



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103947237 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201180073535.6  
 (22)申请日 2011.09.19  
 (65)同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 103947237 A  
 (43)申请公布日 2014.07.23  
 (85)PCT国际申请进入国家阶段日  
 2014.03.18  
 (86)PCT国际申请的申请数据  
 PCT/CN2011/079807 2011.09.19  
 (87)PCT国际申请的公布数据  
 W02013/040739 EN 2013.03.28  
 (73)专利权人 北京大学  
 地址 100871 北京市海淀区颐和园路5号  
 (72)发明人 彭春翌 吕松武 王韬  
 (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 潘剑颖

(51)Int.Cl.  
 H04W 16/04(2006.01)  
 (56)对比文件  
 WO 2011050952 A1,2011.05.05,  
 CN 101179814 A,2008.05.14,  
 US 6584330 B1,2003.06.24,  
 CN 101835247 A,2010.09.15,  
 Amit P.等.Green WLANs: On-DemandWLAN  
 Infrastructures.《Mobile Netw Appl》.2009,  
 第798-814页.  
 Ya Xu等.Geography-informed Energy  
 Conservation for Ad Hoc Routing.《the  
 Proceedings of the Seventh Annual ACM/  
 IEEE International》.2001,第1-13页.  
 审查员 郑丹丹

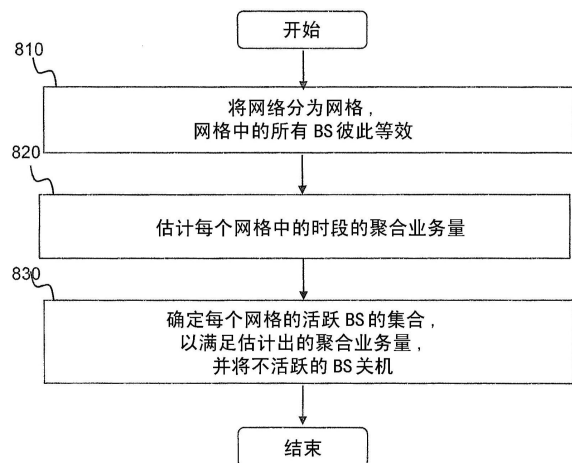
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

蜂窝网络中的通信系统和方法

(57)摘要

提供了一种基于网络的取决于位置的建模方案,以节约蜂窝网络中的功耗。其利用了蜂窝网络中的业务动态,并将利用不足的BS完全关机以节约能量。在该新颖的方案中,将网络分为一个或多个网格,每个网格具有一个或多个彼此等效的节点。然后估计每个网格中所定义时段的所有节点的聚合业务量,以及确定在所定义时段上每个网格的活跃节点的集合,以满足所估计的聚合业务量,并将网格中不活跃的节点关机。



1. 一种蜂窝网络中的通信系统,包括:

网络建立单元,被配置为将网络分为一个或多个网格,每个网格中布置有一个或多个彼此等效的节点;

网络业务量估计单元,被配置为估计每个网格中所定义时段的所有节点的聚合业务量;以及

活跃节点集合确定单元,被配置为基于所估计的聚合业务量来确定在所定义时段上每个网格的活跃节点的集合,以及将所述网格中不活跃的节点关机;

其中

所述网络建立单元被配置为:如果满足以下公式则判定两个节点*i*和*j*等效:

$$r_i + d(i, j) \leq R_j, r_j + d(i, j) \leq R_i,$$

其中, $d(i, j)$ 是节点*i*和节点*j*之间的距离, $r_i$ 和 $r_j$ 是节点的正常通信范围,且 $R_i$ 和 $R_j$ 分别是节点*i*和节点*j*的最大可能通信范围。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述网络建立单元被配置为从网络中的特定节点开始并向着预定方向来形成网格,直到穷尽网络中的所有节点。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中

使用西北角规则来形成网格,其中,所述网络建立单元被配置为从网络中的左上节点开始从上至下且从左至右地形成网格;或者

使用东北角规则来形成网格,其中,所述网络建立单元被配置为从网络中的右上节点开始从上至下且从右至左地形成网格。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述时段是一天中的以下各项之一:半小时、一小时、以及两小时。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述网络业务量估计单元被配置为:根据在先各天的相同时段的业务量的统计数据来估计一天的该时段的聚合业务量。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中

基于工作日的统计数据来估计工作日的时段的聚合业务量,同时基于周末的统计数据来估计周末的时段的聚合业务量。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中

按照网格中节点的能量效率和/或容量的降序来选择网格中的活跃节点。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述活跃节点集合确定单元被配置为:从具有最重聚合业务量的时段开始到具有较少聚合业务量的时段,来确定活跃节点的集合,以及从在先时段的活跃节点的集合中选择除了具有最重聚合业务量的时段之外的其它时段的活跃节点的集合。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述活跃节点集合确定单元被配置为:根据一天中聚合业务量的分布来确定一天中每个时段的活跃节点的集合,使得相邻时段的活跃节点的集合的交集尽可能大。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中

所述节点是基站(BS),以及所述系统位于无线网络控制器(RNC)内。

11. 一种蜂窝网络中的通信方法,包括:  
将网络分为一个或多个网格,每个网格中布置有一个或多个彼此等效的节点;  
估计每个网格中所定义时段的所有节点的聚合业务量;以及  
基于所估计的聚合业务量来确定在所定义时段上每个网格的活跃节点的集合,以及将所述网格中不活跃的节点关机;  
其中  
如果满足以下公式则两个节点*i*和*j*等效:  
 $r_i + d(i, j) \leq R_j, r_j + d(i, j) \leq R_i,$   
其中,*d*(*i*, *j*)是节点*i*和节点*j*之间的距离,*r<sub>i</sub>*和*r<sub>j</sub>*是节点的正常通信范围,且*R<sub>i</sub>*和*R<sub>j</sub>*分别是节点*i*和节点*j*的最大可能通信范围。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中,将网络分为一个或多个网格包括:  
从网络中的特定节点开始并向着预定方向来形成网格,直到穷尽网络中的所有节点。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中  
使用西北角规则来形成网格,其中,形成网格包括:从网络中的左上节点开始从上至下且从左至右地形成网格;或者  
使用东北角规则来形成网格,其中,形成网格包括:从网络中的右上节点开始从上至下且从右至左地形成网格。
14. 根据权利要求11所述的方法,其中  
所述时段是一天中的以下各项之一:半小时、一小时、以及两小时。
15. 根据权利要求14所述的方法,其中,估计一天中的时段的聚合业务量包括:  
根据在先各天的相同时段的业务量的统计数据来估计一天的该时段的聚合业务量。
16. 根据权利要求15所述的方法,其中,估计一天中的时段的聚合业务量包括:  
基于工作日的统计数据来估计工作日的时段的聚合业务量;以及  
基于周末的统计数据来估计周末的时段的聚合业务量。
17. 根据权利要求11所述的方法,其中,基于所估计的聚合业务量来确定活跃节点的集合包括:  
按照网格中节点的能量效率和/或容量的降序来选择网格中的活跃节点,直到已选择的节点的聚合容量不小于网格的估计出的聚合业务量。
18. 根据权利要求11所述的方法,其中,确定所定义时段上每个网格的活跃节点的集合包括:  
从具有最重聚合业务量的时段开始到具有较少聚合业务量的时段,来确定活跃节点的集合;以及  
从在先时段的活跃节点的集合中选择除了具有最重聚合业务量的时段之外的其它时段的活跃节点的集合。
19. 根据权利要求11所述的方法,其中,确定所定义时段上每个网格的活跃节点的集合包括:  
根据一天中聚合业务量的分布来确定一天中每个时段的活跃节点的集合,使得相邻时段的活跃节点的集合的交集尽可能大。
20. 根据权利要求11所述的方法,其中

所述节点是基站 (BS), 以及所述方法在无线网络控制器 (RNC) 内执行; 以及在将不活跃的BS关机之前, 所述方法还包括:

通过网络控制的切换技术将由这些不活跃的BS服务的用户切换到活跃BS。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中, 在将不活跃的BS关机之前, 所述方法还包括: 应用小区呼吸技术, 以使活跃BS调整其覆盖范围。

22. 根据权利要求20所述的方法, 其中, 所述BS具有多个传输单元, 所述多个传输单元具有不同的通信覆盖范围。

23. 一种具有程序代码的计算机可读介质, 所述程序代码用于在计算机上运行时执行根据权利要求11~22中任一项所述的方法。

## 蜂窝网络中的通信系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信网络领域,且更具体地涉及能够节约蜂窝网络中的功耗的通信系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在当今世界中,蜂窝基础设施正在经历能量激增。近期的报告表明移动网络的能耗将在2011年达到124.4B KWh,且电费预期在2030年之前将每4~5年翻番。如世界上最大的3G运营商之一所表明的,在5~6年的时间跨度内所积累的能源费用相当于国家3G/4G网络的总部署成本。

### 发明内容

[0003] 本发明提出了能够节约蜂窝网络中的功耗的通信系统和方法。

[0004] 在本发明的一个方案中,提出了一种用于蜂窝网络中的通信系统,包括:

[0005] 网格建立单元,被配置为将网络分为一个或多个网格,每个网格中布置有一个或多个彼此等效的节点;

[0006] 网格业务量估计单元,被配置为估计每个网格中所定义时段的所有节点的聚合业务量;以及

[0007] 活跃节点集合确定单元,被配置为基于所估计的聚合业务量来确定在所定义时段上每个网格的活跃节点的集合,以及将所述网格中不活跃的节点关机。

[0008] 在本发明的另一方案中,提出了一种用于蜂窝网络中的通信方法,包括:

[0009] 将网络分为一个或多个网格,每个网格中布置有一个或多个彼此等效的节点;

[0010] 估计每个网格中所定义时段的所有节点的聚合业务量;以及

[0011] 基于所估计的聚合业务量来确定在所定义时段上每个网格的活跃节点的集合,以及将所述网格中不活跃的节点关机。

[0012] 在本发明的又一方案中,提出了一种计算机可读程序,用于在计算机上运行时实现所述方法。

### 附图说明

[0013] 根据以下结合附图对本发明的非限制性实施例的详细描述,本发明的上述和其它目标、特征和优点将变得更清楚,在附图中:

[0014] 图1是示出了3G UMTS网络中典型BS的结构图;

[0015] 图2示出了在4个典型区域中的说明性BS位置;

[0016] 图3示出在相邻BS之间的空间业务多样性;

[0017] 图4示出了在不同区域中若干天的4个单独BS处的业务负载;

[0018] 图5是用于示出了在根据本发明实施例的系统中工作的各个单元的示意框图;

[0019] 图6示出了网格建立结果的示例;

[0020] 图7示出了BS选择算法如何根据本发明的实施例来工作;以及

[0021] 图8是用于示出了根据本发明的实施例的方法的各个步骤的流程图。

### 具体实施方式

[0022] 下文中,将根据附图来描述本发明。在以下描述中,一些实施例仅用于描述的目的,其不应当被理解为对本发明的任何限制,而仅仅是其示例。由于传统结构或构造可能使得对本发明的理解模糊,因此将省略它们。

[0023] 为了构造绿色蜂窝网络,改进作为整体能耗的主导因素的最关键节点可能是更有效的。在3G标准上下文中,该关键节点可以是基站(BS)。BS消耗约80%的整体基础设施能量,而用户设备(UE)通常占约1%的整体基础设施能量。在下面的描述中,将BS作为实现3G网络中功耗降低效果的对象。然而,显而易见的是:本发明不限于BS和3G网络。本发明适用于其他形式的蜂窝网络和这种蜂窝网络中的关键节点。

[0024] 我们的分析揭示了:3G网络的业务负载在时间和空间上都呈现了大范围的波动。然而,当前网络的能耗不是负载自适应的。所使用的能量在轻负载的情况下不成比例地大。根本原因是每个BS不是能量正比,且多于50%花费在与运行时的业务负载无关的冷却、空闲模式信令和处理上。

[0025] [BS功耗]

[0026] 图1是示出了3G UMTS网络中的典型BS的结构的图。3G UMTS网络的BS通常具有通信子系统和支撑子系统。通信子系统包括远程无线单元(RRU)、基带单元(BBU)、以及馈电线。RRU是针对每个扇区的无线专用硬件。每个BS可以在天线附近安装若干个RRU,以提供不同的覆盖和容量。BBU作为主单元提供了所有其他的通信功能,包括控制、基带处理、交换和通向无线网络控制器(RNC)的Iub接口。每个BS可以具有若干个BBU。馈电线是将RRU连接到BBU的光纤电缆对。支撑子系统包括冷却子系统和其它辅助设备。包括空调和风扇在内的冷却子系统维持了在BS处的恰当工作温度。辅助设备包括电源和环境监视模块。从能量效率的角度来说,冷却子系统和一些传输模块消耗了每个BS处的大部分整体功率,而不管业务负载强度如何。我们的测量表明冷却子系统和一些传输模块的消耗在工作BS中达到了50%或更高。这是导致3G基础设施的能量低效的主要因素。

[0027] 在BS处的总功耗P可以由以下公式给出:

$$[0028] \quad P = P_{tx} + P_{misc}$$

[0029] 其中,第一部分 $P_{tx}$ 表示用于向移动客户端提供网络接入的功率。其包括由RRU、BBU、馈电线和RNC传输所消耗的功率。第二部分 $P_{misc}$ 记录了用于冷却、电源和监视的辅助功率。 $P_{tx}$ 主要随着所承载的负载而改变,而在给定固定的工作环境的情况下, $P_{misc}$ 通常保持不变。

[0030] 线性模型可以近似 $P_{tx}$ 。 $P_{tx}$ 中的两个主导成分是RRU和BBU消耗的功率。当业务负载重时,RRU必须花费更多的功率来支持更活跃的链路。因此RRU消耗的功率随着业务负载成正比增加。另一方面,BBU对BS所使用的所有频率载波进行基带处理。除非其在睡眠模式下,否则不管多少条链路是活跃的,其功耗也主要由载波数目来确定。

[0031] 基于实际测量,冷却功耗是 $P_{misc}$ 中的主导因素。其取决于所提取的热量和期望的工作温度。其还随着使用各种压缩机和驱动器的冷却器而变化。冷却可以消耗BS处约50%

的功率。冷却功率主要取决于温度。

[0032] 总而言之,我们的分析表明:主要由于部分 $P_{misc}$ ,BS与其业务负载不成能量正比。

[0033] [业务负载:时间和空间的多样性]

[0034] 蜂窝网络中的每个BS在时间上以及在位置上呈现出高度业务动态。图2示出了在4个典型区域中的说明性BS位置,区域1是大型人口密集的城市,区域2是中型城市,且区域3和4是大都会区域中的大型城市。每个区域中的覆盖面积和BS数目在下面表1中给出,它们是从工作中的3G网络收集到的。

[0035]

|         | 区域1   | 区域2   | 区域3   | 区域4   |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 面积 (km) | 11*11 | 8*4   | 16*28 | 30*45 |
| #BS     | 177   | 45    | 154   | 164   |
| BS密度    | 密集    | 密集/正常 | 正常/稀疏 | 稀疏    |

[0036] 在城市的热点中(例如,子区域B),预配置了更多BS,从而造成了取决于位置的多样性。BS部署密度在不同区域之间以及在相同区域中是相当多样的。如图2所示,大量的BS具有多个邻居,特别在区域1和3中。例如,对于区域1中的多于一半的BS,每个BS在其1Km范围内具有至少10个邻居。相对地,区域4具有最稀疏的部署;仅40%BS具有多个邻居。密集的BS部署部分由于以下现行做法:运营商大多数忽略业务复用效果。还观察到:即使在每个本地邻居中,业务负载密度也是相当多样的(即,在接近的BS之间的业务负载也是多样的)。图3示出了相邻BS之间的空间业务多样性。每个点表示在一天中的任何给定时间的在4个区域中的每个BS的1Km范围内的最大业务BS和最小业务BS的业务量比率。从图3中可以看到最大与最小业务比率在50%的情况下大于5,且在30%的情况下大于10。还可以观察到:这种邻居尺度的空间业务多样性在一天的峰值时间期间更为明显。

[0037] 图4示出了在不同区域中若干天的4个单独BS处的业务负载。可以基于每天和每周观察到强烈的昼夜模式,在重业务量和轻业务量持续时间之间交替。还可以看到:周末和工作日的业务模式是不同的,但是周末的业务模式是相似的,且工作日的业务模式是相似的。

[0038] 我们还观察到业务负载在短期(例如,连续几天的同一时间)是稳定的,而其在长期可能缓慢演进(例如,在2010年全年的26%增长)。尽管业务负载随时间波动,在每个BS处的一天中的时间的业务负载在连续几天上是相当稳定的。例如,BS1在第1天和第2天、第2天和第3天等等的5pm时具有相似的业务负载。

[0039] [基于网格的取决于位置的建模方案]

[0040] 考虑到上述所有的观察,提出了基于网格的取决于位置的建模方案以及用于实现该方案的新颖系统和方法,以降低网络中的功耗。

[0041] 图5是示出了在根据本发明的实施例的系统中工作的各个单元的示意框图。参见图5,根据实施例的系统50包括网格建立单元510、网格业务量估计单元520、以及活跃节点集合确定单元530。下面详细描述各个单元。

[0042] 网格建立单元510将整个网络分为网格,使得每个网格中的BS是等效的。如果BS可以在向用户设备提供服务时彼此替换,则BS是等效的。可以将每个BS的位置信息和传输范围用于判定空间临近的BS是否等效。当运营商规划并部署它们的基础设施时,可以通过GPS或其它定位系统来获得位置坐标。BS的传输范围在城市中可以在200m到1Km之间变化,且在

乡村地区可以在1Km到5Km之间变化。由于天线配置和替换、发送功率和环境,传输范围可以在BS之间是不同的。

[0043] 在以下情况下,两个BS  $i$ 和 $j$ 是等效的:

$$[0044] \quad r_i + d(i, j) \leq R_j, r_j + d(i, j) \leq R_i,$$

[0045] 其中, $d(i, j)$ 是BS  $i$ 和BS  $j$ 之间的距离, $r_i$ 和 $r_j$ 是BS的正常通信范围,且 $R_i$ 和 $R_j$ 分别是BS  $i$ 和BS  $j$ 的最大可能通信范围。部署密度可以改变,其通过改变距离 $d(i, j)$ 来反映。

[0046] 图6示出了网格建立结果的示例,其中,左侧的虚线圆表示中心BS的覆盖,右侧圆内的数字表示各个BS, $r_1$ 和 $r_4$ 分别示出了BS1和BS4的半径,且 $R_1$ 和 $R_4$ 示出了从BS1至BS4以及从BS1至BS6的距离。在附图中,BS1等效于BS2和3,但是不等效于BS4。因此,建立了三个网格,一个包括BS1~3,第二个包括BS4和5,且剩下的网格仅包括BS6。

[0047] 当在虚拟网格中的所有BS等效时就形成了虚拟网格。一旦BS不与当前网格中的每个BS等效,则网格建立单元510形成新的网格。当网格建立单元510以不同的BS开始并朝向不同的方向时,可以形成不同的网格构造。在实施例中,可以使用简单的启发式“西北角规则”来判定网格构造。其从BS部署图的西北角开始(即,网络部署中的左上角),从上至下且从左至右对所有等效BS进行聚类,并在发现BS与当前网格中至少一个BS不等效时生成新的网格。过程重复,直到到达东南角且在网格中包括网络中的所有BS。在图6的说明性示例中,使用该规则形成了三个网格。显而易见的是:沿着其他方向的形成可以生成不同的虚拟网格,但是将不会太影响本实施例的目标。不管形成什么构造,其不改变固有的临近性。接近的节点(例如,实施例中的BS)很大概率上属于相同的网格。例如,如果我们按“东北角”规则(即,首先右上角)来形成网格,则可以形成三个不同的网格:一个网格包括BS6和5,第二个网格包括BS4和3,且第三个网格包括BS2和1。

[0048] 在网格建立单元510建立网格构造之后,网格业务量估计单元520可以估计每个网格中的聚合业务量。

[0049] 如上所述以及如图4所示,BS的业务负载在短期内是稳定的。可以设计统计方案,以估计网格内的聚合业务量。首先,将每天分为24个小时时段,计算每个小时时段的统计数据,且根据统计数据来导出给定小时的聚合业务量。在实施例中,可以将工作日与周末区别对待,但是所有工作日或所有周末是相似对待的。在另一实施例中,可以将假日视为周末。

[0050] 具体地,对于我们堆叠在一起的连续星期的第 $k$ 天的第 $i$ 小时,我们如下计算平均值 $\bar{S}(i, k)$ 和标准偏差 $\bar{D}(i, k)$ :

$$[0051] \quad \bar{S}(i, k) = (1 - \alpha) \cdot \bar{S}(i, k - 1) + \alpha \cdot S(i, k)$$

$$[0052] \quad \bar{D}(i, k) = (1 - \beta) \cdot \bar{D}(i, k - 1) + \beta \cdot |S(i, k) - \bar{S}(i, k)|$$

[0053] 其中, $S(i, k)$ 是在第 $k$ 天期间的第 $i$ 个小时内的网格中的聚合业务的小时采样值,且 $\alpha$ 、 $\beta$ 是平滑参数。因此,我们将小时聚合业务量估计为: $EV(i, k) = \bar{S}(i, k) + \gamma \cdot \bar{D}(i, k)$ ,其中, $\gamma$ 是设计参数,其提供了用于在严格估计和错误比之间的平衡的微调开关。在我们的原型中,我们选择 $\alpha = 0.125$ 、 $\beta = 0.25$ 且 $\gamma = 3$ 。本领域技术人员可以认识到:可以基于性能平衡来应用其它参数值。

[0054] 备选方案是首先获得每个单独BS的统计数据,然后将网格中所有的统计数据求和以作为网格统计数据。在不提取网格中BS之间的业务负载的复用效果的情况下,对每个单



独BS业务负载进行估计。基于网络的建模可以改进在业务负载重时的能量效率。在实施例中,用于估计聚合业务量的短期可以是半个小时或两个小时,而不是一个小时。清楚的是:如果以不同方式设置时段,计算复杂度和效果可以是不同的,但是其不改变本发明的目的。

[0055] 活跃节点集合确定单元530基于估计出的聚合业务量来确定每个网络的活跃BS的集合,并将利用不足的BS关机。对利用不足的BS的关机不应当负面影响覆盖和容量要求,使得网络能够正常工作。

[0056] 给定在给定网格上的24小时业务统计数据,我们可以找到具有最重业务的小时。对于该峰值时段,确定网格中的活跃BS的集合,表示为 $S_{max}$ 。基于BS处的残余能量对大部分与无线电传输无关的能量做出了贡献这一事实,应当尽可能多地减少活跃BS的数目,以节约能量。另一方面,集合中的活跃BS的聚合容量必须足够大以容纳在网格业务量估计单元520中已经估计出的聚合业务量。在实施例中,以更高优先级来选择具有较大容量或更高能量效率的BS。当网格中的所有BS具有同类功率模型时,按照BS的容量值 $C(BS_i)$ 的降序对网格中的所有BS进行排序,即 $C(BS_1) \geq C(BS_2) \dots \geq C(BS_n)$ 。选择 $m$ 个具有最大容量的活跃BS,使得 $\sum_{k=1}^m C(BS_k) \geq EV_{max}$ 。由 $S_{max} = \{BS_1, \dots, BS_m\}$ 给出峰值小时上活跃BS的集合 $S_{max}$ 。将未被选择为活跃的剩余BS关机,使得能够实现网络中节约功耗的目的。该选择过程确保了网格中的最小数目的活跃BS。假定网格中的所有BS使用相同的功率模型,其可以容易地证明该过程对于确保网格中的最小总能量是最优的。在实施例中,BS可以具有异类的功率模型。在这种情况下,如果BS的容量超过业务需求,则以更高优先级选择具有高能量效率的BS。

[0057] 活跃节点集合确定单元530针对网络中的每个网格来重复上述过程,从而获得在该最重业务小时期间每个网络的活跃BS的集合。应当注意到:不同网格中的最重业务小时可以是不同的。

[0058] 还应意识到:由于若干原因,对BS的频繁开/关切切换可能是不受欢迎的,例如由于会降低冷却子系统的寿命、由于在开机时冗长的自举时间而对用户设备的负面影响等等。为了最小化开/关操作的次数并减少能量低效,可以针对一天中的其余时间设计出连续选择。对于次最重业务小时,仅从针对最重业务小时计算出的超集 $S_{max}$ 中选择活跃集合,而不是从网格中的所有候选中选择。使用类似的选择策略来找到一天中所有其他小时的活跃集合。图7示出了该算法如何工作,其中, $S_{max}$ 具有11个BS且 $S_{min}$ 具有3个BS。在从具有最轻业务的空闲小时到具有最重业务的峰值小时的自举转换期间,我们使用在小时 $t$ 处的活跃集合 $S_t$ ,其始终是 $S_{max}$ 的子集,且是前一小时 $S_{t-1}$ 的超集。找到满足以下公式的一系列活跃集合 $S\{t\}$ :

[0059]  $S_{min} = S(t_i) \subseteq S(t_1) \subseteq S(t_2) \dots \subseteq S(t_p) = S_{max}$ ,其中 $t_i < t_1 < t_2 < \dots < t_p$ 表示从空闲小时到峰值小时的小时序列。当从小时 $t-1$ 迁移至 $t$ 时,仅需要对不在 $S_{t-1}$ 中的那些BS进行开机,而同时保持 $S_{t-1}$ 中的所有活跃BS是开机的。如果 $S_{t-1}$ 足够,则不需要对新的BS进行开机。一旦BS出现在 $S_{t-1}$ 中,其在 $t$ 时就保持开机并持续出现在 $S_t$ 中。在实施例中,BS4~10将基于对从6:00am到17:00的下一小时业务的预测而顺序开启,且从20:00到第二天2:00顺序关闭,如图7所示。该算法在一天中的小时时段的业务量顺序增加或降低的情况下正常工作。在这种情况下,如图7所示,在每个24小时持续时间期间,最多需要将每个BS打开或关闭一次。在一天中存在两个或更多最重小时或两个或更多最轻业务小时的情况下,例如在10:

00am和3:00pm有两个最重小时,选择算法将改变,以尽可能多地使得一个小时与相邻小时保持相同的活跃BS的集合,以减少BS的开/关切换的次数。活跃节点集合确定单元530可以根据一整天的业务的分布来确定活跃BS的集合,使得相邻时段的集合的交集尽可能大。

[0060] 在备选,在预期工作之前将睡眠的BS开机。这给予了冷却系统用于调整睡眠BS内的环境温度的充足时间。在另一备选,在确定活跃BS时,始终预留BS中的一部分容量(例如,10%),以针对最差情况场景做好准备。

[0061] 提出的基于网格的取决于位置的建模方案不限于图5所示的系统,且还可以将不同结构的系统用于实现该方案。例如,可以将网格建立单元510体现为在网络部署期间存储在RNC中的表格。部署网络基础设施的运营商了解每个BS的属性,并将部署的BS的等效关系提前存储在RNC中以供将来之用。在另一实施例中,RNC中的处理器可以被设计为执行系统50的各个单元的所有功能。

[0062] 图8是用于示出根据本发明的实施例的方法的各个步骤的流程图。方法在步骤810处开始,其中,将网络分为网格,使得每个网格中的BS彼此等效。之后,方法进行至步骤820,其中,估计每个网格中的时段的聚合业务量。最终,在步骤830中,确定每个网格中活跃BS的集合,以满足所估计的聚合业务量。

[0063] [3G网络实现的实施例]

[0064] 所提出的基于网格的取决于位置的建模方案是符合标准的。接下来,详细描述3G网络中的方案的实现。

[0065] 在我们的方案中,在建立网格构造并确定活跃BS的集合之后,在轻业务时段期间将利用不足的BS关机以节约能耗。在这种情况下,活跃BS需要扩展其覆盖以向原先由被关机的相邻BS所覆盖的客户端提供服务。在今天的3G网络中,“小区呼吸”技术是众所周知的,其可以调整小区的边界。小区呼吸通常用于基于客户端请求的数目来调整小区大小,以通过微小区划分来实现负载均衡或容量增加。在本方案中其可以用于功率节约的备选目的。具体的,有效服务面积可以根据能量节约要求来扩张和收缩。通过增加小区半径,活跃BS可以有效地将覆盖面积扩张到相邻BS。

[0066] 小区呼吸的备选方案是在BS处使用双BBU/RRU子系统,并在调整峰值小时或空闲小时的覆盖面积时在这两个子系统之间切换。例如,可以在BS中安装用于城市区域的传输子系统和用于乡村区域的另一传输子系统。由BS提供的覆盖可以通过在这两个子系统之间切换来调整。另一备选是在给定BS处使用较低频段,并扩展其通信范围。

[0067] 对于3G网络实现的实施例必须解决的另一实际问题是如何有效地将现有用户设备从要关机的BS迁移至其他活跃BS。3G标准中的网络控制的切换(NCHO)机制可以用于该问题。对于原始BS(OBS)中的每个活跃UE,执行以下过程:(1)OBS经由RNC向相邻活跃BS(ABS)发送切换请求;(2)ABS对该切换请求进行肯定应答,并预留用于迁移UE的资源;(3)在从ABS接收到切换ACK时,OBS向UE发送切换命令;(4)UE经由与ABS的新的关联来执行切换命令。如果一些UE依然与OBS关联,则OBS将推迟其关机。在切换失败的情况下,OBS可以与其他活跃BS重复上述过程,直到所有UE切换成功。因此,在我们的功率节约机制中的迁移过程可以容易地符合3G标准。

[0068] 在所提出的方案中,网格中的BS交换业务信息,以计算聚合业务量。交换这种信息的自然场所是经由RNC。此外,在上述切换过程中,OBS和ABS将经由RNC来交换切换请求和UE

信息,以完成该过程。在实施例中,属于相同网络的BS拥有相同的RNC。在网格中的BS属于不同RNC的情况下,需要在这些RNC之间的信息交换。

[0069] 尽管我们提出的方案通常给出了对聚合业务量的可靠估计,罕见的业务激增的情况可能发生。为了应对这种激增,每个活跃BS被配置为监视其业务负载。无论何时看到超出其估计业务量所规定的业务的突然激增时,将向其RNC通知这种情况。RNC可以随后针对相邻的已关机BS来触发紧急开机。开机BS的数目取决于RNC被通知的业务激增量。在由RNC估计网格的聚合业务量并确定活跃BS的实施例中,可以在RNC而不是活跃BS上执行瞬时业务量监视。

[0070] 本文公开的本发明的实施例的其它布置包括在其他计算系统中的用于执行上述总结且在接下来详细公开的方法实施例步骤和操作的软件程序或固件或硬件或配置。更具体地,计算机程序产品是具有计算机可读介质的一个实施例,其中计算机可读介质上编码有计算机程序逻辑,该计算机程序逻辑在计算机化设备中执行时提供了实现如本文所述的基于网格的取决于位置的建模方案的相关操作。当在至少一个处理器或具有计算系统的其它计算资源上执行时,计算机程序逻辑使得处理器或计算资源执行作为本发明的实施例的本文所指示的操作(例如,方法)。本发明的这种布置通常被作为软件、代码和/或在计算机可读介质上布置或编码的其它数据结构来提供,例如光学介质(例如,CD-ROM)、软盘或硬盘或其它介质,例如一个或多个ROM或RAM或PROM芯片中的固件或微代码或作为专用集成电路(ASIC)或作为一个或多个模块中的可下载的软件镜像、共享库或其它计算系统中的配置等。可以将软件或固件或硬件或其它配置安装在计算机化设备上,以使得该计算机化设备中的一个或多个处理器执行作为本发明实施例的本文所述的技术。在一批计算机化设备中(例如,在一组数据通信设备或其它示例中)工作的软件进程、固件、硬件或配置还可以提供本发明的系统。本发明的系统可以分步在若干数据通信设备上的很多软件进程、固件、硬件或配置之间,或所有进程、固件、硬件或配置应当运行在少量的专用计算系统集合上或独自运行在一个计算系统上。

[0071] 应当理解:可以将本发明的实施例单独严格体现为软件程序、或固件、或硬件和/或电路,或其它计算系统中的配置、或作为他们的任何形式的组合,例如在RNC中或在网络中的其它节点中。

[0072] 前述描述仅给出了本发明的优选实施例,且不意在以任何方式限制本发明。从而,在本发明的精神和远离内做出的任何修改、替换、改进等应当被包含在本发明的范围内。

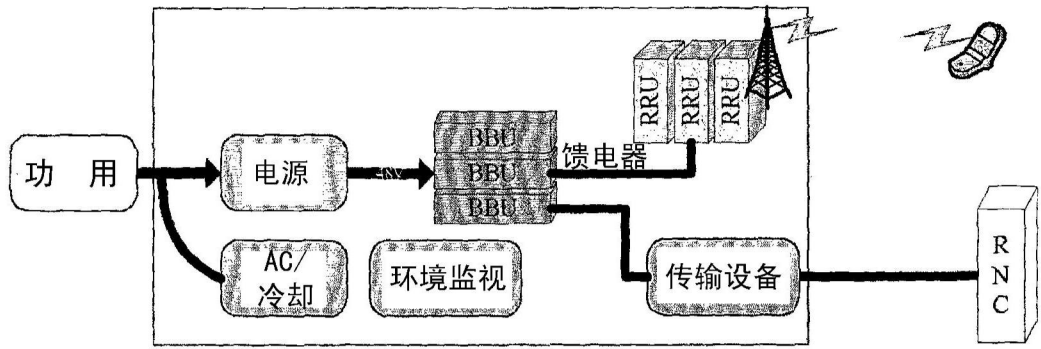
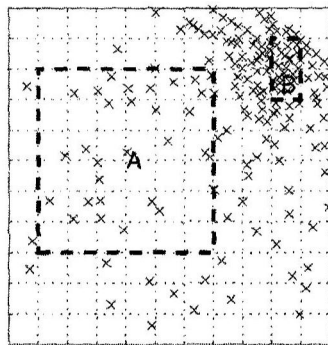
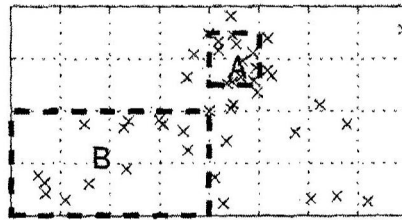


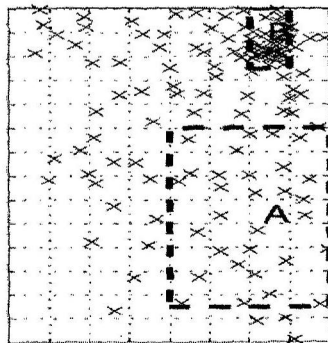
图1



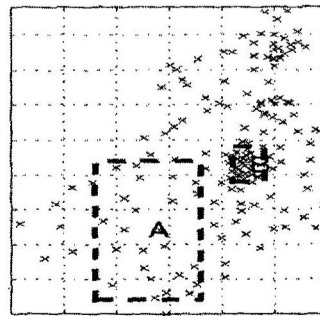
(a) 区域 1



(b) 区域 2



(c) 区域 3



(d) 区域 4

图2

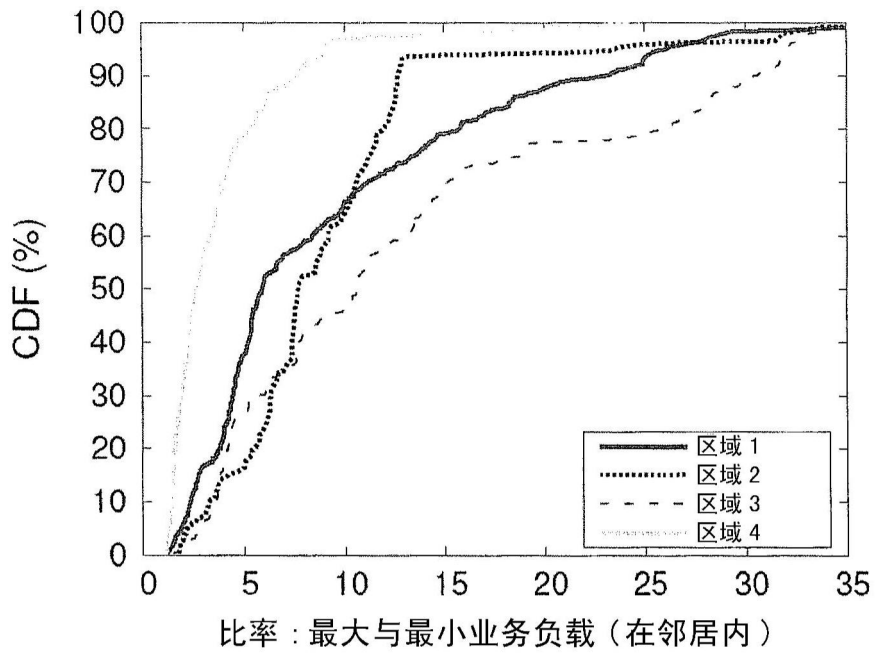


图3

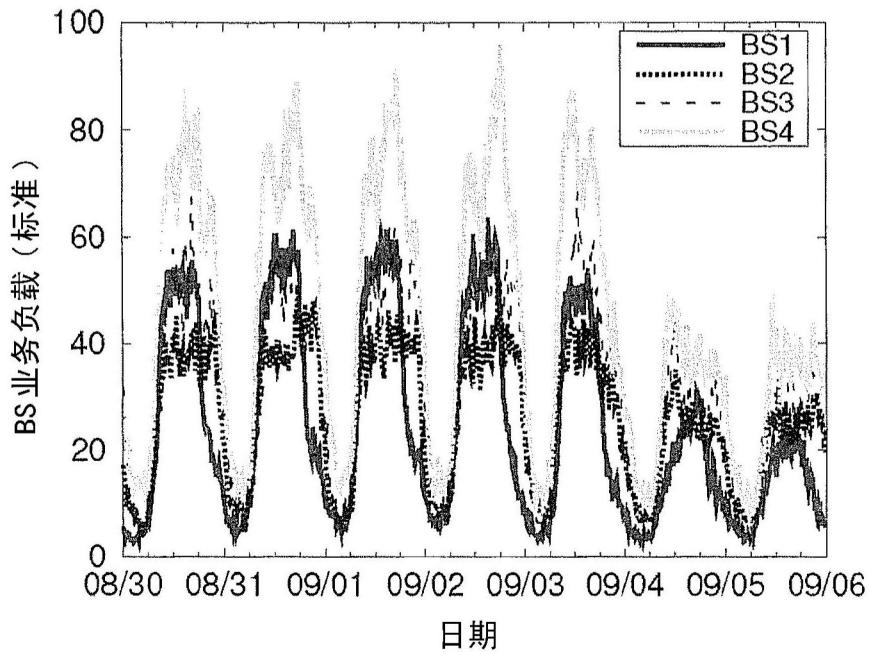


图4

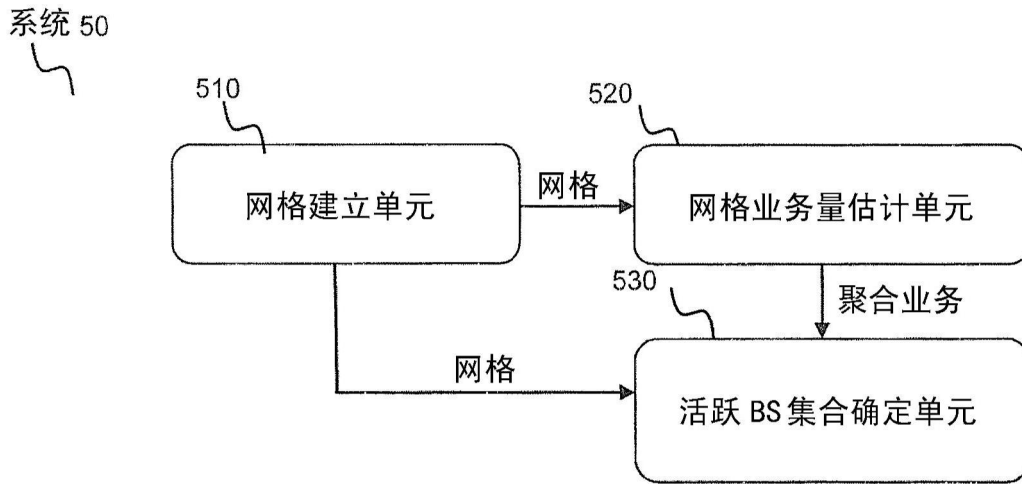


图5

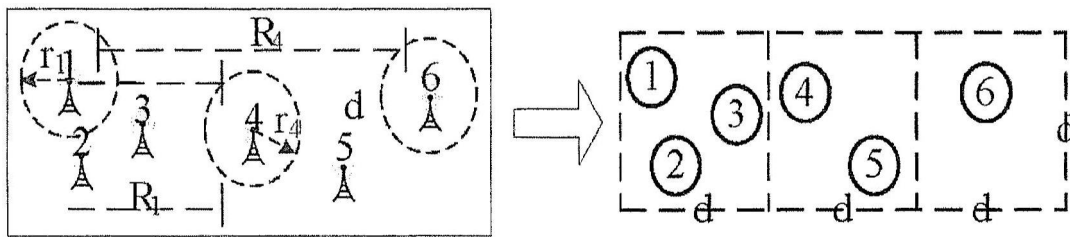


图6

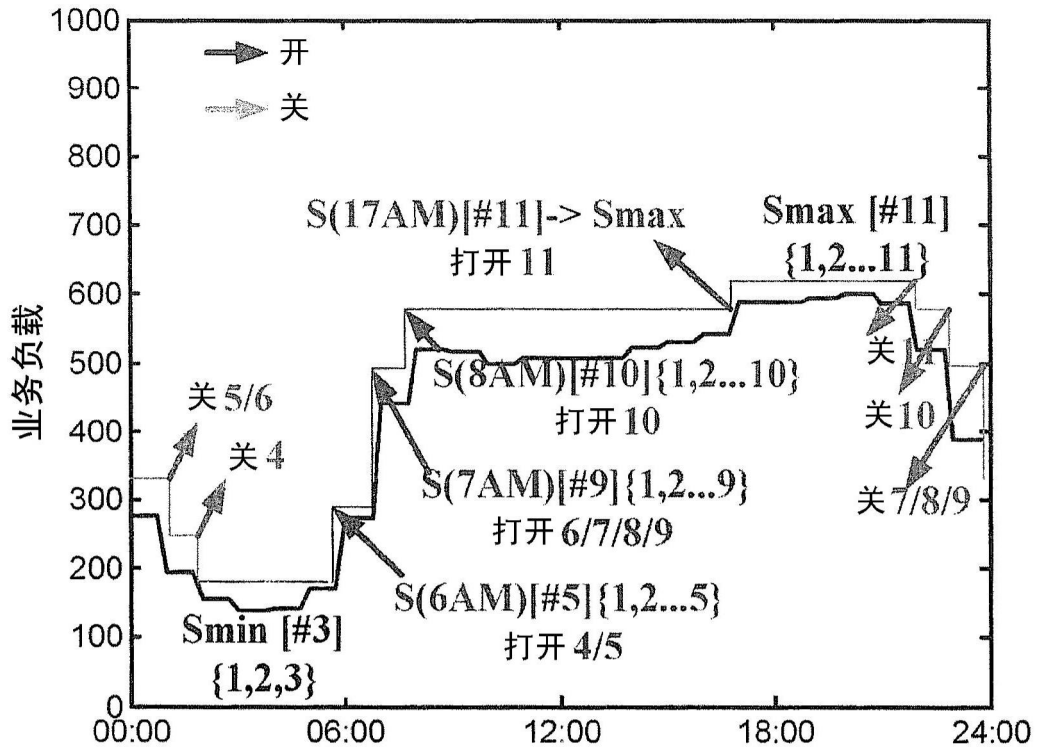


图7

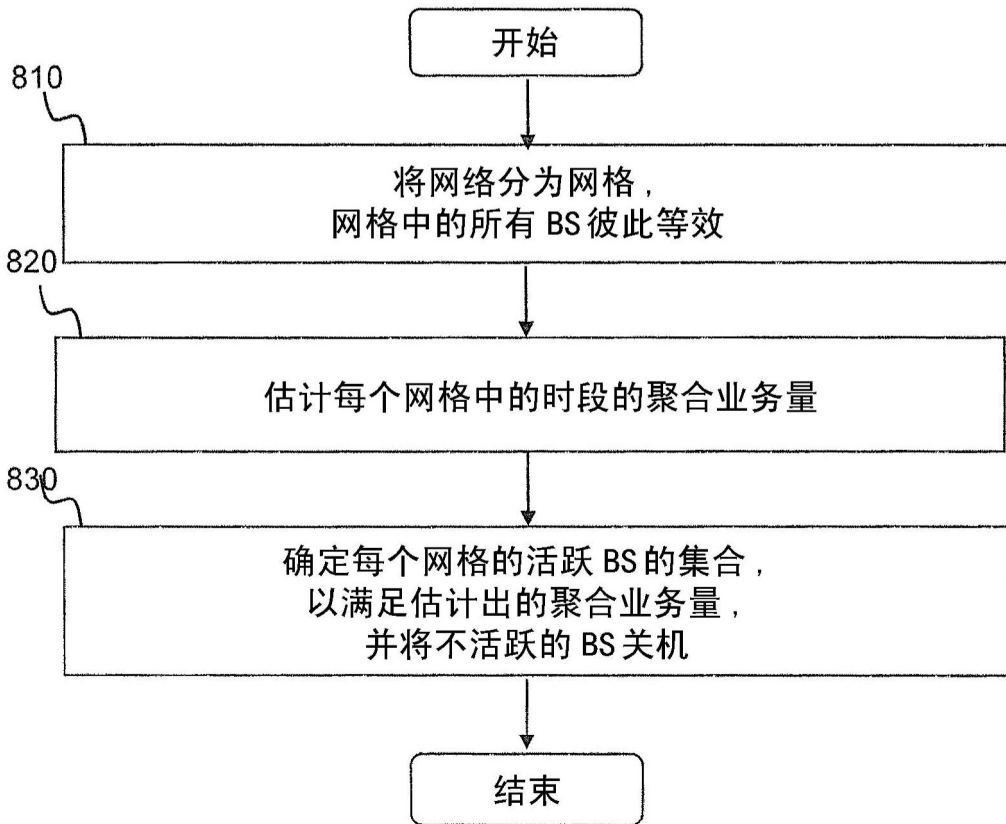


图8