



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102739282 B

(45) 授权公告日 2015.02.04

(21) 申请号 201110084301.3

CN 101267585 A, 2008.09.17, 全文.

(22) 申请日 2011.04.02

CN 101257324 A, 2008.09.03, 全文.

CN 1770650 A, 2006.05.10, 全文.

(73) 专利权人 联芯科技有限公司

地址 201206 上海市浦东新区明月路 1258 号

审查员 马晓晓

(72) 发明人 严伟 李丹妮 王乃博

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务有限公司 31100

代理人 骆希聪

(51) Int. Cl.

H04B 1/7105(2011.01)

H04L 25/02(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1604512 A, 2005.04.06, 说明书第 1 页第 29 行至第 2 页第 4 行, 第 4 页第 26 行至第 6 页第 28 行, 图 1-6.

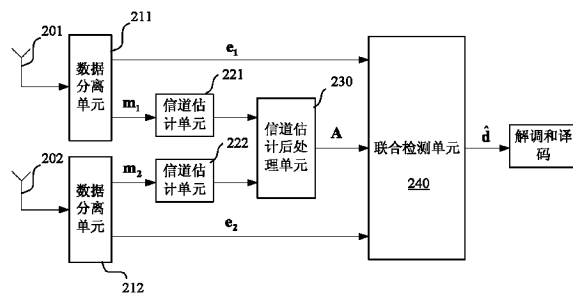
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统及其方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统及其方法, 该方法包括多个天线、多个数据分离单元、多个信道估计单元、一信道估计后处理单元以及一联合检测单元。每一天线用来接收信号。每一数据分离单元分别连接一天线, 用以将对应天线的接收信号中的训练序列和待解调数据分离。每一信道估计单元分别连接一数据分离单元, 用以利用该训练序列进行信道估计。信道估计后处理单元利用多个信道估计单元的信道估计结果, 生成信道系统矩阵。联合检测单元利用该信道系统矩阵以及该待解调数据, 计算接收信号中的有用信号的估计值。



1. 一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统,包括:
多个天线,各天线的接收信号包括邻区的同频干扰信号;
多个数据分离单元,每一数据分离单元分别连接一天线,用以将对应天线的接收信号中的训练序列和待解调数据分离;
多个信道估计单元,每一信道估计单元分别连接一数据分离单元,用以利用该训练序列进行信道估计;
信道估计后处理单元,利用多个信道估计单元的信道估计结果,生成信道系统矩阵,该信道系统矩阵包含的码道数为 M , M 大于 16,且至少有 $(M-16)$ 个邻区码道;
联合检测单元,利用该信道系统矩阵以及该待解调数据,计算接收信号中的有用信号的估计值。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,每一天线支持预定数目个码道。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,该联合检测单元限制参与联合检测的码道数,使得码道数小于或等于该信道系统矩阵的秩。
4. 如权利要求 3 所述的系统,其特征在于,该联合检测单元通过提高码道激活检测的门限来限制参与联合检测的码道数。
5. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述天线、数据分离单元和信道估计单元的数目均为两个。
6. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于,该有用信号的估计值为最小均方差估计。
7. 一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测方法,包括以下步骤:
利用多个天线接收信号,该接收信号包括训练序列和待解调数据,且各天线的接收信号包括邻区的同频干扰信号;
对每一天线的接收信号进行数据分离,以分别获得训练序列和待解调数据;
利用该训练序列对每一天线进行信道估计;
对多个天线的信道估计结果合并进行后处理,以得到一信道系统矩阵,该信道系统矩阵包含的码道数为 M , M 大于 16,且至少有 $(M-16)$ 个邻区码道;以及
利用该信道系统矩阵以及该待解调数据,计算接收信号中的有用信号的估计值。
8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,每一天线支持预定数目个码道。
9. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,还包括限制参与联合检测的码道数,使得码道数小于或等于该信道系统矩阵的秩。
10. 如权利要求 9 所述的方法,其特征在于,通过提高码道激活检测的门限来限制参与联合检测的码道数。
11. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述天线数目为两个。
12. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,该有用信号的估计值为最小均方差估计。

TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及 TD-SCDMA 系统,尤其是涉及 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统。

背景技术

[0002] 随着无线通信技术的发展和 3G 在全球范围内的兴起,无线资源作为一种有限的资源没变的越来越紧张。对于 3G 主流标准之一的 TD-SCDMA 系统来说,其被分配的无线资源也是非常有限的。为了提高 TD-SCDMA 系统的频谱利用率,同频组网成为了一种有效的解决方案。但是,同频组网在提高频谱效率的同时,也带来同频干扰。同频干扰是指邻近小区因为使用相同的载波频率、相同的扩频因子进行数据传输而造成的不同小区用户间干扰。同频干扰会使系统容量和通信质量等各方面性能均有所下降。

[0003] 同频干扰属于多址干扰(MAI)的一种。TD-SCDMA 系统采用联合检测算法来克服多址干扰(MAI)。同时,对于邻区的干扰可以通过估计邻区的信道冲激响应,把较强的邻区干扰也纳入到联合检测中来,从而消除掉较强的邻区干扰。

[0004] 然而,出于实现复杂度等因素的考虑,目前的联合检测算法目前采用单天线处理,支持的最大码道数是 16。当邻区干扰源较多的时候,必然会出现总码道数大于 16 的情况。此时,会有一部分码道无法参与联合检测,导致无法消除这部分多址干扰。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提出一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统和方法,以在码道数增多的情况下,仍能消除同频多址干扰。

[0006] 本发明所提出一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测系统,包括多个天线、多个数据分离单元、多个信道估计单元、一信道估计后处理单元以及一联合检测单元。每一天线用来接收信号。每一数据分离单元分别连接一天线,用以将对应天线的接收信号中的训练序列和待解调数据分离。每一信道估计单元分别连接一数据分离单元,用以利用该训练序列进行信道估计。信道估计后处理单元利用多个信道估计单元的信道估计结果,生成信道系统矩阵。联合检测单元利用该信道系统矩阵以及该待解调数据,计算接收信号中的有用信号的估计值。

[0007] 在本发明的一实施例中,每一天线支持预定数目个码道。

[0008] 在本发明的一实施例中,该联合检测单元限制参与联合检测的码道数,使得码道数小于或等于该信道系统矩阵的秩。

[0009] 在本发明的一实施例中,该联合检测单元通过提高码道激活检测的门限来限制参与联合检测的码道数。

[0010] 在本发明的一实施例中,所述天线、数据分离单元和信道估计单元的数目均为两个。

[0011] 在本发明的一实施例中,该有用信号的估计值为最小均方差估计。

[0012] 本发明另提出一种 TD-SCDMA 系统的多天线联合检测方法,包括以下步骤:利用多

个天线接收信号,该接收信号包括训练序列和待解调数据;对每一根天线的接收信号进行数据分离,以分别获得训练序列和待解调数据;利用该训练序列对每一根天线进行信道估计;对多个天线的信道估计结果合并进行后处理,以得到一信道系统矩阵;以及利用该信道系统矩阵以及该待解调数据,计算接收信号中的有用信号的估计值。

[0013] 在本发明的一实施例中,每一根天线支持预定数目个码道。

[0014] 在本发明的一实施例中,还包括限制参与联合检测的码道数,使得码道数小于或等于该信道系统矩阵的秩。

[0015] 在本发明的一实施例中,是通过提高码道激活检测的门限来限制参与联合检测的码道数。

[0016] 在本发明的一实施例中,所述天线数目为两个。

[0017] 在本发明的一实施例中,该有用信号的估计值为最小均方差估计。

[0018] 相比现有技术的联合检测系统,本发明所提出的多天线的联合检测系统,既可以通过分集接收来提高接收性能,又可以通过空间复用来提高抗同频的能力,从而更加准确地从接收信号中分离出有用信号,进而显著改善接收信号的解调性能。

附图说明

[0019] 为了让本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,以下结合附图对本发明的具体实施方式作详细说明,其中:

[0020] 图 1 示出根据本发明一实施例的双天线接收基带模型。

[0021] 图 2 示出本发明一实施例的联合检测系统。

[0022] 图 3 示出本发明一实施例的联合检测方法。

具体实施方式

[0023] 下面以 TD-SCDMA 无线通信系统为例进行具体细节的描述,以便提供对本发明的多天线联合检测系统的全面了解。为简化描述,在下面的描述中将以两个天线为例。对于系统包含多余两个天线的情形,其模型与下面要描述的模型是相似的。

[0024] 图 1 示出根据本发明一实施例的系统基带模型,其中, e_1 和 e_2 分别为两根天线的接收的待解调数据。 $A^{(1)}$ 和 $A^{(2)}$ 分别为两根天线上的信道系统矩阵,其中子块中的 $\mathbf{b}_j^{(i)}$ 表示第 j 根天线上第 i 个码道的信道向量。 $d_j^{(i)}$ 表示第 i 个码道上的第 j 个符号。 n_1 和 n_2 分别表示接收信号中包含的高斯白噪声, n_i 是方差为 σ^2 且服从正态分布 $N(0, \sigma^2)$ 的高斯白噪声。

[0025] 在 TD-SCDMA 无线通信系统中,接收信号中的待解调数据通常可以定义为:

$$[0026] \quad e = A \cdot d + n \quad (1.1)$$

[0027] 其中 A 为信道系统矩阵, d 为有用信号, n 为接收信号中包含的高斯白噪声。

[0028] 由基带模型可知,相对于单天线,双天线接收的信道系统矩阵扩展为:

$$[0029] \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{(1)} \\ \mathbf{A}^{(2)} \end{bmatrix};$$

[0030] 待解调数据扩展为:

$$[0031] \quad \mathbf{e} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{(1)} \\ \mathbf{e}^{(2)} \end{bmatrix};$$

[0032] 接收信号中包含的高斯白噪声扩展为：

$$[0033] \quad \mathbf{n} = \begin{bmatrix} \mathbf{n}_1 \\ \mathbf{n}_2 \end{bmatrix}。$$

[0034] 作为两天线联合检测的结果，与单天线联合检测的原理类似，有用信号 d 的最小均方差 (MMSE) 估计为：

$$[0035] \quad \hat{\mathbf{d}} = (\mathbf{A}^H \mathbf{A} + \sigma^2 \mathbf{I})^{-1} \mathbf{A}^H \mathbf{e} \quad (1.2)$$

[0036] 其中， $\hat{\mathbf{d}}$ 表示有用信号 d 的最小均方差估计， \mathbf{A}^H 表示信道系统矩阵 \mathbf{A} 的共轭转置， \mathbf{I} 表示单位矩阵。

[0037] 根据本发明所描述的多天线的联合检测的系统，是集多天线分集接收和空间复用于一体。它既可以通过分集接收来提高接收性能，又可以通过空间复用来提高抗同频的能力，从而更加准确地从接收信号中分离出有用信号，进而显著改善接收信号的解调性能。具体来说，当联合检测的总码道数低于 16 个码道时，该系统相当于一个多天线分集接收系统，获得很好的分集增益；当联合检测的总码道数为 32 个码道时，该系统相当于一个空间复用系统，支持 32 个码道同时参与联合检测；而当码道数介于 16 和 32 之间时，则既有分集增益，又具有复用增益（抗同频的能力）。

[0038] 基于以上分析，描述一个如图 2 所示的根据本发明一个实施例的联合检测系统。如图 2 所示，该联合检测系统 200 包括：两个天线 201、202，两个数据分离单元 211、212，两个信道估计单元 221、222、信道估计后处理单元 230 以及联合检测单元 240。每一数据分离单元和信道估计单元对应一路天线。例如，第一数据分离单元 211 和第一信道估计单元 221 对应第一天线 202；第二数据分离单元 212 和第二信道估计单元 222 对应第二天线 202。

[0039] 具体地说，两个数据分离单元 211、212 分别用来分离从两个天线 201、202 接收的信号中的训练序列和待解调数据。

[0040] 两个信道估计单元 221、222 利用训练序列进行信道估计。

[0041] 信道估计后处理单元 230 利用两个信道估计单元 221、222 的信道估计结果，生成信道系统矩阵 \mathbf{A} 。在此，信道系统矩阵 \mathbf{A} 就如图 1 所示，由两根天线的信道系统矩阵 $\mathbf{A}^{(1)}$ 和 $\mathbf{A}^{(2)}$ 组合而成。

[0042] 联合检测单元 240 利用信道系统矩阵以及待解调数据，计算接收信号中的有用信号的最小均方差估计 $\hat{\mathbf{d}}$ ，用于后续的解调和译码。

[0043] 对应地，图 3 示出本发明一实施例的联合检测方法。参照图 3 所示，在步骤 S300，利用多个天线接收信号，然后在步骤 S301，对每一天线的接收信号进行数据分离，分离其中的训练序列和待解调数据。在步骤 S302，利用训练序列对每一天线进行信道估计。然后在步骤 S303，对多个天线的信道估计结果合并进行后处理，以得到信道系统矩阵 \mathbf{A} 。最后，在步骤 S304，利用信道系统矩阵以及待解调数据，计算有用信号的最小均方差估计 $\hat{\mathbf{d}}$ 。

[0044] 需要注意的是，虽然上面给出了联合检测采用最小均方差估计的实施例，但是应该能够认识到，本发明的通信系统和用户设备并不限于该示例，而是可以采用其他方法估计。

[0045] 另外,在工程实现中,无法保证两根天线接收下来的数据完全独立。天线之间数据的相关性意味着信道系统矩阵 A 并不是满秩的,此时相关矩阵的分解是不稳定的,从而使得对于接收信号的解调性能变差。因此,需要通过增加一些保护措施来避免这种情况,比如联合检测单元 240 通过限制参与联合检测的码道数,使得码道数小于或等于矩阵的秩,来保证矩阵分解的稳定。在一实施例中,联合检测单元 240 可以通过提高码道激活检测的门限,来防止码道激活误检测所导致的码道数较多的情况。

[0046] 与传统单天线同频联合检测系统相比,本发明实施例所描述的多天线联合检测系统的信道估计后处理单元同时输出两根天线的信道系统矩阵,使得联合检测单元可以联合两根天线的信道系统矩阵进行 MIMO 检测;并且由于采用 MIMO 检测,联合检测可以检测出更多码道的数据。以两天线为例,最多可以检测出 32 个码道的数据。

[0047] 因此,相比传统单天线同频联合检测系统,本发明实施例的多天线联合检测系统具有更强的联合检测能力,提高抗同频干扰的能力,而且在信道系统矩阵非满秩的情况下,系统有一定的分集增益。此外,该多天线联合检测系统实质上可视为一个 MIMO 结合联合检测的系统,可以向 MIMO-CDMA 系统平滑演进。

[0048] 虽然本发明已以较佳实施例揭示如上,然其并非用以限定本发明,任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的修改和完善,因此本发明的保护范围当以权利要求书所界定的为准。

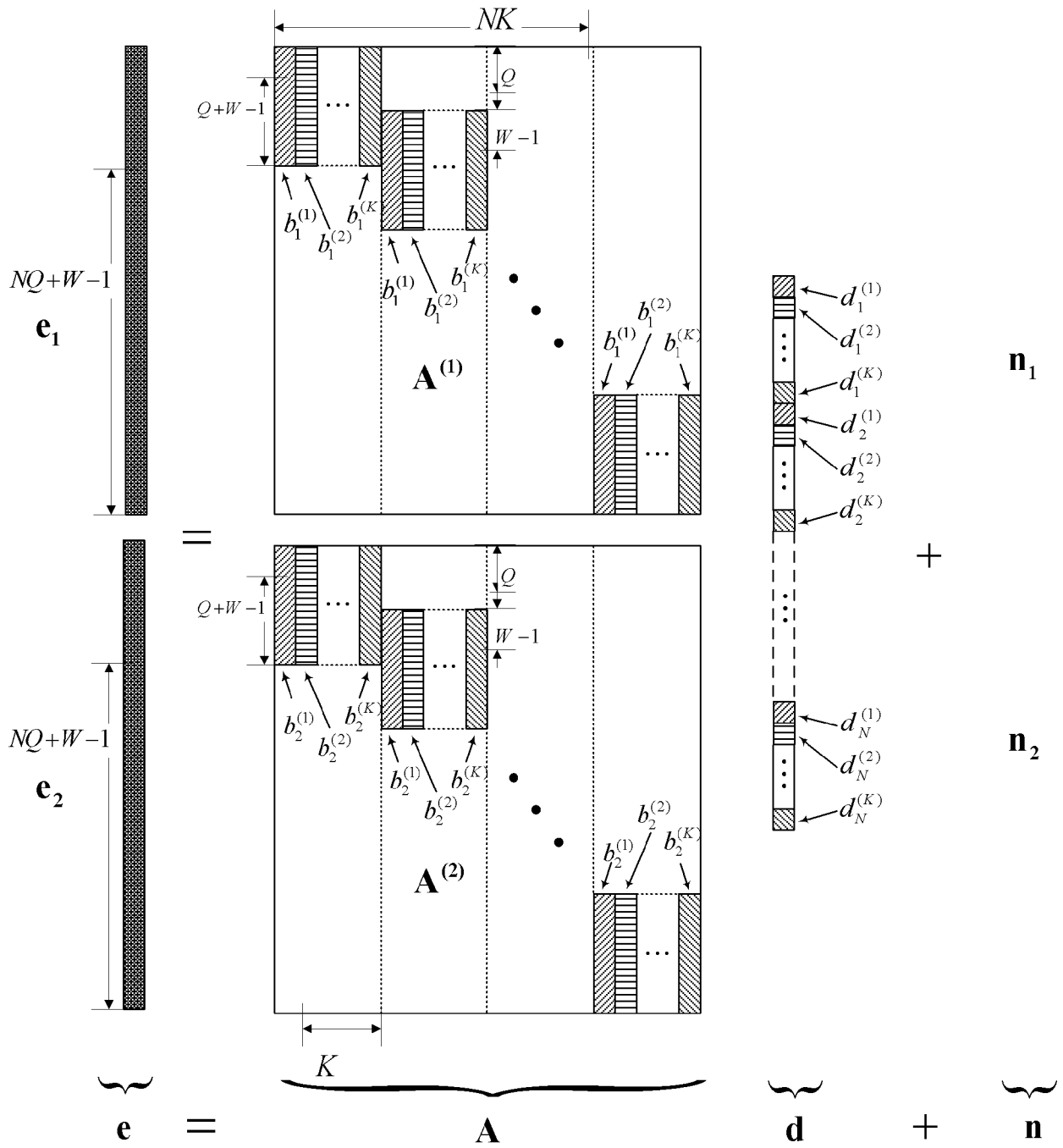


图 1

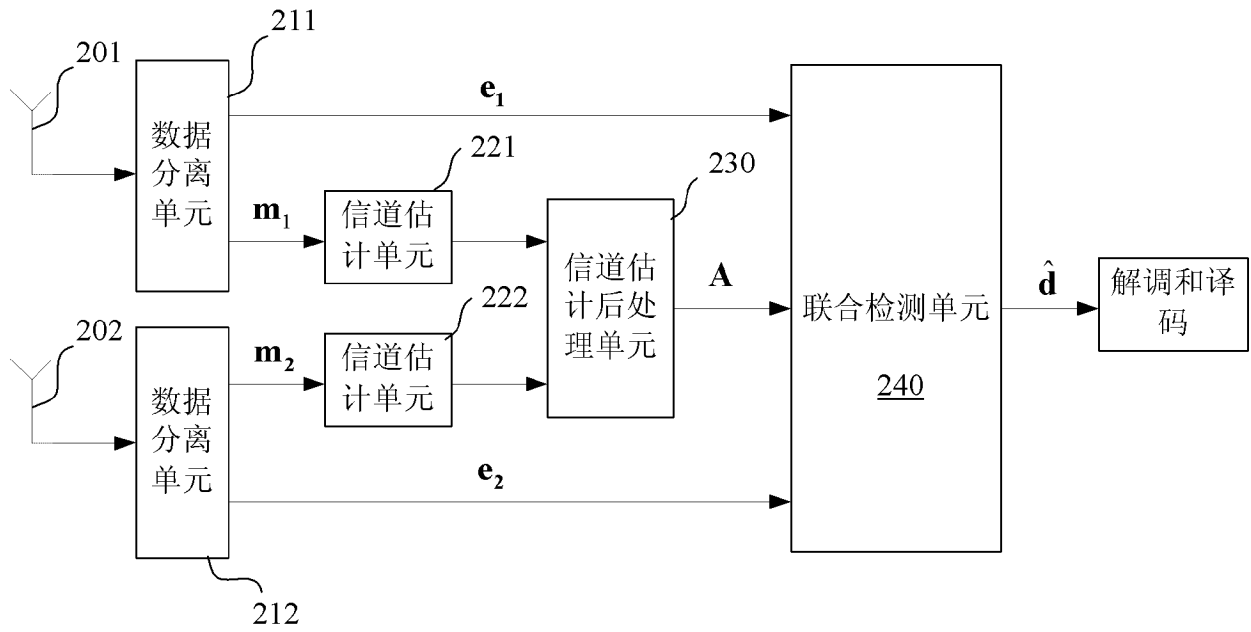


图 2

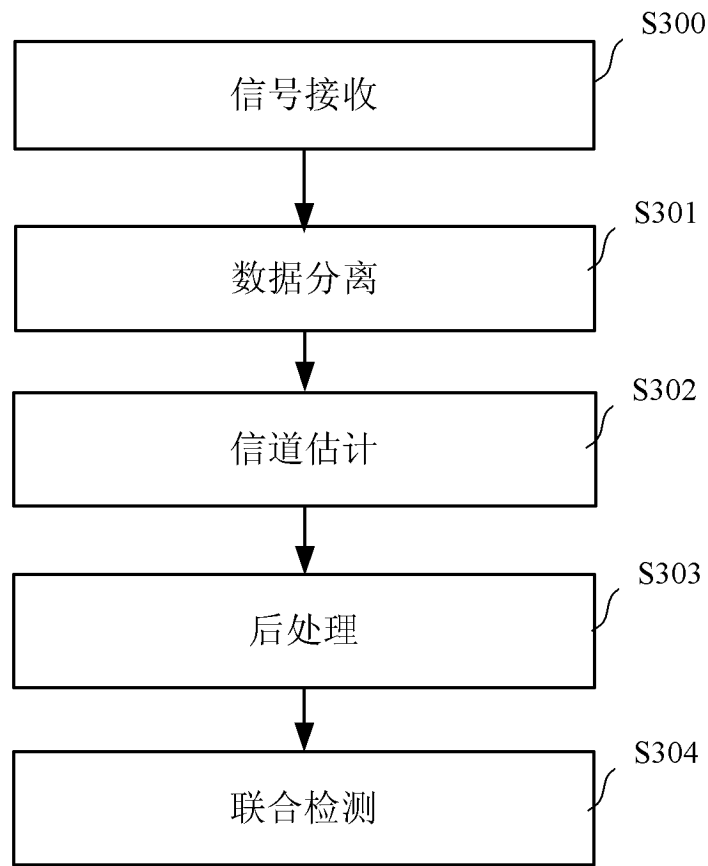


图 3