

一种蜂窝CDMA系统中的双门限呼叫接纳控制算法

廖丹, 李乐民

(电子科技大学 宽带光纤传输与通信网技术教育部重点实验室 成都 610054)

【摘要】提出了一种适合于语音和数据用户并发的蜂窝CDMA系统的呼叫接纳控制算法。该算法将数据业务,新到达的语音业务,切换的语音业务进行区分对待,设置不同的剩余带宽门限值。当新呼叫或切换呼叫到达时,首先估计当前系统剩余的带宽,然后根据不同类别业务与不同门限值进行比较,决定是否对该呼叫进行接纳。最后通过仿真对门限值的不同设定进行了比较分析。

关键词 码分多址; 呼叫接纳控制; 干扰; 双门限

中图分类号 TN929.11 **文献标识码** A

A Dual Threshold Call Admission Control Algorithm in CDMA Cellular Networks

Liao Dan, Li Leming

(Key Laboratory of Broadband Optical Fiber Transmission and Communication Networks UEST of China, Ministry of Education Chengdu 610054)

Abstract In this paper, we propose a dual threshold admission control algorithm in voice/data integrated code division multiple access cellular networks. The proposed algorithm gives different threshold to data call, new voice call and handoff call. When a call requests, the proposed algorithm estimates the remained bandwidth and compares it with the threshold to decide if the requesting call is accepted. The simulation shows that the algorithm has the different performance with the different threshold values. We choose the adaptive threshold values through the simulation analysis.

Key words code division multiple access; call admission control; interference; dual threshold

目前所有的3G标准都是基于码分多址(Code Division Multiple Access, CDMA)技术的。由于CDMA系统是一个自干扰的系统,其系统容量不是一个相对固定的值,而是具有“软容量”的概念。即CDMA的系统容量有较大的弹性,其网络覆盖范围、服务质量与同时接受的用户数量之间存在一定的平衡关系。所以合理有效的无线资源管理(Radio Resource Management, RRM)对蜂窝CDMA系统的稳定运行有重要意义。

呼叫接纳控制(Call Admission Control, CAC)作为无线资源管理的一个重要功能,用来判断一个资源分配请求是否被系统允许。其目的是保证服务质量、提高系统容量、防止系统过载等。

近几年无线通信技术发展十分迅猛,随着3G技术的发展,手机除语音传递,还可以传递众多数据业务,如网页浏览,文件下载等。这要求呼叫接纳控制算法必须考虑语音和数据并发的情况。

文献[1]中提出了一种语音和数据并发情况下的呼叫接纳控制算法,将带宽完全分离的分配给语音和数据业务。但是这个带宽的分配是动态可变的,它没有区分考虑切换和新到达业务。在文献[2]中将这种接纳控制算法加以扩展,提出了一种新的接纳控制算法,设算法将切换业务和新到达业务区分考虑。文献[3]提

收稿日期:2004-07-01

基金项目:国家自然科学基金委员会与香港研究资助局联合科研基金资助(60218002)

作者简介:廖丹(1980-),男,博士生,主要从事无线网络中的呼叫接纳控制和分组调度算法方面的研究。

出了一种基于双门限的呼叫接纳控制算法,并且对其性能与其他一些呼叫接纳控制算法进行比较,体现了较好的性能。但是,这些算法都是基于固定信道加以考虑分析的,不适用于CDMA系统中。本文提出了一种适用于蜂窝CDMA系统的呼叫接纳控制算法,是基于小区内剩余带宽预测加以实现的,扩展了基于固定信道的双门限呼叫接纳控制算法。

1 系统模型

系统采用与文献[4]相同的19小区模型,中心小区外有6个相邻小区和12个次相邻小区。假定系统的功率控制是理想的,各个用户的发射功率受导频信号最强的小区基站的控制。每个小区的用户是均匀分布的,并假定每个小区各类业务的用户数相同。各个用户的发射功率除了有路径损耗外,还有阴影衰落。路径损耗与距离的4次方成正比,阴影衰落服从对数正态分布。

语音和数据呼叫均按Poisson过程到达,数据业务的呼叫平均到达率为 I_D ,一旦呼叫接收服务,数据业务的呼叫平均持续时间为 $1/m_D$ 。语音业务的呼叫平均到达率为 I_V ,其中以概率 P 为切换用户。一旦呼叫接收服务,语音业务的呼叫平均持续时间为 $1/m_V$ 。

2 呼叫接纳控制算法

2.1 小区剩余带宽估计

由于受接收机的动态范围限制,基站接收到的总干扰功率谱密度不能超过一个上界值 I_0 , I_0 可以由接收机背景噪声功率谱密度 N_0 与系统负荷 h 确定^[5]:

$$\frac{I_0}{N_0} = \frac{1}{h} \quad (1)$$

式中 h 的具体取值由系统的总体设计方案决定。

不失一般性,考虑系统中基站1接收到的总干扰和噪声功率为 $I_{tot}W = I_{inner} + I_{inter} + N_0W$ 。其中, I_{inner} 为小区1内所有用户在基站1接收机处的总干扰功率, I_{inter} 为所有其他小区内用户对基站0接收机造成的干扰, N_0W 为基站1接收机背景噪声功率。

假定每个小区提供 M 类业务,所有业务共享相同的扩频带宽 W 。定义其他小区用户对第1小区用户的平均干扰因子为 f ,它表征了其他小区用户的总干扰功率与本小区内基站总接收功率间的平均比例关系。在所有小区内各类业务负荷相同,且用户具有均匀的空间分布假设下,小区间平均干扰因子 f 是一个与业务类型无关的量,取为0.55^[6]。于是,将其他小区所有用户对基站1的影响统一到小区1内附加用户造成的总干扰中去。即所有其他小区内第 k 类业务用户对基站1引入的平均干扰功率相当于小区1内附加了 fN_k 个第 k 类业务用户产生的平均干扰功率。这样,可得到基站1接收到的总干扰和噪声功率为^[7]:

$$I_{tot}W = \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^{(1+f)N_k} \mathbf{a}_{kij} E_{kij}^b R_{kij} + N_0W \quad (2)$$

式中 \mathbf{a}_{kij} 、 E_{kij}^b 和 R_{kij} 分别是小区 j 中第 k 类业务的第 i 个用户的激活因子、比特能量和传输速率, N_k 为当前小区中第 k 类业务的用户数。

考虑到对同一类业务用户而言,其目标信噪比(Signal-to-Interference Ratio, SIR)、激活因子与传输速率都是相同的,且在理想功率控制的情况下,小区内每个用户都能获得所需的接收目标SIR,即 $\mathbf{g}_{ki} = E_{kij}^b / I_0 = \mathbf{g}_k^0$ 。不失一般性,略去参考小区1的下标,由式(1)、(2)有:

$$\sum_{k=1}^M (1+f)N_k \mathbf{a}_k \mathbf{g}_k^0 R_k = W(1-h) \quad (3)$$

本文考虑两种业务,一种为语音业务,具有固定速率 R_V ,激活因子为 \mathbf{a}_V ,目标SIR为 \mathbf{g}_V^0 。另一种为数据业务,其激活因子为 \mathbf{a}_D ,目标SIR为 \mathbf{g}_D^0 ,速率可在 $[R_{D,\min}, R_{D,\max}]$ 之间连续取值。 $R_{D,\max}$ 为最大速率, $R_{D,\min}$ 为最小速率。当有足够带宽时,数据业务始终以最大速率 $R_{D,\max}$ 加以发送,当带宽不足时,数据业务可以 $[R_{D,\min}, R_{D,\max}]$ 之间的某一个值作为发送速率。

假定小区将来只有语音业务到达时,由式(3)可以得到剩余的最大带宽

$$R_{V,remain} = \frac{(W(1-h) - (1+f)(N_V a_V g_V^0 R_V + N_D a_D g_D^0 R_{D,min}))}{((1+f)a_V g_V^0)} \tag{4}$$

式中 N_V 为小区中已有的语音业务用户数, N_D 为小区中已有的数据业务用户数。
假定小区将来只有数据业务到达时, 由式(3)可以得到剩余的最大带宽

$$R_{D,remain} = \frac{(W(1-h) - (1+f)(N_V a_V g_V^0 R_V + N_D a_D g_D^0 R_{D,min}))}{((1+f)a_D g_D^0)} \tag{5}$$

假定 $r_V = I_V / m_V$ 为语音业务的业务强度, $r_D = I_D / m_D$ 为数据业务的业务强度, 估计小区内剩余带宽

$$R_{remain} = \frac{R_{V,remain} r_V / (r_V + r_D) + R_{D,remain} r_D}{(r_V + r_D)} \tag{6}$$

2.2 双门限呼叫接纳控制算法

定义小区估计的剩余带宽占估计的总带宽的百分比为:

$$Percent_{remain_R} = \frac{R_{remain}}{(R_{remain} + (1+f)(N_V a_V g_V^0 R_V + N_D a_D g_D^0 R_{D,min}))} \tag{7}$$

由于保证语音切换业务的接纳极为重要, 需为语音切换业务预留一部分带宽。而数据业务由于其可变速率, 当带宽资源较紧张时, 可以减小其发送速率, 所以不将其切换业务单独区分。基于类似的考虑, 为语音业务也预留一部分带宽。

定义两个门限值 $K1, K2$, 其中 $K1 < K2$ 。接纳控制算法的具体描述如下:

- 1) 当一个切换的语音呼叫到达的时候, 将 N_V 加1, 计算出 $Percent_{remain_R}$, 如果 $Percent_{remain_R} < 0$, 接纳该切换的语音呼叫, 反之拒绝。
- 2) 当一个新发起的语音呼叫到达的时候, 将 N_V 加1, 计算出 $Percent_{remain_R}$, 如果 $Percent_{remain_R} < K1$, 接纳该语音呼叫, 反之拒绝。
- 3) 当一个数据业务呼叫请求到达的时候, 将 N_D 加1, 计算出 $Percent_{remain_R}$, 如果 $Percent_{remain_R} < K2$, 接纳该数据业务请求, 反之拒绝。

3 仿真分析

在仿真中, 考虑的语音和数据业务的特征如表1所示。

表1 各业务的特征要求

业务类型	激活因子	目标信噪比/dB	平均服务时间/s	最大速率/Kbps	最小速率/Kbps
语音	0.50	5.60	120	12.20	12.20
数据	1.00	3.20	1 000	64.00	32.00

设系统带宽 $W = 3.84$ MHz, 系统负荷 $h = 0.10^{[6]}$, 小区间平均干扰因子 f 为 $0.55^{[6]}$ 。假定业务强度 $r_V = r_D$ 从 $10 \sim 20$ 变化。假定语音业务呼叫里面以概率 0.20 为切换的语音业务。在无线蜂窝网中, 切换语音业务的阻塞概率是很重要的一个性能参数, 设置这个目标参数小于 10^{-3} 。

图1所示是语音切换呼叫的切换失败概率与业务强度(Call Intensity)的关系。由图中可以看出, 当 $K1=0.05$ 、 $K2=0.10$ 时语音切换呼叫的切换失败概率在业务强度比较大的时候不能低于目标值 10^{-3} 。而当 $K1=0.10$, $K2$ 分别为 $0.10, 0.15, 0.20$ 时, 语音切换呼叫的切换失败概率均能低于目标值。而且随着 $K2$ 的加大, 概率进一步降低, 这是由于随着 $K2$ 增加, 预留的带宽比例增加, 接纳的数据业务减少了。

图2所示是语音新呼叫阻塞率与业务强度的关系。由图中可以看出随着 $K2$ 的增加阻塞率会减小, 这也是由于随着 $K2$ 增加, 预留的带宽比例增加, 接纳的数据业务减少了。

图3所示是数据业务阻塞率与业务强度的关系。由图中可以看出随着 $K2$ 的增加, 由于预留给语音业务的带宽比例增加了, 可接纳的数据业务减少, 数据业务阻塞率增大了。

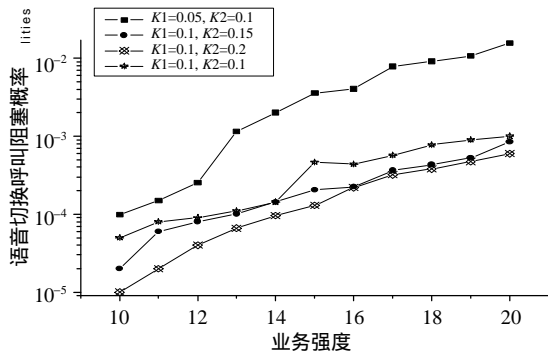


图1 语音切换呼叫阻塞概率

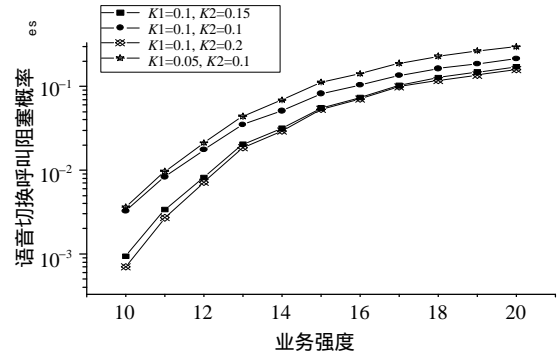


图2 语音新呼叫阻塞概率

由仿真结果可以得知： $K1=0.05$ 、 $K2=0.10$ 时语音切换呼叫的切换失败概率在业务强度比较大的时候不能低于目标值 10^{-3} ，是不合适的门限值。而 $K1=0.10$ 、 $K2=0.10$ ， 0.15 ， 0.20 时都能够达到语音切换呼叫阻塞率的目标值，其中 $K2=0.20$ 时数据业务的阻塞率明显大于 $K2=0.10$ ， 0.15 时。在综合考虑语音新呼叫业务的阻塞率，选取 $K1=0.10$ 、 $K2=0.15$ 作为门限值使算法具有较好的性能。

5 结论

本文提出的呼叫接纳控制算法适合于语音和数据用户并发的蜂窝CDMA系统，通过仿真对不同门限值的设定进行了分析，仿真比较了不同门限值下语音切换呼叫、语音新呼叫和数据呼叫阻塞率。仿真结果说明在选取合适门限值的情况下该算法能达到较好的性能。

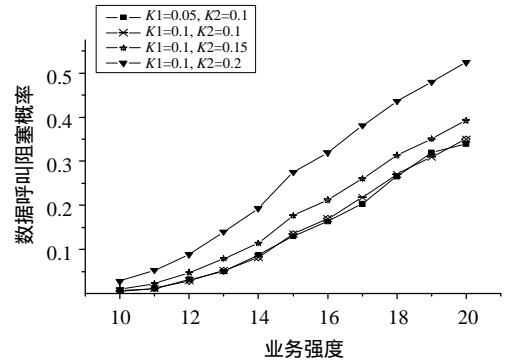


图3 数据呼叫阻塞概率

参考文献

- [1] Huang Y R, Lin Y B, Ho J M. Performance analysis for voice/data integration on a finite mobile systems[J]. IEEE Trans. Veh. Technol., 2000, 49(3): 367-378
- [2] Li Bin, Li Lizhong, Li Bo, et al. Call admission control for voice/data integrated cellular networks: performance analysis and comparative study[J]. Selected Areas in Communications, IEEE Journal on, 2004, 24(4): 706-718
- [3] Li Bin, Li Lizhong, Li Bo, et al. On Handoff Performance for an Integrated Voice/Data Cellular System[J]. Wireless Networks, 2003(9):393-402
- [4] 朱立东, 吴诗其. 多媒体码分多址系统的呼叫接纳控制[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(2): 115-119
- [5] Viterbi V M, Viterbi A J. Erlang capacity of a power controlled CDMA system[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Commun., 1993, 11(6): 892-899
- [6] Viterbi V M, Viterbi A J, Zehavi, E. Other-cell interference in cellular power-controlled CDMA[J]. Communications, IEEE Transactions on, 1994, 42:1 501-1 504
- [7] 王宇. 多业务CDMA蜂窝通信系统容量性能和无线资源管理算法研究:[学位论文][D]. 成都:电子科技大学, 2002

编辑 漆蓉