



2001 International Conference
on Embedded Systems

2001 嵌入式系统及单片机 国际学术交流会 论文集

沈绪榜 何立民 主编



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

133

77268.1-53
544

ICES2001

2001 International Conference on Embedded Systems

2001 嵌入式系统及单片机
国际学术交流会
论文集

沈绪榜 何立民 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“2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会”的中文论文集(英文论文另有专集),共收集了中文论文 152 篇。书中论文的内容反映了近年来嵌入式系统及其应用领域中的一些新兴、前沿和热点技术。全书共分六篇,即主题报告及嵌入式系统技术综述,嵌入式系统应用与开发,嵌入式系统软件技术,网络、通信与数据传送,DSP 技术及其应用,典型应用设计。

论文集中除会议征集的学术论文外,还包含了大会的专家主题发言报告,以及嵌入式系统及单片机产业界在会议上发表的部分技术报告。本书内容十分丰富,对现阶段从事嵌入式系统及单片机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

2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会论文集/沈
绪榜等主编. —北京:北京航空航天大学出版社,
2001. 10

ISBN 7-81077-106-X

I. 2… II. 沈… III. 单片微型计算机-国际学术
会议-文集 IV. TP368.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 069971 号

2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会论文集

沈绪榜 何立民 主编

责任编辑 马广云

*

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: pressell@publica.bj.cninfo.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:45 字数:1560 千字

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷 印数:800 册

ISBN 7-81077-106-X/TP·055 定价:150.00 元

ICES2001

2001 International Conference on Embedded Systems

2001 嵌入式系统及单片机 国际学术交流会

2001 年 10 月 31 日~11 月 2 日
中国·北京

主办单位：

中国计算机学会微机专业委员会
清华大学
北京电子学会

承办单位：

清华大学
《电子产品世界》杂志社

协办单位：

北京航空航天大学出版社

会议主席团：

主席： 沈绪榜
副主席： W Q Yang 陈章龙 徐培南

会议组织委员会：

主席： 胡东成
副主席： 何立民 宋靖雁

会议程序委员会：

主席： 陈章龙
副主席： 曹名扬 梁合庆 李 方

会议秘书处：

秘书长： 袁 涛
副秘书长： 陈秋娜 马广云

序

随着近代计算机技术的发展,迅速形成了两类计算机系统,即独立使用的计算机系统和嵌入式应用的计算机系统。嵌入式计算机系统,或简称嵌入式系统,是作为其它系统的组成部分而使用的。但是,不管是哪一种计算机系统,要实现广泛普及的使用,都必须满足五个简单而又基本的条件,即经济性、小型化、可靠性、高速度和智能性。相对来说,嵌入式系统对这些基本要求往往更为苛刻。

现代计算机的发展主要体现在其实现芯片技术的进步以及在芯片技术基础上的算法与软件的进展上。芯片技术的发展从各个方面满足了上述五个基本条件以及嵌入式系统苛刻的应用要求。芯片技术的发展以摩尔定律神奇般的速度迅速地实现小型化,并将电子产品的成本降低到了百万分之一的地步。高集成度和微电路的精心设计技术保证了产品系统的可靠性。

作为嵌入式系统基础的集成电路,从早期简单的电路集成到当前大规模集成电路,以及到嵌入式系统的系统芯片的出现,以芯片形态实现了人类的智能化。它正在不断地实现人类自身功能的延伸。模糊推理芯片使智能家电得到大力发展,神经网络芯片则在模拟人类学习功能上迈进了一大步。今天正在开发的嵌入式系统到底哪些能取得应用上的成功尚难以预料。但不管怎样,展望未来,明天的嵌入式系统将会比今天的更便宜,更小巧,更可靠,更高效,而且更智能化,因为这毕竟是它赖以发展并为人类所最能接收的简单而基本的条件。因此,从技术上来看,沿着这五个条件而努力是势在必行而不可忽视的。

由于被嵌入对象的复杂性以及对嵌入式系统性能、体系结构的多样化要求,导致了嵌入式系统的多样性、多途径的发展与应用。从本次会议收集的论文可以看出,嵌入式系统及嵌入式系统应用涉及到了许多学科领域。除传统的计算机工程、微电子技术学科外,还涉及到许多应用领域的对象学科,如网络、通信、数字信号处理、工业测控、自动化工程以及嵌入式系统应用开发环境和电子设计自动化等,为本次大会提供了广泛交流展示的大好机会。

随着嵌入式计算机系统的发展,中国大规模嵌入式系统应用推广从MCU起步至今,计算机界、微电子技术领域和嵌入系统应用对象领域的广泛合作形成了庞大的嵌入式系统研究、发展和应用队伍。为适应形势要求,中国计算机学会微机专业委员会曾于2000年10月召开了中国微计算机2000年年会——嵌入式主题研讨会暨展示会。而本次会议则是一次微机专业委员会单片机学组具体策划的一次嵌入式系统学术会议。

微机专业委员会的单片机学组成立于1987年,一直是微机专业委员会中最活跃的学术团体。每年或隔年都要召开全国性的嵌入式系统学术交流会和国际产品展示会。本次大会单片机学组将以往的单片机内容扩展到了“嵌入式系统与单片机”。这样既将大量的单片机领域技术队伍带入更广阔的天地,又广泛地团结了中国嵌入式系统技术发展队伍。相信此次会议将进一步推动中国嵌入式系统的发展。

大会主席:沈绪榜 院士



2001年10月

前 言

嵌入式计算机系统的出现是现代计算机技术的重大事件。进入 20 世纪 90 年代,嵌入式系统得到了飞速发展,其标志是以 SOC 为目标的各种嵌入式系统体系结构以及与之相应的开发平台和形式多样的嵌入式操作系统的出现。如果把嵌入式计算机系统技术的发展按计算机系统的高端、低端加以区分,那么嵌入式系统应用研究的高端主要在计算机专业领域,依靠嵌入式计算机系统 OEM 方式的硬件环境、嵌入式操作系统的支持以及较成熟的开发平台,实施计算机专业的工程设计方法来完成嵌入式系统的应用开发;而嵌入式系统低端则以对象领域为中心,以单片机(MCU)为核心,在相对简陋的开发环境下,实现嵌入式应用系统软、硬件的应用开发。嵌入式系统应用环境和形态的多样性,决定了嵌入式系统应用具有不同的模式。嵌入式系统高端、低端的差异形成了嵌入式系统应用良好的互补条件。嵌入式系统应用当务之急的任务是实现两者的结合。另外,以 SOC 为目标的微电子设计逐渐贴近产品系统的应用设计。因此,无论是嵌入式系统的高端还是低端,都应介入嵌入式系统自身的发展,介入微电子设计。

在中国大陆,作为嵌入式系统低端——单片机的应用推广已有 10 余年的历史。作为微机学会下成立于 1987 年的全国单片机学会,是嵌入式系统推广最早、最活跃的学术团体。为了适应嵌入式系统发展的要求,于 1999 年第 11 届(杭州)单片机学术交流暨国际产品展示会期间,决定将 21 世纪的第一届年会办成一个面向国际,并且向嵌入式系统高端延伸的一次大型、重要的学术交流与展示会。希望借此次大会,团结国内嵌入式系统各界的力量,推动中国嵌入式系统的发展。

本次会议出版了中文、英文两本论文集。其中中文论文集中收录中文论文 152 篇,英文论文集中收录英文论文 110 篇。中文、英文论文集的内容不尽相同。会议论文除一般征文投稿外,还包括大会的部分专家主题发言报告,以及嵌入式系统及单片机产业界在会议上发表的部分技术报告。

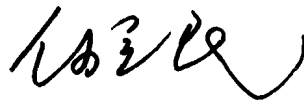
本书内容十分丰富,反映了近年来嵌入式系统及其应用领域中一些新兴、前沿和热点技术;体现了嵌入式系统的发展现状与趋势,即从庞大的嵌入式低端努力向高端发展;体现了嵌入式系统应用的对象领域、微控制器应用领域、计算机工程、微电子专业的结合与合作。这些努力与合作促进了嵌入式系统应用的各个技术领域如网络、通信、数据传输、DSP、嵌入式操作系统、集成开发环境、SOC 与 ASIC 等的不断扩展与深入。本次会议的论文集对现阶段从事嵌入式系统及单片机技术研究和产品开发的技术人员有重要参考价值。

感谢所有本次会议的投稿者。由于大量而广泛的来稿,保证了本届论文有较好的质量。

感谢本次大会的论文评审委员们,感谢北京航空航天大学出版社,感谢所有关心本次会议论文同仁们。由于他们的共同努力,保证了本次会议论文得以高质量的出版发行。

参与本次会议论文评审的专家(按姓氏笔画)有:马广云、马忠梅、沈绪榜、陈章龙、何立民、邵贝贝、张俊谟、李哲英、袁涛。

何立民 教授



2001 年 10 月

目 录

第一篇 主题报告及嵌入式系统技术综述

中国单片机的发展*	陈章龙(2)
嵌入式系统芯片的设计问题*	沈绪榜(6)
嵌入式系统芯片的设计方法和嵌入式系统在中国的推广*	萧 鹏(9)
微控制器应用技术发展及个性化设计*	袁 涛(13)
E-Home 在中国*	杨士元(16)
实时以太网技术研究*	吕京建 孟晓溪(22)
学习 RTOS 与使用 RTOS*	邵贝贝(29)
实时多任务操作内核剖析*	梁合庆(32)
蓝牙技术及其在嵌入式系统中的应用*	沈连丰 夏玮玮(40)
面向对象的实时多任务系统设计方法	李 允 熊光泽(46)
基于 IEEE 1451 标准和蓝牙协议的无线网络传感器设计	童利标 徐科军 梅 涛(52)
家庭网络技术发展的现状及其未来	张 辉 力昌兵 康彤展(56)
基于模糊论的多单片机系统性能指标评价	周 屹 王培东(60)
单片机在脑-机接口系统中的应用	孟 飞 高小榕(64)
嵌入式 MCU 的低功耗设计	居水荣 袁敏民 王 勇 汤大勇 陆竹青 林 凡 过 浩 郑 明(69)
单片机及嵌入式系统软硬件可靠性模型研究	夏 阳 袁 涛 张国亮(73)
单片机控制节点在智能住宅中的应用设计	李 平 李哲英(78)
单片机在居室安全报警系统中的应用	吴成东 丛百章 蔡大俐(82)
嵌入式技术及其在电力系统中的应用	张利敏 姚光华 丁坚勇(86)
SoPC 技术在高速跳频干扰系统中的应用	杜兴民 茹 乐 张道奎(92)
多单片机系统的并行/容错任务调度算法与性能分析	王培东 周 屹(97)

第二篇 嵌入式系统的应用与开发

基于 CPLD 的单片机应用系统设计	郑春华(102)
Infineon C166 系列单片机仿真器设计	程 军 郭庆波 苟凯英(108)
单片机智能开发平台解决方案	张林生(115)
嵌入式微程序控制器 LMP2	林 凡(120)
单片机系统自动跟踪实时监控法	麻继华 张岳华 陈 羽 尹林枫 林克明(124)
USB 接口的硬件设计及驱动程序开发	吕信明 秦石乔 王省书 胡晓军(129)
基于 16 位单片机 M16C 的语音控制器开发平台	陆延丰 陈周鹏(134)
一种高性能微处理器 ARM 在 GPS 接收机中的应用	黄继东 林宝军(138)
2M 数据复接器中 89C51 和 FPGA 的应用	梁进山 杨润生 楼建东(142)
GPS 标准时间同步钟及其在电力系统的应用	张永号(146)
监控系统看门狗的设计	胡高军 任广辉 张 博(150)
基于神经元芯片的中央空调用户能耗自动计量的研究	范小红 王朝中 袁惠萍 唐苏湘(154)
由单片机构成的集中用电管理系统	贾振国(157)

* 大会专家主题发言报告。

PC 机并口与单片机间的数据传送	余小平	奚大顺(161)
I ² C 总线技术在光纤光栅温度测控电路中的应用	王力晓 王思华	刘光昌(165)
SPWPM DC-AC 变换器的数字化控制	邓祥力 邓松泉	侯振程 于相旭(168)
虚拟仪表中测量放大器的设计	吴付祥 唐忠德	孔若飞(172)
基于主/从单片机的高速多通道智能数据采集系统	姜 苇 李 宁	李 刚(176)
便携式航空发动机数据处理系统	徐 波	李行善(181)
嵌入式喷管性能测试系统的开发与应用	单春贤	夏云铨(185)
轰炸航向稳定系统的单片机仿真设计	张树森 姜 辉	谭晓晨(190)
电力系统中高速同步数据采集的解决方案	刘和平 石亚伟	江 渝(193)
微控制器在新型中央空调集散型控制系统中的应用		庄渭峰(200)
单片机在变频空调中的应用	刘宝胜	于瑞琦(206)
单片机在单相自激式异步发电机恒压研究中的应用	王维俊 宋宏洲 郭军华	施元春(210)
高速公路综合数据采集与控制系统的研制	崔 江 刘新峰 储剑波 张敦华	王友仁(214)

第三篇 嵌入式系统软件技术

嵌入式系统中面向对象的软件方法	丁文杰	熊焱飞(219)
裁剪 Linux 技术分析	冯永红	朱善君(225)
嵌入式 Linux 的实现及应用		齐燕英(230)
基于状态机的嵌入式软件设计	段 榕 金 刚	张继永(234)
Win9X 到 WinCE 上应用程序移植的研究	王 峰	戴胜华(238)
XTNDAccess Blue SDK 蓝牙协议软件的结构、移植与应用		李 冉(244)
嵌入式实时多任务操作系统核心 MR MOS96 的设计与实现		郑 明(249)
新型嵌入式操作系统 EPOC 及应用	顾咏枫	陈章龙(253)
实时操作系统 BSP 的分析及实现	孙彦景 徐 钊 杨艳红	齐燕英 郭星歌(258)
分布式实时操作系统 QNX 及其应用	周 全	奚振中(263)
一种嵌入式系统接入 Internet 的专用协议的设计	王 涛 王 勇 史治国	陈抗生(268)
嵌入式 SNMP 代理软件的开发	刘 红	丁 炜(272)
使用 μ C/OS 实现基于“寄生技术”的嵌入式多单片机容错系统	姜 义	王培东(276)
Windows 环境下 PC 机与单片机接口驱动程序的设计和编写	郑英捷 赵俊逸	黄 勇(279)
PDA Modem 及其驱动程序设计与实现	张 熙 李长河	陈小弟(285)
CodeTEST 嵌入式软件在线测试与分析工具在嵌入式系统开发中的应用		新 超(290)
MC68332 单片机实时多任务操作系统的开发与应用	常久鹏 卓 斌 冒晓健	杨 林(293)
实时操作系统 μ C/OS 在环境监测仪中的应用	龚光华 王若鹏	邵贝贝(298)
使用 RTOS 开发蓄电池监控器		王 玮(304)
在 GSM 移动电话软件中支持中文		夏庆德(308)

第四篇 网络、通信与数据传送

现代网络控制系统中嵌入式 IP 协议技术研究	骆 丽	李哲英(315)
嵌入式 Web 服务器实现及应用	柴志雷	张曦煌(320)
嵌入式操作系统网络协议栈中的 MUX 接口	徐 钊 张晓华	李智涛(324)
嵌入式 IP 网络技术在 PLC 中的应用	胡 昕	李哲英(329)
蓝牙网络中的安全技术	杨盘龙	郑少仁(332)
一个智能家居网络方案及其仿真实现	陈志峰 吴伟民 孙 炜	龙邦贵(336)
家电网络化及其自适应控制的研究	曾 碧	熊小安(342)

嵌入式网络化仪器及 SX52 应用模型	陈家胜	郝学元(346)
基于 CMPP 和 UML 的短信息业务平台设计	孙 睿	(350)
铁路通信基层接入网管理的嵌入式系统方案	张新柱 李哲英 骆 丽	李维敏(354)
单片机网络的多机串行通信	马胜前 马永杰 王 靖	梁西银(357)
运用 LabVIEW 实现单片机 MCS-51 和 PC 机的串行通讯	相韶霞	李 刚(362)
基于 PC 机打印口的嵌入式快速 DTMF 远程通信	崔文华	余水宝(368)
无线射频收发器 TRF6900A 的应用研究	孙懋珩 黄 勇 彭 杨	张 朋(371)
基于电话网的远程设备单片机和计算机监测系统	关宇东 陈叙超	倪维华(377)
一种直接序列扩频体制遥控发射机的设计	闵 文	(382)
来话号码识别电路 MT88E43 及其应用研究	李学海	张先迅(386)
气象要素无线采集系统的设计与实现	张颖超 叶小岭 赵珊珊	郭姝梅(393)
基于 AT89C2051 单片机的无线鼠标的设计	张建斌	(396)
一种基于单片机和 SCA 技术的多工数据广播系统	马大玮	凤光华(400)
基于最小二乘参数估计模型和最小方差预报的嵌入式测控网络系统	杨 宁 王继忠	奚立群(406)
基于 Web 的远程测控系统的研究与实现	熊小安 钟国坤	曾 碧(411)
基于网络环境的智能仪表设计及其应用	凌志浩	尹丽坤(415)
单片机在智能电梯远程监控中的应用	朱宏辉	(421)
基于 GSM 的列车无线数据传输系统的研究	胡准庆 房海蓉 方跃法	吉鸿涛(425)
基于 CAN 总线的智能低压配电与控制系统设计	李光辉 张培铭	李晋瑜(431)
使用现场总线的嵌入式蓄电池直流配电屏微机监控系统	张治辉	芦江丽(436)

第五篇 DSP 技术及其应用

DSP 在嵌入系统中的应用	钱建良	(441)
DSP 与嵌入式 Linux 结合使用的趋势	许 波	张 磊(448)
软件无线电中多 DSP 系统结构设计	黄 迅	孙政顺(452)
基于 VxWorks 的多 DSP 实时信号处理系统	戴擎宇 高梅国 刘国满	李云杰(458)
基于定点 DSP 的离散余弦变换第二类快速算法的实现	汪春梅 孙晨玉 孙洪波	张 泽(462)
一种高效 32 位乘法和乘加指令的实现算法	田 泽 于敦山	仇玉林(466)
C6201 中 FFT 运算性能分析	谢应科	韩冀中(470)
自修复数字信号处理系统研究	曲 瀛 王友仁 徐 阳	储剑波(477)
基于 DSP 的多通道 ECG	赵 捷	(482)
基于 DSP 芯片 TMS320F240 的多功能单相光伏并网系统	赵 为 沈玉梁 余世杰	苏建徽(486)
基于 GPS 和 DSP 的全网同步数据采集卡的研究	邵 成 李芙蓉	王 凯(492)
基于 McBSP 的高精度数模转换系统的实现	吴开杰 邵 蔚	李 刚(496)
基于 DSP 的转台数字控制设计	潘增喜	潘珍吾(502)
TMS320F240 在电力系统低压无功补偿控制器中的应用	刘和平	卓清锋(506)
DSP 在防窃电装置中的应用	刘和平 周小军	卓清锋(512)
基于 DSP 和 VxWorks 技术的水下搜寻定位系统设计	李小民 孙长瑜	郑宗贵(517)
电力自动化系统中直流供电电源的分布式监控技术	张敏华 王友仁 徐金平	储剑波(521)
远程教育系统中单片机水印设置	刘海洋	李哲英(526)

第六篇 典型应用设计

80C196KC 单片机在自动化仪表中的应用与实现	赵 建 石 瑞 李 勇 王 鹏	(531)
80C196KB 在 CRT 色彩分析仪中的应用	陈家胜 郝学元 倪 艳	陈丽娟(537)

基于 80C196 核子秤的集散皮带配料系统	欧阳名三	柏方艳(541)
基于 AT89C51 的固体物料称量系统的实现	涂水林	周航慈(546)
基于 AT89C51 的天文望远镜跟踪控制器设计	彭树生	陈历忠(550)
MOTOROLA 新一代八位单片机 M68HC908 在低压电动机保护器中的应用	赵宇	张向东
用 MC68HC908JB8 开发 USB 外设及其在分析仪器中的应用	叶昀	江杰(554)
COP8 FLASH 单片机开关电源充电机嵌入式监控系统	林君	姜青海(562)
MSP430 单片机 TIMER_A 在产品中的应用	梁源	梁源(566)
MAX3111 芯片在 GPS 接收设备中的应用	王剑	杨大凯
PC/104 嵌入式微机在野外现场 X 荧光测量中的应用	尚凤军	王海霞(578)
32 位 MCU 在车辆动力控制系统中的应用	廖承林	翟涌
一种基于单片机的智能式温湿度传感器	胡在华	彭楚武
基于 PIC 单片机的低功耗智能型热计量表的研制	林永兵	李晓燕
基于 SCADA 系统的石油管线泄漏检测与定位	王海生	张布悦
现场实负荷互感器误差自动测试装置	吕勇军	张铁岩
高速公路交通流量检测系统	何宏	郝庭柱
单片机控制气体流量检测系统	张自宾	王竹林
火炮初速激光测定仪	张自宾	王竹林
单片机漏磁测速方法及其实现	李刚	邵蔚
一种基于单片机的宫颈开口测量装置	李刚	邵蔚
智能温度控制系统	姜长泓	于微波
基于模糊控制的肿瘤热疗温度控制系统	姜长泓	于微波
基于模糊 PID 算法的调压铸造智能控制系统	宋现春	林明星
激光反馈丝杠磨削误差补偿控制系统	宋现春	林明星
大型电动机微机综合保护控制装置	杨大洪	王为学
远程多节点实时控制在变频调速中的应用	卢青山	蒋彦明
电子束扫描校正系统	邵华平	葛铁军
新型道口-列车智能互控系统	冀常鹏	刘建辉
元露 GPS 车辆监控系统	胡景春	叶水生
牙科曝光遥控式定时控制器	翁绍捷	袁涛
基于模糊控制的生胶干燥系统	李素芬	李刚
微型家用心电图机	单长虹	孟宪元
嵌入式数字锁相环的设计与实现	刘智萌	杜兴民
基于软件无线电的嵌入式通用高速频率合成器设计	孙熊飞	杨震
快速反应的 40 路红外报警装置	沈小丰	彭宣戈
电力线载波学校时钟系统的设计	张秀玲	李海滨
低成本高可靠性电子化 IC 卡电表	张敏	张宗胜
利用单片机控制逻辑加密卡的读写	张敏	张宗胜
中央控制器中红外学习模块的设计	张敏	张宗胜

第一篇

主题报告及嵌入式 系统技术综述

中国单片机的发展

陈章龙

复旦大学计算机科学与工程系, 上海, 200433

摘要 本文介绍了中国大陆自行设计、生产和应用的单片机的策略、系统结构及开发应用的方式。并对中国大陆的单片机发展作了展望。

关键词 单片机, 微控制器, 嵌入式系统

1 引言

单片机又称为微控制器(MCU), 它无处不在, 无处不有。世界年产量已达 70 亿片。一台 PC 机可能嵌入了 10 个单片机, 如键盘、鼠标、显示器、CD-ROM、声卡、打印机、调制解调器和软/硬盘驱动器; 一辆 RMW-7 系列宝马轿车就用了 63 个单片机, 用来控制车灯、门窗、安全气囊和音响等。另外, 在我们的日常生活中常见的空调、洗衣机、彩电、冰箱、电饭煲、微波炉、吸尘器和 VCD/DVD 等家用电器都可看到它们的踪影。

在中国大陆, 单片机年应用量约 6 亿片左右, 而且还在不断地在增长; 但是, 在 2000 年之前, 中国大陆自己设计和生产的单片机几乎为零。单片机是量大面广的高附加值产品, 其常规用的 $1\ \mu\text{m}$ 左右工艺已在中国大陆较为成熟。因此, 国家在 1998 年正式把“微控制器(MCU)系列产品开发及应用”作为国家重点科技攻关项目。在中国工程院院士许居衍先生领导下, 由无锡微电子科研中心等九个单位共同努力, 截止 2001 年 4 月, 由中国大陆自行设计和生产的单片机已超过 2 000 万片。表 1 是已批量生产并投入应用的中国大陆所产单片机(本文以下简称国产单片机)。

表 1 国产单片机

研制单位	产品系列	简介
无锡微电子科研中心	C μ 716C5X 系列	利用其低价位、应用简单的特点, 开发了在小家电、电话机、定时器以及玩具等市场的应用
	C μ 80C51 系列	小家电控制芯片以及控制芯片
厦门联创微电子股份有限公司	CM2000 系列	CM2004 是采用具有技术创新的 8 位 RISC 微控制器, 用于高清晰度鼠标; CM2009 采用 6502 核, 加上 16 位可编程随机图形发生器组成了中高档游戏机控制芯片
	XM100 系列	根据用户要求专门开发的数字模拟混合大规模集成电路, 它将单片机部分外围模拟电路和传感器检测电路集成到芯片内, 提高了多种小家电的控制功能, 降低了成本
杭州华芯微电子有限公司	彩电遥控 Hx 系列	以 4 位单时钟 RISC 结构高速 MCU 硬核为核心, 添加不同的外围电路, 设计了以彩电遥控电路 HX2185、HX0031、HX0032、HX0033 为代表的 10 余个集成电路
	HS82 系列电风扇控制集成电路	以 8 位单相时钟 RISC 结构 MCU 硬核为核心, 添加不同的外围电路, 设计了以风扇控制电路系列集成电路
杭州士兰电子有限公司	4 位微处理器 SC53 系列	是 CMOS 工艺四位单片 MCU 电路, 具有与 8 位 MCU 兼容的数据处理功能
	4 位微处理器 SC73 系列	是基于 CMOS 工艺的四位 MCU, 红外遥控系统中发射部分的集成电路
上海贝岭股份有限公司	8 位高抗干扰微控制器 BL2220	功能兼容且有所增强, 抗干扰性能高, 适用于强电控制领域, 电快速瞬变脉冲群抗扰度能力高于国外同类产品达 2 000 V
广东新会市硅峰电子有限公司	GMC3100 系列	采用华邦 80C51 核, 嵌入了 LCD 驱动、FSK/DTMF 电路, 具有来电显示功能

2 国产单片机的策略

国产单片机以市场为导向来确定其研制和开发。

中国大陆单片机的应用量已达 6 亿片。这些单片机主要是以 8 位和 4 位单片机为主,应用于家用消费类、通信和计算机外设(包含仪器仪表)等领域。而真正能自主开发的是空调、洗衣机、电话机、键盘、鼠标和各类小家电等产品。为了使国产单片机能在较短的时间内达到产量,并占领市场,国产单片机就选择了量大面广、技术要求不高的小家电和低档计算机外设作为市场的切入点,并注重在具有我国特色的三表(电表、水表、煤气表)中的应用。

国产单片机采用了“软”与“硬”结合、技术与市场结合、应用与生产结合的三结合技术路线,如图 1 所示。

在软课题的大量调研的基础上,指导产品开发、应用开发和市场开发三大平台的建立。依靠这三大平台的支撑形成了单片机 IP 核的开发、单片机系列产品的生产及单片机应用与销售等各项工作的开展。

国产单片机采用正反向相结合的设计方法,通过学习和吸收国际流行的单片机系统结构技术,结合中国大陆市场的应用需求,来确定拥有自主知识产权的单片机系统结构,如图 2 所示。

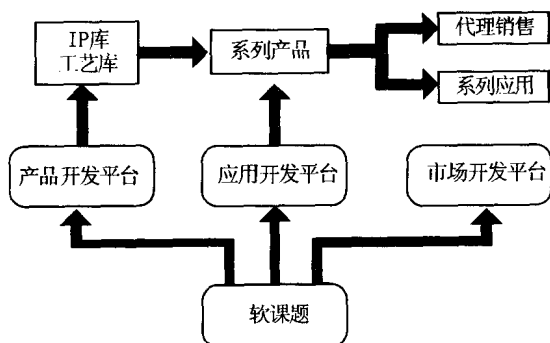


图 1 三结合的攻关技术路线

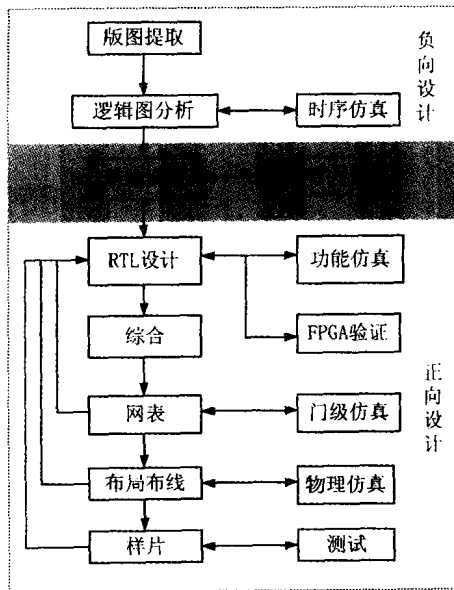


图 2 正反向相结合的设计流程示意图

3 国产单片机系统结构的特点

国产单片机系统结构拥有我国自主知识产权,又要能与国际流行的单片机系统结构接轨,同时还要满足市场对单片机功能的需求。

单片机采用 RISC 结构已经成为单片机系统结构的发展的一个趋势,因此,国产单片机很多也是采用 RISC 结构。但是,国产单片机在系统结构上又有所创新,有的还申请了专利。

例如,北京大学承担的 16 位嵌入式微处理器的设计,采用国际上流行的 ARM 架构,系统结构上采用具有特色的三级/五级混合流水线。对于 Thumb 指令集采用 3 级流水线;而对 ARM 指令集则采用五级流水线。三级/五级混合流水线的设计大大提高了系统的性能。同时,根据实际需要还增加了地址寄存器转送、乘法等指令。这也是目前第一个采用 ARM 架构的 16 位嵌入式微处理器,年底即将在上海浦东和无锡华晶正式投产,为我国的嵌入式系统应用提供了一颗“中国芯”。

又如,杭州华芯微电子有限公司在完全独立自主设计的 4/8/16 位 RISC 型单片机设计中,采用 4 级流水线结构。在流水线中,由于相邻指令的执行在时间上是相互重叠的,如某一条指令的操作数+相邻前一条或二条指令的执行结果(即数据相关),那么就必须将这个结果向前传递到执行阶段;否则,就会产生所谓的数据灾难(data hazard),也就不可能得到期望的运算结果。为此,华芯微电子有限公司设计了独特的数据相关判断及

选择电路(如图 3 所示),用于解决数据的前后传送问题,并申请了相应的专利。

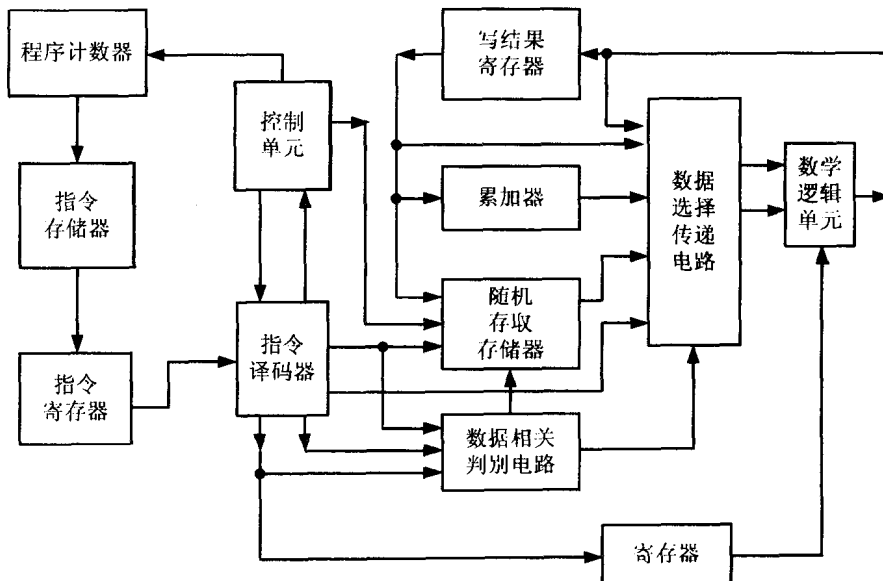


图 3 数据相关判断及选择传递电路

国产单片机系统结构的另一个特点是,很多单片机都采用了 SOC(System On Chip)片上系统的结构,根据市场对产品的要求,尽可能嵌入了各种 I/O 功能。

例如,厦门联创微电子股份有限公司 LM2000 系列单片机和广东新会市硅峰电子科技有限公司 GMC3100 系列单片机,为适应来电显示电话机的需求,在相应的单片机的核上嵌入了 LCD 驱动、FSK 和 DTMF 等电路,并在 ROM 中建立了相应的中文字库。

又如,厦门联创微电子股份有限公司在其 CH2000 系列单片机基础上嵌入了判别物体状态变化检测器及电感器等模拟电路,为闽灿坤电子有限公司的家用电熨斗(国际上家用电熨斗生产最大)提供了独特的控制芯片,同时也申请了相应的专利。

上海贝岭电子股份有限公司的 BL2220 系列单片机,根据家用空调、脱排油烟机和电动自行车等产品的应用需求,分别嵌入了高抗干扰的 A/D 转换和 PWM 等电路。

此外,无锡微电子科研中心、杭州华芯微电子有限公司和厦门联创微电子股份有限公司为触摸调光台灯电路、服药定时器(瓶盖)、电风扇和三表炒表电器等产品,在各自的单片机中嵌入了相应的 I/O 功能电路。

国产单片机的还有一个特点是配备了相应的测试和开发平台。这样,既便于设计和生产,也便于应用开发。因此,国产单片机只化了一年多时间,就达到了千万片以上。

4 国产单片机展望

中国每年单片机需求量达 6 亿片,而国产单片机目前生产量还只有一、两千万片,只占 2% 左右,具有巨大的发展潜力。因此,急需提高产品的档次。除了进一步满足小家电等需求外,还应研制生产量更大的、面向彩电、空调、洗衣机等大家电及面向 Internet 的嵌入式系列的高性能、通用 8 位单片机及嵌入式 16/32 位处理器,从而进一步扩大市场的占有率。

国产单片机还需多品种、多样化,应推出市场所欢迎的 Flash 型和 EEPROM 型单片机,使其成为真正的通用单片机,在国内各个领域都能得到广泛的应用。

国产单片机的开发应用应充分发挥设计研制、开发和应用的三结合,改变目前自己设计研制、自己开发和自己应用的封闭式局面。使国产单片机成为人人认识的主流产品。

国产单片机还刚刚诞生,还有很多路要走。在我国的单片机设计研制、开发和应用的专业技术人员共同努力下,国产单片机一定会得到更大的发展。

The Development of MCU in China

Chen Zhanglong

CS Department of Fudan University, Shanghai, 200433, P. R. China

Abstract This paper briefs on strategy of design, production and application of MCU by Chinese professionals and its systematic structure and modes of development and application. The future of MCU in China is expected in the paper.

Key Words single chip, Microcontroller, embedded system

嵌入式系统芯片的设计问题

沈绪榜

西安微电子技术研究所, 西安, 710054

摘要 本文主要介绍了系统芯片的由来、VC的可重用设计问题,以及利用VC构成系统芯片的设计重用问题。

关键词 虚拟构件,可重用设计,系统芯片

1 系统芯片的由来

系统芯片通常是指集成度大于10万门且至少有一个可编程的VC(Virtual Component)与存储器VC的芯片。一般说来,系统芯片就要是把一个完整的最终产品的主要功能部分集成到一个芯片或一组芯片上。系统芯片是由现代的集成电路工艺技术——深亚微米技术带来的。现代计算机的发展主要体现在其实现技术芯片的进步上,以及在芯片技术限制下应用研究的算法与软件的进步上,也就是芯片计算机应用领域的不断扩展上。作为芯片制造与应用的桥梁的计算机(芯片)体系结构,也在冯·诺依曼计算机体系结构的基础上,从串行计算走向了并行计算。

系统芯片主要是由经济性驱动的。我们知道,每一代成功的IC技术都使产品的发展更快,功耗更低,并在一个更小的尺寸上提供更大的能力,这都是以更低的系统成本得到的。以晶体管为基础的芯片的发明及其按照摩尔预言的速度发展,才满足了现代计算机得以迅速普及的五个简单而又基本的条件:一是经济性,计算机要很便宜,让更多的人能买得起;二是小型化,人们使用起来方便;三是可靠性,能够在一般环境条件下或者是苛刻的环境条件下运行;四是高速度,能够迅速地完成任务或数据传输;五是智能性,使人们用起来更习惯,对人们更有使用价值。

现代计算机的实现技术基本上就是芯片制造与设计技术,主要体现在加工设备、加工工艺、封装测试、批量生产以及设计创新的能力上。

加工设备的能力可以从硅圆片的尺寸大小与硅芯片的特征线宽水平来衡量。目前,芯片加工设备正在从200 mm硅圆片加工设备向300 mm硅圆片加工设备过渡。从芯片特征线宽来看,目前0.18~0.25 μm 芯片已进入批量生产阶段,估计2002年将达到0.13 μm ,半导体设备厂商正在积极进行努力,研发100 nm技术的加工设备。人们估计,300 mm硅圆片的芯片成本将比200 mm的降低30%,因此,300 mm硅圆片的生产线将在本世纪初期一个接一个地出现。

就加工工艺的能力来说,芯片厂商不仅在继续缩小芯片的特征线宽,以提高微处理器、存储器与逻辑器件等单功能芯片的集成度;而且早在开发能在一块芯片上集成多种功能的加工工艺,将应用系统集成在一块芯片上而成为系统芯片(SOC),以降低芯片成本,使计算机产品能更好地满足其发展的五个简单而又基本的条件。

芯片的成本与体积在很大程度上是由其封装测试带来的。例如,MEMS器件的成本约75%要花在封装与测试上,是其商品化的主要障碍。现代计算机的体积的90%是由其管壳封装、印制板安装与机箱集成等三级封装造成的。因此,缩小芯片面积与封装面积之比的封装技术便应运而生。尽管微米技术将要达到它的物理极限,但提高芯片集成度的努力并未就此结束,人们在用半导体互连技术把芯片一层一层叠加起来以开发立体芯片,以大幅度地提高芯片的功能密度。据说,美国有家公司使用10种不同的芯片,为美国陆军做成了共有52层的立体芯片系统。由于将系统放到了芯片上,高速和真实世界接口的封装与板级界面使定制的封装设计成了行为标准,而不是作为例外情况。

芯片的经济性是通过其批量生产能力实现的。加工工艺技术只有达到批量生产的成熟程度才会产生经济效益,起到改变世界的作用。

要满足计算机迅速发展的五个基本条件,还取决于芯片设计的创新。当集成水平可以把整个系统体系结构的关键部分安排到芯片上时,板级互连层就要集成到芯片上。因此,为了满足SOC设计的挑战,需要采用系统通讯的体系结构以及层次式的可重用设计方法学。系统芯片设计包括嵌入式处理器VC,以及许多软件成

分,这就导致其它的方法、处理与组织的挑战。互连线的延迟、时钟与电源的分布,以及数百万门的布局与布线等,是深亚微米技术物理设计的真正挑战。对于芯片设计技术这样一个重要的变化,这里仅想介绍一下 VC 的可重用设计问题,以及利用 VC 构成系统芯片的设计重用问题^[1,2]。

2 可重用的设计

由于芯片制造能力每年上升 58%,而已有的设计方法学使芯片设计能力每年只上升 21%,使这两种能力之间的差距,也就是人们常说的设计鸿沟(design gap)还在扩大。因此,现在人们想把基于重用设计方法学发展成为跨越这条鸿沟的桥梁。

为了使 VC 具有可重用性,VC 的设计是要按下列重用要求完成的。第一,VC 的设计是以易于配置的通用性以适合于不同应用为目标的。例如,字节在存储器单元中的存放次序有大端次序与小端次序两种,在处理器 VC 中就应当同时具有这两种存放次序的能力,以便于与其它 VC 的配置,形成不同的嵌入式 SOC 系统。第二,VC 的设计是适合于多种工艺技术实现的设计。对于软 VC,其综合脚本文件必须能用许多不同的单元库进行自动综合,并产生高质量的结果;对于硬 VC,就要有一个能将 VC 映射到新工艺上的移植策略(porting strategy)。第三,VC 的设计应当是一种能用多种模拟器进行模拟的设计。也就是说,最好是 Verilog 与 VHDL 两种版本的模型与测试台(test bench)都是可用的,而且对所有主要的商业模拟器都能工作。VC 或测试台只能用一种模拟器工作时是不好移植的。第四,系统芯片中使用的 VC 应当是能独立验证的。也就是说,可重用的 VC 必须具有完全的、独立的测试台与成套验证程序,并提供非常高的检测覆盖。第五,VC 的验证是具有高置信度的。也就是说,验证是非常严格的。同时要建立一个实际的原型样机,以用于执行真实程序的实际系统中的测试。第六,要有完备的文档资料,以说明 VC 的合适应用与限制,特别是必须建立有效的配置与参数值的文档,清楚地描述配置或参数值的任何限制,以及建立如何使用 VC 的接口要求与限制的文档。

三个重要的国际组织正在通过不同的活动支持面向重用的芯片设计。1993 年成立的 ECSI(the European CAD Standardisation Initiative)主要是通过 CAD 的标准化努力支持的,1996 年成立的 VSIA(the Virtual Socket Interface Alliance)主要是通过开发标准接口支持的;以及 1997 年开始的 MEDEA(the Eureka project on Micro-Electronic Development for European Applications)主要是通过技术与应用合作。

3 设计的双重用

系统芯片的设计方法之一就是延伸硬件与软件协同设计的功能与体系结构的协同设计方法学。功能与体系结构协同设计是从设计产品行为的一个纯功能模型以适合性能评估的系统体系结构的抽象模型开始的。功能与体系结构协同设计方法学的主要阶段包括功能建模、体系结构建模、功能模型与体系结构模型之间的映射与分析、软件与硬件的实现以及系统集成。

设计的双重用是通过集成平台实现的。SOC 设计的集成平台可有四级:基础的集成平台、IC 的集成平台、系统的集成平台以及制造的集成平台。从 RTL-C 级的芯片设计到 VC 集成级的芯片设计的突破要求在体系结构、模型以及设计探索与验证等三个方面有更高级的设计抽象。

集成平台通常是针对一个应用范围开发的。集成平台由一个 VC 库、一个嵌入式软件库以及一个或多个用于设计派生的硬核组成。对系统芯片要实现的应用来说,硬核必须是中心,因为 SOC 设计中的其它 VC 的管理是在硬核之中的。硬核需要包括一个或多个可编程的 VC、总线以及 VC 界面的端口。为了便于快速地得到派生设计,硬核还应管理系统总线、系统电源以及测试覆盖。当建立一个派生设计时,其硬核的变化不应超过硬核规范允许的范围。如果为了多个派生设计,硬核中的一个或多个元素需要改变,那么集成平台或者是应包括不同的硬核,以支持每个派生设计,或者是那些元素首先不应包括在硬核之内。反过来,硬核应当是可配置的、同步的以及在一个可移植的物理库中实现的。这样一来,硬核可以按许多不同的配置工作。

集成平台库包括所有的必要模型与功能级测试台。但是,为了验证设计实现的正确,顶层测试台必须在映射处理之前或映射时建立。这个实现产生一组制造与组装派生设计所必要的测试向量以及掩膜版数据。为了在实现之前建立一个快速的原理样机以验证设计,以及为了在派生芯片集成之后调试系统,测试台与模型是能修改的。

为了利用集成平台建立一个派生设计,设计的过程包含四个阶段。第 1 阶段是建立一个必要的规范。在实现一个派生设计之前,此规范要求大量的系统级模拟。派生设计的技术要求,例如封装、引出头以及外部电