



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101848024 A

(43) 申请公布日 2010.09.29

(21) 申请号 201010132199.5

(22) 申请日 2010.03.25

(71) 申请人 新邮通信设备有限公司

地址 510663 广东省广州市开发区科学城彩
频路3号

(72) 发明人 罗斌 陈家国 周志国 赵天良
汤国东

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所
11323

代理人 权鲜枝

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

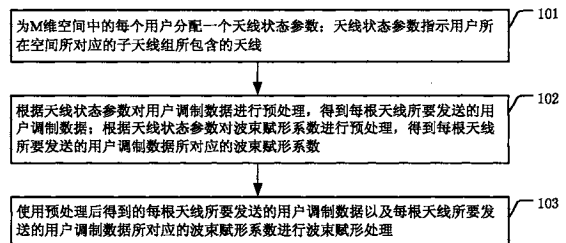
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种智能天线波束赋形方法和装置

(57) 摘要

本发明公开了一种智能天线波束赋形方法和装置。所述方法包括：对于智能天线由K根天线组成、空分倍数为M、K和M均为自然数且K大于或等于M，将K根天线划分为M个子天线组，且一个天线只属于一个子天线组，M个子天线组和M维空间之间一一对应，M维空间中的每个用户数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况，根据天线状态对用户数据和波束赋形系数进行预处理，并使用预处理后的用户数据和波束赋形系数进行波束赋形计算处理。本发明的技术方案能够降低波束赋形过程中的计算量，降低成本。



1. 一种智能天线波束赋形方法,其特征在于,对于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M , K 根天线划分为 M 个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况,该方法包括:

为 M 维空间中的每个用户分配一个天线状态参数;天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线;

根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据;

根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数;

使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

所述根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据包括:根据天线状态参数得到每根天线所要发送的用户调制数据只包括该天线所在子天线组所对应空间中的用户的调制数据;

所述使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理包括:对于每根天线,将该天线所要发送的每个用户调制数据与其对应的波束赋形系数相乘得到波束赋形后的数据,再对所得到的波束赋形后的数据进行求和后得到通过该天线发送的总数据。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,该方法进一步包括:对于每个天线,得到通过该天线发送的总数据后,对总数据进行射频处理,将射频处理后的数据发送到该天线。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,每个用户的天线状态参数为 K 比特的比特串;其中,所述比特串中的 K 个比特与 K 个天线一一对应,每个比特的两种不同取值分别表示该用户是否使用该天线。

5. 一种智能天线波束赋形装置,其特征在于,该装置应用于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M , K 根天线划分为 M 个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况,该装置包括:上层模块和波束赋形模块,其中,

上层模块,用于为 M 维空间中的每个用户分配一个天线状态参数,并将天线状态参数发送给波束赋形模块;天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线;

波束赋形模块,用于根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据;用于根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数;用于使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

6. 根据权利要求 5 所述的装置,其特征在于,所述波束赋形模块包括:原始数据缓存模

块、天线状态参数缓存模块、赋形系数缓存模块、数据调制模块、调制数据预处理模块、赋形系数预处理模块和赋形处理模块；其中：

原始数据缓存模块，用于缓存 M 维空间中的所有用户的原始数据；

天线状态参数缓存模块，用于存储 M 维空间中的每个用户的天线状态参数；

赋形系数缓存模块，用于存储 M 维空间中的每个用户在每个天线上对应的赋形系数；

数据调制模块，用于从原始数据缓存模块获取 M 维空间中的所有用户的原始数据并进行调制处理得到调制数据后发送给调制数据预处理模块；

调制数据预处理模块，用于从天线状态参数缓存模块获取 M 维空间中的每个用户的天线状态参数，并根据所获取的天线状态参数和来自数据调制模块的调制数据，得到每根天线所要发送的用户调制数据，发送给赋形处理模块；其中，每根天线所要发送的用户调制数据只包括该天线所在子天线组所对应空间中的用户的调制数据；

赋形系数预处理模块，用于从赋形系数缓存模块获取 M 维空间中的每个用户在每个天线上对应的赋形系数，从天线状态参数缓存模块获取 M 维空间中的每个用户的天线状态参数，根据所获取的赋形系数和天线状态参数，得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数，并发送给赋形处理模块；

赋形处理模块，用于对每根天线，将该天线所要发送的每个用户调制数据与其对应的波束赋形系数相乘得到波束赋形后的数据，再对所得到的波束赋形后的数据进行求和后得到需要通过该天线发送的总数据。

7. 根据权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述波束赋形模块进一步包括：射频处理模块；

所述赋形处理模块，进一步用于对每根天线，将需要通过该天线发送的总数据发送给射频处理模块；

射频处理模块，用于将来自赋形处理模块的总数据发送到对应的天线上。

8. 根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，

所述上层模块，用于为 M 维空间中的每个用户分配一个 K 比特的比特串作为该用户的天线状态参数；其中，所述比特串中的 K 个比特与 K 个天线一一对应，每个比特的两种不同取值分别表示该用户是否使用该天线。

一种智能天线波束赋形方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,特别是涉及一种智能天线波束赋形方法和装置。

背景技术

[0002] 随着数据用户的不断增加和对高速数据业务需求的日渐增加,无线系统的数据吞吐量和频谱效率日益成为数据业务发展的瓶颈。空分复用技术利用不同用户分割构成不同的通道,空间隔离的用户使用相同的物理资源,实现物理资源的复用,从而提高无线系统的数据吞吐率和频谱利用效率。

[0003] 空分复用技术的应用,将显著增加智能天线波束赋形的运算量。现有的实现方案中将各维复用空间的调制数据分别进行波束赋形后,对各维赋形后的数据取和,得到的和值即为发送到天线的总数据。

[0004] 当智能天线由K根天线组成,空分复用的倍数为M,即M维空间,单维空间内的最大用户数为N, $d_burst_p^{(m,n)}$ 为第m维空间第n个用户的调制数据,下标p代表某个处理时隙的第p个采样点; $Tx_beamfor\ min\ g^{(m,n,k)}$ 为第m维空间第n个用户在天线k上对应的赋形系数; $d_ready_p^{(k)}$ 为发送到天线k上的总数据,则有下式成立:

$$[0005] \quad d_ready_p^{(k)} = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N d_burst_p^{(m,n)} \cdot Tx_beamfor\ min\ g^{(m,n,k)} \quad (1)$$

[0006] 其中, $k = 1, \dots, K$; $m = 1, \dots, M$; $n = 1, \dots, N$;“ \cdot ”表示乘法。

[0007] 由公式(1)可以看出,对于由K根天线组成的智能天线,在每个采样点需要 $M \times N \times K$ 次的乘法计算才能得到发送到天线上的总数据。

[0008] 因此现有的智能天线波束赋形方法中的乘法计算量巨大,对空分复用技术的使用和实现产生了限制,提高了成本。

发明内容

[0009] 本发明公开了一种智能天线波束赋形方法,该方法能够降低波束赋形过程中的计算量,降低成本。

[0010] 本发明还公开了一种智能天线波束赋形装置,该装置能够降低波束赋形过程中的计算量,降低成本。

[0011] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0012] 本发明公开了一种智能天线波束赋形方法,对于智能天线由K根天线组成、空分倍数为M,K和M均为自然数且K大于或等于M,K根天线划分为M个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组,M个子天线组和M维空间之间一一对应,M维空间中的每个用户的数据只在用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况,该方法包括:

[0013] 为M维空间中的每个用户分配一个天线状态参数;天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线;

[0014] 根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调

制数据；

[0015] 根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数；

[0016] 使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

[0017] 本发明还公开了一种智能天线波束赋形装置,该装置应用于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M 时, K 根天线划分为 M 个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况,该装置包括:上层模块和波束赋形模块,其中,

[0018] 上层模块,用于为 M 维空间中的每个用户分配一个天线状态参数,并将天线状态参数发送给波束赋形模块;天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线;

[0019] 波束赋形模块,用于根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据;用于根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数;用于使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

[0020] 由上述可见,本发明这种对于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M , K 根天线划分为 M 个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况,通过使用天线状态参数,将用户调制数据和天线赋形系数按照天线进行重新排列,将 M 维空间对应的 M 个天线组、每个天线组一根或多根天线上的用户数据和波束赋形系数的多维计算转换为 K 根天线各一维空间上用户数据和波束赋形系数的运算,使得对于每根天线只需要对一维空间用户的调制数据进行波束赋形处理,这相对于现有技术对于每根天线都需要对 M 维空间用户的调制数据进行波束赋形处理相比,大大减少了计算量,降低了成本。

附图说明

[0021] 图 1 是本发明实施例一种智能天线波束赋形方法的流程图；

[0022] 图 2 是本发明实施例一种智能天线波束赋形装置的组成结构图；

[0023] 图 3 是图 2 中的波束赋形模块 202 的组成结构图。

具体实施方式

[0024] 图 1 是本发明实施例一种智能天线波束赋形方法的流程图。如图 1 所示,对于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M , K 根天线划分为 M 个子天线组,且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户的调制并波束赋形处理后的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况该方法包括：

[0025] 步骤 101, 为 M 维空间中的每个用户分配一个天线状态参数; 天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线。

[0026] 这里, 空分倍数为 M, 即为有 M 维空间。

[0027] 步骤 102, 根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理, 得到每根天线所要发送的用户调制数据; 根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理, 得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数。

[0028] 步骤 103, 使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

[0029] 在图 1 所示的方法中, 在智能天线进行空分复用时, 各维空间的用戶均只使用分配到该空间的子天线组中的天线, 在该子天线组内的天线上发送有效数据, 在该子天线组外的其它天线上的数据为 0; 子天线组由智能天线中的一根或多根天线组成, 且各维空间使用的子天线组互不重叠, 智能天线中的每单根天线至多属于一个子天线组。因此, 对于每个单根天线来说, 实际上只会存在 1 维空间用户的有效数据, 相对于现有技术的每单根天线都存在 M 维空间用户的有效数据而言, 大大降低了运算量, 减少了系统的消耗。

[0030] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面对本发明进行详细描述。

[0031] 在本实施例中由上层在对用户进行资源分配时, 通过一个天线状态参数 $\text{ant_status}(0:K-1)$ 来指示当前用户使用的子天线组, 即天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线。例如, 第 m 维空间中的第 n 个用户的天线状态参数 $\text{ant_status}^{(m,n)}$ 可以用 K 个比特 (bit) 表示, 每个比特对应智能天线中的一根天线, 每个比特的两种不同取值分别表示该用户是否使用该天线, 在本实施例中如果对应比特为 1 表示使用该天线, 对应比特为 0 表示不使用该天线。

[0032] 举例来说: 设智能天线由 8 根天线组成, 分别为天线 1 ~ 8, 空分倍数为 3, 即有 3 维空间用户; 将 8 根分为三个子天线组, 天线 1、2 和 3 为第一子天线组, 天线 4 和 5 为第二子天线组, 天线 6、7 和 8 为第三子天线组; 第 1 维空间中的用户使用第一子天线组中的天线, 第 2 维空间中的用户使用第二子天线组中的天线, 第 3 维空间中的用户使用第三子天线组中的天线; 则每个用户的天线状态参数可以用 8 个比特来表示, 第 1 维空间中的每个用户的天线状态参数均为 11100000, 第 2 维空间中的每个用户的天线状态参数均为 00011000, 第 3 维空间中的每个用户的天线状态参数均为 00000111。

[0033] 利用天线状态参数 $\text{ant_status}^{(m,n)}$, $m = 1, \dots, M, n = 1, \dots, N$, 对调制后的用户数据进行预处理, 具体为根据天线状态参数得到每根天线所要发送的用户调制数据; 其中, 每根天线所要发送的用户调制数据只包括该天线所在子天线组所对应空间中的用户的调制数据。

[0034] 对调制数据的预处理如下:

[0035]

$$d_burst_new_p^{(k,n)} = \begin{cases} d_burst_p^{(m=1,n)} & \text{if } ant_status^{(m=1,n)}(k) = 1 ; \\ d_burst_p^{(m=2,n)} & \text{if } ant_status^{(m=2,n)}(k) = 1 ; \\ \dots\dots & \\ d_burst_p^{(m=M,n)} & \text{if } ant_status^{(m=M,n)}(k) = 1 ; \\ 0 & \text{else;} \end{cases}$$

[0036] 其中, $k = 1, \dots, K; n = 1, \dots, N$, $ant_status^{(m=1,n)}(k) = 1$ 表示第 1 维空间中的第 n 个用户的天线状态参数的第 k 个比特为 1, $d_burst_p^{(m=1,n)}$ 表示第 1 维空间中的第 n 个用户的调制数据, 以此类推。

[0037] 利用天线状态参数 $ant_status^{(m,n)}$, $m = 1, \dots, M, n = 1, \dots, N$, 对波束赋形系数进行预处理, 得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数。

[0038] 对波束赋形系数进行预处理如下:

[0039]

$$Tx_beamfor\ min\ g_new^{(n,k)} = \begin{cases} Tx_beamfor\ min\ g^{(m=1,n,k)} & \text{if } ant_status^{(m=1,n)}(k) = 1; \\ Tx_beamfor\ min\ g^{(m=2,n,k)} & \text{if } ant_status^{(m=2,n)}(k) = 1; \\ \dots\dots & \\ Tx_beamfor\ min\ g^{(m=M,n,k)} & \text{if } ant_status^{(m=M,n)}(k) = 1; \\ 0 & \text{else;} \end{cases}$$

[0040] 其中, $k = 1, \dots, K; n = 1, \dots, N$, $ant_status^{(m=1,n)}(k) = 1$ 表示第 1 维空间中的第 n 个用户的天线状态参数的第 k 个比特为 1, $Tx_beamfor\ min\ g^{(m=1,n,k)}$ 表示第 1 维空间中的第 n 个用户在天线 k 上的波束赋形系数, 以此类推。

[0041] 经过上述预处理后发送到第 k 根天线上的总数据为:

[0042]

$$d_ready_p^{(k)} = \sum_{n=1}^N d_burst_new_p^{(k,n)} \bullet Tx_beamfor\ min\ g_new^{(n,k)} \quad (2)$$

[0043] 根据公式 (2) 得到每根天线上的总数据后, 进行射频处理, 将射频处理后的数据发送到对应的天线上。

[0044] 这样对应每个采样点, K 根天线的的数据生成, 只需要 $N \times K$ 次乘法处理。实现了将 M 倍空分复用的乘法远算量降低为非空分普通智能天线应用的运算量, 并且与非空分普通智能天线应用复用相同的实现结构。

[0045] 图 2 是本发明实施例一种智能天线波束赋形装置的组成结构图。该装置应用于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M , K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M , K 根天线划分为 M 个子天线组, 且一个天线只属于一个子天线组, M 个子天线组和 M 维空间之间一一对应, M 维空间中的每个用户的调制并波束赋形处理后的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的情况, 如图 2 所示, 该装置包括: 上层模块 201 和波束赋形模块 202, 其中,

[0046] 上层模块 201, 用于为 M 维空间中的每个用户分配一个天线状态参数, 并将天线状

态参数发送给波束赋形模块 202 ;天线状态参数指示用户所在空间所对应的子天线组所包含的天线 ;

[0047] 波束赋形模块 202,用于根据天线状态参数对用户调制数据进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据 ;用于根据天线状态参数对波束赋形系数进行预处理,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数 ;用于使用预处理后得到的每根天线所要发送的用户调制数据以及每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数进行波束赋形处理。

[0048] 具体地,在所述上层模块 201,用于为 M 维空间中的每个用户分配一个 K 比特的比特串作为该用户的天线状态参数 ;其中,所述比特串中的 K 个比特与 K 个天线一一对应,每个比特的两种不同取值分别表示该用户是否使用该天线。

[0049] 图 3 是图 2 中的波束赋形模块 202 的组成结构图。如图 3 所示,波束赋形模块 202 包括 :原始数据缓存模块 301、天线状态参数缓存模块 302、赋形系数缓存模块 303、数据调制模块 304、调制数据预处理模块 305、赋形系数预处理模块 306 和赋形处理模块 307 ;其中 :

[0050] 原始数据缓存模块 301,用于缓存 M 维空间中的所有用户的原始数据 ;

[0051] 天线状态参数缓存模块 302,用于存储 M 维空间中的每个用户的天线状态参数 ;

[0052] 赋形系数缓存模块 303,用于存储 M 维空间中的每个用户在每个天线上对应的赋形系数 ;

[0053] 数据调制模块 304,用于从原始数据缓存模块获取 M 维空间中的所有用户的原始数据并进行调制处理得到调制数据后发送给调制数据预处理模块 305 ;

[0054] 调制数据预处理模块 305,用于从天线状态参数缓存模块 302 获取 M 维空间中的每个用户的天线状态参数,并根据所获取的天线状态参数和来自数据调制模块 304 的调制数据,得到每根天线所要发送的用户调制数据,发送给赋形处理模块 307 ;其中,每根天线所要发送的用户调制数据只包括该天线所在子天线组所对应空间中的用户的调制数据 ;

[0055] 赋形系数预处理模块 306,用于从赋形系数缓存模块 303 获取 M 维空间中的每个用户在每个天线上对应的赋形系数,从天线状态参数缓存模块获取 M 维空间中的每个用户的天线状态参数,根据所获取的赋形系数和天线状态参数,得到每根天线所要发送的用户调制数据所对应的波束赋形系数,并发送给赋形处理模块 307 ;

[0056] 赋形处理模块 307,用于对每根天线,将该天线所要发送的每个用户调制数据与其对应的波束赋形系数相乘得到波束赋形后的数据,再对所得到的波束赋形后的数据进行求和后得到需要通过该天线发送的总数据。

[0057] 如图 3 所示,波束赋形模块 202 进一步包括 :射频处理模块 308 ;所述赋形处理模块 307,进一步用于对每根天线,将需要通过该天线发送的总数据发送给射频处理模块 308 ;射频处理模块 308,用于将来自赋形处理模块的总数据发送到对应的天线上。这里射频处理模块 308 主要是将总数据信号进行高频调试后发送到天线。

[0058] 非空分智能天线的波束赋形也可以复用本发明中的上述波束赋形方法和装置。这种情况只是上述实施例的一个特例,即为空分倍数为 1 的情况,这里不在复述。

[0059] 由上述可见,本发明这种对于智能天线由 K 根天线组成、空分倍数为 M, K 和 M 均为自然数且 K 大于或等于 M 的情况,将 K 根天线划分为 M 个子天线组,其中每个子天线组包

括一个以上的天线,且一个天线只属于一个子天线组,在 M 个子天线组和 M 维空间之间建立一一对应关系, M 维空间中的每个用户的调制并波束赋形处理后的数据只在该用户所在空间所对应的子天线组中的天线上发送的技术方案,使得对于每根天线只需要对一维空间用户的调制数据进行波束赋形处理,这相对于现有技术对于每根天线都需要对 M 维空间用户的调制数据进行波束赋形处理相比,大大减少了计算量,降低了成本。

[0060] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。

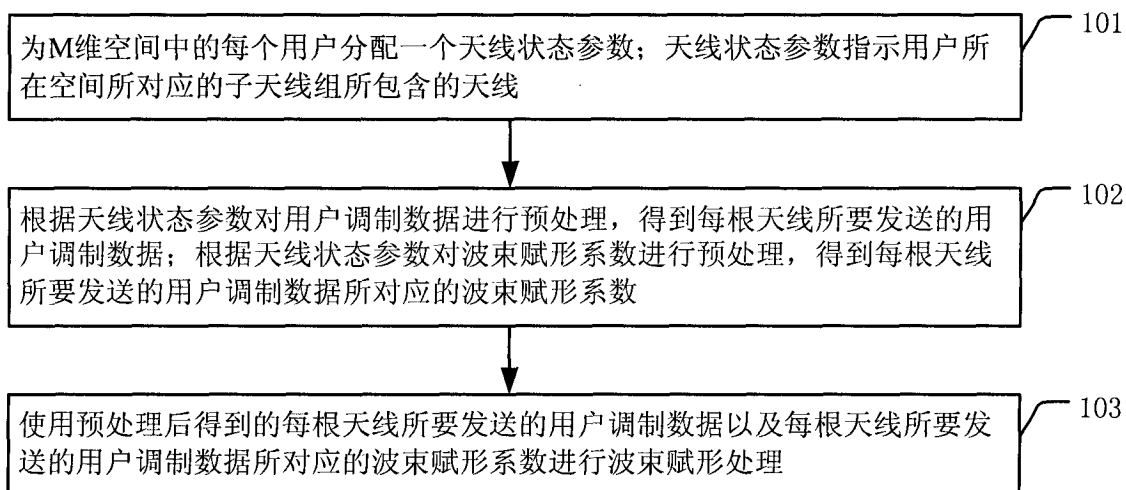


图 1

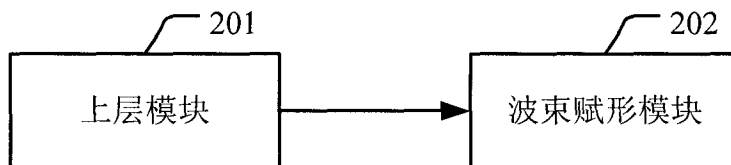


图 2

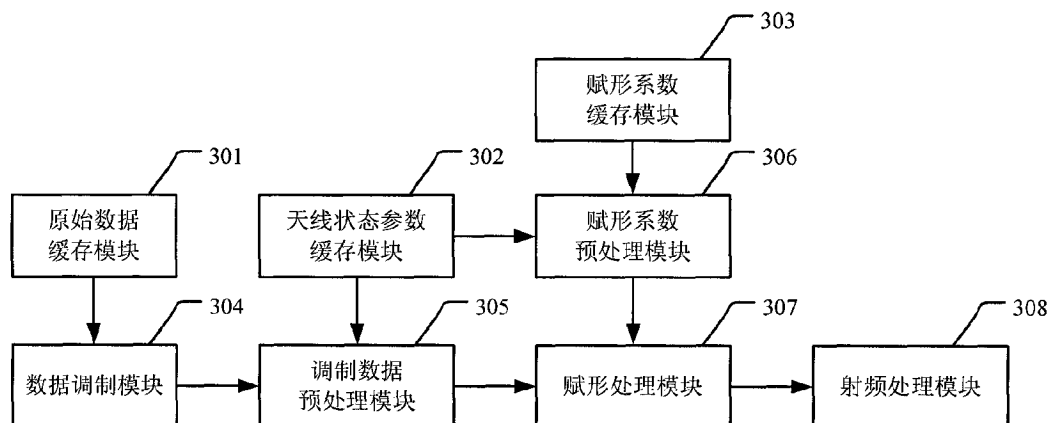


图 3