

一种双层小区结构中的切换控制策略

王定伟* 朱立东 吴诗其

(电子科技大学通信与信息工程学院 成都 610054)

【摘要】在宽带码分多址双层小区结构系统中提出了一种基于小区覆盖范围和信号能干比判决的切换策略,切换策略使用了基于概率的动态资源预留方案,即在切换时,如果系统中没有空闲资源,则对切换呼叫进行排队。通过仿真表明,该切换策略相对于采用固定资源预留的切换策略,在轻负荷的条件下对语音呼叫的阻塞概率有一定的改善。

关键词 宽带码分多址; 切换; 双层小区结构; 能干比; 资源预留

中图分类号 TN929.533 文献标识码 A

Handoff Control Strategy Applied in Hierarchical Cell Structure

Wang Dingwei Zhu Lidong Wu Shiqi

(School of Communication and Information Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

Abstract A handoff strategy based on the area of a cell and the bit energy to interference density ratio is proposed in this paper, which is suited for hierarchical cell structured WCDMA system. A dynamic resource reservation scheme is applied in which new calls can use the reserved resource at certain probabilities. If the system has no idle resource in originating a handover call, the queueing mechanism is adopted. From the results of simulation, the improvement in the blocking probabilities of voice is discovered, compared with the other handoff strategy adopting the fixed resource reservation.

Key words wideband code division multiple access; handoff; hierarchical cell structure; bit energy to interference density ratio; resource reservation

切换策略是宽带码分多址(WCDMA)双层小区结构系统中的一种关键技术。选择好的切换策略有利于改善用户通信质量和网络的性能,并提高无线资源的利用率。文献[1]提出了GSM系统中一种基于移动台速度的双层小区切换算法,但由于WCDMA系统容量的时变性,故该算法不适合第三代移动通信系统,而原来一些算法一般不能移植到双层小区结构,仅为单业务的切换算法^[2,3]。本文提出一种WCDMA双层小区结构系统中基于小区有效覆盖面积和比特能量干扰密度比(简称能干比 E_b/N_0)判决的多业务切换策略。在通信中,正在通话的呼叫被阻塞比新呼叫被阻塞更糟糕,所以需要在系统中预留一部分资源,供切换呼叫专用。文献[4]提出了一种基于干扰的自适应信道分配策略,该策略假定系统中某一小区所能容纳总的干扰资源是一个固定值。然而实际系统中小区内总干扰资源是随环境、系统容量及系统中的业务负荷等变化而变化,本文提出的基于呼叫能干比的资源预留方案,其呼叫的能干比是一个与系统容量、信号质量等有密切关系的参量,可以跟踪系统的资源利用情况,动态地对预留资源做出合理的改变。

2002年9月12日收稿

* 男 23岁 硕士生 主要从事移动通信、个人通信方面的研究

1 系统模型

1.1 基本假设

WCDMA分层小区系统由宏小区和微小区双层结构组成,如图1所示系统中有7个宏小区,49个微小区。宏小区和微小区都呈正六边形,各小区的基站位于正六边形的中心,其天线为全向天线。设系统为理想功率控制,各个用户移动台的发射功率受其归属小区基站的控制。同一小区内同种业务的移动台到达基站时功率值相等。假设每个小区各类业务的移动台均匀分布,且每个小区各类业务的平均用户数相同,各小区中新呼叫和切换呼叫的产生均服从泊松分布。系统中只考虑在反向链路中进行切换呼叫处理的算法,并假定一旦反向链路建立,则前向链路也自动建立。在图1中可以看到,上层宏小区和下层微小区并没有完全重叠,上层宏小区边缘还有一些区域没有被下层微小区所覆盖,在这些区域内的用户全部接入上层宏小区中。

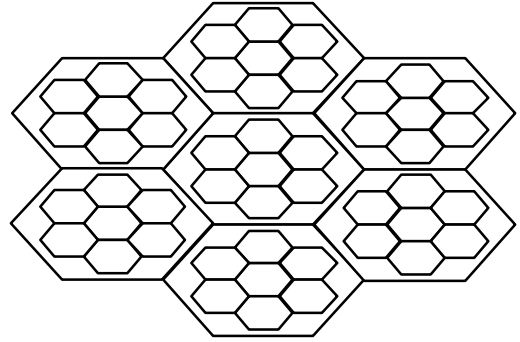


图1 双层小区结构示意图

1.2 无线传播模型

在HCS结构中,采用WCDMA/FDD体制,上下层小区以及相邻宏、微小区均采用同一载频,上、下行链路采用不同的频率。在传播模型中只考虑路径损耗和阴影衰落。假设某小区中某个移动台的发射功率为 P_t ,在基站接收端接收功率为 P_r ,则

$$P_r = P_t L \times 10^{-\frac{e}{10}} \quad (1)$$

式中 L 为路径损耗; e 为阴影衰落因子,服从均值为0、标准方差为 s 的对数正态分布,其路径损耗为

$$L = \begin{cases} \frac{(I/4\pi)^2}{r^2} & r \leq z = \frac{4\pi h_m h_b}{I} \\ \frac{(h_m h_b)^2}{r^4} & r > z \end{cases} \quad (2)$$

式中 r 为移动台到基站的距离; h_m 为移动台天线高度; h_b 为基站天线高度; I 为载波波长,在WCDMA系统中由于载波频率为2 000 MHz,所以 $I=0.15$ m, z 为断点。

2 方案描述

2.1 WCDMA系统中的资源预留策略

考虑系统为多小区多业务的情况。为了处理问题方便,本文只考虑语音和数据两种业务类型。假定在系统的当前小区中,共预留 R 个信道为语音呼叫和数据呼叫共同使用,其对应的干扰假定为 NR ,则 $NR = a_d RS_d$, a_d 为数据激活因子, S_d 为数据呼叫在基站接收端的功率值

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{new}} = G \frac{S}{N_0 + I + NR} \quad (3)$$

$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{ho}} = G \frac{S}{N_0 + I} \quad (4)$$

式中 扩频增益 $G=W/R$ (扩频带宽 $W=3.84$ Mchip/s, R 为业务流速率); S 为语音或数据在基站接收端的功率值; N_0 为热噪声干扰; I 为多址干扰及邻区干扰; $\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{new}}$ 为考虑预留资源后的目标能干比表达式;

$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{ho}}$ 为实际的目标能干比表达式。

当呼叫到达时,首先进行业务类型的区分,判断呼叫是语音呼叫还是数据呼叫,再区分新呼叫还是切

换呼叫,系统对新呼叫和切换呼叫采取不同的资源分配策略。假设到达的呼叫是话音切换呼叫,则直接利用 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{ho}$ 与系统能干比门限值 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{th}$ 进行比较。在系统中对话音呼叫 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{th}$ 取5.6 dB,对数据呼叫取

3.2 dB。如果 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{ho} < \left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{th}$,说明系统中没有任何空闲资源,切换呼叫在目标小区中排队等候。若一段

时间 Δt 内仍无空闲资源,则掉话;反之,系统为呼叫分配资源,切换呼叫在新的小区中继续接受服务。如果到达的呼叫是新呼叫(话音或数据),考虑一些特殊的情形,例如在某种情况下或在某个时间段中可能新呼叫数很多而切换呼叫数很少,这时若 R 个信道为切换呼叫所专用,将会造成系统资源的极大浪费,因为系统中有资源空闲但是新到达的呼叫却不能接入。因此引入一概率生成函数,允许新呼叫在一定的条件下以一定的概率使用预留资源,以提高系统的资源利用率。该概率生成函数除了与某一时刻系统中新呼叫的到达率 I_{nt} 和切换呼叫的到达率 I_{ht} 比值有关外,还与系统的负荷、容量、用户数、用户的移动性等因素有关^[5]。令 $a = I_{nt}/I_{ht}$,若 $a < 1$,说明时刻 t 切换呼叫数多于新呼叫数,切换呼叫完全使用预留资源。若 $a > 1$,则新呼叫以概率 p 使用预留资源, a 越大,概率 p 就越趋近于1。设系统负荷指示函数为

$$l = \begin{cases} 0 & \text{重负荷} \\ 1 & \text{轻负荷} \end{cases}$$

区间指示函数

$$I = \begin{cases} 0.8 & a > 8 \\ 0.3 & 2 < a < 8 \\ 0 & a < 2 \end{cases}$$

构造概率生成函数 $P=Il$,新呼叫按图2所示的流程进行接入的判断。

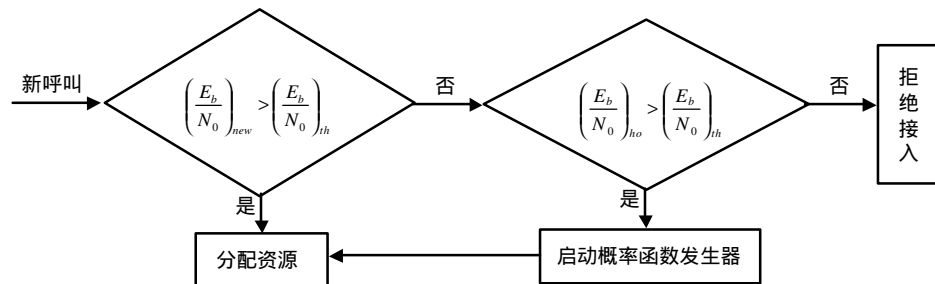


图2 新呼叫接入系统框图

2.2 双层小区中基于小区有效覆盖面积和能干比判决的切换策略

话音(或数据)业务切换呼叫在当前宏小区中的能干比为

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{macro} = G \frac{S}{N_0 + I_{inner} + I_{outer} + I_{micro}} \quad (5)$$

话音(或数据)业务切换呼叫在当前微小区中的能干比为

$$\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{micro} = G \frac{S}{N_0 + I_{inner} + I_{outer} + I_{macro}} \quad (6)$$

式中 I_{inner} 为本小区中的其他呼叫(包括同种业务和异种业务)对该呼叫造成的多址干扰; I_{outer} 为邻近周围小区的所有呼叫对该呼叫的干扰; I_{micro} 为下层微区中的所有呼叫对上层宏区中的该呼叫造成的干扰; I_{macro} 为上层宏区中的所有呼叫对下层当前微区中的该呼叫造成的干扰; S 为话音(或数据)在基站接收端的功率值。

双层小区结构中的切换流程如图3所示。图中, EIR_v 表示话音用户的能干比值,而 EIR_{th} 表示基于能干比切换策略的能干比门限值。

切换初始化条件：先扫描该小区中的所有呼叫，计算呼叫与该区基站间的距离，以此确定呼叫是否在该区的有效覆盖范围内。有效覆盖范围是指在该区域内呼叫可以进行有效的通信，既不会对邻区(包括宏小区和微小区)造成比较大的干扰，又不会造成呼叫在两个(或几个)邻近的小区间频繁切换。如果呼叫不在该小区的有效覆盖范围内则无论其能干比大小都需要进行切换；如果呼叫在小区的有效覆盖范围内，则计算其当前能干比并与门限值 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{th}$ 进行比较；如果小于 $\left(\frac{E_b}{N_0}\right)_{th}$ ，则发出切换请求。

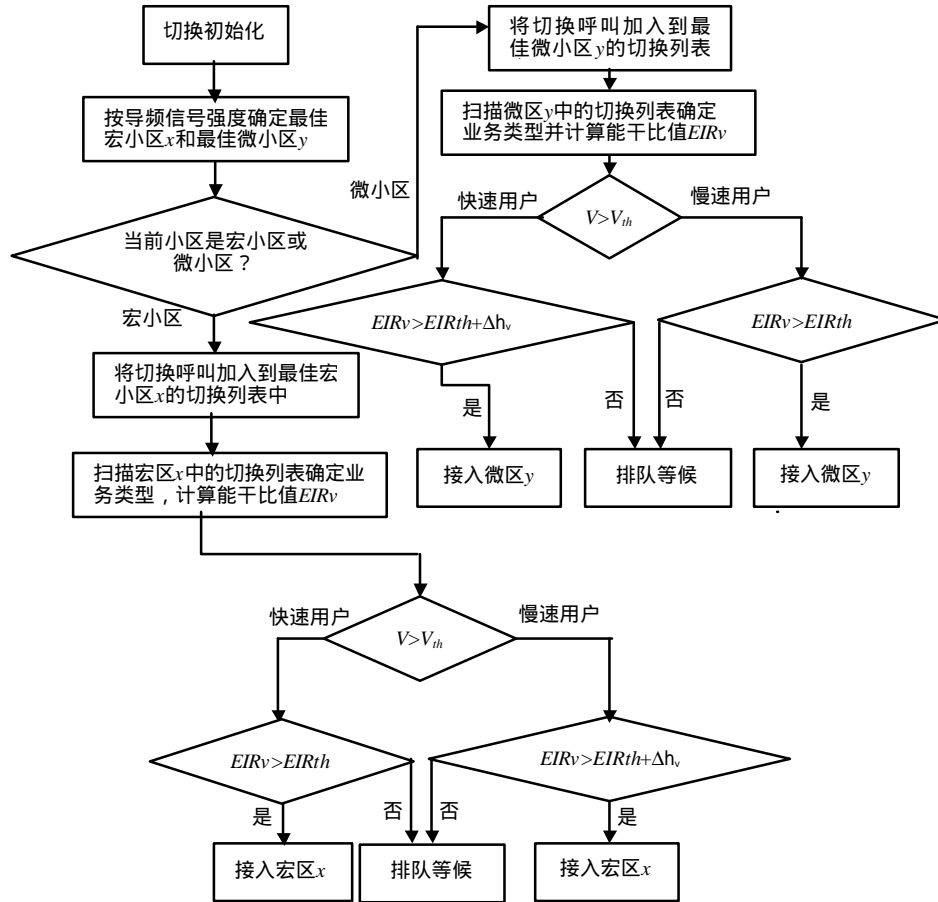


图3 双层小区结构中的切换流程图

最佳宏(微)小区选择：按照导频信号强度最大原则确定出一个最佳宏小区x和一个最佳微小区y。

呼叫按业务优先级排队：规定话音业务有较高的优先级，数据业务有较低的优先级。如果话音呼叫和数据呼叫同时到达，先进行话音呼叫的切换处理。在 Δt 时间间隔内，无论话音呼叫和数据呼叫谁先到达进行排队时，话音呼叫都要排在数据呼叫前面。如果一个话音呼叫滞后一数据呼叫的时间段大于 Δt ，则仍按照先到先服务的原则进行排队。

在切换时要考虑发出呼叫的用户是快速用户还是慢速用户。快速用户要尽可能地切换到宏小区，而慢速用户则尽可能地在下层微小区中接收服务。系统跟踪小区中每一个用户，如果有呼叫满足切换初始化条件，系统在为切换呼叫选定最佳宏小区和最佳微小区后，就可以向目标小区发出切换请求，并加入到目标小区的切换呼叫列表中。当前小区根据不同的业务类型选用不同的切换参数，对切换列表中的呼叫进行呼叫接入处理。数据业务和话音业务一样，使用的是相同的切换策略。不同的是切换时选用的参数数值大小不同。

3 仿真

3.1 仿真条件

在本文的仿真中考虑了三类业务，三类业务的特征如表1所示，仿真环境的参数如表2所示。系统带宽取为5.0 MHz，阴影衰落呈对数正态分布，其均值为0，方差为 $\sigma = 8$ dB。

表1 各类业务的特征要求

业务类型	数据速率/kbps	能干比要求/dB	目标误码率
话音	12.2	5.6	10^{-3}
高速数据	144	3.2	10^{-6}

表2 仿真环境的参数设置

参数	数值	参数	数值
宏区基站天线高度	50 m	排队队长	30个
微区基站天线高度	15 m	单个微区中初始化用户数	10
移动用户最大速度值	$20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	单个宏区中初始化用户数	10
移动用户最小速度值	0	话音平均服务率	$1/120 \cdot \text{s}^{-1}$
微小区半径	300 m	数据平均服务率	$1/180 \cdot \text{s}^{-1}$
宏小区半径	1000 m	预留信道数	3
扩频带宽	$3.84 \text{ Mchip} \cdot \text{s}^{-1}$	轻重负荷判决门限	3.0 Erl

3.2 仿真结果

仿真结果如图4~7所示，其中 P_b 表示话音呼叫阻塞概率， P_d 表示话音呼叫掉话概率， I 表示话音业务负荷。图中，方案1为HCS系统中采用资源预留和呼叫排队机制，且预留的资源为切换呼叫专用，新呼叫无权使用；方案2是方案1的完善，新呼叫在满足一定的条件下以一定的概率使用预留资源，提高系统资源的利用率。在2个方案中，参考微小区和宏小区中的数据呼叫的阻塞概率曲线和掉话概率曲线基本重合。

从仿真结果可知，随着系统中某种业务负荷的增加，相应的业务类型呼叫的阻塞概率和掉话概率将随之增加；在轻负荷的条件下，使用方案2系统中的话音呼叫的阻塞概率得到了一定的改善。

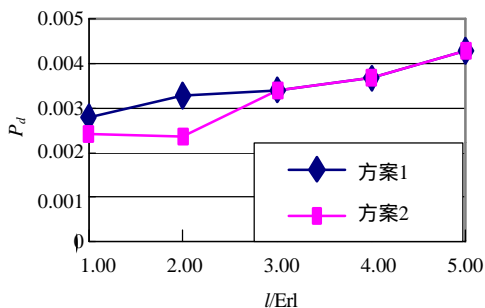


图4 微区话音呼叫阻塞概率与话音业务负荷的关系

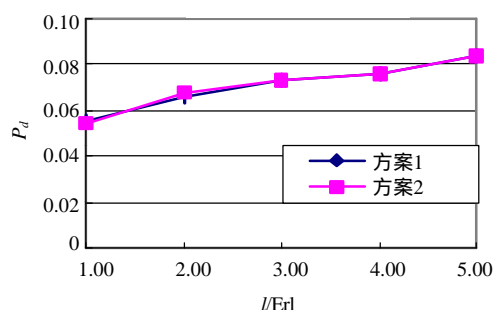


图5 微区话音呼叫掉话概率与话音业务负荷的关系

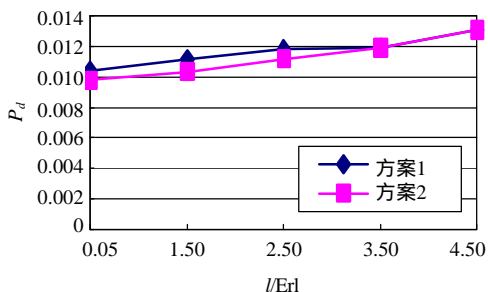


图6 宏区话音呼叫阻塞概率与话音业务负荷的关系

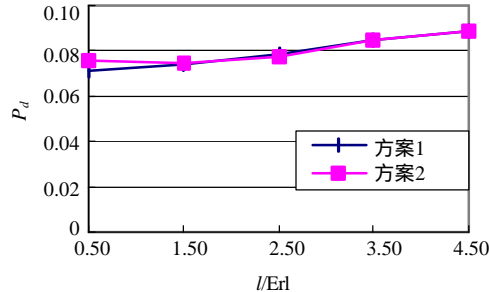


图7 宏区话音呼叫掉话概率与话音业务负荷的关系

$$r_x[m][l] = \sqrt{\left(M \frac{l}{L} + \frac{d_m}{2\pi}\right)^2 I^2 + 2f_x I \left(M \frac{l}{L} + \frac{d_m}{2\pi}\right)} \quad (14)$$

$$r_y[m][l] = \sqrt{\left(M \frac{l}{L} + \frac{d_m}{2\pi}\right)^2 I^2 + 2(f_x - A_s) I \left(M \frac{l}{L} + \frac{d_m}{2\pi}\right)} \quad (15)$$

4 结束语

通过理论分析,提出了一种用于半导体激光器准直的菲涅耳衍射透镜的优化设计方法,推导出相关的结构参数设计公式。采用此设计方法,可在现有加工设备实际分辨率条件下,提高菲涅耳衍射透镜的衍射效率,增大数值孔径,提高半导体激光器的光能利用率。在Microsoft Visual C++编译环境下,用C/C++语言开发了实现该优化设计方法的二元菲涅耳衍射透镜设计软件,利用该软件可计算各子带的半径,确定相位匹配因子,最小特征尺寸,生成二元菲涅耳衍射透镜所需掩膜图形的标准CIF格式文件。

参 考 文 献

- [1] 葛林,邱昆. 激光空间通信中的天线研究[J]. 电子科技大学学报, 1998, 27(4): 367-370
- [2] 杨春平,吴健,何毅. 激光雷达在空间交会对接中的应用[J]. 电子科技大学学报, 1998, 28(4): 447-451
- [3] Jurgen J, Susam J W. Two-dimensional array of diffractive microlens fabricated by thin film deposition[J]. Applied Opt, 1990, 29(7): 932
- [4] Wolf E. Progress in optics[J]. North-Holland Physics Publishing, 1987, 5(I): 5-9
- [5] Kunz R E, Rossi M. Phase-matched fresnel elements[J]. Opt Comm, 1993, 97(1): 6-10

编辑 漆蓉

上接第120页

4 结 论

本文提出的一种双层小区结构中的切换控制策略,通过对方案的仿真结果表明,方案2既保证了切换呼叫具有接入优先权,又充分考虑了在轻负荷条件下新呼叫使用预留资源的问题,提高了系统的资源利用率,故方案2是WCDMA体制下双层小区结构中一种比较好的切换候选方案。

参 考 文 献

- [1] Ivanov K, Spring G. Mobile Speed Sensitive Handover in a Mixed Cell Environment[C]. In 45th IEEE Vehicular Technology Conference, 1995, 892-896
- [2] Nagate A, Murata M, Miyahara H, *et al.* An integrated approach for performance modeling and evaluation of soft handoff in CDMA mobile cellular systems[C]. IEEE VTC, 2000, 2 605-2 610
- [3] Binucci N, Hiltunen K, Caselli M. Soft handover gain in WCDMA[C]. IEEE VTC, 2000, 1 467-1 472
- [4] M. Shin S, Cho C H, Sung D K. Interference-based channel assignment for DS-SS-CDMA cellular systems[J]. IEEE Trans. Vehic. Tech., 1999, 48(1): 233-239
- [5] Kim Y C, Dong Lee E, Lee B J, *et al.* Dynamic channel reservation based on mobility in wireless ATM networks[C]. IEEE Communications Magazine, 1999, 47-51

编辑 徐培红