

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101370155 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200710044890. 6

(56) 对比文件

(22) 申请日 2007. 08. 15

CN 1671119 A, 2005. 09. 21, 全文.

CN 1538781 A, 2004. 10. 20, 全文.

(73) 专利权人 上海摩波彼克半导体有限公司  
地址 201203 上海市张江高科园区晨晖路  
377 弄 42 号

CN 1518295 A, 2004. 08. 04, 全文.

审查员 耿晓芳

(72) 发明人 于非 张霞 闫书印 李小年

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司  
31002

代理人 王洁

(51) Int. Cl.

H04W 28/02 (2009. 01)

H04W 52/24 (2009. 01)

H04L 29/06 (2006. 01)

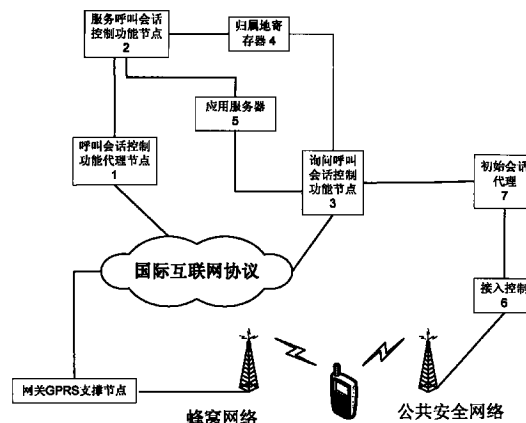
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 2 页

(54) 发明名称

蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法

(57) 摘要

本发明涉及一种蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法,无线蜂窝网络中具有 IP 多媒体子系统,公共安全陆地无线网络中包括接入控制模块和初始会话代理模块,所述的接入控制模块通过所述的初始会话代理模块与所述的询问呼叫会话控制功能节点相连接。该方法包括确定互操作系统的状态空间及系统当前状态、确定系统的平衡概率、确定互操作系统的会话阻塞概率、根据会话阻塞概率满足的条件进行后续处理。采用该种蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法,使得蜂窝网络和公共安全网络之间可以互操作,使得公共安全网络可以充分利用现有的蜂窝网络资源,明显提高了该网络中业务可用性和连续性,服务质量得到了较好地保证。



1. 一种确定无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率的方法,所述的无线蜂窝网络中具有 IP 多媒体子系统,所述的 IP 多媒体子系统包括呼叫会话控制功能代理节点、服务呼叫会话控制功能节点、询问呼叫会话控制功能节点、归属地寄存器、应用服务器,所述的公共安全陆地无线网络中包括接入控制模块和初始会话代理模块,所述的接入控制模块通过所述的初始会话代理模块与所述的询问呼叫会话控制功能节点相连接,其特征在于,所述的方法包括以下步骤:

(1) 确定无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态,包括以下步骤:

(a) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的状态向量  $x_c$ :

$x_c = (n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J})$ , 其中  $n_{c,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

(b) 根据以下公式确定公共安全陆地无线网络的状态向量  $x_l$ :

$x_l = (n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,J})$ , 其中  $n_{l,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

(c) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的发送功率  $P_T$ :

$$P_T = \frac{P_p + P_N \Lambda}{1 - \eta}$$

$$\Lambda = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{L_i}{\omega_j R_j + \rho}, \eta = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{\rho + \gamma}{\omega_j R_j + \rho}$$
 为下行负荷系数,  $W$  为总共小区的带宽,  $R_j$  为业务类型  $j$  的用户的平均比特率,  $\omega_j$  为业务类型  $j$  的用户的信号噪声比的最低门限值,  $\rho$  为正交因子,  $\gamma$  为小区间干涉和小区内功率的比值,  $L_i$  为用户  $i$  路径损耗;

(d) 根据以下公式确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态  $X$ :

$$\begin{aligned} X &= \{x = [x_l, x_c]\} \\ &= [n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,J}, n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J}] \in \mathbb{Z}_+^{2J}, \\ &: \sum_{j=1}^J n_{l,j} c_j \leq C, P_T \leq P_T^{MAX} \}; \end{aligned}$$

其中,  $\mathbb{Z}_+^J$  为  $J$  维的正整数向量集合,  $C$  为所述的公共安全陆地无线网络的信道容量,  $P_T^{MAX}$  为基站的最大发送功率;

(2) 根据系统当前的状态确定系统的平衡概率,包括以下步骤:

(21) 根据以下公式得到无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的总体平衡方程:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^J [\pi_u(x - e_{l,j}) \lambda_{l,j} a_j(x - e_{l,j}) + \pi_u(x - e_{c,j}) \lambda_{c,j} a_j(x - e_{c,j}) \\ & + \pi_u(x + e_{l,j}) \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1) + \pi_u(x + e_{c,j}) \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \\ & = \sum_{j=1}^J [\lambda_{l,j} a_j(x) + \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1)] \pi_u(x) + \sum_{j=1}^J [\lambda_{c,j} a_j(x) + \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \pi_u(x), x \in X; \end{aligned}$$

其中,  $\pi_u(x)$  为在使用算法  $u$  时系统在状态  $x$  的平衡概率,  $e_{1,j} \in \{0,1\}^J$  为公共安全陆地无线网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x+e_{1,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x-e_{1,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中减少一个类型  $j$  的连接,  $e_{c,j} \in \{0,1\}^J$  为无线蜂窝网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x+e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x-e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中减少一个类型  $j$  的连接,  $\lambda_{1,j}$  和  $1/\mu_{1,j}$  分别为公共安全陆地无线网络中的接入比率和离开比率,  $\lambda_{c,j}$  和  $1/\mu_{c,j}$  分别为无线蜂窝网络中的接入比率和离开比率;

对于每个给定的状态  $x \in X$ , 联合无线资源管理执行一个动作  $a(x)$ , 根据联合无线资源管理算法  $u \in U$  来执行动作, 其中  $U$  定义为:

$$U = u : X \rightarrow A$$

其中  $A$  为所有动作的集合, 每个动作表示网络允许会话接入或者拒绝会话接入;

(2) 从所述的总体平衡方程中解出平衡概率  $\pi_u(x)$ ;

(3) 根据系统的平衡概率确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率, 具体为根据以下公式得到该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率  $P_j^b$ :

$$P_j^b = \sum_{i \in X_j} \pi(i)$$

其中  $X_j \subseteq X$ ,  $j$  为业务类型;

(4) 根据该会话阻塞概率所必须满足的条件进行后续处理, 所述的会话阻塞概率所必须满足的条件为:

$$P_j^N \leq TP_j^N,$$

$$P_j^H \leq TP_j^H,$$

其中,  $P^N$  为新接入的会话阻塞率,  $P^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的掉话概率,  $j$  为业务类型,  $TP_j^N$  为讲公共安全陆地无线网络的会话新接入到无线蜂窝网络的阻塞率的最高限值,  $TP_j^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的会话掉话阻塞率的最高限值。

## 蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线移动通信技术领域,特别涉及无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作技术领域,具体是指一种蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法。

### 背景技术

[0002] 公共安全部门人员在执行任务的过程中需要队员们之间进行及时有效的沟通,这样才能挽救更多的生命和财产,比如消防部门在应对各种天灾和人祸,公安部门在应付各种犯罪行为,恐怖袭击,等等。有效的通信在公共安全部门人员执行任务过程中是至关重要的。伴随着无线技术的提高,移动无线技术在公共安全部门人员执行任务过程中扮演着越来越重要的角色。当前多数公共安全部门使用公共安全陆地移动无线网络来统一指挥救援小组和应对紧急情况的发生。但是当前网络的配置仅仅只能提供窄带电路域语音业务以及低速率的数据业务。

[0003] 然而,现在的商业无线蜂窝网络,比如,第三代宽带码分多址系统可以支持分组业务,支持多种多样的多媒体业务,包括语音,数据,网页浏览,视频等等。高速下行分组接入技术能够支持 14.4Mbps 的下行速率。第四代蜂窝接入技术能够理论上任何人无论何时何地都可以获得 100Mbps 的速率。

[0004] 为何这两种无线网络有这么大的差别,最主要的原因就是市场需求,频谱策略和其他的一些因素。比如,无线蜂窝网络的用户群的人数远远大于公共安全网的用户数。这样的结果就是用于研发无线蜂窝网络的研发资金要比研发公共安全陆地无线网络的资金多出很多。

[0005] 公共安全部门人员如果能够通过国际互联网让不在现场的指挥官和专家知道现场实时的情况,就可以得到专业的帮助,从而可以挽救更多的生命和财产。然而现在的公共安全陆地无线网络中,这些业务是没有的。我们可以提高这两种网络的互操作性,这样可以利用无线蜂窝网络提供给公共安全部门人员更多的方便,包括多媒体业务,比如视频,提高的用户数据速率和提供低成本的设备。

[0006] 如果无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络可互操作,当公共安全部门人员不能接入到公共安全陆地无线网络的时候就能够接入到无线蜂窝网络。因此当公共安全部门人员在通信会话的过程中离开了公共安全网络的覆盖范围时,会话就能够被切换到无线蜂窝网络中,而不是被切断通信。

[0007] 由于天灾人祸或犯罪行为经常发生在某一个地区,一般蜂窝网络的覆盖范围都要大于公共安全网络的覆盖范围,我们假设公共安全网络的覆盖范围包含在蜂窝网络的覆盖范围之内。公共安全部门人员使用的移动设备在公共安全网覆盖的范围内即可以接入公共安全网络,也可以接入蜂窝网络,对于商业用户只可以接入蜂窝网络。公共安全部门人员可以通过蜂窝网络获得基于 IP 的多媒体业务(比如视频流),可以通过公共安全网络进行使命攸关的任务。由于公共安全部门人员可以在这两个网络之间自由的移动,那么就要支持

这个互操作系统的切换。在这个可互操作的系统中,公共安全部门人员在应对各种困难的时候可以有效的使用当前最先进的技术与外界联络。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是克服了上述现有技术中的缺点,提供一种能够使得公共安全陆地无线网络和无线蜂窝网络之间进行互操作、提高无线资源的使用效率、保证公共安全陆地无线网络的服务质量、工作性能稳定可靠、适用范围较为广泛的蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法。

[0009] 为了实现上述的目的,本发明的蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法如下:

[0010] 该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统,所述的无线蜂窝网络中具有 IP 多媒体子系统,所述的 IP 多媒体子系统包括呼叫会话控制功能代理节点、服务呼叫会话控制功能节点、询问呼叫会话控制功能节点、归属地寄存器、应用服务器,其主要特点是,所述的公共安全陆地无线网络中包括接入控制模块和初始会话代理模块,所述的接入控制模块通过所述的初始会话代理模块与所述的询问呼叫会话控制功能节点相连接。

[0011] 该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的初始会话代理模块通过初始会话协议与所述的询问呼叫会话控制功能节点相连接。

[0012] 该确定上述的系统中的会话阻塞概率的方法,其主要特点是,所述的方法包括以下步骤:

[0013] (1) 确定无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态;

[0014] (2) 根据系统当前的状态确定系统的平衡概率;

[0015] (3) 根据系统的平衡概率确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率;

[0016] (4) 根据该会话阻塞概率所必须满足的条件进行后续处理。

[0017] 该确定会话阻塞概率的方法中的确定无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态包括以下步骤:

[0018] (1) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的状态向量  $x_c$ :

[0019]  $x_c = (n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J})$ , 其中  $n_{c,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

[0020] (2) 根据以下公式确定公共安全陆地无线网络的状态向量  $x_1$ :

[0021]  $x_1 = (n_{1,1}, n_{1,2}, \dots, n_{1,J})$ , 其中  $n_{1,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

[0022] (3) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的发送功率  $P_T$ :

[0023]  $P_T = \frac{P_p + P_N \Lambda}{1 - \eta}$ ,  $P_p$  为公共控制信道使用的功率,  $P_N$  为背景噪声的功率,

$\Lambda = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{L_i}{\omega_j R_j + \rho}$ ,  $\eta = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{\rho + \gamma}{\omega_j R_j + \rho}$  为下行负荷系数,  $W$  为总共小区的带宽,  $R_j$  为业务类

型  $j$  的用户的平均比特率,  $\omega_j$  为业务类型  $j$  的用户的信号噪声比的最低门限值,  $\rho$  为正交因子,  $\gamma$  为小区间干涉和小区内功率的比值,  $L_i$  为用户  $i$  路径损耗;

[0024] (4) 根据以下公司确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态  $X$  :

[0025]

$$X = \{x = [x_l, x_c]\}$$

[0026]

$$= [n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,J}, n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J}] \in \mathbb{Z}_+^{2J},$$

[0027]

$$: \sum_{j=1}^J n_{l,j} c_j \leq C, P_T \leq P_T^{MAX} \};$$

[0028] 其中,  $\mathbb{Z}_+^J$  为  $J$  维的正整数向量集合,  $C$  为所述的公共安全陆地无线网络的信道容量,  $P_T^{MAX}$  为基站的最大发送功率。

[0029] 该确定会话阻塞概率的方法中的确定系统的平衡概率包括以下步骤:

[0030] (1) 根据以下公式得到无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的总体平衡方程:

$$[0031] \sum_{j=1}^J [\pi_u(x - e_{l,j}) \lambda_{l,j} a_j(x - e_{l,j}) + \pi_u(x - e_{c,j}) \lambda_{c,j} a_j(x - e_{c,j})$$

$$[0032] + \pi_u(x + e_{l,j}) \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1) + \pi_u(x + e_{c,j}) \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)]$$

$$[0033] = \sum_{j=1}^J [\lambda_{l,j} a_j(x) + \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1)] \pi_u(x) + \sum_{j=1}^J [\lambda_{c,j} a_j(x) + \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \pi_u(x), x \in X;$$

[0034] 其中,  $\{x(t), u\}_{t \in \mathbb{R}_+}$  为在每个无线资源分配算法中的马尔可夫过程,  $\mathbb{R}_+$  为正实数集合,  $\pi_u(x)$  为在使用算法  $u$  时系统在状态  $x$  的平衡概率,  $e_{l,j} \in \{0, 1\}^J$  为公共安全陆地无线网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x + e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中增加一个类型  $j$  的链接,  $x - e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中减少一个类型  $j$  的链接,  $e_{c,j} \in \{0, 1\}^J$  为无线蜂窝网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x + e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中增加一个类型  $j$  的链接,  $x - e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中减少一个类型  $j$  的链接,  $\lambda_{l,j}$  和  $1/\mu_{l,j}$  分别为公共安全陆地无线网络中的接入比率和离开比率,  $\lambda_{c,j}$  和  $1/\mu_{c,j}$  分别为无线蜂窝网络中的接入比率和离开比率;

[0035] (2) 从所述的总体平衡方程中解出平衡概率  $\pi_u(x)$ 。

[0036] 该确定会话阻塞概率的方法中的确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率为:

[0037] 根据以下公式得到该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率  $P_j^b$ :

$$[0038] P_j^b = \sum_{i \in X_j} \pi(i)$$

[0039] 其中  $X_j \subseteq X$ ,  $j$  为业务类型。

[0040] 该确定会话阻塞概率的方法中的会话阻塞概率所必须满足的条件为:

$$[0041] \quad P_j^N \leq TP_j^N,$$

$$[0042] \quad P_j^H \leq TP_j^H,$$

[0043] 其中,  $P^N$  为新接入的会话阻塞率,  $P^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的掉话概率,  $j$  为业务类型,  $TP_j^N$  为讲公共安全陆地无线网络的会话新接入到无线蜂窝网络的阻塞概率的最高限值,  $TP_j^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的会话掉话阻塞概率的最高限值。

[0044] 采用了该发明的蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法, 由于其利用在 3GPP 的发布的第七版协议中的第三代码分多址移动通信网络中的多媒体子系统结构, 使得蜂窝网络和公共安全网络之间可以互操作, 多媒体子系统的核心网络可以扩展连接其它的网络, 并在多媒体子系统框架结构中将公共安全网络作为其它的可扩展网络来对待, 同时再多媒体子系统的上层应用中和公共安全网络中均使用初始会话协议, 这样就可以使得 IP 多媒体子系统与公共安全网络之间实现了互操作, 同时还可以通过本互操作系统中的联合无线资源管理方法计算出系统的平衡概率及有关服务质量的阻塞概率, 而且使得公共安全网络可以充分利用现有的无线蜂窝网络的资源, 可以更加有效的给安全部门人员提供更先进, 更高效的通信, 从而更好的为公众服务; 不仅如此, 本发明的方法可以明显的提高公共安全网络中的业务的可用性和连续性, 使得新接入的会话的阻塞率明显低于现在存在的不可互操作的公共安全网络和蜂窝网络中的阻塞率, 类似于新接入会话, 切换会话的阻塞率情况也是如此, 当安全部门人员移动出了公共安全网络, 通信中的会话可以安全切换到蜂窝网络中, 从而使得安全部门人员之间的服务质量得到了较好的保证。

#### 附图说明

[0045] 图 1 为无线蜂窝网络中的 IP 多媒体子系统的功能模块组成示意图。

[0046] 图 2 为本发明的蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统的功能模块组成示意图。

#### 具体实施方式

[0047] 为了能够更清楚地理解本发明的技术内容, 特举以下实施例详细说明。

[0048] 请参阅图 1 和图 2 所示, 该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统, 其中所述的无线蜂窝网络中具有 IP 多媒体子系统, 所述的 IP 多媒体子系统包括呼叫会话控制功能代理节点 1、服务呼叫会话控制功能节点 2、询问呼叫会话控制功能节点 3、归属地寄存器 4、应用服务器 5, 所述的呼叫会话控制功能代理节点 1、归属地寄存器 4 和应用服务器 5 均与所述的服务呼叫会话控制功能节点 2 相连接, 所述的归属地寄存器 4 和应用服务器 5 均与所述的询问呼叫会话控制功能节点 3 相连接, 其中, 所述的公共安全陆地无线网络中包括接入控制模块 6 和初始会话代理模块 7, 所述的接入控制模块 6 通过所述的初始会话代理模块 7 与所述的询问呼叫会话控制功能节点 3 相连接, 同时, 该初始会话代理模块 7 与所述的询问呼叫会话控制功能节点 3 之间通过初始会话协议相互之间进行互操作。

[0049] 在实际应用当中, 3GPP 中介绍的 IP 多媒体子系统是作为 3G 网络提供无缝的多媒体业务的关键。在图 1 所显示的通用的多媒体子系统信令框架中, 这个信令网络由一组呼叫会话控制功能节点组成。他们发信号给已经建立任务的代理, 在保证服务质量和计费的

前提下,修改,释放多媒体会话,其中:

[0050] ●呼叫会话控制功能代理节点 1:为移动终端的利益起作用。

[0051] ●服务呼叫会话控制功能节点 2:执行用户注册和会话控制。

[0052] ●询问呼叫会话控制功能节点 3:在运营商之间起代理和网络拓扑隐藏的作用。

[0053] ●归属地寄存器 4:存放用户的鉴权之类的信息。

[0054] ●应用服务器 5:可以连接到多媒体子系统,提供更多的服务。

[0055] 在多媒体子系统中,3GPP 选择了会话初始协议作为核心协议执行信令任务。会话初始协议被设计为建立,修改和释放 IP 网络中的会话。纵观来看会话初始协议不是一个完整的通信系统,只是多媒体架构的一个组成部分。会话初始协议支持多媒体会话的五个基本方面:用户登记,用户可用性,用户能力,会话协商和会话管理。

[0056] 在图 2 中所呈现的互操作系统的模型中,询问呼叫会话控制功能节点 3 是无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络之间互联的接入点。

[0057] 该确定上述的系统中的会话阻塞概率的方法,包括以下步骤:

[0058] (1) 确定无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态,包括以下步骤:

[0059] (a) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的状态向量  $x_c$ :

[0060]  $x_c = (n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J})$ , 其中  $n_{c,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

[0061] (b) 根据以下公式确定公共安全陆地无线网络的状态向量  $x_l$ :

[0062]  $x_l = (n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,J})$ , 其中  $n_{l,j}$  为在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,  $J$  为业务的类型数;

[0063] (c) 根据以下公式确定无线蜂窝网络的发送功率  $P_T$ :

[0064]  $P_T = \frac{P_p + P_N \Lambda}{1 - \eta}$ ,  $P_p$  为公共控制信道使用的功率,  $P_N$  为背景噪声的功率,

$\Lambda = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{L_i}{\frac{w}{\omega_j R_j} + \rho}$ ,  $\eta = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{\rho + \gamma}{\frac{W}{\omega_j R_j} + \rho}$  为下行负荷系数,  $W$  为总共小区的带宽,  $R_j$  为业务类型  $j$  的用户的平均比特率,  $\omega_j$  为业务类型  $j$  的用户的信号噪声比的最低门限值,  $\rho$  为正交因子,  $\gamma$  为小区间干涉和小区内功率的比值,  $L_i$  为用户  $i$  路径损耗;

[0065] (d) 根据以下公式确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的状态空间以及系统当前的状态  $X$ :

[0066]

$$X = \{x = [x_l, x_c]\}$$

[0067]

$$= [n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,J}, n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J}] \in \mathbb{Z}_+^{2J},$$

[0068]

$$\left\{ \sum_{j=1}^J n_{l,j} c_j \leq C, P_T \leq P_T^{MAX} \right\};$$

[0069] 其中,  $\mathbb{Z}_+^J$  为  $J$  维的正整数向量集合,  $C$  为所述的公共安全陆地无线网络的信道容



量,  $P_T^{MAX}$  为基站的最大发送功率;

[0070] (2) 根据系统当前的状态确定系统的平衡概率, 包括以下步骤:

[0071] (a) 根据以下公式得到无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统的总体平衡方程:

$$\begin{aligned}
 [0072] \quad & \sum_{j=1}^J [\pi_u(x - e_{l,j}) \lambda_{l,j} a_j(x - e_{l,j}) + \pi_u(x - e_{c,j}) \lambda_{c,j} a_j(x - e_{c,j}) \\
 [0073] \quad & + \pi_u(x + e_{l,j}) \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1) + \pi_u(x + e_{c,j}) \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \\
 [0074] \quad & = \sum_{j=1}^J [\lambda_{l,j} a_j(x) + \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1)] \pi_u(x) + \sum_{j=1}^J [\lambda_{c,j} a_j(x) + \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \pi_u(x), x \in X;
 \end{aligned}$$

[0075] 其中,  $\{x(t), u\}_{t \in \mathbb{R}_+}$  为在每个无线资源分配算法中的马尔可夫过程,  $\mathbb{R}_+$  为正实数集合,  $\pi_u(x)$  为在使用算法  $u$  时系统在状态  $x$  的平衡概率,  $e_{l,j} \in \{0, 1\}^J$  为公共安全陆地无线网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x + e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x - e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中减少一个类型  $j$  的连接,  $e_{c,j} \in \{0, 1\}^J$  为无线蜂窝网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x + e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x - e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中减少一个类型  $j$  的连接,  $\lambda_{l,j}$  和  $1/\mu_{l,j}$  分别为公共安全陆地无线网络中的接入比率和离开比率,  $\lambda_{c,j}$  和  $1/\mu_{c,j}$  分别为无线蜂窝网络中的接入比率和离开比率;

[0076] (b) 从所述的总体平衡方程中解出平衡概率  $\pi_u(x)$ ;

[0077] (3) 根据系统的平衡概率确定该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率, 具体为:

[0078] 根据以下公式得到该无线蜂窝网络和公共安全陆地无线网络的互操作系统中的会话阻塞概率  $P_j^b$ :

$$[0079] \quad P_j^b = \sum_{i \in X_j} \pi(i)$$

[0080] 其中  $X_j \subseteq X$ ,  $j$  为业务类型;

[0081] (4) 根据该会话阻塞概率所必须满足的条件进行后续处理, 该会话阻塞概率所必须满足的条件为:

$$[0082] \quad P_j^N \leq TP_j^N,$$

$$[0083] \quad P_j^H \leq TP_j^H,$$

[0084] 其中,  $P^N$  为新接入的会话阻塞率,  $P^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的掉话概率,  $j$  为业务类型,  $TP_j^N$  为讲公共安全陆地无线网络的会话新接入到无线蜂窝网络的阻塞率的最高限值,  $TP_j^H$  为从公共安全陆地无线网络切换到无线蜂窝网络的会话掉话阻塞率的最高限值。

[0085] 在实际使用当中, 无线网络中无线频谱是最重要的资源之一。在无线网络中多媒体的应用是资源密集型的业务。提供给终端用户质量好的业务并且可以在覆盖范围内同时最佳的利用无线资源, 这在设计蜂窝网络和公共安全网络的互操作时是最大的挑战之一。

[0086] 本发明所提出的联合无线资源管理框架, 可以用来管理这两个网络覆盖范围内的无线资源。在无线资源管理的过程中最重要的就是考虑到服务的质量。下面的首先介绍系

统中什么服务质量首先需要得到保证,其次介绍联合无线资源管理的实现来保证这样的服务质量。

[0087] (1) 互操作系统的服务质量

[0088] 在公共安全网络中,如果业务可用性和连续性差就意味着能够挽救的生命和财产少,所以业务可用性和连续性在公共安全领域是非常重要的问题。在这个互操作的系统中,新接入的会话阻塞率  $P^N$  和从公共安全网络切换到蜂窝网络的掉话概率  $P^H$ ,这些值都必须低于一个目标值。

$$[0089] \quad P_j^N \leq TP_j^N \quad \dots\dots (1)$$

$$[0090] \quad P_j^H \leq TP_j^H \quad \dots\dots (2)$$

[0091] 其中  $J$  表示有种类型的业务。类型  $j, j = 1, 2, \dots, J$ 。

[0092]  $TP_j^N$  表示公共安全部门人员的会话新接入到蜂窝网络阻塞率的最高限值。

[0093]  $TP_j^H$  表示从公共安全网络切换到蜂窝网络的会话掉话概率的最高限值。

[0094] 我们假设在公共安全网络中有  $C$  个信道。类型  $j$  的会话占有的信道数为  $c_j, n_{1,j}$  表示在公共安全网络中激活的会话类型为  $j$  的用户数,定义一个向量:

$$[0095] \quad x_1 = (n_{1,1}, n_{1,2}, \dots, n_{1,J}) \quad \dots\dots (3)$$

[0096] 那么公共安全网络的容量就可以表示为:

[0097]

$$X_L = \left\{ x_1 \in \mathbb{Z}_+^J : \sum_{j=1}^J n_{1,j} c_j \leq C \right\} \quad \dots\dots (4)$$

[0098] 在本方法中,由于 WCDMA 蜂窝系统是可变扩频增益,  $W$  表示总共小区的带宽,业务类型  $j$  的用户的平均比特率为  $R_j$ ,业务类型  $j$  的用户的信号噪声比应该大于门限值  $\omega_j$ ,正交因子为  $\rho$ ,小小区间干涉(指的是其他同频小区之间信号造成的干扰)和小小区内功率的比值为  $\gamma$ 。用户  $i$  路径损耗为  $L_i$ 。  $n_{c,j}$  表示在蜂窝网络中激活的业务类型为  $j$  的用户数。下行负荷系数可以定义为:

$$\eta = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{\rho + \gamma}{\omega_j R_j + \rho}$$

[0099] 发送功率为:

$$[0100] \quad P_T = \frac{P_p + P_N \Lambda}{1 - \eta} \quad \dots\dots (5)$$

[0101] 其中  $P_p$  是公共控制信道使用的功率,  $P_N$  是背景噪声的功率,  $\Lambda = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{n_{c,j}} \frac{L_i}{\omega_j R_j + \rho}$ 。

[0102] 定义一个向量:

$$[0103] \quad x_c = (n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,J}) \quad \dots\dots (6)$$

[0104] 这样蜂窝网络的容量就可以表示为:

[0105]

$$X_C = \left\{ x_c \in \mathbb{Z}_+^J : P_T \leq P_T^{MAX} \right\} \quad \dots\dots (7)$$

[0106] 其中  $P_T^{MAX}$  是基站的最大发送功率,  $\mathbb{Z}_+^J$  表示  $J$  维的正整数向量。

[0107] 在本发明的互操作的网络中,定义系统的状态向量为  $x = (x_l, x_c)$ 。可交互的系统的状态空间  $X$  就可以定义为:

[0108]

$$X = \{x = [x_l, x_c]\}$$

[0109]

$$= [n_{l,1}, n_{l,2}, \dots, n_{l,j}, n_{c,1}, n_{c,2}, \dots, n_{c,j}] \in \mathbb{Z}_+^{2J} \quad \dots\dots (8)$$

[0110]

$$: \left\{ \sum_{j=1}^J n_{l,j} c_j \leq C, P_T \leq P_T^{MAX} \right\}$$

[0111] 其中  $C$  是公共安全网络的容量。

[0112] 对于每个给定的状态  $x \in X$ , 联合无线资源管理执行一个动作  $a(x)$ 。根据联合无线资源管理算法  $u \in U$  来执行动作。

[0113] 其中  $U$  定义为:

$$U = u : X \rightarrow A \quad \dots\dots (9)$$

[0115] 其中  $A$  为所有动作的集合, 每个动作表示网络允许会话接入或者拒绝会话接入。 $\{x(t), u\}_{t \in \mathbb{R}_+}$  是在每个无线资源分配算法中的马尔可夫过程,  $\mathbb{R}_+$  表示正实数。 $\pi_u(x)$  表示在使用算法  $u$  时系统在状态  $x$  的平衡概率, 行向量  $e_{l,j} \in \{0, 1\}^J$  表示只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1, 其余的则为 0,  $x+e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x-e_{l,j}$  表示在公共安全陆地无线网络中减少一个类型  $j$  的连接,  $e_{c,j} \in \{0, 1\}^J$  为无线蜂窝网络中只有在第  $j$  个组成部分的时候为 1、其余为 0 的行向量,  $x+e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中增加一个类型  $j$  的连接,  $x-e_{c,j}$  表示在无线蜂窝网络中减少一个类型  $j$  的连接, 在算法  $u$  下总体平衡如下表示:

$$[0116] \quad \sum_{j=1}^J [\pi_u(x-e_{l,j}) \lambda_{l,j} a_j(x-e_{l,j}) + \pi_u(x-e_{c,j}) \lambda_{c,j} a_j(x-e_{c,j})$$

[0117]

$$+ \pi_u(x+e_{l,j}) \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1) + \pi_u(x+e_{c,j}) \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \quad \dots\dots (10)$$

$$[0118] \quad = \sum_{j=1}^J [\lambda_{l,j} a_j(x) + \mu_{l,j} (n_{l,j} + 1)] \pi_u(x) + \sum_{j=1}^J [\lambda_{c,j} a_j(x) + \mu_{c,j} (n_{c,j} + 1)] \pi_u(x), x \in X;$$

[0119] 其中  $\lambda_{l,j}$ 、 $\lambda_{c,j}$ 、 $1/\mu_{l,j}$  和  $1/\mu_{c,j}$  分别是公共安全网络和蜂窝网络中接入和离开的比率。

[0120] 对于一个业务类型为  $j$  的会话, 阻塞的概率为:

$$[0121] \quad P_j^b = \sum_{i \in X_j} \pi(i) \quad \dots\dots (11)$$

[0122] 其中  $X_j \subseteq X$ 。

[0123] 通过此会话阻塞概率, 可以得出设计各种联合无线资源管理的方法来提高系统的性能。

[0124] 采用了上述的蜂窝网络和公共安全网络的互操作系统及阻塞率确定方法, 由于其利用在 3GPP 的发布的第七版协议中的第三代码分多址移动通信网络中的多媒体子系统结构, 使得蜂窝网络和公共安全网络之间可以互操作, 多媒体子系统的核心网络可以扩展连

接其它的网络,并在多媒体子系统框架结构中将公共安全网络作为其它的可扩展网络来对待,同时再多媒体子系统的上层应用中和公共安全网络中均使用初始会话协议,这样就可以使得 IP 多媒体子系统与公共安全网络之间实现了互操作,同时还可以通过本互操作系统中的联合无线资源管理方法计算出系统的平衡概率及有关服务质量的阻塞概率,而且使得公共安全网络可以充分利用现有的无线蜂窝网络的资源,可以更加有效的给安全部门人员提供更先进,更高效的通信,从而更好的为公众服务;不仅如此,本发明的方法可以明显的提高公共安全网络中的业务的可用性和连续性,使得新接入的会话的阻塞率明显低于现在存在的不可互操作的公共安全网络和蜂窝网络中的阻塞率,类似于新接入会话,切换会话的阻塞率情况也是如此,当安全部门人员移动出了公共安全网络,通信中的会话可以安全切换到蜂窝网络中,从而使得安全部门人员之间的服务质量得到了较好的保证。

[0125] 在此说明书中,本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是,很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此,说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

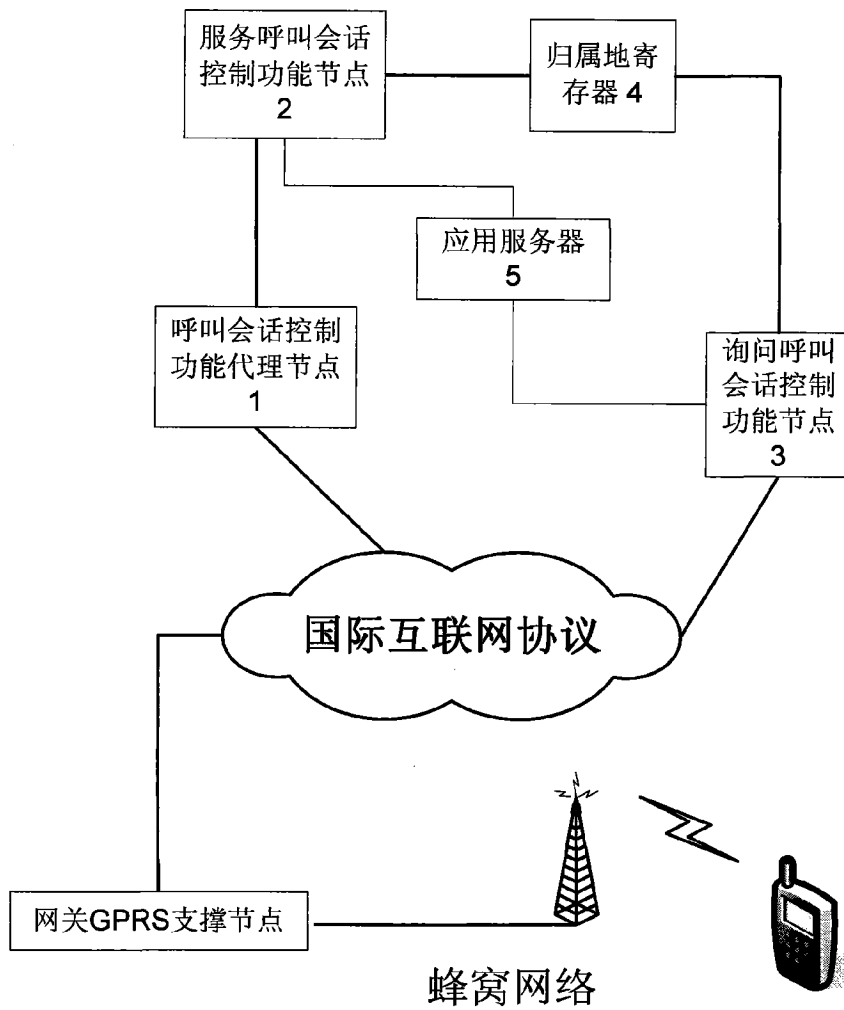


图 1

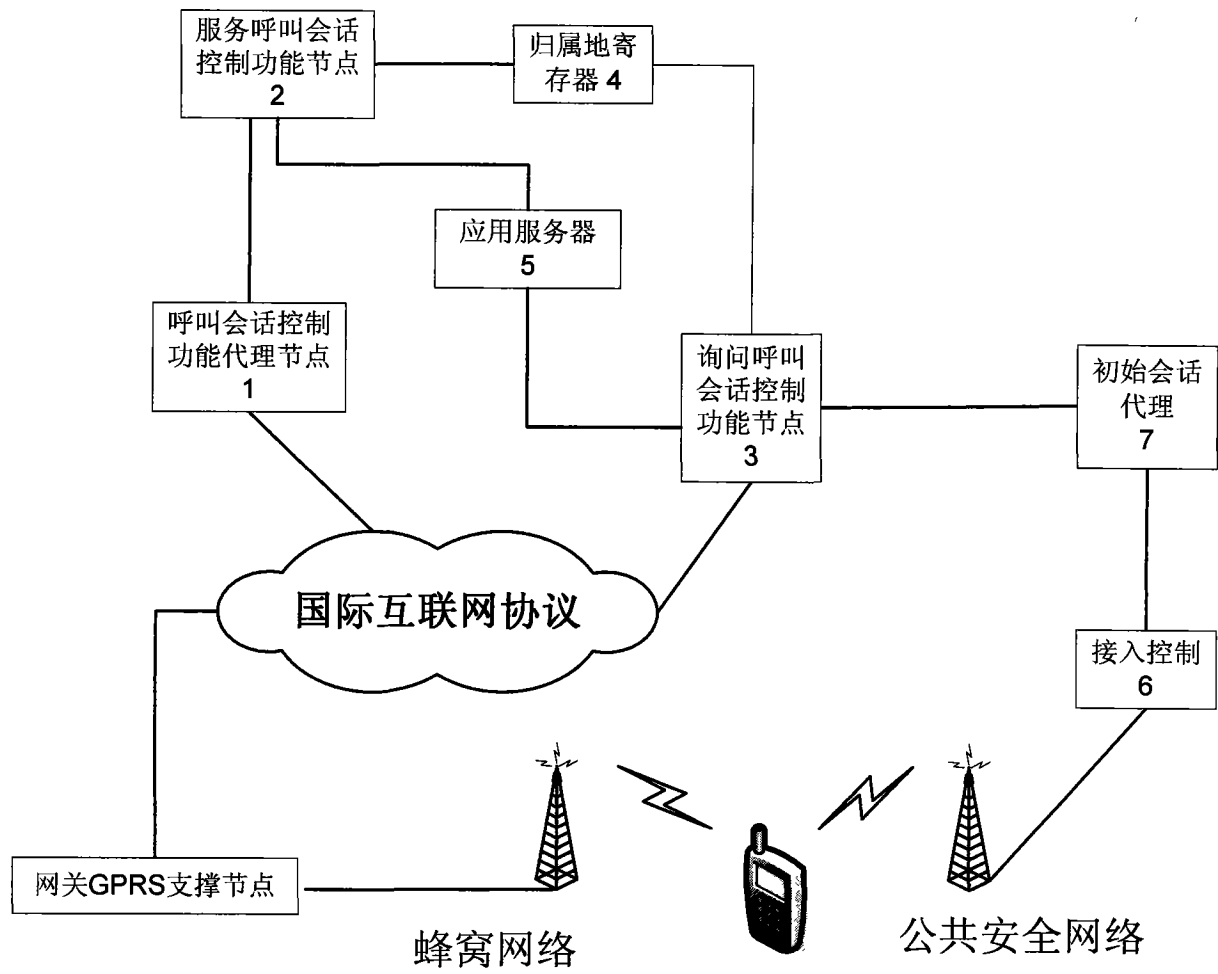


图 2