



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103947131 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201280050666. 7

代理人 吕晓章

(22) 申请日 2012. 10. 23

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04B 7/06 (2006. 01)

61/551, 285 2011. 10. 25 US

13/415, 463 2012. 03. 08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2012/083366 2012. 10. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/060259 EN 2013. 05. 02

(71) 申请人 寰太知识管理顾问股份有限公司

地址 中国台湾台北市

(72) 发明人 曾理铨 A. F. 哈尼夫 黄经尧

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

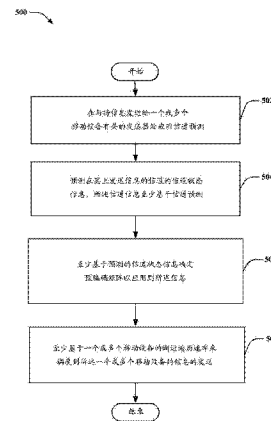
权利要求书3页 说明书19页 附图4页

(54) 发明名称

多输入多输出无线通信系统中下行链路调度的系统和方法

(57) 摘要

描述了一种用于在无线通信系统中进行下行链路调度的系统和方法。在一些实施例中，一种方法包括：在发送器处应用信道预测以发送信息到一个或多个移动设备；预测在其上发送信息的信道的信道状态信息，所述信道状态信息至少基于信道预测；确定预编码矩阵以应用到所述信息，所述确定至少基于该预测的信道状态信息；以及至少基于一个或多个移动设备的渐进遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。该渐进遍历速率可以基于大尺度信道行为和移动设备之间的最大多普勒频移。



1. 一种方法,包括:
在发送器处应用信道预测,该发送器与发送信息给一个或多个移动设备有关;
预测在其上发送信息的信道的信道状态信息,所述信道状态信息至少基于信道预测;
至少基于来自所述预测的预测信道状态信息确定预编码矩阵以应用到所述信息;以及
至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述调度包括至少基于大尺度信道行为来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述调度包括至少基于所述一个或多个移动设备的最大多普勒频移来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,在发送器处应用信道预测包括在基站处应用信道预测。
5. 一种设备,包括:
被配置为在用于将信息发送给一个或多个移动设备的发送器处应用信道预测的信道预测组件;
被配置为预测在其上发送信息的信道的信道状态信息的信道状态信息预测组件,所述信道状态信息至少基于由所述信道预测组件应用的信道预测;
被配置为至少基于从信道状态信息组件预测的信道状态信息确定预编码矩阵以应用到所述信息的预编码矩阵组件;以及
被配置为至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送的调度组件。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中该设备包括中央处理单元。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中该中央控制单元被配置为控制在一个或多个基站处的下行链路调度。
8. 根据权利要求5所述的设备,其中该发送器是基站。
9. 根据权利要求5所述的设备,其中该一个或多个移动设备的渐近遍历速率至少基于大尺度信道行为。
10. 根据权利要求9所述的设备,其中该一个或多个移动设备的渐近遍历速率至少基于该一个或多个移动设备的最大多普勒频移。
11. 一种方法,包括:
通过包括至少一个处理器的至少一个计算设备获取在其上一个或多个移动设备进行发送的信道的统计信息;
至少基于该统计信息确定遍历速率;
至少基于所述遍历速率选择要被调度的一个或多个移动设备;以及
至少基于信道中的变化调度所述一个或多个移动设备。
12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:
对于所选的要被调度的一个或多个移动设备执行信道预测。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中执行信道预测包括至少基于自回归模型执行信道预测。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,还包括在对该一个或多个移动设备进行调度的一个或多个未来时隙中预测信道状态信息。

15. 一种方法,包括:

在一帧的第一位置处接收来自一个或多个移动设备的帧级反馈;

至少基于该帧级反馈确定渐近遍历速率;以及

选择所述一个或多个移动设备中的至少一个以在该帧期间接收信息的下行链路发送。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中,接收帧级反馈包括:

从一个或多个移动设备接收信噪比(SNR)信息,该 SNR 来自一个或多个协作基站;以及

从一个或多个移动设备接收多普勒频移信息。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,接收 SNR 包括接收平均 SNR。

18. 根据权利要求 16 所述的方法,其中,接收多普勒频移信息包括接收最大多普勒频移。

19. 根据权利要求 15 所述的方法,进一步包括从所选的用于在该帧期间进行发送的一个或多个移动设备的至少一个接收时隙级反馈。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,进一步包括应用该时隙级反馈。

21. 根据权利要求 19 所述的方法,其中接收时隙级反馈包括在该帧的时隙的码元处接收信道系数。

22. 根据权利要求 21 所述的方法,其中,该时隙的码元至少是该帧的时隙的最后一个码元或者导引码元之一。

23. 根据权利要求 21 所述的方法,进一步包括在下一时隙的码元处预测信道系数,所述预测至少基于为其预测信道系数的信道的模型。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,其中所述预测包括至少基于信道模型进行预测,以及至少基于该信道的自回归模型进行预测。

25. 根据权利要求 24 所述的方法,其中在下一时隙中预测信道系数包括至少基于内插在下一时隙中预测信道系数。

26. 根据权利要求 25 所述的方法,进一步包括至少基于为下一时隙所预测的信道系数来确定预编码器。

27. 一种方法,包括:

选择单用户模式或多用户模式的至少一种,所述选择包括:选择与第一加权渐近遍历速率或第二加权渐近遍历速率中较高的一个相关联的模式;以及

调度一个或多个移动设备来以单用户模式或多用户模式中的选定的一种接收信息。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,进一步包括:

对于在其中调度一个或多个移动设备的帧,确定一个或多个移动设备的单用户模式和多用户模式的渐进遍历速率;

对于该帧,至少基于该渐进遍历速率确定加权的遍历速率;

确定与单用户模式相关联的第一加权渐近遍历速率;以及

确定与多用户模式相关联的第二加权渐近遍历速率。

29. 根据权利要求 28 所述的方法,其中确定加权的遍历速率包括通过与最大总速率调度或比例公平调度中的至少一个相关联的加权因子来对渐进遍历速率加权。

30. 一种具有计算机可执行指令的计算机可读存储介质,所述指令响应于执行,致使包括处理器的计算设备执行操作,所述操作包括:

在发送器处应用信道预测,该发送器与发送信息给一个或多个移动设备有关;

至少基于信道预测来预测在其上发送信息的信道的信道状态信息;

至少基于预测的信道状态信息确定预编码矩阵以应用到所述信息;以及

至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。

多输入多输出无线通信系统中下行链路调度的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用和要求优先权

[0002] 本申请是 2011 年 10 月 25 日提交的、题为“Downlink Scheduling in Network MIMO Using Two-Stage Channel State Feedback”的美国临时专利申请 No. 61 / 551, 285 的非临时申请,并要求其权益,通过引用将所述申请其整体并入本文。

技术领域

[0003] 所公开的内容一般地涉及无线通信,并且更具体地,涉及对于无线通信的下行链路调度。

背景技术

[0004] 可以采用系统的多输入多输出 (MIMO) 架构以提高宽带无线网络的吞吐量。在传统的蜂窝网络中,邻近小区中的频率复用会导致小区间干扰 (ICI) 和降低性能。为了克服这些问题,可以采用基站 (BS) 协作。例如,假设完美的回程连接,多个小区的网络可以被视为虚拟 MIMO 系统,并且可以通过多个 BS 来共同服务所述多个小区中的移动设备 / 用户。

[0005] 在资源单元中,在一个聚类中的协作基站可以共同地选择一组活跃的移动设备 / 用户。可以为所选择的移动设备 / 用户应用预编码。可以应用预编码,使得以比没有应用预编码的信号的干扰更低的干扰来接收针对每个所选择的移动设备 / 用户的信号。预编码可以是线性预编码,如基于块对角化 (BD) 的 MU-MIMO,其中,每个用户的信号被投影到其它移动设备 / 用户的增广信道矩阵的零空间。可以为带有聚类间协作的聚类 MIMO 网络执行预编码。此外,可以基于 BD 预编码为单一小区多用户 MIMO (MU-MIMO) 网络采用贪婪用户选择算法。然而,上述预编码技术假设在发送器 (CSIT) 处的完美信道状态信息。为了实现、或至少近似 CSIT,采用来自移动设备 / 用户的反馈。不幸的是,由 CSIT 反馈引入的开销限制了 MIMO 系统的性能。对于带有大量移动设备 / 用户的多小区网络,期望进一步降低反馈。审阅以下详细描述之后,技术现状的其它问题和一些各种非限制性实施例的对应的益处可能变得更明显。

发明内容

[0006] 下面给出所公开主题的简化概要,以提供对所公开的主题的一些实施例的基本理解。此概述不是所公开的主题的详尽综述。它既不旨在标识所公开主题的关键或重要元素,也不旨在描绘所公开的主题的范围。其唯一的目的是以简化形式给出所公开主题的一些概念作为稍后给出的更详细描述的序言。

[0007] 在一些实施例中,一种方法包括:在发送器处应用信道预测,该发送器与发送信息给一个或多个移动设备有关;预测在其上发送信息的信道的信道状态信息,所述信道状态信息至少基于信道预测;确定预编码矩阵以应用到所述信息,所述确定至少基于来自所述预测的预测信道状态信息;至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率 (asymptotic ergodic rate) 来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。

[0008] 在一些实施例中,一种设备包括:被配置为在用于将信息发送给一个或多个移动设备的发送器处应用信道预测的信道预测组件;以及被配置为预测在其上发送信息的信道的信道状态信息的信道状态信息预测组件,所述信道状态信息至少基于信道预测。该设备还可以包括:被配置为确定预编码矩阵以应用到所述信息的预编码矩阵组件,其中对所述预编码矩阵的确定至少基于预测的信道状态信息;以及被配置为至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送的调度组件。

[0009] 在一些实施例中,另一种方法包括:获取在其上一个或多个移动设备进行发送的信道的统计信息;至少基于该统计信息确定遍历速率;至少基于所述遍历速率选择用于调度的一个或多个移动设备;以及至少基于信道中的变化调度所述一个或多个移动设备。

[0010] 在一些实施例中,另一种方法包括:在一帧的第一位置处接收来自一个或多个移动设备的帧级反馈;至少基于该帧级反馈确定渐近遍历速率;以及选择所述一个或多个移动设备中的至少一个以在帧期间接收信息的下行链路发送。

[0011] 在一些实施例中,另一种方法包括:选择单用户模式或多用户模式的至少一种,所述选择包括:选择与第一加权渐近遍历速率或第二加权渐近遍历速率中较高的一个相关联的模式;以及调度一个或多个移动设备来以单用户模式或多用户模式中的选定的一种中接收信息。

[0012] 在一些实施例中,描述了一种计算机可读存储介质。所述计算机可读存储介质可以具有计算机可执行指令,所述指令响应于执行,致使包括处理器的计算设备执行操作,所述操作包括:在发送器处应用信道预测,该发送器与发送信息给一个或多个移动设备有关;至少基于信道预测来预测在其上发送信息的信道的信道状态信息;确定预编码矩阵以应用到所述信息,所述确定至少基于预测的信道状态信息;至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。

[0013] 为了实现前述和相关目的,则所公开的主题包括在下文中充分描述的特征。下面的描述和附图详细阐明了所公开的主题的某些说明性实施例。然而,这些实施例是仅指示可以以之采用所公开的主题的原理的各种方式的一小部分。当结合附图考虑时,根据对所公开主题的以下详细描述,所公开的主题的其它实施例、优点和新颖性特征将变得显而易见。附图说明

[0014] 图 1 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性系统的图。

[0015] 图 2 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性中央控制单元的框图的图示。

[0016] 图 3 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进下行链路调度的示例性移动终端的框图的图示。

[0017] 图 4 是根据所公开的主题的各种实施例的可以按照下行链路调度方法发送信息的示例性基站的框图的图示。

[0018] 图 5、6、7、8A 和 8B 是根据所公开的主题的各种实施例的促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性方法的流程图。

[0019] 图 9 是根据所公开的主题的各种实施例的对所选数量的天线的模拟和近似进行比较的总速率与小区边缘信噪比 (SNR) 的关系曲线的示例图。

[0020] 图 10 是根据所公开的主题的各种实施例的总能力与采用下行链路调度的移动设备 / 用户的数量的关系曲线的示例图。

[0021] 图 11 是根据所公开的主题的各种实施例的平均 Jain 公平性指数与采用下行链路调度的观察窗口大小的关系曲线的示例图。

[0022] 图 12 是示出促进本文所述的下行链路调度的合适的操作环境的一个示例性的示意框图。

[0023] 图 13 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进无线网络组件的下行链路调度的示例性电子设备的框图。

具体实施方式

[0024] 现在将参考附图描述所公开的主题,其中全文中相同的附图标记被用来指代相同的元素。在下面的描述中,为了解释的目的,阐述许多具体的细节以便提供对所公开的主题的全面理解。然而,显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实施所公开的主题。在其它实例中,以框图的形式示出公知的结构和设备,以便于描述所公开的主题。

[0025] 如在本申请中所使用,术语“组件”、“系统”、“平台”等可以指代与计算机相关的实体或与具有一个或多个特定的功能的操作机相关的实体。本文所公开的实体可以是硬件、硬件和软件的组合、软件或执行中的软件。例如,组件可以是,但不限于,在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行的线程、程序,和 / 或计算机。通过举例说明的方式,在服务器上运行的应用程序和服务器都可以是组件。一个或多个组件可以驻留在进程和 / 或执行的线程内,并且组件可以位于一台计算机上和 / 或分布在两个或更多计算机之间。另外,这些组件可从在其上存储有各种数据结构的各种计算机可读介质执行。组件可以诸如根据具有一个或多个数据分组的信号(例如,来自与本地系统、分布式系统中的另一组件进行交互的一个组件的数据,和 / 或经由信号跨越诸如因特网的网络与其它系统)经由本地和 / 或远程进程进行通信。

[0026] 此外,术语“或”意指包括性的“或”而非排他性的“或”。也就是说,除非另外指定,或者从上下文可以明确看出,“X 采用 A 或 B”意指任何自然的包括性排列。也就是说,如果 X 采用 A ;X 采用 B ;或者 X 采用 A 和 B ;那么在任何前述情况下,都满足“X 采用 A 或 B”。此外,在本说明书和附图中使用的冠词“一”和“一个”应通常被解释为表示“一个或多个”,除非另有说明或从上下文可以明确看出针对单数形式。

[0027] 此外,像是“用户装备”、“移动站点”、“移动”、“订户站点”、“通信设备”、“接入终端”、“终端”、“手持机”的术语及类似术语指代由无线通信服务的订户或用户利用以接收或传递数据、控制、语音、视频、声音、游戏或基本上任何数据流或信令流的无线设备(例如,蜂窝电话、智能电话、计算机、个人数字助理(PDA)、机顶盒、因特网协议电视(IPTV)、电子游戏设备、多媒体记录器 / 播放器、视频记录器 / 播放器、音频记录器 / 播放器、打印机等)。前述术语在说明书和相关附图中可互换使用。同样,术语“接入点”、“基站”、“节点 B”、“演进型节点 B”、“家庭节点 B(HNB)”等在说明书中可互换使用,并且指代供应和从一组订户站点接收数据、控制、语音、视频、声音、游戏或基本上任何数据流或信令流的无线网络组件或装置。数据和信令流可以是分组的或是基于帧的流。

[0028] 这里公开的系统和方法涉及无线通信系统中的下行链路调度。具体地,下行链路

调度可以采用在其中预测并采用信道状态信息的两阶段的反馈机制。中央控制单元能够将下行链路调度信息通信到发送信息给所选移动设备的一个或多个基站 (BS)。下行链路调度可以基于移动设备的渐近遍历速率。渐近遍历速率可以是大尺度信道特性和该移动设备的最大多普勒频移的函数。

[0029] 为了进行下行链路调度,中央控制单元可以在 BS 处应用信道预测,用于发送信息到一个或多个移动设备,以及预测在其上将发送信息的信道的信道状态信息。信道状态信息可以基于信道预测。中央控制单元还可以确定预编码矩阵以在 BS 发送之前将其应用到所述信息。预编码矩阵可以基于预测的信道状态信息。

[0030] 在各种实施例中,系统和方法可以有利地提供渐近遍历速率作为大尺度衰落和所述一个或多个移动设备的多普勒频移的函数。该系统和方法可以实现具有到移动设备的到中央控制单元的较低的反馈开销的更高的移动设备频谱效率和公平性。

[0031] 现在转到附图,图 1 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性系统的图。系统 100 可以是 MIMO 系统。系统 100 可以包括一个或多个 102、104 和中央控制单元 110。在各种实施例中,系统 100 还可以包括一个或多个移动设备 106、108。基站 102、104,移动设备 106、108 和 / 或中央控制单元 110 可彼此电和 / 或通信地耦合以执行系统 100 的一个或多个功能。

[0032] 该移动设备 106、108 的一个或多个可以包括一个或多个天线。在各种实施例中,移动设备 106、108 可以被配置为发送反馈到所述基站 102、104 的一个或多个和 / 或中央控制单元 110,用于促进本文所述的下行链路调度方法。

[0033] 在一些实施例中,一个或多个移动设备可以包括诸如图 3 所示的结构。图 3 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进下行链路调度的示例性移动终端的框图的图示。

[0034] 如图所示,移动设备 300 可以包括通信元件 302,被配置为在 BS 和 / 或中央控制单元 200 之间发送和 / 或接收信息。例如,通信组件 302 可以发送反馈信息到中央控制单元 200 和 / 或从一个或多个基站接收在下行链路信道上发送的信息。

[0035] 反馈组件 304 可被配置为生成发送到中央控制单元 200 的反馈。

[0036] 调度组件 306 可被配置为接收调度信息,所述调度信息包括但不限于,指示该移动设备可以期望从一个或多个基站接收发送的信息的时间的信息。

[0037] 移动设备 300 还可以包括存储器 308,被配置为存储信息和 / 或计算机可执行指令。

[0038] 移动设备 300 还可以包括微处理器 310,被配置为执行计算机可执行指令以执行移动设备 300 的一个或多个功能。

[0039] 基站 102、104 可以被配置为发送信息到移动设备 106、108 和从移动设备 106、108 接收信息。在各种实施例中,基站 102、104 可以是用于促进 MIMO 架构的多天线基站。在一些实施例中,信息的发送可以根据由中央控制单元 110 所确定的下行链路调度。

[0040] 在一些实施例中,一个或多个基站可以包括诸如图 4 所示的结构。图 4 是根据所公开的主题的各种实施例的可以按照下行链路调度方法发送信息的示例性基站的框图的图示。

[0041] 基站 400 可以包括被配置为在移动设备和 / 或中央控制单元 200 之间发送和 / 或

接收信息的通信组件 402。例如,通信组件 402 可以从中央控制单元 200 接收调度信息和 / 或发送信息到下行链路信道上的移动设备。

[0042] 调度组件 404 可被配置为接收调度信息,所述调度信息包括但不限于,指示时间、帧和 / 或在此期间基站应当发送信息到移动设备的时隙的信息。该调度信息还可以包括标识基站应当向其发送信息的一个或多个移动设备的信息。

[0043] 基站 400 还可以包括存储器 406,被配置为存储信息和 / 或计算机可执行指令。

[0044] 基站 400 还可以包括微处理器 408,被配置为执行计算机可执行指令以执行基站 400 的一个或多个功能。

[0045] 中央控制单元 110 可被配置成确定用于如本文参照图 2 所描述的从基站 102、104 的一个或多个到移动设备 106、108 的一个或多个进行下行链路发送的调度。

[0046] 微处理器 112 可以执行在本公开中参照任何公开的系统 and / 或方法描述的一个或多个功能。存储器 114 可以是计算机可读存储介质,存储计算机可执行指令和 / 或用于执行在本公开中参照所公开的任何系统和 / 或方法描述的功能的信息。例如,如图所示,存储器 114 可以存储由计算设备执行以使得所述计算设备执行本文描述的系统 and / 或方法的操作的计算机可执行指令。在各种实施例中,计算设备可包括,但不限于,基站 102、104 的一个或多个,中央控制单元 110 和 / 或移动设备 106、108 的一个或多个。虽然图 1 示出了在中央控制单元 110 处的微处理器 112 和存储器 114,微处理器 112 和 / 或存储器 114 的一个或多个可通信地耦合到基站 102、104 的一个或多个和 / 或在基站 102、104 的一个或多个之内。

[0047] 图 2 是根据所公开的主题的各种实施例的可以促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性中央控制单元的框图的图示。在一些实施例中,中央控制单元 200 可以是或可以包括图 1 的中央控制单元 110 的结构和 / 或功能的一个或多个。中央控制单元 200 可以包括通信组件 202、信道预测组件 204、信道状态信息预测组件 206、预编码矩阵组件 208、渐近遍历速率计算组件 210、调度组件 212、微处理器 214 和 / 或存储器 216。通信组件 202、信道预测组件 204、信道状态信息预测组件 206、预编码矩阵组件 208、渐近遍历速率计算组件 210、调度组件 212、微处理器 214 和 / 或存储器 216 可以可通信地或电耦合到彼此以执行中央控制单元 200 的一个或多个功能。

[0048] 在一些实施例中,通信组件 202 可以被配置为向和从 MIMO 网络中的一个或多个移动设备或者一个或多个基站发送和 / 或接收信息,所述中央控制单元 200 可通信地耦合到所述 MIMO 网络。例如,通信组件 202 可以从一个或多个移动设备接收反馈信息和 / 或发送用于在基站的一个或多个和移动设备的一个或多个之间进行通信的下行链路调度。

[0049] 信道预测组件 204 可以被配置为在发送器处应用信道预测,用于将信息将信息发送给一个或多个移动设备。

[0050] 信道状态信息预测组件 206 可以被配置为对于在其上发送信息的信道预测信道状态信息,所述信道状态信息至少基于所述信道预测。

[0051] 预编码矩阵组件 208 可被配置成确定预编码矩阵以应用到所述信息。在一些实施例中,预编码矩阵的确定至少基于预测的信道状态信息。

[0052] 调度组件 210 可被配置为调度在下行链路信道上的到一个或多个移动设备的信息的发送。下行链路调度可以至少基于所述一个或多个移动设备的渐近遍历速率。

[0053] 在各个实施例中,中央控制单元 200 的功能可以如下所示。在本公开中使用下面的符号。正常的字母表示标量;并且大写和小写粗体字母分别表示矩阵和向量。此外, $()^T$ 和 $()^H$ 分别代表转置和共轭转置。 $[T]_{(r,c)}$ 表示通过分别选择由向量 r 和 c 作索引的行和列所生成的 T 的子矩阵,而符号“:”被用于表示所有列或所有行。 $E[\cdot]$ 是括号内的变量或表达式的期望值。 I_N 表示与大小为 N 的单位矩阵。

[0054] 在一些实施例中,系统模型和信道预测可以如下所述进行。在一些实施例中,信道预测组件 204 可以执行信道预测和系统建模。

[0055] 接收到的信道模型可以如下。用户 u 的来自所有 B 协作基站的聚合信道系数矩阵可以表示为公式 (1) 所示

[0056] $H_u = [\rho_{u,1} H_{u,1}, \dots, \rho_{u,B} H_{u,B}]$ (1) 其中 $H_{u,b} \in \mathbb{C}^{N_r \times N_t}$ 可以表示与用户 u 和基站 b 相关的小尺度衰落信道矩阵,并且其中, N_t 和 N_r 可以分别是一个基站和一个用户的天线数。变量 $\rho_{u,b}$ 可以代表大尺度衰落行为,包括路径损耗和阴影。 $H_{u,b}$ 中的系数可被建模为广义平稳 (WSS) 窄带复高斯过程。用户 u 的接收到的信号可写为

[0057] $\mathbf{y}_u = \mathbf{H}_u \mathbf{T}_u \mathbf{x}_u + \mathbf{H}_u \sum_{u' \neq u} \mathbf{T}_{u'} \mathbf{x}_{u'} + \mathbf{n}_u$ (2) 其中 $\mathbf{T}_u = [T_{u,1}, \dots, T_{u,B}]$ 可以是具有正交列

的聚合预编码矩阵, \mathbf{x}_u 可以是所发送的信号, \mathbf{n}_u 可以是具有协方差矩阵 $\sigma^2 \mathbf{I}_{N_r}$ 的白复高斯噪声向量。(2) 中的第二项可以表示多用户干扰 (MUI)。在一些实施例中, BD 预编码可以通过预编码矩阵组件 208 来执行。具有 BD 预编码和完美 CSIT, 在一些实施例中,可以通过在其它同时或并发地选择的移动设备 / 用户的增广信道矩阵的零空间上发送一个用户的信号来消除 MUI。

[0058] 在本文描述的实施例中,可以应用信道预测以产生虚拟信道系数矩阵,其可被采用以在发送一个或多个码元之前确定预编码矩阵。在一些实施例中,可以应用信道预测以产生虚拟信道系数矩阵,其可被采用以在发送每个码元之前确定预编码矩阵。在一些实施例中,由于信道预测不准确性, MUI 没有被完全地取消,这将在下面讨论。

[0059] 在一些实施例中,用于信道预测的自回归模型可以如下。在一些实施例中, CSIT 可以由信道状态预测组件 206 进行预测。可以采用该 CSIT 用于在发送之前进行预编码。自回归 (AR) 模型可以基于先前的信道反馈以预测一个或多个未来时隙的信道系数。例如,在一些实施例中,具有瑞利衰落的 MIMO 信道可以被建模。变量 $h^{r,t}(n)$ 可以是时隙 n 中链路 (r, t) 的小尺度信道系数,并且 Jake 的模型可以如下在等式 (3) 中所示,通过该模型将信道系数的自相关函数 (ACF) 描述为码元差 m 的函数:

$$[0060] \quad \phi_u^{r,t}(m) = E[h^{r,t}(n)h^{r,tH}(n+m)] = J_0(2\pi f_d T_{slot} m) \quad (3)$$

[0061] 其中 $J_0(\cdot)$ 可表示阶数 (order) 为 0 的第一种贝塞尔函数, T_{slot} 可以是时隙持续时间,并且 f_d 可以最大多普勒频移。信道变化的动态系统可以建模为阶数为 p 的 AR 过程,如公式 (4) 所示:

$$[0062] \quad h_u^{r,t}(n) = \sum_{i=1}^p a_{i,u} h_u^{r,t}(n-i) + v_u^{r,t}(n) \quad (4)$$

[0063] 其中 $a_{i,u}$ 是 AR 过程的系数。在一些实施例中,这些系数可通过求解 Yule-Walker 方程来确定,并且该预测误差 $v_u^{r,t}(n)$ 可以是以由公式 (5) 表示的方差 σ_v^2 分布的零均值高斯:

$$[0064] \quad \varepsilon_u^2 = \phi_u^{r,t}(0) + \sum_{i=1}^p a_{i,u} \phi_u^{r,t}(i) \quad (5)$$

[0065] 应用信道预测模型,实际的信道矩阵 H_u 可以表示为如公式 (6) 所示:

$$[0066] \quad \mathbf{H}_u = \mathbf{H}_u^{(P)} + \mathbf{E}_u \quad (6)$$

[0067] 其中 $\mathbf{H}_u^{(P)}$ 和 \mathbf{E}_u 可以分别是预测的信道和信道预测误差矩阵。类似于公式 (1), 这两个矩阵可表示为如公式 (7) 和 (8) 所示:

$$[0068] \quad \mathbf{H}_u^{(P)} = [\rho_{u,1} \mathbf{H}_{u,1}^{(P)} \cdots \rho_{u,B} \mathbf{H}_{u,B}^{(P)}] \quad (7)$$

$$[0069] \quad \mathbf{E}_u = [\rho_{u,1} \mathbf{E}_{u,1} \cdots \rho_{u,B} \mathbf{E}_{u,B}] \quad (8)$$

[0070] $\mathbf{H}_u^{(P)}$ 和 \mathbf{E}_u 中的元素可以分别表示具有方差 $1 - \varepsilon_u^2$ 和 ε_u^2 的零均值高斯随机变量。较高的最大多普勒频移可以对应于更高的 ε_u^2 。另外,在本实施例中,可以假设接收器处的完美信道估计和完美反馈。如果考虑信道估计或反馈误差,则可以应用卡尔曼滤波器。

[0071] 在一些实施例中,渐近遍历速率计算组件 210 可以如下进行渐近遍历速率分析。具体而言,对于单用户 (SU) 和多用户 (MU) 情况下网络 MIMO 系统的渐近遍历能力分析可以如所描述的那样。在一些实施例中,为了更好的易处理性,可以应用一个或多个集群中的总功率约束 (TPC) 来代替每一 BS 的功率约束 (PBPC)。在一些实施例中,为了更好的易处理性,可以应用每个集群中的总功率约束 (TPC) 来代替每一 BS 的功率约束 (PBPC)。具有用于每个流的 TPC 和相等的功率分配,对于所有用户 u 可以由 $\gamma = P / (N_t M)$ 给出一个流的发送功率,其中可以假设为总共 M 个选定的移动设备 / 用户中的每一个分配集群功率约束 P 、 N_t 流。在一些实施例中,渐近速率可以表示为信道的大尺度衰落行为和多普勒频移的函数。

[0072] 在一些实施例中,用于近似等效的信道矩阵的模型可以如下。对于具有独立同分布 (i. i. d.) 的高斯信道系数的单小区 MIMO 系统,可以分析渐近速率。为了找到其中聚合信道矩阵的元素并不总是独立同分布高斯随机变量的网络 MIMO 系统的渐近遍历速率,网络 MIMO 信道矩阵可以被转化成虚拟单小区 MIMO 信道。

[0073] 可以采用下面的定义。定义 1: 令 $\mathbf{z}_i \in \mathbb{C}^{q \times 1}$, $i=1, \dots, L$ 是具有零均值和协方差矩阵 \mathbf{C} 多元正态分布向量,并且 \mathbf{Z} 代表由列向量 \mathbf{z}_i 组成的 $q \times L$ 矩阵,则矩阵 $\mathbf{Z}\mathbf{Z}^H$ 具有带有协方差矩阵 \mathbf{C} 和 L 自由度的中心 Wishart 分布,记作 $\mathbf{Z}\mathbf{Z}^H: \text{CW}_L(0, \mathbf{C})$ 。 $\mathbf{H}_u \mathbf{H}_u^H = \sum_{b=1}^B \rho_{u,b}^2 \mathbf{H}_{u,b} \mathbf{H}_{u,b}^H$ 可以是中心 Wishart 矩阵的线性组合,并且行向量可以具有相同的协方差矩阵。

[0074] 所述分布可近似为如公式 (9)、(10) 和 (11) 所示:

$$[0075] \quad \mathbf{H}_u \mathbf{H}_u^H \sim \text{CW}_{N_t, u} (0, \rho_u \mathbf{I}_{N_t}) \quad (9)$$

$$[0076] \quad \text{其中 } \hat{N}_{t, u} = N_t \left[\frac{(\sum_b^B \rho_{u,b})^2}{\sum_b^B \rho_{u,b}^2} \right] \quad (10)$$

$$[0077] \quad \text{并且 } \rho_u = \left(\frac{\sum_b^B \rho_{u,b}^2}{\sum_b^B \rho_{u,b}} \right) \quad (11)$$

[0078] 上面的近似可以被解释为,如果所述移动设备正与带有 $\hat{N}_{t, u}$ 个发射天线的虚拟 BS 与进行通信,则该信道可以被建模为等效的 $N_t \times \hat{N}_{t, u}$ 信道矩阵 $\rho_u \hat{\mathbf{H}}_u$, 其中 $\hat{\mathbf{H}}_u$ 可以是等效的

小尺度衰落矩阵,并且 ρ_u 可以是等效的大尺度衰落参数。因为 ρ_u 可以通过来自不同的 BS 的大尺度衰落增益来确定, ρ_u 可以被看作是移动设备实际上是由来自具有较大的 $\rho_{u,b}$ 的 BS 的天线服务的。

[0079] 在一些实施例中, SU-MIMO 的渐近速率可以如下。在一些实施例中,可以为其中在多小区网络中仅服务单个移动设备的实例采用方法。定理 1 可以用于这些实施例。定理 1: 在单个移动设备网络 MIMO 发送下,由于 $BN_t, N_r \rightarrow \infty$ 具有 $BN_t / Nr = \beta$, 具有归一化热噪声功率的渐近遍历速率可以由公式 (12) 进行近似:

$$\begin{aligned} & \frac{C_{su}(\beta, \gamma)}{N_r} = \log \left[1 + \beta \gamma - F(\beta, \gamma) \right] + \\ [0080] & \beta \log_2 \left[1 + \beta \gamma - F(\beta, \gamma) \right] - \log_2(e) F(\beta, \gamma) \end{aligned} \quad (12)$$

$$[0081] \quad \text{其中 } F(x, y) = \frac{1}{4} \left[\sqrt{1 + y(1 + \sqrt{x})^2} - \sqrt{1 + y(1 - \sqrt{x})^2} \right]^2$$

$$[0082] \quad \hat{\beta} = (N_{t,u} / N_{t,u}) \beta = \hat{N}_{t,u} / N_r, \quad \hat{\gamma} = \rho_u^2 \gamma$$

[0083] 证明可以如下。Proof: 构造一个具有大小 $N_r \times \hat{N}_t$ 的等效小尺度信道矩阵 \hat{H}_u 和具有单位方差的 i. i. d. 零均值高斯元素。不具有 CSIT 的遍历速率可以写为公式如 (13) 所示:

$$[0084] \quad C_{noCSIT} = E \left[\log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_r} + \frac{\gamma}{N_{t,u}} \mathbf{H}_u \mathbf{H}_u^H \right) \right] \quad (13)$$

[0085] 然后,可以采用用于 SU-MIMO 的渐近遍历能力公式以获得公式 (14):

$$\begin{aligned} & \frac{C_{noCSIT}(\beta, \gamma)}{N_r} = \log \left[1 + \gamma - F(\beta, \gamma / \beta) \right] \\ [0086] & + \beta \log_2 \left[1 + \gamma / \beta - F(\beta, \gamma / \beta) \right] - \beta \frac{\log_2(e)}{\gamma} F(\beta, \gamma / \beta) \end{aligned} \quad (14)$$

[0087] 对于 $\hat{N}_{t,u} > N_r$, 发送功率可被集中在 N_r 个非零本征模式上以提高能力。具有预测的 CSIT, 在一些实施例中不能找到最优注水 (water-filling) 功率分配。因此,可以识别一个更简单的方法来平均分配功率给非零本征模式,然后可以得出 $C_{su} = C_{noCSIT}(\hat{\beta}, \hat{\beta} \hat{\gamma})$ 。

[0088] 在一些实施例中,用于多用户 MIMO 的渐近速率可以如下。在一些实施例中,基于所预测的 CSIT,如 $\mathbf{T}_u^{(P)}$, 可以设计用于移动设备 / 用户 u 的 BD 预编码器。在一些实施例中, BD 预编码器可以通过预编码矩阵组件 208 实现。在一些实施例中, CSIT 可以通过信道状态信息预测组件 206 进行预测。

[0089] 接收到的信号可以被重写为如公式 (15) 所示:

$$[0090] \quad \mathbf{y}_u = \mathbf{H}_u \mathbf{T}_u^{(P)} \mathbf{x}_u + \mathbf{E}_u \sum_{u' \neq u} \mathbf{T}_{u'}^{(P)} \mathbf{x}_{u'} + \mathbf{n}_u \quad (15)$$

[0091] 移动设备 / 用户 u 的可实现的速率可以由公式 (16) 表示如下。

$$[0092] \quad R_u^{(P)} = E \left\{ \log_2 \det \left(\mathbf{I} + \gamma_u \mathbf{H}_u \mathbf{T}_u^{(P)} \mathbf{T}_u^{(P)H} \mathbf{H}_u^H \mathbf{R}_u^{-1} \right) \right\} \quad (16)$$

[0093] 其中 \mathbf{R}_u^{-1} 是由公式 (17) 给出的干扰加噪声的协方差矩阵

$$[0094] \quad \mathbf{R}_u = \mathbf{E}_u \left(\sum_{u' \neq u} \gamma_{u'} \mathbf{T}_{u'}^{(P)} \mathbf{T}_{u'}^{(P)H} \right) \mathbf{E}_u^H + \sigma^2 \mathbf{I}_{N_r} \quad (17)$$

[0095] 在推导 MU-MIMO 情况下的渐近速率之前, 可以采用下面的引理。

[0096] 引理 1: 考虑 N 个复杂随机变量 x_i , $i = 1, \dots, N$ 且 $\sum_{i=1}^N \|x_i\|^2 = 1$ 。如果 $\|x_i\|^2$ 是独立均匀分布的, 随着 $N \rightarrow \infty$, K 个随机选取 $\|x_k\|^2$ 的总和的分布集中到 K/N 。

[0097] 定理 2: 对于具有不完美 CSIT 的网络 MIMO 系统, MU 模式中可实现速率的渐近结果可近似为如公式 (18) 所示

$$[0098] \quad \frac{R_u}{N_r} \approx \sum_{u' \neq u} \log_2 \left(\frac{1 + N_r \rho_u^2 \gamma_{u'} \kappa \varepsilon_u^2 \eta_1}{1 + N_r \rho_u^2 \gamma_{u'} \kappa \varepsilon_u^2 \eta_2} \right) + \log_2(1 + N_r \gamma_u \rho_u^2 \kappa \eta_1) + \log_2 \frac{\eta_2}{\eta_1} + (\eta_2 - \eta_1) \log_2 e \quad (18)$$

[0099] 其中 γ_u 可以是归一化热噪声下的移动设备 / 用户 u 的数据流的发送功率。证明 Pro of 中给出了变量 κ , η_1 和 η_2 。使用 Wishart 矩阵近似, 移动设备 / 用户 u 的接收到的信号可以被重写为如公式 (19) 所示

$$[0100] \quad \mathbf{y}_u = \mathbf{H}_u \mathbf{T}_u^{(P)} \mathbf{x}_u + \mathbf{E}_u \sum_{u' \neq u} \mathbf{T}_{u'}^{(P)} \mathbf{x}_{u'} + \mathbf{n}_u \quad (19)$$

[0101] 其中 $\hat{\mathbf{H}}_u$ 可以是大小为 $N_r \times \hat{N}_{t,u}$ 的等效信道矩阵, 并且 $\hat{\mathbf{T}}_u$ 可以是 $\hat{N}_{t,u} \times N_r$ 的等效预编码矩阵以匹配 $\hat{\mathbf{H}}_u$ 。令 $\mathbf{g} = [\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_{N_{t,u}}]$ 为由最大的大尺度衰落系数组成的列索引。可以通过从 $N_r \times N_{t,u}$ 的预编码矩阵 $\mathbf{T}_u^{(P)}$ 中选择相应的行来给出等效预编码矩阵, 即, $\hat{\mathbf{T}}_u = [\mathbf{T}_u^{(P)}]_{(\mathbf{g}, \cdot)}$ 。利用与应用到信道矩阵的近似方法类似的方法, 等效 CSIT 误差矩阵 $\hat{\mathbf{E}}_u \in \mathbb{C}^{N_r \times \hat{N}_{t,u}}$ 可以具有带有方差 ε_u^2 的零均值高斯分布的元素。将 MUI 视作噪音, 移动设备 / 用户 u 的可实现的速率可以被重写为如公式 (20) 所示

$$[0102] \quad R_u = E \left[\log_2 \det \left(\hat{\mathbf{R}}_u + \gamma_u \rho_u^2 \mathbf{H}_{\text{eff},u} \mathbf{H}_{\text{eff},u}^H \right) \right] - E \left[\log_2 \det(\hat{\mathbf{R}}_u) \right] \quad (20)$$

[0103] 其中 $\mathbf{H}_{\text{eff},u} = \hat{\mathbf{H}}_u \hat{\mathbf{T}}_u$ 可以是移动设备 / 用户 u 的有效的小尺度信道矩阵,

[0104] 并且 $\hat{\mathbf{R}}_u$ 可以是如公式 (21) 所示的等效干扰加噪声协方差矩阵:

[0105]

$$\hat{\mathbf{R}}_u = \mathbf{I}_{N_r} + \hat{\mathbf{E}}_u \left[\sum_{u' \neq u} \gamma_{u'} \rho_u^2 \hat{\mathbf{T}}_{u'} \hat{\mathbf{T}}_{u'}^H \right] \hat{\mathbf{E}}_u^H \quad (21)$$

[0106] 因为 $\hat{\mathbf{T}}_u$ 是独立于 $\hat{\mathbf{H}}_u$ 的, $\mathbf{H}_{\text{eff},u}$ 中的元素是独立同分布标准高斯随机变量的线性组合, 其是以等于所述线性组合中的系数的平方的总和的方差进行零均值高斯分布的。令 \mathbf{t}_i 是 $\mathbf{T}_u^{(P)}$ 的第 i 列, 在一些实施例中, 如果没有小尺度衰落行为的知识, \mathbf{t}_i 的元素可以被假设为独立均匀分布的。可以选择 $\mathbf{T}_u^{(P)}$ 的相应行以形成等效预编码器 $\hat{\mathbf{T}}_u$ 。令 $\hat{\mathbf{t}}_i$ 是 $\hat{\mathbf{T}}_u$ 的第 i 列, 由引理 1、公式 (22) 可产生

$$[0107] \quad \|\hat{\mathbf{t}}_i\|^2 = \hat{t}_{i,g_1} \hat{t}_{g_1,i}^H + \dots + \hat{t}_{i,g_{N_t}} \hat{t}_{g_{N_t},i}^H \approx N_{t,u} / (BN_t) = \kappa \quad (22)$$

[0108] 并且由此公式 (23) 产生

$$[0109] \quad \mathbf{H}_{\text{eff},u} : \text{CN}(\mathbf{0}_{N_r}, \kappa \mathbf{I}_{N_r}) \quad (23)$$

[0110] 类似地, 有效信道误差矩阵 $\mathbf{E}_{\text{eff},u'} = \mathbf{E}_u \hat{\mathbf{T}}_{u'}$ 可以分布为如公式 (24) 所下

$$[0111] \quad \mathbf{E}_{\text{eff},u'} : \text{CN}(\mathbf{0}_{N_r}, \kappa \varepsilon_u^2 \mathbf{I}_{N_r}) \quad (24)$$

[0112] 公式 (20) 中的遍历速率方程可以被解释为干扰下的 MIMO 信道的速率, 则可以得到公式 (18), 其中 η_1 和 η_2 可以是公式 (25) 和 (26) 的解:

$$[0113] \quad \eta_1 + \frac{N_r \gamma_u \rho_u^2 \kappa \eta_1}{N_r \gamma_u \rho_u^2 \kappa \eta_1 + 1} + \sum_{u'=u} \frac{N_r \gamma_{u'} \rho_{u'}^2 \kappa \varepsilon_u^2 \eta_1}{N_r \gamma_{u'} \rho_{u'}^2 \kappa \varepsilon_u^2 \eta_1 + 1} = 1 \quad (25)$$

$$[0114] \quad \eta_2 + \sum_{u'=u} \frac{N_r \gamma_{u'} \rho_{u'}^2 \kappa \varepsilon_u^2 \eta_2}{N_r \gamma_{u'} \rho_{u'}^2 \kappa \varepsilon_u^2 \eta_2 + 1} = 1 \quad (26)$$

[0115] 为了验证等效信道矩阵的准确性, 可以考虑三个相邻 BS 的集群, 其中该集群的每个小区被分为三个扇区。天线的数量可以给定 $N_t=4$ 和 $N_r=2$, 并且 6 个移动设备 / 用户可随机地位于由集群中心处的三个扇区所覆盖的区域中。在一些实施例中, 可以假定移动设备 / 用户以 10 公里 / 小时的速度移动, 并且可以采用 2 阶 AR 模型。当一个 BS 以满功率进行发送而其它 BS 关闭时, 小区边缘 SNR 可以被定义为在小区边缘处接收到白 SNR。

[0116] 图 9 是根据所公开的主题的各种实施例的对所选数量的天线的模拟和近似进行比较的总速率与小区边缘 SNR 的关系曲线的示例图。在所示的实施例中, $N_t=4$ 且 $N_r=2$ 。相较于模拟的渐近结果可以如图所示。如图所示, 渐进和模拟结果之间的最大差值是 20% 左右。示于图 9 的结果也可以意味着对于 SU / MU 模式, 可以采用一些模式切换用于改变 SNR 和多普勒频移。

[0117] 调度组件 212 可以执行调度。在一些实施例中, 可以经由中央控制单元 200 的通信组件 202 接收两阶段反馈, 并且所述调度部件 212 可以如下将信息调度到一个或多个移动设备 / 用户。

[0118] 这个两阶段反馈方法可以采用可以用于移动设备 / 用户调度的帧级反馈。在一些实施例中, 帧级反馈可以从移动设备 / 用户发送至中央控制单元 200。例如, 在每帧的开始, 每个移动设备 / 用户可以从移动设备 / 用户的所有协作 BS 发送平均 SNR, 并且还可以发送最大多普勒频移。例如, 移动设备 / 用户的平均 SNR、最大多普勒频移可以被发送到中央控制单元 200。基于这样的信息, 渐近遍历速率计算组件 210 可以为每个移动设备 / 用户评估渐近遍历速率, 并且可以选择一组移动设备 / 用户以在当前帧期间接收下行链路上的信

息。

[0119] 为了跟踪小尺度行为,可以从移动设备 / 用户向中央控制单元发送这个两阶段反馈的第二阶段。反馈的第二阶段可以是时隙级反馈。时隙级反馈可以在每帧中被应用到所选择的移动设备 / 用户。每个时隙的最后一个码元 (其可以被视为导引码元) 处的小尺度信道系数可以被发送到中央控制单元。可以使用上述在信道预测中采用的 AR 模型中描述的 AR 模型来预测下一时隙的导引码元处的信道系数。下一时隙中码元的预测的信道系数可以用内插法得到,并且可以被用于计算预编码器。信道系数的更新通常只占用有限的上行链路带宽,因为所选的移动设备 / 用户的数量通常相较于移动设备 / 用户总数少得多。

[0120] 考虑了网络 MIMO 系统的一组信道矩阵 $\{\mathbf{H}_u\}_{u=1}^U$ 。令 $U = \{1, 2, \dots, U\}$ 表示该组的所有移动设备 / 用户,并且 U_i 是 U 的一个子集,其中 U_i 的基数可以小于或等于同时的移动设备 / 用户的最大数目,如果应用 BD 预编码它等于 $M = \lfloor BN_i / N_r \rfloor$ 。

[0121] 表 1 示出了可以由中央控制单元 200 的调度组件 212 执行的用于对所选移动设备 / 用户进行下行链路调度的一个或多个操作的伪代码。在一些实施例中,表 1 的伪代码可以是每个帧的调度算法。

	<p>1. 每个移动设备/用户 u, 计算 SU 模式和 MU 模式的渐近遍历速率, 分别表示为 $R_{su}^{asym}(u)$ 和 $R_{mu}^{asym}(u)$。</p>
<p>[0122]</p>	<p>2. 根据加权的遍历速率： $S_{su} = \arg \max_{u \in U} R_{su}^{asym}(u), S_{mu} = \arg \max_{U_i \subseteq U} \sum_{u \in U_i} R_{mu}^{asym}(u)$, 找出 SU 模式中的最佳移动设备/用户, 以及 MU 模式中的最佳的一组移动设备/用户。</p>
	<p>3. 选择给出较高的渐近遍历速率的服务模式, 也就是说, 通过下式调度所述一组 (多个) 用户 S:</p> $S = \begin{cases} S_{su}, & \text{如果 } \sum_{u \in S_{mu}} \mu_u R_{mu}(u) < R_{su}(S_{su}) \\ S_{mu}, & \text{否则} \end{cases}$

[0123] 表 1: 移动设备 / 用户调度算法

[0124] 通过改变加权系数 $\mu_u(t)$, 可以设计不同的调度器。在各种实施例中, 如果 $\mu_u(t) = 1, \forall u$, 则调度组件 212 可以是最大和速率调度器 (MSRS), 并且如果 $\mu_u(t) = 1 / \bar{R}_u(t), \forall u$, 则调度组件 212 可以是比例公平调度器 (proportional fair scheduler, PFS)。在各种实施例中, $\bar{R}_u(t)$ 可以是时间滑动窗口内的平均速率。

[0125] 图 5、6、7、8A 和 8B 是根据所公开的主题的各种实施例的促进在无线通信系统中的下行链路调度的示例性方法的流程图。

[0126] 首先转到图 5, 在 502, 方法 500 可以包括在发送器处应用信道预测, 以将信息发送给一个或多个移动设备。

[0127] 在 504, 方法 500 可包括预测在其上发送信息的信道的信道状态信息, 所述信道状态信息至少基于信道预测。在一些实施例中, 在发送器处应用信道预测可以包括在基站处

应用信道预测。

[0128] 在 506, 方法 500 可以包括确定预编码矩阵以应用到所述信息, 所述确定预编码矩阵至少基于预测的信道状态信息。

[0129] 在 508, 方法 500 可以包括至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。在一些实施例中, 至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送包括至少基于大尺度信道行为调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。在一些实施例中, 至少基于一个或多个移动设备的渐近遍历速率来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送进一步包括至少基于所述一个或多个移动设备的最大多普勒频移来调度到所述一个或多个移动设备的信息的发送。

[0130] 图 6 是对于调度一个或多个移动设备的方法的说明。在 602, 方法 600 可以包括获得一个或多个移动设备在其上进行发送的信道的统计信息。在 604, 方法 600 可包括至少基于该统计信息确定遍历速率。

[0131] 在 606, 方法 600 可包括至少基于该遍历速率选择用于调度的一个或多个移动设备。

[0132] 在 608, 方法 600 可包括至少基于信道中的变化调度该一个或多个移动设备。

[0133] 在一些实施例中, 虽然没有示出, 方法 600 还可以包括对于所选用于调度的一个或多个移动设备执行信道预测。执行信道预测可以包括至少基于自回归模型来执行信道预测。

[0134] 在一些实施例中, 虽然没有示出, 方法 600 可以包括在对一个或多个移动设备进行调度的一个或多个未来时隙中预测信道状态信息。

[0135] 图 7 是对于基于两阶段反馈方法调度下行链路发送信息到一个或多个移动设备的方法的说明

[0136] 在 702, 方法 700 可以包括在一帧中的第一位置处接收来自一个或多个移动设备的帧级反馈。在一些实施例中, 接收帧级反馈可以包括: 从所述一个或多个移动设备接收信噪比 (SNR) 信息, 该 SNR 来自一个或多个协作基站; 以及从一个或多个移动设备接收多普勒频移信息。在一些实施例中, 接收 SNR 可包括接收平均 SNR。在一些实施例中, 接收多普勒频移信息可包括接收最大多普勒频移。

[0137] 在 704, 方法 700 可以包括至少基于帧级反馈确定渐近遍历速率。在 706, 方法 700 可以包括选择一个或多个移动设备中的至少一个以在帧期间接收信息的下行链路发送。

[0138] 在一些实施例中, 虽然没有示出, 方法 700 可以包括从所选的用于在帧期间进行发送的一个或多个移动设备的至少一个接收时隙级反馈。时隙级反馈可以包括在帧的一个时隙的一个码元处的信道系数。在一些实施例中, 时隙的码元至少是帧的时隙的最后一个码元或者导引码元之

[0139] 在一些实施例中, 方法 700 还可以包括应用时隙级反馈。

[0140] 在各种实施例中, 方法 700 可以包括在下一时隙的码元处预测信道系数, 该预测基于为其预测信道系数的信道的模型。在一些实施例中, 预测是基于信道的自回归模型。在一些实施例中, 在下一时隙中预测信道系数是基于内插。

[0141] 在各种实施例中, 方法 700 还可以包括基于为下一时隙预测的信道系数计算预编

码器。

[0142] 现在转向图 8A 和 8B, 方法 800 可以如下。在 802, 方法 800 可包括对于在其中调度一个或多个移动设备的帧计算一个或多个移动设备的单用户模式和多用户模式的渐近遍历速率。

[0143] 在 804, 方法 800 可包括至少基于该渐近遍历速率对于该帧计算加权的遍历速率。在一些实施例中, 计算加权的遍历速率可以包括为渐近遍历速率加权与最大总和速率调度相关联加权因子。在一些实施例中, 计算加权的遍历速率包括为渐近遍历速率加权与比例公平调度相关联的加权因子。

[0144] 在 806, 方法 800 可以包括选择单用户模式下的一个移动设备, 并选择多用户模式下的一组移动设备, 选择所述移动设备和所述选择一组移动设备至少是基于所述加权的遍历速率。

[0145] 在 808, 方法 800 可包括确定与单用户模式相关联的第一加权渐近遍历速率。在 810, 方法 800 可包括确定与多用户模式相关联的第二加权渐近遍历速率。

[0146] 在 812, 方法 800 可包括选择或单用户模式或多用户模式中的至少一个, 所述选择包括选择与第一加权渐近遍历速率和第二加权渐近遍历速率中较高的一个相关联的模式。

[0147] 在 814, 方法 800 可包括调度所述一个或多个移动设备来以单用户模式或多用户模式中的所选的一个接收信息。

[0148] 为了简化说明, 该方法被描绘和描述为一系列动作。但是应当理解和意识到本主题公开的各个实施例不受所说明的动作和 / 或动作的页序的限制, 例如, 动作可以按各种页序和 / 或同时发生, 并且与其他没有在这里提出和本文的动作一起。此外, 并非需要所有所示出的动作以实现根据所公开的主题的方法。此外, 本领域技术人员将理解和意识到所述方法可被以状态图或事件的方式替换地表示为一系列相互关联的状态。此外, 应进一步意识到, 在下文和整个说明书中所公开的方法能够被存储在制品上, 以便便于传输和转移这些方法到计算机。如本文所使用的, 术语制品, 可以包含可从任何计算机可读设备、载体或介质访问的计算机程序。

[0149] 图 9、10 和 11 示出了根据所公开的主题的实施例的示例性模拟和数字结果。首先转到图 9, 图 9 是根据所公开的主题的各种实施例的对所选数量的天线的模拟和近似进行比较的总速率与小区边缘信噪比 (SNR) 的关系曲线的示例图。

[0150] 对于具有与图 9 相同设置的集群的不同的调度方法的性能可以在下面进行说明。模拟过程被划分为 10000 帧, 并且假设在一帧之内, 大尺度衰落行为和移动设备 / 用户的速度是大约恒定的。可以定义该帧结构, 使得在一帧中有 10 个时隙。在一些实施例中, 该 10 个时隙的每一个包括 10 个码元, 码元持续时间约为 10^{-4} 秒。可以假设移动设备 / 用户以约在 0-40 公里 / 小时之间的速度随机移动。可以假设一个 2 阶 AR 模型用于时隙级 CSIT 预测。

[0151] 在各种实施例中, 可以为性能比较考虑下面的调度方法。在一些实施例中, 可以比较具有瞬时 CSI 的机会调度 (Opportunistic Scheduling with Instantaneous CSI, OSICSI)。在一些实施例中, 对于集群中的所有基站, CSIT 可以是完全已知的, 可以以贪婪方式选择为每个码元所调度的移动设备 / 用户, 以最大化加权的总速率。也可以比较具有预测 CSI 的机会调度 (Opportunistic Scheduling with Predicted CSI, OSPCSI)。该

OSPCSI 可以包括贪婪的总速率最大化机会调度器,而移动设备 / 用户的选择是基于所预测的 CSIT。

[0152] 图 10 是根据所公开的主题的各种实施例的总能力与采用下行链路调度的移动设备 / 用户的数量的关系曲线的示例图。在一些实施例中,总速率可以如下。该图说明了相较于 OSICSI 和 OSPCSI 方法的本文所述的不同的调度方法的总速率。对于所有的方法,总速率随着移动设备 / 用户数量的增加而增大,并且作为多用户分集效应的结果而逐渐饱和。利用不完美的每码元 CSIT,OSPCSI 方法的性能在于 OSICSI 方法和 MSRS 之间。即使利用“粗糙”移动设备 / 用户选择和不完美 CSIT,MSRS 也表现良好,同时反馈量大大减少。例如,在 15dB 的边缘 SNR 处并且一共 15 个移动设备 / 用户的情况下,MSRS 分别达到 OSICSI 和 OSPCSI 方法的总速率的 73% 和 90%。多用户分集效应对于 PFS 不是很明显,因为它并不总是选择在最好信道条件下的移动设备 / 用户。

[0153] 图 11 是根据所公开的主题的各种实施例的平均 Jain 公平性指数与采用下行链路调度的观察窗口大小的关系曲线的示例图。可以如下考虑公平性。该图示出了平均 Jain 公平性指数与观察窗口的大小的关系曲线。在各种实施例中,可以采用 Jain 公平性指数用于公平性比较。图 12 中描绘了 Jain 公平性指数与按时隙变化的窗口大小的关系曲线,其中边缘信噪比为 15dB 并且一共有 30 个移动设备 / 用户。虽然图 12 所示的模拟结果采用 Jain 公平性指数,但在其它实施例中,可以采用任何数量的其它不同类型的公平性指数和 / 或其公平性比较方法。

[0154] 正如预期的那样,这两个总速率最大化算法 (MSRS 和 OSPCSI) 存在公平性上的大的损失。对于 PFS,对于小的窗口大小来说平均公平性较差,但长期公平性是相当不错的。

[0155] 图 12 示出了用于实现本文所描述的各种实施例的示例性环境 1200。该示例性环境可以包括计算机 1202。计算机 1202 可以包括处理单元 1204,系统存储器 1206 和系统总线 1208。系统总线 1208 可以耦接各种系统组件,包括但不限于,将系统存储器 1206 耦接到处理单元 1204。该处理单元 1204 可以是各种处理器。在一些实施例中,也可采用双微处理器和其它多处理器架构作为处理单元 1204。

[0156] 系统总线 1208 可以是能够使用任何总线架构互连到存储器总线 (带有或没有存储器控制器)、外围总线以及局部总线的几种类型的总线结构的任何一种。系统存储器 1206 可以包括只读存储器 (ROM) 1210 和随机存取存储器 (RAM) 1212。基本输入 / 输出系统 (BIOS) 被存储在非易失性存储器中,如 ROM、可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)。BIOS 可以包含有助于诸如在启动过程中在计算机 1202 内的元件之间传输信息的基本例程。RAM 1212 还可以包括高速 RAM,如用于缓存数据的静态 RAM。

[0157] 计算机 1202 还可以包括内置硬盘驱动器 (HDD) 1214 (例如,EIDE、SATA)。内置硬盘驱动器 1214 也可以在合适的机壳 (未示出) 内被配置成用于外部使用。计算机 1202 还可以包括磁性软盘驱动器 (FDD) 1216, (例如,读取或写入到可移除磁盘 1218) 和光盘驱动器 1220, (例如,读取 CD-ROM 盘 1222 或,读取或写入到诸如 DVD 的其它大容量光学介质)。硬盘驱动器 1214、磁盘驱动器 1216 和 / 或光盘驱动器 1220 可以通过硬盘驱动器接口 1224、磁盘驱动器接口 1226 和 / 或光盘驱动器接口 1228 连接到系统总线 1208。用于外置驱动器实现的接口 1224 可以包括,但不限于,通用串行总线 (USB) 和 IEEE1394 接口技术。其它外置驱动器连接技术也在本文所公开的主题的构思之内。

[0158] 这些驱动器及其相关联的计算机可读介质可提供数据,数据结构和 / 或计算机可执行指令的非易失性存储。对于计算机 1202,驱动器和介质可以容纳以适当的数字格式的任何数据的存储。尽管上述对于计算机可读介质的描述涉及 HDD、可移除磁盘和 / 或可移除光学介质,如 CD 或 DVD,本领域技术人员应当理解,在示例性操作环境中也可以使用计算机可读的其它类型的介质(例如,zip 驱动器、盒式磁带、闪存卡,盒式磁盘),并且进一步地,任何这样的介质可包含用于执行各种实施例的方法和 / 或实现各种实施例的系统的计算机可执行指令。

[0159] 许多程序模块可以存储在驱动器和 RAM1212 中,包括操作系统 1230、一个或多个应用程序 1232、其它程序模块 1234 和 / 或程序数据 1236。操作系统、应用程序、模块和 / 或数据的所有或部分也可以被缓存在 RAM1212 中。可以理解,可以用各种不同的操作系统或它们的组合来实现各个实施例。

[0160] 用户可以通过一个或多个有线 / 无线输入设备(例如,键盘 1238 和指向设备,如鼠标 1240)来将命令和信息输入到计算机 1202。其它输入设备(未示出)可包括麦克风、IR 遥控器、操纵杆、游戏手柄、指示笔、触摸屏等等。在一些实施例中,这些和其它输入设备可以通过耦接到系统总线 1208 的输入设备接口 1242 连接到处理单元 1204。在其它实施例中,输入设备可以经由其它接口(例如,并行端口、IEEE1394 串行端口、游戏端口、USB 端口、IR 接口)连接到处理单元 1204。

[0161] 监视器 1244 或其它类型的显示设备可经由接口,如视频适配器 1246,连接至系统总线 1208。除了监视器 1244,其他外围输出设备(未示出)(例如,扬声器、打印机)可以连接到系统总线 1208。

[0162] 计算机 1202 可以经由有线和 / 或无线通信,使用到一个或多个远程计算机,如远程计算机 1248 的逻辑连接在联网环境中操作。远程计算机 1248 可以是工作站、服务器计算机、路由器、个人计算机、便携式计算机、基于微处理器的娱乐装置、对等设备和 / 或其它常见的网络节点。远程计算机 1248 可以包括一个或多个对于计算机 1202 所描述过的元件,尽管出于简洁的目的,只示出了存储器 / 存储设备 1250。所描绘的逻辑连接可包括到局域网 (LAN) 1252 和 / 或更大的网络,如广域网 (WAN) 1254 的有线 / 无线连接。这样的 LAN 和 WAN 联网环境常见于办公室和公司,并且可以促进企业范围的计算机网络,如内联网。LAN、WAN 和其它联网环境可以连接到全球通信网络(例如互联网)。

[0163] 当在 LAN 联网环境中使用时,计算机 1202 可以通过有线和 / 或无线通信网络接口或适配器 1256 连接到本地网络 1252。适配器 1256 可以促进到 LAN1252 的有线或无线通信,LAN1252 也可以包括在其上设置的用于与无线适配器 1256 通信的无线接入点。

[0164] 当在 WAN 联网环境中使用时,计算机 1202 可以包括调制解调器 1258,可连接到 WAN1254 上的通信服务器和 / 或可以具有用于在 WAN1254 上建立通信的其它功能和 / 或结构。可以是内置或外置的、并且可以是有线或无线设备的调制解调器 1258 可以经由串行端口接口 1242 连接到系统总线 1208。在联网环境中,相对于计算机 1202 或其部分所描述的程序模块可以被存储在远程存储器 / 存储设备 1250 中。应理解,所示网络连接是示例性的,并且可以使用用于在计算机之间建立通信链路的其它功能和 / 或结构。

[0165] 计算机 1202 可操作以与可操作地设置在无线通信上的任何无线设备或实体(例如,打印机、扫描仪、台式和 / 或便携式计算机、便携式数据助理、通信卫星、任何一件装置

或与无线可检测标记相关联的位置（例如，公用电话亭、报亭、休息室）和电话）进行通信。这些可包括，但不限于，Wi-Fi（无线保真）和 / 或 BLUETOOTH™ 无线技术。因此，通信可以是对于传统网络的预定义的结构或仅仅是在至少两个设备之间的特别通信。

[0166] Wi-Fi 可以允许不使用电线地从家里的沙发、酒店房间中的床、或工作处的会议室连接到互联网。Wi-Fi 是类似于在手机使用的无线技术的的技术，它使这样的设备能够在室内和室外和 / 或在基站范围的任何地方发送和接收数据。Wi-Fi 网络可以使用被称为 IEEE802. 11(a, b, g, n 等) 的无线电技术以提供安全、可靠、快速的无线连接。Wi-Fi 网络可用于将计算机连接到对方、连接到互联网，和 / 或连接到有线网络（可使用 IEEE802. 3 或以太网）。例如，Wi-Fi 网络可以以 11Mbps (802. 11a) 或 54Mbps (802. 11b) 的数据速率或利用包含两个波段（双波段）的产品运行在未授权的 2.4 和 5GHz 无线电波段。因此，采用 Wi-Fi 技术的网络可提供真实世界的性能，类似于在许多办公室中使用的基本的 10BaseT 有线以太网网络。

[0167] 应当明白和理解，关于特定系统或方法所描述的组件可以包括关于本文所公开的其它系统或方法所描述的相应组件的相同或相似的功能。

[0168] 正如在本说明书中所采用的，术语“处理器”可以指代基本上任何计算处理单元或设备，其包括，但不限于包括，单核处理器；具有软件多线程执行能力的单处理器；多核处理器；具有软件多线程执行能力的多核处理器；具有硬件多线程技术的多核处理器；并行平台；以及具有分布式共享存储器的并行平台。此外，处理器可指代集成电路、专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、现场可编程门阵列 (FPGA)、可编程逻辑控制器 (PLC)、复杂可编程逻辑器件 (CPLD)、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或被设计为执行本文所述功能的以上的任意组合。处理器可利用纳米级架构，例如，但不限于，分子和基于量子点的晶体管、开关和门，以便优化空间的使用或增强用户装置的性能。处理器也可以实现为计算处理单元的组合。

[0169] 在本说明书中，诸如“数据贮存”、“数据存储”、“数据库”的术语，以及基本上与组件的操作和功能相关的任何其它信息存储组件，都指代“存储组件”，或包括在“存储器”或包含存储器的组件中的实体。例如，与在所公开的主题中描述的各种组件的操作相关的、并且可被存储在存储器中的信息，可以包括，但不限于包括，订户信息；小区配置或服务策略和规范；隐私策略；等等。将理解的是，本文所描述的存储器组件可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。通过举例说明而不是限制的方式，非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程 ROM (PROM)、电可编程 ROM (EPROM)，电可擦除 ROM (EEPROM)、相变存储器 (PCM)、闪存、或非易失性 RAM (例如，铁电体 RAM (FeRAM))。易失性存储器可以包括随机存取存储器 (RAM)，其充当外部高速缓冲存储器。通过举例说明而不是限制的方式，RAM 在许多形式下是可用的，如同步 RAM (SRAM)、动态 RAM (DRAM)、同步 DRAM (SDRAM)、双倍数据速率 SDRAM (DDR

[0170] SDRAM)、增强型 SDRAM (ESDRAM)、同步链路 DRAM (SLDRAM) 和直接总线式 RAM (DRRAM)。此外，本文所公开的系统或方法的存储器组件旨在包括，而不限包括，这些和任何其它合适类型的存储器。

[0171] 本文所描述的各种实施例或特征可以使用标准编程和 / 或工程技术被实现为方法、装置或制品。本文中所使用的术语“制品”旨在涵盖可从任何计算机可读设备、载体

或介质访问的计算机程序。例如,计算机可读介质可以包括但不限于,磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁条)、光盘(例如,压缩盘(CD)、数字多功能盘(DVD)、蓝光盘)、智能卡和闪存设备(例如,卡、棒、密钥驱动器)。

[0172] 上文已描述的内容包括各种示例性实施例。当然,为了描述实施例的目的,不可能描述组件或方法的所有可能的组合,但本领域的普通技术人员能够认识到,许多进一步的组合和排列都是可能的。因此,本详细描述旨在涵盖落入所附权利要求书的精神和范围内的所有这些改变、修改和变型。

[0173] 特别地,并且对于由上述组件、设备、电路、系统等执行的各种功能,除非另有说明,用于描述这些组件的术语(包括对“部件”的任何引用)旨在对应于执行所述组件(例如,功能上的等价物)的指定功能的、即使结构上不等同于所公开的结构、执行在本文所说明的各实施例的示例性实施例中的功能的任何组件。在这方面,还将认识到,这些实施例包括系统以及具有用于执行各种方法的动作和/或事件的计算机可执行指令的计算机可读介质。

[0174] 此外,虽然可以已经仅相对于若干实施方式中的一个公开了特定的特征,但这些特征可以与可以为任何给定的或特定的应用所期望的或有利的其它实施方式的一个或多个其它特征相结合。此外,至于在详细描述或权利要求书中使用的术语“包括”和“含有”及其变型的程度,这些术语旨在以类似于术语“包含”的方式进行包括,诸如,例如,如同术语“包含”当在权利要求中被采用作为过渡词所被解释的那样。

[0175] 参考图 13,示出了根据所公开的主题的一个方面的用于执行无线网络组件的下行链路调度的示例性的、非限制性的电子设备 1300 的框图。电子设备 1300 可包括,但不限于,中央控制单元(例如,中央控制单元 200)、BS、移动设备、计算机,膝上型计算机或网络设备(例如,路由器、接入点、毫微微小区、微微小区)等等。

[0176] 电子设备 1300 的组件可以包括,但不限于,处理器组件 1302、系统存储器 1304(具有非易失性存储器 1306)、以及可以将包括系统存储器 1304 的各种系统组件耦合到处理器组件 1302 的系统总线 1308。系统总线 1308 可以是包括使用各种总线架构中的任何一种的存储器总线或存储器控制器、外围总线或局部总线的各种类型的总线结构中的任何一种。

[0177] 计算设备典型地包括各种介质,其可以包括计算机可读存储介质或通信介质,这两个术语在本文中彼此不同地如下所使用。

[0178] 计算机可读存储介质可以是能够由计算机进行存取的任何可用的存储介质,包括易失性和非易失性介质,可移除和不可移除介质。通过示例的而非限制的方式,计算机可读存储介质可以与用于存储诸如计算机可读指令、程序模块、结构化数据、或非结构化数据的信息的任何方法或技术一起来实现。计算机可读存储介质可以包括,但不限于, RAM、ROM、EEPROM、闪存或其它存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其它光盘存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其它磁存储设备,或可以用来存储所期望的信息的其它有形的和/或非临时性的介质。计算机可读存储介质可以通过一个或多个本地或远程计算设备来访问,例如经由访问请求、查询或其他数据检索协议,以用于相对于由该介质存储的信息的各种操作。

[0179] 通信介质典型地包括计算机可读指令、数据结构、程序模块或在诸如经调制的数据信号(如载波或其它传输机制)的数据信号中的其它结构化或非结构化数据,砂(Sand)包括任何信息传送或传输介质。术语“经调制的数据信号”或“信号”是指使得以这样一种

方式对其一个或多个特性进行设置或改变,以便在一个或多个信号中编码信息的信号。通过示例而非限制的方式,通信介质包括诸如有线网络或直接连线连接的有线介质,以及诸如声学、RF、红外和其它无线介质的无线介质。

[0180] 系统存储器 1304 可以包括易失性和 / 或非易失性存储器 1306 的形式的计算机可读存储介质。基本输入 / 输出系统 (BIOS), 包含有助于诸如在启动过程期间在电子设备 1300 的元件之间传输信息的基本例程, 可以存储在存储器 1304 中。存储器 1304 可以典型地包含可以立即由处理器组件 1302 访问和 / 或可以由处理器组件 1302 进行的操作的数据和 / 或程序模块。通过示例而非限制的方式, 系统存储器 1304 还可以包括操作系统、应用程序、其它程序模块和程序数据。作为进一步的示例, 系统存储器可以包括用于下行链路调度的程序模块。

[0181] 非易失性存储器 1306 可以是可移除或不可移除的。例如, 非易失性存储器 1306 可以是以可移除存储卡或 USB 闪存驱动器的形式。根据一个方面, 例如, 非易失性存储器 1306 可以包括闪存 (例如, 单比特闪存、多比特闪存)、ROM、PROM、EPROM、EEPROM 和 / 或 NVRAM (例如 FeRAM)、或以上的组合。另外, 闪存可以包括 NOR 闪存和 / 或 NAND 闪存。

[0182] 用户可以通过输入设备 (未示出), 如键盘、麦克风、平板电脑或触摸屏将命令和信息输入到电子设备 1300, 虽然也可以使用其它输入设备。这些和其它输入设备可以通过输入接口组件 1310 连接到处理器组件 1302 所述输入接口组件 1310 可连接到系统总线 1308。也可以使用其它接口和总线结构, 如并行端口、游戏端口或通用串行总线 (USB)。图形子系统 (未示出) 也可以连接到系统总线 1308。显示设备 (未示出) 也可经由接口, 诸如可以依次与视频存储器通信的输出接口组件 1312, 连接到系统总线 1308。除了显示器, 电子设备 1300 还可以包括其它外围输出设备, 如可以通过输出接口组件 1312 进行连接的扬声器 (未示出)。在一个方面, 其它电子设备, 例如, 网络中的其它基站和 / 或移动设备可以通过输入接口组件 1310 和输出接口组件 1312 通信地耦合到电子设备 1500, 这可以促进传输反馈和 / 或下行链路调度信息。

[0183] 应当明白和理解, 该计算机实现的程序和软件可以在标准计算机架构内实现。虽然上面已经在可以在一个或多个计算机上运行的计算机可执行指令的一般背景下描述了本公开的一些方面, 本领域技术人员将认识到, 本技术也可以实现在与其它程序模块的组合中和 / 或作为硬件和软件的组合来实现。

[0184] 一般而言, 程序模块包括例程、程序、组件和 / 或执行特定任务或实现特定抽象数据类型的数据结构。此外, 本领域的技术人员将理解, 本发明方法可以利用其它计算机系统配置来实践, 包括单处理器或多处理器计算机系统、小型计算机、大型计算机、以及个人计算机、手持式计算设备 (例如, PDA、手机)、基于微处理器的或可编程的消费电子产品等, 其各自可以被可操作地耦合到一个或多个相关联的设备。

[0185] 如本文所使用的, 术语“组件”、“系统”、“接口”等, 可以指与计算机相关的实体, 可以是硬件、软件 (例如, 执行中的) 和 / 或固件。例如,

[0186] 组件可以是在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、程序、和 / 或计算机。通过举例说明的方式, 在服务器上运行的应用程序和服务器都可以是组件。一个或多个组件可以驻留在进程内, 并且组件可以位于一个计算机上和 / 或分别在两个或更多的计算机之间。

[0187] 此外,可以使用产生软件、固件、硬件、或其任何组合的标准编程和 / 或工程技术将所公开的主题实现为方法、装置或制品,以控制计算机实现所公开的主题。本文中所使用的术语“制品”旨在涵盖可从任何计算机可读设备、载体或介质访问的计算机程序。例如,计算机可读介质可以包括但不限于,磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁条)、光盘(例如,压缩盘(CD)、数字多功能盘(DVD))、智能卡和闪存设备(例如,卡、棒、密钥驱动器)。另外,应该理解的是,可以采用载波来携带诸如那些在发送和接收电子邮件或在访问诸如互联网或局域网(LAN)的网络中所使用的计算机可读电子数据。当然,本领域的技术人员将认识到,在不脱离所公开的主题的范围或精神的情况下,可以对这种配置作出许多修改。

[0188] 详细描述的一些部分可以被呈现为算法和 / 或计算机存储器内的数据比特上的操作的符号表示。这些算法描述和 / 或表示是本领域技术人员所采用的手段,以最有效地将他们的工作实质传达给其他同等熟练的人员。在这里,一般来说,算法被设想为导致期望结果的行为的自相容序列。该行为是需要物理量的物理操作的那些行为。通常,尽管不一定,这些量采用能够被存储、传输、组合、比较、和 / 或以其他方式操纵的电和 / 或磁信号的形式。

[0189] 已证明,主要是出于通用的原因,有时将这些信号称为比特、值、元素、符号、字符、术语、数字等是方便的。然而,应当牢记的是,所有这些和类似的术语将与适当的物理量相关联,并且仅仅是应用于这些量的方便的标签。除非特别声明,否则从前面的讨论可以明显看出,可以理解,贯穿所公开的主题,利用诸如处理、运算、计算、确定和 / 或显示等的讨论是指动作计算机系统和 / 或类似的消费者和 / 或工业电子设备和 / 或机器的动作和处理,它们操纵和 / 或将表示为计算机的和 / 或机器的寄存器和存储器内的物理(电动的和 / 或电子的)量转换到其它数据,这些其它数据类似地被表示为机器和 / 或计算机系统存储器或寄存器或其它此类信息存储、传输和 / 或显示设备内的物理量。

[0190] 上文已描述的内容包括所公开的主题的各方面的示例。当然,出于描述所公开主题的目的,不可能描述组件或方法的所有可能的组合,但本领域的普通技术人员之一能够认识到,所公开的主题的许多进一步的组合和改变是可能的。因此,所公开的主题旨在涵盖落入所附权利要求书的精神和范围内的所有此类改变、修改和变型。此外,至于在详细描述或权利要求书中使用的术语“包括”、“具有”、或“具备”、或以上的变型的程度,这些术语旨在以类似于术语“包含”的方式进行包括,如同术语“包含”当在权利要求中被采用作为过渡词所被解释的那样。

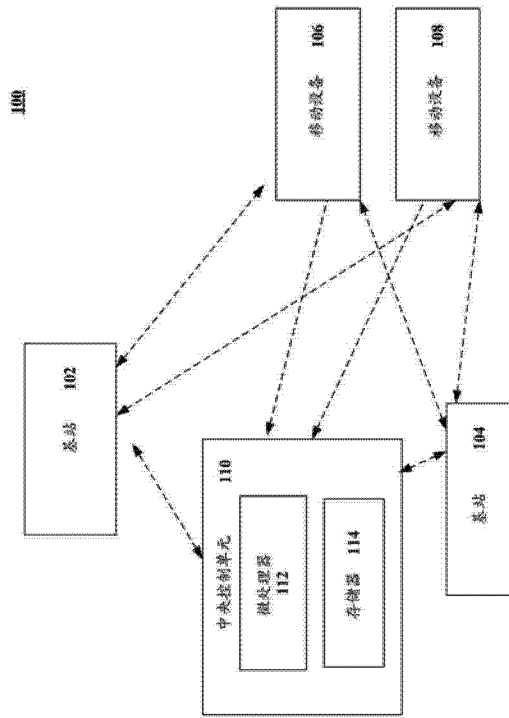


图 1

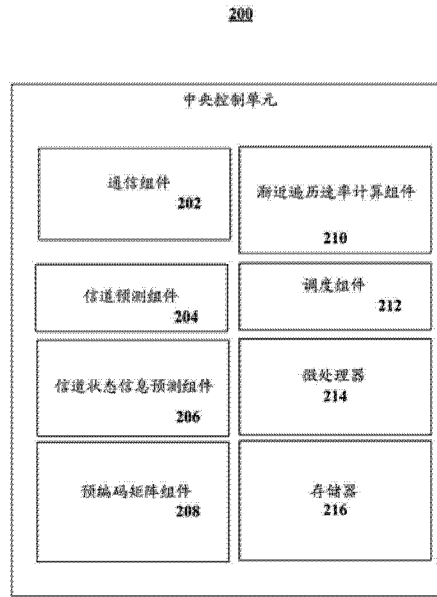


图 2

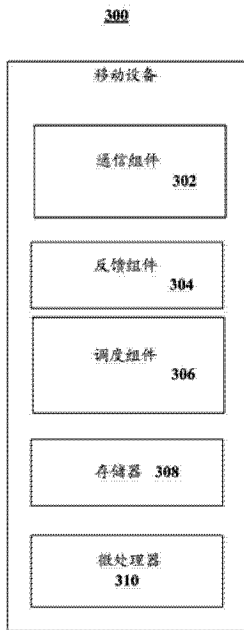


图 3

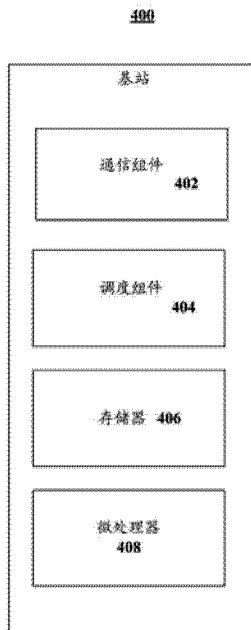


图 4

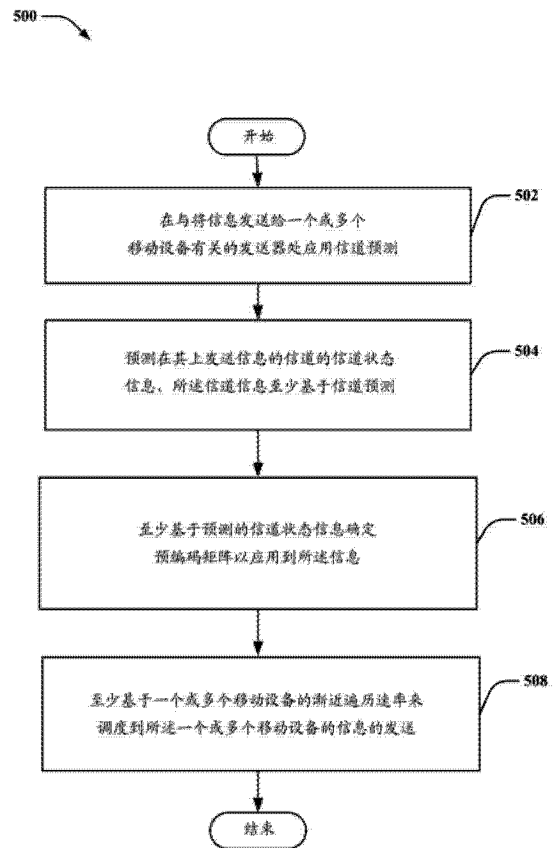


图 5

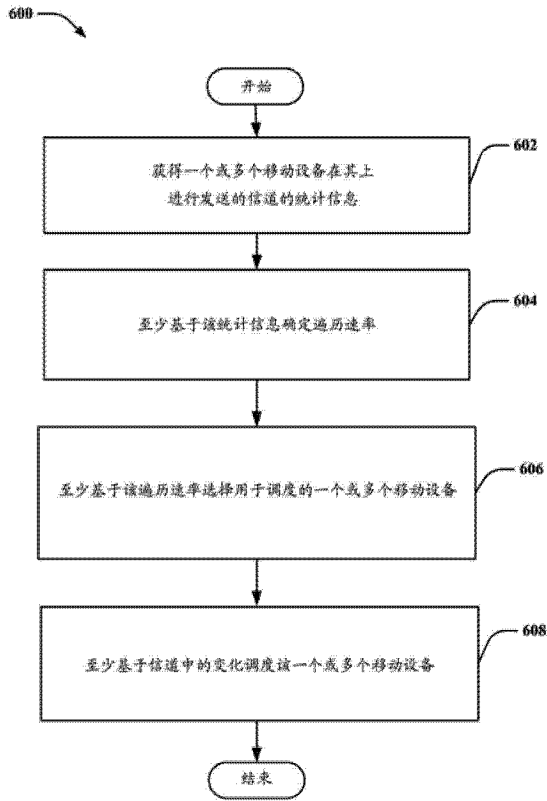


图 6

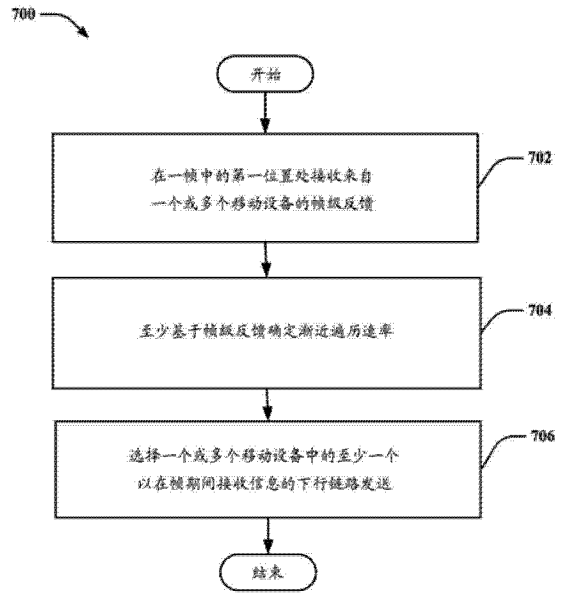


图 7

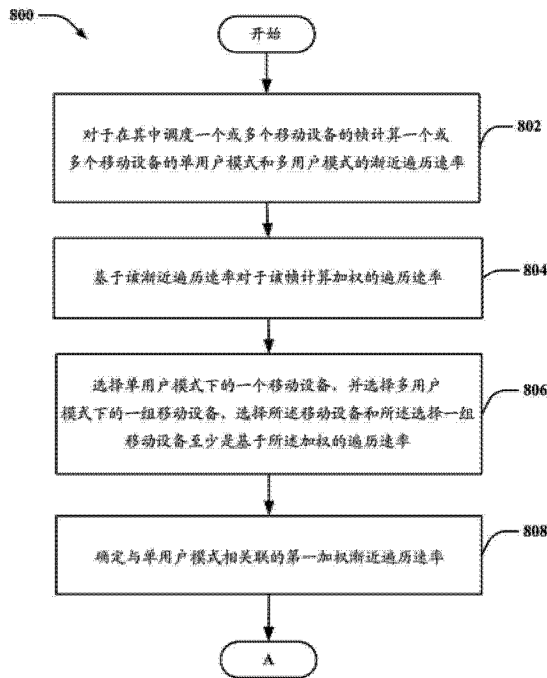


图 8A

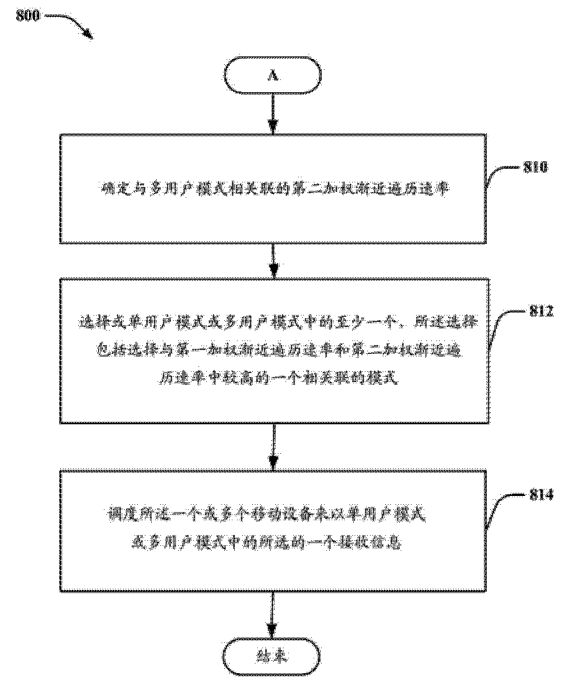


图 8B

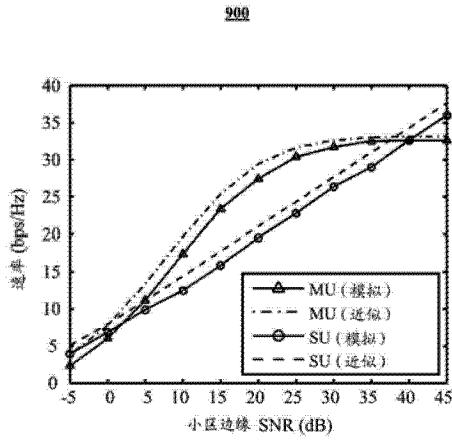


图 9

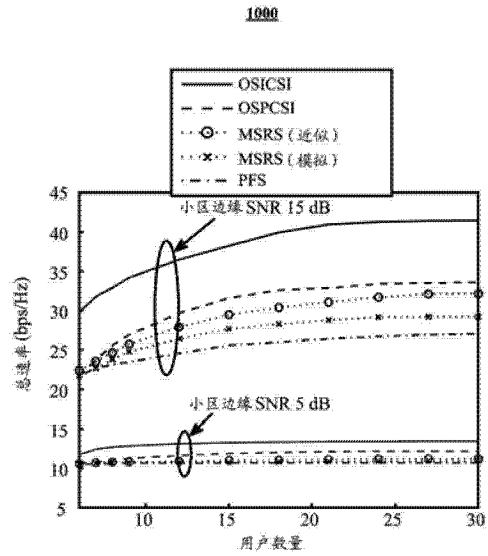


图 10

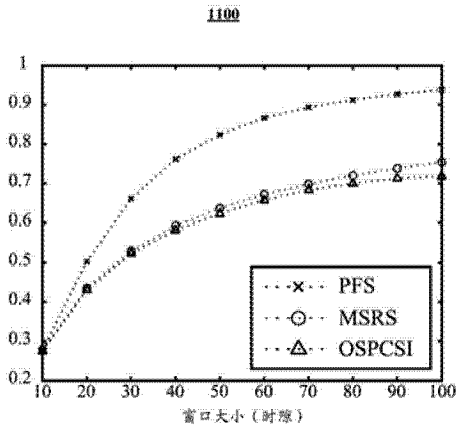


图 11

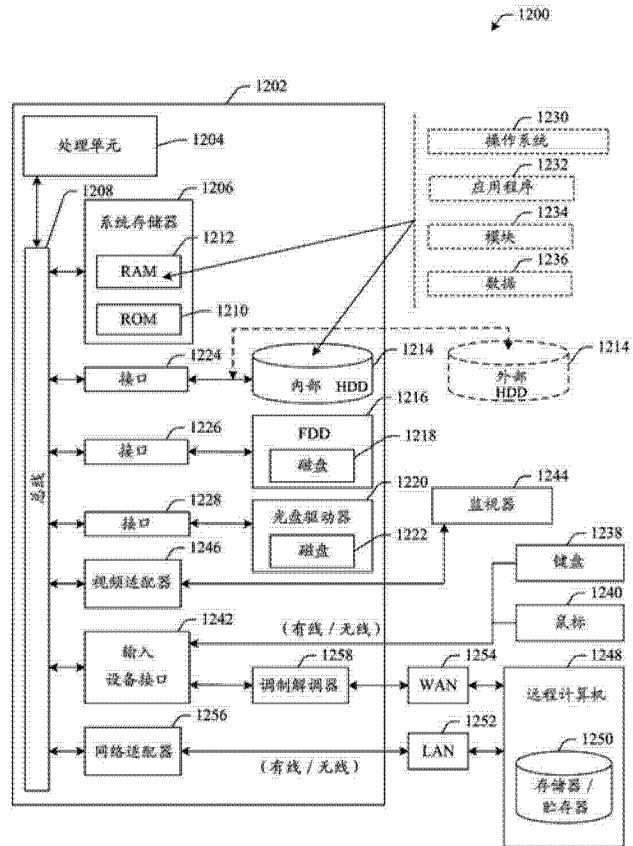


图 12

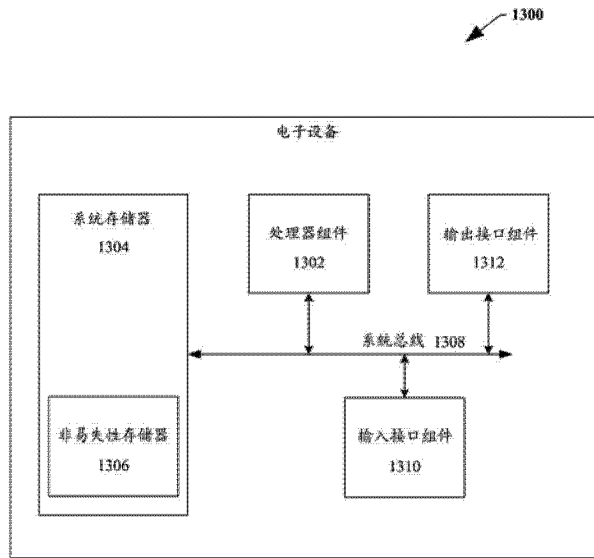


图 13