[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 1/00 (2006.01)
H04L 29/02 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710195279.3

[43] 公开日 2008 年 8 月 6 日

[11] 公开号 CN 101237298A

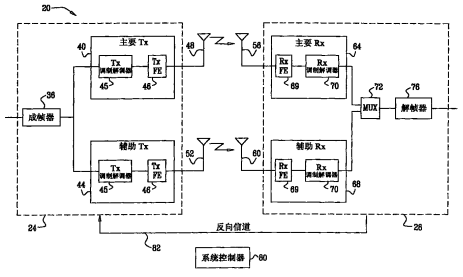
[22] 申请日 2007.12.5
[21] 申请号 200710195279.3
[30] 优先权
[32] 2006.12.5 [33] US [31] 11/634,781
[71] 申请人 普罗维金特公司
地址 以色列赫茨利亚
[72] 发明人 拉恩·索弗 乔纳森·弗里德曼
[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司
代理人 陈 源 张天舒
权利要求书 9 页 说明书 13 页 附图 2 页

[54] 发明名称

在被保护的可变速率链路中的数据速率协调方法和设备

[57] 摘要

一种在被保护的可变速率链路中的数据速率协调方法和设备。 所说的方法包括步骤：以能被改变的第一数据速率经过第一通信链路把第一数据发送到目标通信系统；以能被改变的第二数据速率经过第二通信链路把包括该第一数据的至少一部分的第二数据从源通信系统发送到目标通信系统；动态地设置该各自的第一通信链路和第二通信链路的第一数据速率和第二数据速率；在目标通信系统，从该第一数据和第二数据之一中有选择地至少提取该第一数据的所述部分。 在某些实施例中，该第一数据等于该第二数据，没有数据损失地提取该数据。



1.一种用于通信的方法,包括步骤:

以能被改变的第一数据速率经过第一通信链路把第一数据发送到目标通信系统;

以能被改变的第二数据速率经过第二通信链路把包括所述第一数据的至少一部分的第二数据从源通信系统发送到目标通信系统;

动态地设置所述第一通信链路和第二通信链路的各自的第一数据速率和第二数据速率;以及

在目标通信系统,从所述第一数据和第二数据之一中有选择地至少提取所述第一数据的所述部分。

2.根据权利要求 1 所述的方法,其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括:响应于从一组参数中选择的至少一个参数来设置所述数据速率,所述一组参数包括第一通信链路的特性、从所述第一通信链路中导出的一种度量、所述第一通信链路的操作状态、所述第二通信链路的特性、从所述第二通信链路中导出的一种度量、以及所述第二通信链路的操作状态。

3.根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第一数据等于所述第二数据,并且其中有选择地至少提取所述第一数据的所述部分的步骤包括:动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换。

4.根据权利要求 3 所述的方法,其中动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换的步骤包括:没有数据损失地在所述第一数据和第二数据之间进行交替。

5.根据权利要求 3 所述的方法,其中发送所述第一数据和第二数据的步骤包括:把所述第一数据成帧在数据帧中并分别经过所述第一通信链路和第二通信链路发送所述数据帧的第一副本和第二副本;

并且其中动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换的步骤包括：从所述第一副本和第二副本之一中提取数据帧的每一个。

6.根据权利要求 5 所述的方法，其中把所述第一数据成帧在数据帧中的步骤包括：使用一种前向纠错(FEC)码对所述第一数据进行编码来产生 FEC 块,并且把所述 FEC 块的每一个成帧在各自的数据帧之一中。

7.根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第一通信链路和第二通信链路包括在微波和毫米波频带之一中操作的点对点链路。

8.根据权利要求 1 所述的方法，其中有选择地至少提取所述第一数据的所述部分的步骤包括:计算所述第一通信链路和第二通信链路的接收质量度量并且响应于所述接收质量度量来从所述第一数据和第二数据之一中至少提取所述第一数据的所述部分。

9.根据权利要求 8 所述的方法，其中有选择地至少提取所述第一数据的所述部分的步骤可以包括:只要所述第一通信链路的接收质量度量不超过一个预定门限值,则从所述第一数据中至少提取所述第一数据的所述部分。

10.根据权利要求 8 所述的方法，其中所述接收质量度量包括从一组度量中选择的至少一个度量，所述组度量包括误码率(BER)、帧误差率(FER)、信噪比(SNR)、均方误差(MSE)、前向纠错(FEC)码指标以及从均衡器系数中导出的度量。

11.根据权利要求 1 所述的方法，其中发送所述第一数据和第二数据的步骤包括：使用各自的第一前向纠错(FEC)码和第二前向纠错(FEC)码来对所述第一数据和第二数据进行编码并且使用各自的第一

信号群集和第二信号群集来调制所编码的第一数据和第二数据；并且其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：连带地选择所述第一FEC码和第二FEC码和所述第一信号群集和第二信号群集。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤有时包括：计算用于与所述第二通信链路无关的所述第一通信链路的第一数据速率值、计算用于与所述第一通信链路无关的所述第二通信链路的第二数据速率值、以及响应于所述第一值和第二值来设置所述第一数据速率和第二数据速率。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中计算所述第一数据速率值和第二数据速率值的步骤包括：响应于所述第一通信链路和第二通信链路的各自的第一接收质量度量和第二接收质量度量以及响应于针对所述第一通信链路和第二通信链路定义的目标业务质量来确定所述数据速率值。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其中计算所述第一数据速率值和第二数据速率值的步骤包括：响应于由所述第一数据和第二数据携带的业务类型来确定所述数据速率值。

15. 根据权利要求 12 所述的方法，其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：把所述第一数据速率和第二数据速率设置为所述第一数据速率值和第二数据速率值的最小值。

16. 根据权利要求 12 所述的方法，其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：把所述第一数据速率和第二数据速率设置为所述第一数据速率值和第二数据速率值的最大值。

17. 根据权利要求 12 所述的方法，其中动态地设置所述第一数

据速率和第二数据速率的步骤包括：把所述第一数据速率和第二数据速率设置为在所述第一数据速率值和第二数据速率值之间的一个中间数据速率。

18. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第一数据速率高于所述第二数据速率，并且其中发送所述第一数据和第二数据的步骤包括：经过所述第二通信链路仅发送所述第一数据的所述部分，以便保护所述第一数据的所述部分。

19. 根据权利要求 18 所述的方法，其中当所述第一通信链路的信道状态恶化时，动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：

在从所述第一通信链路中至少提取所述第一数据的所述部分的同时降低所述第一数据速率；

当所述第一数据速率达到所述第二数据速率时，对所述第一数据和第二数据进行同步；以及

当所述第一通信链路的信道状态进一步恶化时，开始没有数据损失地从所述第二通信链路中至少提取所述第一数据的所述部分。

20. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：对在所述第一通信链路和第二通信链路之间以及在所述源通信系统和目标通信系统之间的所述第一数据速率和第二数据速率的修正进行同步。

21. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述第一通信链路是连接所述源通信系统和目标通信系统的多个通信链路的一部分，其中所述第二通信链路包括用于保护所述多个通信链路之一的一个备份链路，并且所述方法包括步骤：指定所述第二通信链路来保护所述第一通信链路。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，还包括步骤：监视多个通信链路的各自的信道状态，并且在所述多个通信链路中选择具有最差信道状态的链路用作所述第一通信链路并被所述第二通信链路所保护。

23. 根据权利要求 21 所述的方法，其中所述备份链路是两个或多个备份链路的一部分，所述两个或多个备份链路用于保护所述多个通信链路的相应的两个或多个通信链路。

24. 根据权利要求 1 所述的方法，其中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：协调地修正所述第一数据速率和第二数据速率。

25. 一种通信设备，包括：

源通信系统，其被用于以能被改变的第一数据速率经过第一通信链路发送第一数据，并用于以能被改变的第二数据速率经过第二通信链路发送包括所述第一数据的至少一部分的第二数据；和

目标通信系统，其被用于接收所述第一数据和第二数据并且从所述第一数据和第二数据之一中有选择地至少提取所述第一数据的所述部分，

其中所述源通信系统和目标通信系统之一包括一个控制器，其被用于在所述第一通信链路和第二通信链路中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率。

26. 根据权利要求 25 所述的设备，其中所述控制器被用于响应于从一组参数中选择的至少一个参数来动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率，所述一组参数包括第一通信链路的特性、从所述第一通信链路中导出的一种度量、所述第一通信链路的操作状态、所述第二通信链路的特性、从所述第二通信链路中导出的一种度量、以及所述第二通信链路的操作状态。

27.根据权利要求25所述的设备,其中所述第一数据等于所述第二数据,并且其中所述目标通信系统被用于通过动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换来有选择地至少提取所述第一数据的所述部分。

28.根据权利要求27所述的设备,其中所述目标通信系统被用于没有数据损失地在所述第一通信链路和第二通信链路之间切换。

29.根据权利要求27所述的设备,其中所述源通信系统被用于把所述第一数据成帧在数据帧中并分别经过所述第一通信链路和第二通信链路发送所述数据帧的第一副本和第二副本,并且其中所述目标通信系统包括多路复用器(MUX),所述多路复用器(MUX)被用于从所述第一副本和第二副本之一中提取数据帧的每一个。

30.根据权利要求29所述的设备,其中所述源通信系统被用于利用前向纠错(FEC)码对所述第一数据进行编码来产生 FEC 块,并且被用于把所述 FEC 块的每一个成帧在各自的数据帧之一中。

31.根据权利要求25所述的设备,其中所述第一通信链路和第二通信链路包括在微波和毫米波频带之一中操作的点对点链路。

32.根据权利要求25所述的设备,其中所述控制器被用于计算所述第一通信链路和第二通信链路的接收质量度量,并且被用于使得所述目标通信系统响应于所述接收质量度量来从所述第一数据和第二数据之一中至少提取所述第一数据的所述部分。

33.根据权利要求32所述的设备,其中只要所述第一通信链路的接收质量度量不超过一个预定门限值,所述控制器就被用于使得所述目标通信系统从所述第一数据中至少提取所述第一数据的所述部分。

34.根据权利要求32所述的设备，其中所述接收质量度量包括从一组度量中选择的至少一个度量，所述组度量包括误码率(BER)、帧误差率(FER)、信噪比(SNR)、均方误差(MSE)、前向纠错(FEC)码指标以及从均衡器系数中导出的度量。

35.根据权利要求25所述的设备，其中所述源通信系统包括第一可变速率发送调制解调器和第二可变速率发送调制解调器，其被用于利用第一前向纠错(FEC)码和第二前向纠错(FEC)码来对所述第一数据和第二数据分别进行编码并利用各自的第一信号群集和第二信号群集来调制所编码的第一数据和第二数据，并且其中所述控制器被用于连带地选择所述第一FEC码和第二FEC码和所述第一信号群集和第二信号群集。

36.根据权利要求 25 所述的设备，其中所述目标通信系统包括被分别用于对所述第一数据和第二数据解调并解码的第一可变速率接收调制解调器和第二可变速率接收调制解调器，并且其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于计算用于与所述第二通信链路无关的所述第一通信链路的第一数据速率值、计算用于与所述第一通信链路无关的所述第二通信链路的第二数据速率值、以及响应于所述第一值第二值来设置所述第一数据速率和第二数据速率。

37.根据权利要求36所述的设备，其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于响应于所述第一通信链路和第二通信链路的各自的第一接收质量度量和第二接收质量度量以及响应于针对所述第一通信链路和第二通信链路定义的目标业务质量来计算所述第一数据速率值和第二数据速率值。

38.根据权利要求36所述的设备，其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于响应于由所述第一数据和第二数据携带的业务类型来计算所述第一数据速率值和第二数据速率值。

39.根据权利要求36所述的设备,其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于把所述第一数据速率和第二数据速率设置为所述第一数据速率值和第二数据速率值的最小值。

40.根据权利要求36所述的设备,其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于把所述第一数据速率和第二数据速率设置为所述第一数据速率值和第二数据速率值的最大值。

41.根据权利要求36所述的设备,其中所述接收调制解调器和所述控制器被用于把所述第一数据速率和第二数据速率设置为在所述第一数据速率值和第二数据速率值之间的一个中间值。

42.根据权利要求25所述的设备,其中所述第一数据速率高于所述第二数据速率,并且其中所述源通信系统被用于经过所述第二通信链路仅发送所述第一数据的所述部分,以便保护所述第一数据的所述部分。

43.根据权利要求42所述的设备,其中,当第一通信链路的信道状态恶化时,所述源通信系统和目标通信系统被用于在从所述第一通信链路至少提取所述第一数据的所述部分的同时降低所述第一数据速率,以便在所述第一数据速率达到所述第二数据速率时对所述第一数据和第二数据进行同步,并且当所述第一通信链路的信道状态进一步恶化时,开始没有数据损失地从所述第二通信链路至少提取所述第一数据的所述部分。

44.根据权利要求25所述的设备,其中所述源通信系统被用于对在所述第一通信链路和第二通信链路之间以及在所述源通信系统和目标通信系统之间的所述第一数据速率和第二数据速率的修正进行同步。

45. 根据权利要求25所述的设备，还包括连接所述源通信系统和目标通信系统的多个通信链路，其中所述多个通信链路包括所述第一通信链路，其中所述第二通信链路包括用于保护所述多个通信链路之一的一个备用链路，并且其中所述控制器被用于指定所述第二通信链路来保护所述第一通信链路。

46. 根据权利要求45所述的设备，其中所述控制器被用于监视所述多个通信链路的各自的信道状态，并且用于在所述多个通信链路中选择具有最差信道状态的链路来用作所述第一通信链路并由所述第二通信链路进行保护。

47. 根据权利要求45所述的设备，其中所述备份链路是两个或多个备份链路的一部分，所述两个或多个备份链路用于保护所述多个通信链路的相应的两个或多个通信链路。

48. 根据权利要求25所述的设备，其中所述控制器被用于协调地修正所述第一数据速率和第二数据速率。

在被保护的可变速率链路中的数据速率协调方法和设备

技术领域

本发明涉及通信系统，尤其涉及在无线链路中用于数据速率协调的方法和系统

背景技术

例如微波链路之类的各种通信系统是以可变数据速率来传输数据的。例如在结合于此作参考的美国专利申请公开 2005/0075078 中，描述了一种用于通过点对点微波无线链路来发送信号的方法。为了提高在无线链路上的效率，在传输之前将根据指定给每一个数据包的业务参数的质量来对被发送的数据包进行分类。利用一种实时自适应调制技术来调制用于发送的信号。将根据当前数据传送量、指示无线链路上的传播条件的信号质量测量、以及信号中包括的数据包的分类来对调制进行适配。

某些通信系统通过使用并行的两个或多个通信链路的保护配置来提高发送可靠性。例如，地处瑞典 Kista 的爱立信（Ericsson）LM 公司就提供了支持这种保护配置的称为 MINI-LINK 的微波链路产品系列。有关这种产品进一步的详细说明可在网址 www.ericsson.com/products/hp/ MINI_LINK_pa.shtml 得到。

发明内容

因此，根据本发明一个实施例，提供一种用于通信的方法，包括步骤：

以能被改变的第一数据速率经过第一通信链路把第一数据发送到目标通信系统；

以能被改变的第二数据速率经过第二通信链路把包括该第一数据的至少一部分的第二数据从源通信系统发送到目标通信系统；

动态地设置所述第一通信链路和第二通信链路的各自的第一数据速率和第二数据速率；以及

在目标通信系统，从该第一数据和第二数据之一中有选择地至少提取该第一数据的所述部分。

在某些实施例中，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：响应于从一组参数中选择的至少一个参数来设置所述数据速率，该一组参数包括第一通信链路的特性、从该第一通信链路中导出的一种度量、该第一通信链路的操作状态、该第二通信链路的特性、从该第二通信链路中导出的一种度量、以及该第二通信链路的操作状态。

在另一实施例中，该第一数据等于该第二数据，并且有选择地至少提取该第一数据的所述部分的步骤包括：动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换。动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换的步骤有时包括没有数据损失地在该第一数据和第二数据之间进行交替。

在一个实施例中，发送该第一数据和第二数据的步骤包括：把该第一数据成帧在数据帧中并分别经过所述第一通信链路和第二通信链路发送该数据帧的第一副本和第二副本；并且动态地在所述第一通信链路和第二通信链路之间进行切换的步骤包括：从该第一副本和第二副本之一中提取数据帧的每一个。把该第一数据成帧在数据帧中的步骤可以包括：使用一种前向纠错(FEC)码对该第一数据进行编码来产生 FEC 块，并且把所述 FEC 块的每一个成帧在各自的数据帧之一中。

在另一实施例中，所述第一通信链路和第二通信链路包括在微波和毫米波频带之一中操作的点对点链路。

在又一实施例中，有选择地至少提取该第一数据的所述部分的步骤包括：计算所述第一通信链路和第二通信链路的接收质量度量并且响应于该接收质量度量来从该第一数据和第二数据之一中至少提取该第一数据的所述部分。有选择地至少提取该第一数据的所述部分的步骤可以包括：只要该第一通信链路的接收质量度量不超过一个预

定门限值，则从该第一数据中至少提取该第一数据的所述部分。

在某些实施例中，该接收质量度量包括从一组度量中选择的至少一个度量，该组度量包括误码率(BER)、帧误差率(FER)、信噪比(SNR)、均方误差(MSE)、前向纠错(FEC)码指标以及从均衡器系数中导出的度量。

在另一实施例中，发送该第一数据和第二数据的步骤包括：使用各自的第一前向纠错(FEC)码和第二前向纠错(FEC)码来编码该第一数据和第二数据并且使用各自的第一信号群集和第二信号群集来调制所编码的第一数据和第二数据；并且，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：连带地选择该第一 FEC 码和第二 FEC 码和该第一信号群集和第二信号群集。

动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤有时包括：计算用于与该第二通信链路无关的该第一通信链路的第一数据速率值、计算用于与该第一通信链路无关的该第二通信链路的第二数据速率值、以及响应于该第一值和第二值来设置该第一数据速率和第二数据速率。

在某些实施例中，计算该第一数据速率值和第二数据速率值的步骤包括：响应于所述第一通信链路和第二通信链路的各自的第一接收质量度量和第二接收质量度量以及响应于针对所述第一通信链路和第二通信链路定义的目标业务质量来确定所述数据速率值。此外或可选的是，计算该第一数据速率值和第二数据速率值的步骤可以包括：响应于由该第一数据和第二数据携带的业务类型来确定所述数据速率值。

在一个实施例中，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：把该第一数据速率和第二数据速率设置为该第一数据速率值和第二数据速率值的最小值。在一个可选实施例中，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：把该第一数据速率和第二数据速率设置为该第一数据速率值和第二数据速率值的最大值。另外作为选择，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：把该第一数据速率和第二数据速率设置为在该第一数据速率值和

第二数据速率值之间的一个中间数据速率。

在另一实施例中，该第一数据速率高于该第二数据速率，并且发送该第一数据和第二数据的步骤包括：经过该第二通信链路仅发送该第一数据的所述部分，以便保护该第一数据的所述部分。

在另一实施例中，当该第一通信链路的信道状态恶化时，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：

在从该第一数据中至少提取该第一数据的所述部分的同时降低该第一数据速率；

当该第一数据速率达到该第二数据速率时，使该第一数据和第二数据同步；以及

当该第一通信链路的信道状态进一步恶化时，开始没有数据损失地从该第二数据中至少提取该第一数据的所述部分。

在又一实施例中，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：对在所述第一通信链路和第二通信链路之间以及在该源通信系统和目标通信系统之间的该第一数据速率和第二数据速率的修正进行同步。

在某些实施例中，该第一通信链路是连接该源通信系统和目标通信系统的多个通信链路的一部分，该第二通信链路包括用于保护所述多个通信链路之一的一个备份链路，并且本发明的方法包括步骤：指定该第二通信链路来保护该第一通信链路。

在另一实施例中，本发明的方法包括步骤：监视多个通信链路的各自的信道状态，并且在所述多个通信链路中选择具有最差信道状态的链路用作该第一通信链路并被该第二通信链路所保护。在另一实施例中，该备份链路是两个或多个备份链路的一部分，该两个或多个备份链路用于保护所述多个通信链路的相应的两个或多个通信链路。

在某些实施例中，动态地设置该第一数据速率和第二数据速率的步骤包括：协调地修正该第一数据速率和第二数据速率。

根据本发明的一个实施例，还提供有一种通信设备，包括：

源通信系统，其被用于以能被改变的第一数据速率经过第一通信链路发送第一数据，并用于以能被改变的第二数据速率经过第二通

信链路发送包括该第一数据的至少一部分的第二数据；和

目标通信系统，其被用于接收该第一数据和第二数据并且从该第一数据和第二数据之一中有选择地至少提取该第一数据的所述部分，

其中该源通信系统和目标通信系统之一包括一个控制器，其被用于在所述第一通信链路和第二通信链路中动态地设置所述第一数据速率和第二数据速率。

附图说明

从结合附图的本实施例的详述描述中，将更详细地和理解本发明，其中：

图 1 是说明根据本发明实施例的一种被保护的通信链路的示意框图；以及

图 2 是示意地说明在根据本发明实施例的被保护通信链路中的数据速率协调方法的流程图。

具体实施方式

概述

在其中经过主要链路和辅助链路并行传送数据的保护配置中，有时使用诸如点对点微波链路之类的通信链路。接收侧通常根据由链路提供的接收质量度量来选择链路之一的数据。

当该主要链路和辅助链路使用可变数据速率时，例如当该两个链路使用自适应编码和调制(ACM)时，两个链路的数据速率应被协调。另外，应在被保护的链路的不同组成部分中对数据速率的变化进行同步。

本发明的实施例提供了用于在被保护的通信链路中对所述数据速率进行协调和同步的方法和系统。在此描述的方法可被用于双链路结构，以及用于包括更高数目链路的链路结构中。

在此描述的方法和系统使得被保护的链路能够在改变信道状态的情况下优化其数据吞吐量。另外，本发明的实施例在保护的等级和

能实现数据吞吐量之间提供了不同的取舍。

系统描述

图 1 是说明根据本发明实施例的一种被保护的通信链路的示意框图。在本实例中,链路 20 包括点对点微波链路。为了保护经链路发送的数据,链路 20 在称为主要链路和辅助链路的两个通信链路上并行传送数据。

链路 20 包括双重发射机 24,其将数据发送到双重接收机 28。进入该双重发射机的数据被成帧器 36 格式化和封装。该格式化数据被并行提供到主要发射机 40 和辅助发射机 44。每个发射机都包括调制数据并实施前向纠错(FEC)的可变速率发送调制解调器 45。调制的信号被滤波、上变频到适当的射频(RF)频率并由发射机前端(TX FE)46 放大。该主要发射机和辅助发射机分别通过发射天线 48 和 52 发送 RF 信号。

由主要和辅助发射机发射的信号分别通过主要和辅助无线通信信道。这两个信道在频率、极化和/或天线位置方面彼此不同。由于这两个信道通常具有不同的特性和状态,所以可能引起传输差错的较差信道状态不可能在信道之间被相关。因此,这两个信道提供了确定量的通信差异和保护。

经过所述主要和辅助信道发送的信号分别由接收天线 56 和 60 接收并被提供到在双重接收机 28 中的主要接收机 64 和辅助接收机 68。接收机 64 和 68 处理所接收的信号来提取数据。

每一个接收机都包括对接收的 RF 信号作降频变换和数字化处理的接收机前端(RX FE)69。该(RX FE)69 还能执行例如滤波、均衡、增益控制和/或载波恢复的功能。由(RX FE)69 产生的数字信号被提供到可变速率接收调制解调器 70,可变速率接收调制解调器 70 对该信号解调并对 FEC 码解码。接收机 64 和 68 的每一个都把提取的数据提供到通常包括开关矩阵的多路复用器(MUX) 72。

MUX 72 通常根据由每一个接收调制解调器 70 测量的接收质量来选择是否使用由主要或辅助接收机提供的数据。随后由解帧器(de-framer)76 对数据解格式化或解封装，并作为输出提供。

在主要接收机和辅助接收机之间进行选择的过程中，MUX 72 能够应用不同的策略和判据。在某些实施例中，成帧器 36 把经由该主要链路和辅助链路发送的数据划分成帧，并且每个链路的接收机都针对每一个接收到的帧来计算一个接收质量度量。

例如，可以利用一个块 FEC 码，例如低密度奇偶校验(LDPC)码来编码在每一帧中的数据。每个链路的接收调制解调器中的 FEC 解码器产生一个度量，该度量指示该帧是否被正确解码，或指示被解码的帧是否具有残存的未校正的比特误差。另外，接收质量度量可以包括任何其它适当的度量，例如误码率(BER)、帧错误率(FER)、信噪比(SNR)和/或接收帧的均方误差(MSE)估计。

再者，在某些实施例，主要接收机和辅助接收机的每一个都包括对其各自通信链路的信道响应进行补偿的自适应均衡器。每一个均衡器都包括能够适配其系数值的数字滤波器。在这些实施例中，在两个接收机每一个中的一个或多个均衡器系数值也可被用作接收质量度量。

MUX 72 查验由该主要接收机和辅助接收机针对一个特定帧产生两个接收质量度量，并且确定两个被解码的帧的哪一个将被前送到解帧器 76。MUX 72 可以在逐帧的基础上在主要链路和辅助链路之间选择，挑选具有最高接收质量的帧。在一个可选实施例中，定义用于度量的最小阈值。只要该主要链路的帧的度量值高于该阈值，MUX 72 就选择该主要链路的帧。当该主要链路的帧的度量值下降到低于该阈值时，该 MUX 72 则选择该辅助链路的帧，假定它们具有较高的度量值。

应该指出，作为主要和辅助的两个链路定义可以是任意的，并且可以随着时间改变。例如，在任何给定时间，能够把其帧由 MUX 72 当前选择的链路定义为主要链路，而另一链路定义为辅助链路。当 MUX 72 开始选择另一链路的帧时，该链路角色可被转换。

主要链路和辅助链路都以可变数据速率传输数据。改变一个特定链路的数据速率使得该链路能够适用改变信道状态和其它操作状态，比如在信道衰减中的天气相关的改变、衰落以及干扰。当信道状态良好时，能够提高数据速率，因此增加了链路吞吐量而不牺牲质量。

当信道状态恶化时,能通过降低该数据速率来保持业务质量。

如上所指出,在该主要链路和辅助链路中的发送与接收调制解调器都包括可变速率调制解调器。在某些实施例中,链路使用自适应编码以及调制(ACM)来改变其数据速率。在 ACM 中,连带选择由该调制解调器使用的 FEC 码及信号群集的码率,以便提供期望的数据速率和/或业务质量。通常,预定该码率及信号群集的多个组合。码率及信号群集的每一个组合都称为 ACM 设置。往往基于由接收机执行的接收质量测量来选择适当的 ACM 设置并用于任何给定的时间。

在某些实施例中,不同 ACM 设置的信号群集具有不同的符号数,即每一符号的不同比特数。例如,4 个 ACM 设置的一组设置可以使用 4 符号正交相移键控(QPSK)、16 符号正交振幅调制(16-QAM)、64-QAM 及 256-QAM 群集。这 4 个群集每一符号分别调制 2 个、4 个、6 个及 8 个比特。发送信号的波特率(因此该 RF 带宽)通常与用于全部 ACM 设置的波特率相同,以便充分利用分配到该链路的带宽。每一个 ACM 设置都使用一种特定 FEC 码。虽然还能够使用更低的码率,但在不同的 ACM 设置中使用的码率通常是在 0.5-1 的范围中。

数据速率协调

如上所指出,本发明的实施例主要涉及协调该主要链路和辅助链路的数据速率。当两个链路发送相同的数据时,即使它们的信道状态可以不同,它们的数据速率也应该被协调。链路 20 包括系统控制器 80,该系统控制器 80 查验在主要链路和辅助链路中的接收质量并连带地确定将被链路使用的 ACM 设置。

控制器 80 可以根据由该主要接收机和辅助接收机测量的估计的信道状态来确定这两个链路的 ACM 设置。该接收机能够使用任何适当的方法或度量用于估计信道状态。例如上面引用的美国专利申请公开 2005/0075078 描述了能被用于这种目的的信号质量测量技术。另外,控制器 80 可以使用任何其它适当的策略或标准并根据该主要链路和辅助链路的任何适当操作状态,例如根据由数据和/或期望业务质量携带的业务类型(例如语音,视频)来确定该 ACM 设置。

在某些实施例中,控制器 80 在主要链路和辅助链路中都执行单

一 ACM 设置。结果是,MUX 72 从这两个链路接受两个并行的帧数据流,并可以如上所述地选择适当的帧。提供在这些实施例中的保护是无中断的,因为在主要链路和辅助链路之间进行切换时没有比特丢失。

在另一方面,由于两个链路都被约束为具有同一个 ACM 设置,所以某些情况下其链路之一会操作在次优的情况下。例如,在某一策略下,系统控制器把两个链路都设置为从其信道状态是最差的链路中导出的一个 ACM 设置,使得两个链路都产生具有可接受性能的帧。在此情况下,具有较好信道状态的链路会潜在提供更高的吞吐量,但是强制保持在一个较低的数据速率,以便对该较差的链路提供无中断的保护。在此情况下,为了保护的目的而牺牲了潜在的吞吐量。

在一个不同的策略下,系统控制器可以把两个链路都设置为从具有最佳信道状态的链路导出的 ACM 设置。在此情况下,增加了链路吞吐量,但通常降低了保护水平。虽然经过有较差信道状态的链路接收的某些帧可被正确解码,但其它帧可能具有不能接受的性能并将不能提供保护。换言之,为了吞吐量而舍弃了某些保护性能。在另一策略下,系统控制器可以选择把两个链路设置为一个中间的 ACM 设置,或设置为任何其他适当的 ACM 设置。

在可选实施例中,控制器 80 可以在主要链路和辅助链路上设置不同的 ACM 设置。在这些实施例中,根据信道状态来对主要链路和辅助链路的每一个指定 ACM 设置。因此,两个信道的数据速率可以彼此不同。MUX 72 连续选择该较高数据速率链路的帧,而不考虑另一链路的较低数据速率的帧。

当较高数据速率链路的信道状态恶化超过另一链路的信道状态时,该控制器可以使用 MUX 72 切换到由该较低速率链路接收的帧。根据具体的执行情况,这种切换操作可以是无中断的或包括某些数据丢失。

例如在某些实施例中,经过该主要链路发送的数据的一部分被分类为需要保护的敏感数据。在经过该主要链路发送全部数据的同时,仅经过辅助链路发送该敏感数据。因此,该主要链路操作在比该辅助链路高的数据速率。只要在该主要链路中的信道状态是可接受的,系

统控制器就选择从该主要链路提取数据。当该主要链路状态恶化时，该控制器可以切换到辅助链路。在这种配置中，仅保护该敏感数据，即对于该两个链路共同的数据。

由于上述配置中的所述主要链路和辅助链路使用了不同的 ACM 设置，所以从该主要链路到辅助链路的切换通常导致某些数据丢失。但是在某些实施例中，链路 20 能够提供对于该敏感数据的无中断的保护。例如当该主要链路状态恶化时，控制器 80 可以把该主要链路的 ACM 设置渐变到具有较低数据速率的 ACM 设置，直到该主要链路和辅助链路都使用相同的 ACM 设置为止。在此阶段，控制器把两个链路同步，即，使得两个链路并行发送相同的数据、时间同步的帧。如果该主要链路继续恶化，则控制器可以执行到该辅助链路的无中断的切换。

在其中主要链路和辅助链路使用不同ACM设置的实施例中，通常是为了吞吐量而牺牲保护性能。为了支持这些配置，发射机 24 通常包括服务于该主要链路和辅助链路的两个分离的成帧器 36。

由该系统控制器执行的该策略可以在时间上改变。例如，不同的 ACM 设置可以意味不同的策略。另外，可以基于例如用户输入的内容来随着时间改变策略。

当执行上述的任何策略时，该系统控制器可以从该主要接收机和辅助接收机接受原始的信道状态估计并且确定所期望的 ACM 设置。作为选择，两个接收机的每一个都可以确定针对其链路的一种请求的、或目标的 ACM 设置，并把该请求发送到控制器。

ACM 设置的改变通常是在链路 20 的不同组成部分中同步地执行。在对主要链路和辅助链路都指定单一 ACM 设置的实施例中，控制器 80 把将被使用的新 ACM 设置通知到成帧器 36。成帧器 36 把 ACM 设置指示插入到格式化的帧中。发送调制解调器 45、接收调制解调器 70、MUX 72 和解帧器 76 从这些帧中提取该 ACM 设置指示，并相应地改变它们的设置。结果是，保持了主要链路和辅助链路之间同步。

在其中不同 ACM 设置可被指定到主要链路和辅助链路的实施例中，发射机 24 包括用于两个链路的各自的成帧器 36。在这些实施例

中，系统控制器把指定到每一成帧器的各自的链路的 ACM 设置通知到每一个成帧器。每一个成帧器把适当的 ACM 设置指示插入到其产生的帧中。每一个链路的发送调制解调器与接收调制解调器将提取该 ACM 设置指示，并相应地同步。MUX 72 和解帧器 76 与当前选择的链路同步。

通常，链路 20 包括使得管理数据能够从接收机 28 发送到发射机 24 的反向通信信道 82。控制器 80 可被物理定位在发射机 24 中或接收机 28 中。当该系统控制器被定位在接收机中时，该反向信道被用于通知成帧器 36 该新 ACM 设置。当系统控制器被定位在发射机中时，该反向信道被用于把该信道状态估计或请求的 ACM 设置从该主要接收机和辅助接收机发送到系统控制器。当链路 20 是双向链路的一部分时，能够通过把管理数据插入到反方向链路的数据传送中来实现该反向信道。

通常，该系统控制器是由以执行在此所述功能的软件编程的通用处理器所组成。该软件可在本地或经网络以电子形成下载到处理器。

图 1 的链路结构是一种示例性配置，其选择单是为了概念清楚，而其它适当的配置也可被使用。例如，主要链路和辅助链路能够用单一发送天线而不是天线 48 和 52。类似地，双接收机 28 能够使用单个接收天线。如果两个链路共享同一个发送与接收天线，则应使用其它手段，例如使用针对两个链路的不同频率或极化来实现链路之间的异别。

虽然图 1 集中在单一发送方向，但链路 20 可以包括在两个通信系统之间的一个双向通信链路。每一个系统都包括双重发射机和双重接收机。在这些实施例中，某些系统组成部分可被该接收机和发射机所共用。例如，一个具体系统的发送与接收调制解调器能够被实现为单一、可变速率的调制解调器。虽然某些硬件可被两个链路方向共用，但每一方向都起到一个独立通信链路的作用。

图 2 是示意地说明在根据本发明实施例的被保护通信链路 20 中的数据速率协调方法的流程图。该方法以信道评估步骤 90 开始，主

要接收机 64 和辅助接收机 68 评估各自的信道状态。在所期望的设置计算步骤 92，系统控制器 80 根据评估的信道状态来确定在两个链路中所期望的 ACM 设置。另外，接收机 64 和 68 的每一个都确定其链路的期望的 ACM 设置，并将要求的 ACM 设置报告给该系统控制器。

在改变评估步骤 94，系统控制器 80 查验该主要链路的信道状态(或 ACM 设置要求)并且确定是否改变该 ACM 设置。控制器评估通常根据操作者策略而预先配置的一个改变条件。上面描述了几种可能的策略，并且该控制器可以选择使用任何其它适当条件。

如果控制器确定不需要改变ACM设置，则该方法返回到上述步骤 90。否则，在设置更新步骤 96 该控制器开始改变该 ACM 设置。如上所述，该控制器可以在所述主要链路和辅助链路中进行相同的 ACM 设置或不同的 ACM 设置。

系统控制器可能使用任何适当的方法来对在该主要链路和辅助链路的发射机和接收机当中的 ACM 设置的改变协调及同步。例如，在一些实施例中的每一个数据帧都包括指示使用在下一帧中的 ACM 设置的一个 ACM 字段。可选地，该 ACM 字段可以表示当前帧或相对于该当前帧具有任何其它偏移的一个帧的 ACM 设置。该系统控制器使用成帧器 36 把期望的 ACM 设置指示插入到该数据帧的 ACM 设置字段中。当该数据帧穿越该主要链路和辅助链路时，该发射器和接收器提取该 ACM 设置字段该内容并且相应地配置其 ACM 设置。

多个链路的保护

在某些实施例中，链路 20 可以包括 N 个主要链路（N>1）。该主要链路通常传输不同的数据流并且可以使用不同的 ACM 设置。一个附加链路被定义为辅助链路并且被指定来提供对任何一个主要链路的保护。对于全部 N+1 个链路共用的系统控制器通常监视这些链路的信道状态，并且执行期望的保护策略。能够使用任何适宜的策略来确定这 N 个主要链路的哪一个将要由该辅助链路保护。这些配置称为 1:N 保护。

例如，系统控制器可以识别具有最差信道状态的、即最可能需要保护的主要链路。该控制器随即指定该辅助链路来保护被标识的主要

链路。例如,某些实施例中的辅助链路开始使用并行时间同步帧来发送与其所保护的主要链路的数据相同的数据。然后从该主要链路或该辅助链路中在逐帧的基础上提取该数据。可选地,辅助链路能够使用上述的任何方法和配置来保护所选择的主要链路。系统控制器继续监视该 N 个主要链路的信道状态,并且可以不时地选择将由该辅助链路保护的不同的主要链路。

做为选择,能够类似地执行 M:N 保护,其中是以 M 个辅助链路保护 N 个主要链路。在 1:N 和 M:N 配置中,系统控制器能够执行任何适宜的策略来改变各种链路的 ACM 设置、确定应该保护哪个(些)主要链路、以及当需要时切换到这个(些)辅助链路。

虽然在此描述的实施例主要针对的是其中该主要链路和辅助链路分别具有连续启动的发射器和接收器的配置,但是本发明的原理也能够被使用在其它配置。例如,该主要和/或辅助链路可以仅在部分时间期间操作。另外,可以在主要链路和辅助链路之间共享该发射机和/或接收机的某些硬件。

因此将理解到上述实施例是以实例的方式列举,而本发明并不局限于上面已经具体展示和描述的内容。相反,本发明的范围包括对于上述的各种特征、以及本专业技术人员在阅读上文描述想到的、并且没有在已有技术中公开的变化和修改的组合及部分组合。

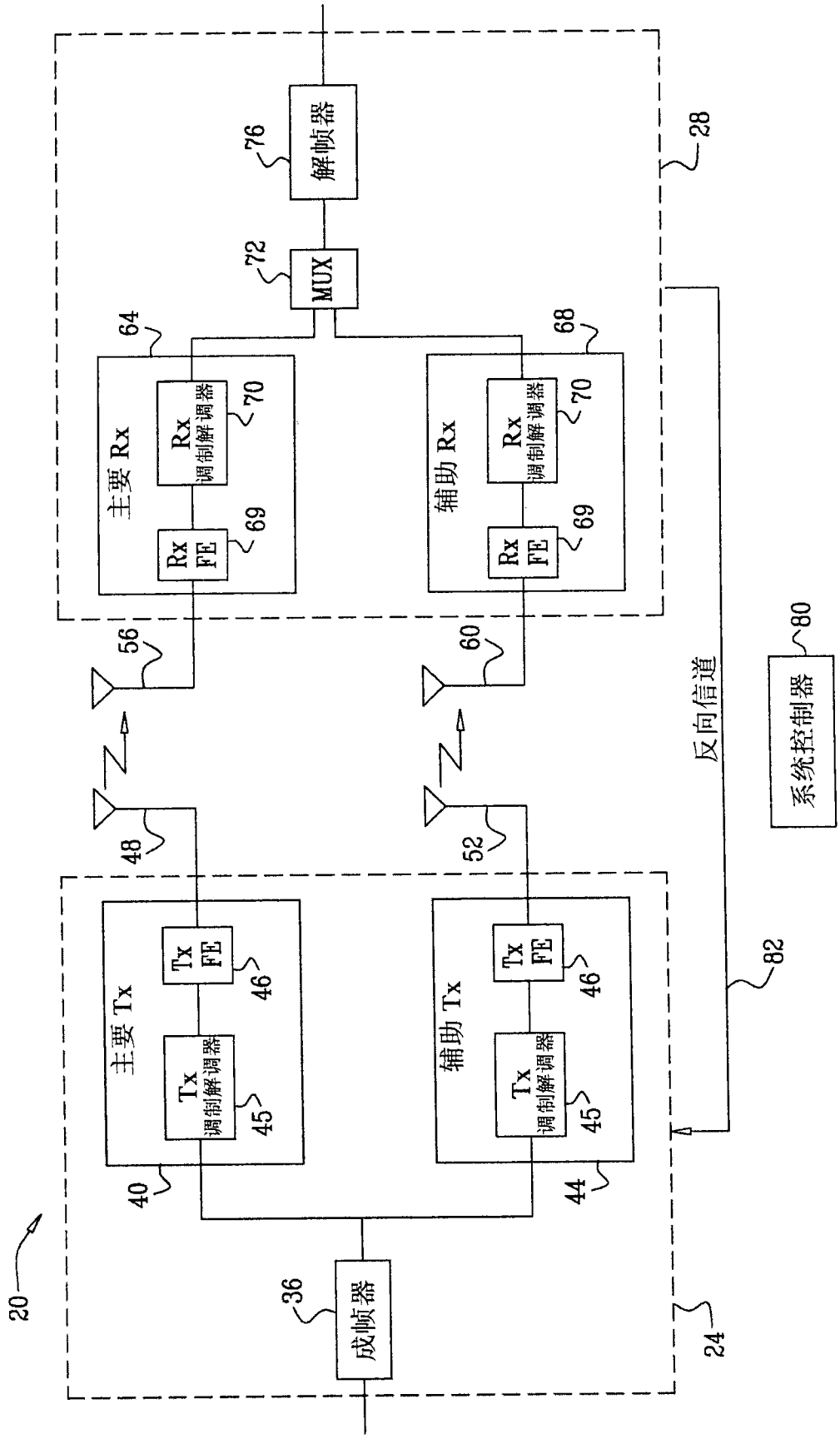

20
24
28
36
成帧器
40
44
45
46
48
52
56
60
64
68
69
70
72
76
80
82
主要 Tx
辅助 Tx
主要 Rx
辅助 Rx
Tx FE
Tx 调制解调器
Rx FE
Rx 调制解调器
MUX
解帧器
反向信道
系统控制器

图 1

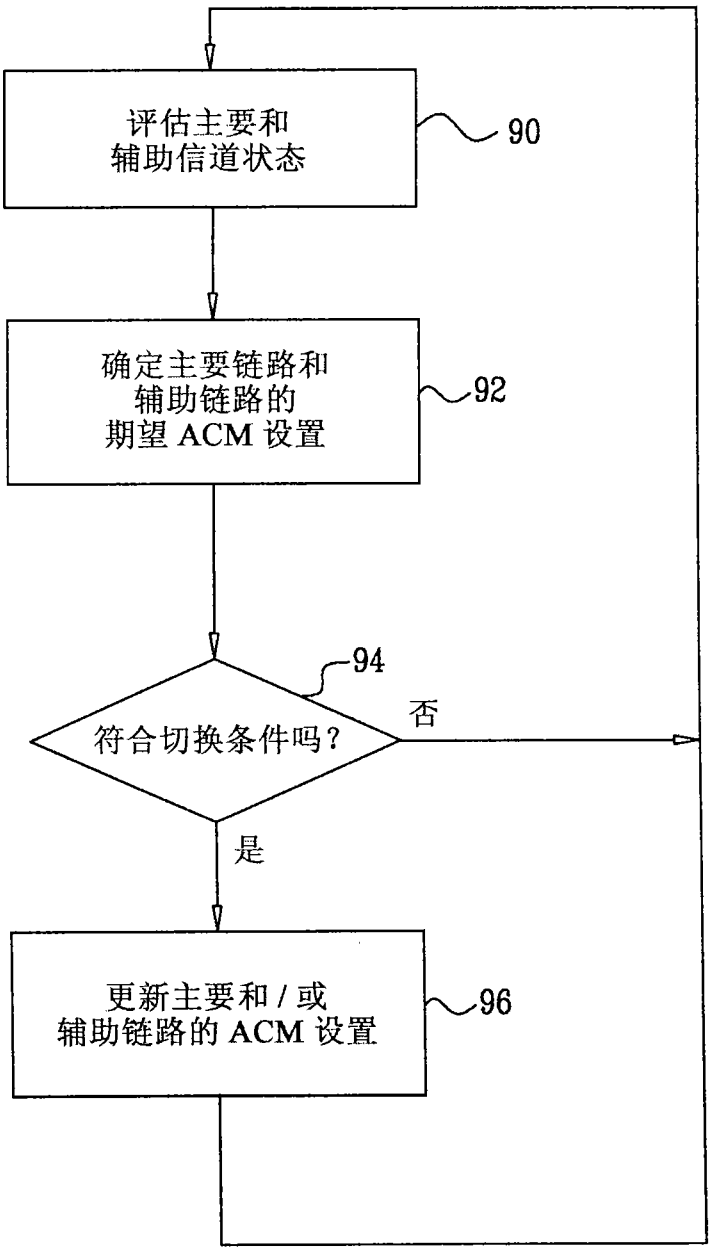

评估主要和
辅助信道状态
90
确定主要链路和
辅助链路的
期望 ACM 设置
92
94
符合切换条件吗？
否
是
更新主要和 / 或
辅助链路的 ACM 设置
96

图 2