



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96192130.7

[43]公开日 1998年3月18日

[11] 公开号 CN 1176719A

[22]申请日 96.2.22

[30]优先权

[32]95.2.23 [33]FI[31]950843

[86]国际申请 PCT/FI96/00106 96.2.22

[87]国际公布 WO96/26583 英 96.8.29

[85]进入国家阶段日期 97.8.25

[71]申请人 诺基亚电信公司

地址 芬兰埃斯波

[72]发明人 奥利·皮莱宁

卡里·于尔卡

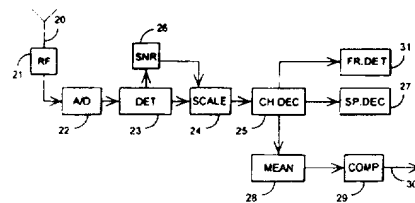
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标  
事务所  
代理人 杨晓光

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 一种判定连接质量的方法,以及一种接收器

[57]摘要

本发明涉及一种在蜂窝无线系统的接收器中判定连接质量的方法,以及一种接收器,该接收器包括根据维特比算法解码所接收信号的装置(25),所述装置(25)除了解码所接收符号之外,还计算所作判决的品质估计。为了改进发送器和接收器之间的连接上的误码率估计的精确度,尤其是在比特数量较少的情况下实现这一点,本发明的接收器包括基于计算出的估计计算该连接上的误码率的装置(28, 29)。



## 权 利 要 求 书

---

1.一种在蜂窝无线系统的接收器中判定连接质量的方法，在该方法中接收到的信号由维特比解码器解码，维特比解码器的输出除了解码符号之外，还提供所作判决的品质估计，其特征在于，维特比解码器计算出的所作判决的品质估计被转换成浮点值格式，并且在判定连接质量时使用所述估计。

2.根据权利要求1的方法，其特征在于，基于所述估计可以判定连接上的误码率并检测出可能的不正确信号帧。

3.根据权利要求1的方法，其特征在于，维特比解码器计算出的所作判决的品质估计在所需测量周期上取平均值，该平均值与设置成相应于不同误码率值的预定阈值相比较。

4.根据权利要求1的方法，其特征在于，在维特比解码器中以下述方式得到所作判决的品质估计，即在格构图中计算判决度，部分表征判决的判决变量被转换成浮点值格式并存储在存储单元中，在执行维特比算法的回溯步骤时，计算正确路径中存储的判决变量的绝对值之和，以及在相应路径中判决变量的绝对值的最小值。

5.根据权利要求2和4的方法，其特征在于，判决变量的绝对值之和在所需测量周期上取平均值，得到的平均值与预定阈值相比较，从该比较的结果中可以得到连接上的误码率。

6.根据权利要求2和4的方法，其特征在于，基于判决变量的绝对值的最小值检测差错信号帧。

7.一种接收器，包括根据维特比算法用于解码所接收信号的装置(25)，所述装置(25)除了解码所接收符号之外，还计算所作判决的品质估计，其特征在于，装置(25)包括将表征软判决的判决变量转换成浮点值格式的装置(54)，并且该接收器包括基于计算出的估计计算连接上的误码率的装置(28, 29)。

8.根据权利要求7的接收器，其特征在于，接收器包括基于所述估计检测不正确信号帧的装置(31)。

9.根据权利要求7的接收器，其特征在于，接收器包括在所需测量

周期上取计算出的估计的平均值的装置 (28), 以及比较平均估计和设置成相应于不同误码率值的预定阈值的装置 (29)。

10. 根据权利要求 7 的接收器, 其特征在于, 计算所作判决的品质估计的装置 (25) 包括装置 (57), 用于暂时存储表征软判决并被转换成浮点数格式的判决变量; 装置 (58), 用于将这些变量重新转换成整数格式; 装置 (59), 用于计算在正确路径中所存储的值的和, 以及装置 (60), 用于计算在正确路径中判决变量的绝对值的最小值。

# 说 明 书

---

## 一种判定连接质量的方法，以及一种接收器

本发明涉及一种在蜂窝无线系统的接收器中判定连接质量的方法，在该方法中利用维特比解码器解码所接收的信号，该维特比解码器的输出除了提供解码符号之外，还提供所作判决的品质估计。

本发明还涉及一种接收器，它包括根据维特比算法解码所接收信号的装置，所述装置除了解码所接收的符号之外，还计算所作判决的品质估计。

在蜂窝无线系统中，基站和用户终端间的连接质量连续变化。这种变化是由于无线经路上的干扰，还由于无线电波的衰减是距离的函数。例如，当终端进一步远离基站时，该终端和基站间的连接上的衰减增加了。通常尝试通过增益控制来补偿这种衰减。

然而，对估计连接质量而言，这种增益测量并不是一个充分的参数。在数字蜂窝无线系统中用来表示连接质量的通用单位是误码率（BER），它表示了不正确接收的比特数与所有接收的比特的比值。例如在 GSM 蜂窝无线系统中，基站和终端在无线接口中连续测量误码率。测量的结果被传送给基站控制器，如果需要，基站控制器根据该测量结果作出移交到提供更好连接质量的信道上的决定。

误码率测量必须尽可能精确，以优化蜂窝无线系统的资源利用和最小化不良连接的数量。例如在 GSM 系统中，在 GSM05.08 规范中规定了误码率测量的性能，该规范在此列出以供参考。根据该规范，误码率测量周期是 480 毫秒，它相应于全速率信道的 104 个 TDMA 时隙和半速率信道的 52 个 TDMA 时隙。

以前知道用“pseudober”测量来估计信道的误码率。在该方法中，通过再次编码信道解码结果和计算所纠正的比特数来估计误码率。然而这不是最好的可行方法，因为无法保证信道解码器总能纠正出错比特。信道解码器还可能将正确的比特改成了不正确的比特。此外，该方法的

精确度严重依赖于所处理的比特序列的长度。比特序列，即测量周期应当足够长，以当信道中很少出现出错比特时，也能够进行误码率的正确检测。在 GSM 中，这会引来问题，尤其在比特数少于全速率信道的半速率信道中更为突出。

另一种估计误码率的已知方法是在测量周期期间从每一个业务信道上的已知训练序列中计算误码率。因为在 GSM 系统中，训练序列有 26 个比特，而测量周期期间每一个业务信道的半速率信道上只有 52 个帧，所以误码率仅从  $52 \times 26$  个已知比特中计算。这些比特数量太少了，不能产生一个足够精确的误码率估计。

以前知道利用维特比解码器软判决输出来改善所接收信号的信噪比，这在 J.Hagenauer, P.Hoehner 的 A Viterbi algorithm with soft-decision outputs and its applications, IEEE GLOBECOM 1989, Dallas, Texas, November 1989 中说明，此处列出以供参考。

本发明的一个目的是实现一种方法，该方法即使在比特数量较少，例如发生在半速率信道的情况下也能精确估计误码率。在本发明的方法中，估计的精确度不象 pseudober 方法那样严重依赖于比特序列的长度。并且与以前的方法相比，所需的计算较少。

这通过前文中所提出的一种方法实现，该方法的特征在于，由维特比解码器计算的所作判决的品质估计被转换成浮点值格式，并且在判定连接质量时利用所述估计。

根据本发明的接收器，其特征在于，装置 (25) 包括将表征软判决的判决变量转换成浮点值格式的装置 (54)，并且该接收器包括基于所计算的估计计算连接上的误码率的装置。

本发明的基本思想在于，以一种新颖的方式利用从维特比解码器获得的软判决以计算误码率。在本发明的方法中，在维特比解码器中所提供的软判决同时带有待检测的比特，因此在计算格构图的判决度时，部分表征判决的判决变量被转换成浮点值格式并存储在一个存储单元中，在执行维特比算法的回溯步骤时，计算在正确路径中存储的判决变量的绝对值之和，以及在相应路径上判决变量的绝对值的最小值。

本发明的方法提供了比 pseudober 方法更精确的误码率计算。该方

法尤其适用于半速率信道，因为该方法不需要同样多数量的比特以给出误码率的可靠估计。并且因为在本发明的方法中，可以在维特比解码器执行实际解码的同时，产生必需的软判决，所以该方法具有更少的计算复杂性。pseudober方法需要附加的计算。

以下将参照根据附图的例子更详细地解释本发明的优选实施例，在附图中

图 1 说明了可以使用本发明的方法的蜂窝无线系统；

图 2 在框图层次上说明了本发明的接收器的构造的一个例子；

图 3 说明了维特比解码器中所采用的格构图的一个例子；

图 4 通过框图更详细地说明了本发明的接收器的构造；

图 5 说明了在本发明的方法中使用的浮点值的格式的一个例子。

本发明的方法可以用于任何在连接上执行误码率测量的数字蜂窝无线系统。本发明的最重要的优点尤其通过比特的量较少的连接，例如 GSM 系统中半速率信道获得。以下将在 GSM 系统范围内描述本发明。

在图 1 中说明了一个蜂窝无线系统的构造，以及该系统对本发明必不可少的部件。该系统包括一个基站 10 和多个通常的移动用户终端 11 - 13，这些终端与基站进行双向通信 14 - 16。基站将这些终端的连接交换到基站控制器 17，后者进一步将其交换到系统的其它部件和固定网络。基站控制器 17 控制着一个或多个基站的操作。在 GSM 系统中，基站和终端都连续测量它们之间的连接上的误码率，并将结果发送给基站控制器。

根据本发明的方案利用了从维特比解码器获得的软判决。信道解码器所提供的软判决与比特判决，即所作判决的品质估计一起在所需测量周期上取其平均值。结果的平均值与预定阈值比较。每一个阈值被设成相应于信道中给定的误码率值，并从比较的结果中获得误码率估计。例如，阈值可以在接收器的类型测试测量中设置，在该测量中以不同信噪比通过不同信道配置发送一个已知的位模式，因而可以计算出不同信噪比和信道类型的实际误码率值。同时获得了等于实际误码率的平均软判决。

在根据本发明的方案中，在维特比解码器中软判决与比特判决同时

产生。当计算格构图的判决度时，部分判决被从整数格式转换成浮点值格式并存储在一个存储单元之中。在“回溯”步骤，即以相反顺序跟踪格构图的状态迁移的执行过程中，计算在正确路径中存储的软判决变量的绝对值之和（SDVSUM）和在相应路径上的判决变量的绝对值的最小值（SDVMIN）。如前所述，在测量周期上取所述 SDVSUM 值的平均值，并与设定的阈值相比较以确定误码率。SDVMIN 值使检测接收到的差错信号帧成为可能。

以下将更详细地解释实现本发明的方法的接收器的构造。图 2 通过框图说明了根据本发明的接收器的一个例子。该接收器包括一根天线 20，接收的信号通过该天线输送给射频部件 21，后者将该信号转换到中频。该信号从射频部件输送给转换装置 22，该信号在该装置中从模拟形式转换成数字形式。最好能提供初始比特判决功能的检测装置 23 以一种已知方式使用维特比算法，它在运行中连接到转换装置。维特比检测器连接到估计信噪比的装置 26，这些装置的输出输送给定标（scale）装置 24，来自检测器输出的软比特判决在定标装置中根据信噪比定标。这种定标将改善信道解码器的性能。定标信号进一步输送给维特比信道解码器 25。

解码器 25 根据维特比算法执行所接收信号的最终检测和解码。本发明的接收器利用从解码中获得的软判决，即上述术语 SDVSUM 和 SDVMIN。在图 2 的接收器中，解码信号进一步输送给语音解码器 27。计算出的 SDVSUM 值被输送给计算装置 28，在该计算装置中所接收的值在测量周期上取平均值，该测量周期在 GSM 系统中最好是 480ms。平均估计输送给比较装置 29，在该比较装置中获得的比较值与预定阈值相比较。根据比较的结果获得误码率的一个良好的估计 30，并将其进一步输送给该接收器的其它部件。同样，解码器 25 计算上述术语 SDVMIN，并将其输送给装置 31，在后者中检测差错信号帧。

以下是有关维特比解码器的操作和产生软判决的本发明方法的更具体的描述。图 3 说明了维特比算法所使用的一种典型的格构图。该图示出了一个 8 状态格构图。在该格构图中从左到右解维特比算法。每一点都可以通过两条不同路由到达。在每一点选择到达所述点的两条路由中

较好的一条，并存储该信息。除了硬比特判决（0 或 1），也可以存储有关判决的品质的信息（“软判决”），因此增加了格构图中每一点所需的存储容量。对软判决而言，需要一个最少具有

$$K = AM\_SB * AM\_ST * SDFT\_WL$$

个比特的存储器，其中

$AM\_SB$  = 存储软判决的比特数量

$AM\_ST$  = 维特比状态数

$SDFT\_WL$  = 在软判决中所用的字长

从上式公式中能够看出，所需的存储容量随着软判决中使用的字长直线增长。并且，可用于数据处理的时间通常是有限的，因此必须以最少的周期时间执行软判决的处理。

在根据本发明的方案中，实现维特比算法的目的在于最大化在每一个维特比节点获得的判决变量，即判决越好，表征该次判决的数字就越大。并且，假定所有定点值都以二进制补码形式给出。

因为存储判决的存储器容量取决于表征软判决的值的字长，在本发明的方法中，在执行框中获得的软判决在被存储前先转换成浮点值格式。例如 16 比特软判决可以压缩成包括 8 个比特的一个浮点值，这将使软判决所需的存储容量减半。这是个很重要的优点，尤其在通过 ASIC 技术实现维特比算法的情况下更为突出。另一方面，如果将判决存储成具有浮点数字长的定点值，将不能提供与现有方案一样有用的值的范围。

图 4 说明了一种可能的浮点数格式。在该格式中，第一比特指示符号（sgn），接着的四个比特是从最高有效位开始的尾数（Mant），最后三个比特是从最高有效位开始的指数（Exp.）。利用这种符号表示法，可以表示值  $(1 - 2 * Sgn) * Mant * 2^{Exp}$ 。为了将一个 16 比特判决变量转换成一个浮点数，首先将一个判决变量饱和（Saturated）成具有 12 个比特。这意味着如果该变量超出可以由 12 个比特表示的值范围，则将能由 12 个比特表示的最大或最小值定标为该变量的值。之后，结果 12 比特值被转换成上述浮点的格式并予以存储。

回溯步骤在格构图中从右向左进行。在该步骤期间，基于所存储的



信息作出关于所接收比特的比特判决。这通过下述方式执行，即在格构图中以相反顺序跟踪状态迁移，并根据存储在相应节点的判决，在该路径的每一个节点上选择正确的状态迁移，然后处理与该判决相关的状态迁移的下一个节点。对位于该列的比特而言，在从维特比获得硬判决的同时从存储器中读出一个判决比特。

在根据本发明的方案中，除了判决本身之外，还在每一个节点中存储了浮点格式的判决的品质信息。在回溯步骤中，硬判决可以在本发明的接收器中从 Sgn 比特中读出，Sgn 比特指示该次判决是一次正判决还是负判决。同时通过执行回溯步骤，还从所存储的浮点数值中计算出正确路径上软判决的绝对值之和 SDVSUM 和正确路径上软判决的绝对值的最小值 SDVMIN。这两个值与所得到的硬比特判决一起返回，用于外部的进一步处理。

为了计算 SDVSUM 值，首先将在每一个节点中从存储器读出的浮点数转换成 16 比特格式。得到的值的绝对值加入到累积值 SDVSUM。在每一个节点得到和从存储器中读出的绝对值也与当前 SDVMIN 值比较，如果读出的值较小，SDVMIN 将接受读出的数值。在启动回溯步骤之前，将 SDVSUM 初始化成 0，而将 SDVMIN 初始化成 7ff。以上述方式，可以在回溯步骤中与硬比特判决同时读出表征所作软判决的 SDVSUM 和 SDVMIN 值，而不需要使用任何附加的周期时间。

图 5 通过框图说明了实现维特比解码器的一种可能的实施例。如上所述，在格构图中从左到右解维特比算法。每一点可以通过两条不同的路由到达，在每一点选择到达所述点的较好的路由，并存储该信息。首先将输入数据 50 输入到迁移分支度单元 (BMU) 51。在每一点中，BMU 生成一个对应于到达该点的每一路由的值。累积度存储器 (CUM) 单元 53 存储以前为该列的每一点计算的值。

加-比-选 (ACS) 单元 52 将 BMU 中计算出的变量相互比较，选出给出较好结果的值，并将所述值加到从 CUM 单元得到的和值中；结果与点相关的值被存储在 CUM 单元 53 中用于计算下一列。得到的值也存储在幸存者存储单元 (SMU) 57 中用于回溯步骤，在根据本发明的方案中解码器包括装置 54，用于将该值转换成如上所述的浮点值格式以

节省存储空间并用于软判决。

如上所述，在存储单元 57 中通过以相反顺序遍历格构图来执行回溯步骤，这样的存储单元可以以本领域技术人员熟知的方式实现。在该图的每一点中，读出存储在存储单元中的值，Sgn 比特直接给出了硬判决 61，并将其输送到接收器的其它部件。而对软判决而言，将读出的值输送到装置 58，在后者中该值被转换成 16 比特格式，其结果值输送给第一计算装置 59，它用于计算所得值的绝对值之和，SDVSUM，并输送到第二计算装置 60，它用于计算所得值的绝对值的最小值，SDVMIN。基于这些计算出的结果，可以估计该连接上的误码率并检测差错信号帧。

尽管以上参照根据附图的例子解释了本发明，但应当理解，本发明并不局限于这些例子，在所附权利要求书中公开的创新性思想的范围内，可以通过不同方式修改本发明。

# 说 明 书 附 图

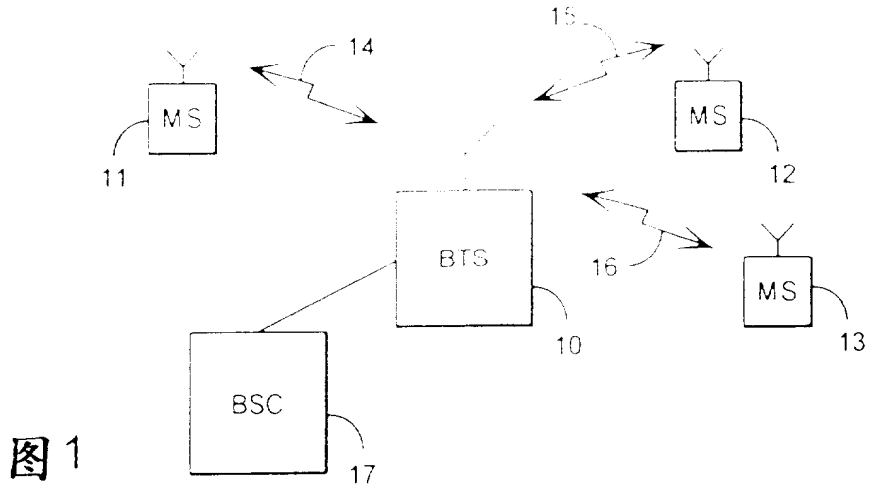


图 1

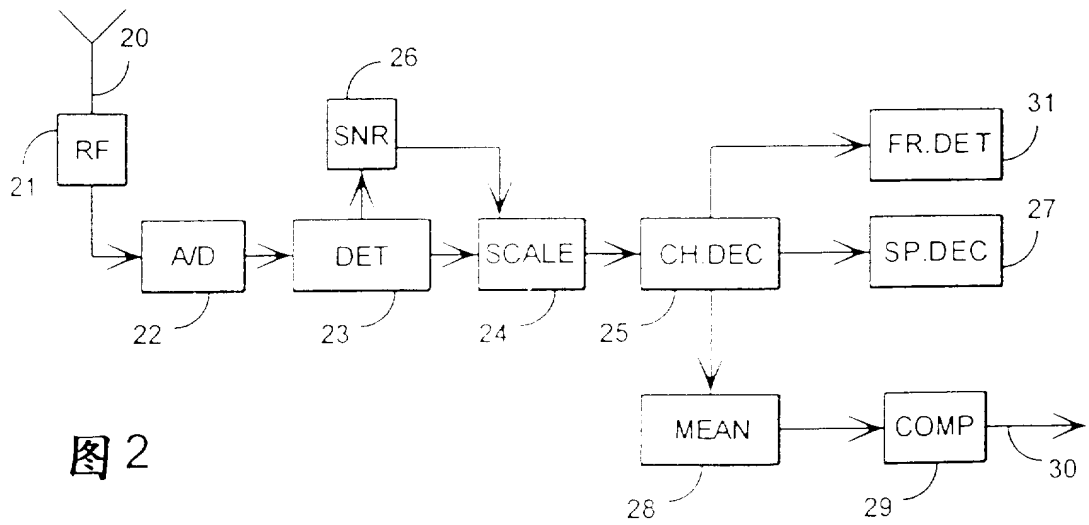


图 2

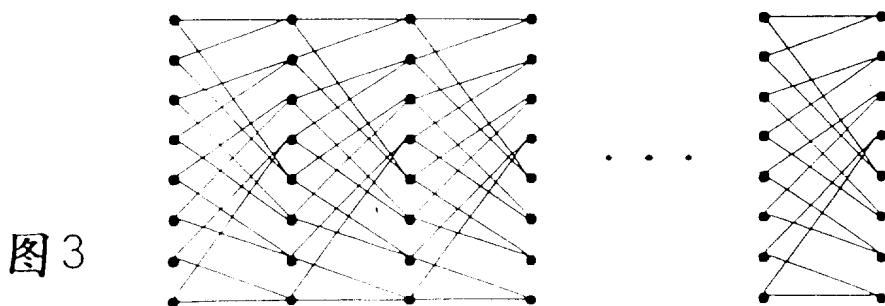


图 3

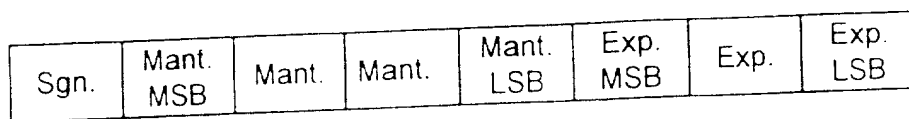


图 4

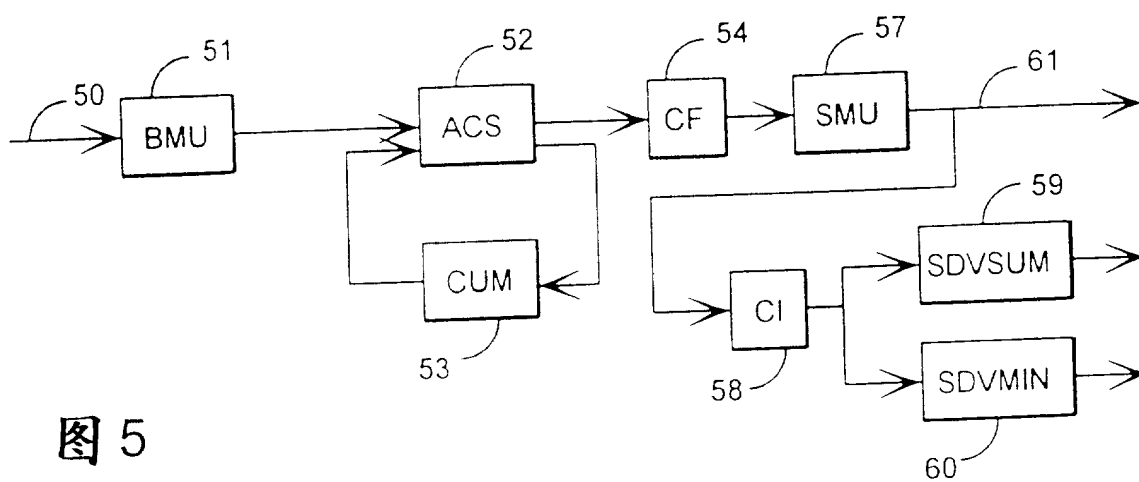


图 5