



中国电子学会信息论分会

2008 年

研究生学术交流会

——通信与信息技术会议论文集

(上册)

杨义先 钮心忻 主 编
杨 榆 雷 敏



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

2008 年研究生学术交流会 ——通信与信息技术会议论文集

(上 册)

杨义先 钮心忻 杨 榆 雷 敏 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本论文集收集 2008 年研究生学术交流会——通信与信息技术会议论文 270 余篇, 内容涉及计算机技术与应用、密码学与信息安全、数字信号处理、通信理论与技术和网络理论与技术等五大类文章。

本书可供通信、计算机、信息技术、企业信息化等领域的科技工作者和高等院校相关专业的师生参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

2008 年研究生学术交流会: 通信与信息技术会议论文集. 上册/杨义先等主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.2
ISBN 978-7-121-08073-9

I. 2… II. 杨… III. ①通信技术—学术会议—文集②信息技术—学术会议—文集 IV. TN91-53 G202-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 006226 号

责任编辑: 董亚峰

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订: 北京季蜂印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 880×1 230 1/16 印张: 50.5 字数: 1650 千字

印 次: 2009 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 398.00 元 (上、下册)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话:
(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

前 言

为配合教育部“研究生教育创新计划”，增强研究生的创新能力和创新意识，进一步促进通信与信息领域研究生的学术交流，发现和举荐创新型优秀人才，为广大研究生搭建良好的事业平台，中国电子学会信息论分会组织通信与信息领域 2008 年研究生学术交流会。

该会议自 2008 年 7 月开始广泛征稿，半年多时间共收到稿件 470 余篇。投稿作者来自全国各地高校中的硕士、博士研究生和青年科技工作者，投稿的论文涵盖通信理论与技术、计算机技术与应用、数字信号处理、网络理论与技术和密码学与信息安全等多个专业领域。论文反映国内通信与信息领域研究生关注的科研热点，也体现了国内通信与信息领域研究生的学术水平。

本次会议论文集得到国家重点基础研究发展计划（973 项目）（编号：2007CB311203）和国家重点基础研究发展计划（973 项目）（编号：2007CB310704）的资助。

我们衷心感谢所有投稿者对本次会议的关心与支持，感谢论文评审者对论文集的贡献，感谢程序委员会委员认真的审稿。电子工业出版社对论文集的出版给予了大力的支持，为此向他们表示衷心的感谢！

由于时间仓促，水平有限，不足之处在所难免，欢迎批评指正。

中国电子学会信息论分会
2008 年 12 月

2008 年研究生学术交流会

——通信与信息技术会议组织机构名单

大会合作主席：杨义先

学术委员会成员：白宝明 陈文德 陈小余 仇佩亮
邓北星 丁晓明 都思丹 范平志
何 晨 侯春萍 黄继武 李 晖
李光球 梁庆林 马 啸 孟利民
唐朝京 王新梅 韦 岗 许成谦
杨晨阳 叶中行 袁东风 周 詮

目 录

第 1 部分 计算机技术与应用

波特率在 MCS-51 单片机串行通信中的误差分析	肖小方 周琪云 (3)
桌面软件与 Web 软件探讨	王 浩 (7)
一种基于改进窗函数的 CBP 算法	牟振宁 朱岱寅 (12)
APD 反向偏压电路的研究设计	付永玲 周 芳 (16)
CORDIC 算法在 TDS-OFDM 系统频偏校正中的应用	薛玉旺 门爱东 (21)
基于 ADBF 的双基地雷达单脉冲测角研究	王建强 黄金杰 (27)
毫米波高灵敏度接收机的频率合成器设计	胡泰洋 顾兴旺 肖泽龙 许建中 (33)
基于智能车辆信号采集的滤波器设计研究	张 俊 李小云 李永乐 马荣辉 (39)
组合导航系统 GDOP 及与模型滤波的关联研究	黄 莹 (43)
无人驾驶车辆车速巡航控制器设计与研究	谢杜波 冯 辉 朱建坤 (47)
蓝牙 HID 应用模型的研究及实现	陈金凤 王昭顺 (51)
一种平台无关模型到 .Net 平台模型的转换实现	蒋邦锁 卢 雷 侯金奎 (56)
GUI 测试用例自动化生成模型	陈 峰 江国华 (62)
一种软中断机制在 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 上的实现	肖政东 章 勇 (66)
一种基于能量的多维时间序列 K 近邻分类	贾 瑞 毛宇光 (70)
面向飞机研制的产品结构配置数据模型研究	徐雪莲 吴铁鹰 (77)
基于 Delaunay 三角网的地质等值线快速生成算法	刘少兵 (82)
战术数据链在航母战斗群中的应用及其发展	呼 玮 杨建军 田 璐 (86)
设计模式支持的界面对象间的交互研究	刘维佳 卢 雷 侯金奎 (91)
基于小波变换脉搏信号去噪算法及实现	李维胜 杨 静 (98)
BOM 在仿真想定制作系统中的应用	刘朝阳 何 刚 李艳芝 (103)
用 CST 仿真设计同轴线功率分配器	李光磊 高 云 (108)
Windows 操作系统的系统调用异常检测方法研究	孙 诚 姚丹霖 (112)
关系数据库中估计空值的一个方法	吴 鹏 毛宇光 (116)
基于贝叶斯理论的新闻网页正文提取方法	李继腾 骆志刚 丁 凡 张 帆 田文颖 赵 琦 (121)
基于时态逻辑的迁移实例任务运行约束	李学军 韩芳溪 张 鹏 (126)
改进高斯描绘子及其在商标图像检索中的应用	朱洪臣 黄元元 刘宁钟 (131)
基于颜色特征的图像检索	余云鹏 黄元元 (136)
The Design and Realization of Alarm Subsystem in Video Surveillance System	Tang Xing Wang Wenli He Botao Guo Yunfeng Su Yi Yan Shan (140)

一种改进的 KMP 模式匹配算法	石 旦 廖闻剑 彭艳兵 (146)
基于实时中间件的分布式嵌入式系统的设计与实现	张 睿 章 勇 (150)
基于多核服务器的 BGP 协议性能测试	林福利 高 蕾 从晓红 韩 松 刘亚萍 (156)
粗糙集理论在不完备信息系统中的扩充	徐大为 毛宇光 (160)
基于 Fuzzy-PID 控制的导弹姿态控制器设计与仿真	王玉林 周绍磊 张一晟 张 戎 (165)
基于 TMS320LF2407 的液晶显示器设计与实现	姚翔宇 (169)
基于 XML Schema 的模式匹配在 SOA 中的应用	宋 狄 李 明 姜新文 (174)
绝缘子泄漏电流在线监测传感器的改进	李 玲 王 达 (179)
基于 DWR 的协同办公系统的设计与实现	刘利坤 潘 伟 (184)
VDR 图像子系统的优化技术的研究	李哲林 王海平 盛玉柱 姜立军 熊志勇 (189)
嵌入式导航系统地图显示的优化算法	许 剑 张 东 王晓琳 刘爱龙 (194)
EAI 模型研究与应用	孟建良 李太华 (200)
基于 Spring 框架的动态数据源研究与实现	任建华 戴剑伟 (205)
用 Java 实现 XML 文档的二进制编/解码	侯可佳 刘东波 张慕华 许 帅 (209)
基于 GPS 与 GPRS 的车辆跟踪与监控终端的设计与实现	吴 恺 李宗伯 王金清 (216)
基于数据挖掘技术的电磁频谱冲突预测研究	刘敬学 卢 玮 (221)
P2P 网络中基于移动 Agent 的信息检索	刘世杰 (226)
源代码的标记文本表示方法研究	薄建禄 郭长国 邹 鹏 (232)
基于 Ajax 的办公自动化系统的研究与应用	许庆华 宋震龙 (238)
基于 CAN 总线全自动生化仪的研制	陈恒博 (242)
基于布尔核函数的参数优化研究	杜影双 寒 枫 崔克彬 (247)
半导体生产计划系统设计及优化	马 妍 黄 道 (253)
基于 Beowulf 的分布式计算可扩展性评价与测试	孔令鑫 祝永志 侯秀杰 (260)
基于实验教学的 EWB 的电子线路设计	刘小洋 邵玉斌 龙 华 刘增力 (264)
在寄存器传输级进行功耗优化的方法	宋成伟 (269)
基于免疫算法的迁移 workflow 实例路径规划研究	张 鹏 韩芳溪 (273)
不同尺寸工件单机批调度算法的研究	郭长城 严隽薇 (280)
基于粒子滤波的相控阵雷达自适应采样	谢艳丽 张劲东 张忠传 朱晓华 (286)
X band 单片功率放大器设计	朱柯俊 文光俊 (291)
基于 Eclipse 的协同工作环境的研究	邵 煜 周会平 (295)
EDFA 自动功率控制中瞬态现象的研究	程丽晶 (299)
基于 Matlab 的线性、饱和变压器的研究	马瑞琳 余 江 裴以建 (303)
EJB3.0 与 Spring2.0 比较性研究	苏 毅 王文力 (309)
IP 视频监控中 CMS 的研究与分析	郭云峰 (313)

第 2 部分 密码学与信息安全

用 VHDL 语言实现 Feistel 密码结构的 DES 算法	于 彤 马社祥 徐 华 (319)
一种新型数据库审计系统模型的设计与实现	姚志东 徐国爱 李忠献 (325)
RC4 算法的唯密文攻击	黄少青 周亚建 杨义先 (330)

基于环 z_n 上圆锥曲线的代理多重签名方案	葛淑娟 梁向前 (335)
The Control and Management of Enterprise's Information Security Based on COBIT	Zhao Aiwu Guan Hongjun (339)
基于注册授权的军事 Web 信息安全服务	李 静 肖 孟 曾巧明 (343)
基于数字水印技术的电子签章系统的研究与设计	张凤姣 徐 涛 (347)
GPS 设备应用于军事车辆监控所面临的信息安全问题及解决方案	吴玉著 贾连兴 姚海潮 (352)
RBAC 模型的探究与应用	于成刚 毛宇光 (356)
一种新的安全协议的验证方法	王敏飞 曹子宁 (361)
一种椭圆曲线算法的改进及实现	刘 伟 唐韶华 (366)
Linux 平台下基于 PCIE 总线 FC 加密卡驱动程序的实现	杜春梅 谢 军 (370)
基于三角函数的密钥预分配协议研究	王松云 袁家斌 (375)
基于主成分分析的音频隐写检测	尤 娟 汤光明 (378)
一种 Java 源代码安全分析系统的设计与实现	牛婷芝 徐国爱 杨义先 (384)
基于模糊综合评价的安全事件关联模型	顾兆军 欧阳鑫 (388)
CPK 标识认证的密钥碰撞问题及解决方案	邢海龙 宣 蕾 闫纪宁 (396)
.NET 中数据库访问安全性浅析及通用接口的实现	姚国风 杨广明 (401)
多实例的多级安全数据库	柳 圣 毛宇光 (407)
网络信息安全问题及其防御技术发展研究	熊 惟 程俊辉 (411)
关于入侵防御系统的研究	沈其聪 王贤德 (416)
一种基于文件过滤驱动的 Windows 系统修复方案	郜小亮 张 淼 徐国爱 (421)
事务存储同步机制的研究	姜 磊 徐国爱 (426)
椭圆曲线密码系统的设计实现与优化	杨 颖 龙 翔 高小鹏 (431)
一种使用任务切换安全运行计算任务的方法	朱 强 徐国爱 (436)
Ad Hoc 网络安全路由技术研究	王世锋 朱培栋 肖振宇 (440)
基于神经网络的增强型入侵检测系统 NNSnort 研究与设计	苗延强 蔡开裕 (445)

第 3 部分 数字信号处理

嵌入式 Linux 下 Qt/Embedded 的研究与应用	黄飞飞 章 勇 (453)
万兆光口卡设计中信号完整性问题	程 川 (458)
基于视觉特征样本的道路识别算法研究	王文杰 赵合计 翟炳峰 董玉振 (463)
电子式互感器数字输出接口的研究与设计	李 晓 (468)
高速电路中的信号完整性问题	汪月霞 何建新 (472)
小波变换在管道泄漏信号奇异点检测中的应用	胡 琼 范世东 (476)
基于小波分析的雷达引信抗海杂波干扰研究	张 戎 路 明 马湘美 (481)
现代信号处理研究	谢苏隆 白 琳 (486)
一种改进型自适应算法用于消除相干噪声的性能研究	李静叶 谢小可 刘 云 邵玉斌 (491)
一种新的用于感知音频编码的前向掩蔽模型	舒 若 吴乐南 吴 晖 (496)
基于人工神经网络的汉语情感语音韵律建模	耿现保 蒋保臣 (500)
一项实用的道路裂缝预处理技术	肖 靖 徐国爱 刘凡凡 (504)

第 4 部分 通信理论与技术

CESoP 技术研究	胡 杰	(511)
TCP Handoff 技术在 Web 服务器集群中的应用	魏 莉 郭少杰 高宝军	(516)
CRC 纠错技术在无线传输中的应用扩展	王国防 王 梅 于国庆	(521)
超长距离 DWDM 关键技术分析及应用	陶晓宇 李洪业	(526)
基于 IP113S 的以太网光纤收发器设计	张少杰 任海兰	(531)
基于 S3C44B0X+uC/OS-II 的嵌入式系统与以太网的连接	刘 刚 陈盛云	(536)
一种改进的空时编码检测算法	戴清杰 王 威 刘 松 梁 晨 李永波	(542)
修正的循环码纠错译码方法	李 东 谢 军	(546)
光电管智能车的速度策略	王 旭 高金巍	(550)
基于空时频编码的 MIMO-OFDM 系统的多用户检测	江 婷 许宗泽	(554)
GPS 接收机载波跟踪环路的设计	张 芸 陈 萍	(559)
无线传感器网络节点的天线与巴伦设计	邱金燕 毛善国	(563)
IP 视频监控系统中 VTU 负载均衡的原理和工作流程	陈 斌	(569)
基于 IP 的数据链研究	桑亚楼 任国勇	(574)
一种 DS/FH 信号的快速检测方法	薛 乐 叶 伟 刘向前	(578)
UWB 天线在 WBAN 中的性能分析	门佃鑫 邹卫霞 周 正	(582)
TD-SCDMA 路测系统的研究与实现	钟卫为	(586)
卫星激光通信系统中的关键技术研究	白 琳 陈 豪	(591)
光纤制导技术及其军事应用	段丰安	(595)
智能控制在 CDMA 功率控制中的应用	张 翔 韩存武	(599)
合作通信技术中的编码合作研究	毛 玮 邵玉斌 李 淼 李禹华	(607)
基于混沌序列的超宽带无线电抗干扰性能分析	姜春艳 顾利民	(612)
用最优波形减小 MC-DS-CDMA 系统 MAI 的研究	陆利刚 刘金铸 倪 敏	(616)
光传输系统中的下一代 FEC	阙凌薇	(621)
基于参考时钟法的高速跳频同步方案	陈 臣 夏白桦 谢 伟	(626)
无线中继网络中基于 LDGM 码的协作编码研究	赵香琴 刘帆波 王艳平	(631)
用于射频发射的锁相环频率合成器的设计	赵 航 曹子谏 孙小强 张大明	(636)
嵌入式 GUI 通信机制研究与改进	段 涛 刘宁钟	(641)
合作通信的中断概率性能分析	吴 熹 邵玉斌 龙 洋 熊荣会	(645)
新一代移动多媒体子系统-IMS	张庆东 李洪业 陶晓宇	(649)
Study of Chest Effect on Transmission Characteristic by Compact UWB Wearable Antenna	Chen Junlei Zou Weixia Zhou Zheng Wu Fengli	(654)

第 5 部分 网络理论与技术

基于策略的网络管理	艾红波 王俊社 李晓冬	(661)
基于 OGSA 的资源管理系统总体设计	李晓冬 王俊社 艾红波	(665)
应用网格数据传输协议与工具分析	钟 敏 郭蓝图 全兆岐	(669)

利用 JXTA CMS 实现的参考文献共享系统	尤 许 章 勇 (676)
下一代网络中 Parlay API 与 JAIN API 的比较	张中荃 柏广建 (680)
基于竞争终端数目估计的 DCF 协议 RTS 门限调整算法	兰英龙 许宗泽 (684)
嵌入式以太网接口设计	潘国强 鲍景富 杨晓波 (689)
WiMAX 应用现状与发展趋势	邢 磊 郎为民 周 展 (693)
一种基于分段网络编码的 P2P 内容分发模型	蔡明俊 许宗泽 (698)
基于嵌入式 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 系统的网络编程技术	段慧婷 王 梅 于国庆 (702)
多射频 WMN 干扰拥塞混合感知路由协议研究	马燕玲 龙 华 (707)
Linux 内核流量控制机制分析	贺会龙 张力军 (712)
Application of SOA in MegaEye Network Management System	Yan Shan Wang Wenli (718)
模拟退火算法在网络节点业务调度中的应用研究	张 杰 (722)
一种基于无线传感器网络目标跟踪方法的改进	张海亮 宋卫平 (726)
MGA-BP 神经网络及其在故障诊断中的应用	胡高军 黄 道 (731)
A Short Survey on Range Queries in Structured Peer-to-Peer Overlay Networks	Wang Fei Yu Jiguo Zhang Yan (737)
A Short Survey on Graph-Theoretic Analysis of Structured Peer-to-Peer Systems	Zhang Yonghong Yu Jiguo He Zhengchao (742)
基于数据挖掘的快速搜索引擎的研究与实现	曲守宁 张 冰 杨海英 (747)
中继环境下基于 LDPC 码的协作编译码研究	王艳平 赵香琴 (753)
Performance Analysis of Scheduling Scheme for Wireless Mesh Networks with NS-2	Hieu Nguyentrong Hua Long Fan Yan (757)
两级多模式匹配结构 BF-TCAM 及其性能分析	郎园园 许 都 (763)
拥塞控制策略和 IP 组播流量管理的研究	刘思建 陈元琰 张永红 (768)
电信级以太网 PBT 的研究和实现	徐 鹏 (773)
一种基于 P2P 的家庭网络媒体分发技术	陈 冲 李长春 (777)
多信道 Ad Hoc 网络组播问题研究	马卫华 姚丹霖 刘 勇 (781)
汇聚型协议转换器全网网管的设计与实现	宋 强 (785)

附 录

第十四届青通会征文通知	(791)
中国电子学会第十六届信息论学术年会征文通知	(793)

第 1 部分

计算机技术与应用

波特率在 MCS-51 单片机串行通信中的误差分析

肖小方 周琪云

(江西师范大学计算机信息工程学院, 江西 南昌 330022)

摘要: 随着 MCS-51 单片机的日益重视和关注, 串行通信已成为 MCS-51 单片机多机应用系统中广泛使用的功能。波特率是单片机串行通信成败的一个重要指标, 本文就波特率设置采用数学推理计算的方法进行一些误差分析, 以便让大家更好的选择合适的波特率, 以确保串行通信成功, 本文对于 MCS-51 以外的其他类型单片机串行通信的波特率设置也有实用参考价值。

关键词: 单片机; 波特率; 串行通信; 误差分析

Error Analysis of Baud Rate Setting in Serial Communication of MCS-51 Single Chip Computers

Xiao Xiaofang Zhou Qiyun

(College of Computer & Information Engineering, Jiangxi Normal University Jiangxi Nanchang 330022)

Abstract: With the attaching importance to MCS-51 single chip, serial communication has become a diffusely use during a multi-application system. Baud rate is an important factor to make sure single chip's serial communication success. This paper analyzes the error of baud rate setting with the method of Mathematical reasoning calculation, so that we can choose a better baud rate to ensure the serial communication success. This paper has a useful reference value for single chip serial communication baud rate settings besides MCS-51.

Keywords: single chip; baud rate; serial communication; error analysis

1 引言

单片机作为计算机的一个重要分支, 自 70 年代问世以来, 就受到人们的普遍关注和重视。基于 MCS-51 系列单片机性能稳定、工作可靠、价格低廉等特点, 其应用非常广泛。其中一个极其重要的应用就是利用单片机与 PC 机或单片机与单片机之间进行串行通信。在不同机种的串行通信 (比如 MCS-51 单片机与 PC 机的通信) 中, 一个重要的问题是通信双方应该采用相同的传输速率也即波特率, 这是确保双方通信成功的基本条件之一。下面就 MCS-51 单片机串行通行中波特率的设置及其由此产生的误差做一些分析。

2 单片机串行通信

按照串行数据的时钟控制方式, 串行通信可分为同步通信和异步通信两类^[1]。

(1) 同步通信 (Synchronous Communication): 是一种连续串行传送数据的通信方式, 每次传输的数据块均由同步字符、数据字符和校验字符 CRC 三部分组成。

(2) 异步通信 (Asynchronous Communication): 在异步通信中, 数据通常是以字符为单位组成字符

帧, 然后由发送端逐帧发送, 再通过传输线被接收端逐帧接收。接收端是依靠字符帧格式来判断发送端是何时开始发送何时结束发送的。字符帧格式由起始位、数据位、奇偶校验位和停止位四部分组成。

异步通信的一个重要指标为波特率, 它表示每秒钟传送二进制数码的位数, 即位/秒。波特率用于表征数据传输的速度, 波特率越高, 数据传输速度越快。因此发送端和接收端的波特率必须绝对真实一样, 否则就会影响串行通信中数据的传送或接收。

3 波特率设置

单片机的串行口有 4 种工作模式, 可以通过编程来选择。串行口工作于不同的工作模式具有不同的波特率^[2]。设 F_{band} 表示波特率, f_{osc} 表示单片机系统的晶振频率, SMOD 表示特殊功能寄存器 PCON 的 D7 (波特率倍增) 位, SM0 和 SM1 表示串行口控制寄存器 SCON 的工作方式选择位, T_f 表示定时器 T1 的溢出率, 设 X 为 TH1 的预置值。则串行口在不同的工作模式下波特率为:

(1) 当 SM0=0, SM1=0 时, 串行口为工作模式 0, 波特率取决于系统晶振频率, 即:

$$F_{\text{band}} = \frac{f_{\text{osc}}}{12} \quad (1)$$

(2) 当 SM0=1, SM1=0 时, 串行口为工作模式 2, 波特率取决于波特率倍增位和系统的晶振频率, 即:

$$F_{\text{band}} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{64} \cdot f_{\text{osc}} \quad (2)$$

(3) 当 SM0=0, SM1=1 时, 串行口为工作模式 1, 波特率取决于波特率倍增位和定时器 T1 的溢出率; 当 SM0=1, SM1=1 时, 串行口为工作模式 3, 波特率也取决于波特率倍增位和定时器 T1 的溢出率。故模式 1 和模式 3 的波特率的计算公式为:

$$F_{\text{band}} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \cdot T_f \quad (3)$$

定时器 T1 的溢出率 T_f 受模式 1 和模式 3 中定时器 T1 设置的工作方式影响, 通常的设置是 T1 工作于模式 2 (将 TH1 或 TL1 配制成自动重新装入的 8 位计数器), 则每经过 $2^8 - X$ 个机器周期, 定时器 T1 产生一次溢出, 因此有:

$$T_f = \frac{f_{\text{osc}}}{12 \cdot (2^8 - X)} \quad (4)$$

将 (4) 式代入 (3) 式得模式 1 和模式 3 的波特率为:

$$F_{\text{band}} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \cdot \frac{f_{\text{osc}}}{12 \cdot (2^8 - X)} \quad (5)$$

由 (5) 式可得 T1 工作在模式 2 下的初值为:

$$X = 2^8 - \frac{2^{\text{SMOD}} \cdot f_{\text{osc}}}{32 \cdot 12 \cdot F_{\text{band}}} = 256 - \frac{f_{\text{osc}} \cdot (\text{SMOD} + 1)}{384 \cdot F_{\text{band}}} \quad (6)$$

由 (6) 式可见, 在模式 1 和模式 3 下, 可根据给定的波特率和系统晶振频率, 在不同的波特率倍增位情况下, 灵活设计预置值 X。

综上所述, 串行接口在不同的工作模式下, 影响波特率的参数皆不同, 因此, 在通信中, 为了避免数据丢失, 必须深入研究各工作模式下的误差来源, 才能有的放矢地设置波特率, 确保通信成功。

4 波特率误差分析

根据实验经验, 我们知道单片机异步串行通信每帧双方最多允许差半个比特^[3], 否则就会出现通信数据不能正常接收。因此如果按串行口工作在模式 1, 发送帧的位数为 10b 来计算的话, 那么双方时钟误差

为: $\frac{0.5}{10} = 5\%$ 是可避免误码的极限, 那么对于发送或接收的任一端误差的最大极限为 2.5%。如果按串行口工作在模式 2 或模式 3, 发送帧的位数为 11b 来计算的话, 那么双方时钟误差为: $\frac{0.5}{11} = 4.55\%$ 是可避免误

码的极限, 那么对于发送或接收的任一端误差的最大极限为 2.275%, 因此我们可知串行通信中发送和接收双方的允许误差与帧的位数有关: 发送帧的位数越多, 波特率的精度要求就越高。

由 (1), (2) 和 (6) 式可知波特率 F_{band} 与晶振频率 f_{osc} 、波特率倍增位 (SMOD) 和 TH1 中预置初值 X 有关。

1. 晶振频率 f_{osc} : f_{osc} 主要由振荡晶体的固有频率决定, 当振荡晶体的频率标值与实际值不完全一致时, 用有误差的 f_{osc} 去计算 F_{band} , 势必会导致 F_{band} 会产生一定的误差。当然, 系统晶振在出厂前都经过严格检测, 其频率准确性比较高, 对于一般的要求不高的系统来说其误差可以忽略不计。但是对于一些精度要求非常高的系统, 还必须采取措施将其消除。

2. 波特率倍增位 SMOD: 由于 SMOD 的值不定, 可取 0 和 1, 因此对于 SMOD 值的不同选择, 所得的 X 值就不同, 对波特率的误差影响也就不相同。如假设 8051 单片机的晶振频率为 6MHz, 定时器 T1 工作在模式 1; 波特率为 2400b/s; 串行口工作在模式 1。则有:

① 当 SMOD=0 时:

$$\text{由 (6) 式可得: } X = 256 - \frac{f_{osc} \cdot (SMOD + 1)}{384 \cdot F_{band}} = 256 - \frac{6 \cdot 10^6 \cdot (0 + 1)}{384 \cdot 2400} = 249.4896 \approx 249 = F9H$$

$$\text{把 } X = F9H \text{ 代入 (6) 式: } F_{band} = \frac{2^{SMOD}}{32} \cdot \frac{f_{osc}}{12 \cdot (2^8 - X)} = \frac{6 \cdot 10^6}{32 \cdot 12 \cdot (256 - 249)} = 2232.1429 \text{ b/s}$$

$$\text{波特率的相对误差为: } K1 = \frac{\Delta \text{绝对误差}}{\text{真实值}} = \frac{|2232.1429 - 2400|}{2400} \cdot 100\% = 6.9940\% \quad (7)$$

② 当 SMOD=1 时:

$$\text{由 (6) 式可得: } X = 256 - \frac{f_{osc} \cdot (SMOD + 1)}{384 \cdot F_{band}} = 256 - \frac{6 \cdot 10^6 \cdot (1 + 1)}{384 \cdot 2400} = 242.9792 \approx 243 = F3H$$

$$\text{把 } X = F3H \text{ 代入 (6) 式: } F_{band} = \frac{2^{SMOD}}{32} \cdot \frac{f_{osc}}{12 \cdot (2^8 - X)} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^6}{32 \cdot 12 \cdot (256 - 243)} = 2403.8462 \text{ b/s}$$

$$\text{波特率的相对误差为: } K2 = \frac{\Delta \text{绝对误差}}{\text{真实值}} = \frac{|2403.8462 - 2400|}{2400} \cdot 100\% = 0.16026\% \quad (8)$$

由 (7) 和 (8) 可知, $K1 = 6.9940\% > 2.5\%$, $K2 = 0.16026\% < 2.5\%$, $K2$ 在误差范围内, 因此此时取 SMOD=1 时, 能得到正确的通信效果, 这与我们实验得到的结果相符。

3. 定时器 T1 中预置初值 X: 由 (6) 式 TH1 中预置初值 X 的计算公式可知, 若用户采用 12MHz 晶振, 将有一些常用的波特率 (如 1200b/s, 2400b/s, 4800b/s, 9600b/s 等) 使用 (6) 式算出的 X 值为非整数。例如, PC 机与单片机进行串行通信时, 双方约定波特率为 9600b/s; 单片机系统的振荡频率为 12MHz; 定时器 T1 工作在模式 1; 串行口工作在模式 1; PCON 的 SMOD 位置为 1。那么根据式 (6) 有:

$$X = 256 - \frac{f_{osc} \cdot (SMOD + 1)}{384 \cdot F_{band}} = 256 - \frac{12 \cdot 10^6 \cdot (1 + 1)}{384 \cdot 9600} = 249.4896 \approx 249 = F9H$$

$$\text{把 } X = F9H \text{ 代入 (6) 式: } F_{band} = \frac{2^{SMOD}}{32} \cdot \frac{f_{osc}}{12 \cdot (2^8 - X)} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^6}{32 \cdot 12 \cdot (256 - 249)} = 8928.5714 \text{ b/s}$$

$$\text{波特率的相对误差为: } K3 = \frac{\Delta \text{绝对误差}}{\text{真实值}} = \frac{|8928.5714 - 9600|}{9600} \cdot 100\% = 6.9940\% \quad (9)$$

由 (9) 式可知, $K3 = 6.9940\% > 2.5\%$, 误差已超出允许范围, 串行通信将不能正常接收和发送。通过实验, 我们看到传输的数据也出现了错误, 产生错误的原因是由于 TH1 预置的初值 X 为非整数, 经过四舍五入后产生量化误差, 从而导致计算出的 F_{band} 产生了误差。因此可选用与 PC 机通信控制时钟

(1.8432MHz) 成整数倍的晶体振荡器作为单片机的晶振^[4], 如振荡频率为 $1.8432 \times 6 = 11.0592\text{MHz}$ 等的晶振, 此时根据 (6) 式计算有:

$$X = 256 - \frac{f_{osc} \cdot (SMOD + 1)}{384 \cdot F_{band}} = 256 - \frac{11.0592 \times 10^6 \cdot (1 + 1)}{384 \cdot 9600} = 250 = FAH \quad (10)$$

从 (10) 式我们可知 TH1 预置初值 X 为整数, 有效防止了 X 因四舍五入后产生量化误差。通过实验, 我们知道传输的数据能够正确的发送和接收, 与理论结果相符。

5 结束语

波特率设置的合适与否是 MCS-51 单片机串行通信成败的一个重要因素。通过对 MCS-51 系列单片机串行通信中的波特率设置及其由此产生的误差进行分析, 对串行通信中波特率的合理设置有着重要的指导作用。此外, 对于 MCS-51 以外的其他类型单片机串行通信的波特率设置也有实用参考价值。

参考文献

- [1] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004
- [2] 赵建领. 51 系列单片机开发宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007
- [3] http://www.ouravr.com/bbs/bbs_content.jsp?bbs_sn=1026827
- [4] 贾智伟, 李应红. 串行通信中应注意的两个问题[J]. 电子工程师, 2001 年第 27 卷第 8 期第 13 页
- [5] 张士钱, 李茂兵. 用延时法调整 8051 单片机串行通信的波特率[J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2005, 36 (1) 126-128
- [6] 赵庆亮, 魏晓涛, 王以伦. 用单片机的串行口实现异步多机通信[J]. 信息技术, 第 27 卷第 7 期 2003 年 7 月
- [7] 王 苓, 苏维均. 基于多线程技术的多串口通信[J]. 微计算机信息, 2006 年第 22 卷第 3-1 期
- [8] 王秀森, 蒋永馨, 叶喜勇. 多机串口通信的实现[J]. 电子工程师, 2007 年 5 月第 33 卷第 5 期
- [9] 李建设. 单片机的串行通信接口技术探讨[J]. 现代电子技术, 2005 年第 18 期总第 209 期
- [10] 于 艳, 顾 桓. MCS-51 单片机和 PC 机间的串口通信[J]. 科学技术与工程, 第 7 卷第 8 期 2007 年 4 月

作者简介

肖小方 (1983—), 男 (汉族), 江西永丰人, 硕士研究生, 研究方向: 嵌入式系统;
周琪云 (1964—), 男 (汉族), 江西南昌人, 教授, 硕士生导师, 研究方向: 嵌入式系统。