

基于接收功率的多业务接纳控制算法

王珊珊, 李鹏, 罗兴国

(国家数字交换系统工程技术研究中心, 河南 郑州 450002)

摘要: 3G 业务的多样性、QoS 的严格性以及无线资源的稀缺性等因素对呼叫接纳控制技术提出了更高的要求。改进了一种支持多业务的基于接收功率的接纳控制算法。针对原有算法中使用单一判决门限产生高阻塞率的问题, 引入可占用总功率的最大比例, 根据不同的业务需求, 较好地解决了这种问题。此算法可以进行网络优化处理, 可以通过挂起或强制拆除不重要的数据业务呼叫, 优先接入新到达的切换语音呼叫。

关键词: CDMA; 接纳控制; 功率; 服务质量

中图分类号: TN929.533

文献标识码: A

Multi-class service CAC arithmetic based on power control

WANG Shan Shan, LI Peng, LUO Xing Guo

(National Digital Switching System Engineering Research Technical Center, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Call Admission Control (CAC) technology is an important function entity, which is expected to support multi-class services, satisfy strict requirement of QoS and solve the problem of scarcity of radio resource, in order to keep the covered area and the system robustness. This paper presents multi-class services RP-CAC arithmetic (MSRP-CAC) which introduces as the most proportion which service can engross, sets service threshold for each traffic to ensure priority. The simulation results show that it can improve the system performance effectively.

Key words: CDMA; CAC; power; QoS

基于功率的接纳控制算法可以分为基于用户发射功率的接纳控制算法(TPCAC)和基于基站接收功率的接纳控制算法(RPCAC)。其接纳域分别为: 已连接用户发射功率小于等于最大允许发射功率(TPCAC); 基站总接收功率小于等于接收功率门限(RPCAC)。参考文献[1]对这两种策略进行了比较。RPCAC 大大降低了系统呼叫阻塞率和中断率的加权和, 而由于用户所需发射功率不一定能完全考虑到系统过载, 因此基于接收功率的呼叫接纳控制算法要比基于发射功率的呼叫接纳控制算法更能有效地改善系统性能。但是该呼叫接纳控制算法没有考虑业务之间的优先级, 而且只考虑了单业务的情形。参考文献[2]将基站接收功率划分为新呼叫和切换呼叫请求最大允许功率, 从而赋予切换请求最高优先级, 降低了切换呼叫的中断率, 进一步有效地利用了资源。

随着无线通信的快速发展, 基于 CDMA 技术的移动通信系统承载的业务种类也将越来越多。在多业务 CDMA 系统中, 由于各类业务的接入最终都导致了基站

接收总功率的增大, 以接收总功率作为约束变量, 控制形式单一, 从而可以较方便地实现对多类业务呼叫在上行链路上的接纳控制。本章在现有研究成果基础上改进了一种支持多业务的基于接收功率的接纳控制算法 MSRP-CAC (Multi-class Services RP-CAC), 保证了各类业务的服务质量。

1 MSRP-CAC 算法描述

设系统内有 J 类业务, 第 j 类业务的 MS 数量为 n_j 、激活因子为 a_j , 理想的功率控制使得基站接收到的第 j 类业务的信号功率均为 S_j 、信噪比为 SIR_j , I_{out} 是基站接收到的小区间干扰, P_0 是系统热噪声, 基站接收总功率为 I_{total} , 则有如下式(1)和式(2)成立:

$$I_{total} = \sum_{j=1}^J (n_j \cdot a_j \cdot S_j) + I_{out} + P_0 \quad (1)$$

$$SIR_j = \frac{S_j}{(n_j - 1) \cdot a_j \cdot S_j + \sum_{i=1, i \neq j}^J (n_i \cdot a_i \cdot S_i) + I_{out} + P_0} = \frac{S_j}{I_{total} - a_j S_j} \quad (2)$$

变换式(2)可得到式(3):

$$S_j = \frac{1}{\frac{1}{SIR_j} + a_j} \cdot I_{total} \quad (3)$$

按式(4)定义用户业务的功率比 $\delta_j, (j=1, \dots, J)$:

$$\delta_j = \frac{S_j}{S_1} = \frac{\frac{1}{SIR_1} + a_1}{\frac{1}{SIR_j} + a_j} \quad (4)$$

则由式(1)和式(4)可得到:

$$I_{out} + P_0 = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^J (n_j \cdot a_j \cdot \delta_j)}{\frac{1}{SIR_j} + a_j} \right] \cdot I_{total} \quad (5)$$

基站在接入一个 j 类新呼叫后的接收总功率 I_{new} :

$$I_{new} = I_{total} + a_j \cdot S_j = \left(1 + \frac{a_j \cdot \delta_j}{\frac{1}{SIR_j} + a_j} \right) \cdot I_{total} \quad (6)$$

依据式(6)就可以对基站接入一个新呼叫后的接收总功率 I_{new} 进行估计。

由式(1)可以看出,接收总功率 I_{total} 随基站处接收到的某业务呼叫的功率 S_j 的变化而变化。当系统内的 MS 数量增多时,基站的总接收功率越大,解调时的多址干扰也越大,基站为满足业务的目标信干比要求,就会通过功率控制机制来命令 MS 增大发射功率,从而导致基站处 S_j 的增大。对于各类业务来说, S_j 的极值 S_j^{max} 取决于 MS 的最大发射功率以及无线信道的损耗。3GPP2 的技术标准规定了语音业务时 MS 的最大发射功率^[3]为 23 dBm,采用合适的无线传播模型,通过计算就可以得到语音业务时基站接收到 MS 的最大功率值^[4]。确定基站接收总功率的门限值的方法见式(7)。

$$I_{thresh} = \left(\frac{1}{SIR_j} + a_j \right) \cdot S_j^{max} \quad (7)$$

对于 $j=1, 2, \dots, J$, 由于 $S_j^{max} = \delta_j \cdot S_1^{max}$ 并不一定总成立,导致当业务种类不同时按式(7)得出的 I_{thresh} 并不相等,因此,不同于传统的仅通过语音业务来确定 I_{thresh} 的取值的方法,而是根据不同业务确定不同的门限值进而体现优先级。在实际应用中, I_{thresh} 要依据网络环境进行调整。

接纳控制策略:取 $C = I_{thresh} - (I_{out} + P_0)$, 其中, $(I_{out} + P_0)$ 由式(6)根据当前总干扰 I_{total} 来估计, C 随变化而改变。这里,可以认为 C 是在一定干扰下小区的最大业务接收功率,由小区内所有 MS 共享,第 j 类业务可占用的最大比例为 w_j ,且满足 $0 < w_j < 1$ 和 $\sum_{j=1}^J w_j = 1$ 。 w_j 取决于许多因素,如业务的 QoS、网络运营策略等。

一个第 j 类新呼叫的接纳条件有两个:新呼叫接入后的基站总接收功率要低于门限值,即 $I_{new} < I_{thresh}$;新呼叫接入后第 j 类业务所占用的功率不超过预先为其所分配的功率,即 $(n_j + 1) \cdot a_j \cdot S_j^{max} < w_j \cdot C$ 。

而当 $I_{new} > I_{thresh}$ 和 $(n_j + 1) \cdot a_j \cdot S_j^{max} < w_j \cdot C$ 同时成立时表

明:尽管第 j 类业务没有占用足够的规定比例的功率,但系统反向已饱和。对于这种特殊情况,可以根据网络优化的目标进行相应处理。例如,为了尽可能降低切换话音的阻塞率,可以通过挂起或是强制拆除不重要的数据业务呼叫,以优先接入一个新到达的切换话音呼叫。

2 仿真实验模型

仅对语音和数据业务进行仿真,仿真模型如图1。假定系统有理想的功率控制,各个用户的发射功率受导频信号最强的小区控制。每个小区内的用户均匀分布。仿真过程中保持数据业务量不变,对语音业务量变化进行仿真比较(数据业务负载为 10)^[5]。

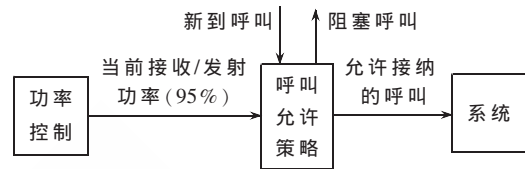


图1 仿真模型

无线传播模型采用瑞利衰落,路径损耗指数为 4,即 $\Gamma(r) = 10^{\epsilon/10} r^{-4}$, ϵ 是与距离 r 相独立的表征阴影效应的高斯随机变量,其均值为 0,标准方差取为 8 dB;快衰落服从对数正态分布。呼叫按泊松过程到达,第 i 类业务的呼叫平均到达率为 R_i ,一旦接入呼叫,业务的平均持续时间为 μ_i^{-1} 。系统码片速率 $W = 3.6864$ MHz,语音呼叫的到达率为 $R_v = 9.6$ kHz, $R_d = 32$ kHz; $\mu_v = 1/90$ s, $\mu_d = 1/600$ s; $(E_b/N_0)_v = 7$ dB, $(E_b/N_0)_d = 10$ dB; 激活因子 $a_v = 0.5$, $a_d = 1$; 目标误码率 $BER_v = 10^{-3}$, $BER_d = 10^{-5}$; 取 $I_{thresh} = 77.3$, $w_d/w_v = 6.17421$ (在实际应用中应根据网络情况调整)。

在原有的基于功率控制算法如 SCAC (Simple Call Admission Control) 中,没有考虑 $(n_j + 1) \cdot a_j \cdot S_j^{max} < w_j \cdot C$ 这一步,即不考虑多种业务需要的门限值不同,用固定门限值来进行判断。将改进算法与原有算法进行仿真比较,改进算法还可以通过给某些级别高的业务设定高的门限来体现优先级。单一门限的取值为 77.3,给语音用户高优先级(MSRP-HV)时语音呼叫门限值为 77.3,而数据业务门限值为 69.6。当给数据业务高优先级(MSRP-HD)时,取值相反。

3 仿真实验结果分析

图2~图4说明了语音和数据业务的阻塞率及中断率都比原有算法的要低,可以看出改进后的算法性能要比原有算法好。从图2和图3可以看出给某种业务高门限值(即赋予哪种业务高优先级的时候)时,这种业务的阻塞率就比较低。这就是说,改进算法可以在多业务系统中通过对门限的设定来实现几种业务的优先级。因为数据业务不是时延敏感的,所以即使它的阻塞率很高也可以通过保留通话连接直到网络质量满足要求了再进行传输。通过选择不同的合适门限,可以更合理地接收呼叫来保证 QoS。

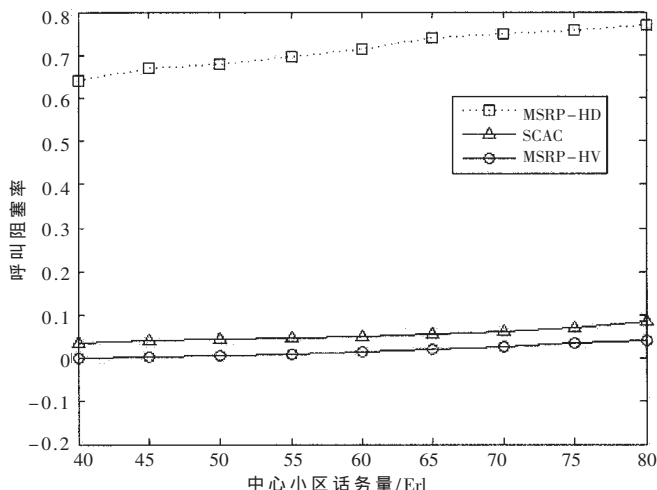


图2 语音呼叫的阻塞率

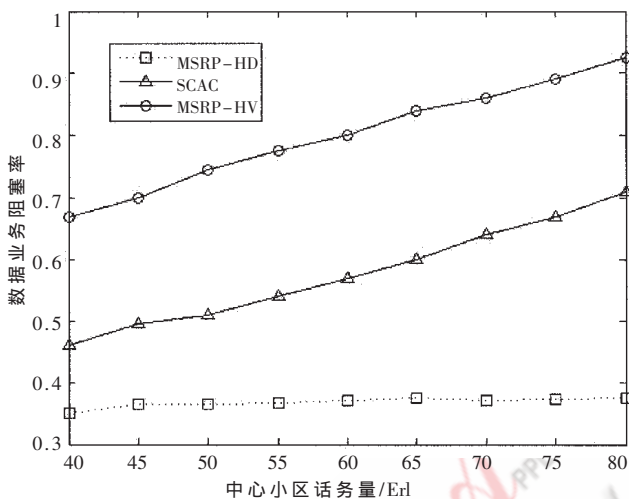


图3 数据业务的阻塞率

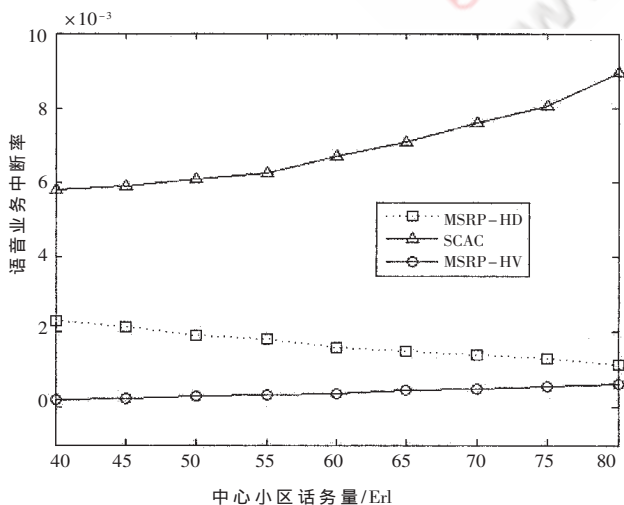


图4 语音业务的中断率

图2为语音呼叫的阻塞率,可以看出改进算法中当赋予数据业务高优先级即高门限时(MSRP-HD),语音业务的阻塞率最高。这是因为语音业务对时延要求比较

高,此时相当于给数据业务高优先级,所以语音业务的阻塞率非常高。当给语音业务高优先级(MSRP-HV)即高门限时,虽然对语音业务的门限值与原有算法相比相同,但是改进算法中语音业务比数据业务有高优先级,阻塞了数据业务,所以此时语音业务的呼叫阻塞率最低。

图3为数据业务的阻塞率。可以看出,改进算法中,当给数据业务高优先级时数据业务的阻塞率最低;当给语音业务高优先级时数据业务的阻塞率最高;而原有算法的阻塞率在两者之间。在原有算法与高优先级数据时虽然对数据业务的门限相同,但是由于阻塞了语音业务,所以相对原有算法,数据业务高优先级时的阻塞率要低,而给语音业务高优先级时数据业务的阻塞率最高。

图4是语音业务的中断率。从图中可以看出通过设定不同业务不同门限值可以很好地控制中断率。在给语音业务最高优先级时中断率最低。

本文针对原有算法中使用单一判决门限产生的高阻塞率问题,改进了一种支持多业务的基于接收功率的接纳控制算法。该算法的特点是引入第j类业务可占用的最大功率比例为 w_j ,对不同业务以不同的判决门限比传统单一门限判决获得系统高利用率、低呼阻率,但是上述算法是在理想功率控制下得到的,而在非理想功率控制下,对于同类业务的不同用户的呼叫,基站接收到的功率并不相等,有待进一步改进。

参考文献

- [1] HUANG Ching Yao, YATES R D. Call admission in power controlled CDMA systems[J]. VTC '99, 1999:1665-1669.
- [2] LIU Dong, ZHANG Yi. Call admission control algorithms for DS-CDMA cellular networks supporting multimedia services[A]. IEEE International Conference Multimedia and Expo[C]. 2002:33-36.
- [3] 3GPP2 CS.0011-A. Recommended minimum performance standards for CDMA2000 spread spectrum mobile stations[S]. March 2001.
- [4] INSOO K, BAHNG S. Resource reservation in call admission scheme for CDMA systems with non-uniform traffic distribution among cells[C]. In Proc IEEE VTC 2003 (spring), The 57th IEEE Semiannual, 2005,(1):438-441.
- [5] SHU T, MIU Z. A novel call admission control scheme for multimedia CDMA networks with power multiplexing and imperfect power control[A]. IEEE 2003 57th IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference[C]. 2003, (2):1208-1212.

(收稿日期:2008-12-13)