



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113852443 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 02

(21) 申请号 202110670624.4

(22) 申请日 2021.06.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113852443 A

(43) 申请公布日 2021.12.28

(73) 专利权人 天翼数字生活科技有限公司
地址 200072 上海市静安区万荣路1256、
1258号1423室

(72) 发明人 闵宝成

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
专利代理师 唐杰敏 蔡悦

(51) Int. Cl.
H04L 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109586848 A, 2019.04.05

张旭宁 等. “一种基于误差补偿的部分码字 SCMA检测算法”. 《中国科技论文》. 2019, 第14卷卷(第第3期期), 第268-272页.

审查员 白玉

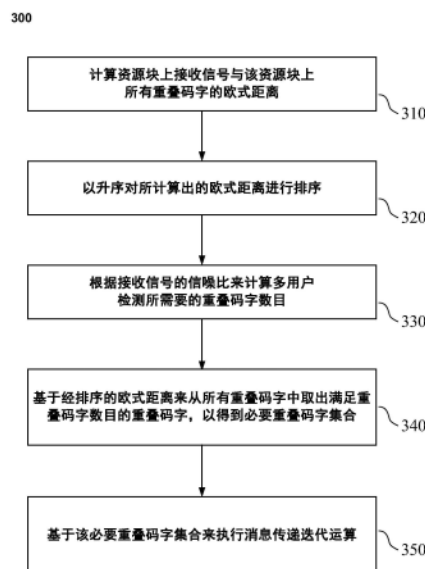
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

SCMA系统中一种低复杂度多用户检测方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的方法,该方法可以包括:计算资源块上接收信号与该资源块上所有重叠码字的欧式距离;以升序对所计算出的欧式距离进行排序;根据接收信号的信噪比来计算多用户检测所需的重叠码字数目;基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合;以及基于该必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算。此外,本发明还提供了用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置和装备以及计算机可读介质。通过本发明,能够在保证多用户检测性能的同时,大幅度降低多用户检测的复杂度。



1. 一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的方法,所述方法包括:
 计算资源块上接收信号与所述资源块上所有重叠码字的欧式距离;
 以升序对所计算出的欧式距离进行排序;
 根据所述接收信号的信噪比来计算所述多用户检测所需要的重叠码字数目;
 基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足所述重叠码字数目的重叠码字,
 以得到必要重叠码字集合;以及
 基于所述必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算,
 其中所述重叠码字数目是根据下式来计算的:

$$R(y_n) = \gamma \times 10^{-SNR/20} \times M^{df}$$

其中 $R(y_n)$ 表示所述重叠码字数目,SNR表示所述接收信号的信噪比, M^{df} 表示一个资源块上的重叠码字总数, γ 为收缩补偿因子以保证译码性能并进一步降低译码复杂度。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述消息传递迭代运算包括:
 初始化设置;以及
 从迭代次数1开始,逐次更新功能节点信息和用户节点信息,直至达到最大迭代次数后输出似然值。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,根据所述似然值来对所述接收信号进行译码。

4. 一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置,所述装置包括:
 存储器;以及
 耦合至所述存储器的处理器,其中所述处理器被配置成:
 计算资源块上接收信号与所述资源块上所有重叠码字的欧式距离;
 以升序对所计算出的欧式距离进行排序;
 根据所述接收信号的信噪比来计算所述多用户检测所需要的重叠码字数目;
 基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足所述重叠码字数目的重叠码字,
 以得到必要重叠码字集合;以及
 基于所述必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算,
 其中所述重叠码字数目是根据下式来计算的:

$$R(y_n) = \gamma \times 10^{-SNR/20} \times M^{df}$$

其中 $R(y_n)$ 表示所述重叠码字数目,SNR表示所述接收信号的信噪比, M^{df} 表示一个资源块上的重叠码字总数, γ 为收缩补偿因子以保证译码性能并进一步降低译码复杂度。

5. 如权利要求4所述的装置,其特征在于,所述消息传递迭代运算包括:
 初始化设置;以及
 从迭代次数1开始,逐次更新功能节点信息和用户节点信息,直至达到最大迭代次数后输出似然值。

6. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述处理器被进一步配置成根据所述似然值来对所述接收信号进行译码。

7. 一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装备,所述装备包括:

用于计算资源块上接收信号与所述资源块上所有重叠码字的欧式距离的装置；
用于以升序对所计算出的欧式距离进行排序的装置；
用于根据所述接收信号的信噪比来计算所述多用户检测所需要的重叠码字数目的装置；
用于基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足所述重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合的装置;以及
用于基于所述必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算的装置,
其中所述重叠码字数目是根据下式来计算的:

$$R(y_n) = \gamma \times 10^{-SNR/20} \times M^{d_f}$$

其中 $R(y_n)$ 表示所述重叠码字数目,SNR表示所述接收信号的信噪比, M^{d_f} 表示一个资源块上的重叠码字总数,

γ 为收缩补偿因子以保证译码性能并进一步降低译码复杂度。

8.一种存储计算机程序的计算机可读介质,所述计算机程序在由处理器执行时执行如权利要求1-3中任一项所述的方法。

SCMA系统中一种低复杂度多用户检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信,更具体地,涉及用于SCMA(Sparse Code Multiple Access,稀疏码多址接入)系统中的多用户检测的方法和装置。

背景技术

[0002] 随着近些年大数据与人工智能技术逐步发展完善,物联网作为两者重要实现基础,期间也取得了突破性的发展。物联网的飞速发展,业务场景的增加,数据量的暴增,未来的传感设备以及机器与机器间(M2M)通信的数据量呈指数形势增长。正如5G中提出的“万物互联”口号,未来智能设备间相互连接,发送信号,一定范围内的数据量将会爆炸式增长。同时,极低的空口时延要求,对现有无线空口技术提出了更加严峻的挑战。与前四代通信系统相比,5G的发展需要满足人们在生活、工作、娱乐等各方面提出的更加多样化的业务需求。因此,为了满足5G的应用场景需求,传统的正交多址技术(Orthogonal Multiple Access,OMA)(例如,时分多址、频分多址等)已经不能够满足未来无线通信发展的要求。需要将目光转向非正交多址技术(Non-orthogonal Multiple Access,NOMA),新型的多址接入技术成为了无线通信的热门研究问题。

[0003] SCMA技术是一种多用户共享频率资源的非正交的多址接入方案,它将低密度信号(Low Density Signature,LDS)技术和码分多址(Code Division Multiple Access,CDMA)技术结合在一起,可用来解决海量连接的系统过载问题。然而,SCMA系统要成为5G中极具竞争力的空口技术,仍然需要解决以下问题:最优化码本设计、低复杂度多用户检测方案、良好的系统性能、信道分配优化、免调度策略、盲检测方案等。

[0004] 在SCMA系统中,高效的多用户检测技术是5G空口技术的重要组成部分。最大后验概率(MAP)算法作为SCMA系统最优的多用户检测方案,其计算复杂度随着用户数呈指数增长,在信号接收端译码复杂度太高,不符合实际通信要求。消息传递算法(MPA)作为接近最优的SCMA多用户检测方案,其利用码字稀疏特点可以有效地接近MAP译码性能并且能够显著降低译码复杂度。但是,随着用户数量和码本维度的增加,MPA算法的译码复杂度依旧呈指数级增长,所以降低SCMA系统中MPA算法的复杂度是相当重要的。

[0005] 相应地,本领域中存在对于SCMA系统中低复杂度多用户检测技术的需要。

发明内容

[0006] 提供本发明内容以便以简化形式介绍将在以下具体实施方式中进一步的描述一些概念。本发明内容并非旨在标识所要求保护的的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于帮助确定所要求保护的的主题的范围。

[0007] 鉴于以上描述的现有技术中的缺陷,本发明的目的在于,针对SCMA系统中现有的多用户检测算法存在收敛性差、复杂度高、性能差等不足提出解决方案,旨在设计出性能良好、复杂度低的多用户检测算法。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检

测的方法,该方法可以包括:计算资源块上接收信号与该资源块上所有重叠码字的欧式距离;以升序对所计算出的欧式距离进行排序;根据接收信号的信噪比来计算多用户检测所需要的重叠码字数目;基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合;以及基于该必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算。

[0009] 在根据本发明的第一方面的一个实施例中,消息传递迭代运算可以包括:初始化设置;以及从迭代次数1开始,逐次更新功能节点信息和用户节点信息,直至达到最大迭代次数后输出似然值。

[0010] 在根据本发明的第一方面的一个实施例中,根据输出的似然值来对接收信号进行译码。

[0011] 在根据本发明的第一方面的一个实施例中,在计算重叠码字数目时使用收缩补偿因子,以保证译码性能并进一步降低译码复杂度。

[0012] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置,该装置可以包括:存储器;以及耦合至该存储器的处理器,其中该处理器被配置成:计算资源块上接收信号与该资源块上所有重叠码字的欧式距离;以升序对所计算出的欧式距离进行排序;根据接收信号的信噪比来计算多用户检测所需要的重叠码字数目;基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足该重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合;以及基于该必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算。

[0013] 在根据本发明的第二方面的一个实施例中,消息传递迭代运算可以包括:初始化设置;以及从迭代次数1开始,逐次更新功能节点信息和用户节点信息,直至达到最大迭代次数后输出似然值。

[0014] 在根据本发明的第二方面的一个实施例中,该处理器可以被进一步配置成根据输出的似然值来对接收信号进行译码。

[0015] 在根据本发明的第二方面的一个实施例中,该处理器可以被进一步配置成在计算所述重叠码字数目时使用收缩补偿因子,以保证译码性能并进一步降低译码复杂度。

[0016] 根据本发明的第三方面,提供了一种用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置,该装置可以包括:用于计算资源块上接收信号与所述资源块上所有重叠码字的欧式距离的装置;用于以升序对所计算出的欧式距离进行排序的装置;用于根据所述接收信号的信噪比来计算多用户检测所需要的重叠码字数目的装置;用于基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足所述重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合的装置;以及用于基于所述必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算的装置。

[0017] 根据本发明的第四方面,提供了一种存储计算机程序的计算机可读介质,该计算机程序在由处理器执行时执行本发明的方法。

[0018] 通过采用本发明提供的技术方案,能够在保证多用户检测性能的同时,大幅度降低多用户检测的复杂度。

[0019] 通过阅读下面的详细描述并参考相关联的附图,这些及其他特点和优点将变得显而易见。应该理解,前面的概括说明和下面的详细描述只是说明性的,不会对所要求保护的各方面形成限制。

附图说明

[0020] 为了能详细地理解本发明的上述特征所用的方式,可以参照各实施例来对以上简要概述的内容进行更具体的描述,其中一些方面在附图中示出。然而应该注意,附图仅示出了本发明的某些典型方面,故不应被认为限定其范围,因为该描述可以允许有其它等同有效的方面。

[0021] 图1解说了因子图以及根据因子图的用户与资源块之间的连接关系图。

[0022] 图2解说了接收信号与重叠码字的分布图。

[0023] 图3解说了根据本发明的一个实施例的用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的方法的流程图。

[0024] 图4解说了根据本发明的一个实施例的用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置的硬件实现的示例的框图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图详细描述本发明,本发明的特点将在以下的具体描述中得到进一步的显现。

[0026] 在所考虑的SCMA系统中,主要是有J个用户共用K个连续的资源块。对于每个用户 $j \in \{1, 2, \dots, J\}$, 将 $\log_2 M$ 个二进制比特值映射成一个K维的复杂码字 x_j , 而这个复杂码字则是从传输的码本 χ_j 中选择的, $|\chi_j| = M$ 即码本尺寸为M, 即每个码本有M个码字。这个系统的过载率为 $\lambda = J/K$, 其中 $\lambda > 1$ 。SCMA编码器可以被描述为一个映射过程, 其中含有大小为M的K维复数码本, 码本中存在不同码字, 并且这些码字是稀疏列向量包含 $N < K$ 非零元素。

[0027] SCMA系统用户与资源块之间的关系可以通过因子图得到, 在因子图中包含了功能节点(FN)和用户节点(VN)。根据因子图可以知道用户与资源块之间的连接关系。图1解说了因子图以及根据因子图的用户与资源块之间的连接关系图100。图1的因子图F中有4个资源和6个用户。

[0028] 原始MPA算法是SCMA系统传统接收算法, MPA算法主要依据因子图不断迭代更新FN与VN两者之间的信息, 最后根据多次迭代后的结果判断码字, 做出解码选择。用 $V(k)$ 表示与第k个FN相连接的所有VN的集合, 用 $R(j)$ 表示与第j个VN相连接的所有FN的集合。下面是MPA算法迭代运算过程:

[0029] 1. 初始化设置:

$$[0030] \quad I_{u_j \rightarrow r_k}^0(x_j) = \frac{1}{M} \quad (1);$$

[0031] 2. FN节点信息更新:

$$[0032] \quad I_{r_k \rightarrow u_j}^t(x_j) = \sum_{\{x_j\}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta}} \exp\left(-\frac{1}{2\delta^2} \left\| y_k - \sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m} \right\|^2 \right) \right\}^* \prod_{p \in V(k) \setminus j} I_{u_p \rightarrow r_k}^{t-1}(x_p) \quad (2);$$

[0033] 3. VN节点信息更新,

$$[0034] \quad I_{u_j \rightarrow r_k}^t(x_j) = \prod_{m \in R(j) \setminus k} I_{r_m \rightarrow u_j}^t(x_j) \quad (3);$$

[0035] 4. 经过最大迭代次数后, 输出结果:

$$[0036] \quad I(x_j) = \prod_{k \in R(j)} I_{r_m \rightarrow u_j}^{t_{\max}}(x_j) \quad (4);$$

[0037] 从上述计算流程可以发现MPA算法的运算复杂度主要集中在FN节点的信息更新。如果可以减少在FN节点端的运算复杂度, 则可以在整体上减少运算复杂度。

[0038] 根据公式(2)中的部分公式作为理论推导依据, 即得:

$$[0039] \quad \exp\left(-\frac{1}{2\delta^2} \left\| y_k - \sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m} \right\|^2\right) \quad (5);$$

[0040] 其中 $\|y_k - \sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m}\|$ 表示在资源块k上的接收信号与资源块k上的重叠码字(以下简述为SCP)之间的欧式距离, 其中V(k)的取值为 M^{df} , 其中M为码本尺寸, 为与资源块k相连接的用户数, 从因子图中可以看出每个资源块有 d_f 个用户与之相连, 而每个用户有一个尺寸为M的码本, 每个用户只在M个码字中选取一个码字参与信号传输, 所以一个资源块会有 M^{df} 个SCP参与迭代过程中。

[0041] 图2解说了接收信号与重叠码字的分布图200。由图2可知, 当信噪比(SNR)较小时, 噪声对传输信号的影响较严重, 此时接收信号距离发送信号的欧式距离较远, 在此距离范围内的SCP数量较多, 所以此时需要将更多的信息参与译码运算, 即将更多SCP点运用到MPA算法迭代中; 当信噪比(SNR)较大时, 信号功率与噪声功率相差较大, 此时噪声对信号造成的影响较小, 接收信号与发送信号的欧式距离较小, 在多用户检测时MPA只需适量数量的SCP。

[0042] 因此, 本发明提出, 首先在进行MPA算法迭代运算前动态的对需要带入运算的重叠码字点(SCP)进行合理删选, 将选择参与后续运算的SCP分为必需SCP; 余下的非必需SCP则舍弃, 不参与MPA迭代运算。经过此预处理, 接下来的消息传递算法计算的SCP数量及运算量, 与原始消息传递算法(MPA)的运算量相比, 将大幅度降低。同时由于在删选SCP时, 是将对多用户检测几乎没有影响的重叠码字给舍去, 选取多用户检测必需的SCP进行运算, 所有本发明的多用户检测性能能跟原始消息传递算法基本一致。具体而言, 在接收端首先根据信噪比(SNR)的不同计算得到不同SNR所需的SCP数量, 其次选取必须数量的SCP, 称这些SCP为必需SCP。最后将选取的必需SCP带入MPA的迭代运算中, 得到所有用户的发送码字, 译码成发送信息。由此, 可以根据信噪比来灵活、充分地过滤MPA迭代过程中的冗余运算, 从而最大可能地降低多用户检测的运算复杂度。

[0043] 图3解说了根据本发明的一个实施例的用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的方法300的流程图。在一些示例中, 方法300可由图4中解说的装置400来执行。在一些示例中, 方法300可由用于执行下述功能或算法的任何合适的设备或装置来执行。

[0044] 在框310, 方法300可以包括: 计算资源块k上接收信号与该资源块k上所有重叠码字的欧式距离。在一个实施例中, 欧式距离的计算公式如下:

$$[0045] \quad D_k = \|y_k - \sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m}\| \quad (6)$$

[0046] 其中 D_k 表示欧式距离, y_k 表示接收信号, $\sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m}$ 表示资源节点k上的所有SCP的欧式距离之和。

[0047] 在框320,方法300可以包括:以升序对所计算出的欧式距离进行排序。例如,可以根据所计算出的欧式距离的大小来对其进行升序排序。

[0048] 在框330,方法300可以包括:根据接收信号的信噪比来计算多用户检测所需要的重叠码字数目。在一个实施例中,可以根据式(7)来计算所需要的重叠码字数目:

$$[0049] \quad R(y_n) = \gamma \times 10^{-SNR/20} \times M^{d_f} \quad (7)$$

[0050] 其中 $R(y_n)$ 表示所需要的重叠码字数目,SNR表示接收信号的信噪比, M^{d_f} 表示一个资源块上的重叠码字总数, γ 为收缩补偿因子(其中收缩补偿因子 γ 的作用是保证译码性能的同时还可以进一步的降低译码复杂度)。其中补偿因子 γ 取值为 $\sum_{m \in V(k)} h_{k,m} x_{k,m} / M^{d_f}$,为平均欧式距离。

[0051] 在框340,方法300可以包括:基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合。举例而言,如果在框330处计算出的所需要的重叠码字数目为10,资源块k上的所有重叠码字总数为50,则可以从总共50个重叠码字中取出与接收信号的欧式距离最小的前10个重叠码字作为必要重叠码字集合。在一个实施例中,这可以通过下式(8)来表达:

$$[0052] \quad \bar{\Phi}(k) = \{\varphi_k(l) | S_k = \text{sort}(D_k^l), \varphi_k(l) = S_k(1, [R(y_n)])\} \quad (8)$$

[0053] 其中 $\text{sort}(D_k^l)$ 表示为将资源k上的欧式距离进行排序, $\varphi_k(l) = S_k(1, [R(y_n)])$ 表示为取前 $[R(y_n)]$ 个值,即 $\bar{\Phi}(k)$ 表示排序前 $[R(y_n)]$ 个最小值。

[0054] 在框350,方法300可以包括:基于该必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算。

[0055] 在一个实施例中,执行消息传递迭代运算可以包括:

[0056] (1) 初始化设置,即迭代运算前先进行信息的预设:

$$[0057] \quad I_{u_j \rightarrow r_k}^0(x_j) = \frac{1}{M}, k \in \varepsilon_j, x_j \in \chi_j;$$

[0058] (2) 选择必要重叠码字集合:

$$[0059] \quad \bar{\Phi}(k) = \{\varphi_k(l) | S_k = \text{sort}(D_k^l), \varphi_k(l) = S_k(1, [R(y_n)])\};$$

[0060] (3) 开始迭代:初始化 $t=1, T$:

[0061] (4) FN节点信息更新,即用上次用户迭代计算出的信息进行功能节点的信息更新,并将更新后的信息传递给用户节点信息。FN节点信息更新可以通过下式来表达:

$$[0062] \quad I_{r_k \rightarrow u_j}^t(x_j) = \sum_{\{x_j\}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\delta^2} \|y_k - \sum_{m \in \Phi(k)} h_{k,m} x_{k,m}\|^2\right) \times \prod_{p \in \Phi(k)/j} I_{u_p \rightarrow r_k}^{t-1}(x_p) \right\};$$

[0063] (5) VN节点信息更新,即用功能节点传输过来的信息进行用户节点信息更新,将更新后的信息传输到下次迭代的功能节点信息更新。VN节点信息更新可以通过下式来表达:

$$[0064] \quad I_{u_j \rightarrow r_k}^t(x_j) = \prod_{m \in R(j) \setminus k} I_{r_m \rightarrow u_j}^t(x_j);$$

[0065] (6) 似然值输出,即达到最大迭代次数后,输出计算得到的似然值,后续根据似然

值进行译码。似然值输出可以通过下式来表达：

$$[0066] \quad I(x_j) = \prod_{k \in R(j)} I_{r_k \rightarrow u_j}^{t_{maxj}}。$$

[0067] 图4解说了根据本发明的一个示例性实施例的用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的装置400的框图。装置400可使用包括一个或多个处理器404的处理系统414来实现。处理器404的示例包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、选通逻辑、分立的硬件电路、以及配置成执行本公开通篇描述的各种功能性的其他合适硬件。在各个示例中,装置400可被配置成执行本文中所述的功能中的任一者或多者。即,如在装置400中利用的处理器404可被用于实现以上参照图3描述的方法300。

[0068] 在该示例中,处理系统414可被实现成具有由总线402一般化地表示的总线架构。取决于处理系统414的具体应用和总体设计约束,总线402可包括任何数目的互连总线和桥接器。总线402将包括一个或多个处理器(由处理器404一般化地表示)、存储器405和计算机可读介质(由计算机可读介质406一般化地表示)的各种电路通信地耦合在一起。总线402还可链接各种其他电路,诸如定时源、外围设备、稳压器和功率管理电路,这些电路在本领域中是众所周知的,且因此将不再进一步描述。总线接口408提供总线402与收发机410之间的接口。收发机410提供用于在传输介质上与各种其他设备进行通信的通信接口或装置。取决于该设备的特性,还可提供用户接口412(例如,按键板、显示器、扬声器、话筒、操纵杆)。当然,此类用户接口412是可任选的,且可在一些示例中被省略。

[0069] 在一些方面,处理器404可被配置成:计算资源块上接收信号与该资源块上所有重叠码字的欧式距离;以升序对所计算出的欧式距离进行排序;根据接收信号的信噪比来计算多用户检测所需要的重叠码字数目;基于经排序的欧式距离来从所有重叠码字中取出满足该重叠码字数目的重叠码字,以得到必要重叠码字集合;以及基于该必要重叠码字集合来执行消息传递迭代运算。

[0070] 处理器404负责管理总线402和通用处理,包括对存储在计算机可读介质406上的软件的执行。软件在由处理器404执行时使处理系统414执行针对任何特定设备描述的各种功能。计算机可读介质406和存储器405还可被用于存储由处理器404在执行软件时操纵的数据。

[0071] 处理系统中的一个或多个处理器404可以执行软件。软件应当被宽泛地解释成意为指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行件、执行的线程、规程、函数等,无论其是用软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、还是其他术语来述及皆是如此。软件可驻留在计算机可读介质406上。计算机可读介质406可以是非瞬态计算机可读介质。作为示例,非瞬态计算机可读介质包括磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁带)、光盘(例如,压缩碟(CD)或数字多用碟(DVD))、智能卡、闪存设备(例如,卡、棒或钥匙型驱动器)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、寄存器、可移除盘、以及用于存储可由计算机访问和读取的软件和/或指令的其他任何合适介质。计算机可读介质406可驻留在处理系统414中、在处理系统414外部、或跨包括处理系统414的多个实体分布。计算机可读介质406可被实施在计算机程序产品中。作为示例,计算机程序产品可包括封装材

料中的计算机可读介质。本领域技术人员将认识到如何取决于具体应用和加诸于整体系统的总体设计约束来最佳地实现本公开通篇给出的所描述的功能性。

[0072] 在一个或多个示例中,计算机可读存储介质406可包括被配置成用于各种功能(包括例如用于稀疏码多址接入SCMA系统中的多用户检测的功能)的软件。该软件可包括指令,这些指令可将处理系统414配置成执行参照图3所描述的一个或多个功能。

[0073] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0074] 本领域普通技术人员应领会,本发明的各个实施例可提供为方法、装置、系统或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用一个或多个其中存储有计算机可执行程序代码的计算机可读存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0075] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、装置、系统和计算机程序产品的流程图和/或框图来描述的。应理解,可由计算机程序指令实现流程图和/或框图中的每一个流程和/或方框、以及流程图和/或框图中的流程和/或方框的组合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图中的一个或多个流程和/或框图中的一个或多个方框中指定的功能的装置。

[0076] 尽管目前为止已经参考附图描述了本发明的各方面,但是上述方法、系统和设备仅是示例,并且本发明的范围不限于这些方面,而是仅由所附权利要求及其等同物来限定。各种组件可被省略或者也可被等同组件替代。另外,也可以在与本发明中描述的顺序不同的顺序实现所述步骤。此外,可以按各种方式组合各种组件。也重要的是,随着技术的发展,所描述的组件中的许多组件可被之后出现的等同组件所替代。对本公开的各种修改对于本领域技术人员将是显而易见的,并且本文中所定义的普适原理可被应用于其他变形而不会脱离本公开的范围。由此,本公开并非被限定于本文中所描述的示例和设计,而是应被授予与本文所公开的原理和新颖特征相一致的最广范围。

100

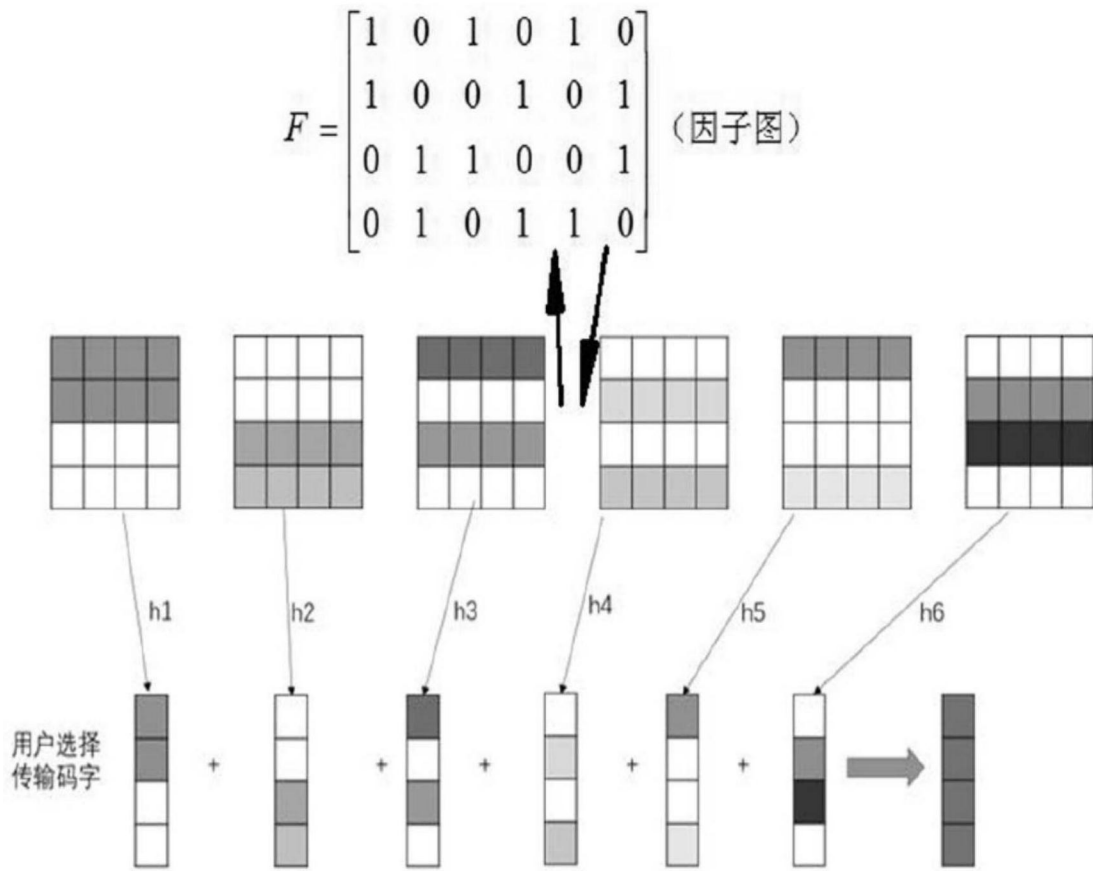


图1

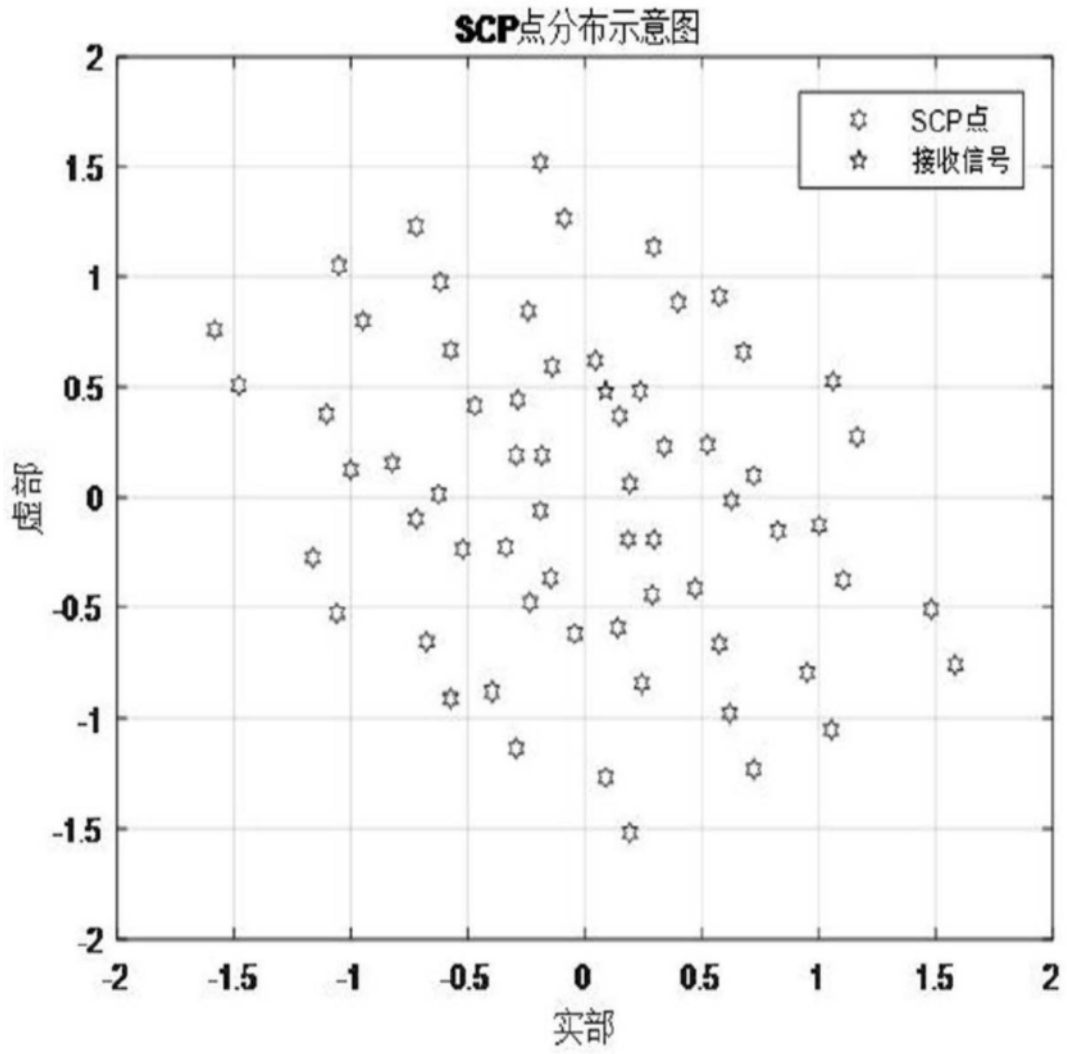


图2

300

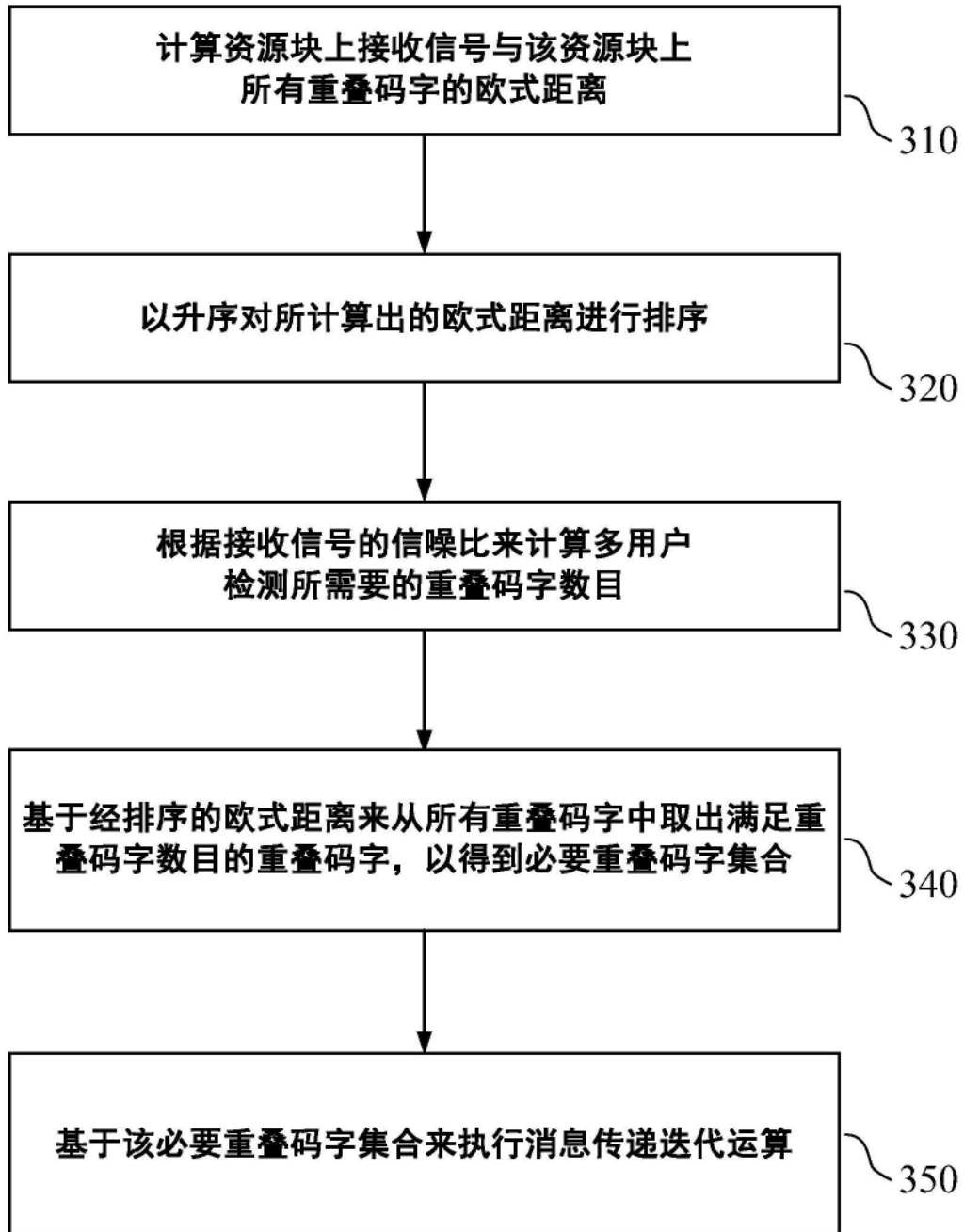


图3

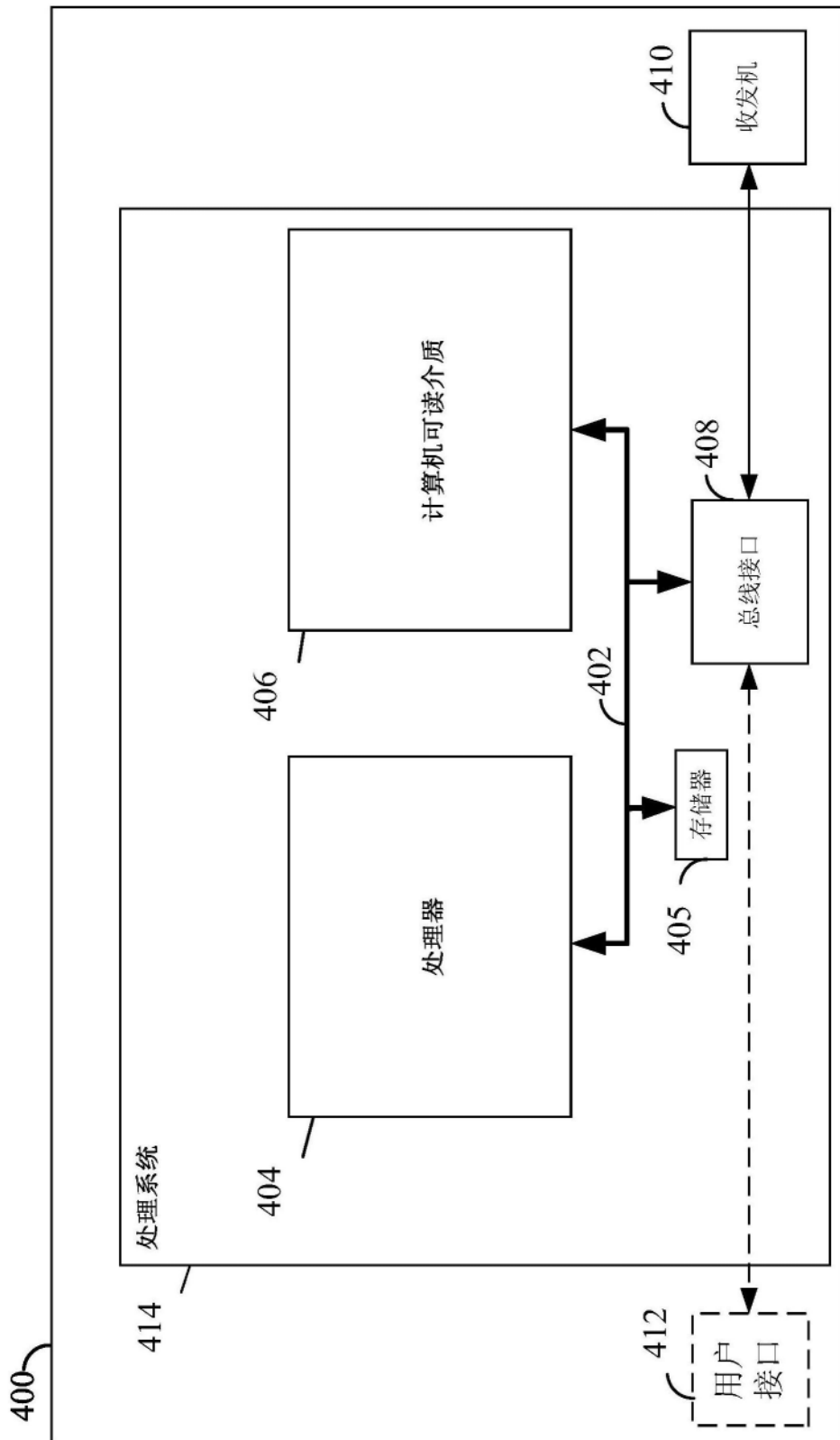


图4