



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101925161 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 19

(21) 申请号 200910145794. X

(22) 申请日 2009. 06. 11

(73) 专利权人 株式会社 NTT 都科摩
地址 日本国东京都千代田区永田町 2-11-1

(72) 发明人 刘柳 余小明 陈岚

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 王玮

(51) Int. Cl.
H04W 52/02 (2009. 01)

(56) 对比文件
CN 101411095 A, 2009. 04. 15, 说明书第 4 页
第 1 段.
EP 1944985 A1, 2007. 01. 12, 全文.
CN 100490574 C, 2009. 05. 20, 全文.

审查员 冷静

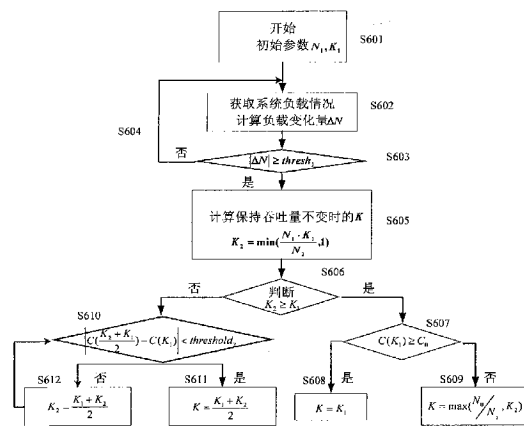
权利要求书1页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

无线通信系统中自适应调整非连续接收模式的方法和装置

(57) 摘要

本发明揭示了一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法。本发明的方法包括步骤：检测无线通信系统的负载变化量；根据检测的负载变化量，改变用户在非连续接收周期中处于激活期的时间。另外，本发明也可以检测用户信道变化的快慢，根据检测的信道变化的快慢程度，改变用户非连续接收周期中处于激活期的时间。



1. 一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法,所述方法包括步骤:

- a. 初始化系统负载 N_1 、以及计算开启持续时间和非连续接收 DRX 周期之间的比值 K_1 ;
- b. 检测当前的系统负载 N_2 , 根据当前的系统负载 N_2 实时地统计系统的负载大小, 并计算负载变化量 ΔN ;
- c. 判断负载变化量 ΔN 是否大于等于或小于预设的门限值;
- d. 如果所述负载变化量 ΔN 大于或等于预定的负载门限值, 则对非连续接收 DRX 参数进行调整; 以及
- e. 如果所述负载变化量 ΔN 小于预定的负载门限值, 则不调整非连续接收 DRX 参数, 并返回步骤 b,

其中调整非连续接收 DRX 参数包括调整开启持续时间和非连续接收周期之间的比值。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中根据下面的表达式计算调整开启持续时间和非连续接收周期之间的比值 K_2

$$K_2 = \min\left(\frac{N_1 - K_1}{N_1}, 1\right)。$$

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 进一步包括在满足系统吞吐量要求的情况下, 保持当前的非连续接收参数设置的步骤。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 进一步包括在通信系统的吞吐量不随处于激活期的用户数量增大而增大后, 停止增加处在激活期的用户数量的步骤。

5. 一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的系统, 包括:

非连续接收参数计算装置, 用于初始化系统负载 N_1 , 获得系统负载量, 并计算开启持续时间与非连续接收周期的比值, 并根据检测的当前系统负载 N_2 实时地统计系统的负载大小, 计算负载变化量 ΔN ;

非连续接收参数状态寄存器, 用于保存非连续接收参数和所计算的所述比值;

非连续接收参数配置封装装置, 用于将非连续接收参数, 和计算的开启持续时间与非连续接收周期的比值封装成非连续接收配置信息;

非连续接收调整装置, 用于根据接收到的非连续接收配置信息来调整用户的非连续接收状态;

第一发射 / 接收装置, 用于向用户发射非连续接收配置信息和接收来自用户的信息;

第二发射 / 接收装置, 用于接收所述第一发射 / 接收装置发送的非连续接收配置信息,

其中非连续接收调整装置判断负载变化量 ΔN 是否大于等于或小于预设的门限值; 如果所述负载变化量 ΔN 大于或等于预定的负载门限值, 则对非连续接收 DRX 参数进行调整; 如果所述负载变化量 ΔN 小于预定的负载门限值, 则不调整非连续接收 DRX 参数, 调整非连续接收 DRX 参数包括调整开启持续时间和非连续接收周期之间的比值。

无线通信系统中自适应调整非连续接收模式的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在无线通信系统中自适应调整用户的非连续接收模式的方法和装置,特别是,涉及根据无线信道的状况自适应地设置用户的非连续接收参数,从而进一步提高非连续接收模式的节电效率的方法和装置。

背景技术

[0002] 第三代合作伙伴项目 (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) 作为移动通信领域的重要组织极大地推动了第三代移动通信技术 (The Third Generation, 3G) 的标准化进展。3GPP 制定了一系列包括宽带码分多址接入 (Wide Code Division Multiple Access, WCDMA)、高速下行分组接入 (High Speed Downlink Packet Access, HSDPA)、高速上行分组接入 (High Speed Uplink Packet Access, HSUPA) 等在内的通信系统规范。为了应对宽带接入技术的挑战,并满足日益增长的新型业务的需求,3GPP 在 2004 年底启动了 3G 长期演进 (LTE: Long Term Evolution) 技术的标准化工作,希望进一步提高频谱效率,改善小区边缘用户的性能,降低系统延迟,为高速移动用户提供更高速率的接入服务等。

[0003] 在上述移动通信系统中,用户和基站之间信息的交互基于双方能量的供给。对于诸如手机、笔记本电脑等绝大多数由电池供电的移动台,其能量储备有限。因此,如何降低能量消耗从而延长用户的待机和服务时间是移动通信系统中需要考虑的关键问题之一。

[0004] 为了实现该目的,3GPP 的标准中采用了非连续接收 (Discontinuous Reception, DRX) 模式,通过让用户在与基站约定好的特定时间段内监听信道并接收下行业务,可以减少不必要的监听信道的的时间,降低用户的能量消耗。这种 DRX 模式同样被 LTE 所采纳。相比于 3GPP 之前的标准,虽然在其应用的状态、信道以及触发条件上等略有不同,但用户在 DRX 模式下的操作流程是相同的,都可以用几个特定的参数来表征。

[0005] 图 1 示出了用户非连续接收模式下的操作流程。如图 1 所示,在 DRX 模式下,用户 UE (移动终端) 交替地处于“激活期” (Active Period) 和“睡眠期” (Sleep Period)。在两次连续的激活期的开始时刻,也就是激活期起始点 (APSP: Active Period Starting Point) 之间的时间间隔被称为一个非连续接收周期 (DRX cycle)。在激活期内,用户开启其接收机 (Receiver, Rx) 以监听控制信道的信息并接收下行数据;而在睡眠期内,UE 不需要监听控制信道,从而达到省电的目的。在针对 LTE 进行整体描述的规范中,对用户处于无线资源控制连接 (RRC_CONNECTED) 状态下的 DRX 进行了说明,并给出以下定义:

[0006] - 开启持续时间 (on-duration): 用户从 DRX 的睡眠期醒来后等待接收物理下行控制信道 (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 的时间,其单位为传输时间间隔 (TTI: Transmission Time Interval,)。用户在从 DRX 睡眠状态醒来时进入该开启持续时间,如果在这段时间内用户成功地对 PDCCH 进行了解码,用户将保持醒 (Awake) 的状态,并启动非激活定时器 (Inactivity Timer); 否则,用户将在 DRX 配置允许的情况下进入 DRX 睡眠状态。

[0007] - 非激活定时器 (inactivity timer): 用户从上一次成功解码 PDCCH 之后等待再

次成功解码 PDCCH 的时间,其单位为 TTI。如果用户成功地对 PDCCH 进行了解码,用户将保持醒的状态,并且再次启动非激活定时器,直到某个媒体接入控制 (MAC:Medium Access Control) 头或者控制消息告诉用户重新进入非连续接收状态,并明确地在 MAC 有效载荷中指示 DRX 的周期;或者,该用户非激活定时器结束时按照预先设定的 DRX 周期自动重新进入非连续接收状态。

[0008] -DRX 周期 (DRX Cycle):两个相邻的开启持续时间之间所间隔的时间,这段时间中可能包含处于非激活定时器的时间

[0009] -激活时间 (active time):用户处于醒的状态的时间,包括一个 DRX 周期内的开启持续时间以及在非激活定时器结束前用户进行连续接收的时间。该激活时间的最小值等于开启持续时间,最大值没有限制。在上述定义参数中,开启持续时间和非激活定时器是固定的值,由演进的通用地面无线接入网络增强型 B 节点 (Evolved Universal Terrestrial Access Network NodeB, eNB) (基站) 通知用户来进行设置,而激活时间则取决于调度策略以及用户对 PDCCH 的解码成功与否。

[0010] 通过上述非连续接收,用户不需要持续监听信道,而只是间隔性地在某些特定的时刻醒来,从而减少因为不必要地监听信道以及解码不属于自己的数据而造成的能量消耗,延长用户的待机和等待时间。但是,非连续接收也在时间上限制了用户对下行数据的接收。例如,在图 1 中,当用户处于睡眠期的时候,即使用户有可能被调度,eNB 也要等到该用户的下一次激活期时才会调度该用户,因此,这些数据被延迟。也就是说,用户的激活期限限制了用户参与调度的时间;另一方面,由于信道条件的变化,用户在有些时刻被调度的可能性比较低,但是由于激活期的设置使得用户在这个时刻醒来,但是并没有数据的传输,由此增大了无谓的能量损耗。造成这两种结果的主要原因是,在多用户情况下,调度器的调度结果除了和参与调度用户的激活时间有关,还直接受到各个用户无线信道状况的影响,所以,要实现更加有效的节电效果,就应该自适应地调整用户的 DRX 参数配置,使其与无线信道状况相配合。

[0011] 图 2 和 3 分别示出了在不同用户数的情况下进行非连续接收时对调度结果影响的示意图。这里把无线资源表示为二维无线资源块的集合,横轴代表时间域,以 TTI 为单位,纵轴代表频域,以子载波为单位。这样,在一个 TTI 内,一定数目的子载波 (比如 LTE 中通常采用 12 个连续子载波) 组成的二维区域被称为一个资源块 (RB:Resource Block),对应的一个 TTI 内资源块的数目用 N_{RB} 来表示。图 2 以 $N_{RB} = 2$ 为例给出了在不同用户数的情况下进行非连续接收时对调度结果影响的示意图。eNB (基站) 基于这样的无线资源集合进行资源分配,并在相应的资源块上把数据传递给对应的用户。如图 2 所示,假设当前系统中有四个用户 UE1, UE2, UE3, UE4, 他们处于非连续接收状态并且具有相同的 DRX 周期和不同的激活期,在各自定义好的时间段内醒来监听信道并且接收属于自己的数据。每个时刻 eNB 都会检测处于激活期的用户,并且在存储器中有指向他们的数据时,为他们分配资源。当用户数从 4 增大到 6 的时候,如图 3 所示,假设用户的 DRX 参数配置没有改变,可以看到此时用户 3 (UE3) 和用户 4 (UE4) 由于有了用户 5 和 6 的竞争,在有的激活期内没有被调度上,要等到下次激活期才会被调度,这样就会使得用户 3,4 造成了无谓的功率损耗。从系统角度看,由于多用户分集,每个时刻处于激活期的用户数越多,会有越高的系统吞吐量。

[0012] 图 4 示出了系统吞吐量随处于激活期的用户数的改变而变化的趋势示意图。如图

4 所示,虽然系统的吞吐量随着参与调度的用户数的增大而增大,但是当用户数达到一定数量以后,系统吞吐量的增长并不明显,用户的耗电量却与处于激活期的时间长度成正比例关系。因此,一味地增大激活用户数并不能明显地改善系统吞吐量,反而会增大用户的耗电量。另外,系统的负载是随时间变化的,例如,白天工作时间系统负载比较大,夜间时系统负载比较小,如果采用相同的 DRX 参数配置,就会使得系统负载大的时候处于激活期的用户数过多,无谓地消耗用户电量。

[0013] 图 5 示出了信道变化情况不同的用户在相同的 DRX 非激活定时器设置下,所处激活期的示意图。如图 5a 所示,当用户的信道变化较慢时,例如用户移动速度比较小时,在开启的某个非激活定时器内,一旦用户在某个时刻不被调度,由于信道相关性的影响,非激活定时器内后面的时间不被调度的可能性也比较大,即 Period1 内不被调度的可能性比较大。如果非激活定时器过长,这个用户就可能在很长的时间内处于激活而没有被调度的状态,也就是无谓地消耗了电量。相反,如果将非激活定时器设置为比较短的值,则不会发生这种情况,并且由于只要用户被调度,就会重新开启一个非激活定时器,所以用户并不会错过可能被调度的时间。如图 5b 所示,当用户的信道变化比较快的时候,例如,用户移动速度比较大时,该用户在某个时刻是否被调度与在此后的时间内被调度的可能性相关性不强。所以,用户的激活时间越长,可能被调度的机会越多。这样,如果根据传统的方法,即在不同的信道变化速度的情况下,给用户设置相同的非激活定时器时间长度,会使得信道变化慢的用户无谓地消耗电量,而信道变化快的用户的传输速率受到限制,也即 DRX 的节能效率没有得到更好的利用。因此需要根据无线信道的状况,自适应的调整 DRX 参数,从而获得更加有效率的节能效果。即,在极小的吞吐量损失的情况下,节省更多的用户能量。

[0014] 如上所述,用户的非连续接收取决于几个参数的设置:开启持续时间、非激活定时器、DRX 周期。其中开启持续时间和 DRX 周期在很大程度上决定了用户处于激活期的时间所占的比例,从而也就决定了在某一时刻整个系统中处于激活期的用户数的多少。因此,通过调整 DRX 周期和开启持续时间的关系,可以调整处于激活期的用户数,从而解决系统负载大时的节电问题。另一方面,非激活定时器的长度决定了用户被调度后连续监听信道的的时间,对用户的激活时间也有影响。因此,根据信道变化快慢调整现有技术中用户的非激活定时器时间长度,可以有效地提高不同信道变化用户混合情况下的节能效率。在现有的技术中,开启持续时间、DRX 周期和非激活定时器通常由用户的业务类型所决定,并且不随着系统负载的多少和信道变化的快慢进行调整。然而,从前面的分析可以看出,这样设置 DRX 参数的方式,会使得部分用户在不太可能被调度的时刻被激活,无谓地耗费电量,而另一部分用户可能在即便可能被调度的情况下仍然处于睡眠期,降低了系统的吞吐量。

[0015] 综上所述,传统 DRX 参数设置方法的节电效率有待提高。因此需要一种方法来解决传统 DRX 参数设置方法节电效率不高的问题,使得在保证系统吞吐量要求的情况下,更加有效地节省用户的电量、延长用户待机时间。

发明内容

[0016] 本发明的一个目的是提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法和装置,能够根据无线信道状况来设置开启持续时间、非激活定时器和 DRX 周期,从而进一步提高用户非连续接收的节电效率,更有效地延长用户待机时间。

[0017] 本发明的另一个目的是提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法和装置,能够利用系统的负载信息和信道变化快慢信息自适应的调整开启持续时间、非激活定时器和 DRX 周期,从而进一步提高非连续接收的节电效率,更有效地延长用户待机时间。

[0018] 根据本发明的一个方面,提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法,所述方法包括步骤:检测无线通信系统的负载变化量;根据检测的负载变化量,改变用户在非连续接收周期中处于激活期的时间。

[0019] 根据本发明的另一个方面,提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的方法,包括步骤:检测用户信道变化的快慢;根据用户信道变化的快慢程度,改变用户在非连续接收周期中处于激活期的时间。

[0020] 根据本发明的再一个方面,提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的系统,包括:非连续接收参数计算装置,用于获得非连续接收参数,并计算开启持续时间与非连续接收周期的比值;非连续接收参数状态寄存器,用于保存非连续接收参数和所计算的所述比值;非连续接收参数配置封装装置,用于将非连续接收参数,和计算的开启持续时间与非连续接收周期的比值封装成非连续接收配置信息;非连续接收调整装置,用于根据接收到的非连续接收配置信息来调整用户的非连续接收状态;第一发射/接收装置,用于向用户发射非连续接收配置信息和接收来自用户的信息;第二发射/接收装置,用于接收所述第一发射/接收装置发送的非连续接收配置信息。

[0021] 根据本发明的再一个方面,提供一种根据无线信道的状况自适应调整用户的非连续接收参数的系统,包括:非连续接收参数计算装置,用于根据用户信道变化状况信息来计算用户的非激活定时器时间长度;非连续接收参数状态寄存器,用于保存用户信道变化状况信息和所计算的非激活定时器时间长度;非连续接收参数配置封装装置,用于将非连续接收参数,和计算的用户信道变化状况信息和所计算的非激活定时器时间长度封装成非连续接收配置信息;非连续接收调整装置,用于根据接收到的非连续接收配置信息来调整用户的非连续接收状态;第一发射/接收装置,用于向用户发射非连续接收配置信息和接收来自用户的信息;第二发射/接收装置,用于接收所述第一发射/接收装置发送的非连续接收配置信息。

[0022] 按照本发明,根据无线信道的状况自适应地调整诸如 DRX 周期、开启持续时间以及非激活定时器之类的 DRX 参数,使得用户的激活时间适应无线信道的变化,避免用户在调度可能性不大的情况下激活,在更大的程度上利用了非连续接收的节电特性,能够获得更加有效率的节电方式,在可接受的系统吞吐量损失范围内,明显减少了功率损耗。另外,根据信道变化快慢来调整非激活定时器时间长度还能够减少传输相同大小的文件所要占用的时间。

附图说明

[0023] 通过下面结合附图说明本发明的优选实施例,将使本发明的上述及其它目的、特征和优点更加清楚,其中:

[0024] 图 1 示出了用户非连续接收模式下的操作流程示意图;

[0025] 图 2 示出了根据现有技术用户在用户数为 4 时进行非连续接收时对调度结果影响的示

意图；

[0026] 图 3 示出了根据现有技术用户在用户数为 6 时进行非连续接收时对调度结果影响的示意图；

[0027] 图 4 示出了在现有技术的 DRX 模式下，系统吞吐量随处于激活期的用户数变化趋势示意图；

[0028] 图 5a 和 5b 示出了在现有技术的 DRX 模式下，不同信道变化情况的用户在相同的 DRX 非激活定时器设置下所处激活期的示意图；

[0029] 图 6 示出了根据本发明的第一实施例 eNB 根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的流程图；

[0030] 图 7 示出了根据本发明的第一实施例 eNB 根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的示意图；

[0031] 图 8 示出了根据本发明的第二实施例 eNB 根据用户信道变化的快慢程度自适应调整非激活定时器时间长度的流程图；

[0032] 图 9 示出了根据本发明的第二实施例当多用户的信道变化不同时非激活定时器的设置示意图；

[0033] 图 10 示出了根据本发明在系统提供多种业务时 eNB 根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的示意图；

[0034] 图 11 示出了根据本发明在系统提供多种业务时 eNB 根据用户信道变化快慢程度自适应调整非激活定时器时间长度的示意图；

[0035] 图 12 示出了根据本发明两种 eNB 为用户配置 DRX 参数的信令示意图；和

[0036] 图 13 示出了根据本发明的 eNB 根据系统负载大小自适应调整 DRX 参数的装置图。

具体实施方式

[0037] 下面参照附图对本发明的实施例进行详细说明，在描述过程中省略了对于本发明来说是不必要的细节和功能，以防止对本发明的理解造成混淆。

[0038] 根据本发明，为了保证无线通信系统的吞吐量并节省用户的电能损耗，需要根据无线信道状况来自适应地设置 DRX 参数，以提高 DRX 模式的节电效果。为此，可以根据无线通信系统中无线信道的不同状况采用不同的方式来设置 DRX 参数。下面结合附图对此进行描述。

[0039] 第一实施方式

[0040] 根据前面描述的系统吞吐量与系统负载之间的关系可以看出，随着在某个时刻处于激活期的用户数量的增多，系统吞吐量增大的数量并不明显。这种情况下，如果额外增多处于激活期的用户数量，对系统吞吐量的贡献很小。基于此，可以在系统负载比较少时，希望有足够多处于激活期的用户来保证系统的吞吐量，而在处于激活期的用户数量增大到一定程度后，由于用户数量的增加不能明显增大系统的吞吐量，因此希望限制处于激活期的用户数量，有效率地节省用户的电能。

[0041] 为此，可以根据无线通信系统的负载情况来调整用户的开启持续时间和 DRX 周期之间的比值。具体地讲，当无线通信系统的负载大时，可以降低开启持续时间和 DRX 周期之间的比值，而当无线通信系统的负载较小时，可以提高开启持续时间和 DRX 周期之间的比

值。

[0042] 为了在保证系统吞吐量的情况下节省用户的电能消耗,在本发明中定义了参数 K 。参数 K 表示开启持续时间和 DRX 周期之间的比值,即 K 相当于描述了一个用户在一个 DRX 周期中处于激活期的时间。从系统的角度来看, K 间接地描述了某个时刻处于激活期的用户数量,即 $N_0 \approx N \times K$,其中 N 表示系统负载的大小, N_0 表示希望某个时刻处于激活期的用户数量。就是说,可以检测无线通信系统的负载变化量,并根据检测的负载变化量,改变用户非连续接收周期中处于激活期的时间。如果要控制某个时刻处于激活期的用户数量,可以通过调整 K 的值来实现。

[0043] 图 6 示出了根据本发明的第一实施例 eNB 根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的流程图。下面参考图 6 描述自适应设置 DRX 参数的第一实施方式。

[0044] 在步骤 S601,开始时可以初始化系统负载为 N_1 、开启持续时间和 DRX 周期之间的比值为 K_1 。在步骤 S602,基站 (eNB) 检测当前的系统负载 N_2 ,并根据当前的系统负载 N_2 实时地统计系统的负载大小,并且计算负载的变化量 ΔN 。在此, N_1 是初始化时系统的负载大小, N_2 是实时统计的系统负载大小。此后,在步骤 S603, eNB 判断 ΔN 的大小是否满足要求,即是否大于或等于系统所设置的负载门限值 threshold1 ,例如 $\text{threshold1} = 20$ 。当 ΔN 大于或等于系统所设置的负载门限值 threshold1 时, eNB 认为需要对 DRX 的参数配置进行调整。这种情况下,流程进行到步骤 S605,调整 K 值的大小。而当在步骤 S603 判断 ΔN 小于系统所设置的门限值 threshold1 时, eNB 认为没有必要调整 DRX 参数。此时,流程返回到步骤 S602,继续统计负载信息。

[0045] 在步骤 S605, eNB 根据下面的表达式 (1) 计算当负载变化时要保持系统吞吐量不变所需要的 K 值大小,即 K_2 。

$$[0046] \quad K_2 = \min\left(\frac{N_1 - K_1}{N_1}, 1\right) \quad (1)$$

[0047] 此后,在步骤 S606,比较所计算的 K_2 与初始值 K_1 的大小。当满足条件 $K_2 \geq K_1$ 时,也就是说系统负载变小的时候,流程进行到步骤 S607。在步骤 S607, eNB 需要在保证系统吞吐量不受损失的前提下节省电量,计算当保持 DRX 设置时系统吞吐量的大小是否满足系统对吞吐量的最小值 C_0 的要求 $C(K_1) \geq C_0$ 。如果不改变 K 值仍然可以满足系统吞吐量要求,即 $C(K_1) \geq C_0$,流程则进行到步骤 S608,保持当前的 DRX 参数设置,即 $K = K_1$ 。如果在步骤 S607 判断 $C(K_1) \geq C_0$ 不成立,这表明不改变 K 值的大小会造成系统吞吐量的损失时,流程则进行到步骤 S609。在步骤 S609, eNB 会根据系统对吞吐量的最小值 C_0 所对应的处于激活期的用户数 N_0 、当前时刻总的系统负载以及之前所计算出的 K_2 以及当前时刻的系统负载 N_2 ,利用下面的表达式 (2) 计算出保证系统吞吐量的 K 值大小。

$$[0048] \quad K = \max\left(\frac{N_0}{N_2}, K_2\right) \quad (2)$$

[0049] 当在步骤 S606 判断不满足条件 $K_2 \geq K_1$ 时,也就是说系统负载变大的时候,流程进行到步骤 S610。在步骤 S610, eNB 需要保证同时处于激活期的用户数不要太多,以避免不必要的功率损耗,计算当 K 值取得初始值 K_1 和计算量 K_2 的均值时所对应的系统吞吐量大小,并且与初始的系统吞吐量进行比较 (步骤 610),如果这两者的差值小于系统对吞吐量损失

的门限值 threshold2 (如下面的表达式 (3) 所示), 那么停止计算。也就是说, 在步骤 S610, 由于系统负载变大, 如果保持 K 值不变, 那么系统内同时处于激活期的用户数增大, 但是此时系统的多用户分集已经达到饱和, 增加额外的激活用户会带来功率消耗但对吞吐量的贡献很小, 所以 eNB 需要调整 K 值使得激活的用户不要太多。

$$[0050] \quad \left| C \left(\frac{K_2 + K_1}{2} \right) - C(K_1) \right| < threshold2 \quad (3)$$

[0051] 此后, 在步骤 S611 设置当前的 K 值即为所求的 K 值。如果表达式 (3) 不成立, 则表示当前的 K 值会使得系统的吞吐量损失过大, 需要进一步提高 K 值的大小。这种情况下, 在步骤 S612 设置 $K_2 = K$, 并且返回步骤 610 继续比较, 重复这个过程直到找到满足要求的 K 值为止 (步骤 612)。最终得到调整后的开启持续时间和 DRX 周期之间的比值。

[0052] 图 7 示出多个用户根据上述第一实施方式调整 K 值大小的示意图。假设初始时 $K = \frac{1}{4}$, 所有的用户 UE1, UE2, UE3, UE4 在一个 DRX 周期内都会醒来一次, 并且醒来的时候都会被调度上; 当系统负载变大时, 即用户数从 4 个增长到 6 个时, 调整 K 值取为 $\frac{1}{6}$ 。

与图 2 和图 3 所示的传统方法相比, 采用根据本发明的第一实施方式后, 每个时刻仍然有用户被调度上, 系统的吞吐量得到保证, 但是对于每一个用户而言, 由于处于激活期的时间比例被缩短, 因而功率消耗变小, 避免了激活但是没有被调度的情况, 因而节电效果更好, 待机时间更长。

[0053] 上面描述了根据系统的负载情况调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的方法。具体而言, 当系统负载较大时, 可以通过降低开启持续时间和 DRX 周期之间的比值, 使得在保证无线通信系统的吞吐量的同时, 节省用户的能耗; 而当系统负载较小时, 可以通过提高降低开启持续时间和 DRX 周期之间的比值, 从而在保证无线通信系统的吞吐量的同时, 节省用户的能耗。为此, 可以根据上面描述的计算过程, 也可以采用一种遍历的方法, 计算不同的系统负载与不同的信道情况下的 K 值, 获得不同系统负载量与开启持续时间和 DRX 周期比值之间对应关系的一个映射表 (如下面的表 1 所示), 并且保存在基站。

[0054] 表 1

[0055]

| 信道情况 \ 系统负载 | E_1 | E_2 | | E_m |
|-------------|----------|----------|-------|----------|
| U_1 | K_{11} | K_{12} | | K_{1m} |
| U_2 | K_{21} | K_{22} | | K_{2m} |
| | | | | |
| U_n | K_{n1} | K_{n2} | | K_{nm} |

[0056] 在表 1 中, U_n 表示不同的系统负载, E_m 表示不同的信道情况, K_{nm} 表示针对不同的系统负载和信道情况所得到的开启持续时间和 DRX 周期之间的比值, 其中 m 和 n 分别是整数。

[0057] 在实际的通信过程中, 当需要开启持续时间和 DRX 周期之间的比值时, 只需要根

据当前的系统负载量,通过查找映射表的方式即可获得相应比值。

[0058] 为了计算上面表 1 中所述的开启持续时间和 DRX 周期之间的比值 K_{on} ,可以使基站端预先对可能发生的信道情况进行估计,并且在不同的信道情况下、不同系统负载量时,遍历计算适合的开启持续时间和 DRX 周期之间的所有比值。

[0059] 需要指出的是,通过遍历计算的方法得到上述映射表与前面给出的自适应调整的方法可以独立存在。就是说,在实际的通信过程中,可以根据当前的系统负载量实时地计算对应的开启持续时间和 DRX 周期之间的比值,并且通知给用户。

[0060] 第二实施方式

[0061] 上面描述了根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的第一实施方式。下面描述利用系统的负载信息和信道变化快慢信息自适应地调整 DRX 参数的第二实施方式。

[0062] 根据本发明的第二实施方式可以根据无线通信系统的信道变化的快慢程度来调整非连续接收时间长度。具体地讲,对信道变化快的用户,增大用户的非连续接收时间长度,对信道变化慢的用户,减小用户的非连续接收时间长度。

[0063] 图 8 示出了本发明的第二实施例 eNB 根据用户信道变化的快慢程度自适应调整非激活定时器时间长度的流程图。下面参考图 8 描述自适应设置 DRX 参数的第二实施方式。

[0064] 根据本发明的第二实施方式, eNB 根据用户的移动速度来判断信道变化的快慢程度。用 T_i 表示非激活定时器时间长度, T_{i_slow} , T_{i_fast} 和 $T_{i_original}$ 分别为慢变信道用户、快变信道用户和初始的非激活定时器时间长度。如图 8 所示,开始时,慢变信道用户和快变信道用户的非激活定时器时间长度是相同的,等于初始非激活定时器时间长度。在步骤 S801, eNB 通过测量用户的移动速度,可以估测用户的信道变化快慢,移动速度高的用户信道变化快,相反移动速度低的用户信道变化慢,根据系统设置的门限值 S_1 ,当用户的移动速度低于这个门限值的时候, eNB 判断他为慢变信道用户。这种情况下,需要对其非激活定时器时间长度进行调整,例如,将 T_{i_slow} 设置为原来的 1/2(步骤 802)。接着,在步骤 S803, eNB 计算调整后用户功率节省百分比 $\Delta P/P_0$,其中 ΔP 是平均功率消耗的减少量, P_0 是初始的功率消耗值,并比较功率节省百分比 $\Delta P/P_0$ 与系统门限值 $threshold3$ 的大小。如果在步骤 S803 的比较结构表明 $\Delta P/P_0$ 大于门限值 $threshold3$,说明用户的节电效率已经达到系统的要求,所以可以停止对慢变信道用户的非激活定时器时间长度 T_{i_slow} 的调整,并且流程进行到步骤 804。如果在步骤 S803 的比较结构表明 $\Delta P/P_0$ 不大于门限值 $threshold3$,则说明用户的节电效率仍然需要提高。这种情况下,流程返回到步骤 802,继续对 T_{i_slow} 进行调整,直到节电效率满足系统要求为止。

[0065] 在步骤 804 中, eNB 根据系统设置的门限值 S_2 查找快变信道用户。当用户的移动速度高于门限值 S_2 的时候, eNB 判断其为快变信道用户。在步骤 S805, eNB 需要对快变信道用户的非激活定时器时间长度进行调整。例如,将 T_{i_fast} 自加一个 TTI 长度。然后,在步骤 S806, eNB 计算非激活定时器时间长度调整后系统吞吐量提高的百分比 $\Delta R/R_0$,其中 ΔR 是系统吞吐量的增加量, R_0 是初始时系统的吞吐量,并比较系统吞吐量提高百分比 $\Delta R/R_0$ 和系统门限值 $threshold4$ 的大小。如果 $\Delta R/R_0$ 大于门限值 $threshold4$,说明系统吞吐量的损失已经在系统要求范围之内,可以停止 T_{i_fast} 的调整。这种情况下,在步骤 S807,得到调整后的 T_{i_slow} , T_{i_fast} 。如果 $\Delta R/R_0$ 不大于门限值 $threshold4$,则说明系统吞吐量

损失仍然不能为系统所接收。这种情况下,流程返回到步骤 805,进一步调整 Ti_fast 使得吞吐量损失减少,直到满足要求为止。

[0066] 在图 8 所示的步骤中,eNB 通过测量用户的移动速度获得信道变化快慢的信息,如图中虚线所示部分。应该指出,本发明不限于此,也可以通过其他的方法获得这个信息。例如,eNB 可以通过统计用户反馈的下行信道 CQI 信息的变化来判断下行信道变化快慢。这时,虚线内的部分可以直接用 CQI 信息变化快慢程度来取代用户的速度信息。

[0067] 图 9 示出了当多用户的信道变化不同时,根据本发明第二实施方式进行非激活定时器的设置的示意图。假设初始时所有用户的非激活定时器时间长度都为 4,使用本发明的自适应调整方法以后,慢变信道的用户非激活定时器时间长度调整为 2,快变信道的用户非激活定时器时间长度调整为 6。这样对系统吞吐量贡献较大的快变信道的用户有更多的机会被调度,而慢变信道用户则不会浪费功率来等待调度。从整体系统角度看,用户的平均功率损耗可以被节省。

[0068] 上面描述了根据信道变化的快慢,调整非连续接收时间长度的方法。具体而言,对信道变化较快的用户,可以增大用户的非连续接收时间长度,使得在保证无线通信系统的吞吐量的同时,节省用户的能耗;而对信道变化较慢的用户,可以通过减小用户的非连续接收时间长度,从而在保证无线通信系统的吞吐量的同时,节省用户的能耗。为此,可以根据上面描述的计算过程,也可以采用一种遍历的方法,计算不同的信道变化速度与不同的信道情况下用户的非激活定时器时间长度,获得信道变化的快慢程度与用户的非激活定时器时间长度之间对应关系的映射表(如下面的表 2 所示),并保存在基站。

[0069] 表 2

[0070]

| 信道情况 信道变化速度 | E_1 | E_2 | | E_m |
|----------------|-----------|-----------|-------|-----------|
| V_1 | Ti_{11} | Ti_{12} | | Ti_{1m} |
| V_2 | Ti_{21} | Ti_{22} | | Ti_{2m} |
| | | | | |
| V_n | Ti_{n1} | Ti_{n2} | | Ti_{nm} |

[0071] 在表 2 中, V_n 表示不同的信道变化速度, E_m 表示不同的信道情况, Ti_{nm} 表示针对不同的信道变化速度和信道情况所得到的用户的非激活定时器时间长度,其中 m 和 n 分别是整数。

[0072] 在实际的通信过程中,基站会根据用户的信道变化快慢状况和信道情况,通过查表来获得用户相应的非激活定时器时间长度,然后通知给用户进行更新配置。

[0073] 为了计算上面表 2 中所述的非激活定时器时间长度 Ti_{nm} ,可以使基站端预先对信道变化情况进行估计,并且在不同的变化快慢程度下,遍历计算适合的非激活定时器时间长度。

[0074] 需要指出的是,通过遍历计算的方法得到的上述映射表与前面给出的自适应调整的方法可以独立存在。就是说,在实际的通信过程中,可以根据当前的信道变化速度和信道

情况,实时地计算对应的非激活定时器时间长度,并且通知给用户。

[0075] 上面描述的自适应 DRX 参数调整方法是基于相同业务质量 (QoS) 要求的用户,也即所有用户在进行相同的业务的情况下进行的。当系统中存在多种业务时,也可以使用本发明的方法,即分别对于不同的业务进行自适应的调整,下面进行具体描述。

[0076] 图 10 示出了根据本发明在系统提供多种业务时 eNB 根据系统负载情况自适应调整开启持续时间和 DRX 周期之间的比值的示意图。如图 10 所示,当系统中存在诸如 VoIP,网络浏览和 FTP 等多种业务时,各种不同业务的 DRX 参数设置并不相同,这可以根据传统方法进行初始设置。当某种业务的负载变化时,根据传统方法,DRX 参数是不进行自适应调整的,但是根据本发明所述的方法,当系统负载变大时,需要对 K 值进行自适应的调整。例如,对于网络浏览业务,根据业务特征初始 K 值设为 1/4,当系统负载从 100 增大到 200 时,使用本发明的方法,将 K 值调整为 11/48 可以有更好的节电效率,同理可以调整其他业务的 K 值。

[0077] 图 11 示出了根据本发明在系统提供多种业务时 eNB 根据用户信道变化快慢程度自适应调整非激活定时器时间长度的示意图。如图 11 所示,在每种业务中都会存在信道快变的用户和信道慢变的用户,传统方法只在不同业务的 T_i 之间有区别,本发明则对各个业务内的不同信道变化速度的用户的 T_i 值进行调整。例如,对于 FTP 用户,初始时所有 FTP 用户的 T_i 均为 4,用本发明的方法调整快变信道的用户 T_i 值大于 4,慢变信道的用户 T_i 值小于 4,同样可以调整其他业务的 T_i 值。

[0078] 图 12 示出了两种 eNB 为用户配置 DRX 参数的信令示意图。在图 12a 中,当 eNB 认为有必要对用户的 DRX 参数进行调整的时候,会将调整后的 DRX 参数放入 DRX 配置信息中,并将 DRX 配置信息放入 RRC 配置消息 (RRCConnectionReconfiguration) 中与其他配置消息一起发送给用户,当用户成功接收到 eNB 的 DRX 配置消息之后,发送 RRC 连接重配置完成信息 (RRCConnectionReconfiguration Complete) 消息给 eNB 作为应答,并根据该配置消息进行非连续接收。与图 12a 不同,图 12b 示出了采用 MAC PDU 来携带需要变更的 DRX 参数实现 DRX 动态配置,图 12b 中的其他过程与图 12a 中的过程相同。

[0079] 图 13 示出了根据本发明的 eNB 根据系统负载大小自适应调整 DRX 参数的装置图。如图 13 所示,eNB 侧包括发射 / 接收装置 131 (可以称之为第一发射 / 接收装置),DRX 参数计算装置 132,DRX 状态寄存器 133,和 DRX 配置封装装置 134。用户侧包括发射 / 接收装置 135 (可以称之为第二发射 / 接收装置),和 DRX 状态调整装置 136。

[0080] 下面结合图 13 描述本发明的自适应调整 DRX 参数的装置的操作。在 eNB 侧,DRX 参数计算装置 132 利用所获得的系统负载量来计算 DRX 周期、开启持续时间,以及开启持续时间与 DRX 周期的比值,以得到 DRX 参数调整参数 K (针对第一实施方式的情况)。在第二方式的情况下,DRX 参数计算装置 132 根据用户信道变化状况信息来计算用户的非激活定时器时间长度。DRX 参数计算装置 132 将计算的结果保存在 DRX 状态寄存器 133 中,或者用计算的结果来更新 DRX 状态寄存器 133 中在先保存的 DRX 参数或非激活定时器时间长度。DRX 配置封装单元 134 把计算的非连续接收状态的周期、开启持续时间,以及计算的开启持续时间与 DRX 周期的比值,或非激活定时器长度,连同其他的 DRX 参数一起封装在无线资源控制 (RRC) 消息或者媒体接入控制协议数据单元 (MAC PDU) 中,并通过发射 / 接收装置 131 发送给该用户。

[0081] DRX 状态寄存器 133 保存与该 eNB 所连接的所有用户的当前 DRX 状态信息,包括 DRX 周期、开启持续时间,计算的开启持续时间与 DRX 周期的比值,以及非激活定时器长度信息。发射 / 接收装置 131 用来发送和接收来自无线接口的信息。

[0082] 在用户 (UE) 侧, DRX 状态调整装置 136 根据从发射 / 接收装置 135 接收到的 DRX 配置信息来调整自己的 DRX 状态。用户侧调整自身的 DRX 状态包括根据接收到的 DRX 配置信息更新自己的 DRX 周期、开启持续时间和非激活定时器时间长度的操作。

[0083] 在本发明中,根据无线信道的状况自适应地调整非连续接收参数,使得用户的激活时间适应无线信道的变化,避免用户在调度可能性不大的情况下激活,在更大的程度上利用了非连续接收的节电特性,能够获得更加有效率的节电方式,在可容纳的系统吞吐量损失范围内,明显的减少了功率损耗。与此同时,根据信道变化快慢调整非激活定时器长度还能够减少传输相同大小文件所要占用的时间。

[0084] 至此已经结合优选实施例对本发明进行了描述。应该理解,本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以进行各种其它的改变、替换和添加。因此,本发明的范围不局限于上述特定实施例,而应由所附权利要求所限定。

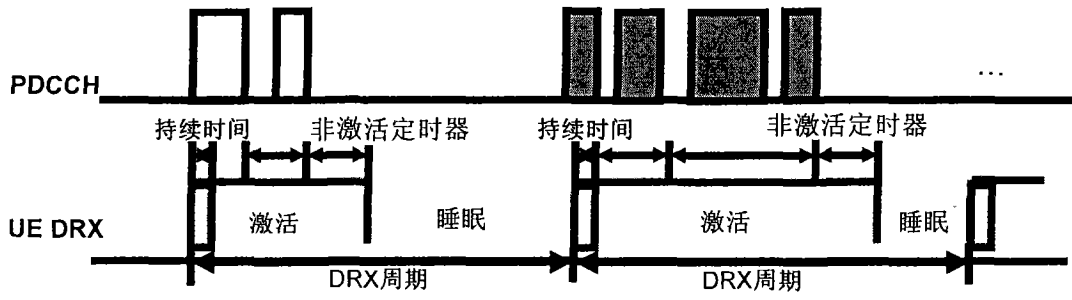


图 1

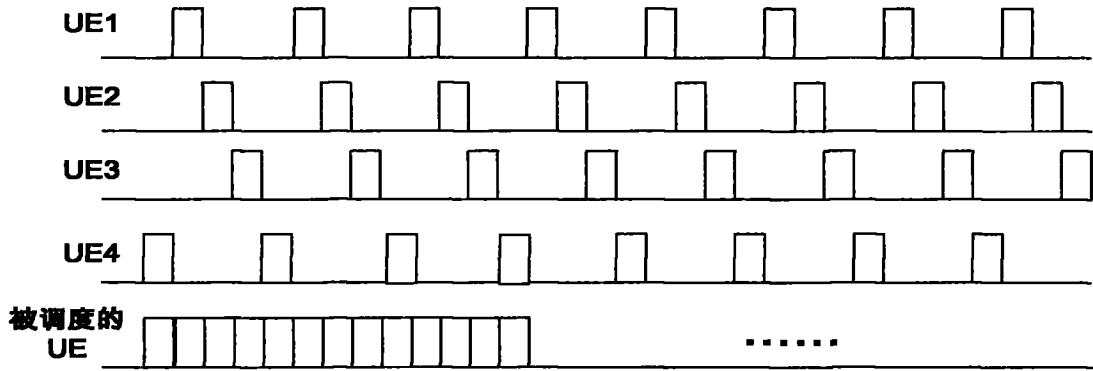


图 2

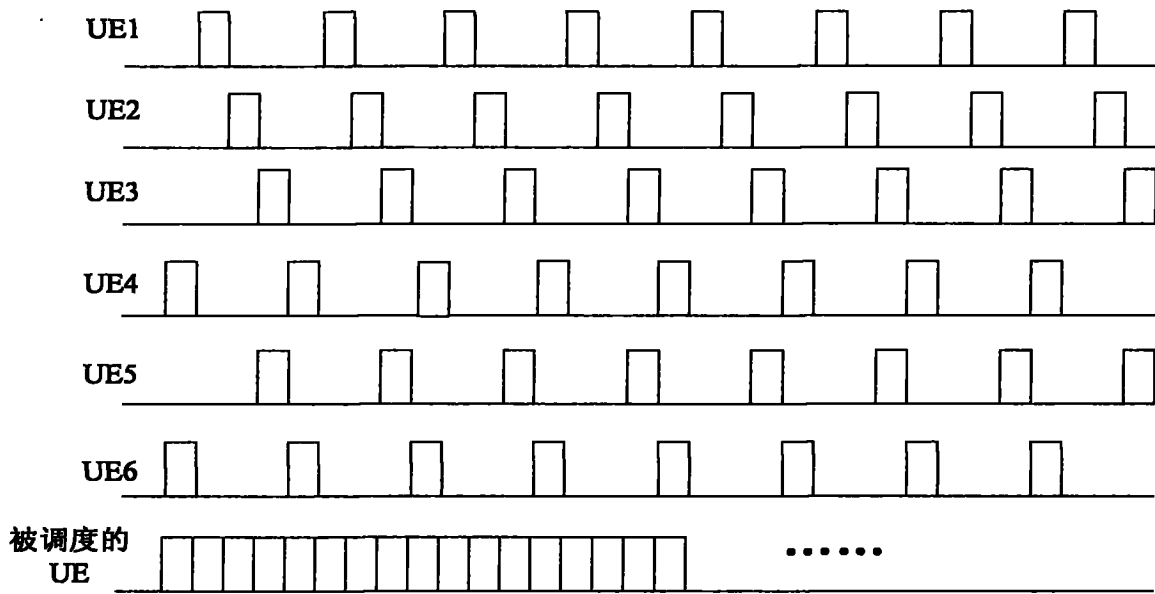


图 3

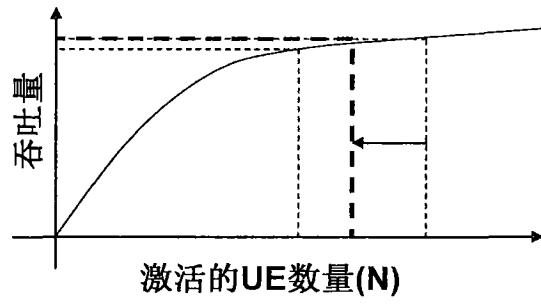


图 4

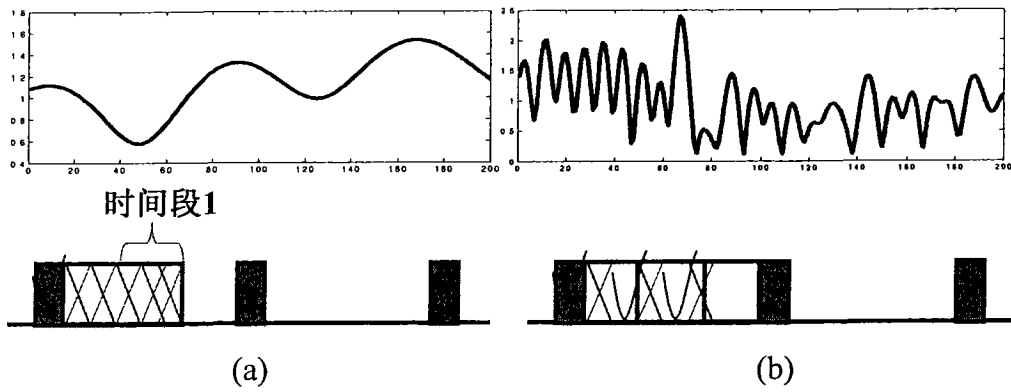


图 5

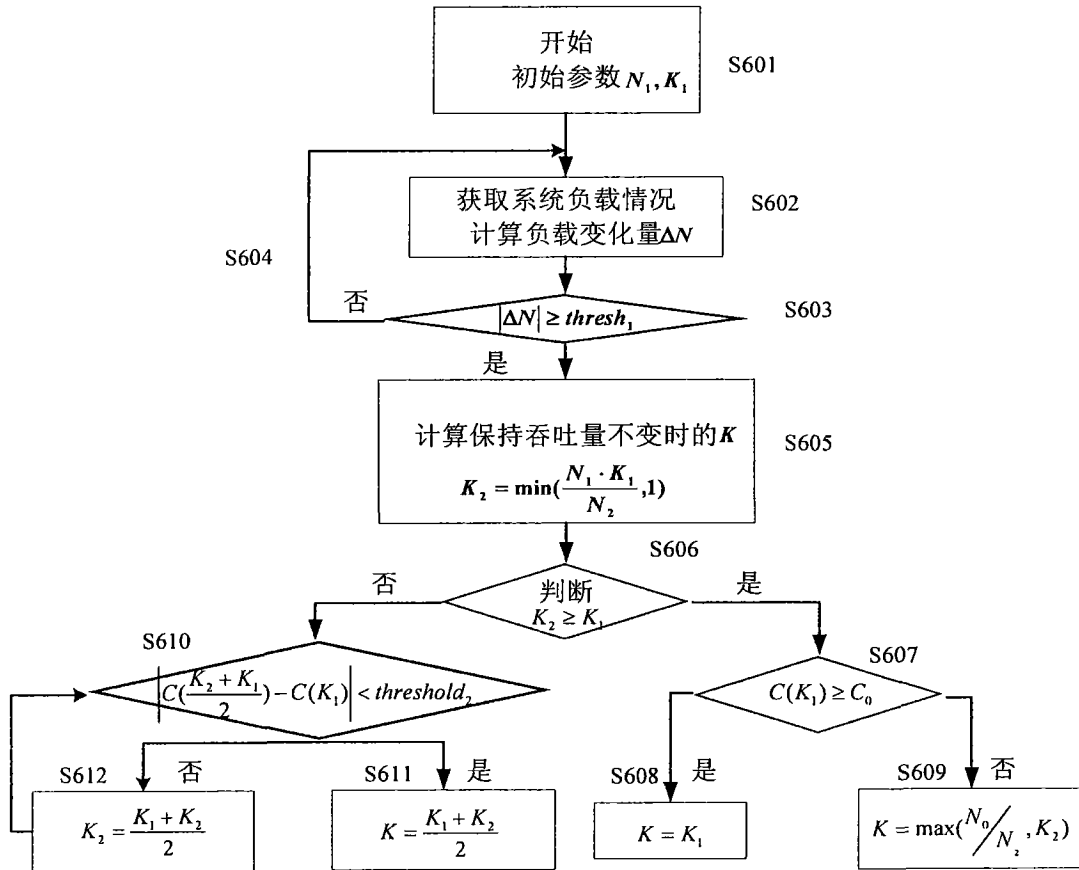


图 6

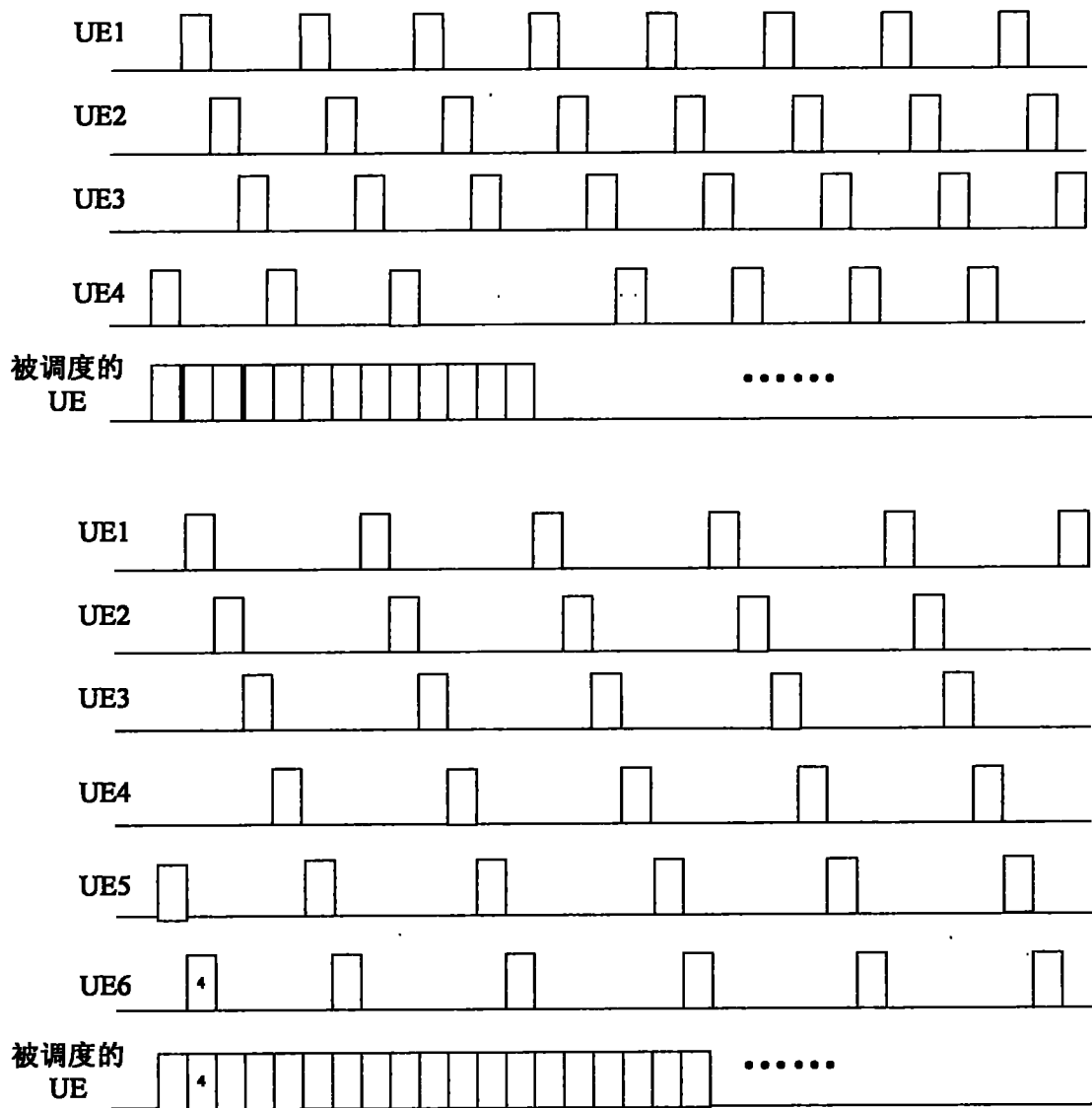


图 7

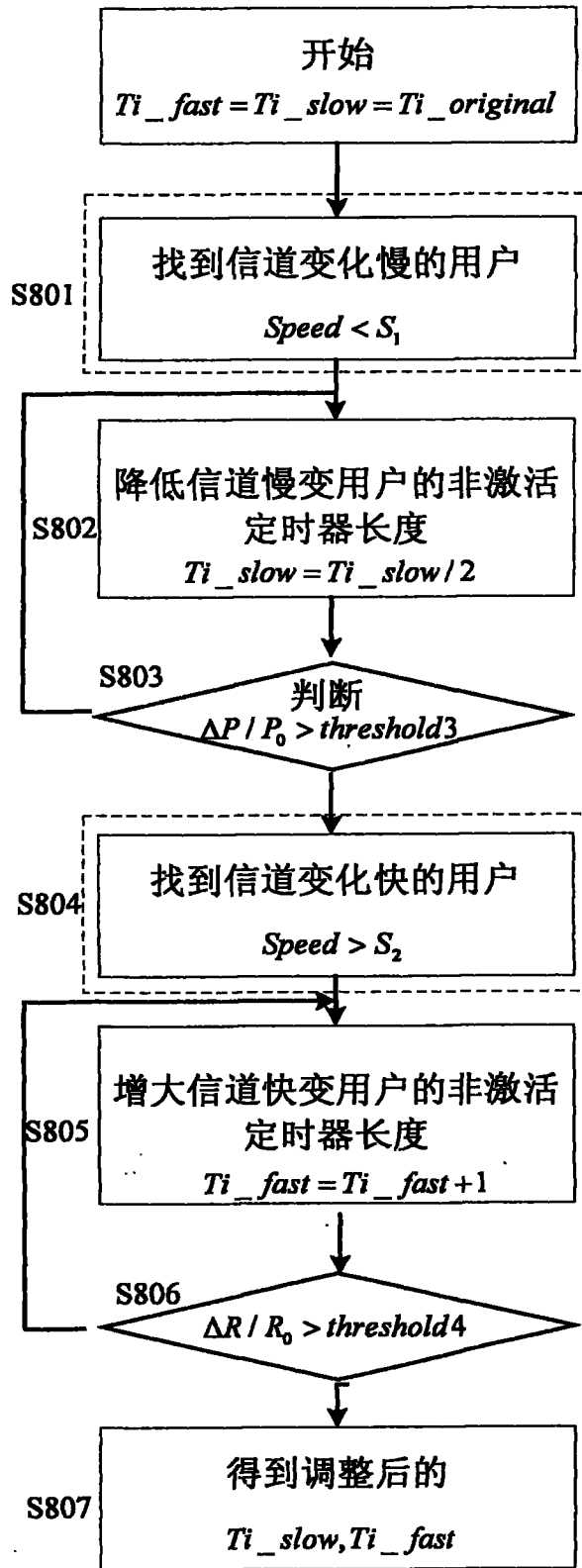


图 8

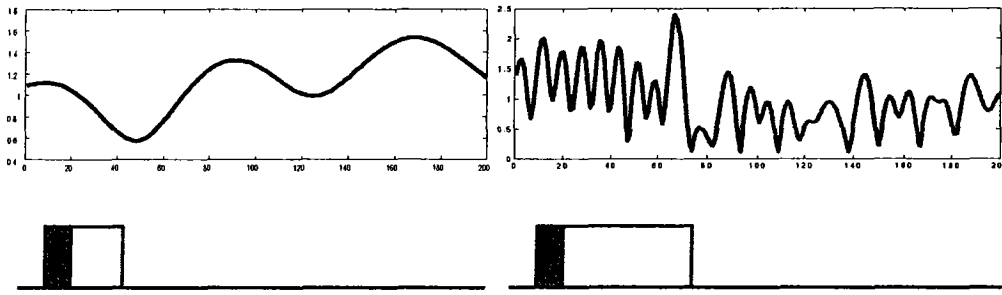


图 9

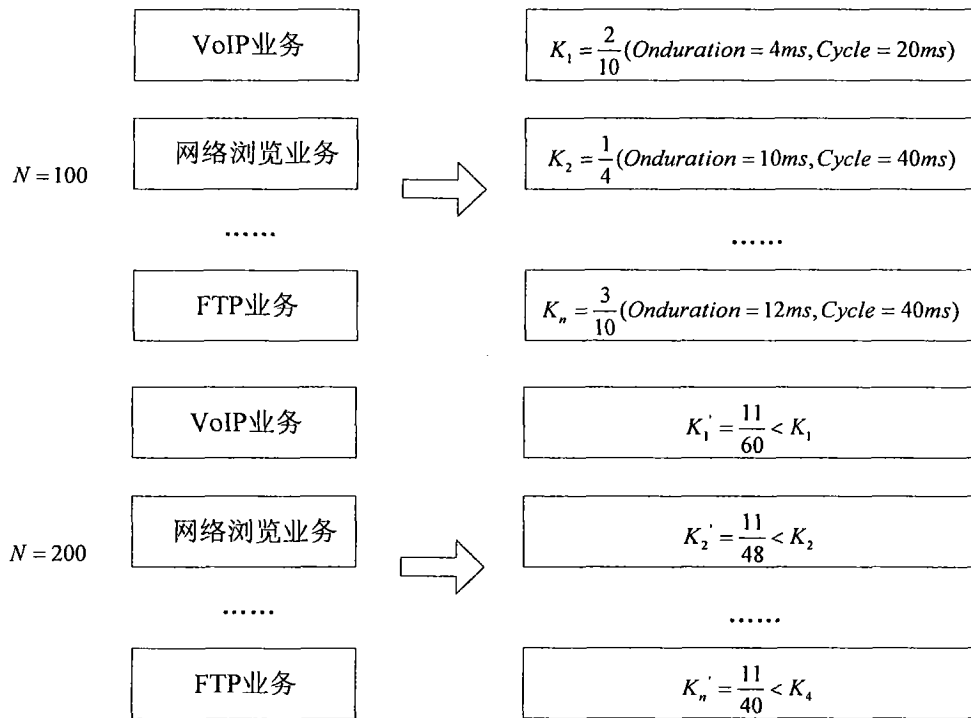


图 10

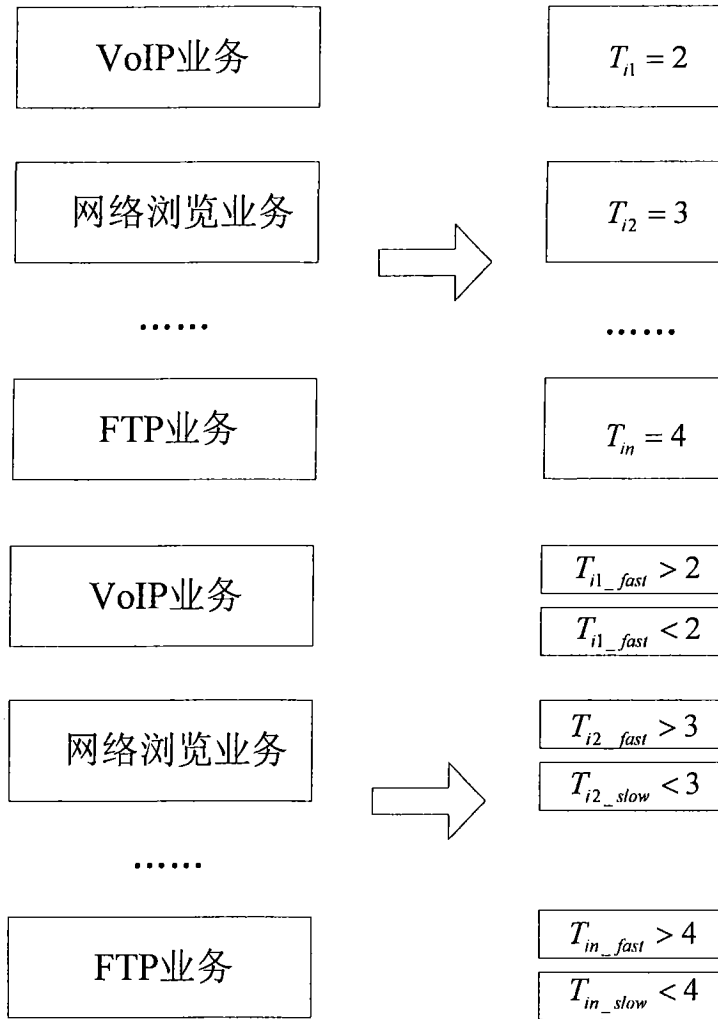


图 11

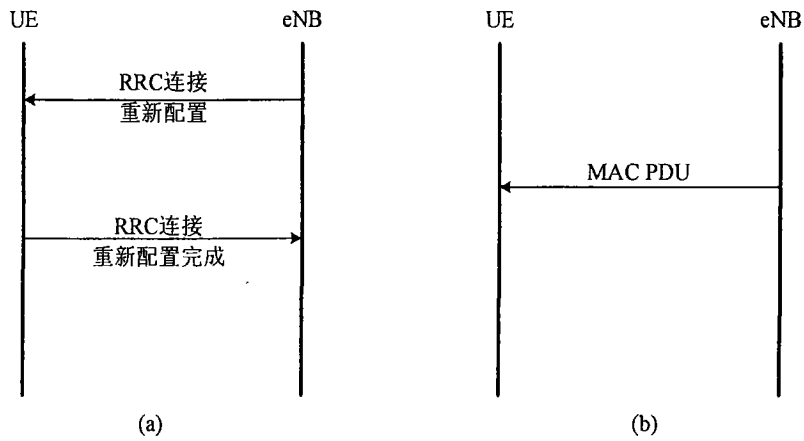


图 12

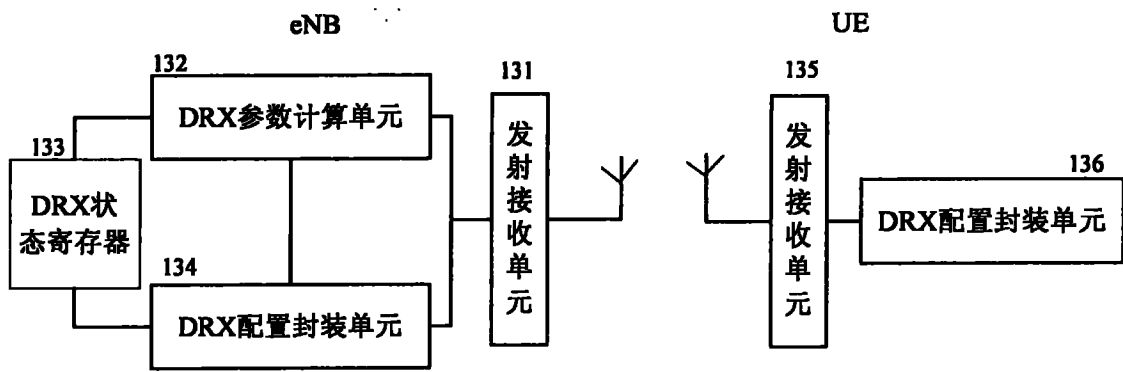


图 13