



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01811223.4

[43] 公开日 2004年9月8日

[11] 公开号 CN 1528064A

[22] 申请日 2001.6.18 [21] 申请号 01811223.4

[30] 优先权

[32] 2000.6.19 [33] US [31] 09/597,516

[86] 国际申请 PCT/US2001/041051 2001.6.18

[87] 国际公布 WO2001/099385 英 2001.12.27

[85] 进入国家阶段日期 2002.12.16

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 N·T·辛迪胡沙雅那

E·A·S·埃斯特韦斯

R·A·阿塔 Q·吴

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 张政权

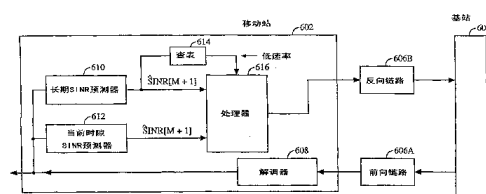
权利要求书7页 说明书14页 附图4页

[54] 发明名称 通信系统中自适应速率选择的方法和  
和设备

[57] 摘要

揭示了一种用于高数据速率(HDR)通信系统中自适应数据速率选择的方法和设备。一示例性的HDR通信系统定义一组数据速率,访问点(AP)可以以这些速率向访问终端(AT)传送数据分组。选择传送数据速率,以为保持目标分组差错率(PER)。每个AT都监控所接收的来自AP的信号的质量度量。从多个AT接收前向链路信号的AT标识与最高质量前向链路信号相关联的AT。然后该AT估算速率,按该速率的尾部差错概率大于或等于目标尾部差错概率。然后该AT产生第1数据速率的预测,按该速率从所标识的AP接收的分组的PER将不会超过目标PER,以及第2数据速率的预测,按该速率从所选定AP接收的分组的PER将会超过目标PER。该AT使用该第1和第2数据速率的值来预测选择该第1和第2数据速率的概

率,以使得该HDR系统的吞吐量最大化并达到目标PER。然后用所预测的概率作为标识将从该AP请求第1数据速率还是第2数据速率的方法的偏差。可以把揭示的方法和设备扩展到全组的可用数据速率。



- 1、一种用于通信系统中自适应数据速率选择的方法，其特征在于包括：  
选择目标分组差错率；  
预测第 1 数据速率，其分组差错率小于所述目标分组差错率；  
预测第 2 数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；  
预测第 3 数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；以及  
请求所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率，以达到上述目标分组差错率。
- 2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述预测第 1 数据速率包括：  
选择目标尾部差错概率；  
确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及  
选择所述第 1 数据速率，其质量度量小于所述第 1 质量度量。
- 3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于所述第 1 数据速率的质量度量还接近于所述第 1 质量度量。
- 4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述预测第 2 数据速率包括：  
选择目标尾部差错概率；  
确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及  
选择所述第 2 数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量。
- 5、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于所述第 2 数据速率的质量度量还接近于所述第 1 质量度量。
- 6、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述预测第 3 数据速率包括：  
选择目标尾部差错概率；  
确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及  
选择所述第 3 数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量，并且所述第 3 数据速率大于所述第 2 数据速率。
- 7、如权利要求 6 所述的方法，其特征在于所述第 3 数据速率的质量度量还接近于所述第 2 质量度量。
- 8、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述请求包括：

对第 1 数据速率确定第 1 分组差错率概率；

对第 2 数据速率确定第 2 分组差错率概率；

对第 3 数据速率确定第 3 分组差错率概率；以及

根据所述第 1 分组差错率概率、所述第 2 分组差错率概率和所述第 3 分组差错率概率来确定所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于进一步包括：

根据当前预测的信号质量度量来修改所述第 1 分组差错率概率；

根据所述当前预测的信号质量度量来修改所述第 2 分组差错率概率；以及

根据当前预测的信号质量度量来修改所述第 3 分组差错率概率。

10、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于根据一真实分组事件来实施所述对第 1 分组差错率概率、第 2 分组差错率概率和第 3 分组差错率概率的确定。

11、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于根据快速跟踪方法来实施所述对第 1 分组差错率概率、第 2 分组差错率概率和第 3 分组差错率概率的确定。

12、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于所述对所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率的确定包括：

计算选择所述第 1 数据速率的第 1 概率和选择所述第 2 数据速率的第 2 概率，以使得所述通信系统的第 1 吞吐量最大化并达到所述目标分组差错率；

计算选择所述第 1 数据速率的第 3 概率和选择所述第 3 数据速率的第 4 概率，以使得所述通信系统的第 2 吞吐量最大化并达到所述目标分组差错率；

当所述第 1 吞吐量大于所述第 2 吞吐量时，根据所述第 1 概率和所述第 2 概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率；以及

当所述第 1 吞吐量小于所述第 2 吞吐量时，根据所述第 3 概率和所述第 4 概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 3 数据速率。

13、一种用于通信系统中自适应数据速率选择的设备，其特征在于包括：

用于存储目标分组差错率的存储器；以及

与所述存储器相耦合的处理器，把该处理器配置成：

选择第 1 数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；

选择第 2 数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；以及

选择第 3 数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；

请求所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率，  
以达到所述目标分组差错率。

14、如权利要求 13 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来预测第 1 数据速率：

选择目标尾部差错概率；

确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及

选择所述第 1 数据速率，其质量度量小于所述第 1 质量度量。

15、如权利要求 14 所述的设备，其特征在于所述第 1 数据速率的质量度量还接近于所述第 1 质量度量。

16、如权利要求 13 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来预测第 2 数据速率：

选择目标尾部差错概率；

确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及

选择所述第 2 数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量。

17、如权利要求 16 所述的设备，其特征在于所述第 2 数据速率的质量度量还接近于所述第 1 质量度量。

18、如权利要求 13 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来预测第 3 数据速率：

选择目标尾部差错概率；

确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及

选择所述第 3 数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量，并且所述第 3 数据速率大于所述第 2 数据速率。

19、如权利要求 16 所述的设备，其特征在于所述第 3 数据速率的质量度量还接近于所述第 2 质量度量。

20、如权利要求 13 所述的设备，其特征在于其中所述处理器通过以下配

置来请求所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率：

对第 1 数据速率确定第 1 分组差错率概率；

对第 2 数据速率确定第 2 分组差错率概率；

对第 3 数据速率确定第 3 分组差错率概率；以及

根据所述第 1 分组差错率概率、所述第 2 分组差错率概率和所述第 3 分组差错率概率来确定所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率。

21、如权利要求 20 所述的设备，其特征在于把所述处理器进一步配置成：

根据当前预测的信号质量度量来修改所述第 1 分组差错率概率；

根据所述当前预测的信号质量度量来修改所述第 2 分组差错率概率；以及

根据当前预测的信号质量度量来修改所述第 3 分组差错率概率。

22、如权利要求 20 所述的设备，其特征在于把所述处理器进一步配置成根据真实分组事件来确定所述第 1 分组差错率概率、所述第 2 分组差错率概率和所述第 3 分组差错率概率。

23、如权利要求 20 所述的设备，其特征在于把所述处理器进一步配置成根据快速跟踪方法来确定所述第 1 分组差错率概率、所述第 2 分组差错率概率和所述第 3 分组差错率概率。

24、如权利要求 20 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来确定所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率或所述第 3 数据速率：

计算选择所述第 1 数据速率的第 1 概率和选择所述第 2 数据速率的第 2 概率，以使所述通信系统的第 1 吞吐量最大化并达到所述目标分组差错率；以及

计算选择所述第 1 数据速率的第 3 概率和选择所述第 3 数据速率的第 4 概率，以使所述通信系统的第 2 吞吐量最大化并达到所述目标分组差错率；

当所述第 1 吞吐量大于所述第 2 吞吐量时，根据所述第 1 概率和所述第 2 概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率；以及

当所述第 1 吞吐量小于所述第 2 吞吐量时，根据所述第 3 概率和所述第 4 概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 3 数据速率。

25、一种用于通信系统中自适应数据速率选择的方法，其特征在于包括：  
选择目标分组差错率；  
预测第 1 组数据速率，其分组差错率小于所述目标分组差错率；  
预测第 2 组数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；以及  
从所述第 1 组数据速率中请求第 1 数据速率或从所述第 2 组数据速率中  
请求第 2 数据速率，以达到所述目标分组差错率。

26、如权利要求 25 所述的方法，其特征在于所述预测第 1 组数据速率包  
括：

选择目标尾部差错概率；  
确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及  
选择所述第 1 组数据速率，其质量度量小于所述第 1 质量度量。

27、如权利要求 25 所述的方法，其特征在于所述预测第 2 组数据速率包  
括：

选择目标尾部差错概率；  
确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及  
选择所述第 2 组数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量。

28、如权利要求 25 所述的方法，其特征在于所述请求包括：

对每个数据速率确定一分组差错率概率；以及  
根据所述分组差错率概率来从所述第 1 组中确定所述第 1 数据速率或从  
所述第 2 组中确定所述第 2 数据速率。

29、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于进一步包括根据当前预测的  
信号质量度量来修改所述分组差错率概率。

30、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于根据真实分组事件来实施所  
述对所述分组差错率概率的确定。

31、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于根据快速跟踪方法来实施所  
述对所述分组差错率概率的确定。

32、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于所述确定所述第 1 数据速率  
或所述第 2 数据速率包括：

计算选择所述每个数据速率的概率，以使得所述通信系统的吞吐量最大

化并达到所述目标分组差错率；以及

根据所述概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率。

33、一种用于通信系统中自适应数据速率选择的设备，其特征在于包括：

用于存储目标分组差错率的存储器；以及

与上述存储器相耦合的处理器，把该处理器配置成：

选择第 1 组数据速率，其分组差错率小于所述目标分组差错率；

选择第 2 组数据速率，其分组差错率大于所述目标分组差错率；以及

从所述第 1 组数据速率中请求第 1 数据速率或从所述第 2 组数据速率中请求第 2 数据速率，以达到所述目标分组差错率。

34、如权利要求 33 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来选择第 1 组数据速率：

选择目标尾部差错概率；

确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及

选择所述第 1 组数据速率，其质量度量小于所述第 1 质量度量。

35、如权利要求 33 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来选择第 2 组数据速率：

选择目标尾部差错概率；

确定与所述目标尾部概率对应的第 1 质量度量；以及

选择所述第 2 组数据速率，其质量度量大于所述第 1 质量度量。

36、如权利要求 33 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来请求所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率：

为每个数据速率确定一分组差错率概率；以及

根据所述每个数据速率的分组差错率概率来从所述第 1 组中确定所述第 1 数据速率或从所述第 2 组中确定所述第 2 数据速率。

37、如权利要求 36 所述的设备，其特征在于把所述处理器进一步配置成根据当前预测的信号质量度量来修改所述每个数据速率的分组差错率概率。

38、如权利要求 36 所述的设备，其特征在于把所述处理器配置成根据真实分组事件来确定所述每个数据速率的分组差错率概率。

39、如权利要求 36 所述的设备，其特征在于把所述处理器配置成根据快速跟踪方法来确定所述每个数据速率的分组差错率概率。

40、如权利要求 36 所述的设备，其特征在于所述处理器通过以下配置来确定所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率：

计算选择所述每个数据速率的概率，以使所述通信系统的吞吐量最大化并达到所述目标分组差错率；以及

根据所述概率来选择所述第 1 数据速率或所述第 2 数据速率。

## 通信系统中自适应速率选择的方法和设备

### 发明背景

#### 1、发明领域

本发明关于通信。本发明尤其涉及无线通信系统中自适应速率选择的一种新颖方法和设备。

#### 2、相关技术描述

要求现代的通信系统支持多种应用。一种这样的通信系统是遵循下文称为 IS-95 标准的“TIA/EIA/IS-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wide-Band Spread Spectrum Cellular System”的码分多址 (CDMA) 系统。CDMA 系统支持用户间基于地面链路的话音和数据通信。在名为“SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS”的美国专利号 4,901,307 和名为“SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”的美国专利号 5,103,459 中, 揭示了 CDMA 技术在多址通信系统中的使用, 这两项专利都已转让给本发明的受让人, 并通过引用而结合于此。

在 CDMA 系统中, 通过一个或多个基站来传导用户间的通信。在无线通信系统中, 前向链路指信号从基站传送到用户站通过的信道, 而反向链路指信号从用户站传送到基站通过的信道。通过在反向链路上将信号传送到基站, 在一个用户站上的第 1 用户就可以与在第 2 用户站上的第 2 用户通信。基站接收来自第 1 用户站的数据, 并将该数据发送到服务于第 2 用户站的一基站。取决于用户站的位置, 两者可能由单个基站或多个基站提供服务。不论何种情况, 服务于第 2 用户站的基站将在前向链路上发送该数据。代替与第 2 用户站通信, 用户站还可以通过耦合至基站的公共交换电话网 (PSTN) 来与一有线电话机通信, 或者通过与服务基站的连接来与地面因特网通信。

随着对无线数据应用的不断增长的需求，对非常有效的无线数据通信系统的需要也变得日益显著。IS-95 标准规定了在前向和反向链路上传送通信量数据和话音数据。在名为“METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION”的美国专利号 5,504,773 中详细描述了一种在固定大小的编码信道帧中传送通信量数据的方法，该专利已转让给本发明的受让人，并通过引用而结合于此。按照 IS-95 标准，把通信量数据或话音数据划分成 20 毫秒宽的带有高达 14.4Kbps 的数据速率的编码信道帧。

在移动无线电通信系统中，在对提供话音服务与数据服务（即诸如因特网或传真发送之类的非话音服务）的需求之间有显著的差异。与数据服务不同，话音服务要求在语音帧之间有严格和固定的延迟。一般而言，用于传送话音信息的语音帧的全部单向延迟必须小于 100 毫秒。相反，在数据（即非话音信息）服务中发生的传输延迟可变化，并可以比能够利用话音服务而所能容忍的延迟大。

话音服务与数据服务之间的另一个显著差异是，与数据服务相比，话音服务要求某种固定而普通的服务等级。一般地，对于提供话音服务的数字系统而言，可以通过使用对所有用户都固定且相等的传输速率和语音帧的最大可容忍的差错率，来满足该要求。对数据服务而言，服务等级则随用户而变化。

话音服务与数据服务之间的又一个显著差异是，话音服务要求可靠的通信链路，在 CDMA 通信系统的情况中，使用软越区切换来提供该链路。软越区切换要求来自两个或多个基站的对同一话音信息的冗余传送，以提高可靠性。在名为“SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”的美国专利号 5,101,501 中，揭示了一种软越区切换的方法。不要求该额外的可靠性以支持数据服务，因为可以重新传送错误接收的数据分组。

当移动站在移动无线电通信系统中移动时，前向链路的质量（以及前向链路传送数据的容量）将变化。从而，基站和移动站间的给定前向链路在某些时刻将能够支持非常高的数据传送，而在其它时刻，同一前向链路却可能只能够支持降低得多的数据传送速率。为了使前向链路上信息的吞吐量最大化，就希望可改变前向链路上数据的传送，以便在那些该前向链路可以支持

较高传送速率的时间间隔期间提高数据速率。

当前向链路上从基站向移动站发送非话音通信量时，可能需从该移动站向该基站发送控制信息。然而，有时，即使前向链路信号可能很强，反向链路信号也可能很弱，从而导致基站不能接收到来自移动站的控制信息的情形。在这样的前向链路和反向链路不平衡的情形下，可能不希望提高反向链路上的发射功率，以便在基站改善对控制信息的接收质量。例如，在 CDMA 系统中，不希望提高反向链路上的发射功率，因为这样的功率提高会反过来影响系统中其它移动站所见的反向链路容量。希望具有一数据传送系统，其中以平衡状态保持与每个移动站相关联的前向和反向链路，而不会反过来影响反向链路容量。进一步希望的是，这样的一个系统在个别前向链路足够强壮以支持较高数据速率时，能够使该链路上非话音数据的吞吐量最大化。

在高数据速率（HDR）系统中达到前述要求的一种方式保持发射功率固定，并根据用户的信道条件来改变数据速率。因此，在现代的 HDR 系统中，访问点（AP）在每个时隙中总是以最大功率仅向一个访问终端（AT）发送，并且 AP 使用速率控制来调节 AT 所能可靠接收的最大速率。一个 AP 就是允许向 AT 高数据速率传送的一个终端。

如在本文中所使用的那样，一个时隙是一有限长度的时间间隔，如 1.66 ms。一个时隙可以包含一个或多个分组。分组是包含了前导、有效载荷和质量度量（如循环冗余校验（CRC）、奇偶校验位等）的结构。前导由 AT 使用，来判定分组是否是给该 AT 的。

一个示例性的 HDR 系统定义了从 38.4kbps 到 2.4Mbps 的一组数据速率，AP 可以按此速率来向 AT 发送数据分组。在转让给本发明的受让人，并通过引用而结合于此的 1997 年 11 月 3 日申请的名为“METHOD AND APPARATUS FOR HIGH RATE PACKET DATA TRANSMISSION”的待决申请序列号 08/963,386 中，揭示了这样一个系统。选择数据速率以保持目标分组差错率（PER）。AT 按规则的间隔测量所接收到的信号对干扰和噪声比（SINR），并用该信息来预测下一分组持续期间的平均 SINR。在转让给本发明的受让人，并通过引用而结合于此的 1999 年 9 月 13 日申请的名为“SYSTEM AND METHOD FOR ACCURATELY PREDICTING SIGNAL TO INTERFERENCE AND NOISE RATIO TO IMPROVE

COMMUNICATION SYSTEM PERFORMANCE”的待决申请序列号 09/394,980，揭示了一种示例性的预测方法。

图 1 示出了开环速率控制设备 100 的示例性实施例。把一串在场合  $[n-m]$ ,  $\dots$ ,  $[n-1]$ ,  $[n]$  对各个对应分组的持续期间所测得的过去的 SINR 值提供给预测器 102。预测器 102 按照下面的公式预测下一分组持续期间上的平均 SINR 值：

$$OL\_SINR_{\text{预测}} = OL\_SINR_{\text{估计}} - K \cdot \sigma_e \quad (1)$$

在公式 (1) 中， $OL\_SINR_{\text{预测}}$  是开环对下一分组预测的 SINR， $OL\_SINR_{\text{估计}}$  是开环根据过去的 SINR 值所估计的 SINR， $K$  是补偿因子，而  $\sigma_e$  是差错度量的标准偏差。

估计的 SINR 可以通过从作用于 SINR 的过去的测量值的一组低通滤波器中选择一输出来获得。可以基于差错度量来从滤波器组中选择某一滤波器，该差错度量被定义为该某一特定滤波器的输出与紧接该输出的分组持续期间上所测得的 SINR 之间的偏差。预测的 SINR 可以通过从该滤波器的输出以等于补偿因子  $K$  和差错度量标准偏差  $\sigma_e$  的乘积的量进行补偿来获得。通过补偿控制回路来确定补偿因子  $K$  的值，该补偿控制环路确保对某个百分比的时间可达到一尾部概率，即所预测的 SINR 超出所测量的 SINR 的概率。

把  $SINR_{\text{预测}}$  的值提供给保持着一组 SINR 阈值的查表 104。这些 SINR 阈值表示按各种数据速率以 1% PER 解码一分组所要求的最小 SINR。AT (未示出) 使用查表 104 来选择其 SINR 阈值低于所预测 SINR 的最高数据速率，并请求 AP (未示出) 以该数据速率发送下一分组。

前述方法是一种开环速率控制方法的一个例子，该方法不用关于解调器在主要信道条件下按给定 SINR (对各种数据速率的分组) 的差错率的任何信息，仅根据对信道 SINR 的测量来确定接收下一分组的最佳速率。任何开环速率控制算法都遭受有若干缺点，下面讨论了其中某些缺点。首先，某个尾部概率，如 2%，并不意味着 2% 的 PER。这是因为 PER 是 SINR 的一个单调递减函数，具有一个取决于编码方案和信道条件的有限斜率。然而，公式 (1) 假设了“砖墙”PER 特征，即，只要 SINR 超出对对应速率的阈值，就认为要解码分组，并且只要 SINR 落于该阈值之下，就宣称该分组出了错。此外，开环速

率控制方法使用一组固定的 SINR 阈值，在信道条件的最坏情况下，这些阈值仍确保 PER 接近目标差错率。然而，解调器的性能不仅取决于 SINR，也取决于信道条件。换句话说，对所有信道使用一组固定 SINR 阈值的方法在不同的信道上达到不同的 PER。因此，虽然开环方法在信道条件最坏情况下（也可能在一般信道条件下）最优地工作，但是该方法以减少吞吐量的代价而产生比必要的低得多的差错率。此外，实际的速率控制方法需要一组小的、有限的速率。速率选择方法总是选择最接近的较低数据速率，以便保证可接受的 PER。从而，速率量化导致系统吞吐量的损失。

因此，就存在对解决现有方法不足的需求。

### 发明内容

本发明针对一种用于无线通信系统中自适应速率选择的新颖方法和设备。本发明的一个方面是通过利用在正确接收所请求的速率而要求的 SINR 阈值与 SINR 估计之间的余量，来提高高数据速率无线通信系统的吞吐量。通过识别两种数据速率，并选择其各自传送频率以达到目标 PER，来有利地实现该目标。本发明的另一个方面是将该方法扩展到 N 种速率。

本发明的又一个方面是通过将用于数据速率选择的参数更新成更精确地反映所预测的 SINR 值，来进一步提高吞吐量。

### 附图说明

通过下面结合附图的详细描述，本发明的特点、目标和优点将变得更清楚，附图中相同的参考符号标识相应的元件，其中：

图 1 说明了一常规开环速率控制设备的框图。

图 2 说明了一能够实现本发明的实施例的示例性通信系统的框图。

图 3 说明了在通信系统中选择速率的一示例性方法的流程图。

图 4A-B 说明了对一组数据速率的概率的初始估计的方法。

图 5A-B 描述了在由快速跟踪方法使用时 SINR 与 PER 间的关系。

图 6 是一能够实现本发明的实施例的示例通信系统的详细框图。

### 较佳实施例的详细描述

图 2 例示了一个能够实现本发明的实施例的示例通信系统。AT 202 通过反向链路 206b 向 AP 204 发送信号，并通过前向链路 206a 接收来自 AT 204 的信号。可以双向操作通信系统 200，终端 202、204 中的每一个都可以根据其是发送还是接收数据而作为发送单元或接收单元，或者同时作为这两者而操作。在一蜂窝无线通信系统实施例中，AP 204 可以是一基站（BS），AT 202 可以是一移动站（MS），而前向链路 206a 和反向链路 206b 可以是电磁频谱。为简单起见，通信系统 200 被显示成只包括一个 BS 204 和一个 MS 202。然而通信系统 100 的其它变型和配置也是可能的。例如，在一多用户、多址通信系统中，可以使用单个 BS 来同时向若干 MS 传送数据。此外，以类似于转让给本发明的受让人并通过引用而结合于此的名为“SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”的美国专利号 5,101,501 中所揭示的软越区切换的方式，MS 可同时接收来自若干 BS 的传送。在此所描述的实施例的通信系统可包括任意数量的 BS 和 MS。因此，通过一个类似于回程 210 的回程把多个 BS 的每一个连接到一基站控制器（BSC）208。回程 110 可以以多种连接类型来实现，包括如微波或有线线路 E1 或 T1，或光纤。一连接 212 将无线通信系统 200 连接到一未示出的公共交换数据网（PSDN）。

在一个实施例中，每个 MS 都监视所接收的来自 BS 的信号的信号质量度量。接收来自多个 MS 的前向链路信号的 MS（例如 MS 202）标识与最高质量前向链路信号相关联的 BS（例如 BS 204）。然后 MS 202 估算一速率，按该速率的尾部差错概率大于或等于目标尾部差错概率。尾部差错概率是分组传送期间的实际信号质量低于按给定速率正确解码一个分组所要求的信号质量的概率。一示例性的实施例使用大约 10%的尾部差错概率。在一个实施例中，按照参照图 1 所揭示的原理来计算该速率。然后 MS 202 生成一最大数据速率的预测  $R_i$ ，按该速率接收的来自所识别的 BS 204 的分组的 PER 将不会超过目标 PER。一示例性的实施例使用大约 10%的目标 PER。然后 MS 202 生成一个高于  $R_i$  的数据速率的预测  $R_{i+1}$ ，按该速率接收的来自所选定的 BS 204 的分组的 PER 将超过目标 PER。MS 202 把所述值  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  用于以下面参照图 3 而详细讨论的一种自适应速率选择方法中，从而达到该目标 PER，所述方法预测选择数据速

率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  的概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$ 。所述自适应速率选择方法使用概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$  作为数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  的实际选择的偏差。该选择方法的一个实施例使用一个从内含区间  $(0, 1)$  中产生数的随机数生成器。由以下公式来定义偏差阈值 ( $TH_{\text{偏差}}$ )：

$$TH_{\text{偏差}} = \frac{\alpha_i}{\alpha_{i+1}} \quad (2)$$

当随机数落在区间  $(0, TH_{\text{偏差}})$  中时，选择数据速率  $R_i$ ，而当随机数落在区间  $(TH_{\text{偏差}}, 1)$  中时，选择数据速率  $R_{i+1}$ 。

然后 MS 202 通过反向链路 206b 发送一消息，请求所实际选定的速率。在本发明的一个实施例中，在一数据速率控制信道 (DRC) 上发送该消息。在上述的待决申请序列号 08/963,386 中揭示了 DRC 的使用。

在一个实施例中，BS 204 监视来自一个或多个 MS 的反向信道，并在每个前向链路传送时隙期间在前向链路 206a 上向不多于一个的目的 MS 传送数据。BS 204 根据一设计成使每个 MS 的服务等级 (QoS) 要求与使系统 100 的吞吐量最大化的希望相平衡的调度过程，来选择目的 MS (例如 MS 202)。在一示例性的实施例中，BS 204 只按由所接收的来自目的 MS 202 的最近的消息所指示的速率来向该目的 MS 传送数据。这一限定使目的 MS 202 不需要在前向链路信号进行速率检测。MS 202 仅需要判定在给定的时隙期间它是否是预定的目的 MS。

在一示例性的实施例中，BS 在每个新的前向链路分组的第 1 时隙内传送一前导。该前导标识预定的目的 MS。一旦目的 MS 在一时隙中确立其是数据所预定的目的，该 MS 就开始在相关的时隙内解码该数据。在一示例性的实施例中，目的 MS 202 根据该 MS 202 所发送的请求消息来确定前向链路中数据的数据速率。用以传送一分组的前向链路时隙的数量根据发送该分组的数据速率而变化。使用较多数量的时隙来发送以较低速率发送的分组。

一旦 MS 202 确定这些数据正是预定给 MS 202 的，则重复该方法。

尽管前述方法是参照两个数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  而描述的，但是本领域的技术人员仍将理解，如下面将要描述的那样，可把该方法扩展到 N 个速率。

## I、使用两个速率的自适应速率选择方法

图 3 说明了一个示例性自适应速率选择方法的流程图，该方法使用两种

速率，以可接受的差错率确保通信系统中最佳可能的吞吐量。

在步骤 300 中，设置一期望的 PER。该期望的 PER 最好可以是一由系统操作者设立的参数。在一个实施例中，把该期望的 PER 设为 10%。然后控制流前进至步骤 302。

在步骤 302 中，设置目标尾部差错概率。最好把该目标尾部差错概率设为某个接近期望的 PER 值的值。在一个实施例中，把目标尾部差错概率设为 10%。然后控制流前进至步骤 304。

在步骤 304 中，估算差错概率大于或等于目标尾部差错概率的速率。在一个实施例中，可从一表示差错概率的概率密度函数来确定该速率，将以该差错概率接收以某一速率传送的分组。然后控制流前进至步骤 306。

在步骤 306 中，选择一数据速率  $R_i$ ，按该速率从前向链路上接收的分组的 PER 不会超过目标 PER。在一个实施例中， $R_i$  是一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值低于并接近于对给定尾部差错概率的预测 SINR。在另一实施例中， $R_i$  是任一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值低于对给定尾部差错概率的预测 SINR。然后控制流前进至步骤 308。

在步骤 308 中，选择一数据速率  $R_{i+1}$ ，按该速率从前向链路上接收的分组的 PER 将超过目标 PER。在一个实施例中， $R_{i+1}$  是任一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于并接近于对给定尾部差错概率的预测 SINR。在另一实施例中， $R_{i+1}$  是一数据速率，对该数据速率的正确检测的 SINR 阈值高于对给定尾部差错概率的预测 SINR。然后控制流前进至步骤 310。

在步骤 310 中，计算对于一组数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  的 PER 概率  $p_i$ 、 $p_{i+1}$ 。通过以下公式定义对第  $i$  个速率的 PER 概率  $p_i$ ：

$$p_i \equiv P(R_i\_in\_error) \quad (1)$$

其中  $P$  代表错误地接收具有数据速率  $R_i$  的分组 ( $R_i\_in\_error$ ) 的概率。

最好使用一真实的分组事件或一快速跟踪方法（当真实的分组事件不可用时）来更新 PER 概率  $p_i$ 、 $p_{i+1}$ 。

基于来自 MS 的对某一速率的分组的请求，当 MS 检测到一个前导并将该分组正确或不正确地解码时，就发生真实的分组事件。如果从所接收的分组确定的该分组的质量度量与包含在该分组内的质量度量相匹配，则该分组就

是被正确解码的。质量度量可以是如循环冗余校验、奇偶校验位和本领域的技术人员所知的其它度量。在一示例性实施例中，质量度量是 CRC。否则，就声明该分组是被不正确地解码的，即该分组出错。

基于来自 MS 的对某一速率的分组的请求，当 MS 不能检测到一前导时，就没有真实的包事件。快速跟踪方法按照所测量的所请求的分组的持续期间的平均 SINR 来估计是否已适当地解码所请求的分组，或者所请求的分组是否已出错。将参照图 4A-B 来详细描述该方法的不同实施例。由于在若干过去的时隙上计算/估计 PER 概率  $p_i$ ； $p_i$  的值并不精确地反映当前所预测的 SINR 值。因此，在步骤 310 中，修改 PER 概率  $p_i$  以反映当前所预测的 SINR 值。根据一个实施例，按照以下公式实施该修改：

$$p_i' = p_i \cdot e^{-\beta(OL\_SINR_{\text{Predicted\_CS}} - OL\_SINR_{\text{Predicted\_LT}})} \quad (2)$$

在公式 (2) 中， $\beta$  表示控制一个量的因子，应以该量来修改概率  $p_i$ 。最好是通过模拟来确定  $\beta$  因子。在该示例性实施例中， $OL\_SINR_{\text{Predicted\_CS}}$  是由从当前时隙的开环所预测的 SINR，而  $OL\_SINR_{\text{Predicted\_LT}}$  是由基于过去时隙的开环所预测的 SINR。参照图 1 已讨论了该开环方法。然后控制流前进至步骤 312。

在步骤 312 中，计算请求数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  的概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$ ，使得在达到所期望的 PER ( $p_{\text{目标}}$ ) 的条件下使吞吐量  $TH$  最大化。这样数学地选择  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$ ，以满足以下的公式：

$$TH = \max(\alpha_i \cdot R_i \cdot (1 - p_i') + \alpha_{i+1} \cdot R_{i+1} \cdot (1 - p_{i+1}')) \quad (3)$$

服从条件：

$$\alpha_i \cdot p_i' + \alpha_{i+1} \cdot p_{i+1}' = p_{\text{目标}}, \quad \text{以及} \quad (4)$$

$$\alpha_i + \alpha_{i+1} = 1. \quad (5)$$

然后控制流前进至步骤 314。

在步骤 314 中，使用概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$  的值作为对判断要请求速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  中的哪一个的偏差。然后控制流前进至步骤 316。

在步骤 316 中，请求在步骤 314 中选择的速率。

## II、使用三个速率的自适应速率选择方法

在另一实施例中，把参照图 3 所描述的方法扩展到三个数据速率。步骤 300

至 306 与参照图 3 所描述的是同样的。

在步骤 308 中，选择数据速率  $R_{i+1}$ 、 $R_{i+2}$ ，使按该速率从前向链路上接收的分组的 PER 将超过目标 PER。数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$ 、 $R_{i+2}$  满足以下公式：

$$R_i < R_{i+1} < R_{i+2} \quad (6)$$

在一个实施例中， $R_{i+1}$  是一数据速率，对该数据速率的正确检测的 SINR 阈值高于并接近于对给定尾部概率的预测 SINR。在另一实施例中， $R_{i+1}$  是一数据速率，对该数据速率的正确检测的 SINR 阈值高于对给定尾部差错概率的预测 SINR。在一个实施例中， $R_{i+2}$  是高于并接近于数据速率  $R_{i+1}$  的一数据速率。在另一实施例中， $R_{i+2}$  是高于数据速率  $R_{i+1}$  的一数据速率。

步骤 310 与参照图 3 所描述的步骤是等同的。

在步骤 312 中，计算选择数据速率  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  的概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$ 、 $\alpha_{i+2}$ ，使得在达到  $p_{\text{目标}}$  的条件下使对数据速率组合  $R_i$ 、 $R_{i+1}$  与  $R_i$ 、 $R_{i+2}$  的吞吐量估计  $TH_{i,i+1}$  与  $TH_{i,i+2}$  最大化。数学地选择  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$ 、 $\alpha_{i+2}$ ，以满足以下的公式：

$$TH_{i,i+1} = \max(\alpha_i \cdot R_i \cdot (1 - p_i) + \alpha_{i+1} \cdot R_{i+1} \cdot (1 - p_{i+1})) \quad (7)$$

$$TH_{i,i+2} = \max(\alpha_i \cdot (1 - p_i) \cdot R_i + \alpha_{i+2} \cdot R_{i+2} \cdot (1 - p_{i+2})) \quad (8)$$

服从条件而解答上面的公式：

$$p_i \cdot \alpha_i + p_{i+1} \cdot \alpha_{i+1} = p_{\text{目标}} \quad (9)$$

$$p_i \cdot \alpha_i + p_{i+2} \cdot \alpha_{i+2} = p_{\text{目标}} \quad (10)$$

$$\alpha_i + \alpha_{i+1} = 1 \quad (11)$$

$$\alpha_i + \alpha_{i+2} = 1 \quad (12)$$

在步骤 314 中，比较吞吐量估计  $TH_{i,i+1}$  与  $TH_{i,i+2}$ 。使用与较大的吞吐量估计对应的概率  $\alpha$  的值作为对判断请求与概率  $\alpha$  的值对应的速率中哪一个的偏差。从而，如果  $TH_{i,i+1}$  大于  $TH_{i,i+2}$ ，则使用概率  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i+1}$  的值来作出判断，是要请求  $R_i$  还是  $R_{i+1}$ 。

步骤 316 与参照图 3 所描述的步骤是等同的。

### III、使用 N 个速率的自适应速率选择方法

在另一实施例中，进一步把参照图 3 所描述的方法扩展到 N 个数据速率。

步骤 300 至 306 与参照图 3 所描述的那些步骤是等同的。

在步骤 308 中，选择余下的 N-1 个数据速率。在一个实施例中，数据速

率  $R_{i+j}$ ,  $j \in (1, N-1)$  这样的数据速率, 按这些速率从前向链路上接收的分组的 PER 将超过目标 PER。数据速率  $R_{i+j}$  满足以下公式:

$$R_i < R_{i+1} < \dots < R_{i+N-1} \quad (13)$$

在一个实施例中,  $R_{i+1}$  是一数据速率, 对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于并接近于对给定的尾部概率的预测 SINR。在另一实施例中,  $R_{i+1}$  是一数据速率, 对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于对给定的尾部差错概率的预测 SINR。在另一实施例中, 数据速率  $R_{i+j}$  彼此相邻。

在另一实施例中, 把数据速率  $R_{i+j}$ ,  $j \in (1, N-1)$  分为两组。

第 1 组包含这样的数据速率, 按这些速率从前向链路上接收的分组的 PER 不会超过目标 PER。数据速率  $R_{i+j}$ ,  $j \in (-m, 0)$  满足以下公式:

$$R_{i-m} > \dots > R_{i-1} > R_i \quad (14)$$

在一个实施例中, 数据速率  $R_{i+j}$  彼此相邻。

第 2 组包含这样的数据速率, 按这些速率从前向链路上接收的分组的 PER 将超过目标 PER。数据速率  $R_{i+j}$ ,  $j \in (1, N-m)$  满足以下公式:

$$R_i < R_{i+1} < \dots < R_{i+N-m} \quad (15)$$

在某实施例中,  $R_{i+1}$  是一数据速率, 对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于并接近于对给定尾部概率的预测 SINR。在另一实施例中,  $R_{i+1}$  是一数据速率, 对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于对给定尾部差错概率的预测 SINR。在另一实施例中, 数据速率  $R_{i+j}$  彼此相邻。

步骤 310 与参照图 3 所描述的步骤是等同的。

在步骤 312 中, 对所有  $i \in (1, N)$  计算选择数据速率  $R_i$  的对所有  $i \in (1, N)$  概率  $\alpha_i$ , 使得在达到  $p_{\text{目标}}$  的条件下使吞吐量  $TH$  最大化。数学地选择  $\alpha_i$ , 以满足以下的公式:

$$TH = \max \left[ \sum_{i=1}^N (\alpha_i \cdot R_i \cdot (1 - p_i)) \right] \quad (12)$$

当:

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i \cdot p_i = p_{\text{目标}} \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1 \quad (14)$$

在步骤 314 中, 使用对于  $i \in (1, N)$  的概率  $\alpha_i$  的值作为判断要请求对于所有

$i \in (1, N)$  的速率中哪一个的偏差。

在步骤 316 中请求在步骤 314 中选择的速率。

图 4A-B 说明了用于对所有  $i$  的一组数据速率  $R_i$  的概率  $p_i$  的初始估计的方法。图 4A 描述了一实施例，在其中将低于某一 SINR ( $SINR_{TH}$ ) 的对于一组数据速率  $R_i$  的全部概率  $p_i$  初始化为第 1 值，如  $p_{最小}$ ，而将高于该某一 SINR 的一组数据速率  $R_i$  的全部概率  $p_i$  初始化为第 2 值，如  $p_{最大}$ 。图 4B 描述了另一实施例，在其中建立 SINR 与将以某一速率接收分组的概率之间的关系。

图 5A-B 描述了由快速跟踪方法所使用的 SINR 与 PER 之间的关系。图 5A 描述了该关系的“砖墙”近似。因此，如果在一分组持续期间上测量的平均 SINR 小于选定的速率所要求的 SINR 阈值，则宣称该分组出错，如以 100% 的 PER 接收。如果所述平均 SINR 大于选定的速率所要求的 SINR 阈值，则宣称正确接收该分组。最好是根据一种平均白高斯噪声 (AWGN) 信道模型来选择各速率所要求的 SINR 阈值，以表示按各数据速率以 1% 的 PER 解码分组所要求的最小 SINR。考虑一以  $SINR_P$  接收的分组。如果所请求的速率是  $R_1$ ，则由于  $SINR_P$  大于速率  $R_1$  的 SINR 阈值 ( $TH_1$ )，将宣称正确接收该分组。如果所请求的速率是  $R_2$ ，由于  $SINR_P$  小于速率  $R_2$  的 SINR 阈值 ( $TH_2$ )，将宣称该分组出错。

然而，如图 5B 所示，由于某些由近似的功效表征为正确接收的所请求的分组实际上错误接收的，因此该实施例会误报概率  $p_i$ ，并且反之亦然。图 5B 示出了所测量的叠加在“砖墙”近似上的按不同速率  $R_1$ 、 $R_2$ 、...、 $R_N$  的 SINR 与 PER 之间的关系。考虑以  $SINR_P$  接收的分组。使用“砖墙”近似，如果所请求的速率是  $R_2$ ，则由于  $SINR_P$  小于  $TH_2$ ，则将宣称该分组出错。然而，所测量的关系示出仅有 15% 的 PER。随着  $SINR_P$  向  $TH_2$  移动，PER 将进一步降低。

因此，在另一实施例中，建立按某一速率的 SINR 与 PER 之间的关系。然后快速跟踪方法使用所建立的关系来将所测量的平均 SINR 与 PER 相关联。然后用该 PER 来计算概率  $p_i$ 。

图 6 是一个示例性通信系统的详细框图，在该系统中 MS 602 包含一用于根据本发明的一个实施例的自适应速率选择方法的设备。

把来自 BS 604 的经前向链路 606a 而到达 MS 602 的分组中的信号提供给解调器 608。解调器 608 对每个分组持续期间上测量平均 SINR，并将这些平均 SINR 提供给长期 SINR 预测器 610。长期 SINR 预测器 610 预测下一分组的 SINR 值 ( $OL\_SINR_{Predicted\_LT}$ )。在一个实施例中，预测器 610 按照参照图 1 所讨论的开环方法来预测下一分组的  $OL\_SINR_{Predicted\_LT}$  值。然而，本领域的技术人员将理解，不限于参照图 1 所讨论的那一种方法，可以使用任何开环方法。将  $OL\_SINR_{Predicted\_LT}$  值提供给处理器 616 和查表 614。查表 614 保持着一组 SINR 阈值，这些阈值表示按每个数据速率成功解码分组所要求的最小 SINR。处理器 616 参考查表 614，以选择一数据速率  $R_i$ ，按该速率从前向链路上接收的分组的 PER 不会超过所选择的目标 PER。在一个实施例中， $R_i$  是一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值低于并接近于对给定尾部差错概率的预测 SINR。在另一实施例中， $R_i$  是一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值低于对给定尾部差错概率的预测 SINR。

处理器 616 进一步选择一个数据速率  $R_{i+1}$ ，按该速率从前向链路上接收的分组的 PER 将超过目标 PER。在一个实施例中， $R_{i+1}$  是一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于并接近于对给定尾部概率的预测 SINR。在另一实施例中， $R_{i+1}$  是一数据速率，对该速率的正确检测的 SINR 阈值高于对给定尾部差错概率的预测 SINR。

解调器 608 还对当前时隙持续期间测量平均 SINR，并将这些平均 SINR 提供给当前时隙 SINR 预测器 612。当前时隙 SINR 预测器 612 预测下一分组的 SINR 值 ( $OL\_SINR_{Predicted\_CS}$ )。在一个实施例中，预测器 612 按照参照图 1 所讨论的开环方法来预测下一分组的  $OL\_SINR_{Predicted\_CS}$  值。然而，本领域的技术人员将理解，不限于参照图 1 所讨论的那一种方法，可使用任何开环方法。将  $OL\_SINR_{Predicted\_CS}$  值提供给处理器 616。

然后处理器 616 执行参照图 3 步骤 310 至 316 中所描述的操作。

本领域的技术人员将理解，如参照图 3 所揭示的那样，将两速率方法扩展到 3 和 N 速率的原理，是同样适用的。

尽管以分开的元件示出解调器 608、长期预测器 610、当前时隙预测器 612、查表 614 和处理器 616，但本领域的技术人员将理解，只是为示例目的而作出

物理上的区分。卡把解调器 608、长期预测器 610、当前时隙预测器 612 和处理器 616 结合于一实现上述处理的单个处理器。从而，该处理器就可以是如通用处理器、数字信号处理器、可编程逻辑阵列，和本领域技术人员所知的其它器件。而且，查表 614 是存储器中的一空间。该存储器可以是上述处理器或多个处理器的一部分，或是一个分开的元件。存储器的实现是设计选择。从而，该存储器可以是能够存储信息的任何媒介，如磁盘、半导体集成电路，和本领域技术人员所知道的其它存储媒介。

给出较佳实施例的上述描述，使本领域的技术人员能够制造和使用本发明。对本领域的技术人员而言，对这些实施例的各种修改都将是相当显而易见的，并且在此所定义的一般原理可以应用于其它实施例，而不使用创造能力。因此，本发明并不限于在此所示的实施例，而是符合在此所揭示的原理和新颖特性最宽泛的范围。

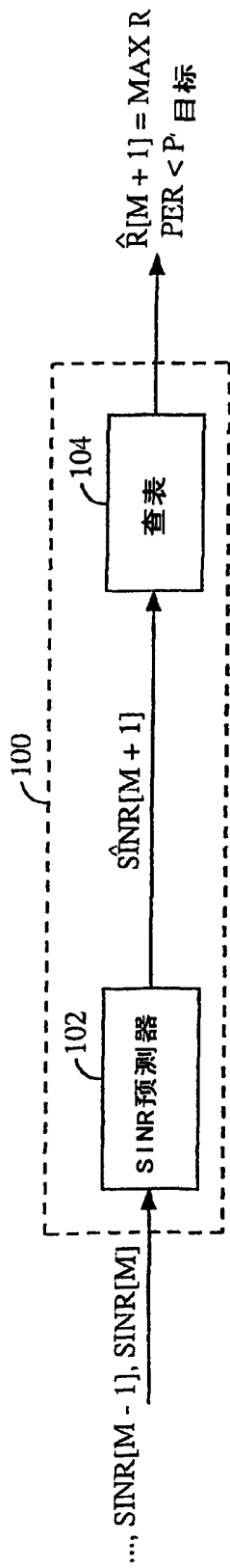


图 1

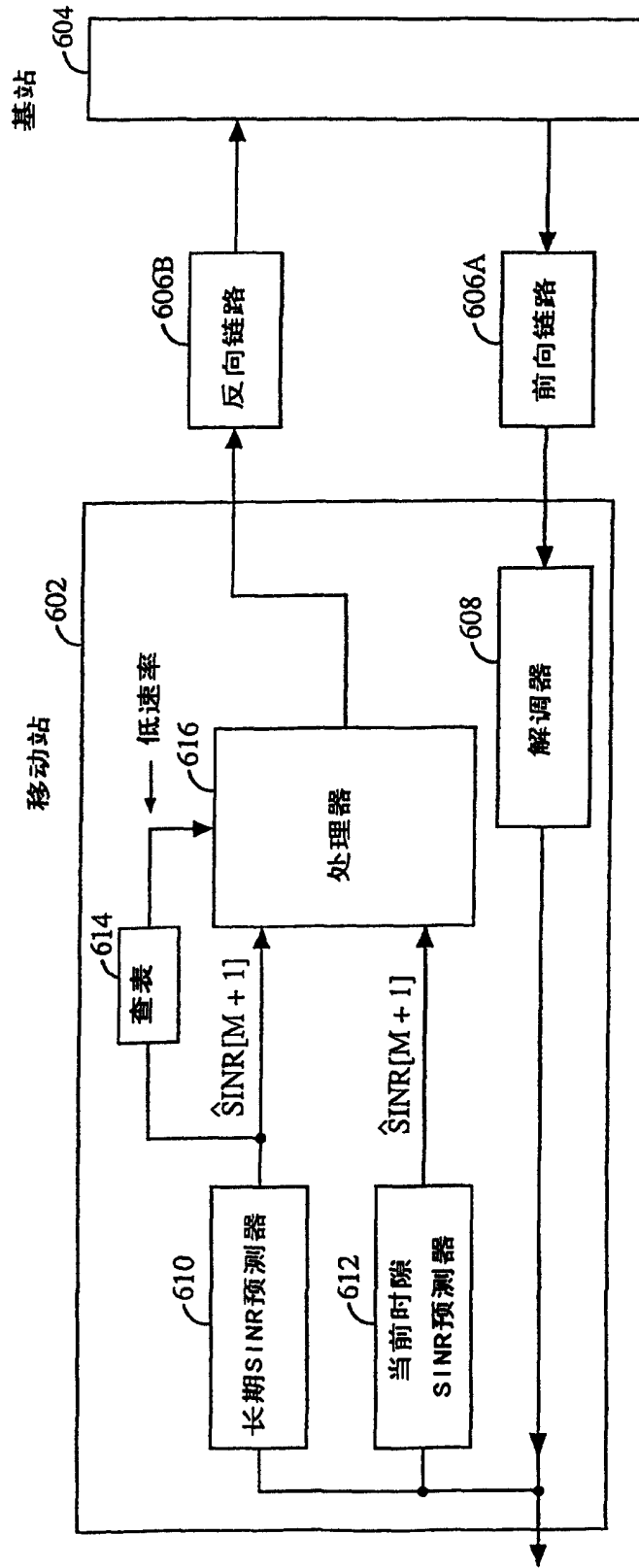


图 6

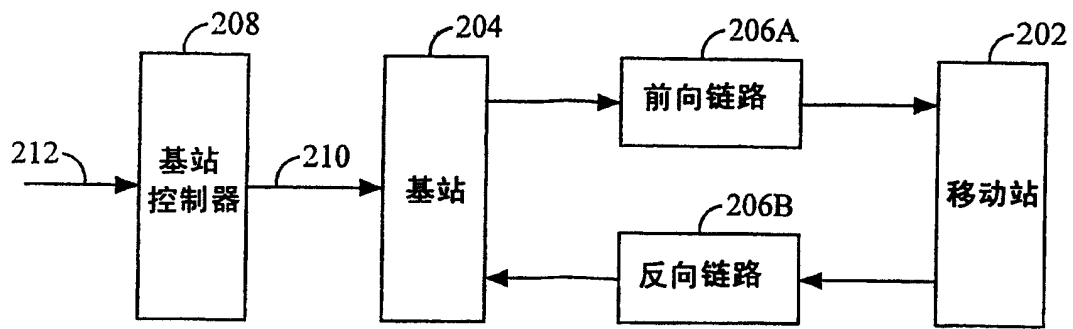


图 2

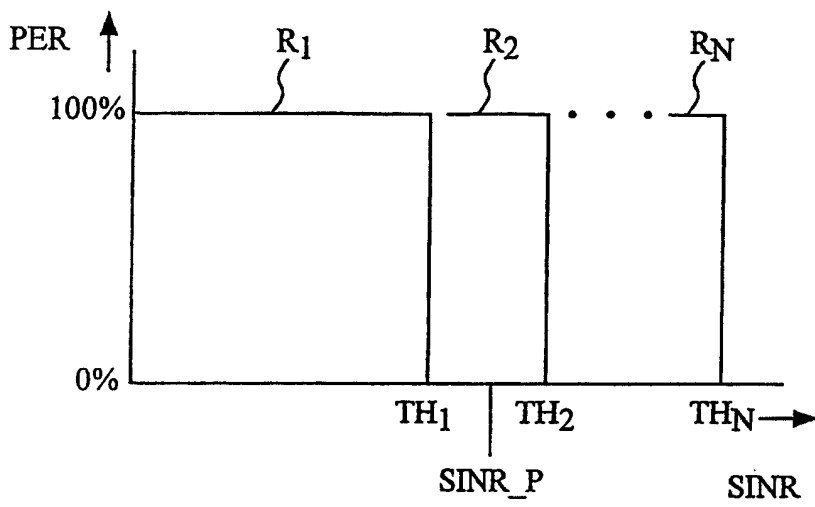


图 5A

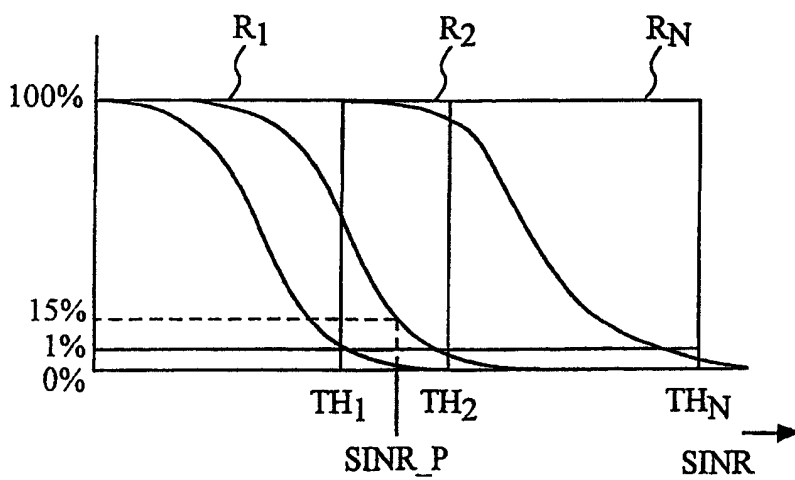


FIG. 5B

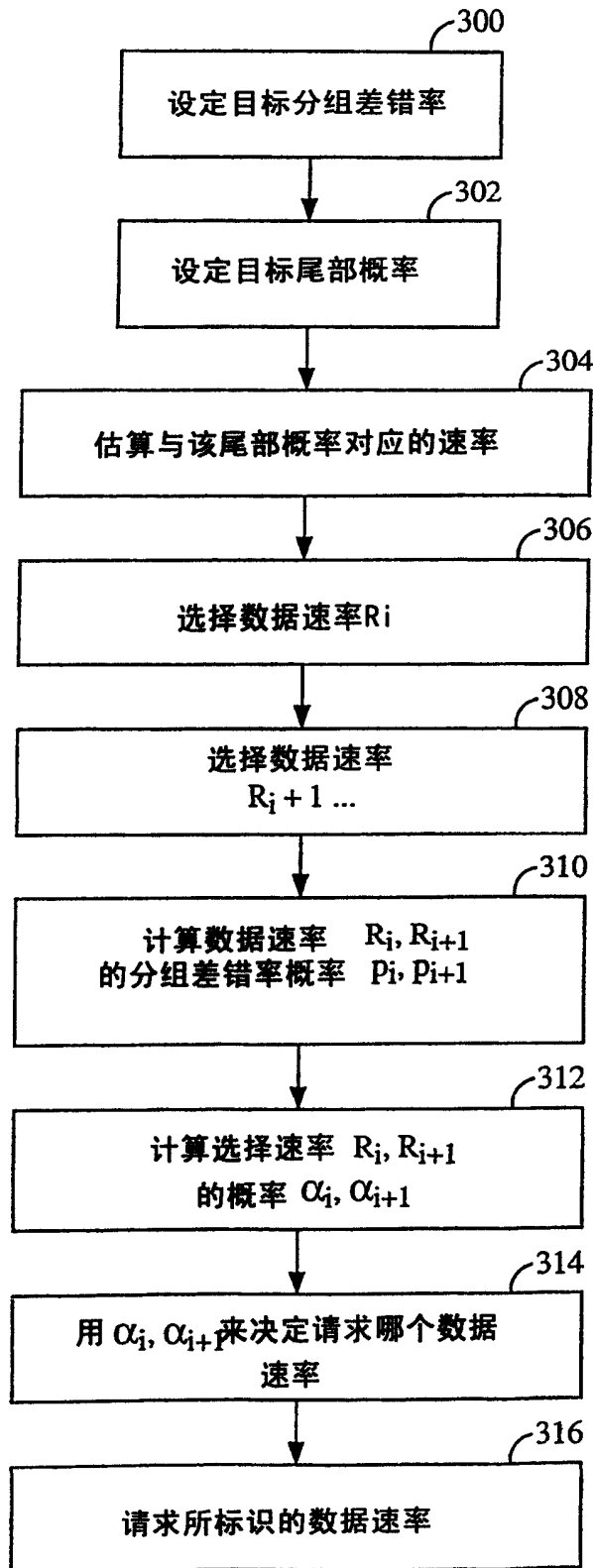


图 3

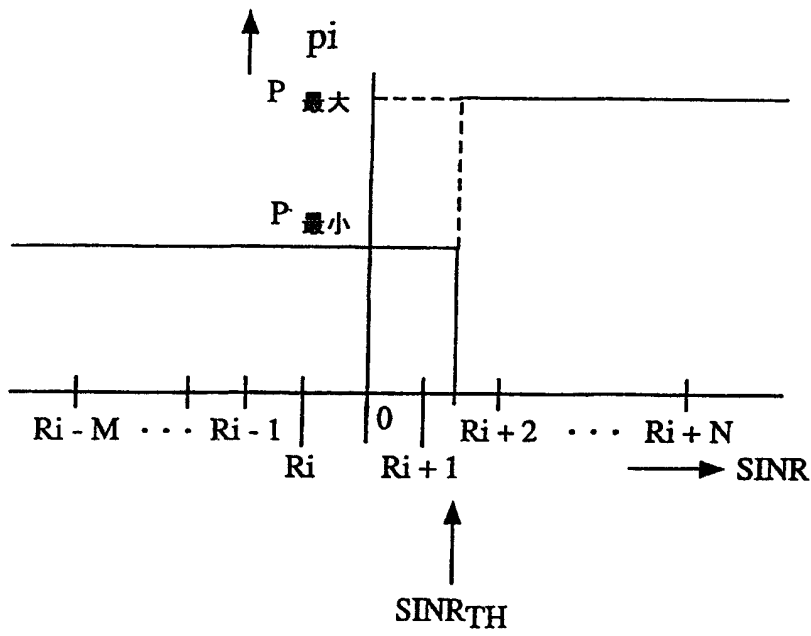


图 4A

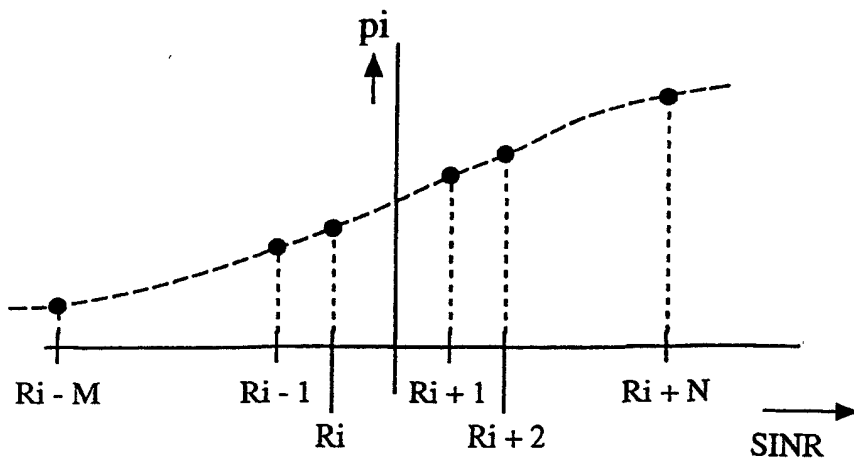


图 4B