率层上相关。比较变换装置 403 中生成的峰值和平均值的比率和预定阈值。在本发明方案中, 如果该比率超过了设置的阈值, 则决定同步到接收机所接收的信号。

装置 401 所生成的滑动窗口一次滑动一个码元。这些码元从装置 401 传送到乘法装置 402, 后者将这些码元乘上已知序列。相乘之后消除了信号中的调制。然后, 在信号中加入 0。通过增加 0, 可以调整信号序列长度, 使其匹配变换装置 403。0 的加入也增加了信号的频率分解。变换装置 403 从假定的频率区域 f_e 中搜索相关频率, 然后比较所述信号。

作出所述决定的另一方案时使用变换装置 403 所估计的信号噪声功率。在这种方法中, 噪声功率实际上与通过 FFT 变换得到的信号峰值相比较。在这种方案中, 同样如果信号的比率超过了设置的阈值, 则作出决定。在变换装置 403 中一次性处理以前已知长度的序列, 这些序列被进一步传送到比较装置 404。从变换装置 403 中发送的序列的序列长度最好是两倍于到达比较装置 404 的序列。

并且, 该方法使得实际上可以计算信号噪声功率峰值和噪声功率

平均值，并比较计算出的值。在生成噪声功率峰值和平均值比率之前，延时基于平均值结果的信号。基于噪声功率估计的方法也可以应用于信号的信噪比较差的情况。该方法还可应用于脉冲串信号。这两种方法使得能够同时进行时间和频率同步。

尽管以上结合附图的例子描述了本发明，但显然本发明并不局限于此，而是可以在后附权利要求书所公开的创新思想范围内通过不同方法予以改进。

说明书附图

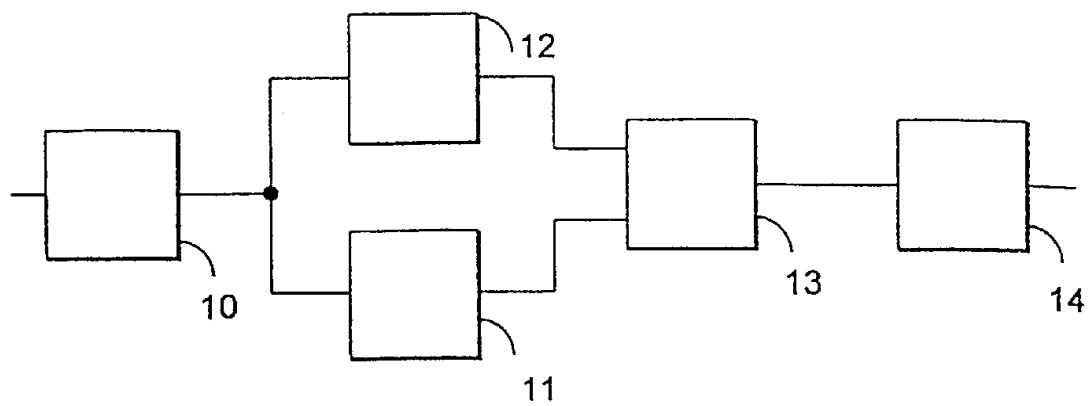


图 1

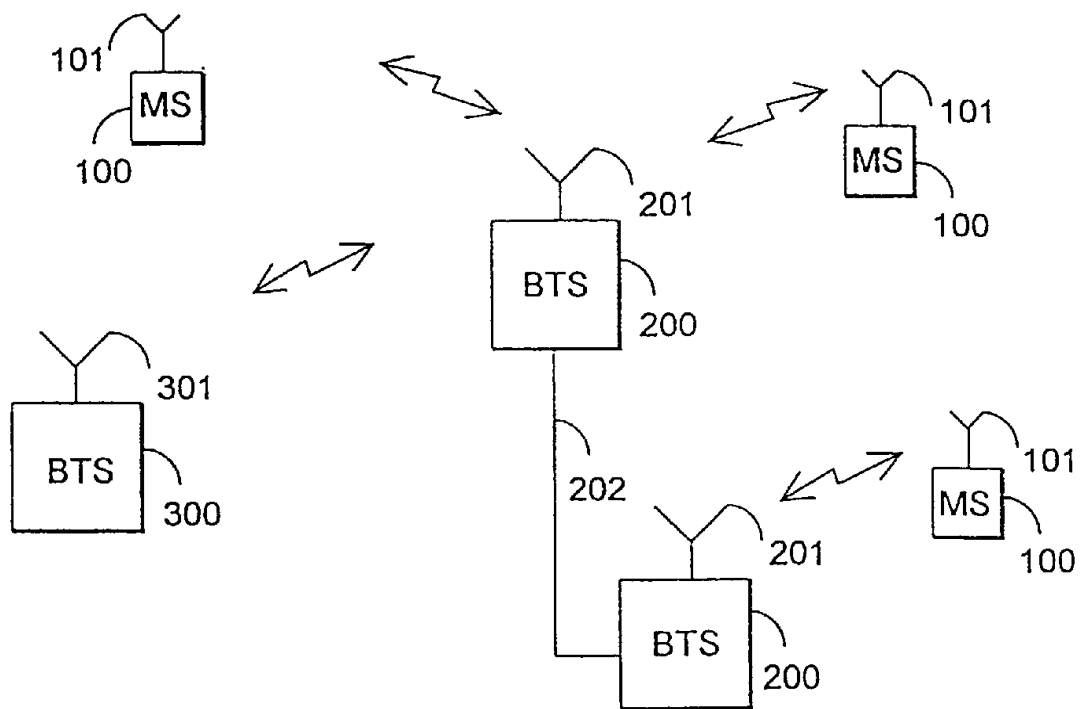


图 2

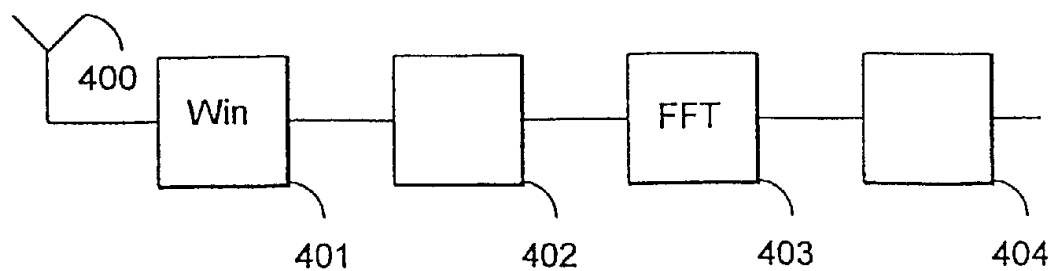


图 3