



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102084615 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 02

(21) 申请号 200880015185. 6

(22) 申请日 2008. 04. 21

(30) 优先权数据

60/916, 423 2007. 05. 07 US

12/105, 319 2008. 04. 18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2009. 11. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2008/003337 2008. 04. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/022240 EN 2009. 02. 19

(73) 专利权人 霖那控股私人有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 卢思远 李德富

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 钱大勇

(51) Int. Cl.

H04L 1/00 (2006. 01)

H04L 1/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101217302 A, 2008. 07. 09, 全文.

Janani, Hedayat et al.. "Coded Cooperation in Wireless Communications: Space-Time Transmission and Iterative Decoding". 《IEEE Transactions on Signal Processing》. 2004, 第 362-371 页.

审查员 廖然

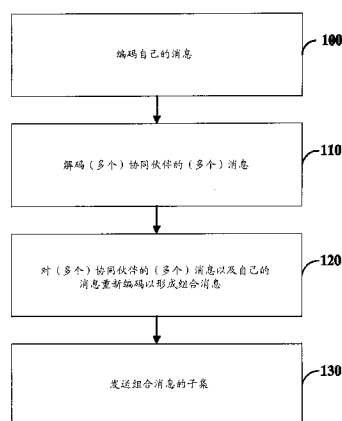
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

用于无线系统的协同级联编码

(57) 摘要

提供用于至少两个用户和基站之间的无线通信的协同级联编码技术。一种采用协同级联编码的网络系统包括：多个协同用户设备，每一协同用户设备被配置成编码和发送联合消息的至少一部分。所述联合消息包括来自第一协同用户设备的第一消息的至少一部分和来自第二协同用户设备的第二消息的至少一部分。一个实施例包括：对来自第一协同用户的第一消息编码；从第二协同用户接收第二消息并解码所述第二消息。所述方法还包括将所述解码消息的至少一部分与所述第一消息的至少一部分重新编码以形成组合消息；并且然后发送所述组合消息的至少一部分。



1. 一种协同级联编码的方法,包括:

对来自至少两个协同设备中的第一协同设备的第一消息进行编码;

从所述至少两个协同设备中的第二协同设备接收第二消息;

将所述第二消息解码成解码消息;

根据至少一个协同串行级联卷积码 (SCCC) 和至少一个联合用户递归系统卷积 (RSC) 内码,将所述解码消息的至少一部分与所述第一消息的至少一部分重新编码以形成组合消息;并且

发送所述组合消息的至少一部分。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:与所述至少两个协同设备的空间分集无关地降低比特错误率,以用于传递所述第二消息。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,发送所述组合消息的至少一部分的步骤包括发送所述组合消息的奇偶校验位的至少一部分。

4. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:

向至少一个其他设备发送来自所述第一协同设备的所述第一消息。

5. 如权利要求 4 所述的方法,还包括:检测解码所述第二消息的失败。

6. 如权利要求 5 所述的方法,还包括:响应于检测到解码所述第二消息的失败而将所述第一协同设备排除所述至少两个协同设备。

7. 一种用于协同级联编码的设备,包括:

无线通信组件,配置来从至少两个协同设备中的第二协同设备接收第二消息;和

编码器/解码器,配置来对从所述至少两个协同设备中的第一协同设备接收的第一消息进行编码,以及配置来将来自所述第二协同设备的所述第二消息解码成解码消息,其中,所述编码器/解码器根据协同串行级联卷积码 (SCCC) 和联合递归系统卷积 (RSC) 内码,将所述解码消息的至少一部分与所述第一协同设备的所述第一消息的至少一部分重新编码以形成组合消息。

8. 如权利要求 7 所述的设备,其中,所述无线通信组件配置来向至少一个其他协同设备发送所述组合消息的至少一部分。

9. 如权利要求 7 所述的设备,其中无线通信组件被配置来:与所述至少两个协同设备的空间分集无关地降低比特错误率,以用于传递所述第二消息。

10. 如权利要求 7 所述的设备,其中:所述无线通信组件被配置来向至少一个其他设备发送所述第一消息或所述第二消息。

11. 一种协同级联编码系统,包括:

接收器,配置来处理从至少两个协同设备接收的数据编码的联合消息,其中所述联合消息包括:

来自所述至少两个协同设备中的第一协同设备的第一消息的至少一部分,和

来自所述至少两个协同设备中的第二协同设备的第二消息的至少一部分;和

协同串行级联卷积 (SCC) 编码器和联合用户递归系统卷积 (RSC) 内部编码器,配置来处理所述第一消息和所述第二消息,其中,与所述至少两个协同设备的空间分集无关地降低比特错误率,以用于传递所述第二消息。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其中,协同串行级联卷积 (SCC) 编码器包括至少一个解

调器,其输出提供关于所述第二消息的判决的基础。

13. 如权利要求 11 所述的系统,还包括解码器,配置来解码联合消息。

14. 如权利要求 13 所述的系统,其中,所述解码器包括多个单输入单输出 (SISO) 解码器。

15. 如权利要求 11 所述的系统,其中,所述联合消息在自适应系统中或在具有充分的视线特性的传播环境中发送。

16. 如权利要求 11 所述的系统,其中,当至少所述第一消息和第二消息的块尺寸增加时,所述系统的比特错误率降低。

17. 如权利要求 11 所述的系统,其中,当协同设备的数目增加到大于至少两个协同设备时,所述系统的比特错误率降低。

用于无线系统的协同级联编码

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2007 年 5 月 7 日提交的序号为 No. 60/916,423、名称为“用于无线系统的协同级联编码”的美国临时申请的优先权，其整个内容在此通过引用方式并入。

技术领域

[0003] 本公开主题涉及用于无线通信系统的协同级联编码 (cooperative concatenated coding)。

背景技术

[0004] 在传统蜂窝网络中，各移动装置单独与基站通信并且容易受到严重的信道衰落影响。已使用在时间和频率上的分集技术来提高系统性能，但是常常是以带宽效率为代价。近来，已改进多天线方案来作为在不牺牲系统带宽的情况下获得空间分集的进一步尝试，然而，设备尺寸（特别是在移动终端上）大大限制了它们的可行性。基于此，已提出用户协同 (user cooperation) 来通过允许不同用户从源到目的地中继消息而获得空间分集。

[0005] 三种通常使用的协同策略是放大-和-转发 (AF)、解码-和-转发 (DF) 以及编码协同 (CC)。与 AF 和 DF 相比，CC 提供了额外的编码增益。利用 CC，中继首先解码所接收的源消息并且然后在将其向目的地转发之前将其重新编码成不同集合的奇偶校验位。与之相对，在 AF 和 DF 中，在中继的所转发消息中，呈现相同集合的奇偶校验位。本质上，CC 利用功能更强的信道码并且通过经不同分集路径发送奇偶校验位而利用空间分集。

[0006] 虽然，与 AF 和 DF 相比，传统 CC 可以获得额外的编码增益，但是，与其采用相同的功能强的信道码的非协同对手相比的（性能）提高唯一地依赖于协同用户提供的分集分支。在这点上，如果协同用户在基站上以相同的接收信噪比 (SNR) 操作，则 CC 的编码增益消失，这是因为将是下述情况：用户在具有发送器端给出的信道信息的自适应系统中共享相同的调制和编码配置的模式以及目标错误率。

[0007] 因此，对于 CC 来说，期望改进的系统和方法，其能够除了空间分集增益之外还获得其他的潜在益处。上述的 CC 的当前设计的缺陷仅仅是希望提供对当前设计的一些问题的概况，而不希望是穷尽性的。当浏览下面的对各种非限制性实施例的描述时，现有技术状态的其他问题以及在此描述的 CC 技术的相应益处可以变得更加明显。

发明内容

[0008] 在此提供简单的概况以有助于能够对在随后的更加详细的描述和附图中的示范的非限制性实施例的各方面的基本或通常的理解。然而，该概况不希望作为扩展性或穷尽性的概括。该概况的主要目的在于以简单的形式提供与各种示范的非限制性实施例相关的一些概念，以作为随后的更加详细的描述的开始。

[0009] 在各实施例中，提供用于至少两个用户和基站之间的无线通信的协同级联编码。在一个实施例中，提供一种采用通信的协同级联编码的网络系统。该网络系统可以包括至

少两个协同用户设备,每一协同用户设备被配置成编码和发送联合消息的至少一部分。所述联合消息包括来自第一协同用户设备的第一消息的至少一部分和来自第二协同用户设备的第二消息的至少一部分。

[0010] 在另一示范的非限制性实施例中,协同级联编码方法包括:编码来自第一协同用户的第一消息,从第二协同用户接收第二消息,并解码第二消息。所述方法还包括:将所述解码消息的至少一部分与所述第一消息的至少一部分重新编码以形成组合消息,并且然后发送所述组合消息的至少一部分。

附图说明

[0011] 进一步参照附图描述协同级联编码的系统和方法,其中:

[0012] 图 1 图解了协同级联编码的方法的流程图;

[0013] 图 2 图解了协同级联编码系统的高级方块图;

[0014] 图 3 对比地图解了利用传统非协同、传统编码协同的具有固定时隙分配比率的两用户系统;

[0015] 图 4 图解了包括联合用户协同编码器的串行级联卷积码编码器的高级方块图;

[0016] 图 5 图解了图 4 的联合用户协同编码器的方块图;

[0017] 图 6 图解了与协同级联码相关的迭代解码器的方块图;

[0018] 图 7 示出了在空间分集不足情形下的不同数量的用户的比特错误率;

[0019] 图 8 示出了在空间分集不足情形下的对于不同输入块尺寸的三个协同用户的比特错误率;

[0020] 图 9 示出了在空间分集不足情形下的利用复杂度降低的协同编码器的对于不同用户间信道状态的比特错误率;

[0021] 图 10 是表示其中可以实施在此描述的各种实施例的示范的非限制性的网络连接环境的方块图;

[0022] 图 11 是表示其中可以实施在此描述的各种实施例的示范的非限制性的计算系统或操作环境的方块图;和

[0023] 图 12 图解了适用于在此描述的一个或多个实施例的服务的网络环境的概况。

具体实施方式

[0024] 概览

[0025] 如在背景技术中提到的,对于编码协同,期望改进的系统和方法,其除了潜在的空间分集增益之外还实现其他益处。在各种非限制性实施例中,提供一种编码协同体系结构,其中,协同用户不仅从空间分集增益受益,而且也从功能更强大的联合用户信道码受益。使用在此描述的技术,在数据通信中实现随协同用户的数量而增加的交织增益。该额外性能增益甚至在基站上所有协同用户的接收 SNR 保持相同时也能出现。而且,利用在此描述的各种技术,可以容易地实现在两个以上的具有不同消息尺寸的用户之间的协同。而且,在一个实施例中,当用户间信道被确定为“良好”或令人满意时,可以使用复杂度降低的协同方法。

[0026] 根据本描述,作为随后内容的指引,首先描述一种示范性协同级联编码体系结构。

接着讨论延迟和复杂度的考虑。然后,讨论一些设计准则和代码选择。接着,通过利用不同的块尺寸、不同数量的协同用户以及复杂度降低的协同编码器来绘制比特错误率的曲线来量化在此描述的实施例的一些性能益处。总的来说,应用在此的各种协同级联编码技术的结果显示:与原来的传统协同策略(如在背景技术中提到的)的操作相比,除了空间分集的益处之外,还可以取得显著的编码益处。下面进一步更加详细地描述各种其他实施例和基本构思。

[0027] 示范性的协同编码体系结构

[0028] 现在结合下述实施例描述协同编码体系结构及其特征:所述实施例提供协同串行级联卷积码(SCCC)作为信道码,信道码包括联合用户递归系统卷积(RSC)内码。利用具有其中用户在特定时间可以发送或接收的半双工通信的时分多址(TDMA)上行链路传输。

[0029] 图1图解了根据示范性的非限制性的实施例的协同级联编码的方法的流程图。在100,用户设备(此处也称为用户)对其自己的消息编码。在110,用户对(多个)协同伙伴的(多个)消息进行解码。在120,用户对(多个)协同伙伴的(多个)消息以及其自己的消息进行重新编码以形成组合消息。在130,用户发送所述组合消息的子集。

[0030] 图2图解了根据另一示范性的非限制性实施例的协同级联编码系统的高级方块图。在所图解的例子中,所述协同级联编码系统200包括基站210和两个协同用户设备—第一用户设备220和第二用户设备230。基站210操作于接收由第一用户设备220和/或由第二用户设备230发送的数据。在所图解的例子中,第一用户设备220向基站发送第一消息S1,而第二用户设备230向基站发送第二消息S2。

[0031] 而且,每个协同用户设备侦听信道并试图解码(多个)其他用户设备的(多个)消息。当成功解码时,通过使用所有协同用户的消息来联合地编码得到联合消息Q。每个用户设备然后向基站发送Q的一个子集。在图2的例子中,为了简化的目的,仅仅图示了两个用户设备;然而,应当理解本发明不限于两个协同用户设备,而是可以使用任何数目的协同用户设备。而且,虽然图2的例子示出了第二用户设备230发送Q的第一子集,第一用户设备220发送Q的第二子集,但是由特定用户设备发送Q的特定部分可以根据如在此所考虑的或在此所引用的多种因素而变化。

[0032] 图3中给出了更加详细的两个用户的例子,图3展示了在传统非协同、传统编码协同以及在此描述的各实施例之间的体系结构的不同。在这点上,下面将更详细地说明对根据一实施例的具有RSC内码的SCCC以及其他形式的级联码的选择。在下面对各实施例的描述中使用下面注解。

[0033] $\mathbf{x}^{(k)} = \{\mathbf{x}_1^{(k)}, \mathbf{x}_2^{(k)}, \dots, \mathbf{x}_i^{(k)}, \dots\}$ 表示用户k的位 $\mathbf{x}_i^{(k)}$ 的块的集合。用户k的第i编码块的编码位被分成由 $\underline{s}_i^{(k)}$ 和 $\underline{p}_i^{(k)}$ 表示的两个子集,如图3所示。当在此指一般用户时,省略上标。

[0034] 在图3的总的标为“(a)”的子集中图解了传统非协同方案。在该传统方案中,每个用户在其自己的时隙期间简单地发送其自己的数据,而没有来自其他用户的协同。在图3的总的标为“(c)”的子集中图解了一传统编码协同方案,其不同于“(a)”的非协同方法之处在于:当源用户向基站发送其第一编码位集合 $\underline{s}$ 时,协同伙伴侦听信道并且尝试解码该消息。当成功解码时,所述伙伴对该消息重新编码并协助该源用户向基站发送第二集合 $\underline{p}$ 。

[0035] 然而,当检测到解码失败时,该方案或返回非协同模式或导致部分协同模式。在第

一情况中,失败的用户向其伙伴通知该失败,并且两个用户然后都在没有协同的情况下发送它们自己的 $\underline{p}$ 。在第二情况中,失败用户还替代地在协同时隙中发送其自己的 $\underline{p}$,但不向其伙伴通知该失败。这在牺牲了伙伴的纠错性能(其然后得到更弱(更高码率)的信道码的保护)的情况下潜在地带来了失败用户在其自己的 $\underline{p}$ 上的额外的分集增益。

[0036] 图 3 的在中间的总的标为“(b)”的子集表示编码协同体系结构的示范的非限制性的实施例。如图所示,由协同伙伴发送的编码位不再是各用户的如同子集“(a)”和“(c)”的 $\underline{p}_i$,而是编码位的新集合,由 $\underline{Q}^{(All)} = \{\underline{Q}^{(1)}, \underline{Q}^{(2)}, \dots, \underline{Q}^{(K)}\}$ 表示,其是利用所有 K 个协同用户的消息联合编码得到的。根据所分配时隙的数目,每个用户相应地发送 $\underline{Q}^{(All)}$ 的子集。

[0037] 假定在发送前形成初始的协同组。多个用户首先顺序地发送他们的第一编码位集合 $\underline{S}$,其对应于在使用基于 SCCC 的系统的实施例中的它们的外部码字。然后,一个短的时间段专用于每一用户同时向协同伙伴和基站报告有关任何解码失败的发生。遇到对任何其他用户的消息的解码失败的用户可以被排除出协同组并且返回到它们自己的消息编码。该用户然后依序发送下一编码位集合(他们自己的编码位或者协同编码的位)。

[0038] 如上所述,在各种非限制性实施例中,在此描述的编码协同体系结构通过利用级联码的交织增益来除了在空间分集上的增益之外还提供另一方面的性能提升。通过用户协同,可以显著增加交织增益以便形成更强功能的整体信道码。而且,该架构使得在协同用户的数目和消息块长度方面具有协同灵活性。该构思也可以扩展至如图 3 的子集“(b)”所示的多个用户或者一起进行发送的所有用户。如果例如所有用户一起进行发送,则可以使用在发送机侧的信道状态信息。也可以支持在多个协同用户之间的不对称的和任意的消息块长度(如子集“(b)”和“(c)”所示),而不需要改变时隙分配比率。

[0039] 在协同码结构的各种实施例中使用 SCCC,并且在图 4 中示出了特定用户 k 的编码器。 $\underline{M}^{(k)}$ 表示要使用外部编码器 410、交织器 420、RSC 内部编码器 430 编码的用户的源消息。 $\underline{Y}^{out, k(k')}$ 表示通过具有加性白高斯噪声(AWGN)的衰落信道的从其他用户 k' 接收的外部码字位 $\underline{S}^{(k')}$ 的集合。在用于所有用户的联合用户协同编码器 440 中可以采用相同或类似交织器。

[0040] 假定存在总共 K 个协同用户,每一用户具有利用如图 5 中所示的联合用户协同编码器 500 的 $K-1$ 个协同用户的编解码器 510 而成功解码的所有其他 $K-1$ 个用户的消息。如图所示,来自所有 K 个用户的 $\underline{S}$ 可以被作为编解码器 510 的每一不同的外部解码器 512、514 的等效的单个用户的外部码字,并且然后在利用联合用户 RSC 内部编码器 530 对它们编码之前通过伪随机交织器 520。联合用户 RSC 内部编码器 530 的系统位表示各用户已发送给基站的所有用户的外部码字 $\underline{S}$ 。因此,奇偶校验位的集合 $\underline{Q}^{(All)}$ 可以是在协同时隙中发送的仅有的位,每一用户仅仅发送根据所分配时隙的相应个数的子集。

[0041] 图 6 中示出了具有单输入单输出(SISO)分量解码器 620 的基站上的示范性迭代解码器 600。 $\underline{Y}^{in, BS(k)}$ 和 $\underline{Y}^{out, BS(k)}$ 表示在基站上从用户 k 分别接收的内部码字位 $\underline{Q}^{(k)}$ 和外部码字位 $\underline{S}^{(k)}$ 的集合。它们首先通过码字混合器 610,所述码字混合器 610 在将位反馈给内部 SISO 解码器 620 和去交织器 630 之前将它们重排到联合用户内码的相应码字序列的合适位置中。 $L_e^{in}(\underline{S}^{(k)})$ 表示从去交织器 630 输出的 $\underline{S}^{(k)}$ 的非本征信息。 $L_e^{out}(\underline{S}^{(k)})$ 表示从外部 SISO 解码器 640 输出的 $\underline{S}^{(k)}$ 的非本征信息。LLR($\underline{M}^{(k)}$) 是可以从其做判决的用户 k 的消息的后验(posteriori)信息。

[0042] 延迟和复杂度考虑

[0043] 在许多系统中,常常存在纠错性能增益、消息延迟、和实施复杂度之间的折中。在这一点上,对于比特错误率的改善的折中是用户的输入解码延迟,解码延迟可被定义为从用户的消息被输入到编码器中到输出相应的有效码字为止的时间段,其中将从该有效码字中恢复消息。由于内部码字是从所有用户的消息联合编码得到的,所以第一发送用户经历最大输入解码延迟 $D^{\max}$,其由等式 (1) 来表达:

$$[0044] \quad D^{\max} = \sum_{k=1}^K T_k \quad (1)$$

[0045] 其中, T_k 是在 K 个用户的协同结构中对于协同的用户 k 的消息块为其调度的总的时段。当用户具有相同的消息块尺寸时,最大延迟直接与协同用户的数量成比例。然而,由于常常在一个帧内执行协同,所以该输入延迟的上限是仅仅一个帧并且通常优于在非协同系统中的重发所经历的延迟。根据在此可用大的处理能力,假定由协同引入的在基站上的延长的解码延迟与单个用户的情况相比可忽略不计。

[0046] 在复杂度方面,每个用户的主要增加在于附加的 $k-1$ 个协同用户的外解码器 512、514,如图 5 中所描述的。这是对于其中(多个)用户在重新编码成不同的奇偶校验位的集合之前试图成功解码(多个)伙伴的消息的编码协同体系结构的合理限制。根据另一方面,在此描述的实施例进一步降低了系统的整体复杂度。例如,在一个实施例中,当用户间的信道为可接受的质量时,可用简单地由 $K-1$ 个其中直接根据所接收的 $y^{\text{out}, k(k')}$ 进行硬判决的解调器代替 $K-1$ 个协同用户的外部解码器以及相应的编码器。在许多传统系统中,这样的复杂度降低是不可能的。而且,在使用根据所穿孔的级联码的协同的传统系统中,当在帮助的伙伴需要迭代解码器时复杂度问题是严重的(substantial)。

[0047] 一些设计准则和代码选择

[0048] 除了空间分集和复杂度降低之外,还可以获得交织增益,该交织增益随协同用户的数量而增加。为了获得这种类型的交织增益,第一问题是是使用并行级联码还是使用串行级联码。Turbo 码和 SCCC 都获得交织增益,其中,对于给定的交织尺寸 N ,交织增益与在高 SNR 时的比特错误率 (BER) P_b 有下列关系,如等式 (2) 所示:

$$[0049] \quad P_b \propto N^{\alpha_M} \quad (2)$$

[0050] 其中, N^{α_M} 是交织增益, α_M 是依赖于代码结构和分量码的特性而获得的最大指数。在此,对于使用 Turbo 码, $\alpha_M = -1$ 总是成立的,而对于 SCCC,最大指数由等式 (3) 给出:

[0051]

$$\alpha_M = - \left\lfloor \frac{d_f^\circ + 1}{2} \right\rfloor \quad (3)$$

[0052] 其中, d_f° 表示外码的自由距离,而 $\lfloor x \rfloor$ 是 x 的整数部分。因此,SCCC 是对于使用 Turbo 码的可选替代。

[0053] 而且,对于码字分离,如果代码要用于编码协同,则如上所述,所述码字可以被分成上述的两个集合,其中第一集合对于伙伴解码消息以及整个代码来说功能足够强。如所提到的,可通过用户协同来提高交织增益。因此,通常,在从它们的伙伴接收的第一集合被解码之后,在每个协同用户,可以以某种方式联合地对用户的消息进行编码。所选择的(多

个) 代码支持这种操作以便来自所有协同用户的分别编码的第一集合和所述联合编码的第二集合一起形成具有提高的交织增益的健壮的级联码。

[0054] 如上所述, 在一个实施例中, 可以采用具有系统内码 (例如联合用户 RSC) 的 SCCC 结构。如所描述的, 在该实施例中, 每个用户的外部码字作为它们的第一集合 $\underline{S}$, 并且在成功解码和重新编码以形成更大的用于联合用户 SCCC 的外部码字之后与其他用户的 $\underline{S}$ 组合。在一个利用 RSC 内码的实施例中, 仅仅需要联合用户内部码字的奇偶校验位作为第二集合 $\underline{Q}^{(All)}$ 。所组合的码字类似于普通的单个用户 SCCC 码字, 其具有采用更大交织的扩大的输入数据块。然而, 等效的外码是协同用户的外码的级联。等效的输入-输出权重枚举函数 (IOWEF) $A^{Co}(W, H)$ 由下列等式 (4) 来表达:

$$[0055] \quad A^{Co}(W, H) = \prod_{k=1}^K A^{Co,k}(W, H) = \prod_{k=1}^K \sum_w \sum_h A_{w,h}^{Co,k} W^w H^h \quad (4)$$

[0056] 其中, $A^{Co,k}(W, H)$ 是用户 k 的外部卷积码的等效块码的 IOWEF, $A_{w,h}^{Co,k}$ 表示通过权重 w 的输入字产生的具有权重 h 的码字的数量。因此, 等效外码的码字的最小汉明权重可以由下列等式 (5) 来给出:

$$[0057] \quad d_f^o = \min_k d_f^{o,k} \quad (5)$$

[0058] 其中, d_f^o, k 是指用户 k 的外部卷积码的自由距离。由于版面限制, 在此不讨论对于该协同码的精确分析。该分析对于等效外码的不同特征与 SCCC 稍有不同。然而, 可以示出: 具有这样的等效外码的 SCCC 的最大指数 N (即交织尺寸) 将由利用等式 (5) 的等式 (3) 来定上限。因此, 使用等式 (3) 和 (5) 作为其中可以确保指定的相应交织增益的设计准则是足够的。

[0059] 如上所述, 全体等效码和各个分量码都应当是好代码。因此, 期望的代码应当在改善分量码的同时对于整个代码具有显著改善。由于假定内码是递归的则 SCCC 的交织增益的特征仅仅由示出在等式 (3) 和 (5) 中的等效外码的自由距离来表达, 所以 SCCC 是好的选择。而且, 传统系统已展示出: 简单的内码足以在 AWGN 和衰落信道两者中呈现强大的差错性能。这意味着: 在用户协同中由于增大的输入块尺寸而导致的额外的解码复杂度可以被保持在最小, 图 6 中的联合用户内部解码器示出了这一点。

[0060] 示范性的性能益处的量化

[0061] 图 7 和 8 示出了分别对于不同数量的协同用户和输入块尺寸的协同编码体系结构的实施例的性能。假定是准静态衰落, 其中在传输期间信道是恒定的。为了更好地图解该实施例的特征, 考虑其中在基站上所有用户的接收 SNR 保持恒定的自适应系统的情形。在许多传统编码协同系统中, 当空间分集不可用时将体系结构缩减成单个用户的情形。图 9 示出了对于不同的用户间信道状态的复杂度降低的协同编码结构的实施例。在图 7-9 的每一个中, 对于具有特征分别由如下所产生的矩阵 G_{out} 和 G_{in} 表征的 4 状态外码和 4 状态内码 (观察者的标准形式的) 的所有用户, 采用码率为 1/3 的 SCCC。

$$[0062] \quad G_{out} = [1+D+D^2, 1+D^2], G_{in} = \begin{bmatrix} 1, & 0, & \frac{1+D^2}{1+D+D^2} \\ 0, & 1, & \frac{1+D}{1+D+D^2} \end{bmatrix}$$

[0063] 外码的自由距离是 5, 其对应于为 N^3 的交织增益。在这个体系结构中, N 对应于来自用户的所有外部码字的总长度。在一个实施例中, 选择正交相移键控 (QPSK) 作为其中每

个正交信道携带一个独立的编码位的调制方案。用户间信道被假定为理想的,除非特别说明。实际上,当用户间信道相当良好时期望编码协同。假定用户间信道是独立的。对于给定的用户间信道的帧错误率 (FER),在 K 个用户间的完全协同的概率是

$$[0064] \quad \Pr(K \text{ 个用户间的完全协同}) = (1 - \text{FER})^{K(K-1)} \quad (6)$$

[0065] 例如,当 $\text{FER} = 0.01$ (对于 5 个协同用户),对应于 2 个数量级的错误率的降低时,该概率足够高。

[0066] 在图 7 的例子中,可以观察到:通过传统 CC 之上的用户协同,错误率显著降低,如曲线 700 所表示的。虽然交织增益是指最大似然 (ML) 解码的性能,但是对于从 1.5dB 开始的仅仅具有六次迭代的迭代解码器来说,可以获得类似的增益。参照利用 3 个彼此协同的用户的曲线 710,与利用 1 个用户的曲线 740 相比,BER 从 2×10^{-2} 降低到 2×10^{-3} (约 1 个数量级的增益),并且当两个以上的用户参与协同传输时被进一步降低到 4×10^{-4} (约 2 个数量级的增益),如曲线 720 所示的,其与预期的曲线接近。还由曲线 730 给出具有 500 个输入位的单个用户的配置,作为 5 个用户协同的情况的参考,以便研究在它们的如前所述的等效外码中的差的影响。在这个例子中,它们具有相同的交织尺寸并且显然获得相同的 BER。

[0067] 如图 8 的例子中所示,当块尺寸增加时,在 BER 中的性能增益跟随通过增加协同用户的数量而获得的性能增益的相同的趋势。如 (3) 中所指示的,交织增益与整个块尺寸增加的倍数成比例。然而,通常,如图 7 和图 8 中所示,对于不同的总的输入块尺寸 (交织尺寸),存在对于交织增益变得突出的一些 SNR 阈值。如在 1dB 时的曲线点 800、810 和 820 所示出的,从曲线 800 到曲线 810,从输入块尺寸 100 位到 200 位 (2 倍),存在几乎一个数量级的增益,并且从曲线 800 到曲线 820,从输入块尺寸 100 位到 400 位 (4 倍),存在超过 1 个数量级的增益。然而,可以看到:在图 7 中,在曲线点 750 和 760,甚至在用户的数目从 1 增加到 5 (5 倍) 时也获得较小的增益 (< 1 个数量级)。这表明,对于更大的输入块尺寸,交织增益对整个性能的重要性更早地在较小 SNR 处就开始了。图 8 中图解了曲线 830,用于比较没有迭代的情形和曲线 800、810 和 820 的 6 次迭代的情形。

[0068] 对于前面讨论的复杂度降低的协同编码器的一个实施例,当不能执行循环冗余检测时,可以根据来自所有用户的外部码字位直接做出硬判决。因此,它们在传输期间经受 AWGN 和恒定的衰落,其可以导致独立的和相同的分布 (i. i. d.) 的错误。在图 9 中,在它们的未编码 BER 方面,对于各种用户间信道状态,利用示范性的复杂度降低的协同编码器来估计编码协同的实施例。在未编码 $\text{BER} 10^{-6}$,性能基本上和曲线 900 上的相同 (为在曲线 910 上的好的用户间信道的情形)。当未编码 BER 是在曲线 920 和 930 上的 10^{-4} 或 10^{-3} 时,通常仍然可以获得一个数量级的增益。然而,在这种情况下,错误传播可能成为严重的问题,或在用户间的情况下可能成为更糟糕的情况。当迭代数超过 3 时发生发散 (divergence),这导致恶化的性能。在更高的 SNR 误差时,由于错误传播问题可能引起崩溃 (floor)。曲线 940 作为具有 6 次迭代的没有协同的情况的对比,曲线 950 表示没有迭代的情形。

[0069] 如图 7-9 的例子所展示的,与传统系统相比在各实施例中描述的协同编码体系结构获得有吸引力的差错性能。通过增加协同用户的数量或输入块尺寸,该增益变得更大。通过仅仅利用有限数量的迭代 (例如在该示例中为 4 次迭代) 的迭代解码器可以获得该增益。例如,在协同中仅仅利用 5 个用户,对于实践关心的 BER,比特错误率可以减少两个数量

级 (10^{-3} 或更小)。而且,通过利用在此描述的技术,对于帧错误率也倾向于获得类似的改进。

[0070] 结论

[0071] 在各种非限制性实施例中,提供用于多用户无线网络的协同级联编码策略。与其中为了性能提高需要来自不同协同用户的空间分集的传统系统相比,该技术除了空间分集之外还包括额外的编码益处。具体地,甚至当如在自适应传输系统中在基站上所有协同用户的接收 SNR 维持在特定电平时也能获得在错误率上的显著降低。采用级联码的交织增益的构思,并且通过增加协同用户的数量可以获得错误率上的显著降低。

[0072] 如上所述,在协同框架中可以支持利用不相等的消息尺寸的多个协同用户,而不会影响在所分配的信道(时隙)的个数方面多个用户之间的公平性。也提供复杂度降低的协同编码结构以便当多个用户间的信道被确定为具有足够质量(即,符合预设的使用标准)时使用。研究了代码设计标准和合适代码的选择,并将具有 RSC 内码的 SCCC 示出为有效候选。在其中传统编码协同策略与其非协同对手相比不呈现任何性能改善的自适应传输系统的情形下估计性能。例如,当五个用户协同时,利用简单的 1/3 码率的串行级联码获得 2 个数量级的比特错误率降低。甚至在仅仅使用两个用户时,在这样的情形下比特错误率降低至少一个数量级。

[0073] 示范性的计算机网络和环境

[0074] 本领域普通技术人员可以理解:可以结合任何计算机或其它客户端或服务设备(其可以被布置作为计算机网络的一部分,或者被布置在分布计算环境中,并且可以连接到任何类型的数据存储器)来实施在此描述的协同级联编码的各种实施例。在这一点上,可以在具有任意数量的存储器或存储单元、和任何数量的应用和在任何数量的存储单元之间发生的过程的计算机系统或环境中实施在此描述的各种实施例。这包括但不限于具有在网络环境中布置的服务器计算机和客户端计算机的环境、或者具有远程或本地存储器的分布式计算环境。

[0075] 分布式计算提供通过在计算设备和系统之间的通信交换而共享计算机资源和服务。这些资源和服务包括信息的交换、对对象(如文件)的缓冲存储和盘存储。这些资源和服务还包括共享在多个处理单元之间的处理能力以便负担平衡、资源的扩展、处理的规范化等。分布式计算利用网络互连,允许客户端调节(leverage)它们的总共的功能来使整个企业受益。在此,各种设备可以具有可实施如上所述的本主题公开的各种实施例的协同级联编码的一个或多个方面的应用、对象或资源。

[0076] 图 10 提供了示范性网络连接的或分布式计算环境的示意图。该分布式计算环境包括计算对象 1010、1012 等、以及计算对象或设备 1020、1022、1024、1026、1028 等,其可以包括程序、方法、数据存储、可编程逻辑等,由应用 1030、1032、1034、1036、1038 来表示。可以理解:对象 1010、1012 等以及计算对象或设备 1020、1022、1024、1026、1028 等可以包括不同的设备,如 PDA、音频/视频设备、移动电话机、MP3 播放器、个人计算机、膝上型计算机等。

[0077] 借助通信网络 1040,每个对象 1010、1012 等和计算对象或设备 1020、1022、1024、1026、1028 等可以直接或间接与一个或多个其他的对象 1010、1012 等和计算对象或设备 1020、1022、1024、1026、1028 等通信。虽然在图 10 中被图示为单个单元,但是网络 1040 可以包括向图 10 的系统提供服务的其他计算对象和计算设备,和/或可以表示多个互连的网

络（未示出）。每个对象 1010、1012 等或计算对象或设备 1020、1022、1024、1026、1028 等还可以包括诸如应用 1030、1032、1034、1036、1038 之类的可以利用 API 或其他对象、软件、固件和 / 或硬件的、适合于与根据本主题公开的各种实施例提供的（多个）协同级联编码体系结构通信或实施该协同级联编码体系结构的应用。

[0078] 存在多种支持分布式计算环境的系统、组件、和网络配置。例如，可以通过有线或无线系统、通过本地网络或广泛分布的网络来将计算系统连接在一起。当前，许多网络连接到互联网，其提供用于广泛的分布式计算的基础架构并包容多种不同网络，虽然对于在各种实施例中所述的协同级联编码易于发生的示范性通信，可以使用任何网络基础架构。

[0079] 因而，可以利用网络拓扑和网络基础架构（诸如客户端 / 服务器，端对端或混合体系结构）的主机。“客户端”是使用与其没有关系的其他类或组的服务的类或组的成员。客户端可以是进程，即大略的是一组指令或任务，其要求其他程序或进程提供的服务。客户端进程利用所请求的服务，而不必“知道”有关其他程序或服务本身的任何工作细节。

[0080] 在客户端 / 服务器体系结构（特别是网络连接的系统）中，客户端通常是访问由其他计算机（例如服务器）提供的共享网络资源的计算机。虽然根据环境，任何计算机可被认为是客户端、服务器或两者，但是在图 10 的图示（作为非限制性例子）中，计算机 1020、1022、1024、1026、1028 等可以被认为是客户端，而计算机 1010、1012 等可以被认为是服务器，其中服务器 1010、1012 等提供诸如从客户端计算机 1020、1022、1024、1026、1028 等接收数据、存储数据、处理数据、和向客户端计算机 1020、1022、1024、1026、1028 等发送数据之类的数据服务。

[0081] 服务器一般是可通过如互联网或无线网络基础设施之类的远程或本地网络访问的远程计算机系统。客户端进程可以在第一计算机系统中活动，而服务器进程可以在第二计算机系统中活动，它们通过通信介质来彼此通信，因而提供分布式功能并允许多个客户端利用服务器的信息收集能力。可以单机地或在多个计算设备或对象之间分布地提供所利用的属于该用于执行协同级联编码的技术的任何软件对象。

[0082] 在其中通信网络 / 总线 1040 例如是互联网的网络环境中，服务器 1010、1012 等可以是 Web 服务器，其中客户端 1020、1022、1024、1026、1028 等通过多种已知协议（如超文本传输协议（HTTP））中的任意协议来与所述 Web 服务器通信。服务器 1010、1012 等也可以作为客户端 1020、1022、1024、1026、1028 等，这可以是分布式计算环境的特性。

[0083] 示范性的计算设备

[0084] 如上所述，有利的是，在此描述的技术可以被应用到其中期望发送来自一组协同用户的数据的任意设备。因此，应当理解：对于与各种实施例（即，设备希望发送（或接收）数据的任何地方）相关联的使用，所有类型的手持的、便携的和其他计算设备和计算对象是可以预期的。因此，在下面图 11 中描述的下面的通用远程计算机仅仅是计算设备的一个例子。而且，在此描述的任意一个实施协同级联编码的实施例可以包括下面的通用计算机的一个或多个方面。

[0085] 虽然没有要求，但是实施例可以部分地通过操作系统来实施以便由设备或对象的服务的开发者所使用，和 / 或被包含在运行用于执行在此描述的各种实施例的一个或多个功能方面的应用软件内。可以在计算机可执行指令的通常上下文中描述软件，所述计算机可执行指令诸如由一个或多个计算机（如客户端工作站、服务器或其他设备）执行的程序

模块。本领域技术人员应当理解：计算机系统具有可以用于传递数据的各种配置和协议，并且因而，应当考虑不限制于特定的配置或协议。

[0086] 图 11 因而图解了合适的计算系统环境 1100 的例子，在所述计算系统环境中，可以实施在此描述的实施例的一个或多个方面，虽然前述已经澄清，但是计算系统环境 1100 仅仅是合适的计算环境的一个例子，并且不希望对使用或功能的范围产生任何限制。计算环境 1100 不应当被解释为具有与在示范性操作环境 1100 中图示的组件的任意一个或组合有关的任何依赖性需要。

[0087] 参照图 11，用于实施一个或多个实施例的示范性远程设备包括计算机 1110 形式的通用计算设备。计算机 1110 的部件可以包括但不限于处理单元 1120、系统存储器 1130 和将包括系统存储器的各种系统部件耦接到处理单元 1120 的系统总线 1122。

[0088] 计算机 1110 一般包括各种计算机可读介质，并且可以是计算机 1110 能够访问的任何可用介质。系统存储器 1130 可以包括诸如只读存储器 (ROM) 和 / 或随机存取存储器 (RAM) 之类的易失性和 / 或非易失性存储器形式的计算机存储媒介。通过举例方式，非限制性的存储器 1130 还可以包括操作系统、应用程序、其他程序模块和程序数据。

[0089] 用户可以通过输入装置 1140 将命令和信息输入到计算机 1110 中。监视器或其他类型的显示设备也通过诸如输出接口 1150 之类的接口连接至系统总线 1122。除了监视器之外，计算机还可以包括诸如扬声器和打印机之类的其它外围输出设备，它们可通过输出接口 1150 来连接。

[0090] 计算机 1110 可以在使用到一个或多个其他远程计算机（诸如远程计算机 1170）的逻辑连接的网络连接环境或分布式环境中运行。远程计算机 1170 可以是个人计算机、服务器、路由器、网络 PC、端设备或其他公共网络节点、或任何其他远程媒介消耗或传输设备，并且可以包括上述的与计算机 1110 相关的任意一个或所有元件。图 11 中描述的逻辑连接包括网络 1172（诸如局域网 (LAN) 或广域网 (WAN)），但是也可以包括其他网络 / 总线。这样的网络环境在家庭、办公室、企业范围的计算机网络、内部网和互联网中是普遍的。

[0091] 示范性通信网络和环境

[0092] 可以将上述优化应用于任何网络，然而，下面描述阐述了一些示范性电话无线网络和非限制性操作环境，以并入在此描述的各种实施例。然而，下面描述的操作环境应当被认为是非穷尽性，并且因此下面描述的网络体系结构仅仅示出了一个可以并入在此描述的各种实施例的网络体系结构。然而，应当理解：（多个）实施例也可以被并入到任何现有的或将来的通信网络的替换结构中。

[0093] 全球移动通信系统（“GSM”）是在当今快速发展的通信系统中的一个非常广泛地使用的无线接入系统。GMS 向诸如移动电话机或计算机用户之类的用户提供电路交换数据服务。通用分组无线业务（“GPRS”）（其是对 GSM 技术的扩展）将分组交换引入到 GSM 网络中。GPRS 使用基于分组的无线通信技术来有效率地传送高速和低速数据以及信令。GPRS 优化对网络和无线资源的使用，因而使得对于分组模式的应用来说能够节省成本以及有效率地使用 GSM 网络资源。

[0094] 作为本领域普通技术人员，可以理解：在此描述的示范性的 GSM/GPRS 环境和服务还可以被扩展到 3G 服务，诸如通用移动电话系统（“UMTS”）、频分双工（“FDD”）和时分双工（“TDD”）、高速分组数据接入（“HSPDA”）、CDMA20001x 演进数据优化（“EVDO”）、码分多

址-2000(cdma20003x)、时分同步码分多址 (“TD-SCDMA”)、宽带码分多址 (“WCDMA”)、增强的数据 GSM 环境 (“EDGE”)、国际移动通信-2000 (“IMT-2000”)、数字增强的无线 (cordless) 通信 (“DECT”) 等等以及其他迟早可用的网络服务。在这点上,在此描述的技术可以与数据传输方法无关地采用,并且不需要依赖于任何特定网络结构或基本 (underlying) 协议,除非特别说明。

[0095] 图 12 描述了在其中可以实践一个或多个实施例的示范性的基于分组的移动蜂窝网络环境 (诸如 GPRS 网络) 的整体方块图。在这样的环境中,存在多个基站子系统 (“BSS”) 1200 (仅示出了一个),每一个 BSS 包括基站控制器 (“BSC”) 1202,其服务多个基本收发器站 (“BTS”),诸如 BTS 1204、1206、和 1208。BTS 1204、1206、和 1208 等是接入点,在所述接入点中,基于分组的移动设备的用户变成与无线网络连接。在示范性方式中,源自用户设备的分组业务通过到 BTS 1204 的空中接口传输,并从 BTS 1204 传输到 BSC 1202。诸如 BSS 1200 之类的基站子系统是内部帧中继网络 1210 的一部分,所述内部帧中继网络 1210 可以包括诸如 SGSN 1212 和 1214 之类的服务 GPRS 支持节点 (“SGSN”)。

[0096] 每个 SGSN 依次连接到内部分组网络 1220,SGSN 1212、1214 等可以通过所述内部分组网络 1220 将数据分组路由至多个网关 GPRS 支持节点 (GGSN) 1222、1224、1226 等或者路由来自网关 GPRS 支持节点 (GGSN) 1222、1224、1226 等的的数据分组。如所示的,SGSN 1214 和 GGSN 1222、1224、1226 是内部分组网络 1220 的一部分。网关 GPRS 服务节点 1222、1224 和 1226 主要提供到外部互联网协议 (IP) 网络 (如公共陆地移动网络 (“PLMN”) 1245、企业内部网 1240、或固定端系统 (“FES”) 或公共互联网 1230) 的接口。如所示的,用户企业网 1240 可以通过防火墙 1232 连接到 GGSN 1222;而 PLMN 1245 通过广域 (boarder) 网关路由器 1234 连接到 GGSN 1224。远程鉴权拨号用户服务 (“RADIUS”) 服务器 1242 在移动蜂窝设备的用户呼叫企业网 1240 时可以用于主叫鉴权。

[0097] 通常,在 GSM 网络中可以存在四种不同的小区尺寸-宏小区、微小区、皮小区和伞小区。每个小区的覆盖范围在不同的环境中不同。宏小区可以被认为是在其中基站天线安装在高于通常的房屋顶层的杆子或建筑物上的小区。微小区是其天线高度低于通常的房屋顶层的小区;它们一般用在城区。皮小区是直径是几十米的较小的小区;它们主要用在室内。另一方面,伞小区用于覆盖较小的小区的遮蔽区并且在这些小区之间的覆盖区中填补空隙。

[0098] 因此,可能涉及根据本发明的优化算法的功能和处理的网络元件可以包括但不限于网关 GPRS 支持节点表、固定端系统路由器表、防火墙系统、VPN 隧道、和特定数字网络所需的任何数量的其他网络元件。

[0099] 在此使用单词“示范性”来表示作为例子、实例或图示。为了避免疑惑,在此公开的主题不由这些示例所限制。而且,在此描述为“示范性”的任何方面或设计既不是必然被认为优先或优于其他方面或设计,也不表示排除本领域普通技术人员所知道的等效的示范性结构和技术。而且,对于在详细描述或权利要求中使用术语“包括”、“具有”、“包含”和其他类似词汇的意义 (extent),为了避免疑惑,这样的术语希望为类似于作为开放式变换词汇的术语“包括”的方式的包含,而不排除任何附加或其他单元。

[0100] 在此描述的本发明的各种实施例可以具有下述特征:它们整体为硬件,部分为硬件和部分为软件,以及为软件。如在此使用的,术语“组件”、“系统”等同样期望指代计算机

相关的实体,即是硬件、硬件和软件的组合、软件,也是运行中的软件。例如,组件可以是但不限于是在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行代码、执行的线程、程序、和 / 或计算机。作为例示,在计算机上运行的应用程序和计算机都可以是组件。一个或多个组件可以驻留在运行的进程和 / 或线程中,并且组件可以位于一台计算机上和 / 或分布在两台或多台计算机上。

[0101] 因此,本发明的方法和装置或其特定方面或部分可以采用包含在有形介质(如软盘、CD-ROM、硬盘或任何其他机器可读存储介质)中的程序代码(即指令)的形式,其中,当程序代码被载入机器(如计算机)并且由其执行时,该机器成为实施本发明的装置。在可编程计算机上的程序代码运行的情况下,计算设备通常包括处理器、该处理器可读取的存储介质(包括易失性和非易失性存储器和 / 或存储元件)、至少一个输入设备和至少一个输出设备。

[0102] 而且,所公开的主题可以被实现为系统、方法、装置或利用标准编程的制造产品和 / 或产生用于控制计算机或基于处理器的设备实施在此详细描述的各方面的软件、固件、硬件或它们的任意组合的工程技术。在此使用的术语“制造产品”、“计算机程序产品”或类似术语期望包含可从任意计算机可读设备、载波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器件(例如硬盘、软盘、磁带)、光盘(例如致密盘(CD)、数字化视频光盘(DVD)...)、智能卡、和快闪存储器件(例如存储卡、存储棒)。而且,已知载波可以被用来携带计算机可读电子数据(如在发送和接收电子邮件中或在访问诸如互联网或局域网(LAN)之类的网络中使用的计算机可读电子数据)。

[0103] 已针对在几个组件之间的交互而描述了上述系统。可以理解:这样的系统和组件可以包括根据前面所述组件的各种置换和组合的那些组件或特定的子组件、特定的组件或子组件中的一些、和 / 或附加组件。子组件也可以被实现成与其他组件通信耦接的组件,而不是例如根据分层结构包含在父组件中。而且,应当注意到:一个或多个组件可以被组合到提供总和功能的单个组件中或者被分成几个分开的子组件,并且任何一个或多个中间层(诸如管理层)可以被提供成通信耦接这样的子组件以便提供集成功能。在此描述的任何组件也可以与一个或多个其他组件(虽然未在此特别描述但是通常为本领域技术人员所知)交互。

[0104] 根据在前面描述的示范性系统,参照由附图表示的各种流程图,将会更好地理解可以根据所公开的主题实现的方法。虽然为了简化说明的目的,这些方法被示出和描述成一系列的块,但是应当理解:所要求的主题不受限于这些块的顺序,因为一些块可以以不同顺序发生和 / 或与(在此描述和说明的)其他块同时发生。当通过流程图图解了非顺序的或分支的流程时,可以理解:可以实现获得相同或类似结果的各种其他分支、流程路径和块的顺序。而且,实现前面所述的方法可以不需要所有的图解的块。

[0105] 而且,如将理解的:上面的公开系统的各个部分以及下面的方法可以包括基于人工智能或知识或规则的组件、子组件、过程、装置、方法、或机构装置(例如:支持矢量的机器、神经网络、专家系统、贝叶斯(Bayesian belief)网络、模糊逻辑、数据融合引擎、分类器.....)。这样的部件和其他部件可以自动化实现的某些机械装置或过程,由此使得系统和方法的各部分更加有适应性以及有效率和智能化。

[0106] 虽然已结合各种附图的优选实施例描述了本发明,但是应当理解:可以使用其他

类似的实施例,或者可以对所述的实施例进行修改和添加以执行本发明的相同功能而不会与之偏离。

[0107] 虽然示范性实施例是指在特定编程语言结构、规范或标准的上下文中使用本发明,但是本发明不限于此,而是可以以执行优化算法和过程的任何语言实施。更进一步,可以在多个处理芯片或器件中或之间实施本发明,并且存储类似地在多个器件之间可能受到影响。因此,本发明不应当限于任何单个实施例,而是应当根据所附权利要求的宽度和范围来理解。

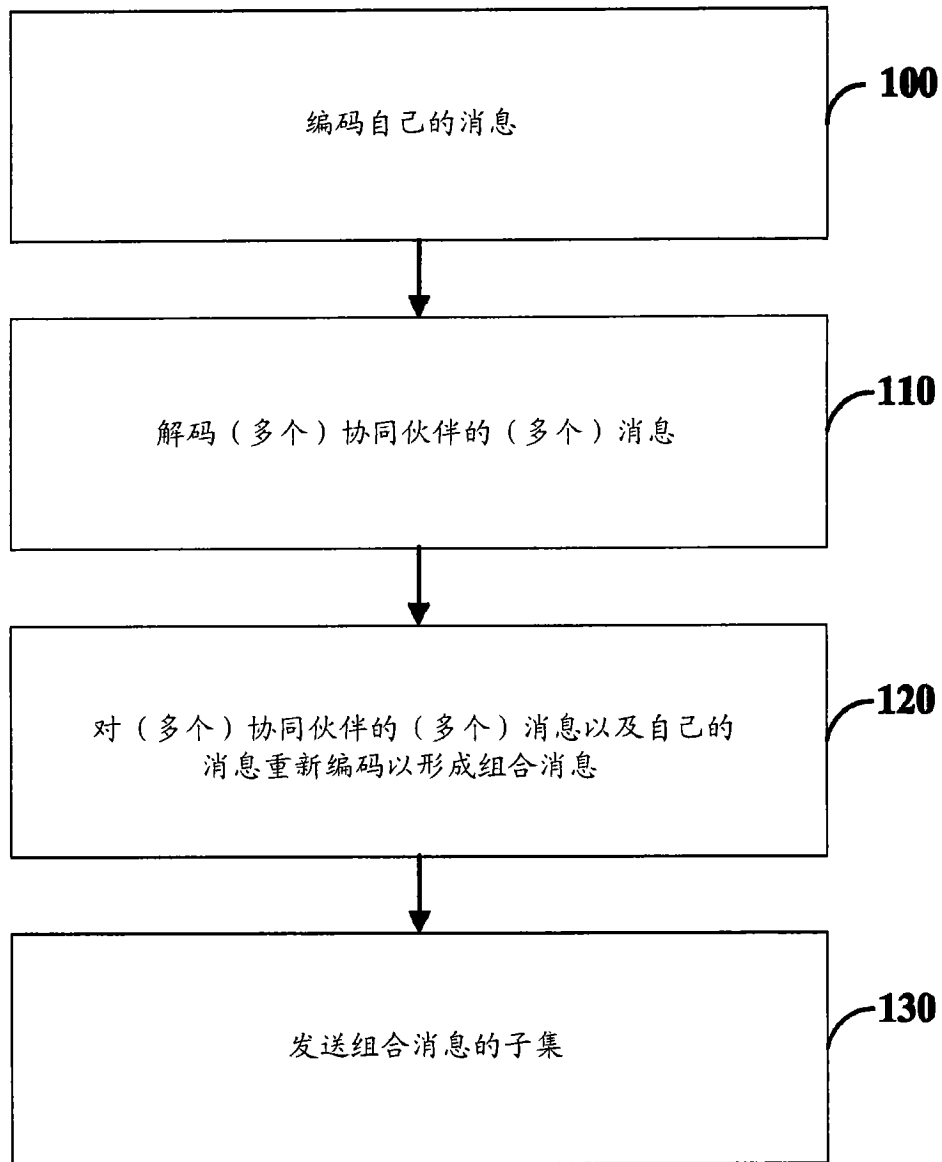


图 1

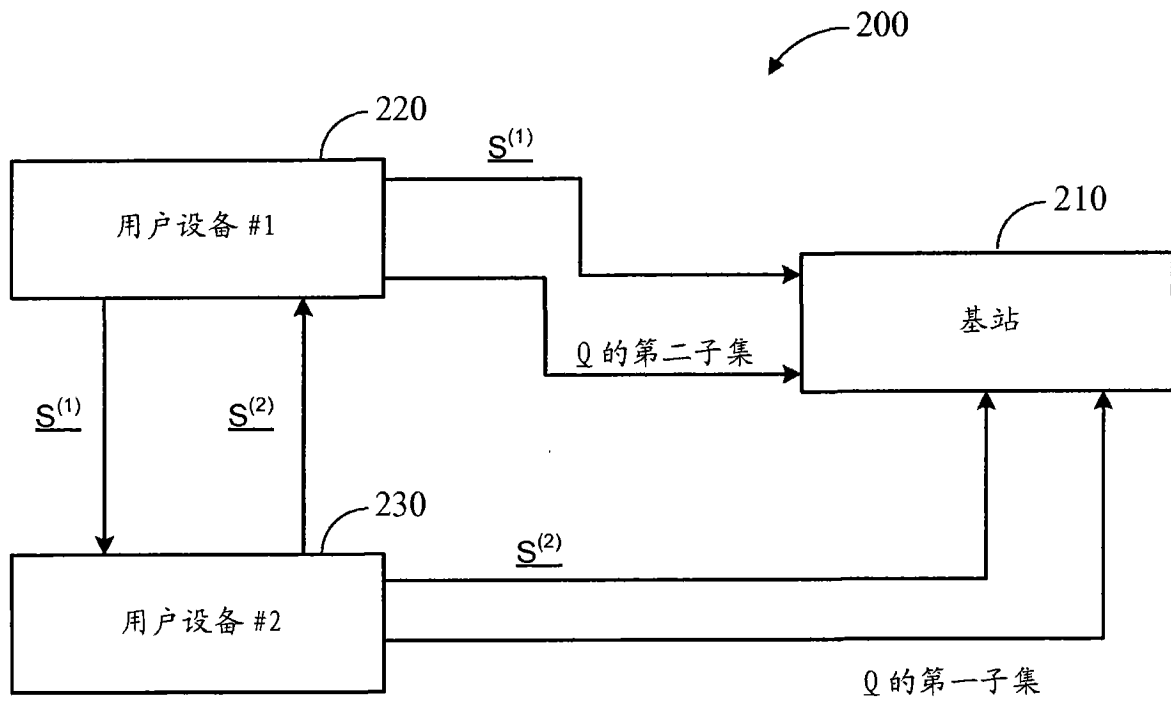


图 2

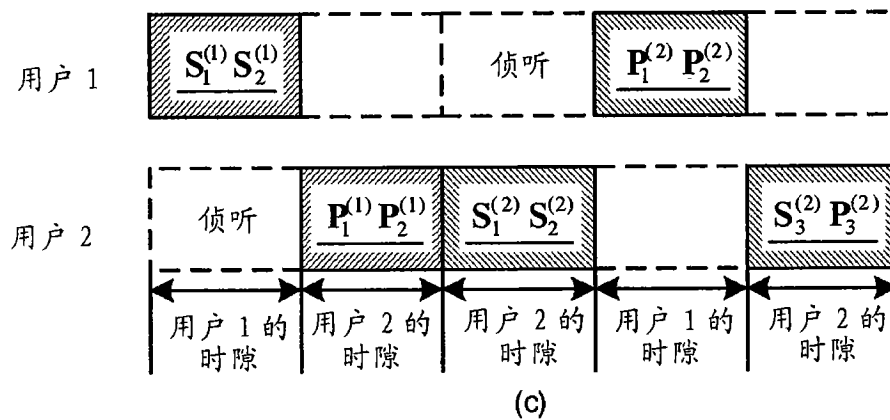
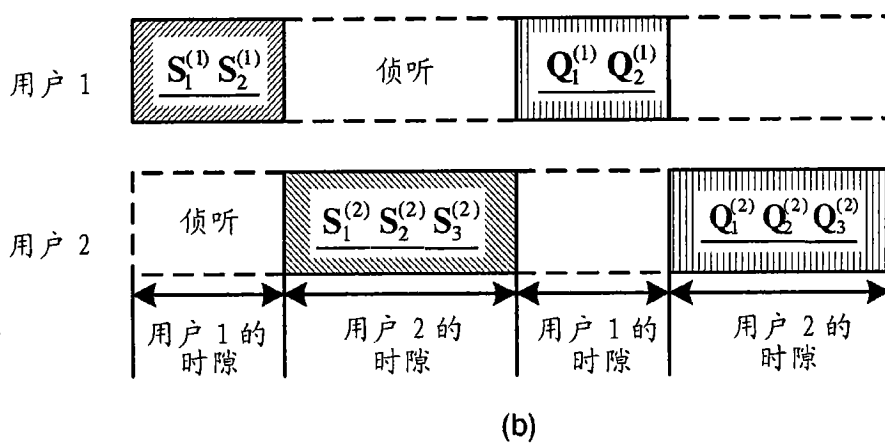
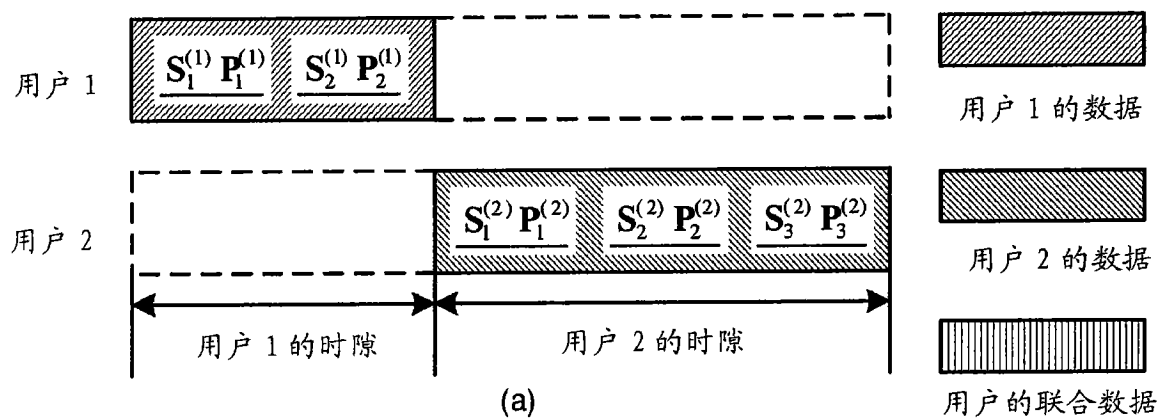


图 3

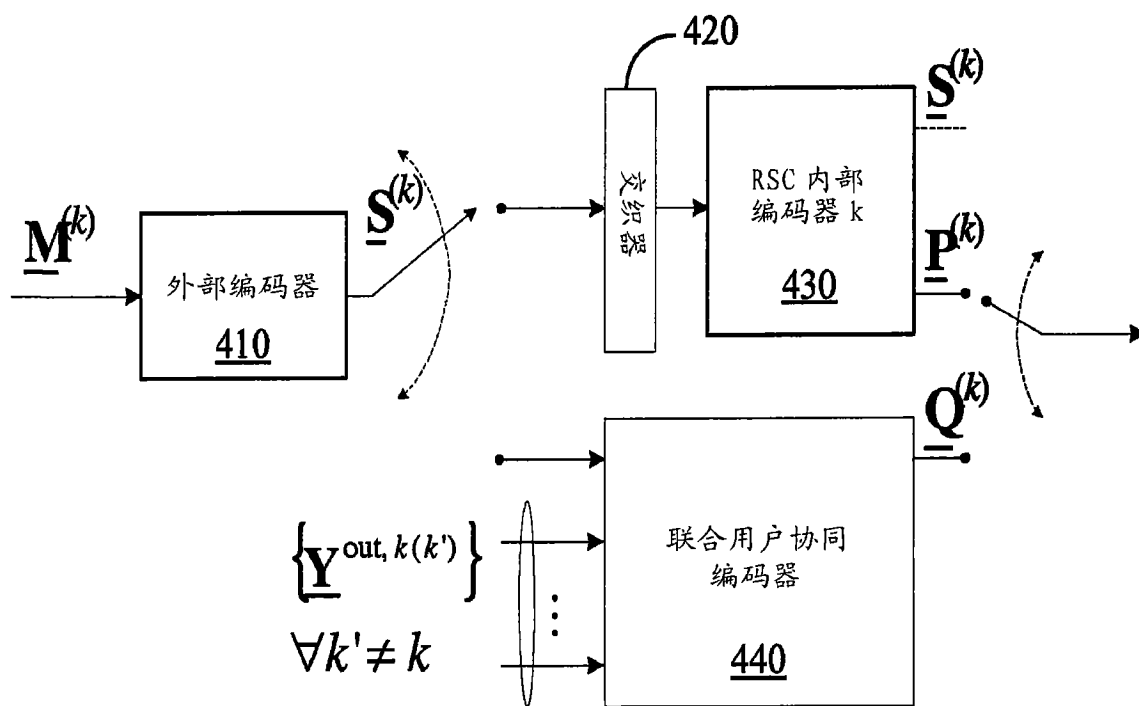


图 4

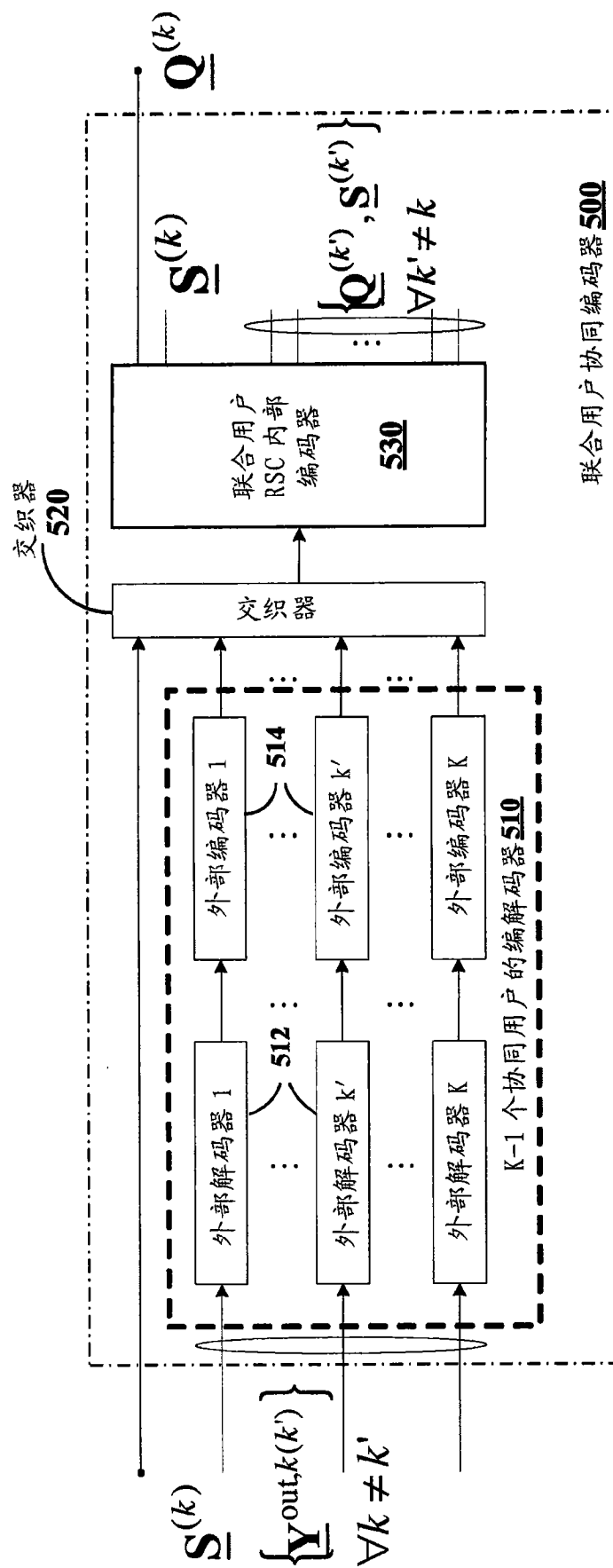


图 5

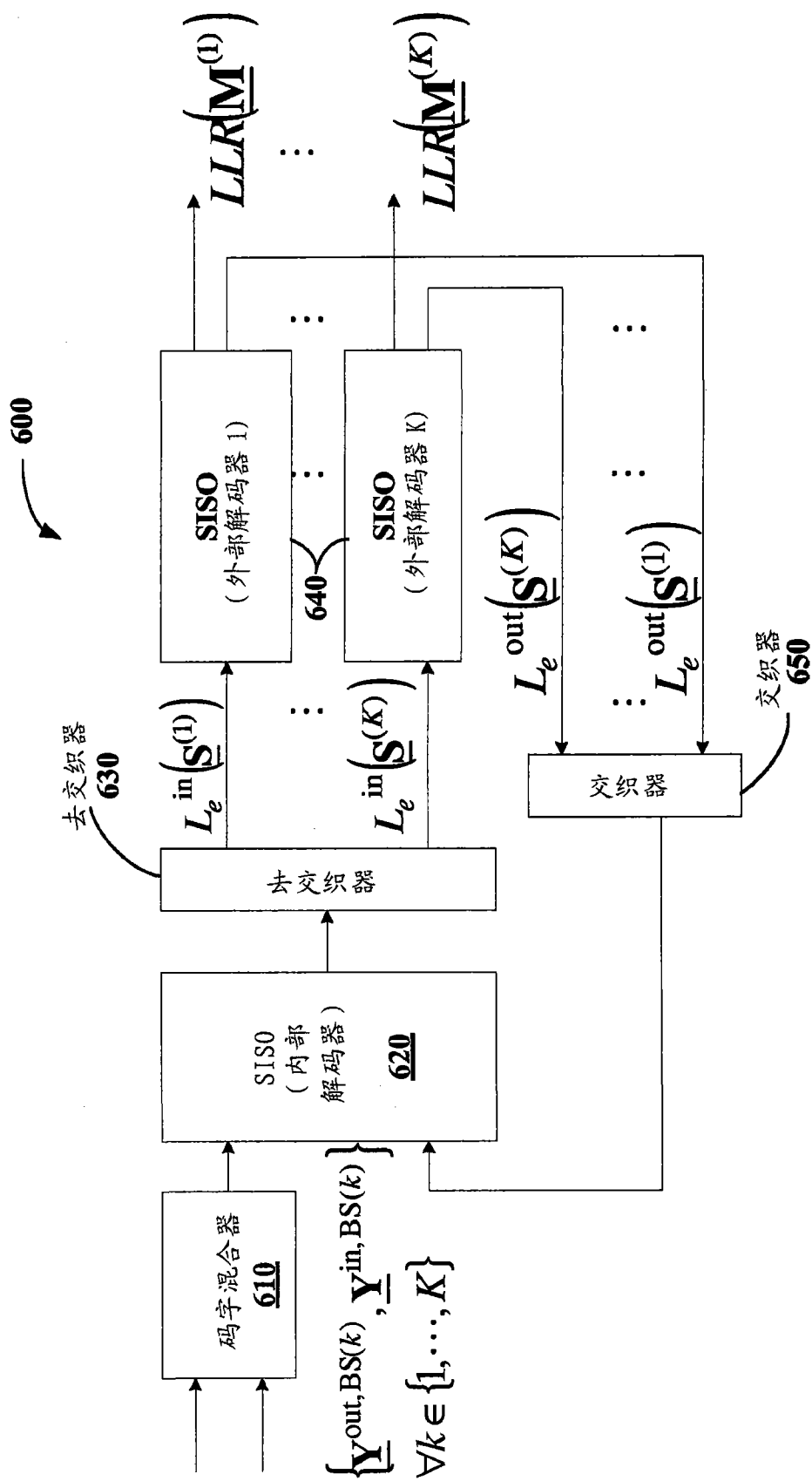


图 6

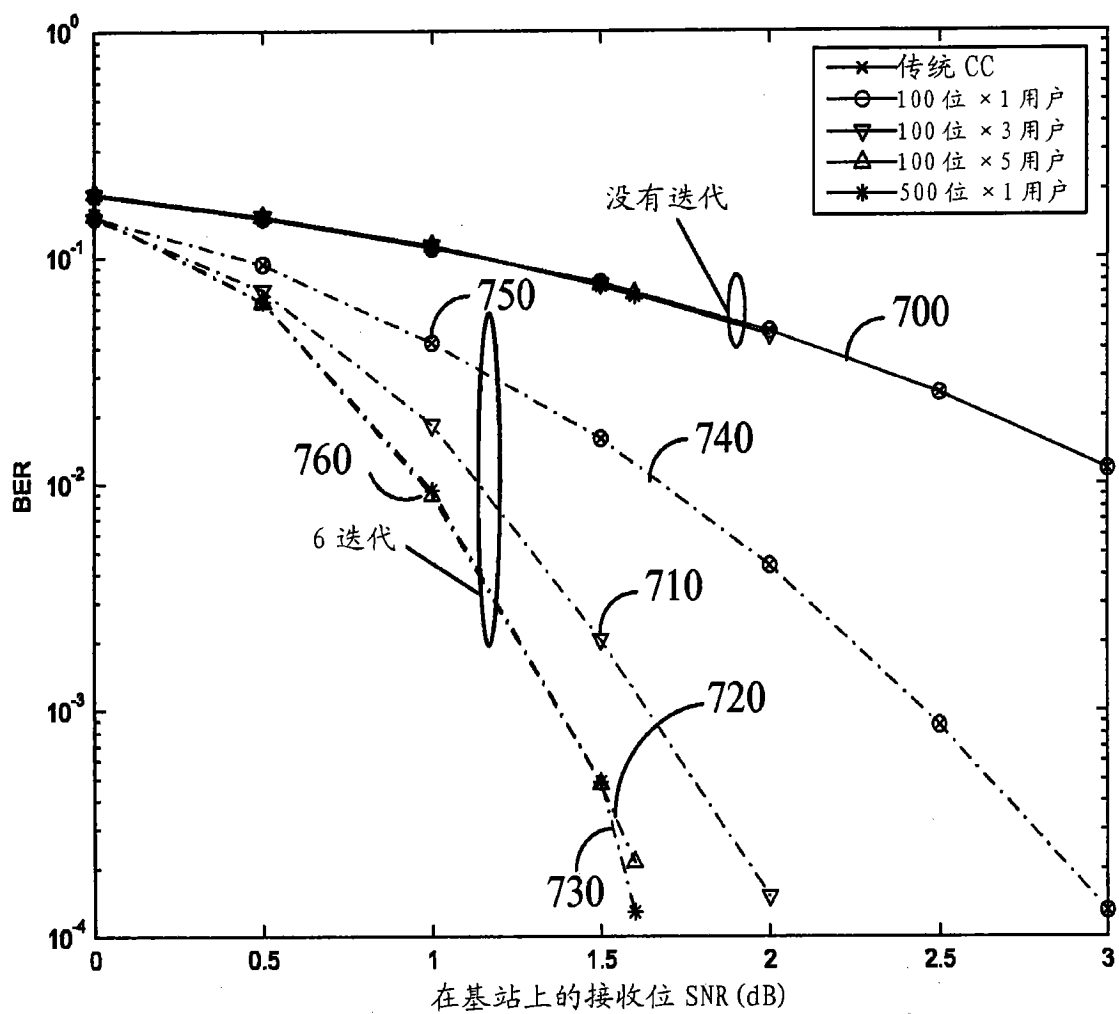


图 7

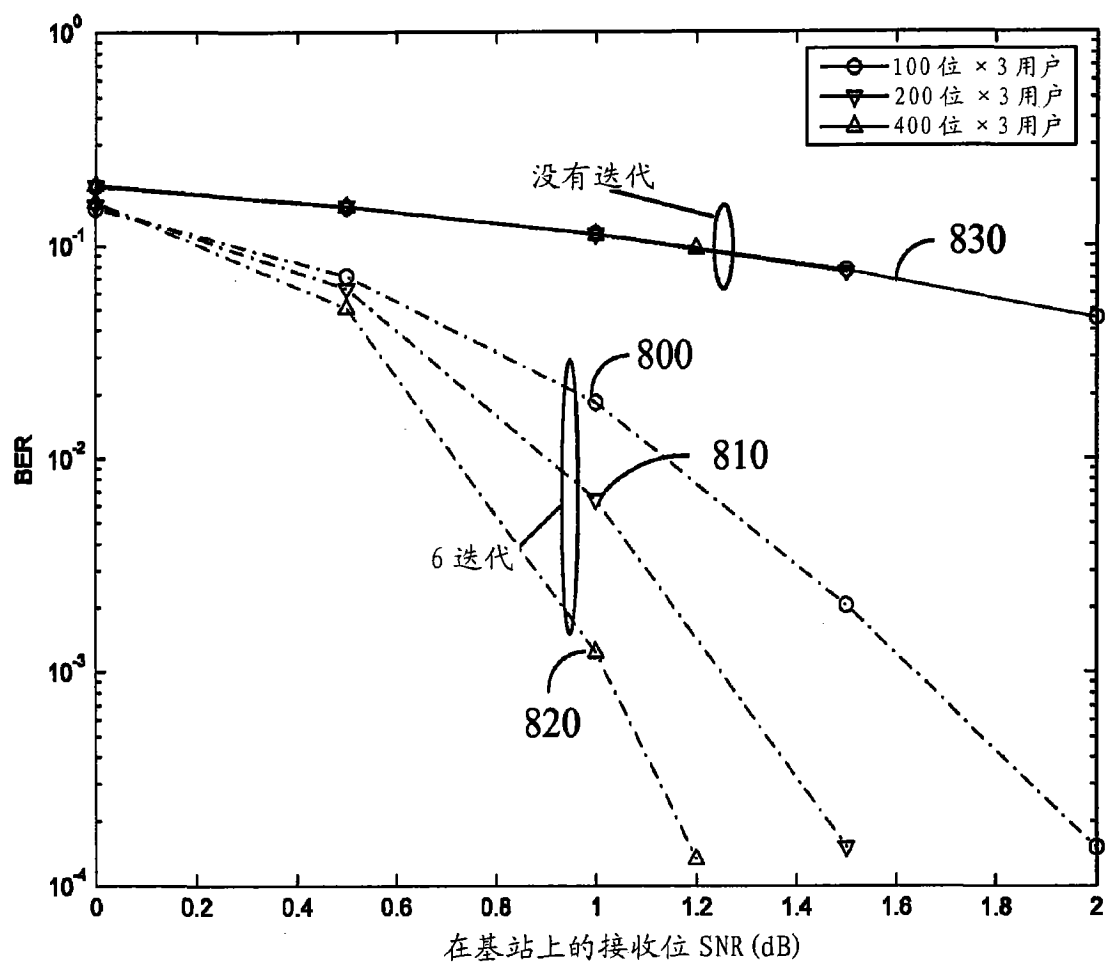


图 8

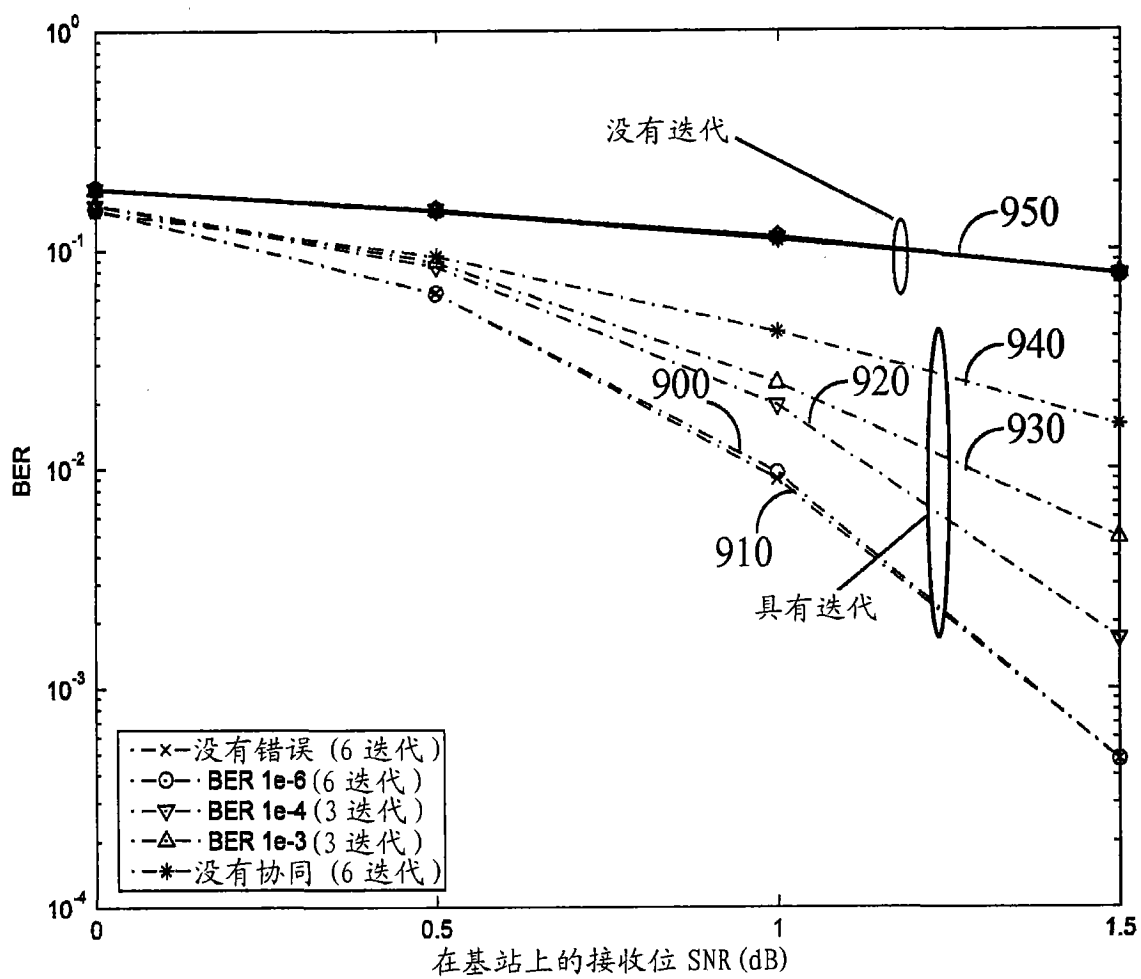


图 9

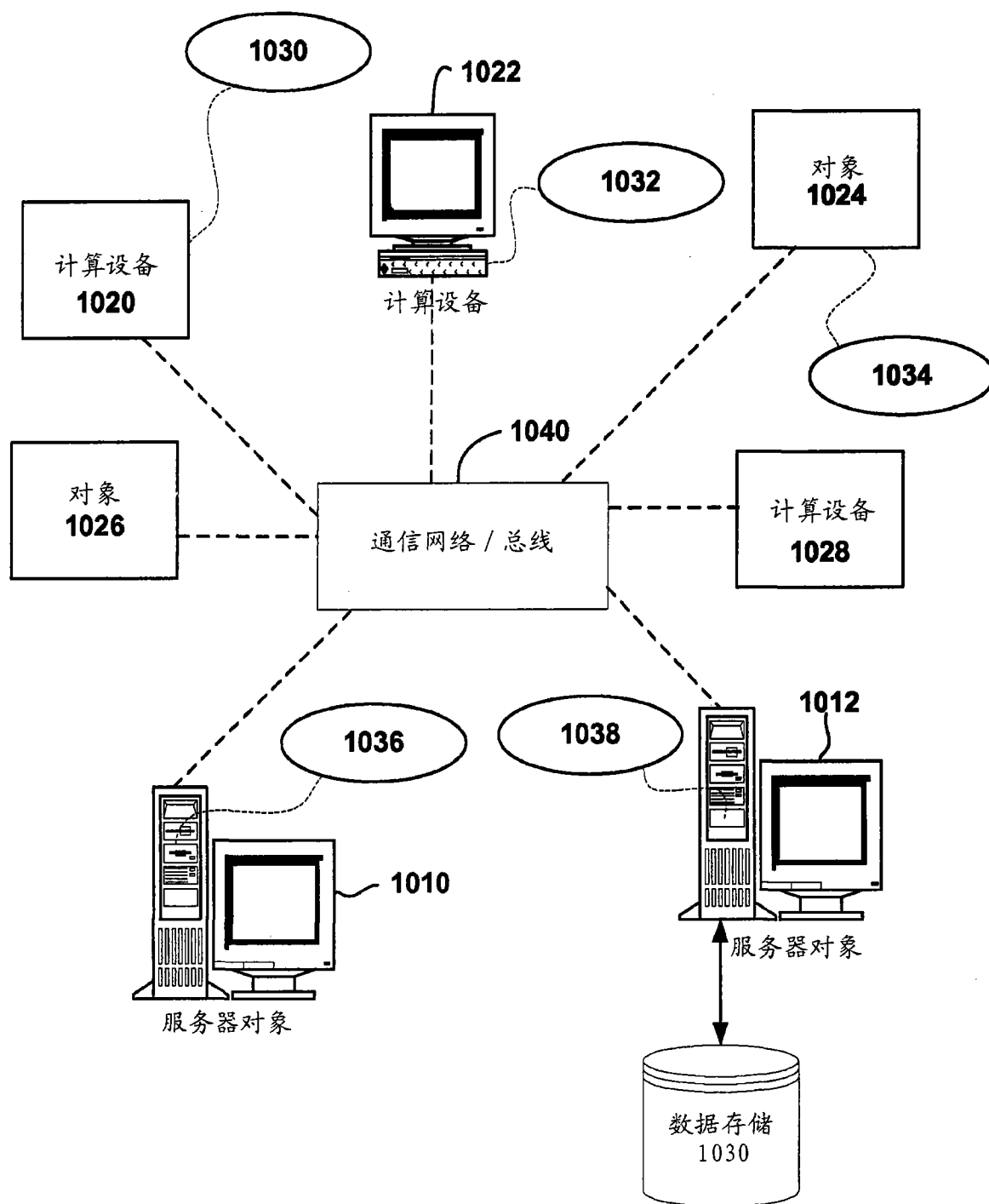


图 10

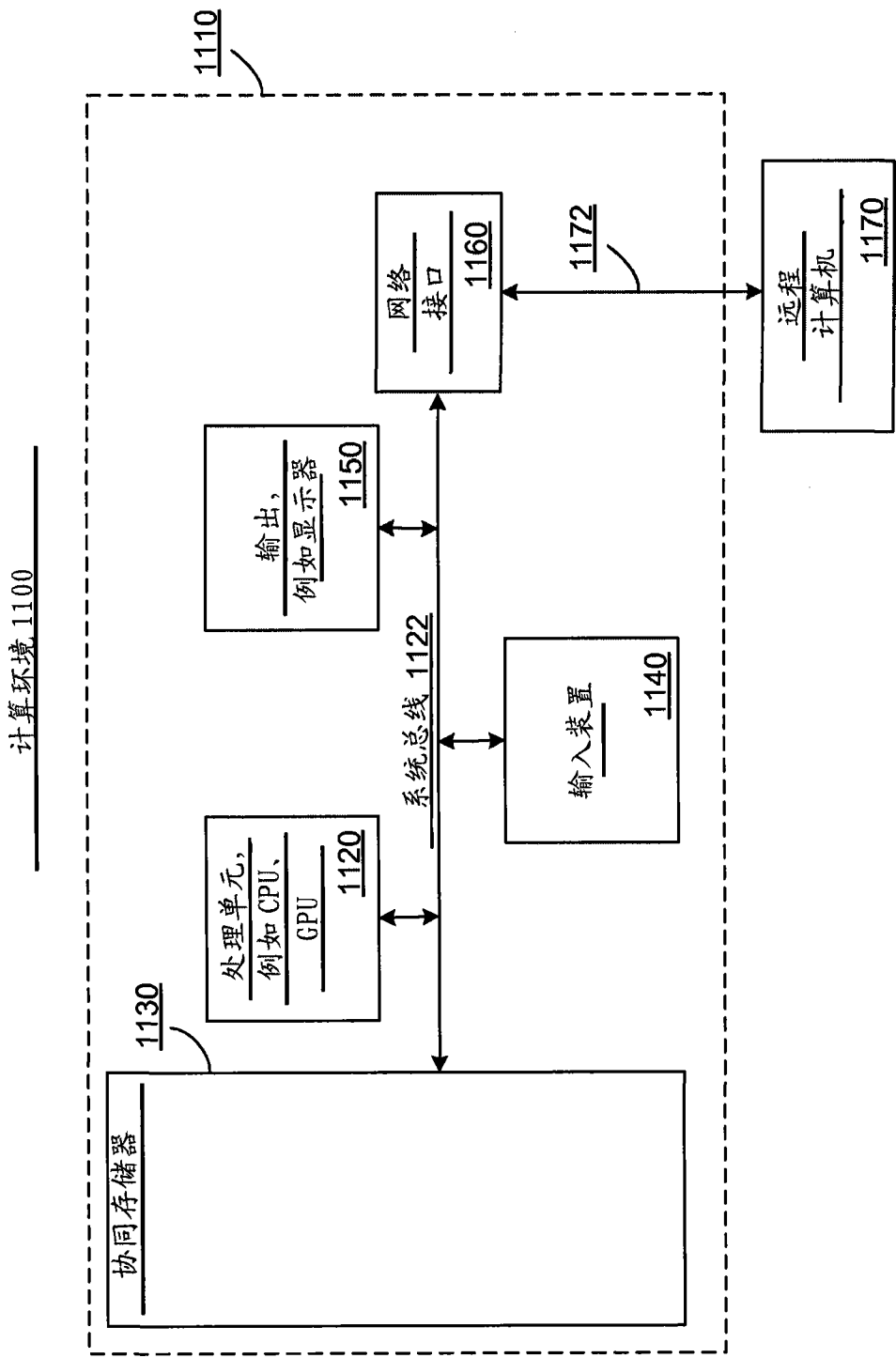


图 11

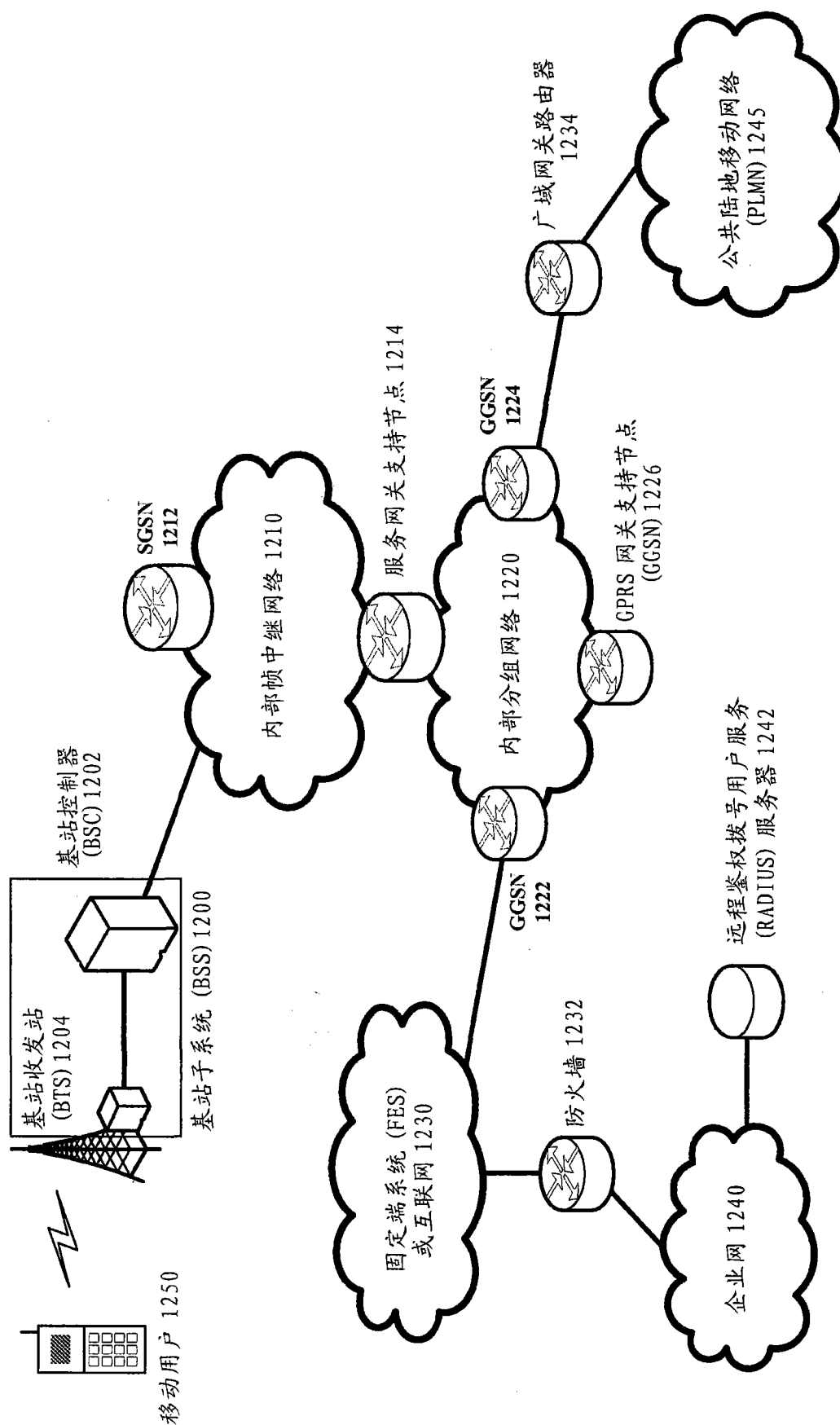


图 12