

# 基于 TD - SCDMA 的一种改进的负荷控制算法

李 鹏

(中国石油大学(华东) 计算机与通信工程学院, 山东 青岛 266555)

**摘 要:** 负荷控制是第三代移动通信无线资源管理 RRM( radio resource management) 的一个重要内容, 能够为系统内移动用户提供业务质量保证。阐述了 TD - SCDMA 系统的负荷控制机制, 提出了一种改进的“联合”负荷控制算法。该算法基于现有协议标准, 让过载判断在基站端执行, 过载解决在无线网络控制器 RNC( radio network controller) 中进行, 通过时间窗测量各时隙内过载情况, 让服务质量较差的用户主动掉话。通过仿真表明, 该算法能够降低系统的误码率, 提高整体系统的通信质量。

**关键词:** 时分同步码分多址; 负荷控制; 过载; 服务质量

中图分类号: TN 914

文献标志码: A

## An Improved Load Control Algorithm Based on TD - SCDMA System

LI Peng

(Computer and Communication Engineering College, China University of Petroleum, Qingdao 266555 China)

**Abstract:** As one of important parts of RRM ( radio resource management) in 3G, load control can provide QoS ( quality of service) assurance for all users. Based on TD - SCDMA uplink, this paper elaborates the principles of load control, and proposes a “Joint” scheme based on existing standards, in which overload judgement is executed at base station while overload resolution is executed at RNC( radio network controller). Time window is employed to measure the load of time slots, the bad users are dropped actively. It is found from the emulation that lower bit error rate is achieved at receiving end by using the algorithm and so the communication quality of system is well improved.

**Key words:** TD - SCDMA; load control; overload; quality of service

TD - SCDMA 是由中国提出的第三代移动通信标准, 通过采用低码片速率 TDD 工作方式, 可以提供上下行非对称业务, 能更有效地利用频率资源。系统同时应用了智能天线<sup>[1]</sup>、联合检测和软件无线电等先进技术, 增强了系统整体性能。随着 TD - SCDMA 系统的商用化, 作为网络规划优化的关键技术, 无线资源管理 RRM<sup>[2]</sup> ( radio resource management) 能在有限的无线资源的条件下, 灵活分配和动态调整系统的可用资源。RRM 的一个重要功能是确保系统负荷不过载从而达到保证系统稳定的

目的。例如在某些特殊情况下, 无线信道环境突然恶化, 系统干扰突然急剧增加, 从而导致系统瞬时过载, 此时负荷控制的功能是以相对较快的速度降低系统负荷, 从而使整个网络返回到由无线网络规划定义的稳定状态, 依然能为网络内移动用户终端提供业务服务质量 QoS( quality of service) 保证。

本文首先对负荷控制的基本原理进行介绍, 然后基于上行链路阐述 TD - SCDMA 系统负荷控制算法的特征, 提出了一种改进的“联合”负荷控制算法, 最后通过链路级动态仿真平台及结果分析, 验

收稿日期: 2012-05-23

基金项目: 国家自然科学基金项目( 60572020)

作者简介: 李 鹏( 1975 - ), 男, 讲师, 博士, 主要研究方向为第三代、第四代移动通信。

证了该算法的性能。

## 1 传统负荷控制方案

由于系统负荷过载,以一定服务质量 QoS 要求接入系统的用户<sup>[3]</sup>无法获得满意的服务质量;因此,对于负荷控制来说,主要实现 2 方面的功能:过载识别、过载解决。

### 1.1 过载识别

在以下 2 种情况下,系统会过载,从而触发负荷控制,而且系统必须能够识别出此时的过载情况。

1.1.1 在一定时间范围内系统的负载连续超过系统负荷门限值(基于吞吐量)<sup>[4]</sup>

即

$$\eta_{UL} = (1 + j - \beta) \sum_{i=1}^N 1 / \left[ 1 - \beta + \frac{S_i W}{(E_b/N_0)_i R_i v_i} \right] \geq \eta_{th} \quad (1)$$

在式(1)中: $\eta_{UL}$ 是上行链路负载(因子); $\eta_{th}$ 是定义的负载门限值,系统负载超过该门限值,表示过载; $j$ 表示来自相邻小区和本小区干扰之比; $i$ 表示第  $i$  个用户; $\beta$ 是多用户检测的干扰消除因子; $E_b/N_0$ 是接收比特能量与噪声功率谱密度之比; $W$ 指的是系统的码片速率; $R_i$ 为用户  $i$  的比特速率; $S_i$ 为在该速率下占用的时隙比率; $v_i$ 为用户  $i$  的语音激活因子。

1.1.2 在一段时间内测量得到的信干比 SIR 低于目标 SIR

这种过载情况有如下几种可能性:1) 邻小区干扰增加;2) 由于公共控制信道自身的随机性,当使用 RACH 等公共控制信道传输的用户增加时,造成干扰增加;3) 由于小区“呼吸效应”造成处于小区边缘的用户不再处于基站的有效覆盖范围内。

### 1.2 过载解决

在实际的过载系统中,可以用不同的方法使系统从过载状态转移出来,但是都必须执行以下 3 个环节,如图 1 所示。

优先级排队是把服务的用户按照 QoS 进行从高到低进行排序,具有严格的高 QoS 要求的用户具

有最高优先级,而那些对传输速率和传输时延都不敏感的用户则具有最低的优先级。释放系统容量则是当系统检测出处于过载状态时,需要减少用户的传输格式组合集 TFCS(transport format combination set)。减小 TFCS 有多种方法:可以减小某些用户的 TFCS;对所有用户的 TFCS 都稍微减小点;最常用的是按照优先级进行 TFCS 的减小。当执行完上述的容量释放操作后,需要重新检查系统的负荷:如果此时系统已不处于过载状态,则认为负荷控制执行完毕;若检测出系统仍处于过载,则需要返回重新执行负荷的释放过程。

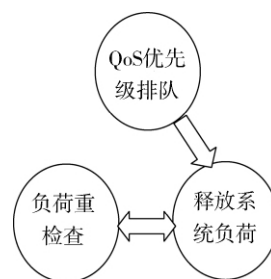


图 1 过载解决流程图

## 2 “联合”负荷控制算法

本文只对实时的话音业务进行探讨。考虑到 TD-SCDMA 系统每时隙能接纳的用户数不多,某几个用户的加入或者掉话不仅会影响本小区的系统容量,还会导致临近小区受到的干扰发生变化,所以负荷控制应该联合考虑相邻小区的负载信息。基于这种考虑,本文提出了“联合”负荷控制算法。

算法的核心思想是:负荷过载判断在基站 BS (base station) 端执行,过载解决在无线网络控制器 RNC(radio network controller) 中进行<sup>[5]</sup>。具体过程为:当检测到某 BS 在预定的“统计窗” $WD_i$  内有时隙过载,且过载时隙数量 Count 达到门限值  $Q_{th}$  时,把过载信息上报给 RNC, RNC 根据所辖范围内多个 BS 上报的过载信息进行判决,让处于整个范围中最恶化的用户降低速率直至掉话,从而降低系统负载,达到系统稳定的目的;如果本“时间窗”没有过载情况,则进入下一个时间窗  $WD_i + 1$  重复上述过程。具体过程如 2 图所示。

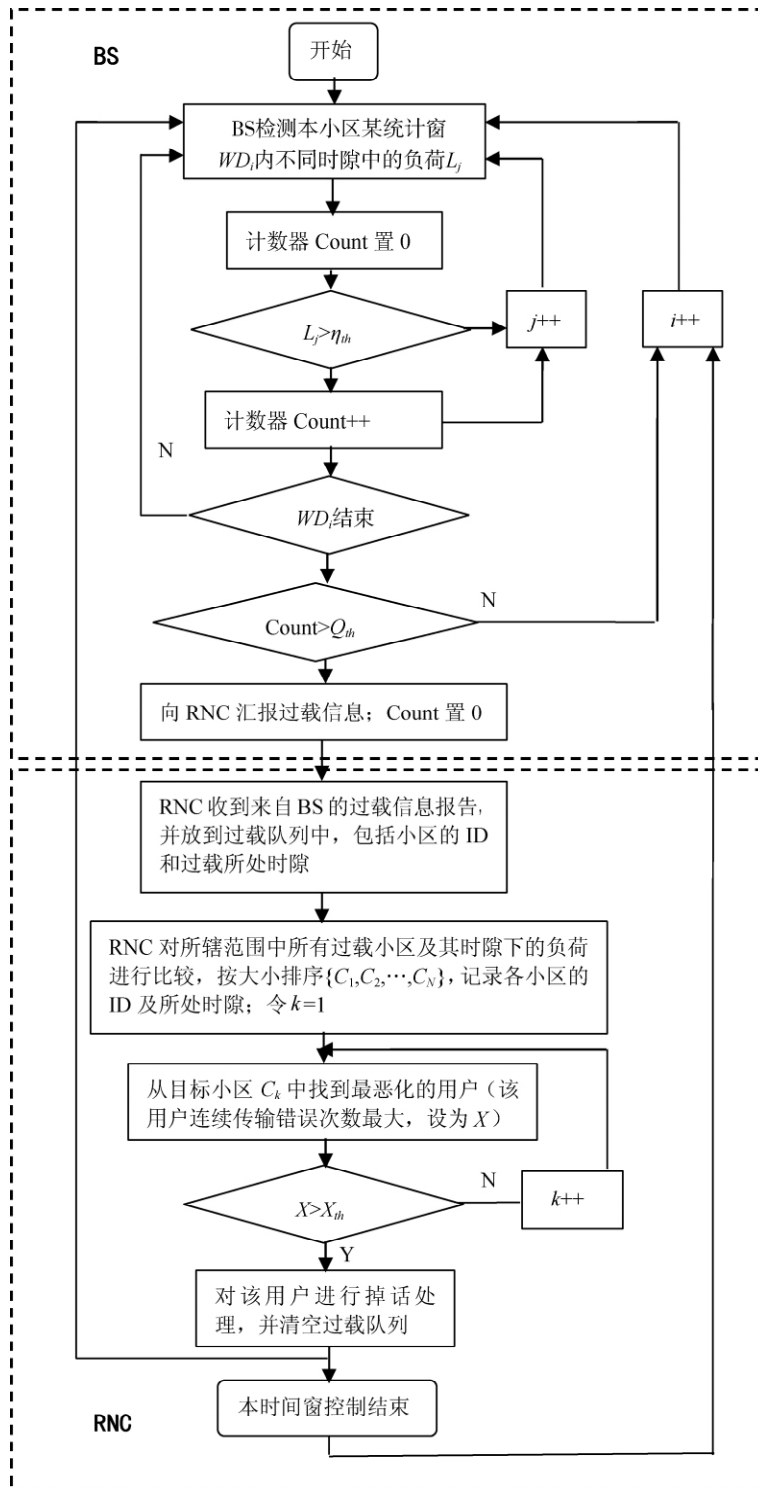


图2 “联合”负荷控制算法流程图

图2中:  $\eta_{th}$  是定义的单个时隙内的负荷门限值;  $Q_{th}$  是一个“统计窗”内过载的时隙总数;  $X_{th}$  是在“统计窗”内设定的发生传输错误的时隙个数。该算法的特点是让基站判决本小区是否过载, 出于判断的稳健性的考虑, 只有当在一段时间(“统计窗”  $WD_i$ ) 内的过载时隙数量达到门限才触发过载解决

机制, RNC 保证了能对所辖范围内的用户进行全局最优性处理。

### 3 仿真与分析

#### 3.1 仿真条件

仿真中考虑上行链路<sup>[6]</sup> (uplink), 设定负荷控

制的“统计窗” $WD$  长为 10 子帧 (50 ms), 且只考虑每子帧中的主业务时隙<sup>[7]</sup>。采用前述的“联合”控制算法, 其他主要仿真参数如表 1 所示。

表 1 仿真参数

参数	值
码片速率/载波频率	1.28 Mcps/2 GHz
传播模型	ITU PA 3 km/h
内环功率控制/外环功率控制	开/关
功率控制时延	10 ms
天线配置	2 天线接收分集
接收机	ZF- BLE 联合检测 <sup>[8]</sup>
信道过采样	4 samples/chip
Turbo 码信息	Max log MAP 4 次迭代
TTI	5 ms

### 3.2 结果及分析

如图 3 所示, 从图可以得到: 当负荷 (因子) 门限值  $\eta_{th}$  大于 0.9 时, 系统性能与连续传输错误门限  $X_{th}$  无关, 表明此时不启动负荷控制算法, 所以  $\eta_{th}$  应该小于 0.9; 当负荷控制 (因子) 门限值为 0.3 时, 系统性能有时比不采用负荷控制 ( $\eta_{th} > 0.9$ ) 更恶劣, 原因在于系统负荷并不是很大时也触发负荷控制算法, 导致让不应掉话的用户掉话, 因而恶化了系统的性能。从仿真结果来看, 设置门限值  $L_{th}$  为 0.5 左右可以较好地提升系统性能。当连续传输错误门限值  $X_{th}$  较小时, 如在 6 个时隙以内时, 此时系统性能较差, 主要是无线传播的快衰落导致的; 当  $X_{th}$  取值大小在 15~20 个时隙之间, 性能最好; 当  $X_{th}$  继续增大后, 由于无法及时触发负荷控制, 系统性能变差。

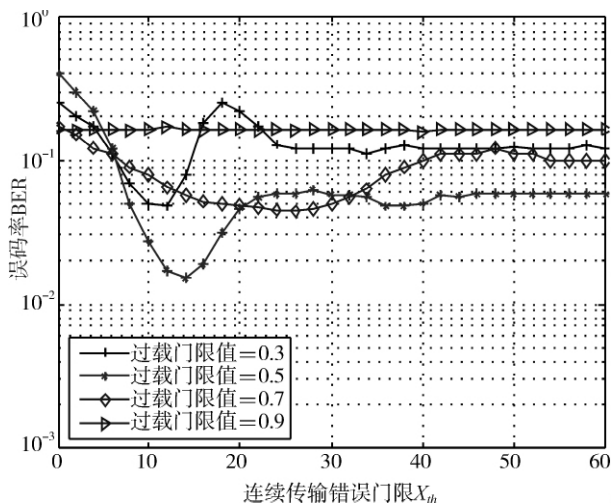


图 3 300 km/h 时的性能曲线

图 4 所示为  $X_{th}$  与掉话用户数的关系。从仿真结果来看, 当执行负荷控制算法后 (过载门限值  $\eta_{th} < 0.9$ ), 会使得更多的用户掉话。若负荷过载门限值越大, 由于此时触发负荷控制算法的几率越小, 则掉话用户数越少。当连续传输错误门限为 30 时, 过载门限值  $\eta_{th}$  为 0.3, 会导致大约 138 个用户掉话, 而  $\eta_{th}$  值为 0.7 时掉话用户数约为 117 个。从图 4 还可以得到, 当  $X_{th}$  较小 (小于 20) 时, 由于无法消除快衰落的影响, 性能曲线波动较大, 而当  $X_{th}$  较大时, 掉话用户数的变化趋于平稳。

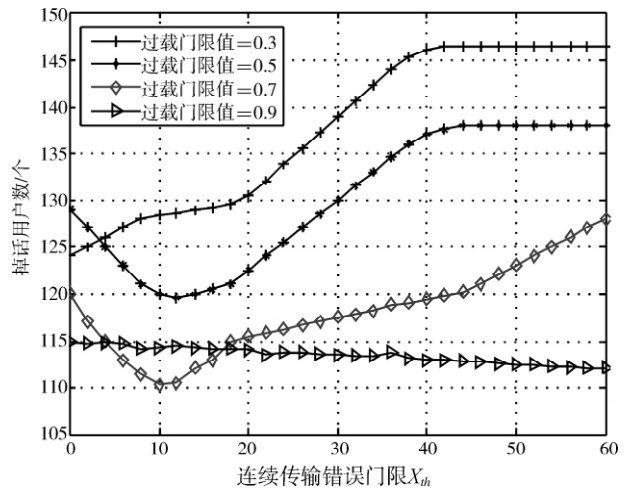


图 4 500 km/h 时的性能曲线

## 4 结论

实现良好的负荷控制是 TD-SCDMA 系统无线资源管理体系必须完成的任务, 这是移动用户对其 QoS 要求的体现。本文提出了一种先在基站端进行负荷过载判断, 再在无线网络控制器 RNC 进行过载解决的“联合”负荷控制算法。仿真结果表明, 该算法虽然增加了一些掉话用户, 但是保证了更多的用户能够得到满意的服务, 从而提高了系统的整体通信服务质量。

### 参 考 文 献

[1] 李鹏, 李莉. TD-SCDMA 系统智能天线波束形成算法的研究[J]. 西华大学学报: 自然科学版, 2011, 30(3): 31-34.  
 [2] 3GPP TR 25.935 V4.1.0. Radio Resource Management (RRM); Optimizations for Iur and Iub[S]. Sophia Antipolis Valbonne: 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project 2002.: 14-21.  
 [3] 彭木根, 王文博. TDD-CDMA 系统上行链路接入控制算法研究[J]. 北京邮电大学学报, 2004, 27(10): 75-79.

(下转第 18 页)

分是待检目标板,右半部分是分类的元器件种类,包括导线、电阻、电容、电感、管芯和金丝等。点击“开始检测”按钮后,检测系统就会依据标定的模板对目标板进行检测,并给出检测数据,生成检测报告。对于可疑的元器件,可以单击相关数据项,对应的元器件就会显示在图10的中部,进行人眼审核。

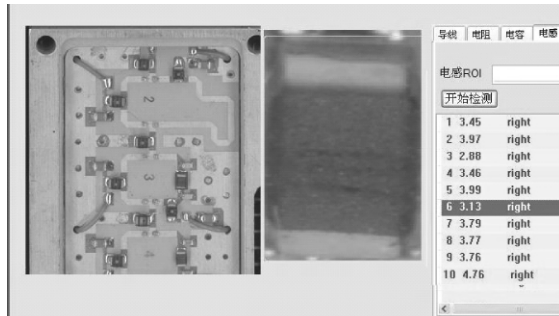


图10 元器件检测

本文设计的电路板质量检测系统采用计算机图像处理技术,利用TWAIN协议获取图像,根据RGB色彩空间进行轮廓算法处理,能对电路板上的各种元器件进行非接触式检测。相对于传统的人工检测,本检测系统在检测效率和检测准确性上,都有了大大的提高。

## 4 未来工作

针对电路板尺寸小、器件多、质量要求高且不适合频繁接触式检测的现状,本文设计了一种基于计算机图像处理的解决方法,对电路板及其元器件进行了检测。同时,对图像的轮廓算法进行了一定改进处理,利用色彩空间的区分度,对电路板上的

器件缺失和器件缺陷进行了有效的检测。

工作还存在很大的改进空间:首先是图像的获取速度较慢,对电路板所在位置有较严格要求;其次是RGB色彩空间本身的局限性,容易受到光线的影响。后继的工作,可以考虑更好的电路板图像提取技术,如视频提取。另外,元器件的检测,可以考虑从元器件的固有形状属性出发,实现更准确地自动提取元器件。

## 参 考 文 献

- [1] Qi Xin, Xing Fuyong. Comparative Performance Analysis of Stained Histopathology Specimens using RGB and Multispectral Imaging [C]//Progress in Biomedical Optics and Imaging. [S. l.]: [s. n.], 2011, 7963: 79633B-9.
- [2] HAN H L, LI J ZH, FENG G. Online Classification and Identification of Glass Based on Computer Vision [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument 2006, 12(6): 24-29.
- [3] 段汝娇, 赵伟, 黄松岭, 等. 基于计算机视觉的接触网定位器倾斜度自动测量方法[J]. 中国铁道科学, 2011, 32(4): 82-87.
- [4] 罗武胜, 李沛, 李冠章, 等. 基于计算机视觉的尾旋运动姿态测量方法[J]. 兵工学报, 2009, 30(6): 820-824.
- [5] 陈东祥, 刘磊, 韩鸿志, 等. 汽车车身涂膜缺陷的计算机视觉检测方法[J]. 天津大学学报, 2009, 42(12): 1130-1134.
- [6] 董俊, 谭业双, 蒲秀英, 等. 基于功能模型的智能电路板检测诊断方法研究[J]. 信息技术, 2011, 35(1): 31-35, 39.
- [7] 周文, 卢章平. 基于TWAIN技术的图像获取应用程序设计[J]. 微型电脑应用, 2000, 16(5): 47-48.
- [8] Byung Cheol Song, Yun Gu Lee, Nak Hoon Kim, et al. Block Adaptive Inter-Color Compensation Algorithm for RGB 4:4:4 Video Coding[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2008, 18(10): 1447-1451.

(编校: 饶莉)

(上接第13页)

[4] 彭木根, 王文博. TD-SCDMA移动通信系统[M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2009: 269-275.

[5] 李小微, 李贵勇, 陈贤亮, 等. TD-SCDMA第三代移动通信系统、信令及实现[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 33-38.

[6] UMTS 30.03 version 3.2.0. Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Selection Procedures for the Choice of Radio

Transmission Technologies of the UMTS [S]. Sophia Antipolis Valbonne, 1998: 31-65.

[7] 李世鹤. TD-SCDMA第三代移动通信系统标准[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 65-75.

[8] 康绍莉, 裴正定, 李世鹤, 等. 线性联合检测算法在TD-SCDMA系统中的性能分析与比较[J]. 通信学报, 2002, 23(6): 74-81.

(编校: 饶莉)