

2003 年全国单片机及嵌入式系统
学术年会
论文集 (下册)

天津市计算机学会单片机分会 主编



北京航空航天大学出版社

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

2003 年全国单片机及嵌入式系统 学术年会

论文集 (下册)

天津市计算机学会单片机分会 主编

北京航空航天大学出版社
<http://www.buaapress.com.cn>

内 容 简 介

本书为“2003年全国单片机及嵌入式系统学术年会”的论文集,共收集论文256篇。书中论文的内容反映了近年来单片机与嵌入式系统领域中的一些新兴、前沿和热点技术,是国内外各行各业作者最新科研成果的总结,内容新颖,范围宽广。

本书为上、下册,共分10篇,即:综合性论述;软件技术及其应用;网络、通信与数据传输;总线技术及其应用;嵌入式处理器及其应用;数据采集与智能仪表;监测与控制系统技术;DSP应用及算法;CPLD/FPGA相关应用;典型应用设计。

上册包含前4篇,下册包含后6篇。本书内容十分丰富,对现阶段从事单片机与嵌入式系统技术研究和产品开发的技术人员有重要参考价值。本书适合于单片机与嵌入式系统业界专家、科技工作者、产品开发人员以及高等院校教师和研究生等参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

2003年单片机及嵌入式系统学术年会论文集/天津市
计算机学会单片机分会编. —北京:北京航空航天大学
出版社, 2003. 10

ISBN 7-81077-379-8

I. 2… II. 天… III. ①单片微型计算机—学术会
议—文集②微型计算机—学术会议—文集
IV. TP36-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第086590号

2003年单片机及嵌入式系统学术年会论文集(下册)

天津市计算机学会单片机分会 主编

责任编辑 胡 敏 刘晓明 朱伟锋

责任校对 陈 坤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

开本: 787×1092 1/16 印张(上、下册): 77.25 字数(上、下册): 2650千字

2003年10月第1版 2003年10月第1次印刷

ISBN 7-81077-379-8 定价(上、下册): 150.00元

2003 年全国单片机及嵌入式系统 学术年会

2003 年 10 月 18 日~20 日
北 京

主办单位：

中国计算机学会微机专业委员会
天津市人民政府信息化办公室
天津市科学技术协会
天津大学
天津市计算机学会

承办单位：

天津大学
天津市计算机学会单片机分会

协办单位：

北京航空航天大学出版社
21IC 中国电子网
巨流传媒《电子质量》杂志社
《单片机与嵌入式系统应用》杂志社
《今日电子》杂志社、
《电子技术应用》杂志社
《微计算机信息》杂志社
《电子世界》杂志社、
《半导体技术》杂志社
《电子元器件应用》杂志社
《电子技术》杂志社
《EDN CHINA 电子设计技术》杂志社
全美华人科技工作者协会
台湾单晶片暨嵌入式系统发展协会
寰群科技股份有限公司
《e 科技》雜誌社
《電子技術》雜誌社
《MM 機械技術》雜誌社
《機電整合》雜誌社

序 言

“全国单片机及嵌入式系统学术年会暨多国产品展示会”是由中国计算机学会微机专委会主办,每两年由地方单片机学会(分会)申办并承办的全国性学术性会议,是全国单片机及嵌入式系统领域研究与应用的重要学术会议。

根据“2001 北京会议”的决定,并由中国计算机学会微机专委会授权,“2003 年全国单片机及嵌入式系统学术年会暨多国产品展示会”定于 2003 年 10 月 18 日至 20 日在中国天津召开。本届会议由天津市人民政府信息化办公室、天津市科学技术协会、天津市计算机学会参与主办,由天津市计算机学会单片机分会和天津大学承办。会议的主题是“单片机与嵌入式系统及其应用”,旨在交流两年来全国在单片机及嵌入式系统方面学术研究和开发、应用成果,展示新技术、新产品等等。

本次会议是我国抗击 SARS 取得胜利后,学会的第一次盛会。会议的筹备克服了各方面的困难,会议承办单位做了大量而有成效的工作,会议的如期举行具有特殊的意义。

会议筹备组先后收到国内外专业学术论文 362 篇,经过论文集专家评审组的初审和复审,共有 256 篇论文被录取,并全文载入《2003 年全国单片机及嵌入式系统学术年会论文集》。该论文集分为上、下两册,由北京航空航天大学出版社正式出版发行。

由于本届学术年会的征文响应面广,许多论文都是国内外各行各业作者最新科研成果的总结,内容新颖,范围宽广,从多方位、多角度反映了 21 世纪初关于单片机及嵌入式系统的新概念、新技术和新产品,展示了新的应用成果和经验。是一套宝贵的、反映国内外单片机及嵌入式系统最新技术综合信息的参考书。她的问世必将进一步推动我国单片机及嵌入式系统研究和应用的快速发展。

会议得到了业内人士广泛的响应和空前的支持。北京航空航天大学出版社、21IC 中国电子网、巨流传媒《电子质量》杂志社、《单片机与嵌入式系统应用》杂志社、《今日电子》杂志社、《电子技术应用》杂志社、《微计算机信息》杂志社、《电子世界》杂志社、《半导体技术》杂志社、《电子元器件应用》杂志社、《电子技术》杂志社和《EDN CHINA 电子设计技术》杂志社等国内媒体,以及全美华人科技工作者协会、台湾单晶片暨嵌入式系统发展协会、寰群科技股份有限公司、《e 科技》杂志社、《电子技术》杂志社、《MM 机械技术》杂志社和《机电整合》杂志社等海外媒体、同仁作为本次会议的协办单位,为本次会议的宣传和筹备做了大量的工作。

由于论文集收录的论文数量多,且多数稿件交稿日期较晚,论文评审和出版的时间十分紧张,错漏之处敬请指正。在这里,感谢论文作者的支持和辛勤的劳动;感谢各位专家在百忙之中审阅论文所付出的艰辛;感谢北京航空航天大学出版社

的大力支持,为本书的编辑和校对,一丝不苟,认真负责,加班加点,终于在会前完成了该套论文集的出版;感谢所有关心本书和热心支持本届会议的各位同仁!

我们相信,在我们大家的共同努力下,这次会议一定能够开成一次团结、创新的盛会。预祝本届年会暨展示会圆满成功,也祝愿各位与会代表在天津期间身体健康、心情愉快。

天津市计算机学会单片机分会

2003年9月16日

目 录

上 册

第一篇 综合性论述

基于 Ptolemy 的嵌入式计算系统级建模与仿真

.....	凌纯清	徐 成	李仁发	张 丽(2)
基于可编程 ASIC 的可重构计算系统			张泽明	路新春(9)
使用 UML 分层设计嵌入式系统	杨新轩	杨 静		谢 蒂(14)
GDB 交叉调试内核实践		郑国宏		刘日升(18)
RTEMS 中的内存管理	周兴健	薛海鹏	张新灵	邓庆绪(21)
开发嵌入式系统 BootLoader		王 新		张立民(26)
嵌入式 PowerPC 技术及开发应用	熊元姣	林欣荣		陈宣毅(30)
提高嵌入式系统实时性的有效方法	于哲舟	周春光	王纲巧	杨佳东(35)
主从计算机在电磁辐射自动测试系统中的应用		周 旭		谢国如(39)
电磁辐射自动测试系统的软件设计		周 旭		谢国如(41)
嵌入式语音显示器硬件系统设计		杨书华		马西沛(43)
基于嵌入式系统的语音识别方法研究		芦智勇		李 杰(50)
基于单片机的指纹识别系统的设计	张立民	魏 培		李章林(54)
重复利用 OTP 单片机方法探讨	李学海	张拥军		王暄妍(59)
基于 51 汇编语言的 TEA 加密算法的研究与实现		周 斌		李文印(68)
哈佛寻址结构单片机程序动态下载及在线运行设计		刘智勇		韦 巍(72)
一种动画效果显示菜单的设计与实现		胡贵生		郝苏晨(77)
锁存器的版图设计	黎翠凤	张申科		林正浩(83)
一款 CPU 中的数据调整器的版图设计	黎翠凤	张申科		刘婷英(87)
行车记录仪中数据存储保护的实现		张元良		李 闯(90)
应用 EM78 单片机中断功能需要关注的问题	李学海	张拥军		王暄妍(95)
一种基于单片微机的软起动开关			姚广平	(104)
多文种 LED 桌签显示系统		袁保社		缪 成(108)
滤波技术及其在单片机控制系统中的应用	苏 禹	刘保华		丁同海(110)
采用循环纠错码实现电子电能表数据存储和交换的可靠性		李 冰		魏同立(114)
采用通用器件实现单片机 I/O 扩展	赵国相	李淑芹		何丽莉(121)
数据库通信协议分析与安全检测		雒 群		刘秋实(124)
高校嵌入式系统教学与实验	慕春棣	刘 森		李 强(128)
单片机原理与接口课程教学研究		石文华		宋云京(132)
单片机原理与接口技术课程设计方法的探讨	徐建军	关 宇	汤钰鹏	李杏春(135)

基于 AT91 微控制器嵌入式教学系统的设计与实现

.....	朱立新	崔玲丽	郑 刚	王飞跃(137)
单片机实验装置的革新	饶运涛		王进宏	邓文娟(143)
一种嵌入式系统教学实验装置的硬件设计	陈家胜		罗小彬	王 欣(146)
电子信息综合实验平台的设计与开发	杨璞洁		习友宝	古天祥(153)

第二篇 软件技术及其应用

几种嵌入式实时操作系统的性能分析	邢荣欣		叶卫东(159)
嵌入式操作系统的移植与测试	刘常春		滕凌巧(164)
一种新的嵌入式系统实时多任务调度方法	张 颢	龚龙庆	张 平(168)
AOP 思想在嵌入式软件开发中的运用	齐学智		陈金水(172)
基于嵌入式实时操作系统 OSE 的分布式平台	王 鹏		李新明(178)
基于 J2ME 的无线 Java 嵌入式开发	唐 庆		谢康林(183)
用 C51 语言、面向对象的思想开发 MCS-51 单片机程序	黄 麟		戴克中(189)
ANSIC 程序到 KeilC51 的移植心得	李章林		张立民(192)
新版典型嵌入式操作系统性能分析和比较	孙传群	窦振中	李 永(197)
基于 RTEMS 实时操作系统的嵌入式开发平台	薛海鹏	张新灵	周兴健
.....			邓庆绪(202)
实时多任务操作系统 RTEMS 任务调度和通信机制	王 越	徐 海	关 楠
.....			邓庆绪(207)
嵌入式操作系统中的 IC 卡资源管理器的嵌入化研究	肖 衡		段 斌(212)
MCS-51 嵌入式控制器实时多任务程序设计探讨	杨光友	周国柱	陈定方(217)
在 $\mu C/OS-II$ 上移植一个微型 TCP/IP 实现	王振华	何丕廉	石恒军(222)
$\mu C/OS-II$ 在 X86 保护模式下的移植与开发	黄贤英	陈 媛	蒋 鹏(227)
基于代码分析的 Linux 系统小型化的研究及其应用	黄邦强		庞宏冰(232)
$\mu Clinux$ 环境下嵌入式文件系统的实现	郑音飞		胡大可(238)
基于 StrongARM1110 平台的 Linux 2.4.18 内核移植	高 峰		王自强(246)
基于 AXIS ETRAX LX100 的嵌入式 Linux 系统开发	高 峰		王自强(252)
基于 linux 的 RTAI 研究与应用	张军旗	王 宏	黄时俭(257)
Linux 嵌入式系统在油田钻井监控系统中的应用研究	徐光宪		陶志勇(263)
基于 $\mu Clinux$ 的 MCF5272 微处理器的串口通信的设计与实现	王先超		李晶皎(267)
基于调用图的嵌入式 Linux 裁剪技术研究	张云蓉		王培东(275)
Enet-R 评估板嵌入式 Linux 设计和实现	李林璞		马洪连(279)
基于 $\mu Clinux$ 的手持式智能抄表器	陈晓竹		陈 宏(284)
Linux 下 MTD 设备驱动程序的分析与设计			陈雪莲(288)
嵌入式 Linux 手持设备驱动程序的实用设计	王 欣		陈家胜(294)
基于 Linux 嵌入式系统的光谱识别系统	林德辉	陈 森	王 鑫
.....			道克刚(299)
嵌入式操作系统设计以及 emOS	周 全		窦振中(302)
手机 MMI 软件中的汉字排序			夏庆德(306)
简易 Flash 文件系统的设计与实现	何敬禹		李晶皎(310)
基于 SQL 的 XML 文档查询算法	侯立坤		李惠然(317)
嵌入式代码下载模块的设计与实现	左 刚	李晶皎	甄广启(323)

基于时间窗口的网络控制系统调度算法	万仁君	李 斌	刘鲁源(334)
具有省线布局的高性能嵌入式实时操作系统的应用研究	陈 明	刘贺平 蔡文远	张锋杰(338)
Windows NT Embedded 嵌入式操作系统在机载雷达伺服系统中的应用	艾文光		王双平(344)
VB 通信控件在陀螺测试系统中的应用	邓立新		莫 波(351)

第三篇 网络、通信与数据传输

高速时钟分布网络	郭 军		张申科(356)
面向实时控制的以太网可靠性分析	时 晨		周晓东(360)
嵌入式 Internet 互联技术研究			张丽红(365)
嵌入式系统的实时网络	李金波	王占杰 刘孝峰	李 锐(369)
嵌入式 VPN 网关的设计与实现	黄邦强		庞宏冰(373)
TCP/IP 在 51 单片机上的实现特点和方法	李章林		张立民(380)
基于嵌入式 Internet 的智能小区监控系统	孙宏军	张 涛	王 超(385)
SPI 在以太网交换中的应用	严荣国		颜国正(391)
嵌入式系统 BL2000 网络应用的研究	王 捷		艾 红(395)
嵌入式 Internet 在远程监测系统中的应用	刘玉红	井海明	车轩玉(400)
基于嵌入式 Web 服务器的远程监控系统	胡晓棠		刘 艳(405)
MCF5307 系统以太网接口的一种设计方案	张新灵	周兴健 薛海鹏	邓庆绪(409)
基于 DSP 的以太网接口技术及应用	李永辉		谢志远(414)
基于嵌入式 Web 的远程测控系统的设计与实现	罗小彬	王 欣	陈家胜(418)
基于 SX52 单片机的嵌入式 Web 传感器	郑 萍		林红举(422)
蓝牙技术的现状和发展动向			王成安(426)
蓝牙技术在智能家居中的应用	闫立超	马宪民	付立东(430)
蓝牙系统与 IEEE802.11b 共存策略探究	何林娜		尹 伟(435)
基于无线数传模块的变压器监测系统	刘金权	黄 锐	陆 坤(439)
软件无线电中正交数字混频器的设计与硬件实现	刘玉良		李玲远(443)
基于 GPRS 模块 MC35 的无线实时数据采集系统的实现	吴琳冰		刘大茂(447)
KYGSM-II 型仪表信号无线收发器	贡书文	张 志	李福凯(452)
无线通信在特殊材料库存监控系统中的应用	潘 云		刘文红(455)
基于 GPRS 的嵌入式 UDP/IP 协议实现	徐 海	王 越 关 楠	邓庆绪(459)
服务发现协议 Salutation——Lite 及其在嵌入式系统中的应用	房红征	王 剑	赵贵根(464)
采用 C# 实现联网管理控制单片机系统	尹志杰	唐 璐	孙熊飞(468)
一种嵌入式高速调制解调器的设计	刘慧娟		张奕黄(474)
基于 C8051F330 的 FSK 智能调制解调器的实现			任金华(478)
嵌入式调制解调器及其在心电远程传输系统中的应用	吴水才	李泽君 柴继红 邹 波	白燕萍(482)
用单片机实现与计算机的 Ps2 接口通信	闫静望	马世亮 郭杰辰 俞先忠	李国峰(487)

高速单片机在通信技术中的应用	徐 刚	陈 宁(492)
区域监控系统的多重 TDM 双工通信芯片	吴 杰 李维祥	吴 岳(496)
PC 机与单片机串行通信程序的设计及实现	温春福	施 寅(502)
串行接口技术在农用仪器仪表中的应用	张 军	祝汝松(506)
基于 PC 机与单片机串口通信下的数据采集	冯志远	栗兆剑(510)
PC 与 PIC 系列单片机间的串行通信方法及其实现	王增强	曾 碧(514)
基于 IEEE1394 总线电机控制通信协议设计及其实现 卮 极 刘迟斌 Karl-Heinz Wurst Matthias Conrath		(519)

第四篇 总线技术及其应用

三种常用 SOC 系统总线的分析与比较	李 瑞 张春元	罗 莉(525)
单片机在 USB 通信中的应用	庞雨生	莫 波(531)
USB 通信在嵌入式系统外设标准化中的应用	王晓君 王田苗	魏洪兴(535)
USB 数据采集系统设计与应用	耿恒山	张春平(541)
利用 USB 传输 HART 信号	赵 锐 朱宝军	郭 强(544)
基于 USB 接口的移动式脑电信号数据采集系统		田建君(548)
USB 技术在指纹识别门禁系统中的应用	华 漫 范俊波	张志远(553)
基于 USB 电子钥匙的 CSP 的开发	赵为强	谢吉华(557)
采用 USB 的智能数字频率信号装置	彭宣戈 黄传连	朱 兵(560)
基于 USB 的数据通信及其在刺绣 CAD 系统中的应用 王崇骏 黄 勇 谢 琪 陈兆乾		(563)
USB 技术在变电站视频监控系统中的应用		宋 维(567)
MSP430F14X MCU 数据采集及其 USB 模块的扩展设计	钟汉如	梁俊斌(571)
基于 PC 与单片机 USB 通信的家电控制电路板测试系统研制	李 秦	莫 波(576)
用 CAN 构建的现场总线控制系统	饶运涛 邹继军 王进宏	鞠玉翔(581)
CAN 现场总线数据采集系统设计方案		程希明(585)
基于 CAN 总线的电动汽车电池管理系统分布式设计的研究 官学庚 齐铂金 刘有兵		(591)
CAN 总线在汽车动力总成控制系统中的应用	张 扬 孙晓民	王延君(596)
基于单片机 AT89C52 的 CAN 总线分布式测控系统的研制		杨素梅(601)
基于 DSP 和现场总线的纱线截面测控系统	李 策	姚燕南(605)
基于 LONWORKS 网络网关的设计	吴 俊	朱明程(610)
采用 RS-485 连接的 MEGA8 远距离在线升级	耿德根	张树民(615)
RS-485 通信网络在工业监测系统中的应用	李 巍	李维祥(620)

下 册

第五篇 嵌入式处理器及其应用

基于 ARM 的 Semihosting 的分析与实现	李 明	贾培发(626)
ARM 体系中的异常中断及其应用	周亦敏 欧阳新	张 幸(632)
用 XScale/PXA250 实现 GPS 车载导航系统	陈闻杰 方海玉	陈章龙(638)

基于 Intel XScale 架构的 PXA 255 微处理器及其 SDRAM 接口设计

.....	张 晓	王金刚(642)
基于 Strong ARM SA1110 的 Windows CE 键盘驱动程序设计	李 蒙	舒云星(648)
32 位嵌入式系统中多 SPI 设备的开发	王 欣 罗小彬	陈家胜(652)
基于 MSP430 单片机不溶水固体密度测量的研究	王 君 凌振宝	邱春玲(658)
AT90S1200AVR 单片机在新型手机中的应用	吴 坚 胡继康 张茂青	李彦超(662)
新型 16 位单片机在嵌入式语音系统中的应用	张 毅	唐 红(666)
AT91RF40162 与 MAX1420 的接口设计	张 尧	(672)
一种基于 80C196KC 单片机的 DNA 扩增仪的设计	张民权	林 凡(676)
嵌入式 80C196 组件在电力交流参数测试中的应用	沈国峰 王 祁	王传统(682)
C8051F02X 系列高速 SoC 单片机的外部存储器扩展	陈冀川 刘靖宇	武优西(688)
用 C8051F020 高速单片机实现无线机车信号数据传输中的差错码控制	李 超	张 勇(692)
SST89C5X 系列单片机 IAP 技术的开发及应用	靳 桅 潘育山	邹芝权(697)
基于 AD μ C814 的自动串并联电源设计与实现	李云钢 郑丽君	王 宁(702)
基于 IEEE 1149.1 协议的 C8051 开发系统的设计	骆 智 李宇成	黄江海(706)
P87LPC767 单片机在绕线机智能控制系统中的应用	张春峰	(711)
基于 GMS97C2051 单片机实现雷达信号仿真	田建锋	(715)
PIC 单片机控制液晶显示器 LG128645 实现多条波形显示	王增会 孙青林 陈增强	袁著社(717)
基于 PIC16F876 单片机的模块自重构机器人控制系统研究	赵 杰 李增兴 张 亮 刘瑞国	蔡鹤皋(721)
基于 MC68HC908SR12 的热注锅炉综合控制系统设计	赵海林	杨树兴(726)
8 位微控制器 CM80C20 的设计	李素杰 李志谦 吕铁良 彭崇梅	袁国顺(731)
基于 CC2112 的家家 e 电话机设计	严 晗	谢吉华(735)

第六篇 数据采集与智能仪表

嵌入式智能传感器的研究	于颖书	曾周末(739)
电导式油水两相流相含率测量传感器优化	王 俊	金宁德(743)
低功耗嵌入式数字涡街流量计的研究	段瑞峰 张 涛	孙宏军(748)
24 位高精度 A/D 芯片 ADS1210 在一种光纤陀螺 SINS 信号采集电路中的应用	王 涛	范 磊(753)
虚拟仪器实现模糊控制的 GA 寻优	吴 杰	李维祥(758)
流水线数据采集方式在 EIT 成像系统中的应用	王 超	王化祥(764)
DS18B20 线性误差的最小二乘估计	陈昊明	刘光斌(769)
CC1000 对四轮定位仪测量精度的影响及其对策	崔承毅 刘军民	慈旭光(774)
图形液晶显示模块 LG2401281-BLW 在仪器仪表中的应用	宋现春	王全景(778)
利用 89C52 三个定时器实现精密测速	赵 霞 何福友 陈永利	李德良(782)
嵌入式系统在桥梁振动数据采集系统中的应用	燕 延 刘玉红	陈保平(785)

一种基于 C8051F 单片机的 SoC 型数据采集器的设计与实现

..... 刘 伟 赵俊逸 黄 勇(790)

一种新型智能干、湿温差湿度计的原理及其设计

..... 蔡常群 彭楚武 苏深广 胡 雁(795)

远程管道监测用数据采集终端通信模块的实现 刘建强 肖爱民(798)

HY6070 在检测信号数据采集与处理中的应用 胡 隽 何辅云 杨 平(803)

汽车制动性能智能检测仪的研制 赵祥模 孙宏琦 关 可(807)

涂层厚度检测系统的低功耗设计 赵 锐 郭 强 于 波 高兵权(813)

AD μ C834 在闪点测试仪中的应用 谢筑森(817)

智能电导测量仪的设计 李四明 王冬雪 秦建春 肖文华(821)

光学鼠标感应芯片在便携式测试仪器中的应用

..... 李剑中 杨秀宽 李国栋 龚海里(825)

基于 AD μ C812 的多功能生理参数测试仪设计 蒋 阳(830)

高帧频摄像机的实时图像采集与存储系统 郭明安 李斌康 阮林波(835)

双高速单片机控制的高速数据采集系统 黄险峰(839)

便携式柴油机数据采集处理系统 汪贵平 宁 航 龚贤武(844)

多点无线温度采集系统 史 燕 范俊波(848)

用户负载性质识别与电参量的测量测试 汪毓铎(852)

一种高可靠的温湿度控制仪的设计 吴昌林 齐晓林(857)

智能化 IC 卡水表的一种设计方案 何 静 王志刚 王蒙军(861)

第七篇 监测与控制系统技术

嵌入式单片机组成流水线管理系统 吴方中 张 超(865)

基于单片机的远程管理系统的接口设计 姜溧生 李海滨(870)

一种无线水文数传与管理系统的实现方法 向 荣 丁庆生(874)

双馈电机全数字脉冲触发控制系统研究 任英玉 赵荣祥(877)

基于单片机的城市交通单交口多相位实时模糊控制 陆海东 吴明赞 陈淑燕(881)

六自由度微型工作台相关运动的控制模型 魏玉凤 余晓芬(886)

一种基于 PWM 的数字伺服驱动控制系统设计 彭广平 李 杰(891)

基于单片机的机载综合通信系统控制器的研制 牛强军 高 峰(895)

双嵌入式处理器的电动车控制器设计 张朋月 王淑荣(901)

多头绣花编织机的计算机控制 曹立军(905)

配料控制器的应用研究 杨丽娜 汪贵平 刘 刚(909)

电子皮带秤控制仪表的优化设计 闻 武 孙进生(914)

基于 80C196MC 的核子配料控制器 章丽红 欧阳名三(919)

油压系统闭环控制卡的开发及其应用 杨小峰 王 京 蔡文远 王小强(923)

袋式除尘器烟尘浓度在线监测系统 杨大洪 吕心起(927)

基于 89C2051 的简易软启动节能控制器 孙鸿昌 陈 荣(930)

四色印刷机智能油墨控制系统 郑卫红 杨成忠 徐生林 黄 伟(933)

单片机控制的输液泵系统设计 田建君(937)

第八篇 DSP 应用及算法

Montgomery 算法在单片机上的实现和分析	杨 灿	吴 灏(943)
模糊 PID 算法在车用柴油机数字调速器中的实现	门高利 宗保平	王 刚(947)
基于 DSP 的实数 FFT 算法研究及其在语音电子门锁系统中的应用	张 坤 张冠男	王树勋(952)
铁电存储器 FM25CL64 在 DSP 系统中的应用	张 坤 张冠男 王树勋	王 玥(957)
TMS320VC5402 HPI 口及其与 PCI9052 的接口设计	丁岩松	吕 强(962)
TLC320AD50C 与 DSP 接口设计	张 坤 张冠男 王树勋	王 玥(966)
几种继电保护用 DSP 芯片		袁 浩(971)
语音芯片 ISD4002 在 DSP 系统中的应用设计	王 玥 王树勋	张 坤(976)
DSP 多机通信在软件无线电系统中的研究与应用	张 坤 张冠男	王树勋(981)
基于 TI DSP 芯片的实时操作系统的研究与应用	关 楠 王 越 徐 海	邓庆绪(987)
TMS320VC5402 与 PC 机串口的高速串行通信	卢海军 王树勋	张 坤(991)
DSP/BIOS II 及其在实时数据交换中的应用	路后兵 董 晖	姜秋喜等(996)
DSP 在 ECT 系统图像重建中的应用	张亚利 刘 存	张 辉(1001)
基于 TMS320VC5402 DMA 的数据采集系统	张 坤 张冠男	王树勋(1005)
基于 TMS320C32 的视频图像采集与处理系统	齐国清	毕 胜(1010)
基于 DSP 和 GPRS 的数据采集处理和远程通信系统方案	陈佳升 邓建军	邓庆绪(1016)
基于 Flash 编程技术的 TMS320VC5402 并行引导装载模式设计	张 坤 张冠男	王树勋(1022)
基于 DSP 的陆用光纤陀螺捷联惯导系统中计算机控制系统的上位机设计	侯加东 缪玲娟	郭振西(1028)
基于 DSP56807 的新型电力变压器保护装置	蔡常群 彭楚武 李继飞	段战涛(1032)
基于 DSP+MCU 双处理器方案的三相电量检测仪的研制	司刚全 张彦斌	张 力(1036)
基于 DSP 技术实现倒立摆拟人智能控制系统	曾 鑫	张明廉(1041)
基于 DSP 的便携式机械故障诊断系统及其应用	邓学欣 王太勇	万淑敏(1046)

第九篇 CPLD/FPGA 相关应用

嵌入 FPGA 的单片机系统	周德新	王 鹏(1053)
用 PLD/HDL 进行数字电路设计	石艳玲 聂 明	郭圣权(1057)
弱工艺相关高级综合系统 VHDL 编译系统 MTC 及测试方法	张笑楠 石 峰	程利新(1061)
基于 FPGA 的 6502MCU 在线仿真器的设计	高金山 吕铁良	曾 云(1067)
基于 FPGA 控制的高速数据采集系统设计	唐 颖	阮文海(1072)
基于 FPGA 的高速数据存储与传输卡设计	孙亚辉	黄宗德(1076)

基于 8051 单片机和 CPLD 的石英晶体频率自动分选仪	黄 磊	(1080)
基于 CPLD 的拖曳线列阵声纳数据采集模块小型化设计	郑剑锋	李启虎 孙长瑜(1083)
基于单片机与 CPLD 实现深度自动校准技术	刘有兵	吴 跃(1087)

第十篇 典型应用设计

片上 SOC 在智能测功机中的应用		(1092)
钢坯温度分布在线软测量研究	毕春长	黄 道(1097)
适于 LCD 显示和语音处理的 W536120T 单芯片系统及其应用	邓洪波	金连文(1102)
金手指嵌入式 DIMM-PC/486 模板的使用	杨书华	林建秋 柏 军 何 辉(1107)
基于 OrCAD 的多道分析器的设计与实现	尚凤军	王海霞(1114)
一种用于 MAV 高度计的设计与实现	徐 燕	王余雷 曹云峰(1118)
CC1000 在超短波通信中的应用	徐冬前	刘作学 高 娟(1123)
软水器的 SCM 控制设计与应用	肖 军	王 莉(1127)
单片机在嵌入式行式热敏打印机中的应用		张会生(1131)
一种新型循环式恒压供水系统的研究与应用	韩天石	赵黎明 黄琦志(1137)
车载 DVD 影音系统设计	石旭东	邓金滔 向玉德(1140)
一种适于 PDA 应用的摄像子系统		王军安(1143)
智能防误操作器的设计与实现	马洪连	任频波 于 琨(1147)
变电站智能防误系统的设计及实现	马洪连	任频波 于 琨(1151)
钟控职守 IC 卡记录仪	秦振杰	谷京朝 朱红卫(1156)
采用霍尔传感器的 IC 卡燃气计费系统	王蒙军	王志刚 何 静(1159)
嵌入式系统在管道腐蚀漏磁通检测器地面标记系统中的应用	李一博	靳世久 吴 刚 杨 庆 王东升(1162)
红细胞沉降率模糊测定智能系统		陈小惠(1165)
基于单片机的自动采血装置	吕勇军	赵颖奇 赵大林(1170)
单片机在输液输血训练器中的应用	王云景	刘立国 孙 勇(1175)
基于 FM20L08 的新型语音电子门锁系统	张 坤	王树勋(1178)
体育比赛用小型自动计时系统的设计		冯成龙(1181)
基于单片机技术的电气铁路导线磨损遥测仪的研制	张立民	林 锐 葛 颖 张逸群 朱 颖 李桂芹 徐立德(1187)
单片机在气动舵机控制中的应用	刘东方	姚晓先(1192)

基于 ARM 的 Semihosting 的分析与实现

李 明¹ 贾培发²

1 清华大学智能技术与系统国家重点实验室,北京,100084

2 清华大学智能技术与系统国家重点实验室,北京,100084

摘 要 Semihosting (半主机)是当前在基于 ARM 的嵌入式开发中普遍使用的一种调试手段,它是在目标系统和调试器之间进行输入/输出的重要机制,对用户程序能否使用标准 C 库进行开发起非常重要的作用。这篇文章从它的运行机制和实现原理上做了深入的分析,并给出一个具体的实例,说明了如何通过实现其相应的软中断接口,使得目标系统能够支持 Semihosting 的请求,从而在目标系统上实现相关的标准库支持。最后对于 Semihosting 和 Angel 的关系做了简要总结。

关键词 Semihosting, 半主机, 软中断, Angel, 标准 C 库

1 Semihosting 机制

Semihosting 是在 ARM 处理器平台上进行嵌入式开发和调试时使用的一种输入/输出的机制,表现为目标机上的应用程序向运行在宿主机上的调试器发出 Semihosting 请求实现 I/O 功能。举例来说,用户的程序可以使用 C 库中的函数调用,例如 printf、scanf 等来通过开发主机进行输入/输出,而不一定要求目标平台上具有键盘或显示器等设备。

这种机制在嵌入式开发初期是非常有用的,因为开始的时候目标平台还不能提供输入/输出的功能,那么在宿主机上进行调试,就需要由宿主机来提供这些功能,以便可以和用户程序实现交互。一旦用户程序调试通过后,就可以由目标平台来实现 Semihosting 的功能,这样程序就可以直接在目标机上运行了。

2 原理分析

2.1 运行机制

Semihosting 的功能实际上是通过 ARM 的软中断(SWI)机制来实现的。用户的程序在使用相关的输入输出函数时,会触发一个相应的软件中断。此时调试器来响应这个软中断并做出相应处理。这样运行在目标机上的用户程序就可以和宿主机上的调试器来进行交互,而不是由目标机来进行输入输出的处理。以 printf 为例,如图 1 所示。

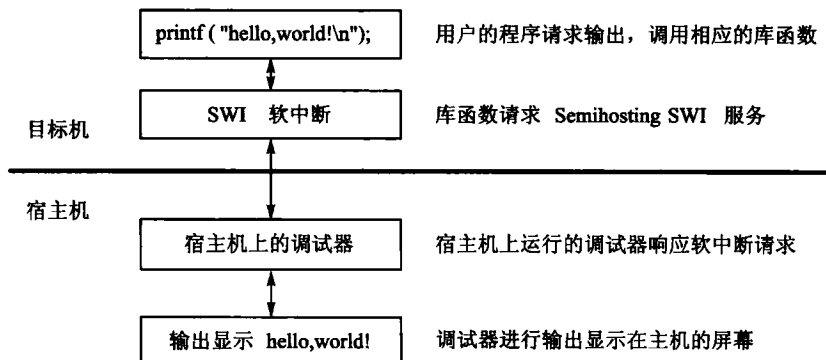


图 1 Semihosting 实现原理图示

2.2 三种调试代理

从图 1 可以看出,实际上 SWI 就类似于一种系统调用的服务入口,用户输入输出库函数调用,通过软中断的方式提出 Semihosting 请求,由宿主机上的调试器响应并进行服务。所有 ARM 提供的调试代理(debug agent),例如 ARMulator、Angel 和 Multi-ICE 等都使用统一的 SWI 接口进行服务,因此对于用户而言,使用任

何一种调试手段都不用对上层的代码做修改,移植起来很方便。

ARMulator 是一种软件仿真手段,它无需目标平台,直接可以在开发主机上进行仿真实现。当 Semihosting SWI 指令执行的时候,ARMulator 截获这个中断请求,进行相应的系统服务。此时真正的 SWI 的服务程序就不起作用了。当然,也可以在 ARMulator 中将 Semihosting 的支持功能关闭。

Angel 是驻留在目标平台上的监控模块,在目标平台加电后进行初始化,并安装 SWI 的处理程序,一旦目标平台上运行的程序执行一条 Semihosting 的软中断指令,Angel SWI handler 就会进行响应并和主机上的调试器进行交互。

Multi-ICE 是使用 Jtag 接口协议的在线仿真器。它采用在 SWI 服务入口设置断点的办法,当 SWI 发生时 Multi-ICE 检查 SWI number,如果是属于 Semihosting 的调用号,则 Multi-ICE 进行服务并继续运行用户程序,否则,Multi-ICE 就停止处理器,并报告一个错误信息。

2.3 软中断的接口

在 Semihosting 的实现中,需要使用一个特殊的软中断号来标识,这个中断号一般是固定的,在 ARM 状态下为 0x123456,在 Thumb 状态下则为 0xAB。处理器通过执行 SWI 0x123456 这条指令来请求 Semihosting 服务。

在进入 Semihosting 的服务处理程序后,还需要有一个标识不同 Semihosting 功能调用的操作号(operation type),这个操作号通常存放在 r0 寄存器中。例如 SYS_WRITE 的操作号是 0x05,在执行 SWI 0x123456 之前,需要将 0x05 传给 r0 寄存器,同时 SYS_WRITE 调用需要的参数会通过一个结构指针传给 r1 寄存器,这样在 SWI 发生后就可以根据 r0 和 r1 寄存器中的操作号和传递的参数来进行相应服务。

表 1 列出了一些比较重要的 Semihosting 操作号和相关系统调用。

表 1 Semihosting 操作量和相关系统调用

ID	Semihosting Operation Type	System Calls
0x01	SYS_OPEN	int _sys_read(FILEHANDLE fh, unsigned char * buf, unsigned len, int mode)
0x02	SYS_CLOSE	int _sys_close(FILEHANDLE fh)
0x03	SYS_WRITEC	
0x04	SYS_WRITE0	
0x05	SYS_WRITE	int _sys_write(FILEHANDLE fh, const unsigned char * buf, unsigned len, int mode)
0x06	SYS_READ	int _sys_read(FILEHANDLE fh, unsigned char * buf, unsigned len, int mode)
0x07	SYS_READC	
0x08	SYS_ISERROR	
0x09	SYS_ISTTY	int _sys_istty(FILE * f)
0x0A	SYS_SEEK	int _sys_seek(FILEHANDLE fh, long pos)
0x0C	SYS_FLEN	long _sys_flen(FILEHANDLE fh)
0x13	SYS_ERRNO	
0x16	SYS_HEAPINFO	__value_in_regs struct _initial_stackheap __user_initial_stackheap (unsigned R0, unsigned SP, unsigned R2, unsigned SL)
0x18	angel_SWIreason_ReportException	

3 Semihosting 的实现

当使用 Multi-ICE 或 ARMulator 等调试代理在调试器中完成了程序测试之后,将代码下载到开发板上的时候,如果开发板上已经有了 Angel 等驻留监控模块,那么 Semihosting 的功能服务就通过 Angel 来实现,否则就需要自己实现 Semihosting SWIs 的软中断服务。通常我们都会给自己的目标板上移植一个专门用于下载用户程序的 bootloader,例如 BootStrap Loader、armboot、redboot 等,但这些 bootloader 一般都不会实现 Semihosting 的功能。

这里我们以输出 helloworld 的程序为例,说明如何在已有 bootloader 的目标系统上通过实现 Semihosting SWI 来提供 Semihosting 功能。

3.1 编译获得目标代码

```
#include <stdio.h>
int main (void)
{
    printf("hello,world! \n");
    return 1;
}
```

一个简单的用户输出程序如上所示,采用 ARM 公司的 armcc 编译器和 armlink 连接器编译连接后,目标代码将会调用到如下的一些 Semihosting SWI:

- SYS_HEAPINFO (0x16) 用来初始化用户程序的堆栈空间指针;
- SYS_OPEN (0x01) 用来打开 stdin,stdout,stderr;
- SYS_ISTTY (0x09) 用来判断打开文件句柄是否是一个无缓冲的终端;
- SYS_WRITE (0x05) 用来将指定位置和长度的字符串写入相关文件;
- SYS_CLOSE (0x02) 用来关闭 stdin,stdout,stderr;
- angel_SWIreason_ReportException (0x18) 用来退出(exit)主程序。

3.2 Semihosting SWIs 发生前的寄存器分配

以 _sys_write 为例,在进行 SWI 0x123456 调用之前,在 r0 寄存器中已经保存了 SYS_WRITE 的 Semihosting 的操作号 0x05,在 r1 寄存器中保存了一个指向该系统调用 sys_write 的参数列表数据结构的指针。这些参数实际上就保存在该函数调用的栈空间中,传递的指针也是放在参数之后的栈空间上。这里的参数包括一个相关的文件句柄,输出字符串的指针,需要输出字符串的长度。

```
int _sys_write (FILEHANDLE fh, const unsigned char * buf, unsigned len, int mode)
```

汇编后的 sys_write 实现代码:

```
_sys_write
    STR    r14,[r13,#-4]!
    SUB    r13,r13,#0x14
    STMIB  r13,{r0-r2}
    ADD    r1,r13,#4
    MOV    r0,#5
    SWI    0x123456
    ADD    r13,r13,#0x14
    LDR    pc,[r13],#4
```

_sys_write 实现流程说明如图 2 所示。

- ① 保存 r14 返回地址到当前栈顶;
- ② 调整栈指针,到往下 5 个字的位置;