

TD-SCDMA 下行链路对 WCDMA 上行链路干扰分析^①

冀常鹏^{1,2}, 黄云霏¹

¹(辽宁工程技术大学 电子与信息工程学院, 葫芦岛 125105)

²(辽宁工程技术大学 研究生学院, 葫芦岛 125105)

摘要: 针对 TD-SCDMA 下行链路对 WCDMA 上行链路间干扰产生原理进行研究, 建立基于 Monte Carlo 仿真方法的仿真模型, 并将自适应变步长功率算法应用于仿真中。仿真比较自适应变步长算法和传统的固定步长算法, 并将改进后的功率控制算法应用于 1920MHz 语音业务的 TD-SCDMA 下行链路对 WCDMA 上行链路干扰仿真中。实验结果表明, 系统总发射功率一定时, 自适应变步长功率控制算法取得较高的信干比, 可减小系统干扰; 并得出不同参数设置对 TD-SCDMA 与 WCDMA 系统共站时的影响, 给出两系统共站时 ACIR 建议值。为异系统混合组网及网络优化提供一定的参考。

关键词: TD-SCDMA; WCDMA; 干扰; 共存; 共站

Analysis of TD-SCDMA Downlink Interference with WCDMA Uplink

Ji Chang-Peng^{1,2}, HUANG Yun-Fei²

¹(School of Electronics and Information Engineering, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

²(Institute of Graduate, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

Abstract: The principle of the interference between TD-SCDMA uplink and WCDMA downlink was analyzed, and then build system simulation model based on Monte Carlo. Adaptive variable step power control algorithm was used into the simulation. By simulation, traditional fixed step algorithm was compared with adaptive variable step power control algorithm, the coexistence interference of TD-SCDMA uplink and WCDMA downlink was simulated for speech users only in a macro-to-macro cells scenario considering 1920MHz frequency. The result shows that a higher SINR value is achieved by adaptive variable step power control algorithm if the total transmission power is invariant, so it could reduce the system interference. According to the simulation results, different parameters settings are presented about the coexistence influence between TD-SCDMA and WCDMA system, and ACIR value are provided about system coexistence. It provides valuable reference for the research of hybrid network planning and optimizing.

Key words: TD-SCDMA; WCDMA; interference; coexistence; co-location

TD-SCDMA 与 WCDMA 系统共站址规划必然会产生一定程度的干扰, 由于频率资源紧缺, 难免会出现两系统在同一地理区域邻频共存的情形。因此, 减小系统间干扰, 提高系统性能, 确保 TD-SCDMA 与 WCDMA 系统共存是无线规划的重要课题。目前已有许多学者对 TD-SCDMA 与 WCDMA 系统的干扰进行研究并取得成果。如文献[1, 2]基于路径传输损耗特性, 对 TD-SCDMA 与 WCDMA 系统的共存干扰进行分析,

提出的工程实施解决方案值得借鉴应用; 文献[3, 4]利用 Monte Carlo 系统仿真方法搭建平台, 研究 TD-SCDMA 和 WCDMA 系统基站间干扰的最坏情况, 给出抗干扰模型, 但其基于理想的功率控制算法。

本文针对宏小区情形, 提出基于自适应变步长功率控制算法方案, 可取得较高的信干比 (SINR), 减小系统干扰, 为用户提供更好的服务质量。以此研究 TD-SCDMA 下行链路和 WCDMA 上行链路在 1920MHz

① 基金项目:辽宁省教育厅高等学校科学研究项目(202183385)

收稿时间:2011-10-17;收到修改稿时间:2011-11-26

附近的邻频共存干扰问题，根据仿真结果，给出两系统共存的邻道干扰比（ACIR）建议值。

1 干扰分析及功率控制算法优化

1.1 干扰分析

TD-SCDMA 基站端的发射机性能用邻道泄露比 (ACLR) 表征, WCDMA 基站端的接收机性能用邻道选择性 (ACS) 来表征。采用评估参数 ACIR 来衡量 TD-SCDMA 系统发射机的 ACLR 和 WCDMA 系统接收机的 ACS 的共同作用, 如式 (1) 所示, 当 ACIR 值改变时, WCDMA 系统容量会随之变化。

$$1/ACIR=1/ACS+1/ACLR \quad (1)$$

本文在研究 TD-SCDMA 与 WCDMA 系统间的干扰时采用文献[5]建议的 Monte Carlo 仿真方法, 依据所研究系统特性、拓扑结构、仿真场景、传播模型等建模。仿真中通过对两系统进行有限多次抓拍 (snapshot) 所采集到的数据进行统计分析, 得出系统间干扰大小。

1.2 自适应变步长功率控制算法

为维持通信质量, 减小干扰, 需要采用合理的功率控制方案。改进的自适应变步长功率控制算法是在基于信干比的传统功率控制基础上加入一个自适应的步长选择模块和信道衰减估计模块。若接收到的 SINR 大于目标 SINR, 功率控制指令 (TPC) 设置为“下降”的; 接收到的 SINR 小于目标 SINR, 则 TPC 设置为“上升”。功率控制步长的符号由当前 TPC 的值决定, 用户 N 的第 N 帧的发射功率由下式决定。

$$P(t)=P(t-T_p) \pm (\Delta P + \Delta \eta) \quad (2)$$

其中, T_p 是功率调整周期, ΔP 是固定步长, $\Delta \eta$ 为变化步长。该算法将 Markov 过程理论运用到功率控制算法中, 采用三个 TPC 命令, 具体利用当前时隙和前两个时隙的 TPC 命令: $TPC(t)$, $TPC(t-1)$ 和 $TPC(t-2)$ 进行功率控制, 将功率控制过程划分为四种状态, 选择四种步长, 其定义见表 1, 步长集为 {0.5dB, 1.0dB, 1.5dB, 2.0 dB}。

由于每一种 Markov 状态均包含两种情况, 其所对应的功率调整的方向不同, 如 State=0 里的 TPC 有两种情况: 000 和 111, 两种情况下的功率调整步长值是相同的, 但方向却是不同的, TPC 为 000 代表连续三

次减小发射功率, TPC 为 111 则代表连续三次增加发射功率, 比较得出 TPC 为 000 时信道的衰落比较小, 下一时刻将减小发射功, 其他情况同理可得。

表 1 TPC 取值及其含义

State	TPC(t)	TPC值含义	ΔP
State=0	000/111	$TPC(t)=TPC(t-1)$ or $TPC(t-1)=TPC(t-2)$	2.0dB
State=1	001/110	$TPC(t)=TPC(t-1)$ at $TPC(t-1) \neq TPC(t-2)$	1.5dB
State=2	011/100	$TPC(t) \neq TPC(t-1)$ or $TPC(t-1)=TPC(t-2)$	1.0dB
State=3	010/101	$TPC(t) \neq TPC(t-1)$ at $TPC(t-1) \neq TPC(t-2)$	0.5dB

具体的算法流程图如图 1 所示, 信道估计差 $\Delta \epsilon$ 变化时, 需要调整 ΔP 。当需要移动台增加发射功率时 $TPC=1$, 反之, $TPC=0$ 。信道衰落特性采用基准值 $\Delta \eta$ 。

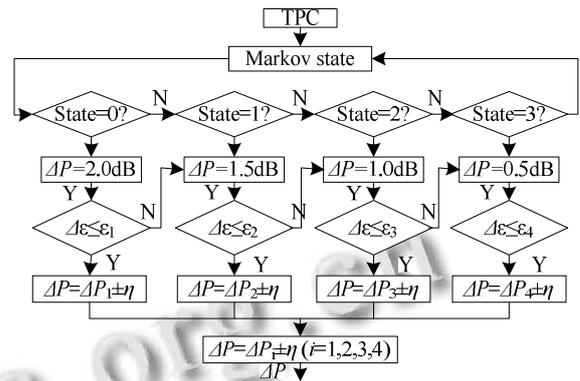


图 1 自适应变步长功率控制算法流程图

2 仿真模型

2.1 小区模型

蜂窝组网模式为由 19 个三扇区小区组成的宏小区网络模型。为消除边界效应, 仿真中采用 Wrap Around 技术。为研究基站地理位置对干扰效果的影响, 仿真中将干扰系统的基站位置偏移, 假设小区之间的站间距为 R , 则两系统地理位置相对偏移的距离 D 值分别为 $D_0=0$, $D_1=R/\sqrt{3}$, $D_2=R/2\sqrt{3}$, 表示两系统共站, 干扰基站位于被干扰系统小区边缘, 及上述两位置连线的中点。

2.2 干扰模型

系统的干扰计算分为本小区干扰 I_{own} 和其他小区

产生的干扰 I_{other} 。干扰对系统造成的影响用 SINR 描述，上、下行链路中 SINR 计算见式 (3)。

$$SINR_{UL} = \frac{S}{(1-\beta)I_{own} + I_{other} + N_0} \quad (3)$$

$$SINR_{DL} = \frac{S}{\alpha I_{own} + I_{other} + N_0}$$

式中， S 是接收信号功率； N_0 是热噪声； β 是多用户检测因子； α 是正交因子；实验中一般 $\alpha=0.2, \beta=0.78$ 。上式中 S 由式 (4) 给出。

$$S = T_x - \max(L - G_{tx} - G_{rx}, MCL) \quad (4)$$

式中， T_x 是发送信号功率； MCL 是最小路径损耗； L 是路径损耗； G_{tx} 是发射天线增益； G_{rx} 是接收天线增益。终端热噪声 N_0 计算如下。

$$N_0(dB) = -174 + 10\log(W) + NF \quad (5)$$

式中，常量 -174 为热噪声密度 (dB/Hz)； W 为接收机的接收带宽 (Hz)； NF 为接收机的噪声系数。

2.3 路径损耗模型

当两基站临近时，基站间的路径损耗采用双斜率模型^[6]。第一菲涅尔半径 d_{break} 为 921.6m (1920MHz)，当 $1 < d < d_{break}$ ， $L=38.1+20\log(d)$ ；当 $d \geq d_{break}$ ， $L=38.1+40\log(d) - 20\log(d_{break})$ 。

3 实验仿真

3.1 评估准则

上行链路中，WCDMA 系统^[7,8]采用 6dB 底噪抬升准则（对应于 75% 的负载），TD-SCDMA 系统取极限容量 75% 的用户数，即系统达到 5% 掉话率时的用户数；下行链路中，TD-SCDMA 和 WCDMA 系统均采用 95% 满意率用户数准则，即掉话率达到 5% 时的用户数为下行容量。

3.2 仿真算法

用静态仿真方法模拟实际的通信系统，分析用户数与干扰的关系。

Step1: 计算单系统平均用户数，对 TD-SCDMA 系统和 WCDMA 系统进行初始化；

Step2: 根据覆盖面积随机均匀分布用户，输入被干扰系统的用户，计算每个用户和基站之间的路径损耗以及天线增益；

Step3: 确定信号功率和干扰功率，求 SINR 值。在功率控制循环中，将计算得到的 SINR 值与目标

SINR 值比较，根据功率控制模型，得到合适的发射功率；

Step4: 功率控制循环结束后，处理收集最终的 SINR 值，多次快照得到稳定的单系统平均用户数 C_{single} ；

Step5: 为确定 C_{multi} 值，首先使 $C_{multi}=C_{single}$ ，确定系统的 ACIR 值后，加入干扰系统，计算 SINR 值，同目标 SINR 值比较判断是否掉话；

Step6: 降低 C_{multi} 值重新执行快照仿真，直到满足掉话率为 5% 的要求，得到异系统共存时稳定的平均用户数 C_{multi} ，见公式 (6)，得到被干扰系统的容量损失。具体流程见图 2，进而得出 ACIR 值同容量损失的关系。

$$Capacity = C_{multi} / C_{single} \quad (6)$$

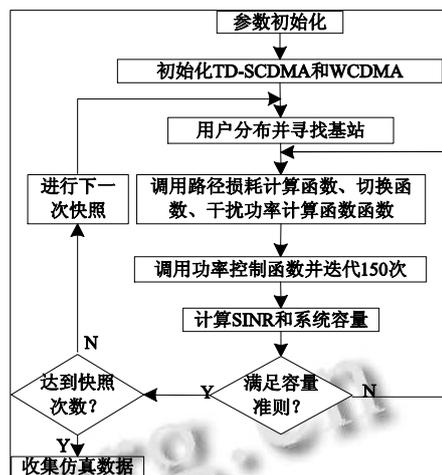


图 2 仿真流程图

3.3 仿真模型参数

TD-SCDMA 系统和 WCDMA 系统下行链路仿真参数见表 2。

表 2 仿真模型参数

参数	TD-SCDMA系统	WCDMA系统
MCL/dB	BS-UE: 81; UE-UE: 40; BS-BS: 70	BS-UE: 70; UE-UE: 40; BS-BS: 45
发射天线增益	7dB	11dBi
参考灵敏度电平	-108dBm	-117dBm
基站发射功率	基站 $P_{max}=34dBm$; 每码道 $P_{max}=22dBm$	单天线 $P_{max}=43dBm$; 每用户 $P_{max}=30 dBm$
MUD	0.2	N/A
非正交因子	0	0.4
智能天线	on	off

4 仿真分析

4.1 自适应步长功率控制算法仿真实验

以 MATLAB 为仿真平台,对传统的固定步长算法和自适应步长算法进行仿真,仿真结果如图 3 所示。在系统总的发射功率一定的条件下,与传统固定步长功率控制算法相比较,本文提出的自适应步长算法可以取得较高的 SINR,能够给用户提供更好的服务质量,以减小系统干扰。

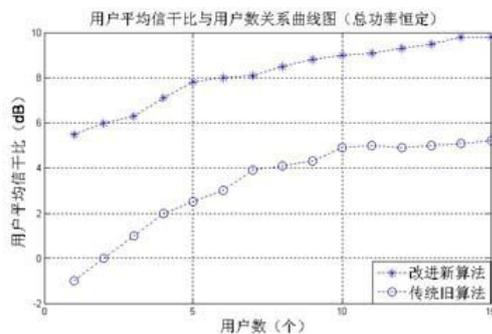


图 3 用户平均信干比与用户数关系曲线图

4.2 TD-SCDMA 基站对 WCDMA 基站的干扰

根据以上分析,将自适应步长功率算法应用于 Monte Carlo 仿真方法。为分析相对偏移距离对 WCDMA 上行的干扰影响,仿真中取 $R=1000\text{m}$,偏移距离 $D=D_0, D_1, D_2$,TD-SCDMA 基站对 WCDMA 基站容量的干扰如图 4 所示。为研究两系统共基站时的干扰情况,分别对 $R=577\text{m}$ 、 1500m 、 5000m 进行仿真,WCDMA 的容量在受到 TD-SCDMA 基站干扰时随 ACIR 的变化情况如图 5 所示。通过仿真分析可知:

1) WCDMA 容量损失均随 ACIR 值的增大而减小;

2) 如图 4 所示,两系统地理位置相对偏移对系统的性能影响很大,共站时,上行容量损失最大,系统间干扰也最大;而相对偏移 $D=577\text{m}$ (干扰基站位于被害系统小区边缘)时,系统间干扰和上行容量损失最小。相对偏移距离为 D_1 和 D_2 时,ACIR 值至少应为 65dB 。

3) 如图 5 所示,当两系统共基站时, R 越大,WCDMA 上行容量损失也越大。 $R=1500\text{m}$ 时的系统性能与 $R=577\text{m}$ 时的系统性能相似,为了保证 WCDMA 上行容量损失小于 5% ,共站时 ACIR 至少应为 70dB ;当 $R=5000\text{m}$,系统性能明显变差,需要 ACIR 值至少为 80dB 才能保证 WCDMA 上行容量损失小于 5% ,

虽然此时覆盖受限,但说明了 R 越大,完成覆盖所需的功率越大,此时的干扰也就越大。

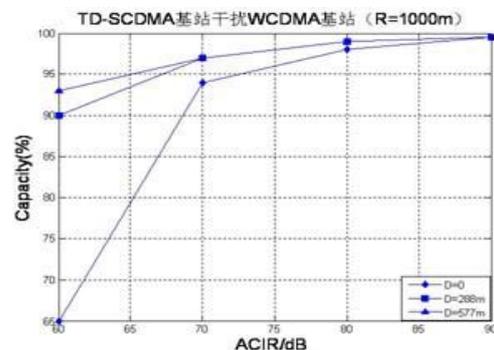


图 4 TD-SCDMA 基站对 WCDMA 基站的干扰

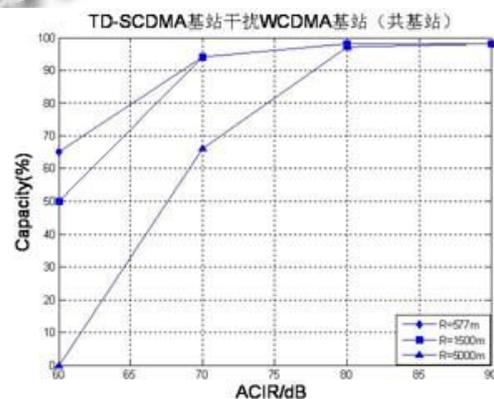


图 5 WCDMA 上行容量损失比较

5 结语

通过 Monte Carlo 仿真方法,将自适应步长功率算法应用于仿真中,研究 TD-SCDMA 下行链路对 WCDMA 上行链路在同一地理区域相邻频段下的干扰,分析位置偏移、小区站间距对于两系统基站共存时系统容量的影响。通过仿真可知,TD-SCDMA 基站干扰 WCDMA 基站时,需要更严格的 ACIR 来解决共站的系统共存问题。本文提出的仿真平台稍加改动即可研究其他无线系统在不同场景下的共存,扩展性强。

参考文献

- Chen JX, Grace D, Mitchell P. Capacity Analysis of Coexisting TD-SCDMA/WCDMA Systems. IEEE 18th International Symposium on PIMRC. New York: IEEE Press, 2007.1-5.
- 黄辉.WCDMA 与 TD-SCDMA 系统间干扰分析.南京邮电

(下转第 227 页)

件发送数据,与 modem 进行通信,当接收到的中断类型是 INTR_MODEM 时,调用 HWModemHandler 函数进行处理^[5,6]。串口中断处理流程图如图 2 所示。

2.3 串口驱动的 MDD 层和 PDD 层设计

MDD 层主要由流接口函数和中断处理函数组成。MDD 层向上提供了流设备接口,用于管理串口。由于串口驱动由 Device.exe 直接调用,所以 MDD 部分是以完整的流接口给出的,也就具备基于流接口的驱动程序所需的函数实现,包括 COM_Init, COM_Deinit, COM_Open, COM_Close, COM_Read, COM_Write, COM_Seek, COM_PowerUp, COM_PowerDown, COM_IOCTL 几个基本实现。这部分代码微软已经提供了参考代码,其中 COM_IOCTL 函数非常有用,该函数主要实现了一些串口的 IO 控制,他会被应用层的一些串口函数调用来获得或者设置串口的状态。应用程序通过调用 COM_IOCTL 函数并传入不同的操作码,实现了控制串口的功能。

PDD 层的函数主要是实现了对串口硬件的操作,包含的函数较多,在 MDD 层 COM_Init 函数中创建同步事件对象,会调用 PDD 层的 GetSerialObject 函数获得硬件信息,硬件的初始化通过调用 PDD 层的初始化函数 HWInit 完成。应用程序进行串口通信时,首先使用 CreateFile 函数打开串口,系统自动调用 COM_Open 函数,创建中断处理线程,PDD 层调用 HWOpen 来执行。当串口操作结束后,应用程序调用 CloseHandle 关闭串口,系统自动执行 COM_Close,由调用 PDD 层的 HWCclose 函数实现具体的硬件操作。进行串口读写时,应用程序调用 ReadFile 函数,系统自动执行 COM_Read,将接收到的数据从接收缓冲区中读出。当应用程序调用 WriteFile 函数时,系统自动

调用 COM_Write,将要发送的数据写到发送数据的缓冲区中。PDD 层分别调用 HWGetBytes 和 HWPutBytes 函数将数据接收下来和发送出去,具体的硬件和软件之间的协调工作在中断处理过程中执行。MDD 层的函数通过该结构体 HW_VTBL 实现对 PDD 层函数的调用,从而完成对串口硬件的操作。

3 结语

Windows CE 操作系统中串口通信广泛应用于工业控制、信息家电、汽车电子、个人电子消费品等领域。串口驱动程序的设计采用流接口驱动与分层驱动相结合的方法来设计,关键点是寄存器的配置和中断处理,从功能和实现上来讲并不复杂,但涉及的知识比较全面,是设计流式驱动程序和分层驱动很好的典范。对 Windows CE 设计外围设备的驱动具有重要参考价值。

参考文献

- 1 张冬泉,谭南林.Windows CE 开发实例精粹.北京:电子工业出版社,2008.
- 2 张正柱,欧阳柳波.WinCE .NET 下串口驱动分析及其与 PC 通信的实现.现代电子技术,2010,33(6).
- 3 周建设.Windows CE 设备驱动及 BSP 开发指南.北京:中国电力出版社,2009.
- 4 胡军辉,王友钊.Windows CE 设备驱动程序开发.计算机工程,2006,32(16):41-43.
- 5 潘莉,吴晓婷,邓中亮.WinCE.NET 下串口驱动开发设计.电脑开发与应用,2005,18(4):21-23.
- 6 司浩乐,万渡,田玉敷.Windows CE 下的串口驱动设计.计算机工程,2008,34(20):86-90.
- 7 杨晓波.WCDMA 无线网络的优化研究.计算机系统应用,2006,15(8):84-88.
- 8 刘欢,惠晓威.WCDMA 中的 OVVSF 码分配算法.计算机系统应用,2010,19(6):66-69.
- 9 3GPP TS 25.104 v9.0.0. BS Radio Transmission and Reception. 2009.
- 10 3GPP TR 25.942 v10.0.0. RF System Scenarios. 2011.
- 11 Larsson EG. Model-Averaged interference rejection combining. IEEE Trans. on Communications, 2007,55(2):271-274.
- 12 Tarokh V. New Directions in Wireless Communications Research. New York: Springer, 2009.458-464.

(上接第 77 页)

大学,2006.

- 3 Larsson EG. Model-Averaged interference rejection combining. IEEE Trans. on Communications, 2007,55(2):271-274.
- 4 Tarokh V. New Directions in Wireless Communications Research. New York: Springer, 2009.458-464.
- 5 3GPP TR 25.942 v10.0.0. RF System Scenarios. 2011.

- 6 3GPP TS 25.104 v9.0.0. BS Radio Transmission and Reception. 2009.
- 7 杨晓波.WCDMA 无线网络的优化研究.计算机系统应用,2006,15(8):84-88.
- 8 刘欢,惠晓威.WCDMA 中的 OVVSF 码分配算法.计算机系统应用,2010,19(6):66-69.