

移动网络中一种呼叫接入控制方案及分析

张欣, 卢军

(信息产业部武汉邮电科学研究院 武汉 430074)

【摘要】提出了一种可变预留信道数方案, 该方案计算在不同呼叫到达率下能达到最佳服务等级的预留信道数, 将实时呼叫到达率反馈到系统中, 呼叫接入控制针对不同的呼叫到达率设置不同的预留信道数, 在新呼叫阻塞率和切换呼叫掉话率之间寻求平衡, 以期达到最佳服务等级。通过对不同呼叫接入控制机制的仿真, 验证了新的呼叫接入控制机制的优点。

关键词 移动通信; 呼叫接入控制; 服务质量; 服务等级

中图分类号 TN929.5 文献标识码 A

A New Call Admission Control Scheme in Mobile Networks and Its Performance Analysis

ZHANG Xin, LU Jun

(Wuhan Research Institute of Post and Telecommunications Wuhan 430074)

Abstract In this article, we suggest a new call admission control (CAC) scheme based on guard channel scheme. Guard channels are set dynamically. Each cellular calculates the current call arrival rate. The call counter feeds the ratio back to the CAC system. Then the CAC system sets the guard channel number by the ratio. This scheme helps to balance the new call blocking probability and handover call blocking probability as different call arrival rate sets different guard channels. A performance comparison using simulation results between the new dynamically set guard channel scheme and the traditional guard channel scheme suggests considerable improvement from the new scheme.

Key words mobile communication; call admission control; quality of service; grade of service

呼叫接入控制(Call Admission Control, CAC)在无线资源管理中占有重要地位, 是无线网络服务质量(Quality of Service, QoS)机制的重要组成部分。呼叫接入控制的一般原理是^[1]: 1) 系统必须有足够的资源支持呼叫用户的请求; 2) 新用户的加入不能影响已存在用户的QoS。呼叫接入控制方案主要分为两大类^[2]: 预留信道方案和设置等待队列方案, 前者为切换呼叫设置专用的信道(静态的或动态的)^[3,4], 后者当呼叫发现无空闲信道时, 不被立即阻塞而是先进入队列等待^[4,5], 一旦有呼叫结束, 队列中的呼叫就可以得到服务。等待队列方案由于需要排队, 更加适合非实时的数据业务, 如第三代移动通信系统中的交互类(Interactive Class)和背景类(Background Class)业务^[6]。对于实时性要求较高的会话类(Conversational Class)业务来说, 预留信道方案更加适合。此外, 还有一些利用其他手段进行接入控制的方法, 如文献[7]中提出根据网络当前的负载设置不同的费率在小区内广播, 通过费率的变化来控制新用户的接入请求。目前对于呼叫接入控制算法的研究主要集中在无线接入网方面, 基于预留信道方案的CAC机制有4种^[3]: 1) 切换优先机制: 为切换

收稿日期: 2004-09-28

作者简介: 张欣(1980-), 男, 硕士生, 主要从事第三代移动通信核心网电路域方面的研究; 卢军(1964-), 男, 教授级高工, 主要从事移动通信方面的研究。

呼叫预留一定数量的专用信道; 2) 部分预留信道机制: 对新呼叫按一定比例(可根据当时网络状况动态调节)拒绝, 以减轻系统负担^[8]; 3) 指定切换专用信道; 4) 限制新呼叫总数机制。

本文的研究对象是多个小区内对新发起的语音呼叫的接入控制。语音呼叫分为两类: 新发起的语音呼叫和从相邻小区发出切换请求的语音呼叫。由于用户对通话过程中的掉话比对呼叫阻塞更为敏感, 因此要为切换呼叫预留专用的信道。但设置切换专用信道在降低切换掉话率的同时也会增加呼叫阻塞率^[1], 因此, 如何设置预留信道数, 在阻塞率和掉话率之间建立平衡是一个重要的问题。

1 系统结构和调度策略

虽然阻塞率和掉话率是此消彼长的, 但由于系统对新呼叫阻塞率和切换掉线率的要求不同, 移动网络中的服务等级变量(Grade of Service, GoS) $GoS = 10P_d + P_b$, 其中 P_d 为切换掉线率; P_b 为阻塞率^[1]。

目前的预留信道机制大多采用固定切换专用信道数^[7], 但是在本文提出的CAC机制基于指定切换专用信道机制, 又结合了部分预留信道机制可以动态调节的优点。系统可以根据当前呼叫到达率来动态调节切换专用信道数, 即让切换专用信道数自适应于呼叫到达率 $\lambda_n(t)$ 。系统原理框图如图1所示, 系统分为3部分: 呼叫计数器; 最佳预留信道表和控制模块。其中呼叫计数器对新呼叫进行计数, 达到一定的次数后根据计数所需时间算出当前系统的新呼叫到达率 $\lambda = C_n/T$, 再将此 λ 发往最佳预留信道查询表, 该查询表的作用是记录在不同的呼叫到达率的情况下设置不同的预留信道数量 K , 以期达到最小的GoS值。最后, 控制模块根据当前设置的预留信道数 C_g 和已用信道数 C_u 来决定是否接纳该呼叫。由于用户的平均切换时间和平均通话时间都是与时间无关的, 因此切换呼叫的到达率与新呼叫到达率之间的关系也是恒定的。即整个CAC系统中唯一的变量就是当前呼叫到达率 $\lambda_n(t)$ 。但前提条件是用户呼叫持续的时间和用户在同一个小区内停留的时间的分布服从相同的分布函数(分布函数的参数可以不同), 即近似服从指数分布^[3, 7, 9]。

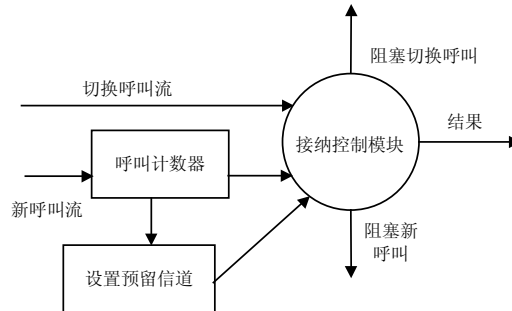


图1 CAC 系统原理图

在呼叫计数器中使用按次数计数主要是可以使系统对呼叫到达率的变化反应更为敏感。如果采用定时上报, 当系统的呼叫到达率出现增加时, 有可能因为还未到系统的上报时间而在一段时间内使切换掉话率增加。而如果采用按次计时, 可以利用呼叫到达率来动态调节呼叫上报时间间隔。在按次计时情况下, 呼叫上报的时间间隔会随呼叫到达率的增加而缩短。

最佳预留信道表既可以根据预先仿真计算的结果而先写入的固定数据, 也可以是一种算法, 在运行时再根据呼叫到达率计算得到最佳预留信道数, 衡量最佳预留信道数的标准是系统服务等级GoS, 通过事先的仿真计算, 算出在不同呼叫到达率的情况下使GoS值最小的预留信道数。在呼叫过程中, 根据呼叫到达率的变化来动态调节小区的预留信道数, 使系统在不同的呼叫到达率下均可以达到最佳GoS。GoS在理论上的取值为:

$$GoS(\lambda_n(t)) = \min(GoS(\lambda_n(t), K)) \quad K=1, 2, 3, \dots$$

在实际应用中, 考虑系统对呼叫到达率的反应时间, 呼叫到达不均匀等原因会使实际GoS略大于理论值。

由于系统在拒绝呼叫时, 要求被拒绝的呼叫应均匀分布在普通用户之间, 因此在不同呼叫到达率情况下选择预留信道数时不允许预留信道数一次增加超过2个。因为当跳跃式增加时可能会引起被拒绝的呼叫在

时间上分布不均匀。如总信道数为 C , t 时刻预留信道数为 N , $t+1$ 时刻预留信道数为 $N+3$, 在 t 时刻占用信道数大于 $C-N$, 在 $t+1$ 时刻新呼叫被接纳的条件是占用信道数小于 $C-N-3$, 即需要有至少3个呼叫结束才能接纳新呼叫, 可能造成在一个时间段内拒绝很多新呼叫。因此, 在选择预留信道数时不允许预留信道数一次增加超过2个。在实际应用中, 可以根据具体情况设置可否跳跃式增加或者最多允许一次增加几个预留信道。而对于预留信道的减少则没有限制。

假设每个呼叫都占用且仅占用一条信道, 控制模块决定接纳该呼叫的依据是: 对于一个新发起的呼叫, 被接纳须满足的条件是: $C_u < C - C_g$ (C 为该小区的总信道数)。对于一个切换呼叫, 只要有空闲信道呼叫就必须被接纳, 只需满足条件: $C_u < C$ 。

2 系统模型

2.1 小区结构模型

本文模拟多个小区内呼叫情况, 为了便于仿真, 目前采用的小区模型为两个小区A和B, A小区用户发起的切换切到B, B小区用户发起的切换切到A。两个小区新呼叫发起的频率是相同的。每个小区有两个呼叫流, 一个是新呼叫流, 另一个是从相邻小区切换的流, 如图2所示。

2.2 呼叫模型

分析CAC方案效率的呼叫模型以及各种分布的参数为^[7]: 1) 每个小区的信道总数 $C = 40$; 2) 每个呼叫占用且只占用1个信道; 3) 每个呼叫(新呼叫和切换呼叫)的通话时长服从以240 s为均值的指数分布, 每个呼叫在一个小区内停留的时间长度服从以120 s为均值的指数分布; 4) 新呼叫发起次数 $\lambda_n(t)$ 为一个泊松过程, 具体取值在参考文献[7]中有描述; 5) 由于在呼叫到达率 $\lambda_n(t) < 0.10$ 时, 几乎不会发生拥塞, 因此这里只对文献[7]中 $\lambda_n(t) > 0.10$ 的情况连续仿真两遍。

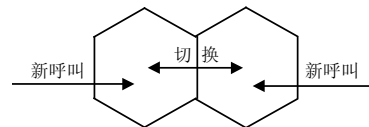


图2 小区模型结构图

3 仿真结果

用来衡量CAC方案的标准是GoS值。首先利用前面提出的呼叫模型通过仿真得到在不同呼叫到达率, 不同固定预留信道数下的GoS值, 如表1所示。再在每一种呼叫到达率下选择一种使GoS最小的预留信道数, 选择的原理为: 1) 相邻的 $\lambda_n(t)$ 之间预留信道数增加的时候最多一次增加2个预留信道; 2) 在满足条件1)的前提下能做到在相同呼叫到达率下GoS值最小; 3) 为了模拟预留信道数递增的情况, 取值时从呼叫到达率较低时开始逐渐增加呼叫到达率; 4) 在呼叫到达率 $\lambda_n(t) < 0.10$ 时, 几乎不会发生拥塞, 取预留信道数为1; 5) 总的呼叫拒绝率要小于0.01, 但是由于文献[7]中采用了排队的方式, 对呼叫可以不立即拒绝, 与本文所采取的机制不同, 所以该要求可以不被满足。

表1 不同呼叫到达率下不同预留信道数的仿真GoS

$\lambda_n(t)$	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
1	0.259 6	0.171 1	0.109 6	0.054 5	0.015 0	0.008 1
2	0.208 7	0.158 4	0.088 9	0.050 3	0.009 2	0.002 0
3	0.170 2	0.148 9	0.076 4	0.033 8	0.015 4	0.005 6
4	0.181 5	0.150 6	0.082 2	0.052 3	0.032 7	0.008 0
5	0.166 8	0.116 4	0.089 4	0.050 3	0.026 3	0.014 3

在实际应用中最佳预留信道数可以由经验数据得到, 或者根据实际网络的模型来构造, 表1仅是一个仿真结果, 是用仿真结果来替代经验值。

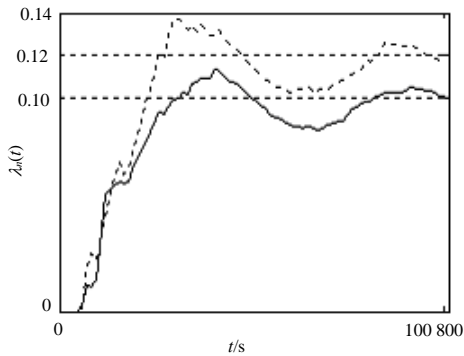


图3 两种CAC方法的仿真结果比较

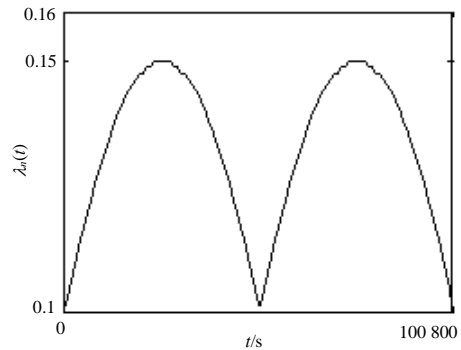


图4 呼叫到达率和当前时刻的关系

下面给出了在采用自适应的呼叫接纳控制机制的仿真结果,作为参照的系统是文献[7]中固定采用2个预留信道的的方法的系统。两个系统的GoS随 $\lambda_n(t)$ 的变化而变化过程如图3所示,其中纵轴是系统的GoS值,实线是采用动态设置预留信道法的仿真结果,虚线是采用文献[7]所描述的固定预留信道法的仿真结果,同时还给出了相应的呼叫到达率,如图4所示,其中纵轴是每秒新呼叫到达率。由仿真结果图上可以看到两种CAC机制下的系统GoS值。相关数据如表2所示。

表2 固定预留信道和动态预留信道数的性能比较

固定预留信道 $K=2$	比较项	动态调节预留信道
0.119 8	GoS	0.100 8
0.137 1	全程GoS最大值	0.113 8
0.57%	P_d	0.34%
6.25%	P_b	8.20%
73.94%	信道占用率	71.98%
2.55%	呼叫拒绝率	3.03%

此外,还对 $K=3\sim 5$ 的情况进行了仿真,其GoS值均大于0.11,比动态预留信道设置法得到的GoS高10%以上。为了作对比,假设前面仿真时所有呼叫均匀到达,那么其呼叫到达率为13.3%。由最佳预留信道表可知在,在最佳预留信道情况下,其GoS值将在0.076~0.116,实际仿真的结果是0.099,可见通过动态调节预留信道数,可以使系统的GoS接近呼叫均匀到达时的GoS。

4 结 论

由上面的对比可以看到,当采用动态设置预留信道的方法时,经过合理的设置预留信道数和呼叫计数器长度可以在不增加系统硬件开销的情况下将切换呼叫掉线率大大降低,改善了移动通信网络的GoS,对于移动通信系统的设计具有一定的指导作用。特别是当小区总信道数 C 较大时,预留信道数 K 可变化的范围较大时,该方法对于GoS的改善作用将更加明显。但主要缺点是由于要不停的计算呼叫到达率,使系统的计算量加大,但是基于目前的硬件平台,这样的计算量还是可以接受。另外,也可以通过适当增加等待队列的长度来减小计算呼叫到达率的频率。在本文中,呼叫通话时间和切换时间是采用统计值事先计算,将来还可以在网络中对呼叫模型进行修改,使预留信道数成为呼叫到达率和通话时间、在一个小区内停留时间3个参数的函数,这样将更加灵活,效率更高。

(下转第72页)

扰和防微波高能武器的屏蔽罩等。

实现左手媒质微波器件存在的问题是它的细线结构和SRR加工精度要求很高(亚微米级)^[7], 这是一个亟待解决的问题。

参 考 文 献

- [1] Pendry J B. Extremely low frequency plasma in metallic mesostructures[J]. Physical Review Letters, 1996, 76(25): 4 773 - 4 776
- [2] Pendry J B. Magnetism from conductors and enhanced nonlinear phenomena[J]. IEEE Trans MTT, 1999, 47(11): 2 075-2 084
- [3] Smith D R, Norman K. Negative refractive index in left-handed materials[J]. Physical Review Letters, 2000, 1985(14): 2 933-2 936
- [4] Smith D R. Composite medium with simultaneously negative permeability and permittivity[J]. Applied Physics Letters, 2000, 1984(18): 4 184-4 187
- [5] Smith D R, Dscurring, Pendry J B. Negative refraction of modulated electromagnetic waves[J]. Applied Physics Letters, 2002, 1981(15): 2 713-2 715
- [6] Markos P, Rouschatzakis I, Soukoulis C M. Transmission losses in left-hand ed materials[J]. Physical Review E66045601(R), 2002, 1-4
- [7] Smith R, Schurig D, Rosenbluth M, et al. Limitation on sub-diffraction imaging with a negative index slab[J]. Applied Physics Letters, 1982(12): 1 506-1 508

编 辑 徐安玉

(上接第60页)

参 考 文 献

- [1] 龔文斌, 甘仲民. 无线移动通信系统中的呼叫接入控制[J]. 通信学报 2003, 24(8): 135-143
- [2] 许健华, 戎蒙恬, 刘 洋. 无线移动网络中的一种呼叫接入控制方案[J]. 上海交通大学学报, 2004, 38(2):181-188
- [3] Fang Yugang, Zhang Yi. Call admission control schemes and performance analysis in wireless mobile networks[J]. IEEE Transaction on vehicular Technology, 2002, 51(2):371-382
- [4] Zeng Qing'an, Agrawal D P. Modeling and analysis of preemptive priority based handoffs in integrated wireless networks[J]. IEEE VTC, 2001, 1:281-285
- [5] Lin Phone, Lin Yinbing. Channel allocation for GPRS[J]. IEEE Transaction on Vehicular Technology, 2001, 50(2):375-387
- [6] 3GPP TS 23.107, Quality of Service (QoS) concept and architecture[S]. Version 5.6.0, 2002
- [7] Hou Jiongkuan, Yang Jie, Papavassiliou S. Integration of pricing with call admission control to meet QoS requirements in cellular networks[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2002, 13(Issue 9): 898 - 910
- [8] Ramjee R, Towsley D, Nagarajan R. An optimal call admission control in cellular networks[J]. Wireless Networks, 1997, 3: 29-31
- [9] 陈鑫林. 现代通信中的排队论[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999

编 辑 漆 蓉