

保护信道和排队相结合的信道分配策略

於时才, 魏鑫刚

YU Shicai, WEI Xingang

兰州理工大学 计算机与通信学院, 兰州 730050

School of Computer and Communication, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China

YU Shicai, WEI Xingang. Channel assignment strategy combining guard channel with queuing. *Computer Engineering and Applications*, 2012, 48(1): 112-113.

Abstract: A channel assignment strategy for voice/data cellular mobile communication system is proposed. The strategy provides guard channel for data call to reduce blocking probability of data call. Meanwhile, voice call queuing strategy is adopted to restrain voice call blockage deterioration caused by guard channel strategy. To further improve the system performance, impatient customers are introduced. And a queue system with impatient customers is given. The simulation results show that the proposed strategy can lower blocking probabilities of voice and data call and improve system performance.

Key words: channel assignment; guard channel; queuing strategy; impatient customer; blocking probability

摘 要: 提出了一种适用于语音、数据呼叫的蜂窝移动通信系统的信道分配策略。该策略为数据呼叫提供保护信道,降低数据呼叫的阻塞率。同时,采取语音呼叫排队策略抑制数据保护信道引起的语音呼叫阻塞率的恶化。为了进一步提高系统的性能,在策略中引入了不耐烦顾客,并建立了带有不耐烦顾客的排队模型。仿真结果表明该策略能够有效地降低语音呼叫和数据呼叫阻塞率,改善系统性能。

关键词: 信道分配; 保护信道; 排队策略; 不耐烦顾客; 阻塞率

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2012.01.032 文章编号: 1002-8331(2012)01-0112-02 文献标识码: A 中图分类号: TN911

1 引言

移动通信用户数量的急剧增长以及用户对语音和数据业务需求的不断增加,导致有限的频谱资源更加紧缺。如何提高现有频谱资源的利用率已成为移动通信发展的重要因素,而良好的信道分配是解决这一问题的有效措施之一。

在信道分配的几种经典策略中,固定信道分配虽简单易行但不能处理热点问题,动态信道分配和混合信道分配虽能较好地跟踪话务量的变化,但当不采用其他优化措施时,仅在业务量较小时才有较低的呼叫阻塞率,并且具有较高的实现复杂度。因此,一些新的策略被相继提出,如速率拆分策略^[1]、信道借用策略^[2-3]、保护信道策略^[4]和排队策略^[5-6]等。速率拆分策略的主要思想是当没有空闲信道且有新的呼叫到达时,将一个全速率信道分割成两个半速率信道。这虽然能够降低呼叫阻塞率,但它是以降低业务质量为代价的。信道借用策略的主要思想是当一个蜂窝小区已没有空闲信道且有新的呼叫到达时则从相邻小区借用信道。它虽然可以降低呼叫阻塞率,但要考虑被借用小区的呼叫情况等因素,有较高的复杂度。保护信道策略和排队策略因其有效、易实现等优点,正引起越来越广泛的关注。

本文提出了一种数据保护信道和语音呼叫排队相结合的信道分配策略。该策略的主要思想是给数据呼叫预留数据保护信道,语音呼叫引入排队机制。它很好地调和了语音呼叫阻塞和数据呼叫阻塞的矛盾,使两种阻塞均保持在较低水平。并从实际角度和降低呼叫阻塞率的目的出发,引入了不耐烦顾客,并建立了带有不耐烦顾客的排队模型。

2 系统模型

假设系统由很多相同的蜂窝小区组成。每个蜂窝小区均分配 C 个下行信道。分析时,将注意力集中到其中某一特定小区。某特定小区的系统模型如图 1 所示,其中 C_d 个信道为数据保护信道,为数据呼叫专用,用于降低数据呼叫的阻塞率。 $(C - C_d)$ 个信道为语音呼叫和数据呼叫共用,称为公共信道。另外,为语音呼叫提供排队等待队列 B_v ,其容量为 k 。

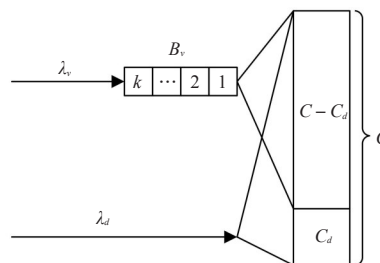


图1 系统模型图

设 $i(0 \leq i \leq C+k)$, $j(0 \leq j \leq k)$ 分别为蜂窝小区中所有呼叫(包括正在被服务的呼叫和正在排队队列中等待的呼叫)的个数和正在排队队列中等待的呼叫的个数。当呼叫到达时,先占用公共信道。

(1)当语音呼叫(包括新呼叫和切换呼叫)到达蜂窝小区,若 $0 \leq i < (C - C_d)$,则给语音呼叫分配一空闲信道;若 $(C - C_d) \leq i < (C+k)$,则新到达的语音呼叫在 B_v 中排队等待。在等待过程中,不耐烦的顾客按泊松流离开队列。若 $i = (C+k)$,则系统将拒绝接纳语音呼叫。

作者简介: 於时才(1950—),男,教授,主要研究领域为无线资源管理、图像处理等;魏鑫刚(1983—),男,硕士研究生。E-mail: weixingang@126.com

收稿日期: 2010-07-15; **修回日期:** 2010-10-29

(2)当数据呼叫到达蜂窝小区,若 $0 \leq i < (C - C_d)$, 则从公共信道中分配一空闲信道给数据呼叫使用;若 $(C - C_d) \leq i < C$, 则从数据保护信道中分配一空闲信道给数据用户使用;若 $i \geq C$, 则系统将拒绝接纳数据呼叫。

(3)当接受服务的语音呼叫离开小区,若 $0 < j \leq k$, 则分配释放的信道给正在排队的语音呼叫使用;若 $j = 0$, 则分配释放的信道给新到达的数据呼叫使用。

(4)当接受服务的数据呼叫离开小区,若释放的是公共信道且 $0 < j \leq k$, 则分配释放的信道给正在排队的语音呼叫使用;若释放的是数据保护信道,则释放的信道给数据呼叫预留。

至此,系统模型建立完毕。

3 性能分析

设语音呼叫到达和数据呼叫到达均服从泊松分布且相互独立,其参数分别为 λ_v, λ_d 。通信业务占用信道的时间服从负指数分布,其参数为 μ , 即每个呼叫的平均服务时间为 $1/\mu$ 。引入具有不耐烦顾客的 $M/M/C/(C+k)$ 排队模型对系统性能进行分析,设队列中排队等待的不耐烦顾客按泊松流离开队列,其参数为 α_j 。不耐烦顾客离去的强度 α_j 与队列长度 j 成正比关系,即 $\alpha_j = j\delta (\delta > 0)$ 。该策略的状态转移图如图2所示。

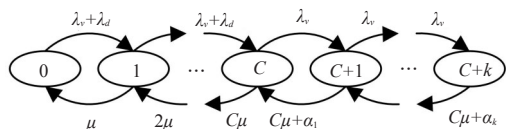


图2 状态转移图

设系统中有 i 个呼叫的稳态概率为 $p_i (0 \leq i \leq C+k)$ 。由状态转移图可得稳态状态方程为:

$$\begin{cases} (\lambda_v + \lambda_d)p_{i-1} = i\mu p_i, 0 \leq i \leq C \\ \lambda_v p_{i-1} = (C\mu + \alpha_j)p_i, C < i \leq C+k \end{cases} \quad (1)$$

解该方程组得:

$$p_i = \begin{cases} \frac{(\lambda_v + \lambda_d)^i}{i! \mu^i} p_0, 0 \leq i \leq C \\ \frac{(\lambda_v + \lambda_d)^C \lambda_v^{i-C}}{C! \mu^C \prod_{j=1}^{i-C} (C\mu + \alpha_j)} p_0, C < i \leq C+k \end{cases} \quad (2)$$

再利用正则性条件 $\sum_{i=0}^{C+k} p_i = 1$, 并令 $\rho = (\lambda_v + \lambda_d)/\mu$ 得到

$$p_0 = \left[\sum_{i=0}^C \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^C}{C!} \sum_{i=C+1}^{C+k} \frac{\lambda_v^{i-C}}{\prod_{j=1}^{i-C} (C\mu + \alpha_j)} \right]^{-1} \quad (3)$$

在此基础上可以计算出语音呼叫阻塞率 P_v 和数据呼叫阻塞率 P_d 。当排队队列已满,语音呼叫将被阻塞,因此语音业务阻塞率为:

$$P_v = p_{C+k} = \frac{\rho^C \lambda_v^k}{C! \prod_{j=1}^k (C\mu + \alpha_j)} p_0 \quad (4)$$

当公共信道和数据保护信道均没有空闲信道时,数据呼叫将被阻塞,因此数据呼叫阻塞率为:

$$P_d = \sum_{i=C}^{C+k} p_i = \frac{\rho^C}{C!} \left[1 + \sum_{i=C+1}^{C+k} \frac{\lambda_v^{i-C}}{\prod_{j=1}^{i-C} (C\mu + \alpha_j)} \right] p_0 \quad (5)$$

当不考虑不耐烦顾客时,通过计算可以得出语音呼叫阻塞率 P_v' 和数据呼叫阻塞率 P_d' 分别为:

$$P_v' = \frac{\rho^C \lambda_v^k}{C! (C\mu)^k} p_0' \quad (6)$$

$$P_d' = \frac{\rho^C}{C!} \left[1 + \sum_{i=C+1}^{C+k} \frac{\lambda_v^{i-C}}{(C\mu)^k} \right] p_0' \quad (7)$$

其中, p_0' 为系统中有零个呼叫的稳态概率。其表达式为:

$$p_0' = \left[\sum_{i=0}^C \frac{\rho^i}{i!} + \frac{\rho^C}{C!} \sum_{i=C+1}^{C+k} \frac{\lambda_v^{i-C}}{(C\mu)^k} \right]^{-1} \quad (8)$$

4 仿真结果

将本文提出的带有不耐烦顾客的数据保护信道和语音呼叫排队相结合的策略(Data Guard Channel And Voice Call Queuing Strategy with Impatient Customer, DAV-w-IC)与固定信道分配策略(FCA)以及未考虑不耐烦顾客的数据保护信道和语音呼叫排队相结合的策略(Data Guard Channel And Voice Call Queuing Strategy without Impatient Customer, DAV-w/o-IC)进行比较。

假设每个蜂窝小区分配20个下行信道,其中16个为公共信道,4个为数据保护信道。每个通信业务占用信道的平均时间为60 s。基于MATLAB平台对所提出的分配策略进行仿真。仿真结果如图3、图4所示。

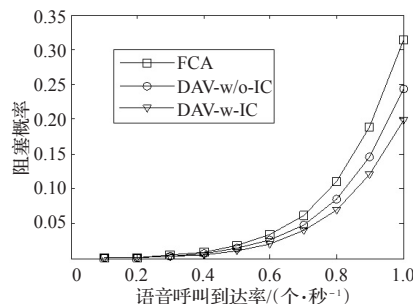


图3 语音呼叫阻塞率

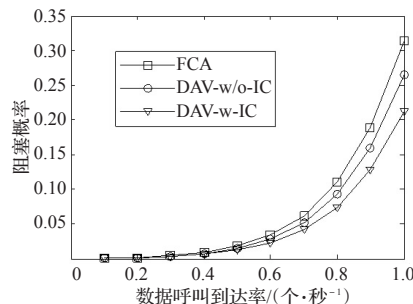


图4 数据呼叫阻塞率

由图3、图4可知,当呼叫到达率较低时(< 0.4 个/秒),对于3种信道分配策略而言,系统都能够维持很低的阻塞率。随着呼叫到达率的增大,呼叫阻塞率快速上升。此时,数据保护信道和语音呼叫排队策略的采用显著改善了呼叫的阻塞概率。不耐烦顾客模型的引入使得呼叫阻塞率进一步降低。当呼叫到达率越大时,本文提出的策略优越性越显著。综合来看,该文所提出的带有不耐烦顾客的数据保护信道和语音呼叫排队相结合的策略更适合蜂窝移动通信系统。

(下转 134 页)

$$\frac{|f_x - f_z| - |f_x - f_y|}{2} \geq 0$$

从而有: $M(\mu(x), \mu(y)) \geq M(\mu(x), \mu(z))$ 。同理可得: $M(\mu(y), \mu(z)) \geq M(\mu(x), \mu(z))$ 。因此 $M(\mu(x), \mu(z)) \leq \min\{M(\mu(x), \mu(y)), M(\mu(y), \mu(z))\}$ 。

4 算例分析与比较

为了便于比较优劣,本文算例采用比较方式进行分析,以下是本文的系数相似度量与文献[5-7, 13]中算法的比较,结果如表1所示。

表1 本文的系数相似度量方法与其他算法的结果比较表

比较项目	1	2	3	4	5
x	[0.2, 0.4]	[0, 0]	[0.4, 0.8]	[0.4, 0.8]	[0, 0.4]
y	[0.1, 0.5]	[1, 1]	[0.5, 0.7]	[0.5, 0.8]	[0.6, 1]
M_c (见文献[5])	1.000	0.5	1.00	0.95	0.70
M_H (见文献[6])	0.900	0	0.90	0.95	0.40
M_L (见文献[7])	0.950	0	0.95	0.95	0.40
M_X (见文献[13])	0.875	0	0.88	0.95	0.25
M (见本文算法)	0.900	0	0.80	0.90	0.40

通过对表1比较发现:文献[5]算法对第1, 2组数据的分析结果显然不符合人类的直觉与认识思维;文献[6]算法对第1, 3组数据的分析结果不能很好区分这两组数据;文献[7]算法对第3组数据[0.4, 0.8], [0.5, 0.7]与第4组数据[0.4, 0.8], [0.5, 0.8]的分析结果不能很区分,实际上从直觉思维是可以区分的,这不符合人类的认知规律;文献[13]算法对第5组数据的分析结果比直觉思维结果有些偏低。而本文的算法对Vague集 t_x, π_x, f_x 通过确定与不确定事物的同一度(同)、差异度(异)和对立度(反)三个方面刻画描述事物的特性及关系,描述了事物之间的确定与不确定性,由系数数建立Vague集 t_x, π_x, f_x 三者之间的内在规律,这更符合人类的思维与认知。

5 结论

在系数理论与Vague集理论的基础上,提出了一种基于

Vague相似度量的系数方法,并给出及证明了Vague系数相似度量的性质。最后通过算例比较分析,发现传统算法的不足与缺陷。实例表明通过建立及定义的Vague系数集相似度量方法更合理、科学和有效。

参考文献:

- [1] Zadeh L A. Fuzzy sets[J]. Information and Control, 1965, 8(3): 338-357.
- [2] Gau W L, Buehrer D J. Vague sets[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1993, 23(2): 610-614.
- [3] 赵克勤. 集对分析及其初步应用[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000.
- [4] 金兰, 杨勇, 牛彩云. Vague集及其相似度量的新方法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(29): 31-33.
- [5] Chen Shyi-ming. Measures of similarity between vague sets[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1995, 74(2): 217-223.
- [6] Hong D H, Kim C A. A note on similarity measures between vague sets and between elements[J]. Information Sciences, 1999, 15(1): 83-96.
- [7] 李凡, 徐章艳. Vague集之间的相似度量[J]. 软件学报, 2001, 12(6): 922-927.
- [8] 王万军. 基于模糊决策的多属性系数决策方法[J]. 数学的实践与认识, 2008(21): 78-82.
- [9] 王万军. 集对分析在综合评估及发展趋势预测的应用[J]. 武汉工程大学学报, 2009(9): 78-80.
- [10] 王万军. 一种区间数排序的系数方法[J]. 计算机工程与设计, 2009(8): 2055-2057.
- [11] 王万军. 基于系数数 $a+bi$ 理论的学生综合素质评价方法[J]. 河北科技大学学报, 2010(6): 47-51.
- [12] 周晓光, 谭春桥, 张强. 基于Vague集的决策理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 35-40.
- [13] 徐凤生. Vague集相似度量方法[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(5): 53-54.

(上接113页)

5 结束语

提出了一种数据保护信道与语音呼叫排队相结合的信道分配策略,该方案对语音呼叫和数据呼叫采用不同的处理措施。为数据呼叫提供保护信道,以降低数据呼叫的阻塞率。为了抑制数据保护信道引起的语音呼叫阻塞概率恶化现象,采用了语音呼叫排队策略。当语音呼叫到达时,系统没有可用信道,队列中排队等待的不耐烦顾客按泊松流离开队列。如果正在进行的呼叫离开,队列中的语音呼叫可以按照次序获得信道。理论分析和仿真结果表明,该策略能够有效地降低语音呼叫和数据呼叫阻塞率,改善系统性能。

参考文献:

- [1] Lin Y B, Harasty D A. The sub-rating channel assignment strategies for PCS hand-offs[J]. IEEE Trans on Vehicular Technology, 1996, 45(1): 122-130.

- [2] Zhao F M, Jiang L G, Bing H Y. Performance analysis of channel borrowing on hierarchical wireless networks[C]//Proceedings of the 2005 IEEE International Workshop on VLSI Design and Video Technology. Suzhou, China: IEEE Press, 2005: 331-334.
- [3] 赵方明, 蒋铃鹤, 何晨. 基于信道借用的无线异构网络信道分配方案[J]. 上海交通大学学报, 2008, 42(4): 658-663.
- [4] Shin Haw-Yun, Wu Jean-Lien C. The study of multi-channel scheme with channel de-allocation in wireless networks[J]. Computer Networks, 2004, 45(4): 463-482.
- [5] Ferng Huei-wen, Tsai Yi-chou. Using priority, buffering, threshold control, and reservation techniques to improve channel-allocation schemes for GPRS system[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2005, 54(1): 286-306.
- [6] Nassar H, Al-Mahdi H. Design and analysis of a TDMA call assignment scheme for cellular networks[J]. Computer Communications, 2009, 32: 1200-1206.