



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101641877 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 200780052374. 6

(22) 申请日 2007. 02. 09

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2009. 09. 27

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/EP2007/051302 2007. 02. 09

(87) PCT申请的公布数据  
W02008/095543 EN 2008. 08. 14

(73) 专利权人 意大利电信股份公司  
地址 意大利米兰

(72) 发明人 S·巴尔贝利斯 P·普廖蒂

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 袁玥

(51) Int. Cl.  
H04B 7/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1761182 A, 2006. 04. 19,  
CN 1245623 A, 2000. 02. 23,  
EP 1886419 A1, 2008. 02. 13,  
WO 2006075220 A1, 2006. 07. 20,

审查员 刘娟

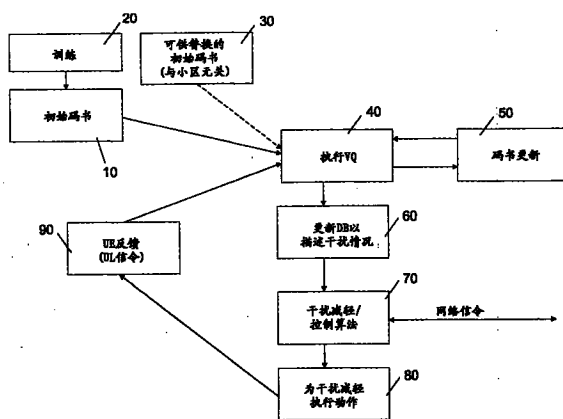
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

无线通信系统中的同信道干扰的表征

(57) 摘要

本发明公开了一种用于表征无线电通信系统中的干扰的方法,所述无线电通信系统包括被配置为与用户设备通信的多个无线电收发基站,所述方法包括:通过与服务收发基站无线电通信的用户设备,测量表示来自干扰收发基站的干扰的量;将测量的量发送至服务收发基站;使至少一个码书与服务收发基站相关联,所述码书包括多个码字,每个码字表示由服务收发基站覆盖的区中的分别被量化的干扰状况;以及在码书中识别表示由用户设备测量的量的码字。



1. 一种用于表征无线电通信系统中的干扰的方法,所述无线电通信系统包括被配置为与用户设备通信的多个无线电收发机站,所述方法包括:

通过与服务收发机站无线电通信的用户设备,测量指示来自干扰收发机站的干扰的量;

将测量的量发送至服务收发机站;

使至少一个码书与服务收发机站相关联,所述码书包括多个码字,每个码字表示由服务收发机站覆盖的区中的各个量化的干扰状况;以及

在码书中识别表示由用户设备测量的量的码字。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中在码书中识别表示由用户设备测量的量的码字包括:

基于所选择的范数在码书中识别最接近由用户设备测量的量的码字。

3. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中在码书中识别表示由用户设备测量的量的码字包括:

为从干扰收发机站接收相同干扰的不同用户设备识别不同码字。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在码书中识别表示由用户设备测量的量的码字包括:

为从干扰收发机站接收相同干扰的不同用户设备识别相同码字。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中服务收发机站被配置为在被组织为多个物理资源块的频带中与用户设备进行通信,并且其中使至少一个码书与服务收发机站相关联包括:

使码书与每个物理资源块相关联。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中服务收发机站被配置为在被组织为多个物理资源块的频带中与用户设备进行通信,并且其中使至少一个码书与服务收发机站相关联包括:

使相同码书与多个物理资源块相关联。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中码书中的码字的数量是固定的。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中码书中的码字的数量是可变的,从而保持由相同的用户设备或不同的用户设备接连测量的量和码书中的代表码字之间的差的范数低于给定阈值。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中使至少一个码书与服务收发机站相关联包括:

提供初始码书;以及

更新码书。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中更新码书,以保持由相同的用户设备或不同的用户设备连续测量的量和码书中的代表码字之间的差的范数低于给定阈值。

11. 如权利要求 9 所述的方法,其中更新码书包括:

保持码书中的码字的子集不变,以当服务收发机站开始向新的用户设备提供服务时最小化由用户设备测量的量和码书中的各个代表码字之间的差的范数。

12. 如权利要求 9 所述的方法,其中提供初始码书包括:

收集一组或多组测量的量;

将该组分区为子组 ;以及  
计算所述子组的质心 ;以及  
用计算的质心形成码书。

13. 如权利要求 9 所述的方法,其中提供初始码书包括:  
伪随机地产生初始码书。

14. 如权利要求 9 所述的方法,其中提供初始码书包括:  
产生表示所有干扰收发机站的相等的干扰功率的初始码书。

15. 如权利要求 9 所述的方法,其中提供初始码书包括:  
产生表示非常强的干扰功率情况的初始码书。

16. 如权利要求 9 所述的方法,其中提供初始码书包括:  
产生表示最强的干扰收发机站的干扰功率的宽动态范围和最弱的干扰收发机站的干扰功率的小动态范围的初始码书。

17. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中所述用户设备被配置为测量指示来自干扰收发机站的至少一个子集的干扰的量。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其中所述至少一个子集包括服务收发机站周围的第一层干扰收发机站。

19. 如权利要求 17 所述的方法,其中所述至少一个子集包括服务收发机站周围的所述第一和第二层干扰收发机站。

20. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:  
存储每个识别出的码字的索引,每个索引指示码字在码书中的位置。

21. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,还包括:  
基于存储的索引由服务收发机站对被其服务的用户设备分组。

22. 如权利要求 21 所述的方法,还包括:  
由服务收发机站在用户设备的组中识别至少一个代表性用户设备 ;以及  
由服务收发机站请求代表性用户设备测量和发送指示来自干扰收发机站的干扰的量。

23. 如权利要求 21 所述的方法,还包括:  
由服务收发机站以循环方式请求所述组中的用户设备测量和发送指示来自所述干扰收发机站的干扰的量。

24. 如权利要求 21 所述的方法,还包括:  
由服务收发机站请求所述组中的在由服务收发机站覆盖的区内具有低移动性的用户设备测量和发送指示来自所述干扰收发机站的干扰的量。

25. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中每个收发机站被配置为在被组织为多个物理资源块的频带中与用户设备进行通信,并且其中由用户设备测量指示来自所述干扰收发机站的干扰的量,所述方法包括:

由用户设备测量由干扰收发机站在各个导频信道中发射的导频信号的功率。

26. 如权利要求 25 所述的方法,还包括:  
向服务收发机站传达由干扰收发机站在其物理资源块中使用的传输功率 ;以及  
由服务收发机站基于由用户设备测量的导频信号的功率和由干扰收发机站在其物理资源块中使用的传输功率,确定由用户设备在其物理资源块中接收到的干扰功率。

27. 如权利要求 25 所述的方法,还包括:

由服务收发机站基于由用户设备测量的导频信号的功率和能够由干扰收发机站在其物理资源块中使用的最大传输功率,确定由用户设备在其物理资源块中的接收到的干扰功率。

28. 一种无线电通信系统,所述系统包括被配置为与用户设备通信并实现根据前述权利要求中任一项所述的干扰表征方法的多个无线电收发机站。

29. 一种用于减轻无线电通信系统中的干扰的方法,所述方法包括:

根据权利要求 1-27 中任一项表征干扰;

以无线电资源管理 (RRM) 水平进行操作来减轻干扰。

## 无线通信系统中的同信道干扰的表征

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及一种无线通信系统,并且更具体地涉及蜂窝和非蜂窝无线电通信系统中的同信道干扰的表征、反馈减小和干扰抑制。

[0002] 具体地讲,本发明适合的蜂窝无线电通信系统(但非限制性的应用)是例如所谓的超 3G(第三代)蜂窝无线电通信系统,即具有比 3G 蜂窝无线电通信系统更宽的带宽的新一代蜂窝无线电通信系统,诸如例如那些已知为第三代合作伙伴计划长期演进(3GPP LTE)蜂窝无线电通信系统。

[0003] 本发明适合的非蜂窝无线电通信系统(但非限制性的应用)是例如无线局域网(WLAN),尤其是由 WiMAX 论坛限定为全球微波互连接入的 WiMAX, WiMAX 被形成用于促进 IEEE 802.16 标准的一致性和互操作性,官方称为 WirelessMAN,并且被论坛描述为“能够作为电缆和 DSL 的替代进行最后一英里无线宽带接入的传递的基于标准的技术”。

### 背景技术

[0004] 在过去的几年中,从模拟、窄带频分多址(FDMA)传输(第一代(1G)蜂窝无线电通信系统),先到数字、窄带频分和时分多址(FDMA/TDMA)传输(第二代(2G)蜂窝无线电通信系统),再到数字、宽带码分多址(CDMA)传输(第三代(3G)蜂窝无线电通信系统),基于蜂窝无线电通信的蜂窝电话系统和便携/移动用户设备/终端不断演进。

[0005] 现在,研究向具有比 3G 蜂窝无线电通信系统更宽的传输带宽的新一代蜂窝无线电通信系统前进,例如那些已知为 3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统的无线电通信系统。当传输带宽增加时,收发机基于所使用的调制和复用的类型通常表现出其电路复杂度的增加。当传输系统的带宽变得比几 MHz(约 10MHz)更大时,多载波调制通常更适合将收发机电路复杂度保持得尽可能的低。

[0006] 具体地讲,已证明正交频分复用(OFDM)特别适合用于有成本效益的收发机,所述收发机在发射侧和接收侧均处理频域中的信号。更具体地讲,OFDM 基于频分复用(FDM)的原理,但被实现为数字调制方案。具体地讲,要发射的比特流被分为若干并行的比特流,通常为几十个至几千个。可用频谱被分割为若干子信道,并且通过使用标准调制方式(例如 PSK、QAM 等)来调制副载波,而每个低速率比特流在一个子信道上发射。选择副载波频率,使得调制数据流彼此正交,这意味着子信道之间的交叉串扰被消除。当副载波被副载波的符号率均等地隔开时产生该正交性。OFDM 的主要优点是其能够应对严格的信道条件(例如多径和窄带干扰)而无需复杂的均衡滤波器。信道均衡是通过使用许多慢调制的窄带信号来代替一个快调制的宽带信号而被简化的。3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统预计使用基于 OFDM 的物理层。具体地讲,首先预计具有基于 OFDM 的下行链路和基于单载波频分多址(SC-FDMA)的上行链路。

[0007] 在蜂窝无线电通信系统外部,收发机早已向大带宽演进。例如,遵从 IEEE 802.11 标准族的 WLAN 使用 20MHz 的信道,并且用 64-副载波 OFDM 调制传输。更具体地讲,在 WLAN 中,传输是由媒体接入控制(MAC)协议管理的,所述媒体接入控制协议被称为具有冲

突避免的载波侦听多路接入 (CSMA-CA), 其当给定频率信道已经在使用时避免传输。由于该原因, 在给定 WLAN 小区内, 通常在不同的收发机之间没有直接的同信道干扰。此外, 在热点类地域覆盖中, WLAN 小区通常被物理地分开, 从而在大多数情况下大大地限制了他区干扰。然而, 在 3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统中, 期望 OFDM 在与 WLAN 相比非常不同的环境下工作。实际上, 在需要连续的无线电覆盖的蜂窝无线电通信系统中, 由下行链路 (DL) 中的收发机站发射的信号或由上行链路 (UL) 中的终端或用户设备 (UE) 发射的信号可重叠相邻小区的服务区。另一方面, 对于高频谱效率的需要实际上阻止了如在 2G 蜂窝无线电通信系统中的高频再用 (reuse), 因此期望例如在 LTE 无线电通信系统中的频率再用因子将较低, 如果不是单一的话。在 LTE 无线电通信系统中, 有可能尤其是在小区边缘处将存在非常强的同信道系统内干扰, 如果没有恰当地减轻则相当大地降低了用户吞吐量。可通过使用例如无线电资源管理 (RRM) 机制 (即干扰协调) 或第一层机制 (诸如通过多天线进行空间抑制和基于小区间干扰的检测 / 减少的消除) 来减轻小区间干扰。可在例如 3GPP TR 25.814 “Physical layer aspect forevolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA)” 第 7.1.2.6 节中找到这些机制的分类。

## 发明内容

[0008] 申请人注意到以干扰控制和减轻为目标的 RRM 机制可能具有一些缺点。具体地讲, 参照下行链路传输 (对于上行链路传输也可应用相同的结论):

[0009] ◆在干扰控制是基于对小区内干扰状况的了解的情况下, 意味着应执行多组干扰测量 (由用户设备推定)。因为整个 OFDM 频谱被分割为副载波块, 或更具体地讲, 一个或多个副载波的子集针对一个或多个连续 OFDM 符号, 这通常被称为物理资源块 (PRB), 用户设备可为每个 PRB 执行这些组的测量, 或者可执行低于 PRB 的数量的多组测量。区分干扰来自相邻小区中的哪一个的能力意味着每个用户设备应具有小区专属的训练序列 (导频信号序列) 的知识, 并且上述步骤不可避免地导致了在用户设备中使用存储空间、计算资源和随之发生的能量消耗;

[0010] ◆干扰测量应被反馈至服务收发机站, 这意味着上行链路带宽的使用;

[0011] ◆经由干扰控制达到系统吞吐量的全局最优化的 RRM 算法超过了系统的计算和信令能力 (因为过多的计算和 / 或信令负荷)。

[0012] 因此, 本发明的目的是提供一种可减少上述缺点中的至少一些的方法, 并且具体地讲, 允许以简单的算法和轻计算负荷执行干扰抑制的方法。还允许减小上行链路信令带宽。

[0013] 该目的是通过本发明实现的, 如所附权利要求中限定的, 本发明涉及用于使无线电通信系统中的干扰表征的方法、用于减轻无线电通信系统中的干扰的方法、和被配置为实现该干扰表征方法的系统和计算机程序产品。

[0014] 本发明通过使用矢量量化并且不使用关于用户设备的位置的任何信息, 通过映射和表征蜂窝无线电通信系统的小区内的干扰状况而实现上述目的。具体地讲, 本发明提出在蜂窝无线电通信系统的收发机站 (通常被称为节点 B) 中的每个或一组中使用由各个代表矢量限定的码字组成的码书, 其中所述代表矢量通过矢量量化表示和表征由该收发机站所服务的小区中出现的任何干扰状况。码书中的每个码字是由给定数量的分量 (或维数)

组成的,每个分量表示给定的干扰收发机站的干扰功率,并且由某时刻的码字分量的数量推定的值表示维度为干扰功率的矢量空间中的点。

[0015] 在本发明的一个方面中,选择每个码字的分量的数量,以便可考虑所有的主要干扰收发机站。

[0016] 具体地讲,给定小区中的用户设备将反馈消息发送至管理该小区的收发机站,所述反馈消息包含小区中的用户设备从每个主要干扰收发机站接收到的干扰功率。基于这些反馈消息,码书可在时间上动态地演进,从而确保在每个时刻,该小区的干扰状况被表示为在可接受的量化误差内。

[0017] 优选地,当新用户设备进入小区时,码字的子集可保持在时间上不变以最小化量化误差。

[0018] 收发机站可选择一个码字来表示小区中的每个用户设备,并且码字还可表示多于一个用户设备。

[0019] 本发明可被有利地用于基于每个干扰收发机站对其相邻小区产生的影响的良好知识开发干扰控制和减小算法。这些算法还应被构思为允许交换不同的收发机站之间的消息,以便当需要时通过任何 PRB 协商所辐射的干扰功率的可能的减小。本发明也可被用于有效地减小上行链路反馈消息。具体地讲,可使用矢量量化来执行所谓的用户设备分组。具体地讲,当不同的用户设备将由相同的码字表示的反馈消息发送至各个收发机站时,这些用户设备可被分为一组。随后,并且经过预定时间间隔,收发机站可仅从充当该组代表性样本的这些用户设备中的一个或几个,而不是整个组,请求测量反馈消息。属于给定组的用户设备还可以循环方式发送反馈消息,直到服务收发机站估计出由该组的成员维持的干扰状况出现分歧。

## 附图说明

[0020] 为了更好地理解本发明,现在将参照附图描述仅用于示例而不被理解为用于限制的优选实施例,其中:

[0021] 图 1a 和 1b 示意性地示出了 FDD-DL,并且分别地示出了蜂窝无线电通信系统的两个节点 B 和每个都由各个节点 B 提供服务的两个用户设备之间的 FDD-UL 传输情况;

[0022] 图 2 示出了与图 1 的蜂窝无线电通信系统的节点 B 相关联的码书;

[0023] 图 3 示意性地示出了包括干扰节点 B 和将具有相同的代表码字的反馈消息发送至节点 B 的三个用户设备的干扰场景;

[0024] 图 4 示意性地示出了服务节点 B 和干扰节点 B 和用户设备之间的节点 B 间网络信令和上行链路无线电接口信令;以及

[0025] 图 5 示出了本发明的操作原理的框图。

## 具体实施方式

[0026] 下述说明部分是为了使本领域技术人员能够进行和使用本发明。对于实施例的各种修改对于本领域技术人员是显而易见的,并且在不偏离本发明的精神和范围的情况下,本文的一般原理可应用于其它实施例和应用。因此,本发明不旨在被限制为所示出的实施例,而应根据与本文所公开的原理和特征一致的和所附权利要求中限定的最宽的范围。

[0027] 此外,在下述内容中,不失一般性,将参照 3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统,但应明白本发明也可应用于其它类型的蜂窝或非蜂窝系统,诸 WiMAX 或 WLAN。由于该原因,当参照作为网络构造的一部分的收发机站时,将使用术语“节点 B”,也就是 3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统中普遍采用的术语。

[0028] 作为实例,图 1a 和 1b 示意性地示出了 3GPP LTE 蜂窝无线电通信系统的两个节点 B 和两个用户设备,其中两个节点 B 由节点 B1 和节点 B2 表示,两个用户设备由 UE1 和 UE2 表示,并且每个用户设备都由各自的节点 B 提供服务。具体地讲,图 1a 示出了 FDD-DL(频分双工-下行链路)传输情况,而图 1b 示出了 FDD-UL(频分双工-上行链路)传输情况。此外,在图 1a 和 1b 中,实线表示有用信号,而虚线表示小区间干扰。

[0029] 在所考虑的通信系统中,假设采用基于 OFDMA 的下行链路(DL),并且通信系统中的每个节点 B 与由 M 个码字(CW)的集合定义的码书(CB)相关联,每个码字由 Q 个分量组成。图 2 示出了形成码书的码字。

[0030] 码字可以被表示为:

$$[0031] \quad \underline{C}_i = \{C_{i,1}, \dots, C_{i,Q}\}, i = 1 \dots M \quad (1)$$

[0032] 而码书可以被表示为:

$$[0033] \quad X = \{\underline{C}_1, \dots, \underline{C}_M\} \quad (2)$$

[0034] 为了简单起见,将考虑单个物理资源块(PRB),并将假设码书是指该特定的物理资源块。在真实的实现中,可需要每个物理资源块用一个码书。

[0035] 码字中的 Q 个分量的每一个表示与所考虑的服务节点 B 相干扰的特定节点 B 的干扰功率。

[0036] 在本发明中,关于“服务节点 B 的干扰节点 B”,我们是指可使用服务节点 B 的同一组频率资源或频率资源的子集的那些节点 B。

[0037] 在真实的实现中,每个码字的分量是表示量化的干扰功率的数字。

[0038] 让我们另外地假想小区中的每个用户设备测量来自 Q 个不同的干扰源的干扰功率。第 k 个用户设备周期性地向服务节点 B 反馈 Q 个有序的值,所述 Q 个有序的值可被表示为:

[0039]

$$\varphi_{nk} = \{p_1, \dots, p_Q\} \quad (3)$$

[0040] 其中 n 是时刻,并且为了符号的简单起见,不再讨论  $\{p_1, \dots, p_Q\}$  与 n 和 k 的相互关系。

[0041] 然后,使用矢量量化来找到码书中的反馈  $\varphi_{nk}$  的一个代表(码字)。如果采用了基于欧几里德范数的量化,则代表码字可表示如下:

[0042]

$$VQ(\varphi_{nk}) = \underline{C}_i \Leftrightarrow \underline{C}_i = \arg \min_{1 \leq i \leq M} \left( \sum_{j=1}^Q (C_{ij} - p_j)^2 \right) \quad (4)$$

[0043] 其它类型的范数也可应用于本发明。例如,也提出了一种不同类型的范数,其中可以区分具有不同权重  $\alpha$  和  $\beta$  的两组干扰源。

[0044]

$$VQ(\varphi_{nk}) = \underline{c}_i \Leftrightarrow \underline{c}_i = \arg \min_{1 \leq i \leq M} \left( \alpha \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^Q (c_y - p_j)^2} + \beta \cdot \sqrt{\sum_{j=Q+1}^Q (c_y - p_j)^2} \right) \quad (4')$$

[0045] 关于第一组干扰节点 B 的维数（分量）是  $\{p_1, \dots, p_{Q_1}\}$ ，而关于第二组的维数是  $\{p_{Q_1+1}, \dots, p_Q\}$ 。

[0046] 每个码字中的分量 Q 的数量在设计阶段被确定，并且可基于特定需要而改变，但方便地，其应至少与服务节点 B 周围的第一层干扰小区中的小区的数量一样大。更精确的设计还可以考虑服务节点 B 周围的第二层干扰小区。例如，在六边形小区布局的情况下，有六个小区直接环绕在服务节点 B 的周围，所以  $Q = 6$ 。如果考虑第二层干扰小区，则  $Q = 18$ 。在实际应用中还可采用不同的 Q 值。例如，在较简单的实现中，仅考虑第一层或第一和第二层干扰的子集。实现者可选择仅挑选对于服务小区平均具有最强影响的服务小区的干扰节点 B。

[0047] 由某时刻的码字的分量假设的值表示维数为干扰功率的矢量空间中的点。强调码字不包含关于具体用户设备的地理定位的任何信息，而仅包含关于由用户设备维持的干扰功率的信息是重要的。在给定时刻 n，小区内的用户设备的地理位置和码字之间存在对应关系，但所述对应关系不是通常的一一对应关系。图 3 示例了该概念，其中假设具有一个干扰节点 B，其到三个不同的用户设备具有相同的路径损失。在该情况下，尽管地理上位于小区的不同点，这三个用户设备保持相同的干扰功率，并且因此向节点 B 发送具有相同代表码字的反馈消息。一般来讲，由相同码字表示的两个用户设备所看到的干扰状况不需要彼此非常接近，而是可以有些不同，意味着两个反馈矢量具有某个各自距离。

[0048] 码书中的码字 M 的数量可以是固定的或随时间变化的，一般来讲，较高的 M 导致较小的平均矢量量化误差。具体地讲，应该以这样的方式设计 M，使得由小区中的用户设备维持的每个干扰状况的平均量化误差（被称为功率矢量）低于给定阈值，其中该量化误差可被定义如下：

[0049]

$$\varepsilon(\varphi_{nk}) = \sqrt{\sum_{j=1}^Q (c_y - p_j)^2}, \quad VQ(\varphi_{nk}) = \underline{c}_i \quad (5)$$

[0050] 当先激活节点 B 时，各自的码书被预设定为标准值。在下述内容中，给出了方便的初始化的一些例子：

[0051] ◆不同的干扰小区的干扰功率的许多测量的集合可用作要被分区为子集（如从矢量量化的理论已知的）的矢量空间，然后分区（子集）的质心构成用于初始化的码书。以该方式获得的码书可能取决于小区形状等，对于每个形状应至少一个码书可用。如果测量是关于码书将要使用的特定小区的，则意味着该网络采用包括小区专属训练相位的政策。否则，将使用与小区专属码书相反的通用码书。

[0052] ◆可将初始码书确定为表示非常强的干扰状况，例如，当来自干扰节点 B 的路径损失非常低时用户设备所经历的干扰。基于干扰控制算法的类型，此类码书可使节点 B 初始地采用大频率再用因子，至少在小区周边是这样：

[0053] ◆初始码书可以是伪随机产生的；

[0054] ◆初始码书可以表示所有干扰节点 B 的相等的干扰功率。例如，一定数量的码字

在其所有行或部分行中具有相同的值,所述值对应于第一层干扰节点 B。否则,每个码字可仅有一行与零不同(以仅表示来自具体节点 B 的干扰贡献);

[0055] ◆初始码书可表示描述最强的干扰节点 B 的干扰功率的值的较宽的动态范围,所述最强的干扰节点 B 与地理上较近的节点 B 一致。可对描述较远的节点 B,例如在第二层干扰节点 B 中的那些节点 B 的值给出较小的动态范围。可考虑小区内的用户设备的移动对于离该小区较近的干扰节点 B 意味着距离的较大相对变化来理解该设置。因此,接收到的干扰功率的变化通常对于小区边界附近的干扰节点 B 大。另一方面,对于远离该小区边界的干扰节点 B,变化较小。

[0056] ◆将小区分割为一定数量的区(例如将六边形小区分为边缘在中心的六个三角形的对称区),然后在假设每个干扰节点 B 发射相等量的平均功率的情况下将码字均匀地分配到每个区中。

[0057] 在初始化之后,节点 B 接着基于来自节点 B 管理的小区中的用户设备的反馈消息更新码书。反馈消息包含小区中的用户设备从主要干扰节点 B 中的每一个接收的干扰功率。因为由小区中的用户设备维持的干扰可变化,所以可修改码书以限制平均矢量量化误差。在过去,例如在声音识别的领域中,使用了动态更新码书的算法,并且该算法在文献(例如,在 Allen Gersho, Robert M. Gray, Vector Quantization and Signal Compression, Kluwer Academic Publishers, 第 602 页, 第 620 页)中有描述。码书向观测的测量值收敛的速度取决于干扰控制所使用的算法的类型,并且取决于反馈链的整体结构。

[0058] 例如,如果执行用户设备分组,则码书收敛不可能太快,否则将引起用户设备分组本身的不稳定(因为快速收敛意味着码字相对于所执行的分组的梯度大)。然而,动态码书演进的整体效果是大量码字向其中测量密度较高的矢量空间的那些区域收敛。

[0059] 可选择地,码书中的码字的子集可保持固定,即它们不参与码书的动态演进,或者它们可能不是严格地不可变的,而是可具有有限范围的可变性。此外,为了当该小区开始向新用户设备提供服务时最小化量化误差,可初始地在小区的所有区域中分配这些不可变的或准不可变的码字(因为它们应相对接近在小区内的任何地点接通或进入该小区的任何用户设备)。它们的功能在过渡阶段特别重要,直到码书向它们收敛。

[0060] 上述描述基于这样的假设:用户设备可测量来自所有主要干扰节点 B 的干扰功率,即不受快速衰落的迅速变化影响的长期平均干扰功率。通过小区专属导频信号的用户设备的知识,使得干扰功率测量成为可能,所述小区专属导频信号的用户设备是基于正交性(例如,码、频率或时间正交性)可分的。在不同的方面中,可用“棋盘图案”传输方式(存在小区干扰被限制为第二层干扰或更小时的具体时刻的传输方式)来组织节点 B,以保证可测量来自每个干扰节点 B 的干扰功率。因为 PRB 已经在频率中被分离,所以原理上导频信号不一定是 PRB 专属的。

[0061] 在一定的转换时间之后,节点 B 进入跟踪模式,其中节点 B 应能够在有限的量化误差内恒定地表示其正在服务的用户设备的所有干扰状况。在跟踪模式下,假定系统如下工作:

[0062] ◆被安排用于反馈的每个用户设备向节点 B 发送相对于最近的测量周期的一组测量值;

[0063] ◆节点 B 执行反馈消息的矢量量化,以找到反馈消息的代表码字;

[0064] ◆在矢量量化之后,节点 B 在表示所有被服务的用户设备的干扰数据库中仅存储所识别的码字的索引,存储的索引表示码书中所识别的码字的位置,从而需要有限量的存储器;

[0065] ◆节点 B 根据例如在 Allen Gersho, Robert M. Gray, Vector Quantization and Signal Compression, Kluwer Academic Publishers, 第 602 页, 第 620 页中描述的预定标准动态地更新码书。

[0066] 下面描述了几个可能的策略,以减少由用户设备发送的反馈消息的数量:

[0067] ◆如果分析由用户设备发送的反馈消息,并且似乎多于一个用户设备在维持由相同码字或其差具有低于给定阈值的范数的不同码字表示的干扰功率,则节点 B 可决定将那些用户设备分组。然后,节点 B 可不向组中的所有用户设备,而是仅向一个或几个代表用户设备请求反馈消息。在超过了最大时间间隔之后,然而,可接着向所有用户设备请求更新的反馈消息;

[0068] ◆可通过以循环方式从组中的用户设备请求反馈消息来进一步改进前一点中描述的方法。当一个或多个用户设备开始从该组的平均干扰状况偏离时,修改该组;

[0069] ◆上述几点中详细描述的方法可以可选地限制为那些具有低移动性的用户设备。可基于由用户设备发送的导频信号的多普勒偏移来执行用户设备的移动性的估计。然而,这是基于每个用户设备具有精确的载波频率基准的假设的。否则,可基于每个用户设备的代表码字来进行移动性的粗略估计;实际上,如果代表码字变化缓慢,则可推定为有限的移动性。

[0070] 干扰数据库是节点 B 为了干扰限制/控制而决定尝试哪些动作的基础。当例如通过使用以 RRM 水平运行的算法来执行那些动作时,在一定延迟之后,用户设备向节点 B 发送包含新观测的干扰测量值的新反馈消息,并且码书开始向新的观测结果收敛。

[0071] 在实际的实现中,对于每个 PRB 或每组 PRB 可存在一个码书。

[0072] 可如图 4 般示意性地示出整个同信道干扰表征处理,其中块 40 表示基于在训练步骤(块 20)之后获得的初始码书(块 10)、或基于可替代的与小区无关的初始码书(块 30)执行的矢量量化;块 50 表示码书更新;块 60 表示用于干扰状况的描述的数据库更新;块 70 表示干扰减轻/控制算法的执行和相应的网络信令(来自相邻节点 B 的请求和向矢量节点 B 的输出);块 80 表示用于干扰减轻的动作的执行;而块 90 表示上行链路信令,即由用户设备发送至节点 B 的反馈消息。

[0073] 下面描述本发明的四个具体实施例,其中两个包括用于正在服务的收发机站的整个传输带宽的单个码书,即对于不专属于给定 PRB 或 PRB 组的码书的使用。

[0074] 在第一实施例中,如图 5 所示,用户设备不关于每个干扰节点 B 测量特定 PRB 中的干扰功率。而是仅测量发射小区专属的导频信号的共用(广播)导频信道的干扰功率。然后,用户设备仅发送具有 Q 个字段的反馈消息,而不是 PRB 专属的反馈消息。假设每个干扰节点 B 通知相邻节点 B 其正在有效使用哪些 PRB,以及有可能其对每个 PRB 正在发射多少功率。以该方式,服务节点 B 能够为每个 PRB 估计其小区中的每个用户设备维持多少干扰功率。特定 PRB 的干扰功率是所有干扰源的贡献的和。一个干扰源的贡献是对一个具体 PRB 的发射功率减去由具体用户设备为该干扰源测量的衰减。更具体地讲,这些可被表示如下。

[0075] 让我们假设对于一定的时间周期性,每个节点 B 发射小区专属的导频序列  $T_i =$

$\{\theta_1, \dots, \theta_\tau\}$ , 其中  $\tau$  是序列长度。然后, 我们假设所考虑的用户设备具有主要干扰节点 B 的  $Q$  个导频序列的知识。然后, 用户设备能够为  $Q$  个已知导频序列的每一个周期性地测量接收到的功率。测量的接收到的功率的矢量将完全采取前面的公式 (3) 的形式。

[0076] 如果假设所有节点 B 发射相同的导频信号功率, 则测量的功率的矢量与每个干扰源看到的长期平均衰减成反比。按对数单位 (即分贝), 求逆变为符号的变化:

$$[0077] \quad A_{nk} = \{\pi_p + \eta - p_1, \dots, \pi_p + \eta - p_Q\} = \{a_{k1}^{(n)}, \dots, a_{kQ}^{(n)}\} \quad (6)$$

[0078] 其中标量  $\pi_p$  表示发射天线处的导航信号功率, 而  $\eta$  是可选择的项, 用于系统中的功率归一化, 其也应考虑对导频信号的可能的功率控制机制。

[0079] 第  $k$  个用户设备周期性地将矢量  $A_{nk}$  反馈至其服务节点 B, 然后相邻节点 B 的每一个将矢量  $P_i = \{\pi_{i1}, \dots, \pi_{iN}\}$  通过信号发送至服务节点 B, 其中  $i$  是节点 B 的索引,  $N$  是 PRB 的总数, 而  $\pi_{ij}$  是第  $i$  个节点 B 对第  $j$  个 PRB 发射的功率的量化版本 (取决于信令协定, 值  $\pi_{ij} = 0$  可用于表示第  $i$  个节点 B 不使用第  $j$  个 PRB)。

[0080] 对于每个时刻  $n$ , 服务节点 B 可将由第  $m$  个 PRB 中的第  $k$  个用户设备维持的干扰功率估计为 (按对数单位):

$$[0081] \quad \sigma_{km} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^Q 10^{\frac{\pi_{im} - a_{ki}}{10}} \quad (7)$$

[0082] 其中, 在所有项中都故意地丢弃了时间相关性 (下标  $n$ )。

[0083] 也可以计算在每个 PRB 上的干扰功率的贡献, 特别是对于给定的干扰节点 B。可由服务节点 B 估计由第  $m$  个 PRB 中的第  $k$  个用户设备维持的和由第  $i$  个节点 B 引起的干扰功率 (按对数单位):

$$[0084] \quad s_{kmi} = \pi_{im} - a_{ki}, 1 \leq i \leq Q \quad (8)$$

[0085] 该实施例使得能够将上行链路反馈减少因子  $N$  而没有显著的性能损失, 原因是: 尽管快速衰落衰减取决于 PRB, 但长期衰减在整个带宽上实际上是恒定的。此外, 该实施例允许简化用户设备的硬件和减小功率消耗。

[0086] 第二实施例基于干扰功率的悲观估计, 并允许要获得的节点 B 之间的整体信令的显著减少。具体地讲, 在可被看作第一实施例的简化的该第二实施例中, 假设相邻节点 B 不用信号发送矢量  $P_i$ , 或仅最近的节点 B (第一层干扰源) 发送。在该情况下, 等式 (7) 可由下述表达式替代:

$$[0087] \quad \sigma_{km} = 10 \log_{10} \sum_{i=1}^Q 10^{\frac{\tilde{\pi}_{im} - a_{ki}}{10}}, \quad \tilde{\pi}_{im} = \begin{cases} \pi_{im} & \text{if known} \\ \pi_{\max} & \text{if } \pi_{im} \text{ not known to serving Node B} \end{cases} \quad (9)$$

[0088] 其中  $\pi_{\max}$  是可在一个 PRB 上发射的最大功率值。

[0089] 也可以限定一个干扰节点 B 专属的干扰功率贡献。可通过服务节点 B 估计由第  $m$  个 PRB 中的第  $k$  个用户设备维持的并且由第  $i$  个节点 B 发出的干扰功率 (按对数单位):

$$[0090] \quad s_{kmi} = \tilde{\pi}_{im} - a_{ki}, \quad \tilde{\pi}_{im} = \begin{cases} \pi_{im} & \text{if known} \\ \pi_{\max} & \text{if } \pi_{im} \text{ not known to serving Node B} \end{cases}, \quad 1 \leq i \leq Q \quad (10)$$

[0091] 在可被看作第一实施例的延伸的第三实施例中, 与第一实施例中类似地使用用于矢量量化测量的一个码书来执行测量和反馈, 并且矢量量化的结果又可用于对用户设备分组和其它目的 (例如评估干扰节点 B 是否通常对给定用户设备具有可忽略的影响)。然后, 以每 PRB 一个的量存在其余的码书, 所述码书用于矢量量化其分量在等式 (8) 中定义的矢

量。矢量量化的结果在干扰减轻处理中是有用的。除这些附加码书以外或可供替换地,可存在一个单个码书来矢量量化其分量在等式 (7) 中定义的矢量。矢量量化的结果在干扰减轻处理中是有用的。重要的是要注意该第三实施例完全保留了上行链路反馈带宽减小和用户设备中硬件复杂度和功率消耗的减小的优点。节点 B 中出现的码书的数量较大仅意味着节点 B 的硬件复杂度增加。

[0092] 在可被看作第二实施例的扩展的第四实施例中,使用一个码书来矢量量化该测量值,并且矢量量化的结果可用于对用户设备分组或其它目的。然后,对于每个 PRB 存在附加的码书,并且所述附加码书用于矢量量化其分量在等式 (10) 中定义的矢量。除此之外或可供替换地,可存在一个单独的码书用于矢量量化其分量在等式 (9) 中定义的矢量.....。与之前的情况类似,该第四实施例也完全保留了在减小的上行链路反馈和用户设备中的硬件复杂度方面的优点。

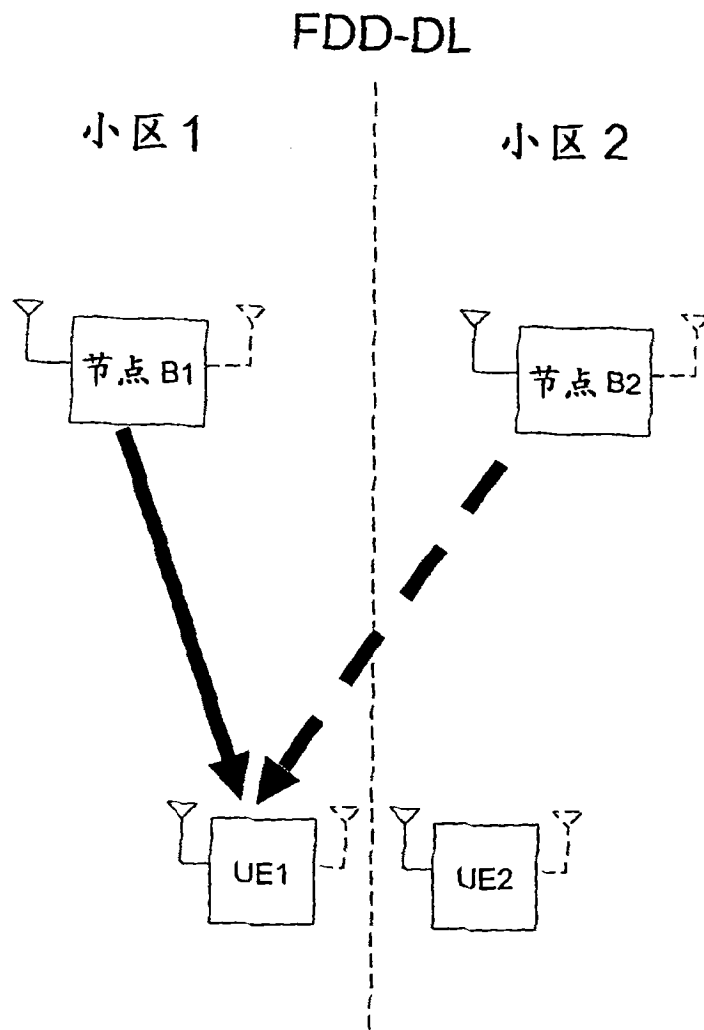


图 1a

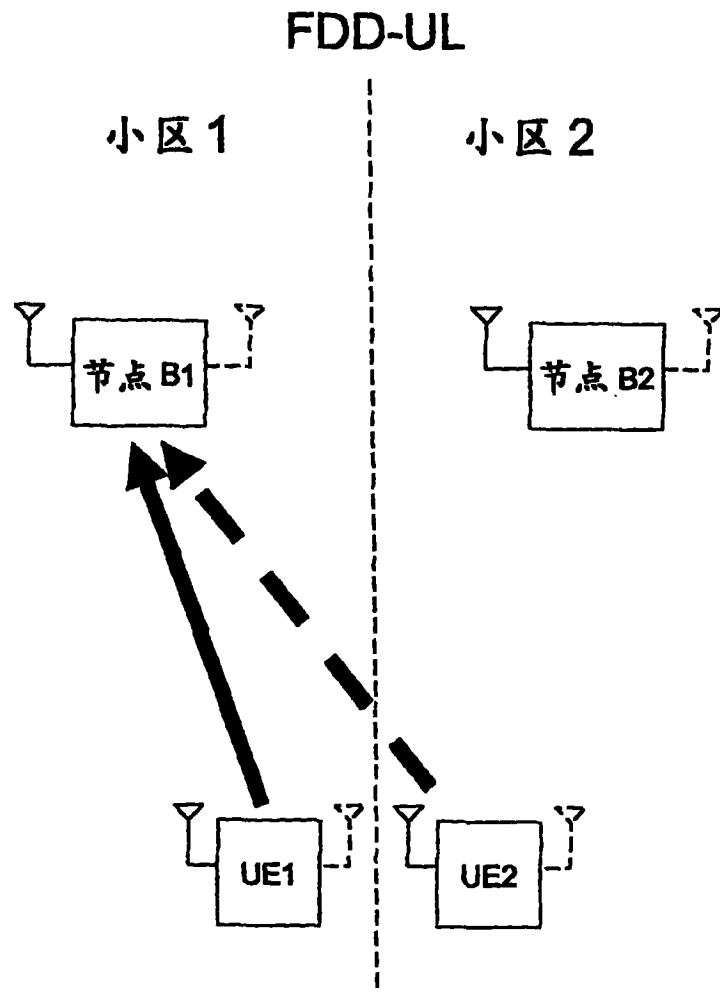


图 1b

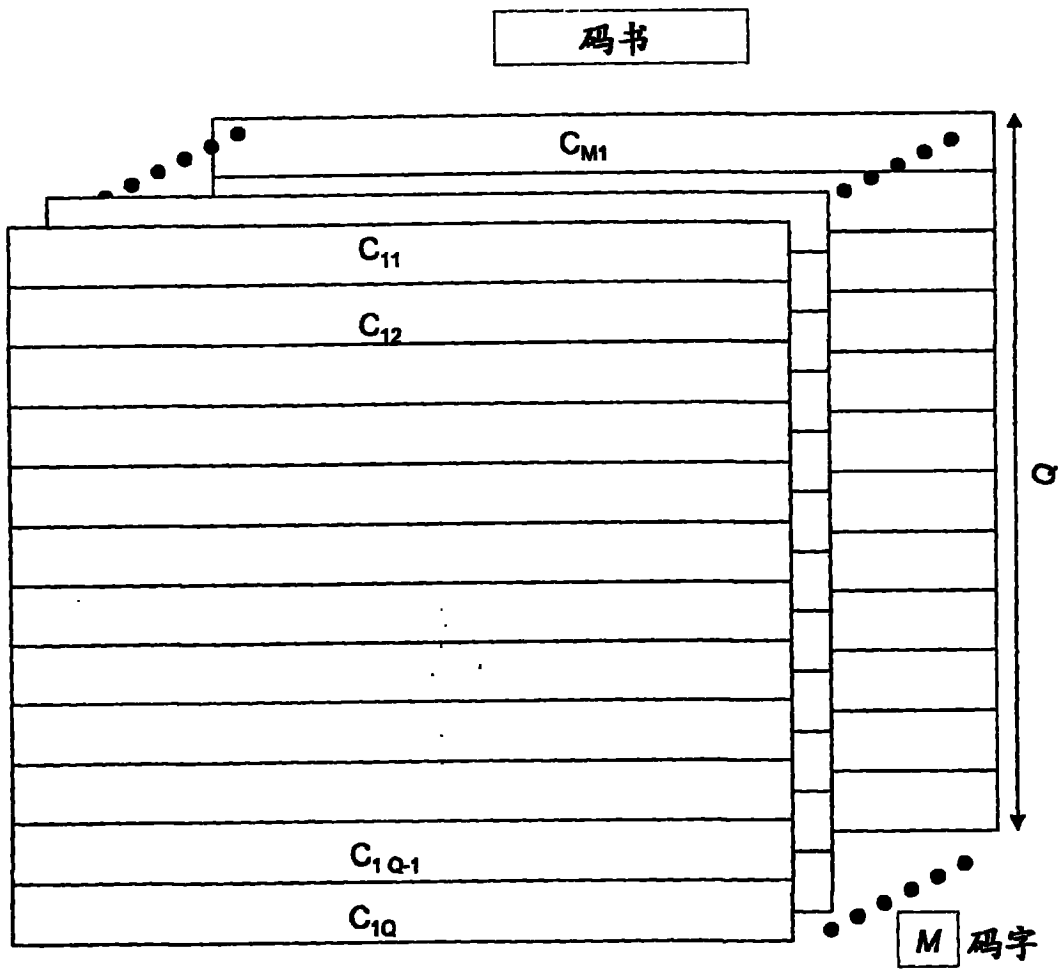


图 2

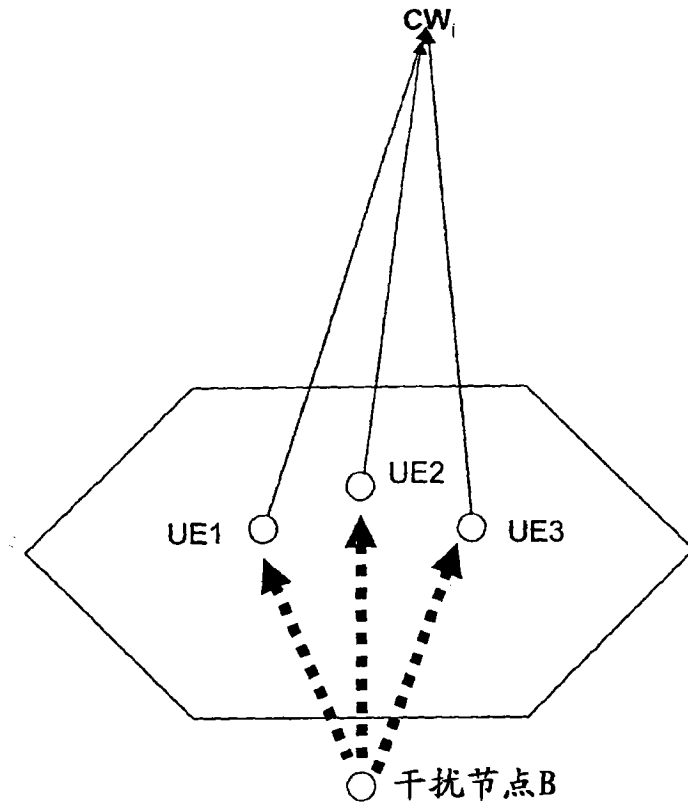


图 3

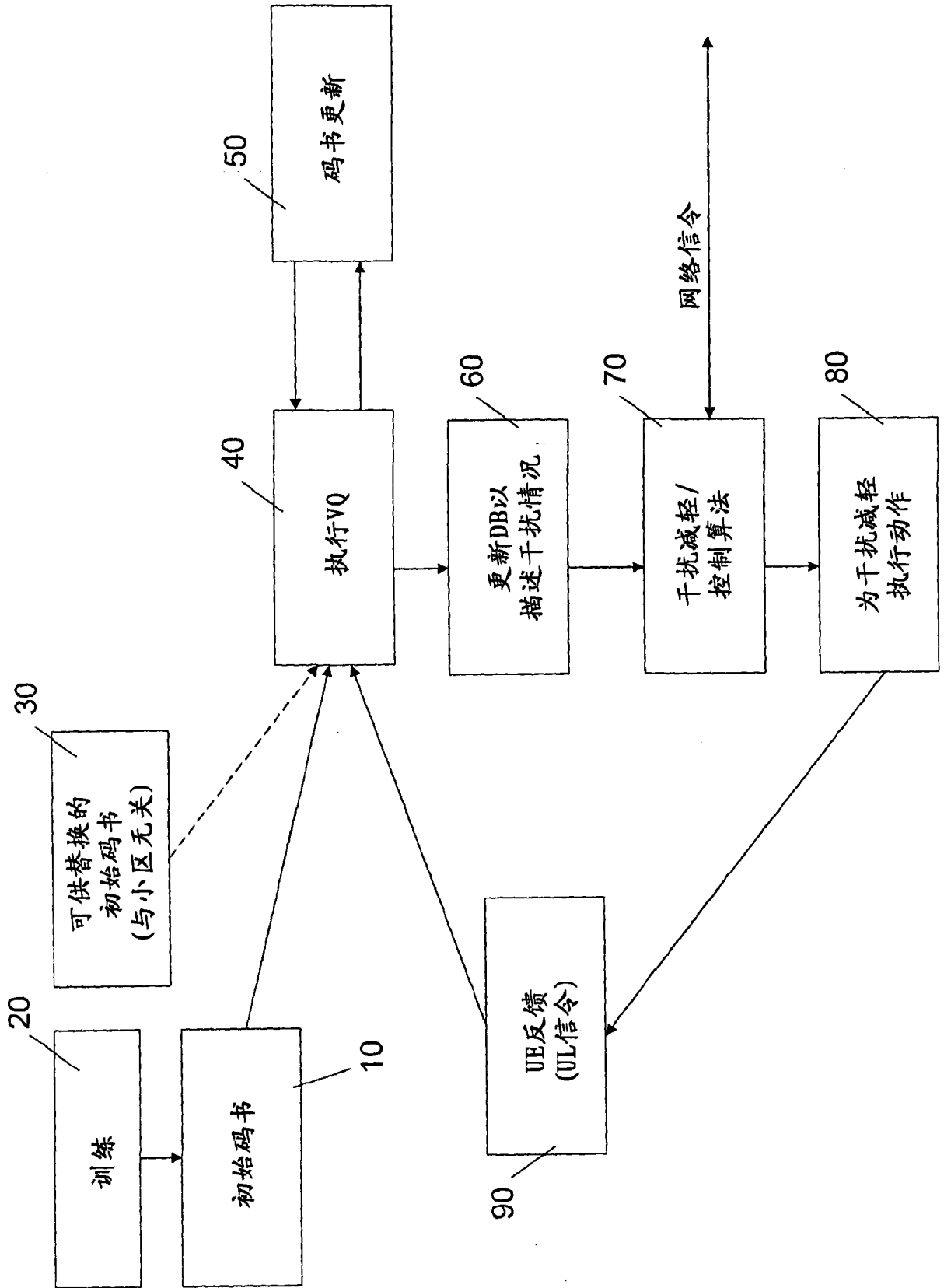


图 4

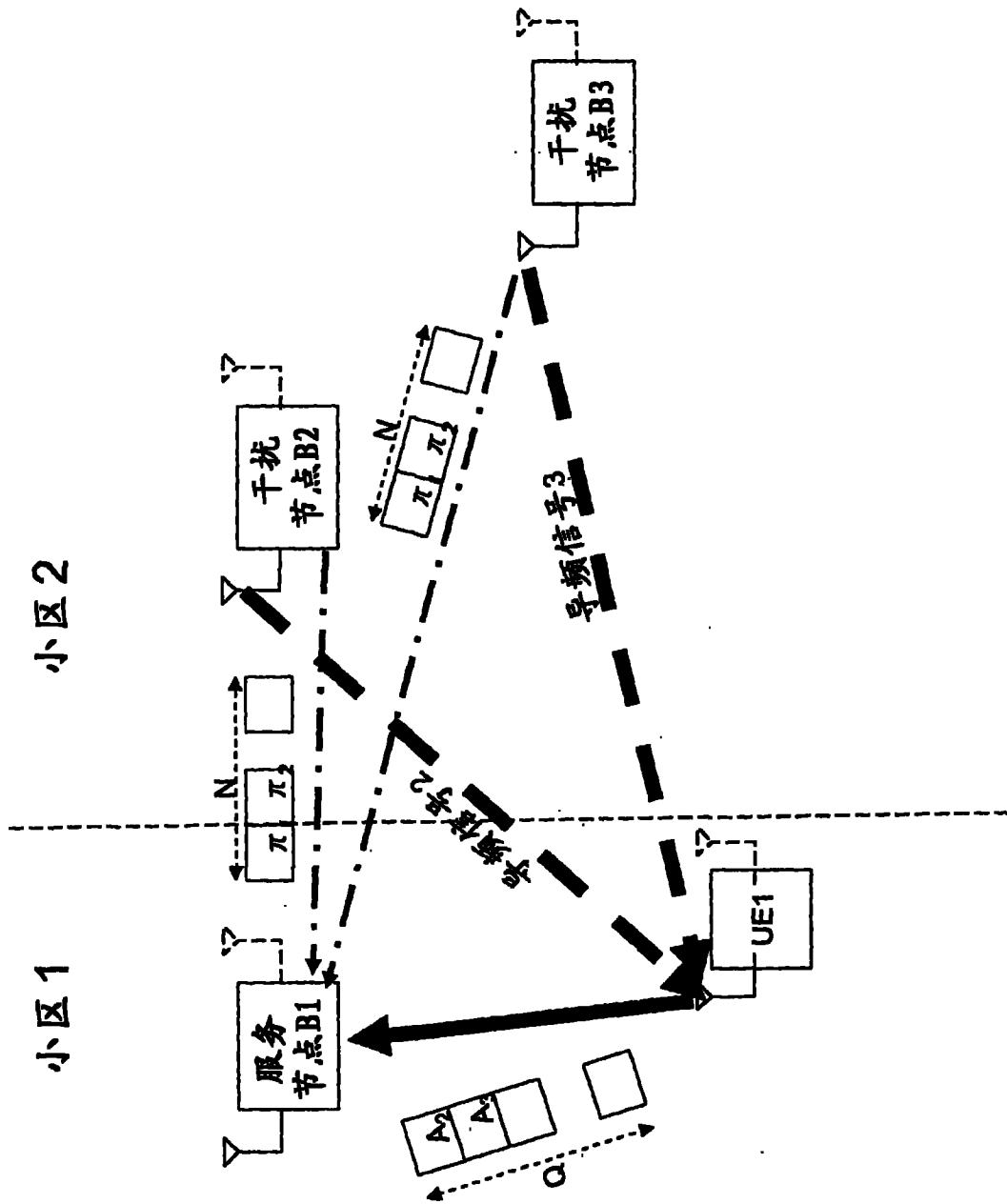


图 5