

中国单片机三十年 纪念文集

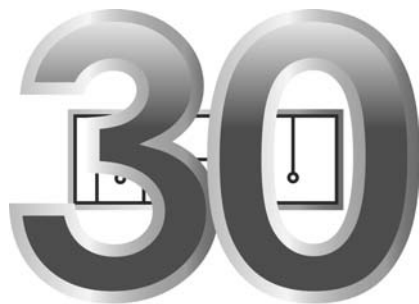
30

中国单片机三十年
China MCU 30 Years

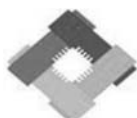


嵌入式系统联谊会
www.esbf.org.cn

中国单片机三十年纪念文集



中国单片机三十年
China MCU 30 Years



嵌入式系统联谊会
www.esbf.org.cn

目 录

中国单片机三十年回顾与展望·····	1
中国单片机三十年回顾与展望活动议程·····	2

综述篇

微控制器的源头、历史与未来——纪念单片机学会成立 30 周年·····	5
嵌入式系统国家战略研究纲要·····	13
嵌入式计算机发展综述·····	18
嵌入式电子设计在中国·····	23
回忆与反思——中国单片机 20 年·····	25
我与单片机和嵌入式系统 20 年·····	30
中国单片机二十年·····	35
春风化雨芽将萌——谈我国单片机的发展·····	41
2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会开幕式上的讲话·····	45
提高单片机应用水平拓展应用领域·····	47
中国单片机市场的理想与现实(四)——北京单片机联谊会概念讨论纪要·····	51
中国单片机市场的理想与现实(五)——北京单片机联谊会概念讨论纪要(续)·····	56

历史篇

硅谷传奇:微处理器之父——泰德·霍夫(一)·····	63
硅谷传奇:微处理器之父——泰德·霍夫(二)·····	75
微处理器改变世界·····	82
第一台 TP801 单板微型计算机是怎样诞生的·····	83
北工大微机应用研究室初期创业回忆·····	85
TP-801 单板计算机在枪弹测速试验中的应用·····	89
启东计算机厂简介·····	94
以 DSG-51 仿真器为开发工具 8031 单片机应用系统研制方法和实例·····	95
CC51-单片机通用控制板应用·····	101
3H 高性能微处理器与单片机开发系统·····	104
2001 年嵌入式系统及单片机国际学术交流会暨产品展示会·····	107

第三届 “Motorola 杯”单片机设计应用大赛获奖名单	113
加盟单片机阵营的 Motorola 16 位 DSP	115
单片机开发环境——北京单片机联谊会专题研讨	117
近期各地单片机分会学术活动介绍	124
'91 全国单片机学术交流及多国单片机技术报告与展示会在天津举行	125
北京单片机联谊会拟订新 3 年计划	126

追思篇

惊闻噩耗,一路走好!	131
悼念陈章龙教授	133

发展篇

嵌入式系统与 FPGA 的最新动向	137
发展单片机 MCU 建议	154
物联网时代对 MCU 嵌入式软件提新要求	160
市场技术变革推动 MCU 差异化创新	162
创客和开源硬件将改变 MCU 开发方式	174

简介篇

嵌入式系统联谊会简介	181
嵌入式系统联谊会委员	183
图片	197

中国单片机三十年回顾与展望

单片机(MCU)和微处理器从70年代在美欧开始流行,80年代进入中国,80年代北京工业大学电子厂掀起了TP801,上海和江苏等地开始了MCS-51的单片机开发系统的热潮,这股热潮随之引发了全国的智能电子大变革的时代。1986年10月底,在上海复旦大学举行了第一次全国单片机学术交流会,这标志了中国单片机事业的开始,我们现在迎来了中国单片机三十年的到来。

物联网系统是一个分散的、低功耗和互联互通的嵌入式系统,大量的单片机将替代过去传统的嵌入式微处理器。物联网时代给单片机发展带来了前所未有的发展机遇和巨大的市场空间。

北京航空航天大学在单片机技术的普及和应用中一直发挥引领的作用,北航出版社最早介绍单片机系列图书,直到今天依然在积极推动嵌入式产业的发展。配合这次活动,北航出版社印刷了《中国单片机三十年文集》。北航主办的《单片机与嵌入式系统应用》杂志是国内唯一一本以单片机和嵌入式系统命名的科技期刊,已经办刊16载。

2008年成立的嵌入式系统联谊会依托北航出版社,已经举办了19次主题讨论会,超过1200人次参加会议的交流和讨论。

今年我们回顾单片机三十年历史,展望未来发展是一个非常好的时间点,嵌入式系统联谊会将荣幸地邀请这段历史的开拓者和见证者,带领我们回顾历史。同时,还将邀请高校和企业一线的专家,帮助我们梳理单片机的发展趋势。

会议主办:嵌入式系统联谊会

会议协办:北京航空航天大学出版社嵌入式系统分社

本次活动得到深圳创意时代会展公司,第九届MCU技术创新与嵌入式应用大会的支持和赞助。《单片机与嵌入式系统应用》杂志、《电子技术应用》杂志、电子工程世界网、与非网、电子创新网、《电子产品世界》杂志、《今日电子》杂志、慕尼黑电子展、211C中国电子网和我爱方案网,长期以来一直支持嵌入式系统联谊会的活动,特此致谢!

嵌入式系统联谊会是一个公益性的科技沙龙,会议不向发言人和参会人收取费用。

- (1) 邮件注册:胡晓柏 hxbpress@buaacm.com.cn,电话:82317035。
- (2) 网站留言:www.esbf.info,注明姓名、手机和单位。
- (3) 微信注册:关注微信公众号 [mcuworld](#) 可通过微信版本直接报名。

中国单片机三十年回顾与展望活动议程

2016 年 11 月嵌入式系统联谊会主题讨论会(总第 20 次)

会议时间:11 月 19 日全天

会议地点:北航新主楼会议中心第 8 会议室

会议议程:

时 间	演讲主题	演讲人
08:30 - 09:00	嘉宾签到	
上午	主题:中国单片机三十年历史回顾 主持人:《单片机与嵌入式系统应用》杂志 何立民主编	
09:00 - 09:15	来宾自我介绍	
09:15 - 10:00	微控制器的源头、历史与未来	《单片机与嵌入式系统应用》杂志 何立民主编 中国早期单片机应用的倡导者
10:00 - 10:30	中国单片机与嵌入式系统辉煌年代和启示	清华大学自动化系副教授 袁涛
10:30 - 11:00	我的 MCU 三十年心路历程	清华大学 邵贝贝教授、Motorola - 清华大学单片机实验室创始人
11:00 - 12:00	自由讨论	
12:00 - 13:30	午餐时间	
下午	主题:中国单片机发展趋势 主持人:嵌入式系统联谊会 何小庆秘书长	
13:30 - 14:00	开源硬件与 MCU 应用	北京大学微电子和软件学院嵌入式系 林金龙教授
14:00 - 14:30	从 NXP 看 MCU 产品,软件,生态系统的演变及未来展望	恩智浦半导体大中华区市场经理 王朋朋
14:30 - 15:00	GD32MCU 的成长与未来发展展望	北京兆易创新科技股份有限公司 MCU 产品事业处 总经理 邓禹
15:30 - 16:00	单片机技术与未来发展趋势探讨	新唐科技微控制器应用事业群副总经理林任烈
16:00 - 16:30	自由讨论	
	结束 End	

会议主办:嵌入式系统联谊会

会议协办:北京航空航天大学出版社嵌入式系统分社

综述篇

微控制器的源头、历史与未来——纪念单片机学会成立 30 周年

嵌入式系统国家战略研究纲要

嵌入式计算机发展综述

嵌入式电子设计在中国

回忆与反思——中国单片机 20 年

我与单片机和嵌入式系统 20 年

中国单片机二十年

春风化雨芽将萌——谈我国单片机的发展

2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会开幕式上的讲话

提高单片机应用水平拓展应用领域

中国单片机市场的理想与现实(四)——北京单片机联谊会概念讨论纪要

中国单片机市场的理想与现实(五)——北京单片机联谊会概念讨论纪要(续)

微控制器的源头、历史与未来 ——纪念单片机学会成立 30 周年

北京航空航天大学 何立民

2016 年,是微控制器领域值得回顾与纪念的一年,是图灵机诞生 80 周年、第一台电子计算机诞生 70 周年、8 位微控制器 MCS-48 诞生 40 周年、全国单片机学会创建 30 周年的纪念日。如今,让我们回顾一下微控制器(单片机、嵌入式系统)的源头、历史与未来。

1 微控制器的源头(1936 年图灵机——1974 年微处理诞生)

微控制器的源头,是 80 年前图灵学者们对“计算”的思考与学术成果。由此奠定了现代计算机的人工智能方向,其后才有了微处理器,以及微处理器基础上的微控制器。

1.1 图灵学者们“万物皆可计算”的“人工智能”理念

许多从事嵌入式系统的人士(包括我自己)对“图灵”及“图灵机”是陌生的。在探索微控制器的发展史时,总会联想到“计算机器”(如电子计算机、手摇计算机、计算尺、算盘、算筹等)。及至 2012 年底的一天,看到包云岗写的“世纪图灵纪念”文章后,才恍然大悟。这才知道,现代计算机的真正源头,应该是 20 世纪 30 年代的图灵学者与图灵机。

20 世纪 30 年代,一批图灵学者们将“计算”的概念引入到“人工智能”中。从“万物皆可计算”的观念出发,1935 年 5 月,邱奇发表了 λ 算子的论文,其核心思想是“万物皆可为函数”,试图用函数来形式化整个逻辑系统。1936 年 5 月图灵也发表了著名论文《论可计算数及其在判定问题上的应用》,并提出了图灵机概念。终于将“万物皆可为函数”、“一切皆可计算”的概念科学化成可计算原理,从而将“计算”上升到人工智能领域。图灵机概念奠定了现代计算机的硬件基础,一切皆可计算的算法研究则开辟了现代计算机独立的软件开发进程。如今,在计算机界,言必称计算,给“计算”赋予更多的人工智能内涵。

30 年代的这批人工智能的先驱们,超越了时代。从图灵机模型诞生到现代计算机实用化的微处理器,经历了漫长的 30 多年历程。

1.2 第一台电子计算机的图灵机身影

电子计算机的研制,起步于美国军方对新型大炮、导弹弹道数学模型研究的迫切需求。1942 年,宾夕法尼亚大学莫尔电机工程学院的莫希利(John Mauchly)提出试制第一台电子计算机后,立即得到军方响应,并拨出巨款,成立研制小组,开始研制工作。后来约翰·冯·诺依

曼(John von Neumann)加入到了研制小组,并将图灵机思想带入到计算机的创建之中。1945年,冯·诺依曼提出了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”。对计算机研制过程中许多关键性问题的解决做出了重要贡献。1946年,第一台通用电子计算机 ENIAC 诞生,它不仅吸纳了图灵的理论精髓,还奠定了计算机的经典体系结构,这一经典体系结构延续至今。

ENIAC 的高昂造价、庞大体积,难以实现图灵学者们的人工智能初衷。随后,便是漫长的完善之路,开始了晶体管、集成电路基础上的探索,直到微处理器诞生。

1.3 图灵机内核化的微处理器终结

图灵机是一个内涵丰富又极为简约的模型机,半导体微处理器是图灵机内核化的理想终结。为了了解微处理器的图灵机源头,我们不妨仔细了解一下 80 年前,图灵对图灵机结构与运行状况的描述。当我们将它与半导体微处理器相对应时,可以看到它们具有极大的相似性。

(1) 一条无限长的纸带。纸带的一端可以无限伸展(相当于微处理器的程序存储器,以及存放其中的程序指令);

(2) 一个读写头。读写头可以在纸带上左右移动,它能读出当前所指的格子上的符号,并能改变其符号(相当于微处理器指令的读取与指令译码);

(3) 一套控制规则表。它可以根据当前机器所处的状态以及读写头所指示的格子上的符号来确定读写头下一步的动作,并改变状态寄存器的值,令机器进入一个新的状态(相当于微处理器的机器指令规则,以及机器指令运行下的操作进程);

(4) 一个状态寄存器。它用来保存图灵机当前所处的状态(相当于微处理器中的程序状态寄存器与程序状态字)。

“格子上‘0、1’的符号”,是如今微处理器机器指令中的基本数字量。由此,我们看到了一个与图灵机一脉相承的半导体微处理器。

2 微控制器的发展史(1974 年 F8 问世——物联网诞生)

微控制器 MCU(MicroController Unit)与微计算机 MCP(MicroComPuter)是微处理器 MPU(Microprocessor Unit)诞生后,为了满足智能计算与智能控制需要而出现的现代计算机,即通用计算机与微控制器的两大分支。不同领域(计算与控制)的不同要求(海量数值计算与物理对象控制),决定了它们相互独立的发展道路;共同的人工智能目标又让它们最终在物联网时代又走到了一起。下文描述了 MPU 源头、MCU 与 MCP 并行演化、物联网 IoT(Internet of Things)终结的现代计算机技术发展史。

2.1 微处理器诞生与两大分支演化

1971 年第一个微处理器 4004 诞生,1972 年完善至 8008,其后明显地出现了“计算机”与“控制机”应用的两大分支。

在控制机领域,1974 年仙童半导体公司在微处理基础上推出的第 1 个微控制器系列 F8

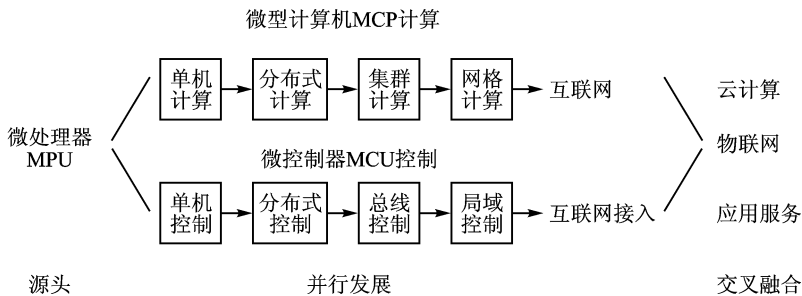


图 1 MPU、MCP、MCU 的技术发展史

后,1976 年 Intel 公司开始的 MCS-48 探索,1980 年在 MCS-48 基础上推出了完善的 MCS-51 微控制器。

在计算机领域,则是微处理器基础上的微型计算机的探索,从 8008、8080、8086,以及 1981 年 IBM 公司在 8080 微处理器基础上推出的个人计算机。

微处理器两大分支的演化,最大程度上满足了人工智能在“万物皆可计算”与“一切皆可控制”的不同领域的需求。从此开始了 30 多年微型计算机“计算”与微控制器“控制”并行不悖的独立发展道路。

2.2 两大分支并行不悖的发展道路

在 4004、8008 探索的基础上,分化出通用微处理器与微控制器后。在通用微处理器领域,迅速形成了 Intel 微处理器、微软通用操作系统基础上庞大的微型计算机独立产业,开始了 MCP 漫长的发展道路。在微控制器领域,有非单片形态的 F8 系列探索,有沿袭通用微处理器风格的 6801 系列探索,有独辟蹊径的 MCS-48 系列探索。最终,凸出单片形态、具有控制器风格的 MCS-48 系列胜出,并迅速完善到 MCS-51。其后,MCS-51 成为 MCU 的经典体系结构,开始了 MCU 与 MCP 并行不悖、漫长的发展道路。

在 MCP 领域,沿着智能计算方向,从单机计算、分布式计算、集群计算到网络计算,形成了庞大的全球互联网智能计算体系。

在 MCU 领域,沿着物理对象智能控制方向,从单机控制、分布式控制、总线控制、局域控制,完成了所有物理对象的智能控制后,实现了从传统电子系统向智能电子系统的华丽转身。

2.3 两大分支交叉融合的物联网时代

MCU 在完成所有物理对象的智能控制后,并不止步于智能电子系统与智能电子局域网,而是向全球互通、互联的更高目标迈进。采取的技术措施是在 MCU 应用系统中(无论是单机、多机、总线、局域系统)普遍扩展互联网接入端口。这样一来,所有 MCU 应用系统都普遍具有了“上天”(互联网接入)、“入地”(物联控制)的本领,从而将互联网推进到物联网。可以看出,物联网的物联基因存在于形形色色的 MCU 应用系统中。

3 回忆早期我国微控制器应用史中的几件事情

由于微电子产业落后,我国微控制器发展史本质上是微控制器应用的发展史。如今,我国在嵌入式系统应用领域已走在世界前列,回顾历史,不得不提及的几件大事,即改革开放的启蒙运动、全国单片机学会的普及教育与北航出版社的应用技术推广工作。

3.1 改革开放的启蒙运动

20世纪60年代,电子技术领域绝对是一个由模拟电路、数字电路专家垄断的科技领域。缺少电路知识的工程师们在这一领域难有作为。微处理器诞生后,开始了从传统电子时代到智能电子时代的变革。由于智能电子系统是微控制器、集成电路、开发装置基础上,系统配置整合的软硬件应用设计,大大降低了开发者的电子技术知识要求。由此,微控制器应用迅速普及到各行各业系统,开始了自动化、仪器仪表、机械制造、加工工艺等非电子领域传统电子系统的智能化改造运动。他们习惯性地单芯片的微控制器与离散状的电子器件相比照,将微控制器称作“单片机”。因此,早期电子技术领域传统电子系统的智能化改造时代被称为是单片机时代。

我国单片机启蒙时代有南北两个著名团队。即北方的北京工业大学团队和南方的复旦大学团队。

北京工业大学的微机应用研究室以龚为珽为首的一批年轻人,颜超、刘川贤、吴定荣、徐家栋、侯博文等,于1980年初从香港引进Z-80单板学习机,经改造后于1981年推出工业用TP-801单板机。随后编写教材,举办学习班,开始了大规模的普及教育,仅1982年仅就销售TP801单板机2030台,在全国掀起了单板机应用大潮。后来,北工大除了推出了TP系列单板机,还推出了MCS-48、MCS-51单片机开发装置。由于多种原因,北工大没有将单板机优势转化成单片机优势。

在南方,复旦大学计算机系的微机实验室以陈章龙、涂时亮、张友德等为首的一批年轻人,一开始就起步于单片机探索。在1982年的计算机实验仪器应用课题研究中,便使用了8035单片机(MCS-48系列的外扩EPROM型),开发装置是进口6800单板机基础上改造成的EPROM仿真器。1983年,设计生产了8035的开发工具MDT35,在工业控制的应用开发工作中,大量使用了8035,取得了良好的效果后,开始印发资料举办了多期单片机培训班。MCS-51引入中国后,又研制了DSG51单片机开发工具与SICE开发系统。

从Z80单板机到MCS-48、MCS-51单片机是我国微控制器应用技术发展的特殊历史现状,无论是北工大,还是复旦大学,趁改革开放的东风,引进国外先进的微控制器技术,在解决微控制器的开发手段后,都不约而同地开展了群众性普及教育的启蒙运动。先进的微电子芯片技术、完整的开发环境、半导体厂家的成套技术解决方案,不仅吸引了电子工程师,还吸引了工科高校涉电专业的师生群体,从而迅速掀起了我国传统电子系统的智能化改造大潮。

3.2 全国单片机学会的普及教育

TP-801 的启蒙运动、MCS-48、MCS-51 的普及教育,将各行各业、各个专业领域的年轻人,以弯道超车方式,进入到智能电子领域,成为智能电子系统的领军人物。

与单片机启蒙运动相对应的,是微型机应用技术的广泛普及。同时具有通用微处理器技术与微控制器技术的 Intel 公司无疑是这一时期最活跃的半导体厂家。1983 年中国 Intel 用户协会成立;在中国计算机学会中,也相应地成立了微机学会。

为了更加稳步地推广单片机技术,复旦大学陈章龙老师与微机学会联系,开始了单片机学会的筹备工作。1986 年 10 月与 Intel 用户协会联合,在复旦大学举办了首届全国单片机学术交流会,会上发起筹建全国单片机学会。1987 年 10 日全国单片机学会在上海正式成立,并举行了第一届全国单片机学术交流会,陈章龙老师任学会理事长。在陈章龙带领下,开始了全国单片机技术的推广工作,并显示了他卓越的领导才能。值得总结的有以下几点:

其一,关于全国单片机学会的特殊冠名。当时的单片机学会是计算机学会微机专业委员会(简称微机学会)下属的三级学会,为了在全国无障碍地推广单片机技术,不受上级学会的制约,经与微机学会商定,正式定名为“中国微计算机单片机学会”,简称“全国单片机学会”。这一称谓不仅打破了学会界限,还能通行全国。

其二,建立松散的组织体系。全国单片机学会鼓励各地区自主地建立地区性单片机学会。各地单片机学会可以随意挂靠当地的上级相关学会,没有批准手续,只要报批即可。这种放手、开放的学会建设模式,极大地推动了地方的单片机应用热潮。

第三,开阔的国际视野,及时引进国际半导体厂商。在第 1 届学术交流会后,便着力引进国际半导体厂家,将每年的学术交流会改成学术交流暨国际产品展示会,除了有国际半导体厂家展出的产品,也有国内各类成果展示,突出应用,避免了学会的纯学术化倾向。

第四,鼓励地方学会举办单片机全国年会。每个地方学会都可承办每年一次的全国单片机学术交流及国际产品展示会。在年会的理事会议上,地方申办代表陈述举办会议的优势及条件,由全国理事会以投票方式决定谁能胜出。各地轮流举办的方式,有力地增大了全国单片机学会在各地地区的影响力。

20 世纪 80 至 90 年代,全国单片机以特殊的组织机制、特殊的办会模式,巧妙地将学术、技术、产品融合在一起,极大地推动了微控制器技术在中国的普及与推广,扩大了嵌入式系统应用的群众队伍,造就了一代精英。

3.3 北航出版社的应用技术推广

早期微控制器应用推广中,使用的是自行印刷的培训教材。1988 年 2 月由孙涵芳编写的《MCS-51/MCS-96 单片机原理及应用》由北航出版社出版。正式出版物出版后,单片机迅速进入高校课堂,开始了单片机领域大规模的高级人才培养。其后,北航出版社又出版了大批单片机教材、工具书、手册、文集、选集、公司系列等图书,成为国内普及推广单片机的唯一出版

单位,1990年出版的《单片机应用系统设计》将此前基于手册的原理应用教材提升至应用系统设计,成为国内单片机界的普遍应用,是具有影响力的教材。

1997年,为纪念单片机学会成立10周年,在全国单片机学会郑州会议的理事会议上,决定筹办单片机期刊。由于全国单片机学会不具有法人资格,便由北航出版社申请办刊,刊名定为《单片机与嵌入式系统应用》,2000年8月出版总署正式批准,由工信部主管、北航主办、北航出版社承办,出版至今。

从20世纪80年代末到2000年初,北航出版社几乎垄断了单片机类的相关图书,并将全国单片机精英、工程师、高校教师、学生聚合在自己周围,北航出版社几乎垄断了国内有关ARM系列的全部图书。以至于ARM系列兴起时,几年间就出版了60多种有关ARM系列的图书。

1997年底由我代表单片机学会与北航出版社签订了创办单片机联谊会的合作协议,其后与《电子产品世界》、《电子技术应用》共同筹建了单片机联谊会。参与合办的单位还有EPSON公司、Philips公司、NS公司、Microchip公司、清华大学的Motorola实验室(邵贝贝)、NEC实验室(袁涛),以及Dallas、东芝、三菱、富士通公司等。从1998年起每年举行4次热点问题研讨会。在举行完第11期研讨会后,由于忙于《单片机与嵌入式系统应用》期刊创建,单片机联谊会活动中止。待期刊进入正常运转后,由联合相关人员又创建了嵌入式系统联谊会。

3.4 粗线条的微控制器应用发展史

在我国,微控制器应用发展史可粗略地描述如下:

- (1) 从1980年到1986年单片机学会创立前的启蒙与普及教育时代;
- (2) 从单片机学会成立到20世纪末传统电子智能化改造的单片机时代;
- (3) 本世纪初,计算机界人士广泛介入后,智能电子系统创新的嵌入式系统时代;
- (4) 从本世纪10年代开始微控制器与微计算机交叉融合的物联网时代。

从控制器应用发展史上看,把微控制器称作单片机或嵌入式系统带有时代特征。单片机时代是传统电子智能化改造时代,电子工程师习惯将单片形态的微控制器称作单片机。嵌入式系统时代,大批计算机人士进入,开始了智能电子的创新时代,计算机界人士更愿意将嵌入式应用的微控制器称作嵌入式系统。

4 微控制器产业的未来

物联网诞生后,作为微控制器应用的独立产业,已经终结,并开始了嵌入式系统的物联网应用服务时代。

首先,作为以物理对象智能化控制为目标的微控制器,多年来,在实现单机控制、分布式控制、总线控制、局域控制后,其“上天”(互联网普遍接入)、“入地”(物理对象普遍的智能控制)的应用技术业已成熟与完善。

其次,物联网时代,标志着人工智能进入到为人类智慧生活的服务时代。嵌入式系统应用

开始转向为智慧城市、智慧社区、智慧家居服务以及融于智慧医疗、智慧出行、智慧交通、智慧商城等智慧生活体系之中。作为独立的嵌入式系统产业逐渐终结，逐步融智慧系统中，为大系统的大科技服务。从智能到智慧，前者为纯技术色彩，后者更多地体现出人文、社会等生活因素。

第三，伴随微控制器、集成电路、集成开发环境、软硬件开发工具的不断完善，基于器件平台、产品平台、开发平台、软硬件平台的平台开发模式业已成熟。将创新成果转化成为平台，在平台基础上实现创新应用已深入人心，并常态化。

第四，上下游的扇形产业模式、产业生态系统走向成熟与完善，企业技术并购、企业整合、企业兼并成为市场竞争、技术变革的主流方式。

微控制器的服务时代，并不意味着微控制器技术发展止步。从知识、技术、产品服务，变革到为平台化的服务道路。嵌入式系统的服务更多地体现在以成熟的嵌入式系统应用技术中，平台的应用模式为产业生态体系服务。以昆山地区智能制造转型为例，无论是德国工业 4.0、美国的智能制造、还是中国制造 2025，其智能制造的产业模式都无一例外地采用平台模式。在昆山地区，用于智能制造的智能生产线，是用国际大厂商（西门子、台达）形形色色的智能模块与整体解决方案整合而成。首先，根据厂家产品生产线的智能化要求进行总体设计，在总体设计中提出智能模块采购清单，在厂家采购智能模块期间，进行智能生产线的总体整合设计。智能模块到货后，在现场进行拼装（个性化的操作系统、接口技术、控制算法）、调试、试运行、验收即可。明年，《单片机与嵌入式系统应用》期刊的“学习园地”中将会详细地介绍这种智能制造的新型技术与产业模式。

在物联网的嵌入式系统平台服务时代，所有嵌入式系统的科技创新成果都要及时地转化成相应的软硬件平台，未能转化的科技成果都会被淘汰。由于在软硬件平台转化中，国际大型企业遥遥领先，高校、研究机构望尘莫及。未来，物联网的平台应用模式会不断地挤压我国高校、研究机构的科技发展空间，“产学研”生态体系面临挑战，也为现行教育、科研体制响起了警钟。

结 语

微控制器的 40 年是人工智能发展的 40 年。人工智能从根本上颠覆 400 多年前培根“知识就是力量(Human knowledge and human power come to the same thing)”(见培根的《新工具》英文版第 33 页，外语教学与研究出版社，2010 年的名言)。长期以来，人们崇尚知识，认为知识给人以力量，有多少知识就有多少力量。微控制器与计算机开启的人工智能警示我们，进入人工智能时代，知识力量更多地体现在工具中。没有知识的人，借助于智能化工具也能展现出相应的知识力量，这样的智能化工具有如一个知识力量平台(简称知识平台)。

微控制器的 40 年的发展史，也是知识力量转化的变迁史，从早期培根“人的知识与人的力量相一致”到人工智能时代的“人的知识与人的力量相分离”，体现了以知识平台为中心的科技

创新与创新科技应用的分离趋势。科技创新者将创新成果转化成知识平台,科技应用者在知识平台的基础上实现创新应用。科技应用者虽然不具有创新成果知识,借助平台,具有了创新成果的知识力量,这是一个普遍规律。基因工程中,科学家将基因工程创新成果转化成仪器设备、探针、分析软件,一般工作人员在此基础上完成基因测序、基因转移、基因分析、基因干预等应用创新。基于智能模块平台的智能制造、基于手术机器人的精准手术、借助车辆故障检测仪了解汽车故障,借助手机导航的出行莫不如此。

在如今嵌入式系统的物联网服务时代,是一个观念第一、方法紧跟、技术平台可广泛选择的时代。

参考文献

- [1] 何立民. 从现代计算机视角看嵌入式系统. 单片机与嵌入式系统应用,2016(1)、(2)、(3)、(4).
- [2] 包云岗. 世纪图灵纪念. 中国计算机学会通讯,2012(11).
- [3] 何立民. 建设单片机应用平台,实施平台开发战”略. 今日电子,2000(2).
- [4] 何立民. 嵌入式系统的知识平台与平台模式. 单片机与嵌入式系统应用,2008(9).
- [5]何立民. 嵌入式系统的产业模式. 单片机与嵌入式系统应用,2006(1).
- [6]何立民. 知识学原理. 北京:北京航空航天大学出版社,2012,4.

嵌入式系统国家战略研究纲要

共计 60 页节选参 5 页

吕京建 沈绪榜 梁合庆

中国计算机学会嵌入式系统专业委员会

1 引言:嵌入式系统无处不在

嵌入式系统(Embedded System)无处不在:存在于汽车、道路、桥梁和隧道中,构建在医疗仪器和外科手术机器人里,隐藏在住宅、办公室和工厂中,飞机和飞机场、移动电话和通信以及虚拟现实眼镜,甚至我们的衣服中都有其身影。

他们互连到许多设备网络中——汽车到固定道路基础设施,智能卡到银行系统。

嵌入式系统技术渗透到下列所有市场领域——汽车、航空、医疗、环境、通信、娱乐、纺织、交通、物流、印刷、化工、食品、饮料、木料和原料等。

嵌入式系统对这些领域的运行方式有着重要的影响:影响他们将如何发展,他们如何被公众和专业人士察觉,他们的产品在世界市场上如何取得成功。

嵌入式系统科技懂得如何加强关键产业的竞争力,这些产业包括汽车、消费电子、医疗系统和能源控制等。其他领域情形与此类似,越来越多嵌入式电子系统被用来使产品和过程越来越智能化。

下面的数据引自欧盟的 ARTEMIS 嵌入式系统研究报告(参考文献^[1])。

欧洲汽车产业每年大约有 5000 亿欧元营业额,雇佣了 270 万员工。今天每辆车 20% 的价值来源于嵌入式电子系统,到 2015 年将平均增加到 35%~40%。仅汽车电子的这一增长将为欧洲汽车嵌入式系统单独提供 60 万个新的工作岗位。

航空电子领域也是如此,嵌入式软件的开发成本在每架飞机的开发成本中占重要比例。

随着电子设备和软件技术的不断革新,越来越多的嵌入式系统集成到设备中。今天已有 90% 的计算设备是在嵌入式系统中,而不是在 PC 中,并以每年 10% 的速率增加,预计 2020 年将会超过 400 亿个设备。此外,嵌入式软件在最终产品中的附加值比嵌入式设备本身成本要高出多个数量级。

大量系统开发要面对超乎寻常的挑战。将嵌入式设备集成到对日常生活非常重要的对象和系统中,可能会持续很长时间。大量异构的、交互运行的嵌入式系统元素使互操作性成为一个关键考虑因素,而我们希望这些元素只要进行简单连接即可一起工作。

从儿童玩具到航空航天探测器,嵌入式系统已渗透到生活的各个方面,因而这些产品会从他们的嵌入式智能中获得更多的附加值。同样,因为使用了嵌入式系统,这些产品的可靠性、安全性也提高了,人们对嵌入式系统的依赖会与日俱增,但是对潜在的故障、安全性以及隐私保护的关注程度也会增加。

1.1 嵌入式系统(Embedded Systems, ES)

嵌入式系统是从 20 世纪 80 年代和 90 年代早期的独立单片计算机(stand-alone single-processor computers)演变成今天(2000 年初期)的具有越来越多通信能力的专用固定功能的多处理器系统。到 2010 年以后,他们会发展成基于标准的多处理器平台,自适应、自组织的处理器生态系统。——引自《ARTEMIS》报告。

1.2 嵌入式技术对产业系统的影响

汽车:“经济、安全、环保”

为了降低油耗和污染,目标就是要开发出“零排放汽车”。西欧的汽车产业已大大地降低了平均油耗(2008 年要比 1995 年再降低 25%),2007 年 1 月欧盟提出了限制汽车二氧化碳“温室”气体排放的新标准,并以立法形式在 2012 年前强制执行。

与此相似,为了减少道路交通事故,ARTEMIS 计划已构想出了“100%安全”汽车,其中无论驾驶员,还是汽车都将不再是引发事故的原因。

这个宏伟目标只能通过更智能化系统,即所谓的“主动安全系统”来实现,这就需要有一定人机接口(Human Machine Interface)认知能力,以减少驾驶员的工作强度,这可通过传感器、执行器和嵌入在整个车辆中的智能软件来实现。当然这不仅限于汽车,还包括其他道路车辆和系统。

Ad-hoc 网络(又称为自组网、自愈网或是对等网)是在主动安全系统背景中实现车对车通信的先决条件。

为了提供个体交通安全,对每个人都具有可实现和吸引力,且基于已证实的技术,并重视可重用的组件,从而能够以较低成本提供更多的特征。

嵌入式系统通常也是汽车制造领域智能生产、供应链整合和相关物流的关键技术。

此外,这种客户可定制汽车的理念为用户提供了更高的附加值,为制造商提供了产品差异化的可能性,也带来了竞争优势。

航空:“可定制的、省时的、安全的空运”

嵌入式系统将成为航空业发展和竞争的利器。

对于环境友好、安全、保密、省时的运输人员和货物来说,嵌入式系统会为这种完全可定制、经济上可以承受、生命周期可以维护的产品和服务的观念提供支持。

到 2011 年,嵌入式系统将为空运节省 30%的能源,提高燃油效率、性能并更加环保。

嵌入式系统将有高精度、完全的可预测性以及高级的鲁棒性,从而具备 100%可操作性和可靠性。

嵌入式系统将提供全景感知(full situational awareness)的能力和以人为中心的无纸操作,从而保障在任何情况下的整体安全。ES 将为乘客和飞行器,不论在飞行中还是在陆地上,整个飞行过程管理提供便利的、高带宽的、安全可靠的和无缝连接的通信环境,ES 将提供高级诊断和可预见维护,以确保产品 20~30 年的生命周期。

通过高级的复杂性管理,快速样机建模、可组合性和高级的检验验证战略,嵌入式系统的设计环境和工具将提供更短的开发周期、定制周期、升级周期,并将最终实现生命周期优化的产品设计。

制造、加工产业:“高效的、灵活的制造”

“100%可用工厂”在制造效率最大化的同时减少了环境污染。嵌入式系统将精确的控制过程参数,包括降低制造总成本和主动减少污染排放物的参数。进而制造业竞争优势通过效率来获得保障,这就意味着 100%工厂可用性和低维护性来降低成本。这不但增加了欧洲制造业的就业率,也保证设计和制造这些设备的工作岗位。为了适应市场需求的快速变化,尤其是客户个性化需求,制造的灵活性是必须的,从而巩固了竞争地位。这将通过缩小投产和生产的剪刀差获得,从而可以快速的改变产品的种类和级别。

具体目标是把试车时间从 3~6 个月减少到 1 个月并确保快速回车,其模型转换时间从 8~12 个周变为 1~2 个周。最终产品质量改进通过对制造过程的主动控制来实现,支持通过高级自动化实现从“离线”到“在线过程”的质量控制转换。通过高级嵌入式系统改进人机接口和“人员在环(human-in-the-100p)”控制系统改善产品质量和生产力,并确保零操作误差,减少事故。

移动计算环境:“决定未来 20 年人们的信息传播”

来自美国拉斯韦加斯 2007 年 CES 年会的数据:

目前全球手机约 20 亿部,电视 15 亿,PC:8.5 亿,游戏机 1.9 亿,MP3 有 1 亿个,PDA 超过 5000 万个。摩托罗拉公司的 CEO(Ed. Zander)在 CES 论坛(2007 年 1 月“Internet goes Airborne”)的演讲中说:“PC 决定了过去 20 年人们的信息传播。手机(移动计算)将决定未来 20 年人们的信息传播。”

移动电话系统成功的关键因素就是找到人类基本需求——自由交流信息。

尽管技术在进步,梦想能够随时随地与人或设备沟通交换信息仍然受技术限制而不能实现,这些限制也使我们不易开发出新型的有创造性的业务。所以要解决“能”的问题有:要能够随时随地、安全无线(端到端)的业务。同时必须允许集中各种功能并构建广域网络、窄范围(传感器)网络和高速移动计算平台。

市场需求轻便、手持、高性能终端,尤其是成熟的能量管理技术非常重要,以确保电池不会因没电而罢工。这在低功耗设计中是主要考虑因素。嵌入式系统将改善超低功耗连接并提高处理、存储和显示能力。在这些领域中将打开提供移动业务的巨大二级市场。为了鼓励更多的人使用将开发友好的人机接口,这样未来用户将会在早期阶段就积极参与进来。

1.3 嵌入式技术服务私人空间

嵌入式技术使“e-Home 居室更高效、安全、舒适”

围绕新(数字)媒体的各种商业案例已经发布了,能在任何地点获得保密、安全的信息和娱乐内容的目标也已经实现。嵌入式系统的重用和鉴证将允许消费电子产品能更好地适应这一循环周期为3个月的快速市场。在不久的将来几乎每种设备都能和一些网络连接。

这些设备的连接将会形成系统,比如家中的影音系统。管理这些大量不同种类而又互连相关的复杂设备,并确保他们协调工作将是一个巨大挑战。嵌入式系统将会进一步改善家居生活的舒适性和经济性——能源的消耗更合理化、智能化,例如同时给来自不同的设备供应商的家居设备提供以用户为中心的可靠性和安全性,以适应社会人口结构的变化,比如单身、年幼、年老和残疾人群。

另外,通过使用嵌入式系统大大降低了移动式医疗看护设备的成本,从而为电子健康服务扫清了障碍,借助智能化便携系统构成改良健康监护基础。在此领域的投资也增加了电子教育的数量,从而可缩小“数字差距”,使每个人都可从电子政府工程中获益。要实现这些,就必须有跨学科、多目标的系统设计技术以可接受的能耗和可管理的社会属性来获得性能价格比。

1.4 嵌入式系统改良公共基础设施

嵌入式技术促进“安全、可靠、环境和谐”

嵌入式系统为改进公共基础设施的安全和运作带来机遇,为了使现代的公共基础设施成为一个竞争经济必须面对诸多的挑战:人和货物的流动性加强得益于快速高效安全方便的公共交通(火车、地铁、公路和海运等),设备和能源的供给,更好的互联互通基础设施,这些公共基础设施都能够大大受益于嵌入式系统。

嵌入式系统正在提供易用性、互通性、互操作性、灵活性和安全性的解决方案。安全和保密、控制良好的道路设施(主动道路安全支持、具有车辆协调,主动桥梁和安全隧道等交通管理系统)通过更大规模的整合嵌入式系统来完成。

不论是公共建筑还是私人建筑都集成了大量的传感器和执行器,以及用于满足用户需求的智能接口,这些都将变得更加舒适经济并提供安全接入和和利用。这些基础设施有:整合端到端能力、自动售货机、税收、访问控制、交通调度、相互协调车辆,更安全的桥梁和隧道、地下主动感应和决策监控系统、铁路和通信网络等。

设备和能源中的未来智能基础设施将需要整合全球来自不同组织机构的大量独立和自治系统。这将为这些智能子系统的整合带来新的挑战,使得他们能够综合利用。对于各种基础设施,嵌入式系统将可以随时随地以任意方式通过网络触发激活。

为了支持这一能力,嵌入式系统必须被“网络激活”和集成自我管理、自我监控以及主动恢复的能力。嵌入式系统也将支持这些基础设施在整个生命周期中使用情形的各个方面:包括所有权、长期存储、系统数据登录、维护、报警、紧急状态处理,访问和使用权管理、计费 and 结账。

1.5 战略投资决定嵌入式系统创新能力

中星微电子首席科学家邓中翰先生认为;全球 IT 产业经历着三个历史阶段(也可称三次浪潮)特点如下,产业界和战略投资者应注意这些规律:

第一次浪潮,基于半导体:晶体管和 IC 的发明。席卷全球产生了电子技术应用浪潮。(1950 年起,模拟技术为主)

第二次浪潮,基于数字化:高集成化、复制简单。摩尔定律推动了微处理器和数字集成电路的大生产浪潮。(1970 年起,数字技术为主)

第三次浪潮,基于网络化:迅速定立标准,形成庞大产业。集标准、市场和商业模式为一体。推动着技术标准联盟浪潮。(2000 年起,嵌入式技术为主)

2006 年 11 月,欧盟发布的 ARTEMIS(Advanced Research & Technology for Embedded Intelligence and System)“嵌入式智能系统高技术研究”战略报告指出:

“ARTEMIS 的前景将是我们社会的巨大变革,其中所有系统、机器和对象都将变成数字化、网络化并自主管理资源。通过嵌入式系统技术进步和大规模应用,这些变革将成为可能,不仅在产业和服务业如此,而且在所有的人类活动范围内都将如此。

这场变革会对社会和经济产生深远的影响:我们的社会生活和生活的安全性与隐私保密,这些都将依赖于嵌入式系统技术;

欧洲在所有领域的竞争力都将依赖嵌入式系统领域的创新能力;

现在时刻是推动整个欧洲团结一致,以便在最具变化、最普遍深入、最引人入胜和最有前景的信息技术—嵌入式系统领域保持主导地位。”

显然,嵌入式系统研发方面的投资对全球经济增长有着直接的影响。

2 嵌入式系统的基础——芯片技术

2.1 芯片技术

嵌入式系统的发展主要体现在芯片技术的进步上,以及在芯片技术限制下的算法与软件的进步上。或者反过来说,芯片技术决定了嵌入式系统升级换代的发展速度,决定了嵌入式系统小型化的实现程度,决定了嵌入式普及化的应用深度以及嵌入式系统智能化的水平高度。

芯片技术的进步最突出地表现在芯片制造技术的进步上。它是按摩尔预言的速度发展的,是以不断提高功能密度为导向的。尽管芯片上的最小线条宽度很可能将在 2014 年左右达到它的物理极限,但芯片的功能密度还会以其他的方式不断提高。因为只有这样才能解决嵌入式系统进一步发展的经济性、微型化与智能化等关键问题。

嵌入式系统能否得到可能的应用,芯片的微型化则是一个决定性因素。进入或植入人体的系统就是很典型的例子。谁都会希望进入人体的小切口外科手术(锁眼手术)用的腹腔……

本文摘自“嵌入式系统白皮书”中国计算机学会嵌入式系统专业委员会 2007 年 8 月出版。

嵌入式计算机发展综述

李泽军 何小庆

一、前言

时至今日,计算机及计算机技术无处不在,在我们的日常生活中就有大量计算机技术的存在。也许无意中,我们就已经使用了计算机技术。现在的计算机早已超出了早期计算机的概念,大量广泛使用的嵌入式计算机便是其中的一种。嵌入式计算机(Embedded Computer)源于60年代,是一种不被使用者所察觉的专用计算机。这种对用户不可见的机箱级、插件级、甚至芯片级埋藏于用户应用或设备之中的智能部件,功能强大、响应迅速、用途广泛,在越来越多的应用系统和设备中起着“心脏”的作用。

嵌入式计算机系统广泛用于工业、国防等领域,如工业仪器仪表、控制装置、办公自动化的文件和打印服务器、通信交换机、数控系统、工业机器人等,特别是用于选择性的军用电子设备(雷达、电子对抗、通信设备等)和现代武器(坦克、战机、战舰等)系统中。据Dataquest的报告,1989年全球用于嵌入式应用的微处理器产值达3亿美元,1993年已达50亿美元。Intel-Motorola等生产高性能处理器的厂家也更加重视嵌入式微处理器。Microsoft公司也推出了适用于实时嵌入式的DOS和Windows修改版本,由此可见嵌入式计算机产品市场潜力的巨大。

发展嵌入式计算机的有利因素在以下几个方面:

可以使用最新IC技术,提高可靠性和集成度。以Intel386EX为例,它集成了大量通用外围部件,大大缩小了应用系统的体积,提高了可靠性。

降低成本。现有计算机无论是从产业规模、应用程度,还是从技术水平和产业盈利率看,除高档新产品技术领域仍具有较大发展潜力外,其余已进入成熟期,也就意味着质量性能越来越高,而价格则逐步下降。嵌入式计算机应用系统的成倍增长得益于这种价格低且技术成熟的硬件支持。

可延长产品寿命。嵌入式计算机产品设计能够有效防止重复设计,也为防止部件陈旧提供了极可靠的保证。容易升级和进行二次开发,以保持它的竞争性和合理的性能价格比。

二、嵌入式计算机发展历史

1. 基于芯片用户系统

早期的嵌入式计算机系统是用户自己设计的基于芯片的应用系统。最有代表性的是单片

机 MCU(Micro controller Unit)技术的应用。1976年,Inter公司的MCS-48系列采用专门的结构设计,其CPU,CPU外围单元及指令系统都是按照单片机技术要求专门设计的,具有很强的控制功能,在结构上实现了单个芯片上的集成。其他产品有Motorola的6801系统和Zilog的Z8系列。用户将其嵌入自己的应用系统,以满足快速实时地对外部事件、对象实现信息采集及判断、逻辑处理、对象参数控制等要求。随后,Inter公司又推出了MCS-51系统单片机,其技术特点是完善外部总线,并确立单片机的基本控制功能。其他公司如NEC、PHILIPS等也都有相应的产品。到今天,单片机技术在我国工控领域还有着广泛的应用。

由于用户基于芯片开发,没有统一的标准,开发工具(编译器、操作系统和调试工具)随着项目的不同变化,增加了设备经费投入和二次开发的时间。随着用户系统的结构越来越复杂,软件的代码越来越长,出现了标准总线在嵌入式计算机系统的应用。

2. 标准总线的嵌入式计算机系统

常见的工业标准总线有STD总线、VME总线、Multibus总线、PC总线等。其中。STD总线是一种8/16位总线,在电气性能和逻辑功能上与ISA总线相似,被列入国际IEEE标准(IEEE-P961)。STD总线的模板大小为 4.5×6.5 平方英寸,产品在我国一直占有很大的市场,特别在恶劣的工业控制环境中有着广泛的应用。在美国,以Ziatech公司为主的一些公司参照EISA总线规范共同制定了一种32位STD32总线标准。STD32总线结构可适应X86体系结构的不断变化和嵌入式计算机不断升级的需求。一些公司也推出了适用于嵌入式应用的VME总线产品,如德国PEP公司,美国的Radisys公司。

利用基于PC总线的嵌入式系统设计,能共享PC机市场中大量的CPU芯片、接口芯片、外设IC和存储器芯片的低价格所带来的经济利益,从而降低嵌入式系统的硬件成本。更主要的一点,嵌入式系统设计人员面向PC技术可获得廉价的开发平台。一系统无可比拟的优点,使基于PC总线的嵌入式计算机系统取代STD而成为主流。

3. PC总线的嵌入式计算机系统

早期的嵌入式PC机产品,是基于8位和16位ISA总线的标准化母板的嵌入式PC机,主要用于对计算机体积和可移动性要求不高的某些工业和医疗应用领域。台式PC机标准化母板体积大(12.4×4.8 平方英寸),不适合某些嵌入式应用环境的要求。因此,这就要求PC总线的计算机的集成度更高,以满足嵌入式应用对减小体积和降低功耗的要求。PC/104就可满足上述要求。

PC/104模块1987年开始出现,由美国AmproComputer公司创立,到1992年才制定成文的标准。1992年IEEE开始在原有的为PC、PC/AT制定的IEEEP996(草案)基础在进行缩小尺寸而适应嵌入式的标准化工作,PC/104规格(作为“基础文本”)被采纳,成为新的IEEE标准,称为“P996.1嵌入式PC模块标准”。

PC/104和IEEE-P996(PC总线)设备之间的主要差别在于:

- (1) 形状系数小,尺寸为 3.6×3.8 平方英寸;
- (2) 独特的自身堆栈总线结构,取消了底板和插件箱,小体积、低成本;
- (3) 不用金手指接插件,采用针孔式插件(64 和 40 个插脚),进一步提高可靠性;
- (4) 更低的功耗(典型为 $1-2\text{W}/\text{模块}$)和更少的组件,缓和了驱动电流需求(6 mA)。

到今天,全世界有超过 125 个厂家为用户提供 PC/104 产品。PC/104 也由于解决了嵌入式控制系统应用空间有限和功率限制的问题,在嵌入式 PC 市场上有着广泛的需求。

4. 高性能嵌入式微处理器在嵌入式计算机系统中的应用

由于嵌入式计算机系统的一系列优点,近两年来国际计算机产业界掀起开发嵌入式系统的热潮。各厂商也纷纷针对嵌入式产品市场的特点,相应调整产品策略,推出专用于嵌入式系统的微处理器,以满足用户的需要。其中有 Motorola 公司的 68K 系列,Inter 公司的 186/188、386EX、1960 系列,AMD 公司的 29K,日本富士通的 SPARClite 处理器以及最新的 PowerPC 603/604 等。

Motorola 68K 在工业控制领域有着悠久的历史,它的系列化产品 68000/010/020/030/040 以及最新推出的 68060,在结构上保持着非常好的一致性。68K 系列产品以其独特的 32 位线性透明寻址方式,简单便利的总线接口在通信、航天航空、医疗仪器、测试设备、网络产品、计算机外设等方面有广泛的应用。近几年, Motorola 公司又加强了集成微处理器 683XX 的发展;如 68302(68000 核心)增加了 4 路协议通信处理器,68356(68302 核心)增加了 21 位 DSP,以及适合汽车电子控制的 68332,适合打印机控制的 68332 等。Motorola 还推出嵌入式的 PowerPC 603/604 系列以及基于 PowerPC 内核的 MPC 860,满足高性能的通信系统的要求。

386EX 是 Inter 公司利用成熟的 386SX CPU 内核,配合 I/O 电路而形成的一个专门面向嵌入式应用的芯片。386EX 的最大特点是配合少量的外围电路就可以形成一个专用的嵌入式小“PC”。1960 采用的是一套完整的 RISC 微控制器技术,适合于打印机产品,网络设备,如 HP 公司的激光打印机采用的就是 1960。

其他产品,如 AMD 公司的 92K、富士通公司的 SPARClite,在航空航天控制系统,计算机外设方面也有着广泛的应用。

从发展趋势看,除 68K 系列仍有极强的发展势头外。基于 PC 机开发的 386/486 嵌入式应用,在一般性的商用项目中将会越来越多,如 POS 机,而 PowerPC 将成为下一代 RISC 嵌入式应用的主流已是不容置疑的事实。

三、嵌入式计算机操作系统

与一般计算机应用相比,嵌入式应用具有高速、可靠的实时特征,与此相应的操作系统也应是实时的,主要表现在:

(1) 响应时间快速而确定

嵌入式软件对外部事件的响应时间必须有实时的,确定的、可重复实现,不管当时系统内部状态如何,都是可预测的(Predictable)。

(2) 结构紧凑,容易剪裁、扩展和配置

嵌入式操作系统通常几 K 到几十 K,结构比较小。而且应用程序与操作系统一体化,不像通用计算机系统(PC、工作站)操作系统与应用软件界限分明,这就要求嵌入式软件能够根据用户系统进行剪裁、扩展,即应有良好的可配置性(configure ability)。

(3) 快速启动,有出错恢复能力

(4) 交叉开发环境和实时多任务操作系统

由于嵌入式应用系统的软件开发受时间和空间的限制,一般通过交叉开发来实现,且需要专门的开发平台,称宿主开发系统,嵌入式应用系统则称目标系统。

在嵌入式计算机系统中,实时多任务操作系统是一个重要核心部件,起着举足轻重的作用。现有的实时多任务操作系统主要有 Integrated System 公司 pSOS、Microtec Research 公司的 VRTX/OS、Wind River Systems 公司 VxWorks。其中,VRTX 操作系统(Versatile Real-Time Executive)是 1981 年美国 Ready System 公司推出的实时多任务操作系统。1993 年,Microtec Research 公司兼并 Ready System 公司后,除了向嵌入式开发人员提供实时多任务操作系统(kernel)外,其提供的开发工具(XRAY debugger、Spectra)也功能强大,并含有 Windows 接口。VRTX 系统具有实时、多任务特性,是基于优先级、抢占式调度任务的,其软件采用程序库结构。中断处理程序、任务按优先级调度、任务间的通信等功能都通过程序库调用实现。VRTX 提供的其他应用支持,如输入/输出执行程序、文件管理执行程序等都是可配置的软件包。用户可根据应用与开发环境分别选择。VRTX 系列包括三个版本:VRTXsa、kernel、VRTX32 kernel 和专应用于小容量 RAM、ROM 嵌入式系统(例如, Motorola 的手机)的 VRTXmc kernel。

Inter 公司推出分布式控制执行程序 DCX 分别支持 MCS51 系列单片机和 MCS96 系列单片机。DCX 也具有实时多任务能力,按优先级调试任务。

四、嵌入式系统的开发工具

70 年代到 80 年代早期,嵌入式应用的开发实际上没有工具,代码在宿主机上编译连接,然后通过串行口和简单的目标监视器传送到目标机系列或直接固化到 EPROM。应用开发者在代码中人为地加入诸如 printf 语句来跟踪代码的执行,在硬件上加入 LED 指示灯观察电平的状态。用户对嵌入式微处理器几乎不可见,一旦代码改动,则整个系统必须重新编译连接,再下装到目标机中。随后,一些公司推出了模拟目标机环境的软件仿真产品及在线仿真的硬件仿真器,但这些产品在嵌入式软件开发调试中的作用是有限的。尤其在实时多任务的目标系统调试中,复杂程度难以想象。

伴随着 32 位嵌入式应用的迅猛发展,嵌入式系统的开发工具也发生了很大的变化。这主要表现在:

(1) 新一代的处理器一般内置有 ROM 监视器,并且集成了串行接口,因此一个基本的开发和调试环境很容易形成,软件调试环境的需求越来越强,如 Microtec 公司 XRAY。

(2) 传统的在线仿真系统向着高性能、低价位、单一功能的方向发展,传统型的模块可升级的概念已经不适应新形势的要求。硬件设计日趋自动化,驱动着在线仿真器厂商以低成本进入软件小组,如 AMC 公司的 CodeTAP 系列。

(3) C++ 语言将成为今后几年嵌入式软件的主流高级语言主,如 Microtec 的 68K 和 PowerPC 系列的 C/C++ 工具。

(4) 嵌入式实时多任务操作系统已相当完善并广泛应用。还将演变成标准化的开放系统,代表性的产品有 Microtec 的 VRTX 实时内核和 Spectra 开发环境,ISI 的 pSOS 内核。

(5) 嵌入式的软件测试工具开始并逐步在若干年内发展成为一个必不可少的分析、诊断工具。除具备目前所能提供的性能测试、分支覆盖测试、内存覆盖测试外还将可对整个系统的复杂动态特性进行测试和分析,如 AMC 的 Code Test。

五、嵌入式计算机系统的发展及市场前景

在硬件方面,向高性能微处理器发展。Motorola, Intel 都推出 32 位面向嵌入式应用的微处理器而日本、韩国、台湾等国家和地区的厂商产品则集中的半层体外围芯片市场机会不仅仅是来自微处理器半导体厂商也可从中获得大量商机。

在软件开发工具及环境方面,全球每年以 30% 的年递增率增长,是嵌秣式系统增长幅度最大的一方面。

对于用户而言,随着微处理器的性能不断提高,价格进一步成熟,用户自行设计的基于高性能微处理器的庆用系统仍是今后嵌入式计算机系统设计的主要方法之一。尤其在产品上规模,批量大时,有明显的成本优势,如 04 型程控交换机。利用现有的 PC 机软、硬件技术,基于嵌入式 PC 机进行应用系统的设计也是一种好方法,产品应用在小批量、多品种的产品领域(测量设备、电子医疗设备等)和要求可靠性的环境(航空导航系统等)。有识之士指出,利用国际上先进的微处理器技术、PC 机技术,设计属于自己的产品是发展我国民族工业的捷径。

本文摘自 1996 年 7 月 NEWSBIT 杂志中文版,由何小庆提供。

嵌入式电子设计在中国

麦克泰软件技术公司 何小庆

近十年,中国的电子工业发生了变化,已从军工应用转向了商用市场。这种转变是从九十年代初成功地发射火箭和试制成商用人造卫星开始的。由于在嵌入式市场高技术应用已成为主流,中国的电子工业正紧跟形势,适应当今的市场需求。今天中国很多活跃的电子设计应属于通信、消费、工业控制、微机和航天类。

嵌入式系统解决方案的领导 Microtec 顺应了这种潮流,中国第一个 Microtec 的实时操作系统(RTOS VRTX)用于商用飞机的电子控制系统。由于 Microtec 的 VRTX RTOS 与 FAA(联邦航空协会)可靠的关系,该产品于 1994 年由中国航空技术进出口公司引进启用。从 90 年代早期开始,通信业强大的需求增长导致了嵌入式和实时操作系统方案的紧俏,而不再是时音浪费在自己设计内核上,1996 年以来, Microtec 的 RTOS 被证明是上述方案的理想选择。

1996 年 Microtec 设立了北京 Microtec Research 软件技术公司,它在电子系统设计和制造方面为中国提供现代化、高效软件开发工具以及 RTOS 的说明与使用。Microtec 中国公司的商业战略集中拓通信市场,包括国家数据交换系统工程及技术研究中心(NDSC)、华为技术以及华光科技等客户。由于 Microtec 的 VRTX RTOS 和 XRAY 调试器的完整性和先进性,这些产品在中国通信市场占有了重要的位置。从长远考虑, Microtec 还在销售、技术支持和咨询服务方面培训本地工程师。Microtec 在中国的业务不断兴旺发达。

1996 年底, Microtec 与电子科技大学合作成立了第一个非赢利的嵌入式系统软件中心,用以嵌入式系统设计。第一个 VRTX 训练课程已在五月份开学。此次合作 Microtec 为中心提供产品、培训、反持和技术,同时电子科技大学提供学生、资金、设备和教室,以通过教学促进市场的繁荣。

未来将会怎样?

中国目前的电子设计情况是基于低端技术,而且多数设计开发没有采用嵌入式软件工具和 RTOS。使用汇编和汇编调试器的 8 位微控制器仍占应用的 80%,90%的用户仍采用 PC 和 DOS 作为开发主机与目标机的通信设备,新一代的飞机、航天和卫星 1 电子控制系统采用了 32 位微处理器、电子设计自动化和带有 RTOS 的嵌入式开发系统。对中国来说,提高软件质量将是通信与航天市场的主要目标。为了提高软件质量和可靠性,开发者将使用 C 和 C++ 语言和通用的 RTOS,以取代汇编语言和专用内核。非常活跃的通信业应用将是无线

系统(基站、蜂窝电涌、调制解调器和寻呼机)和新一代的交换系统。卫星、网络集线器和路由器、带有接入系统、ATM;V5、以及 ISDN 协议是中国不久未来的通信产品的主流。传统的计算机工业将分为几个部分:PC 制造、系统集成和外设(如银行打印机、POS 和终端),后者会更多地依靠嵌入式软件工具。

Microtec 将在中国的电子设计市场扮演一个重要的角色,该公司将通过在高校培训、印制中文信息简报—NewBits 以及举办高科技研讨会等方式,继续致力于本地化嵌入式软件的推广。其重点将集中于关键市场部分,如采用 spectra 开发系统和 VRTX RTOS 技术的通信领域,这项技术在作为关键项目应用方面已正式通过第三方认证。Microtec 将为中国客户提供其技术支持和咨询服务,以及帮助国际性大公司,如 Motorola,成功地在中国本地进行研究开发。

当香港于 1997 年 7 月脱离英国回归中国后,先进的半导体工业技术、消费类电子产品设计的专业技术以及世界贸易经验将对中国大陆电子设计市场带来有益的启示。香港经验与中国大量技术的结合将加速中国电子业的发展进程。

本文摘自“Electronic Design China”第 7 期香港回归专辑。

回忆与反思 ——中国单片机 20 年

邵贝贝

应约以“中国单片机 20 年”为题写点什么。首先想到的自然是形势大好,20 年来不要说单片机,中国哪一方面的发展不是有目共睹的?歌功颂德也罢,莺歌燕舞也罢,此类文章自然有人会写。我这里还是回忆和反思一些不尽人意的地方,特别是那些思想观念上的差距。“中国单片机 20 年”!如果去掉前面两个字,就是“单片机 20 年”,掐指算来,单片机应该是 30 年了,那 10 年呢?笔者联想到的还有几个 20 年,其中也都有 10 年的缺憾。

中国单片机 20 年

第一款微处理器芯片出现于 1974 年,后来出现了带存储器和并行口的微处理器,就是最早的单片机,至今应该是有 30 年了。80 年代初,Intel 8080 微处理器传入中国。当年,我们从欧洲核研究中心(CERN)“借”来一台智能化仪器,名为“Digital Data Log”,有真空点阵式显示屏,有热敏微型打印机,有 16 路数据采集,有声光报警等很多很多功能。我们开始分析该仪器,原来是以 8080 单板机为核心构成的,有 512 字节外扩 RAM 存储器,程序是用汇编语言写的,烧在 2 片 2K 的 EPROM 中,参考资料中有源码。当时,国内已经有了 8080 汇编手册的中译本,是清华计算机系专家朱家维先生翻译的。说明我国的专家们还是很敏锐、很前位的。我请教朱老师,并开始读 8080 的汇编代码,很吃力。后来不得不去参加了一个培训班。那时找不到讲 Intel 8080 的,到处是 Z80。培训班老师告诉我们,Z80 好啊,比 8080 多这样的指令、那样的功能。

1982 年,我有幸到地处瑞士和法国的 CERN 工作,做的是核电子学。其实核电子学除了放大、成型等前端电子学,后面的 AD 变换接计算机,和其他行业的电子学没有什么不同。在 CERN,没有 Z80。我问我的外国同行,说“Z80 好啊,你们怎么不用呢?”我的外国同行告诉我,Z80 多这个功能那个功能,使用的是孤岛型工艺,其特点是在硅片上找空地方,在这里加几只管子、那里加几只管子,以增加功能。这种工艺没有前途。有前途的工艺是,将数万只晶体管做成阵列,用哪些连哪些。那时的工艺条件,成品率是关键,这种阵列式工艺要求阵列中每一支管子都是好的,难度自然高很多,水平当然高很多。我们的中国老师怎么就没这样讲呢?

当时,CERN 的 5000 多科技人员共用 2 台大型计算机,一台 DEC 公司的大型机做计算用,一台 IBM370 大型机用作控制。单片机 CPU 的交叉编译也用大型机来做,打印文档要到

很远的计算中心去取,2周没有改动的文件就被复制到磁带上入库了,再用就得通知计算中心,重新挂上那盘磁带,很不方便。类似国内流行 Z80 单板机,当时在欧洲,流行的是以 Motorola 6809 为 CPU 的单板机,结构上使用欧洲的 3U 工业标准机箱,配上存储器卡、软盘驱动器卡和一种被称为 Flex 的操作系统以及 Pascal 语言编译器,构成微机系统,主要用于控制目的,也可用来做交叉编译。虽然软驱很慢,但自己一个人用,还是比大型机方便。Pascal 是一种结构式高级语言,广泛用于教学,可固化到 EPROM 中。对比同期中国流行的 Z80 系统,使用的是边解释边执行的 BASIC 语言,很难固化成为控制系统,对比欧洲,也是微机起步阶段,当时的起点就绝对不是一个档次。

我在 CERN 的工作是使用 MC146805E2 单片机开发一台低功耗智能仪器。这是世界上第一款 CMOS 单片机,片内有 112 字节的 RAM 存储器和一些并行 I/O,串口和 EPROM (2716)还是要外接的。开发方法是自己写一个不到 2KB 的监控程序,能通过串口下载程序到和 2716 引脚兼容的 RAM(6116)存储器中,能设断点调试就可以了,最后烧 2716 把 6116 换下来。后来有了 68HC05,几十个系列,上百个品种,简单的应用直接烧窗口片就可以了。复杂的应用先使用扩展方式扩出存储器,移植一个监控程序,再开发应用程序,最后回单片方式。这种方法一直沿用至今,没有用过仿真器。1985 年以后有了 IBM-PC 机,交叉编译开始移到 PC 机上做了。

1984 年回国以后,看到国内开始引进 8051 单片机,这一事件在中国单片机界有里程碑的意义。但思路是使用仿真器开发,以不变应万变,扩展不同的 I/O 以适应不同应用。这和单片机应用单片化、个性化的理念偏离了。原因是多方面的,主观上是对开发工具的依赖,客观上当时中国的开放程度不够、国际上有巴黎统筹会,对共产党国家出口高技术加以限制等。这里我们要反思的主要是我们主观上的观念方面的问题。特别是作为教师,如何才能不误人子弟的问题。我见过一本名为《单片机原理》的教材,通篇讲的是如何扩展 8051 单片机,这个理念就不对了。

中国 RTOS 的 20 年

我国单片机界的老前辈,何立民老师告诉我,引进 8051 过程中还有不尽人意的地方。当时 8051 进入中国时是带着一个实时操作系统(RTOS)的,我国的技术人员认识不够,没什么人用,给丢掉了。这也是观念上的问题,不妨就此回忆一下 RTOS 的 20 年。

20 年前,从中国的银行界开始,引进 DEC 的小型计算机和银行管理软件。为不伤及相关软件又能解决汉化问题,国内自主开发了多种汉字终端产品,是一个典型的嵌入式应用系统,有显示、打印、做图等很多很多功能。不同行业,例如海关、铁路等提出了和银行不同的要求。供货商必须根据客户要求修改汉字终端内的应用软件。常出现修改了显示格式,原来没有问题的打印功能却出了问题。当时我们知道有 VxWorks 等 RTOS,对比当时的收入,那价格是一个天文数字。于是只能自己写一个能调度多任务的实时内核,应用在汉字终端产品中,实际

上就是一个 RTOS。该内核是用汇编写的,回想当时,交叉 C 编译器我们手头是有的,仅仅用来写了绘图部分的算法。因为那时还没有用高级语言开发单片机应用的意识。用汇编语言写的 RTOS 自然没有推广价值,更没有推广 RTOS 应用的意识,仅仅是解决了一个产品开发中的问题而已。

1990 年,设在意大利的国际理论物理中心(ICTP)举办了“第一届 RTOS 在物理学中的应用”讲习班,以后每 2 年举办一次。ICTP 是诺贝尔物理学奖获得者萨拉姆创建和领导的,旨在向第 3 世界国家推广先进技术,因为萨拉姆是巴基斯坦人,来自第 3 世界。该机构旨在资助第 3 世界国家学员来学习、推广发达国际的先进技术。这类讲习班学员最多的 3 个国家是:巴基斯坦、中国和印度。每届讲习班都有不少中国人参加。笔者曾应邀在 1996 年的第 4 届讲习班当实验辅导教师。那年开始使用 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 当教材。我曾经向某出版社建议引进和翻译出版 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 一书,但该出版社不愿购买版权,希望得到赠品,这也是理念问题。

中国的第一届推广 RTOS 应用大会是在 2000 年开的,想引进 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 一书做教材时, $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 已经出版了,且不再免费用于产品。我们只能引进 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 了。 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 用起来当然比 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 好很多,但作为教材,我以为还 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 好,因为其简单。无奈,观念使我们失去了时间,也失去了机会。从 ICTP 向第 3 世界国家推广 RTOS 应用算起,国人对 RTOS 的认识和观念转变也花了 10 年时间。为什么会是这样?怨不得国际环境,也怨不得上级领导,只能从我们技术人员的思维方式上找原因。我认为,可能的一个原因是,我们这些各行业的技术人员向计算机专家们学习不够,同时国内的计算机专家向各应用领域推广的意识也不如发达国家,也是一个理念问题,也可能是国内缺乏这样的互动机制。好在最近几年,中国的嵌入式应用工程师对 RTOS 的认识更加理性,表现为更加关注教育,注重学习和尊重知识产权。20 年来国力的增强无疑起到了支撑作用。

RTOS 的 20 年使我们应该进一步反思的是,一个观念的认识和推广真的需要 10 年吗?如果过去需要,今后能否短一些呢?在电子技术飞速发展的今天,技术上每 3 到 5 年就更新换代一次。10 年时间,技术上已经换代 2 到 3 次了。看来观念的更新比技术更新还要难。

中国 Internet 的 20 年

如今在中国,Internet 改变了我们每一个人得生活,Internet 有多重要是不言而喻的。

去年的 8 月 25 日,笔者应邀参加中国第一封电子邮件发往国外 20 周年纪念会。是中科院高能物理所的一位同事发给 CERN 的物理学家、诺贝尔奖获得者施坦伯格的,告诉他可以从中国发 Email 了,也展示了施坦伯格的回复。这标志着中国的高能所已经正式接入了 Internet,也标志着中国的任何一个单位要想接入 Internet,在技术上已经没有障碍。当时的接入方式是由是通过高能所的 DEC 计算机,经调制解调器、电话线连到邮电部,再通过长途电话,连到日内瓦,然后再通过 CERN 连往世界其他国家。不就后,我们每一个人都有了 Email 帐户。我们这些当年参加过该连接、调试的同志回忆起当年的艰苦条件,都很兴奋和激动。激动

之余,与会者也反思了中国真正的 Internet 建设,实际上是 10 年后的 1996 年才开始的,这又是一个 10 年。

原因是多方面的,例如 1989 年下半年和 1990 年,高能所的 Internet 也不通了。在那个纪念会上,国家基金委的一位官员也讲了话。他说到,20 年来,国家基金委没有投 1 分钱给高能所的 Internet 研究。他的苦衷我们能理解,因为高能学科是属于数学物理学部支持的,他们的经费只能支持物理学研究。Internet 这样的课题是划归给信息类学部支持的。

反思我们自身的观念问题,一个是我们不同学科间的交流不够,我们向政府喊的也不够。欧盟 25 国去年提出的“嵌入式智能系统先进技术和研究战略计划(ARTEMIS)”中就提到,“多个人一起喊比 1 个人喊声音大得多”。而政府科研管理的职能部门当前特别应该重视像嵌入式系统这样涉及多个领域,哪个学科也包含不了的学科的发展。这类学科的发展往往具有战略意义,比任何一个独立学科的单独立发展都重要得多。

中国网格计算 20 年

中国开始研究网格计算(Computer Grid)只是最近几年的事。这是一个还远没有到来的 20 年。希望到那时,我们回忆中国网格计算 20 年时,不要发现我们在观念上又损失了 10 年。通俗地讲,网格计算是指在计算机全球联网的条件下,互相利用对方 CPU 的空闲能力,做一些需要运算量特别大的科学计算工作。例如我们的白天是美国的夜晚,我们白天利用美国科学家空闲的 CPU 能力,他们白天可以利用我们夜晚的 CPU 空闲能力。

我不懂网格计算,但想学习学习,了解一下什么是网格计算。不久前,美国威斯康星大学计算机系主任 Livny 教授来华访问,我聆听了来访者和某著名大学计算机系的网格计算专家们的座谈,感到双方的观念很不一样。

Livny 教授是网格计算专家,他领导的一个 40 人的团队花了 20 年时间(注意人家已经为此工作 20 年了),开发了一个名为 Condor 的著名网格计算软件,很多高能物理学家都在用这个软件做网格计算。Livny 教授孜孜不倦地领导他的团队工作,理念是让高能物理学家有一个好用、安全、高效的网格计算环境和应用软件。写这样的软件要解决各国、各研究所使用的通讯规约、文件格式不一致的问题。他认为,不能要求用户改变那些规约,因为它们已经存在。让这些不同的规约能交互,且对用户来说是透明的,正是计算机专家要做的工作。计算机专家要服务于用户,让用户感到好用,物理学家有感到不好用地方,我们计算机专家就要改,欢迎中国的科学家免费使用 Condor 软件,如果中国的大学需要,可以给出源代码。

当问及 20 年来,他的团队的经费是靠什么支持的时,Livny 教授讲,因为很多物理学家向美国能源部反映,说我们的研究对他们很有用,于是我们每年都可以从美国政府的能源部得到稳定的经费支持。

我也听到了中国的计算机专家们做网格计算研究的思路 and 理念。例如,一个研究团队在将全国 50 余所有生物工程系的大学组建一个网中之网,制定一个有中国自主知识产权的通讯

协议和文件格式,接着搞一个一步一步如何操作的指导性文件,然后就可以教生物学家如何按照他们指定的标准做网格计算了。他们更强调科研上的自主创新,自主知识产权,对如何更好的为用户服务似乎不以为然。

在我这样一个外行看来,两种观念完全不同,一个是真诚为用户服务,给用户一个真正能用且好用的东西;另一个可能强调创新,文章,成果等。为什么会是这样?笔者以为和政府的引导、考核方式不无关系。人家一个 40 人的团队,工作了 20 年,欢迎你使用,并请提意见,且可以开发源代码。我们的计算机专家们为什么不能先介绍给国人用起来呢?政府拿纳税人的上千万经费就是支持这种创新理念吗?

结论与讨论

反思上述若干个 20 年,应该说经过改革开放的 20 多年来的发展,我国从技术上和国际上缩小了很多,一项新技术,三两年内就会在中国出现。而由于观念上的滞后,包括国人和政府管理层上观念上的滞后,使我们能融入世界、和世界接轨的时间,仍有 10 年左右的滞后期。强调创新和自主知识产权并无可厚非,自主创新是需要长期的艰苦劳动和大量的资金投入的,而国人若能尽快转变观念,相比之下成本应该低得多。中华民族无疑是一个伟大的民族,几千年前就统一了文字、统一了货币。而欧洲才刚刚统一了货币。同时我们也要看到,封建意识和小农经济也统治了我们的意识和观念达几千年,改革开放仅仅是近二、三十年的事。学习发达国家的先进技术并在前人的基础上有所创新主要是我们技术人员的责任,而观念的转变则是全民族的事,无论是政府职能部门还是每一个被管理者,无论是专家还是用户。

本文来自《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2008 年 1 月刊。

我与单片机和嵌入式系统 20 年

何小庆

摘要: 本文结合笔者在中国单片机和嵌入式系统 20 年发展过程中的经历,回顾了其中的几个重要技术事件,探讨了中国单片机和嵌入式系统发展过程和趋势。

关键字: 单片机,中国单片机 20 年,嵌入式系统,Intel,ARM,Linux

中国单片机走过的 20 年,正是我从一个毕业不久的学生成长和进步的过程。回忆往事,许多的感受和经历都一一浮现出来。业内专家学者对单片机 20 年的发展历程有不同的划分,有认为 80 年代是普及推广的阶段,90 年代是广泛应用的阶段,21 世纪是嵌入式系统发展阶段,还有认为 1985—2000 是单片机时代,2000 以后是嵌入式系统时代,这些都是仁者见仁,智者见智都是准确和精辟的,过去的 20 年我们的确是走过了从单片机到嵌入式系统这个漫长和多姿多彩道路。对我而言,过去的 20 年更是伴随我走过学习—成长—创业—发展道路。

Intel 领我步入单片机和嵌入式系统大门

2007 年是 Intel 嵌入式行业创新历程的 30 周年,1971 Intel 发表 4040—全世界第一微处理器,它虽然只有 2300 个晶体管,但是称的上是第一个可以商用的片上计算机。今天 Intel 已经是全世界最大的半导体公司,依靠 X86 芯片主宰者 PC 和服务器市场,我想许多人都不会忘记 Intel 的 8051 和 8086,前者是 8 位单片机的重要核心芯片,后者是我们 PC 的基础,也是它们把我带入了单片机和嵌入式的世界。我是 1984 年大学毕业参加工作分配到一家研究所工作,研究所的专业是计算机测量和控制,开始的时候还主要是基于小型机 PDP11 计算机,1986 年以后在我们所长——信息和计算机专家庄梓新的大力推动下,一个和 Intel 合作的引进微型计算机和单片机项目改变了我们现状,全新的基于 8086 的微型计算机系统和 8051 单片机开发系统让我们这些年轻人开了眼界,改变了我们对计算机认识;神秘和一点畏惧变成喜爱,我们可以自由的打开一台微机,对单片和单板编程,烧入到 EPROM 里面,看到程序执行的结果,真是非常的兴奋。1987 年我参加了在 Intel 香港公司的培训更让我全面的了解了单片机和嵌入式微处理器的开发过程。课程安排的是非常实际和紧凑,体现了 Intel 一贯务实的作风。第一周是关于处理器结构,指令集,中断,内存和 I/O 访问,汇编和 8255、8251 等接口,试验是安排使用 8086 和 8051 的开发系统汇编和 PL/M 语言编程(PL/M 是一个类似 C 的高级语音)。第二周是讲授 intel 单片机和微型机的实时多任务操作系统—iRMX,它有支持 8086,

286, 和后来的 386 几个版本, iRMX 虽然有支持 8051 的版本, 但是因为当时 8051 资源的限制, 实际使用的不多, 用户还是以 mcs51 宏汇编和 PL/M 51 作为开发语言, ICE51 在线仿真器作为 IDE 环境。需要强调的是, 那个时候因为没有片上仿真技术, ICE51 虽然功能是完善的, 但是价格昂贵使得 8051 的开发变得相对困难的多了, 许多的早期用户不得不‘摸黑’设计单片机系统(就是把程序代码烧入到 EPROM 执行)通过看 LED 和示波器确定程序的执行结果。相对起来因为有了 iRMX 和 86/310 系统(Intel 的基于 8086 单板的系统), 8086 开发就变得容易的多, iRMX 是一个可以称为 unix 的实时化的完整操作系统, 你在 86/310 系统上开发好的代码可以从硬盘上直接启动, 通过使用 printf() 在 CRT 看到代码执行的结果, 最后你需要代码在 8086 单板上执行, 你可以借助 ICE86 仿真器或者 EPROM 烧入。iRMX 不能称为是一个嵌入式操作系统, 这和 intel 当时的策略有很大的关系, 因为 intel 是希望用户更多购买它的系统机和单板, 而不是芯片。其实在技术上包括笔者在内的一些技术人员, 已经实现了在一定的硬件配置条件下把 iRMX 移植到任何 8086 单板上, 这是后话了。说真的, 以今天 Intel 和 20 年前比较, 那时 Intel 更像一个朝气蓬勃的青年, 才华横溢, 创造了许多好的产品和技术, 比如 Multibus 和 bitbus 这两个总线的技术和标准, 一个是为单板机互连系统内部总线标准, 主要是应用在以 X86 单板计算机系统里。后者是一个分布式的工业总线标准, Intel 还设计了基于 51 的通讯控制器 8044(SIU), 它可以支持 bitbus 协议传输。应该说当年 Intel 项目对中国工业自动化, 嵌入式系统和单片机发展的贡献是巨大的。正是因为对 Intel 的敬仰和对培养自己多年的研究所工作多年的领导和同事的感情, 研究生毕业后后还是先选择了一直和我们研究所合作的 Intel 计算机北京公司的工作。

这次香港培训不仅让我学到全套的单片机和微机系统开发的知识, 实际操作经验。还让我结识了同去参加学习的北航计算机系开发系统实验室主任田子均教授, 和田教授相识, 促使我在几年后决定重新回到学校开始了计算机专业研究生的新生活。

VRTX 让我真正了解了嵌入式操作系统

学习的生活总是感觉时间很快, 90 年再次走出学校大门后, 我才发现外面社会正在发生翻天覆地的变化, 那时改革的浪潮正汹涌澎湃, 知识分子吩咐走出大门横向合作, 下海创业, 好是热闹。单片机和微处理器也由当初的 Intel 8051 和 8086 一枝独秀, 变成 Z80, 菲利普 XA, 6800/68000 还有 TI 和 ADI 的 DSP 百花齐放。除了大名鼎鼎的台湾 MICETEK 的单片机开发系统外, 国内的单片机和微处理器开发系统也小有规模, 当时小有名气的是北工大 TP801, 启东电子厂 8051 和北京三环公司的 8086 仿真器。嵌入式软件方面的发展相对慢些, 主要还是汇编语言和逐渐为大家接受的 C 语言, 那个时候大家多数是在用 franklin C51, 后来逐渐被 keil51 替代, 当然今天又开始转到 IAR EW51。

一次很偶然的的机会, 我参加一个技术研讨会认识 VRTX 嵌入式操作系统和 Ready System 公司的创始人 Jim Ready 先生和他的销售付总裁 Andre Kobel 一个和蔼, 稳健和执着的瑞士

人,这件事情改变我以后的生活。今天的一些资深的工程师可能会认识的嵌入式操作系统有 Vxwork,少数人可能听说过有个 psos, VRTX 大家都不了解。其实 VRTX 几乎是比它们更早一代的嵌入式操作系统(也称为 RTOS),第一商业版本的 VRTX1.0 早在 1981 就发表了,在整个 80 年 VRTX 在全世界战领了多数的市场,有超过一百万用户产品,包括 AT&T, Motorola, Siemens 的通讯和手机产品,波音,麦道和空客的飞机控制装置。VRTX 是一个真正意义的嵌入式操作系统,也是一个实时操作系统,91 年的 VRTX 它就可以支持 68K, X86, 960, sparc 等 16、32 位的单片机和嵌入式微处理器,精细的模块化设计,完整的开发环境 VRTXvelocity 和 rtscope 源代码调试器和高级语言的编译,还有面向对象的设计工具 VRTX-designer。我被这个产品吸引了,当时我想这样的软件应该是未来中国单片机和嵌入式软件开发的方向吧。

几年以后,追随时代的浪潮我也下海了,在摸索了一段时间之后很快我把麦克泰公司的方向放在嵌入式软件上,那么自然而然 VRTX 就是我最好的选择。那个时候 Ready system 已经和另外一个美国公司合并产品线更丰富了,覆盖了嵌入式软件从编译—调试—仿真—操作系统—整套工具,那时我们支持最多的单片机是高档的 80186, 386EX 和 Motorola 的 683XX,但是必须承认当时的市场还是非常的小,最初的阶段从工程师到领导多对 C 语言开发工具和仿真器是认可的,但是到了嵌入式操作系统,大家只是听说国外用的的很多,因为亲眼看到的少,怀疑和担心的观点占了主流,那是的单片机和微处理器的处理能力,网络,存储和外设功能都无法和今天比较,所以嵌入式操作系统应用在那个年代的中国还是凤毛麟角,直到 97 年开始通讯产业蓬勃发展,通讯设备制造商由于对处理能力和网络的要求而大量采用嵌入式操作系统催生了国内嵌入式软件的快速发展。记得我第一次访问华为公司观看演示和讲解的一个项目主管现在已经公司中研的老总了,可见那时通讯厂商对嵌入式操作系统的重视。可以让人值得记忆的典型的国内的 VRTX 应用是 GSM 基站, ISDN 终端, SDH 光传输和数字程控交换机设备,飞行控制装置,计量和测试设备等等有近百种之多。

VRTX 的市场推广过程是艰辛和漫长的教育过程,那时多数用户是第一次使用 RTOS,任何的概念和经验都没有,我们只好走和学校合作的路线,这也让我认识包括清华大学邵贝贝老师和最初我们的合作伙伴,成都电子科技大学的熊广泽教授和罗蕾老师,熊老师的小组是国内最早研究嵌入式操作系统,他们帮助我们完成了 VRTX 培训教材和十余个试验,组织了 VRTX 培训班,安排专人研究一些技术难题,这些对于今天来看可能是很容易的事情,但是 10 年前,电子科大和麦克泰所作的一切都是开创性,参加我们学习班的某些学员今天已经成为大型企业主要领导了。借助了电子科大的 Intel 实验室,我们拿到了一定数量的 386EX 评估板,我通过游说 VRTX 美国总部,让信产部电科院和电子科大成立嵌入式实验室得到了 VRTX 的教育授权。今天满眼看到书店的 ARM/Linux 教材,可惜的是,我们那本 VRTX 培训教材没有组织出版,只有手里 1 本留作纪念了。特别值得一体的是 386EX 这颗芯片,虽然它不是传统意义的单片机,但是它推动 32 位 CPU 在嵌入式系统的应用。这颗芯片更像一个通用

ARM7 SoC, 非常容易构造一个小的单片系统, 只是 DRAM 的接口电路略微复杂了一点。Intel 在 386EX 之后没有新发展, 将市场让给了后来者 Motorola, TI, Philips 和再后面的 ARM。虽然 Intel 后来借助 xscale 再次进军嵌入式系统而且取得了更辉煌的成就, 但是去年 Intel 还是放弃了 XScale 无线和手持部分业务, 再次回归 X86 体系。和清华大学邵老师的合作起源于国内单片机新的发展, 邵老师的实验室是 Motorola 单片机实验室, 那时 68XX (8 位), 683XX (16 位) 和 68XXX (32 位) 早在北美和欧洲占领了大半市场, 中国因为 Intel 先入市场还在起步期, 得益清华的名气, 合作很顺利得到 VRTX 美国方面的支持, 最新的 VRTX 开发系统—Spetra 和 683XX/86XXX 开发软件 XRAY 很快就在清华的实验室运行起来了, 当然这也引来不少国内希望使用 Motorola 单片机的用户的关注。这是一个很好的示范项目。和邵老师的认识也让我以后结缘 Jean Labroose 先生, 在加拿大蒙特利尔见面后很快建立了他的 μ C/OS-II 和麦克泰的业务往来。

ARM 和开源软件催生单片机和嵌入式系统标准化

自 1991 年第一次参加 VRTX 研讨会到公司销售和服务这个产品结束的整个过程大约是 10 年, 这 10 年也正好是中国单片机和嵌入式系统大发展的时代。在 2000 年之后, 市场, 技术和人们的思维观念都在发生着巨大的变化。我记得最初的由北航何立民教授召集的单片机联谊会是在北航出版社的一个小会议室开的十几个人的小会, 大家就单片机领域各自了解的情况和体会沟通和交流, 后来参加的人逐渐多了, 何老师开始列了些题目让大家准备发言和讨论, 到 2—3 年后因为参加人太多了, 会议不多不以讲座的形式召开了。单片机联谊会的经历过程也是国内单片机向嵌入式系统演变的过程, 人们思想和观念的变化催生了单片机向更广泛的领域发展, 也影响和带动了更多的人参与和关心。今天的嵌入式软件已经是软件行业的重要部分, 今天的单片机和嵌入式系统已经是计算机, 电子技术, 通讯技术等众多行业的集合体。

ARM 和开源嵌入式软件的为单片机和嵌入式系统的发展起到了重要作用。在它们之前, 不是没有好的单片机, 不是没有好的嵌入式软件和操作系统, 但是没有一个平台可以把单片机世界的“八国联军”统一到一个体系结构里面, 美国 8051 和 68XX, TI DSP, MSP430, 欧洲的 XA, AVR, 日本瑞萨和 NEC 的体系结构和开发工具多是各自为政, 操作系统有 vrtx, vx-work, psos, nucleus, OSE, cmx 少则要几千美元, 多则数万美元。这样的局面直到 ARM 和开源嵌入式软件出现后才有根本的改变。今天虽然上面的单片机还活跃在我们生活中, 但是更多的厂家在加快推出基于 ARM 核的单片机, 包括了老牌的 Ateml, NXP (以前的 Philips), ST, 飞思卡尔 (以前的 Motorola), TI, 三星和 Intel 的 Xscale (今天的 Marvel), 还有许许多多基于 ARM 的 SoC 芯片和基于 ARM 的 FPGA, 这些 SOC 往往是一些专用的单片机。除了 Intel 外上面的厂家都保持和 ARM 紧密的合作和路线图, 即 ARM7 - ARM9 - Cortex - ARM11, 这样的格局对于单片机的用户是有益的, 用户将把他们的专注放在产品层面创新。

Linux 是芬兰的学生 Linus Torvalds 1991 年写的一个操作系统, 之后全世界数以万计的人们为之贡献自己的才能和知识, Linux 不仅在服务器上取得了巨大的成功, 在桌面系统逐渐

成熟,更重要的是 Linux 被证明非常适合嵌入式系统。Linux 是完全开放的,免费的,要求的只是使用者的贡献(GPL 的协议)。早期的 Linux 还主要是 X86 的移植代码,ARM 体系越来越为开源社区更多的人士所接受,ARM 公司和其他众多的 ARM 授权的芯片公司也积极资助开源社区和商业企业相关项目,这些使得 ARM Linux 更加成熟,有了 Linux/GNU 的支持的 ARM 平台,一个相对完整的单片机开发环境就有了,价格是非常的低廉。这个平台解决了传统的单片机开发系统缺少高级语言和操作系统,网络和图形应用开发环境的问题,把单片机的开发引向了一个高起点。包括 ARM 中国,北航出版社,电子产品世界,单片机和嵌入式系统杂志,博创公司,周立公公司,英培特和麦克泰,他们通过推广 ARM 授权培训,图书,文章,ARM 教学板和入门级 ARM 开发系统为 ARM 单片机的普及铺路搭桥。今天 ARM 单片机的书籍,开发板和 JTAG 仿真器可以和当年的 8051 开发系统相比拟和超越,ARM 和包括 Linux 在内的开源软件把我们带入了 32 位的单片机和嵌入式系统世界。也是因为 Linux 的缘故,让我和 Jim Ready 先生以及他新创立的 Montavista 再次携手,把商业的嵌入式实时 Linux 带进中国,开始了麦克泰‘嵌入式 Linux 中国上路’的新的历程。

Linux 是开源软件的一个杰出典范,其他的开源和半开源软件包括 eCos, μ C/OS - II(针对教育和非商业应用),QT(GPL 和商业授权)和早期的 miniGUI,他们对单片机和嵌入式系统的普及和推广也都启动了积极的作用。

展望未来

中国走过了单片机从无到有的时代,我们已经迈进一个全新的嵌入式系统世界。单片机和嵌入式系统深深的植入了我们生活和工作当中,展望未来我们将看到的单片机是一个绚丽多姿和五彩斑斓的世界,功能强大,品种繁多,单片机将和各种电子器件,网络,传感器件结合融入到各种产品和装置里面,单片机和嵌入式系统将更加智能,节能,经济,安全和可靠。嵌入式开发系统和软件将更容易使用,组件和平台化。总之一点,单片机和嵌入式系统将迈出神秘,专业走向普及和大众,人们越来越喜爱它,也越来越离不开它。

参考资料

- 何小庆. 嵌入式 Linux 中国上路. 电子设计技术,2003(8).
- 何小庆. 选择一个 ARM CPU 嵌入式操作系统. 电子产品世界,2005(5).
- 何小庆. 嵌入式 Linux 软件和工具支持 SoC 的发展. 上海微处理器论坛,2006(3).
- 何小庆. 我看嵌入式软件知识产权(上)(下). 电子产品世界,2007(8)(9).
- Intel, 1990 ,8-bit Embedded Controlers,1992, Microcomputer Product.
- Intel, Intel 嵌入式行业创新历程的 30 周年研讨会手册,2007(9).
- 单片机和嵌入式系统应用. 第七界嵌入式系统和单片机学术交流会论文集,2007 增刊.
- 电子产品世界,第七界嵌入式系统和单片机学术交流会手册,2007(9).
- 本文来自《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2008 年 1 月刊。

中国单片机二十年

复旦大学计算机科学与工程系 陈章龙

摘要:中国单片机的 20 年经历了普及、推广应用和嵌入式系统开发应用等几个阶段。国产单片机也从无到有,逐步进入了角色。进入了二十一世纪,单片机开始融入了普适计算之中;国家提倡的自主创新的装备制造业中,单片机和嵌入式系统也起着越快越重要的作用。无处不在的单片机能像呼吸新鲜空气一样,为人们提供计算资源和通信资源的服务。

INTEL 公司自 1976 年宣布并于 1977 年推出 8048 单片机以来,已走过了三十年。我国自七十年代末八十年代就开始进行单片机的应用与开发工作;1986 年 10 月在复旦大学召开了“首届全国单片机学术交流会”;并于 1987 年 10 月正式成立了全国单片机学术团体。中国的单片机开发与应用也整整走过了二十年。

一、中国单片机二十年

我国二十年的单片机开发应用大致上可以分为:八十年代的普及推广阶段、九十年代广泛应用阶段和二十一世纪的嵌入式系统开发应用阶段。

1. 八十年代:单片机普及推广阶段

该阶段主要是从事 INTEL 公司的 8 位 8048/8051 单片机。随着单片机在线仿真 ICE(In Circuit Emulator)技术的突破,推出了一系列的单片机在线仿真器 ICE 和开发工具。推动了单片机开发应用的普及与推广工作。以至于每年会召开两次全国性的学术交流会议展示会(一次由中国计算机学会微机专业委员会主办,一次由 INTEL 用户协会主办),每次参会人数超过三百人,参观展会的人有几千人。

2. 九十年代:单片机广泛应用阶段

随着我国改革开放进一步深入。“巴统”对单片机也正式允许能进入我国。因此,除了 INTEL 公司的 8048/8051 单片机得到广泛应用外;Motorola 公司的单片机和 Philips 公司的单片机也很快进入我国得到了应用。国际上各主流单片机(INTEL, MOTOROLA, PHILIPS, MICROCHIP, ATMEL, TI, HITACHI, TOSHIBA 和 NEC 等公司的单片机)都纷纷进入了我国。

同时,我国各高校都纷纷开设了相应课程,编写和出版了教材。一些跨国公司在各高校纷纷建立了单片机开发中心或单片机实验室,也促进我国单片机的教育和科研工作。

全国各地(北京,上海,天津,广东,广西,河南,四川,江苏,浙江,山东,安徽,辽宁,黑龙江,湖北,贵州和重庆等地)纷纷成立了单片机分会。使得单片机开发应用如火如荼地开展。

由于单片机在各行各业得到广泛的应用,国家也开始正式立项组织国产单片机的研制和生产工作。

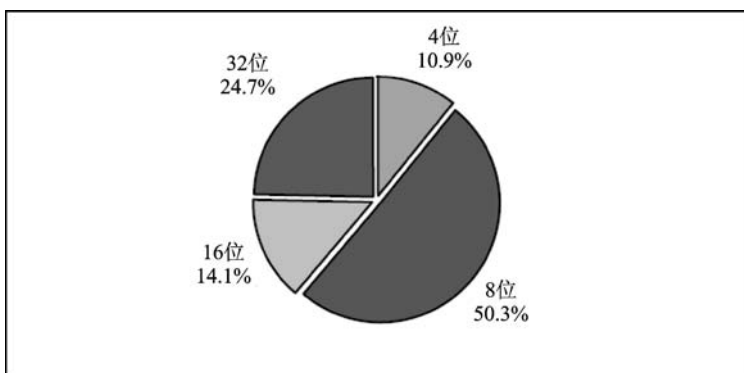
3. 二十一世纪:嵌入式系统开发应用阶段

随着信息家电 IA 和 3C 产品的广泛应用,单片机应用也进入到嵌入式系统开发应用阶段。以 2000 年 10 月在北京召开的“全国首届嵌入式系统学术研讨会”为标志。人们对嵌入式系统有了新的了解。以 ARM 架构为主的嵌入式系统得到了广泛的应用。各高校也纷纷开设了嵌入式系统的课程与实验,编写和出版了大量的教材与书籍。以至于每周都有一本 ARM 架构的嵌入式系统的新书出版。

同时,嵌入式系统的技术也得到各界的广泛认同,国家的重大攻关项目也把嵌入式系统列为相应的关键技术。

二、我国单片机的现状

我国单片机年需求量达 50~60 亿片,销售额可达 400 亿元。但仍以 8 位单片机为主,约占市场的 50%;4 位单片机在低端的遥控器、玩具电子产品有一定市场,但在逐年下滑;32 位单片机的占有率上升速度很快,若从销售额来看,会逐步赶上 8 位单片机(如图 1 所示)。

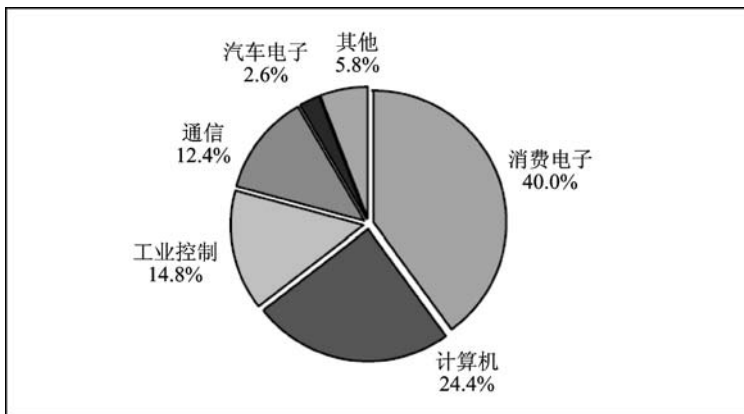


数据来源: 赛迪顾问 2005, 02

图 1 中国单片机市场结构

在应用结构上,很明显是以消费电子类产品为主,计算机的外设也有不少的应用;而大家所关心的汽车电子的占有率却很低(如图 2 所示)。这就需要我们大家要努力的。

我国单片机需求量虽然很大,但是绝大多数国外的产品,80%以上都是 Renesas, Toshiba, Philips, Freescale, Microchip, ST 和 Atmel 的产品;台湾的凌阳(Sunplus)、华邦(Winbond)和义隆(Elan)等的单片机也有近 20%的占有率。国产单片机虽然也有近 20%的占有率。但



数据来源：赛迪顾问 2005，02

图2 中国单片机应用市场结构

是绝大多数是4位(日本厂商转移至国内)和低档8位的单片机。

不过,近来以上海海尔微电子为代表的本土厂商联合了整机厂商共同开发具有我国特色的单片机,年产量也可达几千万片。它们采用先进的微电子工艺,Flash技术,能批量生产与8051和PIC单片机兼容的单片机。而性能价格比要超过Atmel和Microchip公司。随着我国的集成电路的政策倾斜,设计、生产和应用的联合,国产单片机将在国内的单片机平台上会成为主角。

中国单片机的20年,也为我国有志青年提供了一条创业成功的道路。在轰轰烈烈的单片机开发应用的浪潮中,涌现出如吕京建的中国单片机公共实验室(BOL),周立功的广州周立功单片机发展有限公司和赵依军的上海普芯达电子有限公司等企业。他们在为我国单片机开发应用、标准及国产单片机研发生产等勤奋地工作。

三、单片机的发展

单片机自1977年正式推出以来,已经历了30年。在这30年中,单片机不是以其位数的高低,来决定单片机的先进性,而是如何适合千变万化的应用产品的需求的高性能价格比的配置,来决定单片机的优劣。因此,高性能价格比、多功能和低功耗的8位单片机一直是单片机的主角。

进入到二十一世纪,计算机已进入到普适计算(Ubiquitous Computing/Pervasive Computing)的阶段(即60年代:多终端系统,70、80年代:PC机及局域网,90年代:互联网时代)。普适计算是“以人为本”,其特征是“无处不在”和“透明地为人服务”;也就是人能像呼吸新鲜空气一样,来享受无处不在的计算资源和通信资源(Bringing Abundant Computation and Communication as Pervasive and as air, naturally into people's lives)。图3是美国MIT研发的Oxy-

gen 原型。

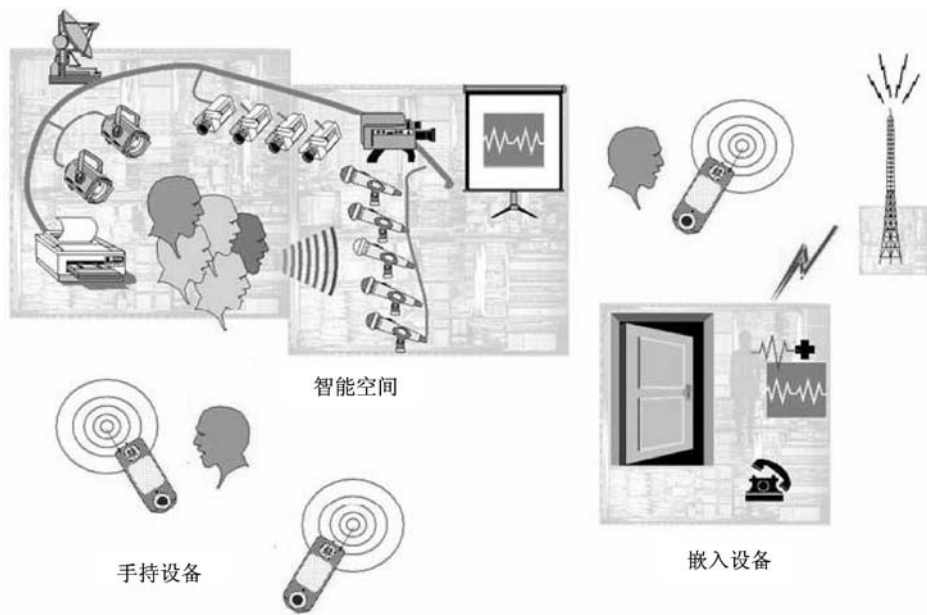


图 3 美国 MIT 研发的 Oxygen 原型

单片机、嵌入式系统已经具有无处不在的特征。未来的世界是一个到处充斥嵌入式系统的环境,如:电子标签 RFID、无线传感器网络 WSN、智能手机和智能空间(包括智能家庭)。因此,单片机在普适计算中是大有作为的。希望,我们要重视自然人机交互方面的开发应用,使信息空间与物理空间自然的融合。普适计算是信息化社会发展的又一次革新,普适计算技术将大大改变我们未来的生活方式、工作方式。它对于我国 IT 界既是一次挑战,也是一次机遇。

装备制造业是单片机应用的传统领域。今年初,国家发布了装备制造业自主创新的策略,为单片机与嵌入式系统的开发应用提供了机会;国家的无人飞机、汽车计算平台、高速列车(轨道交通)和船舶等重大攻关项目,都把单片机与嵌入式系统作为关键技术。

我国单片机的年需求量有几十亿片,而国产单片机的占有率不到 20%,并且大多数是 4 位、8 位低端单片机。以上海海尔微电子为首的本土企业也能批量生产国际主流型单片机,以刘强为首的南京万利电子公司也开始为其配套相应的开发工具。在国家的政策的引导下,加强设计、生产和应用的联合,为国产单片机摇旗呐喊;在十年或二十年后,国产单片机一定能在国内、国际的单片机舞台上唱主角。

中国单片机二十年大事记

时 间	事 件	地 址	主 办 方
1986.10	“全国首届单片机学术交流会”	上海	中国 INTEL 用户协会上海分会 上海微电脑应用协会 复旦大学
1987.10	“国际单片机技术交流会” 成立了全国性单片机学术团体:中国计算机学会微机专委单片机学组(中国微机单片机学会)	上海	中国计算机学会微机专业委员会 上海计算机学会
1988.5	“第二届全国单片机技术交流会”	南京	中国 INTEL 用户协会江苏分会 南京航空学院
1988.11	“1988’国际单片机技术交流会”	南京	中国计算机学会微机专业委员会 江苏微电脑应用协会
1989.11	“第三届全国单片机技术交流会”	武汉	中国 INTEL 用户协会湖北分会 空军雷达学院
1990.5	“1990’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	北京	中国计算机学会微机专业委员会北京电子学会
1990.9	中国计算机学会微机专业委员会与北京电子振兴办公室合作创办全国第一家单片机公共实验室(BOL)		
1990.10	“1990’多国单片机技术报告会与展示会”	上海	中国计算机学会微机专业委员会 复旦大学
1991.10	“1991’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	天津	中国计算机学会微机专业委员会 天津市计算机学会
1993.8	“1991’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	广州	中国计算机学会微机 专业委员会 广东省计算机学会
1994.8	“Motorola 杯单片机应用大奖赛”,这是国内第一个单片机设计应用比赛,并与<电子产品世界>杂志社成功举办五届。		中国计算机学会微机专业委员会 《计算机世界报》社 Motorola 半导体公司亚太区
1995.4	“1995’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	成都	中国计算机学会微机专业委员会 四川省电子学会
1996.11	“1996’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	郑州	中国计算机学会微机专业委员会 河南省电子学会
1998.5	“1998’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	南京	中国计算机学会微机专业委员会 江苏微电脑应用协会

时 间	事 件	地 址	主 办 方
1999.11	“1999’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	杭州	中国计算机学会微机专业委员会 浙江省计算机学会
2000.10	“首届全国嵌入式系统研讨会” 这是国内第一次嵌入式系统学术交流会，并与《电子产品世界》杂志社合作成功举办以后几届的全国嵌入式系统学术交流会	北京	中国计算机学会微机专业委员会
2000.10	由北京航空航天大学出版社创办《单片机与嵌入式系统应用》杂志，使我国有了一本专门的单片机开发应用的杂志。		
2001.10	“2001’国际嵌入式系统与单片机学术交流会暨展示会”	北京	中国计算机学会微机专业委员会 清华大学
2002.10	“第二届全国嵌入式系统学术交流会暨多国产品展示会”	上海	中国计算机学会微机专委 复旦大学， 上海计算研究所
2003.11	“2003’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	天津	中国计算机学会微机专委 天津计算机学会
2004.10	“第四届全国嵌入式系统学术交流会暨多国产品展示会”	北京	中国计算机学会微机专委 北京大学
2005.9	“2005’全国单片机学术交流会暨多国产品展示会”	深圳	中国计算机学会微机专业委员会 深圳计算机行业协会
2005.10	与中国软件行业协会嵌入式系统分会、中国半导体行业协会集成电路设计分会联合发起“中国嵌入式系统产业联盟(筹)”		
2006.11	“第六届全国嵌入式系统学术交流会暨多国产品展示会”	西安	中国计算机学会微机专委 陕西省计算机学会
2007.9	“第七届全国嵌入式系统学术交流会暨多国产品展示会”	北京	中国计算机学会微机专业委员会 北京大学

陈章龙：复旦大学计算机科学与工程系教授，华东师范大学软件学院嵌入式系统系主任；中国计算机学会微机(嵌入式系统)专业委员会副主任兼单片机学组组长；从事嵌入式系统与单片机开发与应用。

本文来自《单片机与嵌入式系统应用》杂志 2008 年 1 月刊。

春风化雨芽将萌 ——谈我国单片机的发展

初识复旦大学计算机科学系的陈章龙教授,是在今年的全国单片微机学术交流暨展示会上。此次大会参展的厂商很多,展示厅里人头攒动,热闹非凡。而报告厅里,陈章龙先生在报告中坦言的诸多问题却又让人颇感沉重。既要认清形势,又要满怀信心,这是陈先生对发展我国单片机产业所持的态度,愿业界同仁以此共勉。

问:单片机作为主要的半导体产品之一,近年来的发展如日中天。但是人们对单片机的定义及其用途并不十分明确。请问单片机、芯片和传统的微机有什么区别?它们各自适用于什么样的应用领域?

答:单片机就是单个的计算机芯片,有些时候人们就将它简称为芯片了,这两个概念在某种情况下表述的是同一个意思。然而,这两种表述方式又都不够严格。较为严格、较为完整的称谓应该是微控制器(Microcontroller Unit),传统微机由一块CPU、若干块存储器和I/O芯片组成。而单片机则将CPU、RAM、ROM、I/O都做在一块芯片上了,单片机也因此而得名。单片机和微机的最大区别在于它们的应用领域不同。单片机是面向控制器的,它的用途对象比较专一,目标比较明确。例如用于洗衣机上的单片机,我们就可以清楚地知道应用的需求、它需要的ROM、RAM和I/O的规模,这就和量体裁衣一样,因此它的价格也相对比较便宜。而微机的适用面很广,可以用来运行各种各样的应用程序。

前几年国内因为种种原因,采用的单片机大多不是一块单片。当时用得比较多的是80C31的芯片,这种芯片比较便宜,但是它没有存储器,只有CPU和I/O。而且80C31的I/O功能也比较通用,如果用于液晶显示,仍然要采用外接I/O。这样组成的系统体积比较庞大,可靠性就降低了,如果用它去做一个洗衣机,抗干扰能力会很差。由此可见,单片机还是应该姓“单”,应该是按照应用需求来选择一块芯片,不论是存储器、I/O和速度都应该符合应用系统的要求,这样的芯片性能价格比才会最好。

问:如您所说,单片机的用途对象比较专一,那么它究竟能用来做些什么?除了传统领域之外,还有哪些新兴领域?

答:单片机主要是用于控制的,它的应用领域遍及各行各业,大到航天飞机,小至日常生活中的冰箱、彩电,单片机都可以大显其能。单片机在国内的三大领域中应用得十分广泛:第一



是家用电器业,如全自动洗衣机、玩具等等都需要单片机来控制;第二是通讯业,包括电话、手机和BP机等等都是用单片机做的;第三个领域是仪器仪表和计算机外设制造,如软盘、硬盘、打印机、键盘、收银机、电表等等也都属于这个范畴。

除了上述这些传统领域外,汽车电子工业在国外也是单片机应用得十分广泛的一个领域。此外还有工业控制领域,工业控制的涉及面很宽,但是目前对单片机的需求量不大,而彩电、冰箱等家用电器在国内却有几千万台的年产量,对单片机的需求量相当大。目前大家普遍看好两个市场,一个是彩电,另一个是VCD机。一台VCD机里面需要两个芯片,一个用于光驱,另一个用于解码。去年国内VCD机的产量是110万台,这就需要2200万芯片。由此可见这个市场是相当之大的。因此,发展国内的单片机产业也应该关注这些量多面广的领域。

问:近年来单片机的发展十分迅速,您能为我们介绍一下单片机的未来发展趋势吗?

答:单片机大致分为两类,一类是低端的产品,如4位、8位的单片机等,另一类是较为高档的产品,如16位、32位单片机、宏单片机和DSP等。所谓宏单片机是将x86包括Pentium在内的芯片与Windows CE、DOS、BIOS等嵌入式软件集成在一块单片机上。所谓DSP是数字信号处理器(Digital Signal Processor),它主要提供信号处理功能,有别于一般的单片机。现在DSP也可广泛应用于控制领域。DSP目前发展得很快。在数字化产品中如数码相机等都离不开DSP。

在将来的很长一段时期内,8位机肯定还将是主流产品。这是因为单片机主要是以功能为主的,不会像CPU芯片一样发展得那么迅速,今天16位,明天32位,后天又变成了64位。如果能用4位或8位单片机满足应用的需求,就没有必要用16位单片机去做。8位单片机的I/O功能很丰富,很好用,所以不论国内国外,基本上都是用8位的单片机作为主流产品。在这种情况下,4位单片机的应用领域会逐步减少。但是由于4位单片机的功耗较低,在家用电器的应用中还是很有市场的,所以4位单片机的销售量基本上仍保持不变。16位单片机现在发展得比较快,适用于硬盘控制器、变频空调等等对运算速度要求较高的领域。

世界各国单片机应用的发展因各自的情况而各有侧重。美国单片机的未来发展趋势主要是从8位逐步向16位和DSP过渡。欧洲的单片机主要应用于工业控制领域,因此8位单片机仍将是主流产品,但其功能如I/O和速度等都会有所增强。单片机的最大应用市场在亚洲,亚洲的主要应用是家电、通信或计算机外设等领域。亚洲以消费类产品为主,由于家电制造业对单片机的大量需求,4位单片机在亚洲仍然占据着很大的市场,所以其未来的发展趋势将由4位单片机逐步向8位单片机过渡。我国的情况也基本如此。

问:我国的单片机应用始于80年代初,近20年的光阴荏苒,现在这一方面的进展情况如何呢?

答:国内的单片机目前注重的还只是低档的应用,普遍采用的是4位、8位或16位的单片机,对于宏单片机和DSP等高档应用几乎还是空白。在这一方面我们与国外的差距比较大,究其原因主要有两点:一是开发环境和工具还不具备,第二是目前还没有找到适当的市场切入

点。高端单片机可应用的领域很多,如顶置盒、网络接入器、网卡等等,但都没有形成优势产品。DSP是一种特殊的单片机,它同时也是一个嵌人式系统。有人将21世纪命名为“数字化时代”,我们的家用电器也都要数字化,其中要用到的很关键的控制器就是DSP。因此,我认为我们国内的单片机应用领域应拓宽一些,对高档的应用应给予足够的重视。

另外,单片机的通用性较强,有时候同样一种型号的单片机既可以用于洗衣机,也可以用于空调。但是洗衣机和空调的应用环境和控制内容又是截然不同的,因此这就需要一个针对不同应用的二次开发过程。例如是用于空调的,就要预先针对空调的控制过程来编程,再将它写到单片机中去,使之成为空调的控制电路板。这些工作原本应该由应用厂家来完成,但是国内的厂家往往不具备这样的二次开发能力,只有借助于专门的开发公司。然而,在我国针对特殊应用进行二次开发的人员却十分缺乏。就我国目前的现状而言,单片机应用的主战场为家用电器(包括消费类产品)、通讯及外设等应用领域,而以科研单位及大专院校为主的单片机应用开发的主力军却只重视所谓高水平的产品研制和高利润的仿真器生产。研究开发的重心没有放在市场的需求上,造成主力军没有在主战场作战的现象,国内的实际应用水平就只能是低水平、小作坊式的重复劳动。由此可见,这种研究与市场脱节的现状已成为了我国单片机应用水平进一步提高的严重障碍。这与我们在长期计划经济模式下形成的工作习惯不无关系。以前是按指令性计划搞开发,而现在进行OEM的开发必须要具备一定的市场意识,同时也需承受一定的风险。在这种情况下,高校和科研单位的研究人员往往缺乏市场和风险意识。这一点也正是我们与国外的差距所在。

问:您介绍了很多关于单片机应用方面的情况,但是据我所知,尽管国内单片机的应用很普遍,然而却没有一片是国产单片机,全部是进口的产品。请问这其中的原因何在?我们何时才能见到国内自行开发研制的单片机?

答:令人遗憾的是,迄今为止我国仍没有设计生产出自己的单片机。其实,大约十年前,国内的许多有识之士就已经开始了国产单片机的研制,但是因为种种的原因都中途停了下来。也就是在这几年的时间中,LG、三星、现代、华邦、侯泰等厂家的单片机产品纷纷进入了国际市场,并且达到了相当的规模。现在参与国内市场竞争的全是来自于国外的生产厂商,如日本、韩国、美国等等。这是个很悲哀的局面,我们的广阔市场成为了别人竞争的舞台,而我们自己却无能为力。

造成我国单片机开发和生产水平落后的原因是多方面的。首先,由于历史原因,我国的微电子技术比较落后,而单片机相对来讲集成度较高,生产工艺比较复杂,因此设计开发起来难度较大。其次,国内单片机市场上的竞争主要来自于国际上成熟的单片机厂商,由于他们的单片机产量相当之大,其价格可以压得很低。即使国内厂商自行设计生产出了单片机,在价格上也无法竞争过别人。因此,这就迫切需要国家的职能部门进行扶持,例如,规定国内的特色产业应使用国产芯片,或对采用国产化器件的厂商提供贷款优惠等等政策倾斜措施。如果政府不扶持,那么我们与国外的差距就会越来越大。国内的单片机市场也就会永远地丧失。第三

是管理方面的问题。现在甚至出现了这样的情况,同样一条流水线,在国内的生产率就明显低于国外。这已不仅仅是技术工艺方面的问题,从人员素质、管理方式等方面都值得我们深思。所幸的是,越来越多的人已经意识到了这一点,而这些问题都在逐步地解决。我坚信,由我国自行生产的单片机很快就会面世。同时我也希望社会各方面都能参与进来,为加快单片机国产化的进程出把力。

(本刊记者 於丹)

本文来自 PC WORLD CHINA 1998 年 5 月 11 日报道。

2001 嵌入式系统及单片机 国际学术交流会开幕式上的讲话

2001 International Conference on Embedded Systems (ICES2001)

地点：中国 北京 中国国际科技会展中心

清华大学副校长胡东成教授

2001 年 10 月 31 日

各位领导、各位来宾、各位专家教授和与会代表：

今天我们在这里隆重举行“2001 年嵌入式系统及单片机国际学术交流会暨产品展示会”，首先我代表清华大学向这次学术交流会和产品展示会的顺利召开表示热烈的祝贺！

在我们人类进入 21 世纪的时候，面临着科学技术突飞猛进，特别是信息科学技术日新月异的局面。这对我们来说既是机遇，也是挑战。虽然这两个词用得太多，甚至有点被用俗，但仔细想来事实确是如此，这两个词是非常准确的，特别是对于嵌入式系统研究开发应用更是非常贴切。

在计算机信息领域中，嵌入式系统及应用正以它特殊的重要性引起业内人士的高度关注。大家知道，嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软件和硬件可裁剪的专用计算机系统。从技术角度看，它是把先进的计算机技术、半导体技术、电子技术和各个行业的具体应用相结合后的产物，这一特点决定了它必然是一个技术密集、资金密集、应用广泛和不断创新的知识集成系统。现在，嵌入式计算机在应用数量上已远远超过了各种通用计算机，而通用计算机的外部设备中也包含了大量的嵌入式微处理器。嵌入式微处理器和嵌入式操作系统还广泛应用在制造业、过程控制、通讯、仪器、仪表、汽车、船舶、航空、航天、军事装备、家用电器等众多的军用和民用领域。据媒体报道，全球嵌入式系统带来的工业年产值已经超过了 1 万亿美元。在信息电器领域，嵌入式软件已成为重要成员，嵌入式操作系统也将成为软件业的宠儿。随着信息电器的发展，随着计算机的微型化和专业化，随着掌上电脑、移动电话、VCD、DVD 以及数字电视机市场的急剧扩展，嵌入式系统和嵌入式软件的应用前景是十分广阔的。近年来在一些发达国家中，嵌入式系统的研究成了一个新热点。美国每年举办两到三次国际嵌入式系统学术交流及产品展示会，规模之大，场面之热烈，都是少有的，反映了这一技术领域的重要性。美国著名的未来学家尼葛洛庞帝在 1999 年访问中国时预言，四到五年后，嵌入式智能工具将成为 PC 和因特网之后的最伟大的发明。我相信他的论断，等待着这一预言被

证实。

对我们国家来说,抓好嵌入式系统及应用,会对相关的科技领域和经济产业产生巨大的推动作用,也是我们跻身于世界先进行列的契机。由于嵌入式系统的技术和应用难以垄断,现在国际国内发展的差距不是特别大,大家都在一个比较接近的起跑线上,因此发展我国自主嵌入式系统及应用产品是一个难得的机遇,我们有可能具有较强的国际竞争力。

正因为如此,我们今天召开这样一个学术研讨会和产品展示会是非常有意义的。它对于我国 IT 技术和产业的发展一定会产生较大的推动作用。应该说,这次会议是我国 IT 领域的一件大事。

今天的会议,不仅是大事,也是一次盛事。这次会议录用的论文来自美国、英国、德国、日本、以色列、韩国和中国七个国家。在近 400 篇文中录用了 130 多篇。除此之外,还有 73 家国内外知名企业参展。出席会议的代表已达到近 400 人。在美国 9.11 恐怖事件之后,以及在世界经济出现下滑、各主要集成电路厂家裁员减薪、压缩开支、公司重组、部门合并的不景气情况下,我们这次会议的规模仍是微机学会历史上空前的,国内人士对这次会议寄予了很高的期望。这也再一次证明了我们这次会议的重要和引人关注,证明了会议背后的巨大商机。因为参会人员踊跃,参会人数明显超过预计人数,我们不得不三易会议场所,从原定的清华大学会场改为西郊宾馆,后来又改为现在的中国国际科技会展中心,会议的日期也不得不向后推延。我作为会议的组织委员会主席,一方面为更改会场与日期给大家带来许多不便与不满而深感愧疚,但另一方面也为代表们踊跃参会的热情和这次会议的魅力而感到欣慰。

在嵌入式系统研究、开发与应用方面,清华大学这几年做了一些工作。通过 985 项目等方式,由自动化系、计算机系联合开展嵌入式操作系统研究,并且已经取得了一定的成果。对于清华大学师生而言,参加这次盛会是一次极好的学习机会,通过交流切磋,向各方面的专家求教,可以更快地提高水平,向国际水准靠近。同时我们也希望通过这次会议,为我国嵌入式系统与单片机领域注入新的活力、增添新的动力,促进高等学校、科研机关和工业企业联手合作,在芯片设计、芯片开发、系统研究和应用研究等各方面开创新的局面。

我相信,在不远的将来,展现在人们面前的将是嵌入式智能工具的一片灿烂与辉煌。

最后,我预祝会议取得圆满成功,祝各位代表身体健康、心情愉快,参加会议有所收获。

谢谢大家!

本文由清华大学袁涛老师提供。

提高单片机应用水平 拓展应用领域

北京工业大学微机所 EPSON 单片机培训中心主任(100022) 张俊谟
清华大学自动化系 NEC 技术实验室主任(100084) 袁 涛

单片机的出现已有二十多年的历史,在我国得到广泛应用和推广已有十多年了。我国目前单片机应用状况如何?如何进一步提高单片机的应用水平,拓宽单片机的应用领域是大家非常关心的问题。北京单片机联谊会于98年9月26日举行的第三次研讨会展开了热烈、认真的讨论。

1 单片机的应用现状和应用特点

单片机即微控制器(MCU)自1976年由Intel公司推出MCS-48开始,迄今已有二十多年了。由于MCU集成度高、功能强、可靠性高、体积小、功耗低、使用方便、价格低廉等一系列优点,目前它已渗入到人们工作和生活的各个角落,几乎是“无处不在,无所不为”。

据报道,1995年世界MCU销售量约30亿片,估计到2000年将接近60亿片,年增长率为15%。90年代初期,美国家庭一般拥有69个MCU,而到2000年家庭拥有量将增至226个,为目前的3倍。

MCU的应用领域已从面向工业控制、通讯、交通、智能仪表等迅速发展到家用消费产品、办公自动化、汽车电子、PC机外围以及网络通讯等广大的领域。

就MCU本身来说,4位机和8位机仍然保有着巨大的应用领域,各种新型的、高性能的机型也得到迅速发展。

纵观MCU的发展,可以认为“单片机是各种新技术的载体”,反映有以下几方面的特点:

① 主流机型:MCU一开始就是有别于MPU(微处理器)而存在的。MPU市场的特点是,推出新一代,便淘汰旧一代,目前8位、16位的MPU已经日趋萎缩,1999年将几乎全部为32/64位机所占领,新旧交替非常明显。而MCU则不然,最早的4位机仍保持着一定的增长率,到1999年仍将占MCU总市场份额的9%,它的优势是成本低、成熟度高、价格稳定而低廉。8位机仍是当前市场的主流,保持着稳定增长,其性能不断改进,有的内部已经采用16位的结构,I/O功能也不断丰富。1999年的市场占有率仍将为58%,估计即使进入21世纪它仍是主流单片机。

4位和8位机长期主导MCU的应用从一个方面反映MCU所控制的对象和参数的有限性,即MCU所处的环境,所面临的对象都是缓慢而稳定的过程。

单片机在多媒体、汽车、航空航天、高级机器人及军事装备等方面的应用却面临着新的需要和大量的数据处理,因而仅有 4 位和 8 位是不够的,16/32 位的 MCU 应运而得到发展。它代表着 MCU 发展中的最新最高技术水平,也反映了客观世界的无限性对 MCU 所提出的要求。在未来的市场上,16/32 位机在 MCU 中的比重呈明显上升趋势,1999 年的市场份额将占 31%。

专家认为①虽然世界上的 MCU 种类繁多,功能各有高低,开发装置也互不兼容,给客户的开发带来种种困难,但是客观的发展表明:80C51 可能最终形成事实上的标准 MCU 芯片。因为以 80C51 为内核的 MCU 系列在世界上生产量最大,派生产品多,可以满足大多数用户的需要;而且目前的 16 位机如 80C251 和 80C51XA 等系列也是以 80C51 向上兼容的;再者,80C51 系列已经形成了从低到高的各个档次、价格合理的开发装置。

因此,在单片机的应用领域中,不应刻意追求其位数的高低,而应讲究“用好,用够”MCU 的内在资源。

② 存储器的发展:对于单片机其内部或多或少都有些 ROM 或 RAM 的,就目前而言,MCU 中的存储器向容量增大,品种增多和寻址能力增强方向发展。

片内 ROM 的容量从原来的最大 4Kb,发展到 32Kb,甚至更高;片内 RAM 的容量也从 128 字节,发展到 2k 字节。片内 ROM 的品种由片内掩膜 ROM 和 EPROM,发展到 OTP(一次性编程 ROM)。近来快闪存储器(Flash Memory)的出现,更使单片机的存储器发生了很大的飞跃,使 MCU 的内部存储器的容量已经可以做到 56K,64K。近年铁电存储器也已引入单片机,这种存储器不仅可用作 ROM,也可作为 RAM 使用。

在增加片内 ROM 和 RAM 的同时,有些单片机为了适应外扩存储器的需要,还增强自己的寻址能力,可达 1 MB 以上。

③ 串行扩展技术:由于 I²C、SPI(串行外围接口)等串行总线的引入,现在单片机的引脚可以设计得非常节省,数目一般在 28 脚以下。而市场上提供非常丰富的接口芯片,这样在设计单片机系统时,就可以去掉并行扩展,从而可以极大地提高整个单片机系统的可靠性。

④ 单片机的 CMOS 化:尤其是 HCMOS 技术的出现又极大地促进了单片机的 CMOS 化。CMOS 芯片除了其本质低功耗特性之外,还具有功耗的可控性,使得基于 CMOS 单片机的整个系统工作在功耗精细管理状态。

这也是不以 8051 而以 80C51 为标准 MCU 芯片的原由。以双极型工艺为基础的芯片将全部为 CMOS 芯片所取代。

⑤ 单片机的低功耗化:在目前家电待电功耗远大于使用功耗的情况下,对于产品的低功耗要求是具有普遍性。单片机的功耗从 mA 级已经降到 μ A 级,甚至降到 1μ A 以下;使用电压在 2.1 V~6.0 V 之间,完全适应电池工作。低功耗化的效应不仅是功耗,而且带来了产品的高可靠性,高抗干扰能力以及产品的便携化。

⑥ 单片机中采用 RISC(精减指令集)结构和流水线技术。这些以前都是用于大型机的技

术,现在也已引入单片机中,可以大幅提高单片机的运行速度。若在适中的时钟下运行,则可进一步降低功耗,提高抗干扰能力。

⑦ 虚拟外设的出现:如今芯片的引脚功能越来越多,利用率也越来越高,已经变成虚拟接口,它既可作 I²C 总线接口,也可作 SPI 总线接口。具体应用时,对引脚接口进行编程设定,进行分时的指令管理。

⑧ 开发环境:现在的开发装置更多地侧重于软件的开发环境,以实现软件的产业化,有利于软件的发展。这里主要有:使用 C 语言编程,缩短开发周期,增加软件的可读性,用 C 语言进行单片机的程序设计是单片机开发和应用的必然趋势;RTOS 实时操作系统具有一个多任务的实时内核,系统调用是标准化、规格化的,程序可读性强,内核很小而且和控制有关,以实现快速有效处理实时的输入、输出,程序可靠而且可以做到快速上市;另一方面是实现简化甚至免开发设计,如采用新式的下载方式,程序模拟仿真后下载,对程序调试,用串行输入线控制时钟,给单片机一个时钟脉冲,控制其执行一条指令,走一个单步,并且通过内部的引出线监视和检查单片机的运行状态。

2 我国单片机的应用现状及面临的挑战

我国在 80 年代初就开始引进了单片机,在资金严重不足的情况下,自行研制了开发工具和应用软件,根据我国的实际生产需要和借鉴国外单片机应用实例,逐步在我国开展了单片机的应用工作,现在在各行各业都可看到单片机应用的踪迹。

与世界的单片机发展、应用情况相比,我国处于相当落后的状态。据统计,1995 年我国单片机产品的实际产量仅为 1000 万片,占世界产量的百分之几,人均 MCU 的拥有量还不足 1 片。从单片机使用的角度看,我国单片机使用面虽广,但是使用的批量也仅集中在空调、洗衣机及电饭煲等家用电器中。可见我国的 MCU 的市场很大,尤其在智能仪表和智能传感器、通讯、测控网络和现场总线、农用单片机以及智能 IC 卡等方面都有着广阔的前景,可以大大拓宽单片机应用领域。

有鉴于我国单片机市场的巨大的潜力,世界各大单片机厂家,如美国的 Motorola、Intel,西欧的 PHILIP、SIEMENS,日本的 NEC、三菱及 EPSON,韩国的三星以及台湾的华邦纷纷在中国抢滩登陆,有的甚至在高校建立实验室,从长远的观点培养人才。这些一方面给中国的单片机发展带来了大量的新技术和新产品,另一方面也在中国的市场上展开了激烈竞争,中国的单片机事业面临着挑战。

在机遇和挑战面前,我们应该:

1. 改变观念,以市场为导向,发展我国的单片机事业。这里首先要破除单片机应用的位数越高越好的观念,应该考虑我国的国情,以市场为导向,选择单片机的型号,并充分地“用好、用够”单片机。其次还要突破旧的设计思想,充分运用世界市场给我们提供的新技术和新产品,克服小作坊式的开发方式,避免低效、重复的劳动。

2. 发展软件产业,加大投资力度。为了适应市场的需求,必须大大缩短单片机产品的开发周期和提高运行软件的可靠性。离开了软件的产业化,这些目标是不能实现的。虽单片机本身的价格在逐渐降低,但是高性能的开发工具,高级语言(C语言)的软件以及一些操作系统(如 RTOS)等都需要高额的资金投入。因此必须加大投资力度,才能提高我国单片机开发水平。

3. 加强单片机开发人才的培养。前已述及,“单片机是各种新技术的载体”,随着单片机的发展,它已成一个高度技术密集型的产品,单片机的集成系统可以说是一个知识的集成系统。因而对开发人员的要求也越来越高。这样的人才,除了需要高校和科研院所大力培养之外,还需经历市场运营的磨练。

可以相信,只要有了“观念、资金、人才”,即将到来的 21 世纪,必将是我国单片机事业蓬勃发展,跻身世界单片机之林的时代。

(收稿日期:1998-10-08)

本文来自《电子技术应用》杂志 1998 年 12 月刊。

中国单片机市场的理想与现实(四) ——北京单片机联谊会概念讨论纪要

记者 王莹

第一个叫出“单片机”名字的人很天才,它表达了人们的一种理想,即把所有的电子器件都放在单一芯片上。那么是否所有的片上系统都应称为单片机?有人认为,与单片机对应的英文词是 Microcontroller,但是国内凡是以“微控制器”为书名的著作发行量均会受影响。那么,单片机到底是什么?

1998年3月21日,由北航出版社主办的北京单片机联谊会在京召开了第一次专题研讨会,研讨题目为“单片机及其应用名词、术语、概念的统一与规范”。联谊会的所有成员都出席了会议,对单片机的概念进行热烈而广泛的讨论,其中许多观点引人深思。出席会议的主要代表有:

- 何立民 北京单片机联谊会主任
- 王小青 北京单片机联谊会副主任
- 曹名扬 中国单片微机学会副理事长
- 邢中柱 天津单片机学会理事长
- 吕京建 中国单片机公共实验室主任
- 张俊谟 Epson 单片机北工大技术培训中心主任
- 邵贝贝 清华 Motorola 单片机应用开发研究中心主任
- 袁 涛 清华—NEC 单片机技术研究与培训中心主任
- 何小庆 北京 Microtec 软件公司总经理
- 马忠梅 北京理工大学计算机系
- 陈秋娜 《电子产品世界》副社长
- 唐百鸣 《电子技术应用》执行主编

举办联谊会主要有两个目的,一是借此机会把同行聚在一起,共同探讨大家所关心的话题;二是希望以此推动教育教学乃至整个单片机产业的发展。

抚今追昔

曹名扬:前些日子我刚从美国回来,看到美国的高科技发展惊人。几个人产生了一个设想,就会想办法去实现,由此一项新发明诞生。当今单片机发展的新动向是存储能力将会大幅提高,由于 Intel 在快闪存储器上采用了多值存储,这种技术一旦引伸到单片机,就会令单片机

存储能力大幅上升。还有就是提高了新产品设计速度,过去地址、内容、指令都是分开设计的,现在进行打包方案后,研制速度提高很快。在美国,Java 吹得很响,但目前开发者还主要用 C 语言设计。

单片机实际上是中国人的俗称,国外没有与此对应的专用名词,严格上说“单片机”还有点错误。它是由 microcomputer 翻译过来,最起码也应叫单片微机。至于嵌入式概念是从 Intel 386 以后才逐渐明确的。当时产生了一些用 386 做成的非 PC 产品,因此非 PC 机用 CPU 方式就被称为嵌入式。

嵌入式是否画蛇添足?

何立民:我们可以从英汉计算机字典中查到“嵌入式计算机”一词的解释,即能独立运行的计算机,例如,可放入键盘中用于数字处理。因此嵌入式概念就界定了必须要放在一个对象体系中,嵌入式是从计算机领域引出的概念。后来嵌入式又把单片机纳入进去,把单片机叫嵌入式单片机或嵌入式微控制器,就造成了混乱。因为在单片机的整个发展过程中,没有非嵌入式的应用领域。因此把微控制器、单片机冠以嵌入式就画蛇添足。如果说称“嵌入式系统”是为了达到统一的话,凡是把一个以计算机为核心的微处理器嵌入到对象中的应用,都叫嵌入式系统,我认为单片机是可以叫做嵌入式系统的一个部分。

最早的嵌入式系统是把计算机放入键盘里作为处理器应用的,但是后来发现这样做不尽理想,就把通用微处理器发展成为嵌入式微处理器。典型的是 Intel 386EX,386EX 把通用 386 CPU 加上接口等做成了嵌入式微处理器。所以用嵌入式微处理器作名字很确切,因为它与非嵌入式微处理器(通用微处理器)相对照。例如,PC/104 就是一个非独立的计算机,其模板要嵌入一个机组里,因此 PC/104 就是一个典型的嵌入式计算机。

是系统还是器件?

邢中柱:早在 1986、1987 年,Intel 公司的产品样本中就有叫 Microprocessor 的,后来称为 Embedded Controller,是分别相对于器件、系统来说的,是 MPU(Microprocessor Unit)与 MCU(Microcontroller Unit)的关系。所以我认为它们一个是芯片、一个是系统的概念。而且单片机概念的早期也叫 Single Chip。

早先 Microcontroller 仅是个内核单元,现在的微控制器是在原有的内核上再加上一些外设,如通用接口、定时器、看门狗、A/D、甚至 USB(通用串行总线)等,因此,现在的微控制器是“内设+外设驱动”。

分清器件与系统的区别对现实有何指导意义?天津一家企业在研制有关摩托车的设备时,设备总受到干扰。我看了设备以后认为,其症结在于应该用嵌入式系统而非 PC,因为 PC 易受干扰,也易干扰他人。而应用嵌入式系统则更为合理。可见采用微机或微处理器是两回事。

Microprocessor 面向计算, Microcontroller 面向控制。对单片机分不清是器件还是系统, 可能会给开发带来负面影响。例如, 国内一些 80C51 的设计带庞大的元器件, 开发和应用效率都很低。上月, Motorola 给我寄来一些带 USB 的单片资料, 一个芯片控制一个键盘, 一个芯片就可控制一个游戏棒, 这种一个芯片对应一个用户功能的芯片才能叫做真正的嵌入式芯片。作为用户, 可以节省许多无用的精力, 而把主要精力放在系统架构上。

千姿百态

何小庆: Microcontroller 是 Microsystem 的不同 Segment (段)。不同厂家做不同段的产品, 都可称为系统, 只是“系统”的规模不同。例如, Motorola、NEC 和 Philips 等公司做不同档次的产品, 它们的共同特点是都带 CPU 与外设驱动器, 也都可做成系统, 只是规模不同, 拥有不同的应用领域而已。例如, Power-PC 和 6800 系列则针对通信应用很多, Philips 针对家电业。

吕京伟: 我去年 10 月参加了在美国西部举行的嵌入式系统大会。会上主题发言中讨论了以下几个问题: RTOS (实时操作系统)、嵌入式的编译器 C++、Microcontroller、嵌入式 Microprocessor、DSP (数字信号处理器)、ICE 及 PC/104 等各种 OEM PC 板。从应用角度看, 嵌入式领域更加广泛, 有 230 余家厂商参展, Microsoft 也不甘寂寞, 在会上推出了 Windows CE2.0 版, 其中 E 为 Embedded 之含意, 即 Windows 下的嵌入。

一个问题引起了我的深思: 现在嵌入式系统领域包容的东西越来越多, 那么嵌入式与非嵌入式到底有何本质区别? 我想无论是工具还是实现方法, 总的要求是代码质量、执行速度与可靠性。如今, 美国正在制定嵌入式 C++ 标准, 因为嵌入式并不是把 PC 的工具简单地移植过来即可。这是由器件“嵌入”的特点决定的, 如键盘嵌入, 人们不可能时常打开键盘修理, 因此对器件的可靠性要求很高。再有就是单片机最重要的一点: 必须与应用相融合。除了 CPU 内核外, 很多都是与各种应用场合相适应的特有功能。各大半导体公司的单片机设计专家需要一边向客户学习某些外设的特点 (如变频调速器), 一边进行芯片设计。但搞计算机的研究人员并不需要考虑这些。

抓住这两点很重要。因为单片机随着用户的需求产生了许多变种。过去单片机控制多、处理少, 但 DSP、386EX 及 32 位浮点的出现, 性能直逼 CPU。

巨型机单片化

曹名扬: 单片机系统是各大公司努力的方向。Motorola、NEC 等公司力图把一个单片机作为一个完整的应用系统, 预计 2000 年以后这种单片系统将会出现。而且美国克林顿总统亲自抓这件事, 称为“巨型机单片化”, 即未来的芯片可以是一个系统。

张俊谟: 随着技术的发展和相互融合, 把所有的电子器件都放在单片上, 成为了人们的一种理想。因此从广义上说, 第一个叫出单片机的人很天才。单片机表达了人们的一种理想, 现

在这种技术正满足着人们这种梦寐以求的理想。

我们来讨论单片机时,应抛开各种商业应用,为吸引客户而披起的标新立异的外衣,要仅谈科学概念。因为现在各个厂家都想把自己的新东西拿出来,并以不同的新名词来吸引人们的注意力。我认为从计算机角度讲,可分为计算机应用与非计算机应用,嵌入式属于后者。

单片机,还是微控制器?

王小青:我们讨论单片机概念主要有两个目的:一是新闻出版方面要有统一的标准,二是讲课时概念能被学生准确掌握。

我在讲课时是这样介绍的:计算机是由一些基本器件组成的,如 CPU、ROM、RAM 和 I/O 接口等,若这些功能集成在一块芯片上就叫单片机,若集成在一块板上就叫单板机,国外叫 Microcontroller 的芯片我们俗称为单片机。但人们很难说清 Microcontroller 的“控制器”是控制系统中的控制概念,还是 CPU 中的控制概念?因此单片机这个概念是引进来以后,经过我们中国人的消化吸收,变成了具有特有含义的器件。

我认为单片机的定义应该再广泛一些,因为单片机主要供工程技术人员使用,就要让他们易于理解和接受。有些东西不能规定得太严格,这样才能普及给更多的人。如此,单片机的应用领域才会更加广泛,但愿将来会有单片机的百科全书出现。使这个概念的含义更加丰富。

马忠梅:我查 82、83 年资料时,MCS48 系列称为 Single Chip Computer,在 84 年 Intel 手册上就改叫 Microcontroller,这个名字延续至今。因此初学者知道单片机就行了,但查外文资料需要知道它是 Microcontroller。

邵贝贝:单片机的概念应该淡化。首先因为对照此中文意义,无法查到国外资料。其次,单片机的概念越来越广泛,如图像/声音的压缩与解压用到的 DSP 很少有 CPU、I/O 口。一个名词应随着时代的变迁而变化,即使不变其含义也要随着时代改变,因此单片机这个概念应从学术上淡化,但也允许它继续存在。最近,我出了本教材就以“微控制器”命名。

何立民:不过现在出书若叫“微控制器”,发行量就会少一点。

袁 涛:国外使用某个词有它的历史背景,如现在日本还有叫单片机的。

邢中柱:出版的书中 95% 都叫单片机,95 年出的三本“微控制器”的书都赔钱了。对学生要讲解单片机是怎么来的,但最终要灌输嵌入式系统的概念。

仍在变革

何小庆:从软件开发商角度看,首先需要澄清几个概念。一是“嵌入式系统”是如何定义的。我们认为嵌入式系统是计算机隐藏于正在日益增长的各种产品中,这些产品包括 VCR (录像机)、移动电话、网络路由器、集线器、医疗仪器、甚至视频游戏和图形终端。“嵌入式计算机”指由 PC 转化的嵌入式产品,包括 PC/104、内置 UNIX SPRAC 的模板。在国外资料中也时常出现“嵌入式计算机系统”一词,它是指把计算机单板当成计算机使用的微控型仪器,如工

业控制用 PC、Compact(密集的)PCI 等。

单片机在中国非常普及,本公司主要从事高端产品的业务:即 16 位、32 位微控制器、嵌入式微处理器产品,帮助国内用户使用国外新型芯片。这些新型芯片性能很强,采用 RTOS、TCP/IP、Java,单片机的应用能力会更强。

单片机发展中几个问题引起了我的注意:

- 普及与重视大客户的关系。只有大客户才能产生规模与产业效益。
- 通信、家电客户对 8 位、16 位、32 位的应用界线非常模糊。这是由于目前芯片非常多样化。过去我们只支持 Motorola 与 Intel 系列,现在 ARM、NEC 等也很火。各家的处理器有各自的特长,有些擅长于多媒体,有些专长于通信(如 Motorola),有些是 PC(如 Intel),ARM 占手持市场,AMD 等公司走机顶盒之路。如今,处理器界线非常模糊,客户在选择芯片时主要着重各种芯片的性能/价格比。

• 单片机按应用分类渐成时尚。Motorola 香港公司已按照消费类电子、计算机网络、手持设备和工业控制分成四个部门,而非 Microcontroller 与 Microprocessor 的分类。

• 芯片日趋复杂化、多样化。DSP 是不是单片机?最近,Xilinx 公司 400 系列已把 DSP Power 作为内核放入 PLD 芯片中,这种新产品算不算单片机?还有,许多 ASIC(专用集成电路)中内置了单片机结构,这些 ASIC 也是单片机吗?

• 对软硬件开发工具的认识也要更新。过去,许多客户认为单片机就是仿真器,即并不需要购置仿真器就可完成设计,或者仿真器只值三、五千元。但本公司的产品,如 386EX、PowerPC 的仿真器价格都在一、二万美元左右,客户就望而生畏了。结果客户采用低档的 8051 所设计的产品要附带庞大的硬件系统。

另一方面,国外的开发工具应用已从纯正的软件开发工具走到了软、硬件协同阶段,这主要迫于技术的日新月异。例如,HP 已将其 PowerPC 仿真器全部改成“逻辑分析仪+仿真探头”方案,是不得已而为之的办法,因为 PowerPC 每一、二个月就产生一个变种,因此在 PowerPC 上没有厂商可以做成全透明仿真方案,而且根本来不及做。

本文来自《电子产品世界》杂志 1998 年 4 月刊。

中国单片机市场的理想与现实(五) ——北京单片机联谊会概念讨论纪要(续)

记者 王莹

按结构分类?

马忠梅(北京理工大学计算机系):冯诺曼结构早在 1946 年就已出现,它规定计算机由五大部分组成:控制器、运算器、输入设备、输出设备和存储器。51 系列就属于冯诺曼结构。但冯诺曼结构有一些缺陷,哈佛结构与冯诺曼结构的根本区别在于:哈佛结构把存储器分成了程序存储器与数据存储器。

吕京建(中国单片机公共实验室主任):单片机间的较大区别在于 CISC(复杂指令集)与 RISC(精简指令集)。这对搞汇编的人很有用,但对 C、C++ 语言编程者没有什么影响,因为高级语言的程序是用编译器来做的。提高运算速度的方法有很多种,RISC 不是唯一的方法。但我认为有一点对单片机选型很重要:即有无流水线结构。过去流水线技术仅用于大型机体系,1993、1994 年以后,在微机中也出现了流水线结构,使运算速度大为提高。16 位流水线结构的运算速度可能超过 32 位无流水线结构的产品。

还有一个概念需要澄清:我们说单片机的运行速度为 20M、30M,而一个 Pentium 机能达到 200M、300M,二者为何有这么大的区别?关键在于 cache(超高速缓存)的区别。现在有些单片机也用到了 cache,实际上是指令与 cache 的内部交流。因为总线速度决定了存储器存取的速度,而实际上 PC 与单片机在总线速度上是同一数量级的,只是 cache 存储容量的区别,如 PowerPC 与 Pentium 中 cache 较大。当然有些单片机没有必要追求这么高的速度。但从总的趋势来看,单片机还是要提高速度。这是因为软件越来越庞大,要运行这些软件速度就要更快,因此提高芯片速度是今后单片机的发展方向之一。由此可见,cache 也是单片机技术追求的方向,尽管使用一些取指技巧后,也可提高速度。

张俊谟(EPSON 单片机北工大技术培训中心主任):现在技术的融合使单片机与其他技术的界线越来越模糊了,存储器、cache、指令现在都通行了。那么我们在谈论单片机时,强调单片机最根本的特点应该是什么?

存在即合理

吕京建:单片机有成百上千种型号,但各种产品都有它生存的价值。

何立民(北京单片机联谊会主任):单片机的变迁主要是从实用角度来考虑的,而不考虑应该和不应该。

众人:一些单片机性能很厉害,并不比一些所谓的高档单片机差。最近硅谷一位华人组建了一家单片机公司,他们研制的产品有很大特点:首先速度提高到每时钟执行一条指令,而时钟已达到 50 MHz,这意味着每秒执行的指令条数是 50M,可见执行速度已达极限。第二,引脚设计得很节省,数目一般在 28 脚以下,但外围设备很多,如 I²C 接口、显示器接口、SPI(串行外围接口)、打印机接口等。如今芯片的引脚利用率越来越高,已变成虚拟接口,它既可以是 I²C 接口,又可是 SPI 接口等等,具体应用时对引脚接口初始化后进行分时指令管理。第三是调试。现在应该从开发装置转到较侧重软件的开发环境。当前一些软件有新式下载方式模拟仿真后下载,仍可对程序进行 debug 测试,即串行输入线能控制时钟,给它一个时钟/脉冲,它就走一个单步(一个时钟可执行一条指令),而且通过内部一根线(记者注:称为 n—线)检查它的运行状态。

所以单片机发展很快,无论体系结构和开发环境,它的外部与内部特征都有很大变化。从不同的角度可有不同的分类,如总线式、非总线式,通用型、专用型,工程类与家电类,CISC 与 RISC 型……

万变难离其宗

曹名扬(中国单片微机学会副理事长):单片机我习惯称之为单片微机。单片机是个小型应用系统,早期可分成三个体系: Intel、Motorola 和 Zilog。现在的单片机基本是这三个系列的扩展。在体系发展过程中, Intel 为了集中精力做 CPU,把 51 的专利出售给 Philips、德国奔驰集团子公司 Temic(法国)、Atmel 及中国台湾的一些半导体公司。

吕京建:在 8051 标准基础上,各大公司尽量发挥,做出了许多衍生产品,如把 I²C(如 Philips)、CAN 总线(如 Temic)和快闪存储器(如 Atmel)等做进去, Siemens 加入了变频调速控制, Dallas320 和 8051 标准的 12 位地址线改成 4 位……但万变不离其宗, 8051 写指令系统仍然不变,只是增加了许多新内容。如今,有几十家公司都可生产 8051 的衍生产品。

众人:8051 的创始者 Intel 公司仍领导着单片机的发展潮流。凭借 CPU 方面的绝对优势,致力于单片机的标准内核,外部接口只能由各大应用电子商来完成。

曹名扬:如今 Intel、Motorola 等公司已变成服务型公司,如果客户有批量定货,就可以为客户开个新系列,按照客户的要求集成进一些新功能。现在很多新产品完全是基于这种概念形成的。

吕京建:这被称为“客户定义”。现在欧美许多厂商就是这样,日本做得最多。如今 EDA 越来越发达,关键是用户要把要求讲清楚。

外设芯片的概念也与十年前不同,原来标准 8051 中 70% 是计算机内容, 30% 是用户自己的内容,如今单片机中新技术已占 70%,只有 30% 仍是计算机体系结构,将来新技术所占的比例还会越来越大。

从何处来,向何处去?

何立民:单片机有系列性,它每个系列之间有没有相关性?早在8位机时,Intel 48系列、Motorola 68000系列、Zilog Z8系列三雄并立时,我的印象是6801(6801还不能算现代意义上的单片机)与Intel走的路不同。Motorola是用“6800+现成的几个外围电路”组成的;而Intel公司的指导思想是:单片机应与现代计算机体系有所不同,Intel按应用领域重新设计了芯片。探索成功后,Intel很快推出了51系列,它设计得非常完善,有并行总线、RTOS(实时多任务操作系统)、多路寻址、SPI、特殊功能寄存器管理等,体现出单片机发展的经典结构。

曹名扬:由于Intel占主导地位,于是Motorola另辟蹊径,致力于发展单片机的应用,如通信中的寻呼机、大哥大等便携产品,它们的用量很大。Motorola生产的单片机中大约70~80%是自用,其他抛向市场。因此其单片机发展很神速,目前有17~20系列产品。五花八门的应用远远超出了过去单片机的范畴。

Zilog Z8系列起先势头很猛,后来脚步有些迟缓,现成力图恢复Z8000的雄风,但仅是小打小闹,推出了一些5、6元人民币一片的低价位产品。

何立民:因此,单片机发展有如下阶段:首先是探索阶段,MCS48与6801出现;第二阶段是经典式单片机出现;第三是全面向微控制器发展阶段,即Microcontroller的出现意味着单片机已不单纯是片式计算机了,它的控制器是个“智能控制器”,而智能控制器最起码的条件是计算机体系,然后必须能够根据实时情况进行分析、判断、推理、运算,最后根据客观情况反映出来。

第四阶段是多元化阶段。在此阶段,很难说清某个体系是从哪个体系发展而来的。因为整个微电子技术已发展到根据需要进行设计,而非是你学我、他继承你的风格。

那么单片机将向哪里发展?很明显,今后不论是4位机、8位机、16位机、32位机,多少位并不是很重要的,而控制能力与速度至关重要,即满足客户的应用要求。因此,4位机并不一定比16位机水平低,因为它们的技术投资放在不同的地方。

市场决定一切

邢中柱(天津单片机学会理事长):在单片机发展史上,一些产品曾风光一时,又成昨日黄花,这不完全是技术上的原因。好的东西不见得能够存在,先进的产品不见得寿命长久。这与所出现的时间、机遇及商家的利益都有关系,甚至有些因素属商业秘密,根本不会公开。Motorola曾生产了一对单片机:6809与6809E,曾号称“单片机之王”,一个芯片在正半周工作,一个芯片在负半周工作。可是它们却慢慢凋谢了。其原因主要有二:一是出来晚了,当时Intel 8080刚出来,势头正旺;二是当时生产工艺正从CMOS向NMOS转化,这两款芯片在技术上没有追随潮流,因此把它们枪毙掉了。后来出现的68011不如6809做得好,但当时订购68011的是一家大客户,这家客户提出68011要与6801兼容,因此只好采用了不入流的

CMOS 工艺。可见,有时哪种产品能否生存、占有市场也是一种商业行为。

吕京建:现代 PC 体系发展起来以后,为何 Pentium 比 PowerPC 价格高? 其中原因之一是 Pentium 能向下兼容 80486、80386……。8051 结构就那么合理吗? 因为使用的人很多,它就是成功的。PC 在大量生产,长盛不衰,它的体系结构就完美无缺吗? 但由于全球有价值 200 亿美元的软件在上面运行,如果更改体系结构损失会非常巨大,这是违背市场原则的。所以 IBM、Apple 与 Motorola 推出意图与 Intel 较量的 PowerPC,最后还是不得甘拜下风。其原因在哪儿? 并不是 PowerPC 不如 Intel 产品,而是其市场受到了限制。

同样,搞微控制器的人实际上比搞计算机的人多。在各种工业控制与家电应用中,计算机的技术只占全部的 30%,甚至今后这个百分数会越来越低。所以微控制器完全是由市场行为及行业的应用决定的,也就是这个原因使许多电子应用公司有其生存施展的余地。

Copy 不算偷?

何立民:反过来讲,由于大量用户都是非计算机的,很容易重视它的硬件而非软件,一见数千美元一套的软件就头痛,觉得太不合理。单片机这么便宜,就应该廉价地应用,包括现在的 C 语言。他们认为用 C 语言开发就应不花钱,甚至“Copy 不叫偷”。

今后单片机的发展应大量呼吁重视软件,另外要大批量上规模。现在我们为何缺少批量? 主要源于自给自足的小农经济的影响,搞出来够自己用就行了。这种观点在国外是绝无仅有的。

邢中柱:这不仅是传统观念的问题,还是国家体制的问题。中国目前的这种工业结构短期内不可能有突破,但我认为有一点可以宣传:买软件不能光看钱,而是买水平、买时间、买服务。例如,我有一套正版 Borland C++,与盗版产品比较后发现盗版与正版绝对不一样。C++ 正版有 150 多条消息,1500 个函数,盗版是不具备的。用这种盗版 C++ 与用盗版 Turbo C 一样,根本发挥不了软件的优势。

还有一个问题是:中国的工业结构与教学有很大脱节,学校只把你训练成知道是怎么回事即可。在 Internet 上可随便下载教学用的 Demo(演示)版,但 Demo 没有什么工业意义。

吕京建:中国盗版是由一些大半导体公司惯的,价值数百美元的软件工具有时竟 free(免费提供)了。

何小庆(北京 Microtec 软件公司总经理):80 年代初我在一家 Intel 的合作伙伴公司供职,当时买了套软件 Copy 给客户,当时我们还没有版权意识,而 Intel 公司也没有对这种行为加以制止,我猜测 Intel 希望用户们能更多地去买该公司的硬件。那时,独立的软件商并没有涉足中国市场。后来,随着市场的发展已划分成几类:硬件半导体厂商、做板卡的公司、做系统的公司及独立的软件商。独立的软件商就是靠卖软件来维持运营的,盗版使他们根本无法获利。

吕京建:建立在嵌入式系统的第一个概念就是可靠,第二个是上市速度快。一个新手两个月完成的设计可能有很多毛病,而使用 EDA 工具后可能 10 分钟就设计好了,而且没有什么

毛病。所以软件是设计的基础,是影响我国嵌入式进入工业化的关键。不重视软件应用的工程师们十年后成为了项目主管,他们的印象中还是用单板机,自己做编译器,然后组合在一起。而一般认为,仿真器无编译器是不可思议的,硬件仿真器就是带编译器的,编译器要买第三方的。

怎样卖软件?

邢中柱:这个问题要从两个方面看。卖软件者也应反省一下自己的销售方法。国外卖软件与国内有何区别?

何立民:6800 编译器的国内外售价均为 2000 多美元,如果国内只卖 2000 元人民币,就好卖了。

邢中柱:现在市场上国内、国外价格差不多,那么来看看国外怎样卖软件? 第一,我与美国卖软件者讨论过,他们说卖软件主要是卖服务。技术服务是 24 小时,电话是对方付费,如果花 1 万美元购置软件,其中 8 千美元是付在服务方面。而国内花了服务的钱,所以买不到这种服务。希望代理商能与美国客户讲,我们国内不要你的服务,但价格应该低些。

第二,除了正版软件外,还有教学版产品,它仅是正版软件的 1/10 价格。它不是 Demo,这种 1/10 价格的软件很好用,并带一本教学手册,照着手册敲就会用了。但它不能升级、不负责答疑等服务,所以以 1/10 的价格出售也不吃亏。学生通过它练习使用,参加工作后就会去买这种软件。这是美国厂商卖软件的方式。

吕京建:国内销售也有类似的方法。厂商在软件中设置了代码长度限制器,你既然是做评估的,掌握了使用方法即可。

众人:还有一个需要重视的问题是操作系统。刚才我们主要讨论的是单片裸机,没有操作系统。但 PC 没有操作系统能叫 PC 吗? 所以谈单片机一定要讨论操作系统。

吕京建:在我国单片机产业,家电用得最多,但我国家电主要引进日本原装产品,里面的智能含量低。所以国家强调要增加产品附加价值,我认为其核心就是微控制器的应用。

诚邀读者参与讨论

众人:微控制器的应用可能更多地体现在它的软件方面。由此,北京单片机联谊会决定 6 月上旬展开“单片机的开发环境与设备”讨论,它将涉及:

- 各种开发环境的介绍与评价;
- 单片机的引进与开发环境障碍;
- 高级语言开发技术的普及推广;
- 模拟调试在线下载等简易的开发手段。

本文来自《电子产品世界》杂志 1998 年 4 月刊。

历史篇

硅谷传奇:微处理器之父——泰德·霍夫(一)

硅谷传奇:微处理器之父——泰德·霍夫(二)

第一台 TP801 单板微型计算机是怎样诞生的

北工大微机应用研究室初期创业回忆

TP-801 单板计算机在枪弹测速试验中的应用

启东计算机厂简介

以 DSG—51 仿真器为开发工具 8031 单片机应用系统研制方法和实例

CC51—单片机通用控制板应用

3H 高性能微处理器与单片机开发系统

2001 年嵌入式系统及单片机国际学术交流会暨产品展示会

第三届“Motorola 杯”单片机设计应用大赛获奖名单

加盟单片机阵营的 Motorola16 位 DSP

单片机开发环境——北京单片机联谊会专题研讨

近期各地单片机分会学术活动介绍

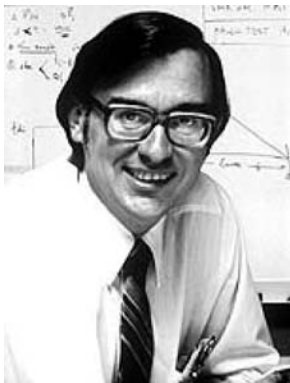
'91 全国单片机学术交流及多国单片机技术报告与展示会在天津举行

北京单片机联谊会拟订新 3 年计划

硅谷传奇:微处理器之父 ——泰德·霍夫(一)

【华夏文摘】老钱

发表于 2015 年 01 月 04 日



Marcian Edward "Ted" Hoff

十九世纪是机械化的世纪,所有重大的科技进步都离不开机械,蒸汽机、火车、汽车是十九世纪和二十世纪初工业化的标志。二十世纪则是电子化的世纪,二十世纪最为重要的事件是电子计算机的发明,以及由它带来的第三次产业革命。今天,电子计算机已进入了社会的各个方面,成为信息时代的人们工作与生活须臾不能离开的工具。计算机是上个世纪最重大的科技发明。

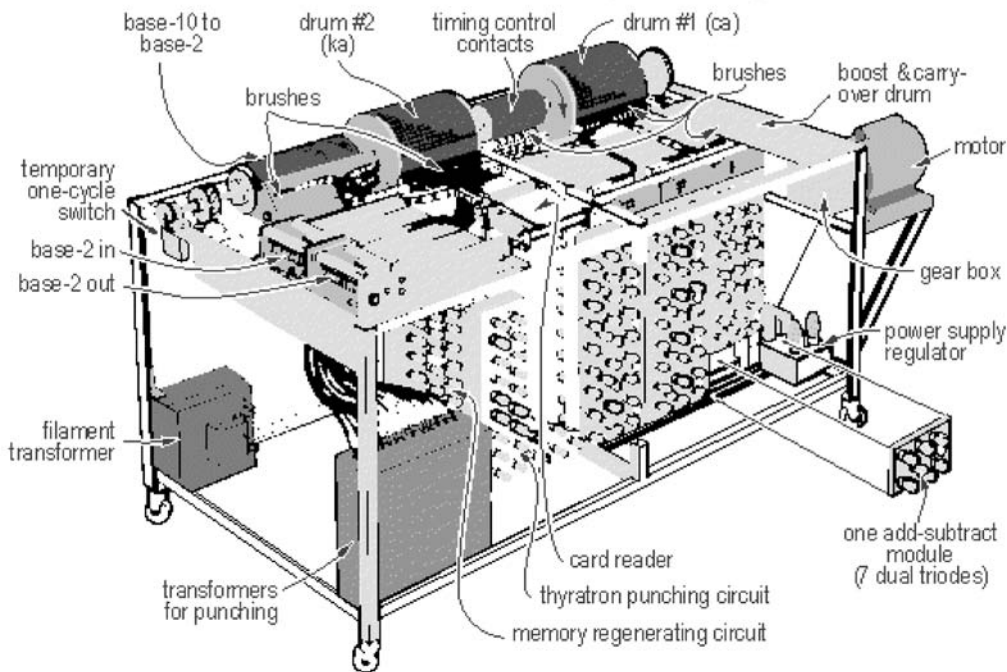
第一台电子计算机的发明人是美国人约翰·文森特·阿塔那索夫(John Atanasoff),他是“电子计算机之父”。阿塔那索夫是爱阿华大学(University of Iowa)物理系教授。阿塔那索夫和他的研究生克利福特·贝瑞(Clifford Berry)于1939年10月研发出了世界上第一台电子计算机。该计算机帮助爱阿华大学的教授和学生们解算了许多复杂的数学方程。阿塔那索夫把这台机器命名为ABC(Atanasoff-Berry-Computer),其中,A、B分别取俩人姓氏的第一个字母,C为计算机的第一个字母。

ABC是第一台现代电子计算机,阿塔那索夫在设计这台计算机时,提出了三个非常重要的设计理念:二进制逻辑来实现数字运算,以保证精度;利用电子技术来实现控制,逻辑运算和算术运算,以保证计算速度;采用把计算功能和二进制数更新存贮的功能相分离的结构。后来,控制论之父维纳又提出了计算机五原则:不是模拟式,而是数字式的;由电子元件构成,尽

量减少机械部件；采用二进制，而不是十进制；内部存放计算表；在计算机内部存贮数据。这些理念直到现在仍然是设计计算机的基本理念。

1946年，宾夕法尼亚大学(University of Pennsylvania)的莫奇利(John Mauchly)和埃克特(John Eckert)等人研制成功了有名的ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)计算机。这台计算机共用了17468只电子管，7200个二极管，70000多个电阻器，10000多只电容器和6000只继电器，电路的焊接点多达50万个，机器被安装在一排2.75米高的金属柜里，占地面积170平方米左右，总重量达30吨，其运算速度达到每秒钟5000次加法，可以在3/1000秒时间内做完两个10位数乘法。埃尼阿克很不完善，它没有存储器，只有用电子管做的寄存器，仅能寄存10个数码。埃尼阿克能耗也极大，据说一旦它开机后，费城的路灯都会暗下来。从埃尼阿克至今，计算机繁衍了四代，最初是真空管(Vacuum Tube)计算机，然后是晶体管(Transistor)计算机，第三代是集成电路(Integrated Circuit)计算机，第四代是大规模集成电路(Large Scale Integrated Circuit)计算机。

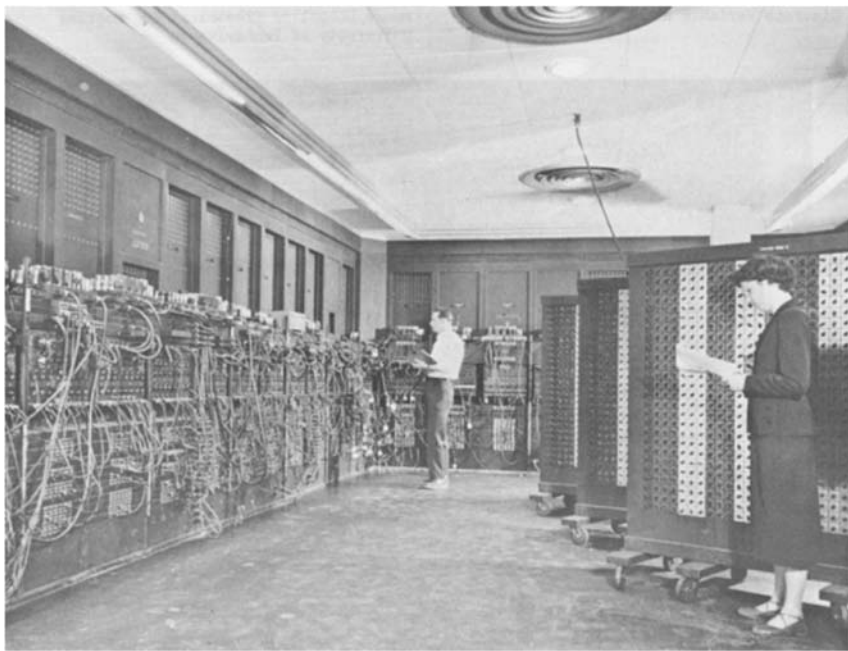
The Atanasoff-Berry Computer



The Atanasoff - Berry - Computer

计算机飞速发展基于二十世纪的三项重要发明:贝尔实验室(Bell Lab)的肖克利(William Shockley)等人发明的晶体管;诺伊斯(Robert Noyce)和基尔比(Jack Kilby)发明的集成电路;泰德·霍夫1971年发明的微处理器(Central Process Unit,CPU)。其中最重要的是集成电路的发明和使用集成电路来设计计算机。正是因为使用了集成电路技术,才使得今天的计算机功能要远远超出ABC和埃尼阿克。这一切都要归功于本文的主人公——泰德·霍夫。

不像诺伊斯,霍夫没有因为发明了CPU而获得巨大财富。但他的发明如此重要,使其可以无愧地跻身于20世纪最伟大的科学家之列。英国的《经济学家》杂志将霍夫称作是“第二次世界大战以来最有影响的7位科学家之一”。



ENIAC

泰德·霍夫于1937年10月28日,出生于纽约州的罗切斯特(Rochester)。霍夫的童年是在市郊的北奇利(North Chili)村度过的,他的启蒙教育始于只有一间教室的乡村学校(Churchville-Chili Central High School),一名教师要分别教7个年级的13名学生。霍夫父亲是通用铁路信号公司(General Railway Signal Company)的电气工程师,这使霍夫从小就对电学产生了兴趣。霍夫的叔叔是化学工程师,受叔叔的影响,他迷上了化学。5岁那年,霍夫看见叔叔将两种无色液体倒在一起,使它们变成鲜红色。霍夫对此非常着迷,于是开始自学化学,叔叔送给霍夫一套化学实验设备。霍夫在没有上过高中化学课的情况下,参加了纽约州的化学考试,取得了95分的高分。叔叔给霍夫订了《大众科学》(Popular Science)杂志,这使霍

夫在孩提时代就对科学产生了兴趣。父亲的《联合收音机目录》(Allied Radio Catalogue),让霍夫爱不释手,这本书让霍夫钟情于电子技术,并从此开始学习电子学。

1954年,霍夫进入纽约州特洛伊(Troy)的伦塞勒理工学院(Rensselaer Polytechnic Institute),攻读电子工程。大学期间,每年暑假他都到通用铁路信号公司的电子实验室做技师。在那儿,他研究了电子跟踪电路(Electronic Track Circuit),并为部分设计提出合理化建议,因此,他的名字也上了专利证书。在另一项应用跟踪电路的照明保护设计项目中,霍夫也获得了专利。1958年,他以获奖论文“晶体管中的电流转换方式”获学士学位。他久闻斯坦福特曼(Frederick Terman)教授的大名,来到了斯坦福大学,在斯坦福的电子工程系攻读硕士和博士学位。

本科时,霍夫很少接触计算机,只选修过一门计算机课程。在斯坦福期间,他对模式识别和图像处理很感兴趣。毕业后作为研究员留在了斯坦福,并与论文导师一起获得了一些专利。霍夫聪颖过人但很谦虚。霍夫的朋友哈罗德·霍依特(Harold Hoyt)在一次校友会上回忆道:“他有一种神奇的力量,只用其他人所用时间的小部分就能解答出复杂的电子工程问题。”在斯坦福,霍夫对计算机发生了浓厚兴趣。为了完成论文,他使用了斯坦福的IBM1620计算机,这是他第一次有机会编程。1959年,获硕士学位,1962年获博士学位。他的博士论文是《适应性神经网络中的学习现象》(Learning Phenomena in Networks of Adaptive Neurons)。此后,霍夫又在斯坦福作了6年的研究员。他的研究之一是和他的论文导师一起研究电化学贮存器,又获得了两项专利。

1968年,英特尔(Intel)成立。英特尔总裁诺伊斯在搜罗各种研发人员,尤其是有计算机设计背景的人。斯坦福推荐了霍夫。英特尔最初看上的是IBM的一位工程师。但他不愿离开纽约。后来诺伊斯又想请仙童(Fairchild Semiconductor)的一位工程师,但也被谢绝。于是,诺伊斯只得将这位英特尔的未来之星请到了公司,他是英特尔的第十二位员工。

后来,英特尔承认:制造CPU的灵感源于1968年的一部电影,英特尔4004型CPU就是科幻片《2001:奥德赛遨游太空》的主角——得了妄想症的杀人电脑HAL。英特尔是在庆祝CPU诞生30周年纪念日的典礼揭露这个历史秘密的,它说:“1968年的影迷为HAL如痴如醉,它在科幻片中的表现令世人着迷。即使是这部超前的杰出影片,也没有预测到PC及网络技术发展如此之快,今天的一切对那个时代的人来说是不可想象的。”“在那部影片上映后不久,我们公司的工程师特德·霍夫就发明了4004型CPU,它是为日本计算器厂Busicom设计的,它奠定了PC产业的基础。”

微处理器的由来可追溯到50年代末,当时德州仪器(Texas Instruments)的基尔比和仙童半导体的诺依斯同时找到了将大量晶体管及它们间的连线制作在一块硅片上的方法——集成电路。有了集成电路,制造CPU就只是时间问题了。利用集成电路工艺,一个逻辑电路或存储器,可以制作在一张硅片上。设计者可以把越来越多的晶体管制作在一块硅片上,来实现各种电路功能。这就是今天所有电子产品的基础——大规模集成电路LSI。

当时,霍夫负责英特尔的产品研发,他和一位同事合用一间小实验室。房间里堆着联碳公司的一盒盒元件。当时英特尔的研发重点是半导体存储芯片。

上世纪六七十年代,计算器是高科技办公用品,每台能卖几百美元。日本一家计算器公司 Basicom 希望英特尔为其高端计算器设计并生产一套芯片。要那么多芯片是因为每块芯片只能完成一个功能,一块负责运算、一块负责存储、一块负责打印输出、一块负责键盘控制。正在设计计算器的 Basicom 希望获得一套拥有 12 块特殊芯片的设备,每块芯片上三千到五千个晶体管。公司将向英特尔支付 10 万美元用于所需设备。Basicom 承诺以每套 50 美元的价格,至少购买 6 万套。英特尔同意了。Basicom 公司派了一支工程师团队到英特尔参与设计。

霍夫仔细分析了设计要求后,确信要设计出这套芯片,不可能是这个价格。摩尔(Gordon Moore)对此类业务不感兴趣,他告诉霍夫,如果划不来,就推掉。霍夫不想放弃,有没有方法既能满足客户需求,又能降低设计生产成本呢?霍夫再次认真研究了日本人的方案,他认为设计太复杂了,完全可以设计一款单一的多功能芯片来代替。通过简化设计,能有效降低成本,而且只需修改存储器中的指令,就能让处理器实现不同功能,而不仅仅是用于计算器。霍夫回忆到:“在该项目中,我的职责不包括设计,不久我发现自己身陷其中。我可以不做,当时英特尔刚起步,许多人希望该项目能在财政上成功,我们不想让自己的努力付之东流。”霍夫“对其复杂程度感到惊讶”,他确信在已达成的价格下不可能生产出所需芯片。经过越来越多的思考,霍夫认为自己的单一多功能芯片方案更好。

据说霍夫设计 CPU 的灵感来自在塔西提岛的海滩,在阳光普照的沙滩,霍夫想着芯片的事。霍夫突然想起一个方案:能不能把仓库、工场和其他东西作在一块芯片上,使处理器(Processor)变小成为微处理器(Microprocessor)呢?为此他设计出了世界上第一个微处理器——CPU。这块芯片有着所有的功能上,再加两个存储芯片,一个存储数据,另一个储存驱动 CPU 的程序。这个设计不但使计算器变得简单,也大大降低了成本。



Stan Mazor

霍夫把自己的设想告诉了日本人,但他们不卖帐,坚持原方案。霍夫找到诺伊斯,说了他的想法,一个 CPU 和三块其他芯片就行了。诺伊斯问了一些问题。诺伊斯当时的关注点不在此,但直觉告诉他该方案可行。他鼓励霍夫试一试,还按霍夫的要求让刚从仙童过来的斯坦·麦卓尔(Stan Mazor)协助霍夫设计 CPU。诺伊斯很早就有过微处理器的设想。在 1960 年代末的一次会议上,他就预言过,一个计算机的功能会集成在一块芯片上。当时一位持不同观点的人说:“我不希望我的那台机会掉进地板上一个小洞里。”诺伊斯笑道:“你搞错了。你的书桌上有一百多个计算机,掉一个不算什么。”

当时,业内普遍认为大型机才是大有可为的领域。但霍夫另辟蹊径,他说服了刚从仙童公司跳槽的斯坦·麦卓尔与他合作。霍夫的突破是对芯片组结构的设计。霍夫把一个简单的计算机的整个中央处理单元——CPU,集成在了一块芯片上。他只需再加二块存贮芯片,一个是只读存贮器,另一个是读写存贮器。后来又加了一块输入输出芯片。CPU 是一个非常复杂的电路,人称“单片机”,它拥有了所有计算机的逻辑运算功能,其体积只有针尖大小。减少组件的数量不重要,关键在于组织和结构。霍夫说:“真正的关键不在组件的数目,而在于组织,结构概念。你要把一台通用计算机,制造在一个芯片上。”

在英特尔进行该项目的同时,仙童、IBM、Signetics、Four Phase, 以及美国无线电公司(RCA)也在做。1973 年,英特尔申请了 CPU 专利, Microcomputer 公司于 1970 年申请了一般逻辑性设备的专利,德州仪器于 1971 年申请了与 CPU 类似的专利。



Federico Faggin

霍夫的创新在于芯片的结构,不是芯片本身,芯片是费德里科·费金(Federico Faggin)设计出来的。费金是一名天才,意大利移民,只有高中学位。整个结构包括记录、调度、芯片间的联系规则、算术和逻辑运算系统,只把输出输入和程序单元放在了不同的芯片上。霍夫设计出了能够运行常规计算机程序的单片 CPU,取代了不同的单个芯片。把承担键盘控制、显示控制、打印控制、算术运算、记录等功能都集成在了一块芯片上。霍夫的 CPU 只有 1/8 英寸长,1/6 英寸宽,包括有 2250 个晶体管,但它的功能超过了 ENIAC,它运行起来同 60 年代价

值 30 万美元的 IBM 计算机一样,但后者的 CPU 像桌子一样大。

与八人帮中的拉斯特(Jay Last)一样,费金是一位擅长将想法变为产品的天才。霍夫的设计很快由费金在硅片上实现了。芯片本身——在芯片上用晶体管实现的电路——是费金的成果。1970 年春,费金完成了芯片的设计。1971 年 1 月,第一个真正可以运转的 CPU4004 诞生了。随后,费金主持开发了后续的 8 位处理器 8008 和 8080。今天,人们常将 CPU 芯片的发明归功于霍夫,实际上费金功不可抹,他独立完成了芯片的具体设计,并最终使其成为产品。



最初的 4004 广告

4004 的第一个 4 是指这是 4 位 CPU,后一个 4 是指这是英特尔制造的第 4 个专用芯片。4004 只是 Intel MCS-4 系列的其中一块芯片,它需要与另外三块芯片协同工作,包括用于存储数据的 4001(动态随机存储器 DRAM)、用于保存用户指令的 4002(只读存储器 ROM)和用于处理 I/O 接口的 4003(寄存器 Register)。4004 是最关键的中央处理器芯片,用户只需改变一下 4002 中的指令,就可以让 4004 实现不同功能。4004 采用的是 10 微米的工艺,有 2250 个晶体管,时钟频率为 74 kHz,每秒可执行 6 万次运算,售价 200 美元。这是一款划时代的产品。作为历史上第一款微处理器芯片,4004 在电子计算机的发展史上,掀开了崭新的一页。

4004 是现代计算机小型化的关键性一步,此后由 CPU 担纲的计算机成了主流。今天,英特尔的 CPU 时钟频率已达到 3 GHz,数字处理能力达 64 位。芯片上的晶体管的尺寸只有几十个纳米,几百个原子的大小,其栅极的氧化层只有十个氧原子的厚度。过去上百吨的庞然大物 ENIAC 计算机,如今已成了平常百姓的日用品了。

1971 年 8 月,诺伊斯致电 Busicom 总裁久野小島(Yoshiokojima)提醒他,该电路的复杂性意味着不可能以 50 美元生产这些芯片。根据他们的设计方案,每套芯片的成本为 300 美



2010年10月,CPU的共同发明人霍夫、费金、麦卓尔从奥巴马总统手中接过美国国家技术创新奖章

元。10月,Busicom的两名高管来英特尔审查两个方案。英特尔的设计为4块芯片,最复杂的芯片有2250个晶体管,成本155美元。Busicom设计方案的成本是其一倍,要12到15块芯片,每块芯片二千个晶体管。Busicom高管放弃了自己的方案,选择了英特尔方案。英特尔与Busicom正式签订合同,英特尔按霍夫和麦卓尔的设计方案为Busicom生产处理器芯片,CPU的专利权将归Busicom公司独家拥有。

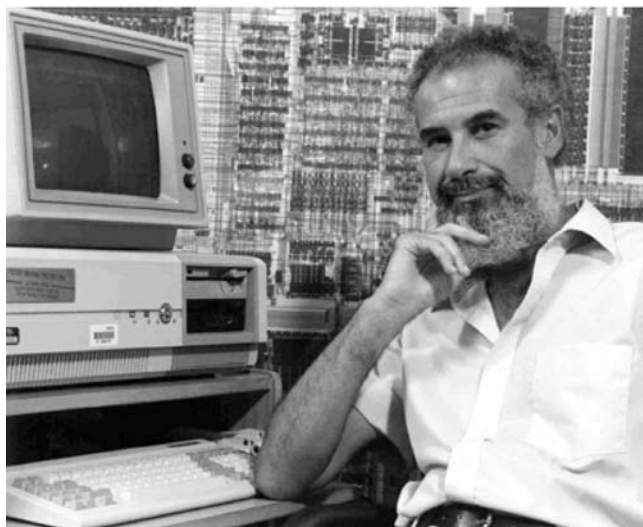
在英特尔与Busicom签约时,计算机终端公司(Computer Terminal Corporation,CTC)找到英特尔,希望能为他们研制可编程的计算机终端开发一款CPU。为此,霍夫被诺伊斯调来负责CTC的这一新项目。

当4004系列芯片样板送到日本时,Busicom以英特尔延迟交货为由,拒绝按一年前的价格收货。事实上,当时计算器市场价格大幅跳水,Busicom公司要降低成本,便希望以过了交货期为由杀价。趁此机会,霍夫、麦卓尔及费金怂恿英特尔与Busicom谈判,英特尔同意降价,Busicom放弃了4004的独占权。Busicom未能意识到CPU的潜在价值,答应了这一条件。固守计算器市场的Busicom公司,丧失了千载难逢的进军CPU市场的机遇,于1974年黯然倒闭。

英特尔的另一项发明促进了霍夫芯片,提高了它的竞争力。这就是EPROM(Electrical Programmable Read Only Memory 可编程式只读存储器)。它是由英特尔的多夫·福拉曼(Dov Frohman)发明的。此前,计算机的存储器几乎是永久性的,很难改变。现在,有了EPROM,使读写功能和重新编程成为可能。在EPROM之前,只有不稳定的读写存储器、从工厂定做的只读存储器和一次性可编程只读存储器。现在任何人都可以使用EPROM来重新编程而不需要编程去除错误部分。

不久,霍夫和麦卓尔为计算机终端公司设计了一种比 4004 更强大的 CPU——8008。1972 年 4 月,英特尔推出时钟频率 200 千赫兹的 8008CPU,还是 10 微米技术,晶体管总数增至 3500 个,内存 160 KB,在 13.5 平方毫米的硅片上能执行 45 种指令。这是真正的微处理器 CPU。

但英特尔销售部门并不认为 CPU 会有好销路,他们认为不值得去生产和推销 CPU。他们向霍夫解释说,他不过是电脑业的一个后生,当时每年只能卖掉 2000 台微电脑,如果英特尔出售他的芯片,那么可能有 10% 的市场。另外,这样一个要 50—100 美元成本的芯片怎么能够弥补开发费用呢?当时,PC 还未诞生。没人知道 PC 的未来。以至于没有人,甚至霍夫和他的同事们,能预测霍夫的 CPU 将会引发计算机和电子工业的一场革命。当时的人们习惯于把计算机想成价值上百万美元的大宗商品,还需要专家来操作和维修。一个在那么便宜的芯片上的计算机,对大多数人来说太不可思议了。



Dov Frohman

尽管霍夫等人在不断催促,但因为 4004 没有市场需求,英特尔迟迟没有把它推向市场。“我们每个月都向销售部门提出要求,但他们每次商议的结果都是——暂不公布”。最后曾在德州仪器任职的爱德华·盖尔博(Edward Gelbach)出任英特尔销售部主任后,销售部门的态度才积极起来。

要让人们接受 CPU 绝非易事。1972 年,人们开始注意到它了。1972 年 3 月,即英特尔公布 4004 后 4 个月,德州仪器公司推出 8 位的 CPU,两家公司产生了争执。最后,英特尔获得了专利权。但霍夫说:“我并不认为一旦为微处理器申请了专利后,就可以声称拥有了微处理器的一切”。

对于霍夫的发明,当时的英特尔高层很多人并不支持。当时英特尔的主营业务是以 DRAM 为代表的半导体存储器,安迪·格鲁夫(Andy Grove)对 CPU 很不感冒,他声称:“CPU 对我而言没有任何意义,我为存储器的量产而生,也会为其而死。”不过,市场的反应出乎英特尔的意料,当它在 4004 广告中宣称这款产品将开创“集成电子——芯片上的微型可编程计算机的新纪元”后,有五千多人立刻写信与英特尔取得联系,希望获得更多有关 4004 的信息。这种受到业界热捧的现象很快让英特尔认识到了 CPU 的价值。

1971 年 11 月 15 日,公司上市后一个月,英特尔发布了 CPU,广告宣传非常大胆,称“集成电子——芯片上的微型可编程计算机的新纪元”到来了。五千多人给英特尔写信要求更多的 CPU 信息,这是英特尔产品发布经历过的最强烈的反响。

在 CPU 之前,英特尔客户的设计人员把单一功能的芯片组装成一个系统。更改系统时,需要改变硬件的安排。使用英特尔 CPU 后,则不需要更改硬件,只要更改存储在程序存储器中的指令就能实现。CPU 将软件带入了行业。使 CPU 的客户大增。早期的 CPU 大多用于控制设备,而不是计算机。1971 年末,英特尔聘用了一位营销与公共关系专家里吉斯·麦肯纳(Regis McKenna)为 CPU 制定销售规划。麦肯纳为 CPU 制订了专门的市场运作方案。他为 4004 制订了 100 多页的用户手册,其他的英特尔芯片的相关手册都不到 10 页。英特尔寄出的用户手册超过了 CPU 的实际销售量。英特尔还举办了一系列关于 CPU 的技术研讨会。很快工业界开始接受 CPU 了,甚至通用汽车公司,都用上了 4004。

英特尔推出 4004 时,摩尔用少有的夸张口气说到:“这是人类史上最具有革命性的产物,我们才是这个时代的革命者,而不是那些在伯克利和其他地方留着长发闹事的学生。”摩尔说的不错,正是这一款单一晶片上的计算机,改变了人们的生活方式,引领了第三次工业革命。而肖克利、诺伊斯、基尔比、摩尔、霍夫才是真正意义上的革命者。

1972 年,西雅图的两个高中生,买下了 4004 的下一个版本 8008,他们要用它来计算街道上的车辆流量。为此,他们成立了一家名为 Traf-O-Data 的公司,但没有成功。几年后,还是这两个年轻人成立了第二家公司——微软。他们就是比尔·盖茨(Bill Gates)和保罗·艾伦(Paul Allen),后来他们与英特尔结下了不解之缘。今天,盖茨的办公室里,还挂着英特尔当初的芯片广告。

霍夫等人继续加以改进。英特尔开始意识到霍夫的 CPU 应用前景是无限的。1973 年 8 月,8080 问世。首次使用了 MOS 技术,8080 成为有史以来最成功的 CPU 之一,这也是第一个真正的通用微处理器,是 20 世纪最后 25 年里的一项最具有划时代意义的发明。功能是 8008 的十倍,每秒能执行 29 万条指令,由 64 字节的可设定地址存储器,最初售价 360 美元,但成本不到 25 美元。芯片的销量扶摇直上。8080 真正地推动了微机市场。很快 8080 就成了工业标准,英特尔占领了 80% 的市场。一段时间里,英特尔甚至用 8080 作为其电话的最后四位。

计算机爱好者、电脑 DIY 始祖爱德华·罗伯茨(Henry Edward Roberts)以 8080 为核心,



Bill Gates and Paul Allen in 1981

于当年装配出了世界上第一台 PC——Altair 8800，被美国《大众电子》(Popular Electronics)杂志称为“世界上第一台可与商业机相媲美的以成套形式提供的小型计算机”，这个创举使得很多人都开始了购买 CPU 等散件、自己制造 PC 并为其开发软件。当时还未满 20 岁的比尔·盖茨是这些人中的一员，他和好友保罗·艾伦为 Altair 8800 成功地开发出了 BASIC 语言，这两个年青人此前就花了 376 美元购买了一块 8008 进行编程。英特尔发明的 CPU，促成了 PC 的诞生，也成就了软件产业。

霍夫说：“我对微处理器在 PC 上的应用也非常惊讶。我没有想到人们会仅仅为了业余爱好而买 PC，随着影像游艺机的发展，PC 成为人们的又一种娱乐工具。任何一位发明家如果能够创造出什么来提供给人们娱乐，他就能获得成功。”1969 年，霍夫研制第一种 CPU 时，很难把程序员吸引到他的研究组来。因为大家都把精力集中到大型机上。但如今每天都有程序员迈进霍夫的房间，要为 CPU 编程。

霍夫很快就意识到了这是一场革命：“我们正处于一场革命，它将持续 50~100 年。今天的年轻人正在成长起来，他们对计算机不再感到害怕，他们将把计算机的使用范围进一步扩大。”

1982 年底，霍夫宣布他将离开自己工作了 14 年的英特尔。他说他需要变换一下工作环境。他接受了硅谷另一家公司阿塔里(Atari)的聘请，任公司副总裁，负责研发。因为阿塔里有志将计算机推向家庭，而消费市场是霍夫最感兴趣的领域。



Henry Edward Roberts and Altair 8800

但霍夫的运气并不好,1984年7月,该公司就被卖掉了。霍夫开始从事一些独立的咨询和研究工作。他将加州阳光谷(Sunnyvale)家中的车库,改成了实验室。他说他在车库里就可以制造几乎任何想制造的东西。

当他被问到最近在做什么研究时,霍夫总是含糊地说:“我已经研究了计算机界面的方方面面,并准备将计算机应用带入更高的境界。”他幻想有一天计算机能代替日常生活中绝大部分艰苦的工作。

1983年,霍夫因发明了CPU而成为第三个获得伦塞勒理工学院戴维斯杰出工程成就奖的人。

资料来源:华夏文摘第一二三八期(cm1501b)

本文由清华大学邵贝贝老师推荐。

硅谷传奇：微处理器之父 ——泰德·霍夫(二)

【华夏文摘】老钱

发表于 2015 年 01 月 22 日

2011 年 11 月 15 日,是英特尔 4004 首次面市 30 周年纪念日。它是第一款将可编程的计算机核心要素集成于单一芯片的产品。此后,CPU 使得计算机将各种信息整合为一体,后来的手机和 PC 上均用上了 CPU。但是,4004 的面世实在是一个偶然事件。英特尔前董事会主席安迪·格鲁夫曾表示:“这款 CPU 在当时代表了英特尔产品的未来,但在最初的 15 年中,我们根本就没有意识到这一点。最终,这款 CPU 成了英特尔商业领域的标志性产品。”

过去的几十年里,CPU 已经无处不在。仅在 2000 年,英特尔就卖出了 3.85 亿个 CPU。一家市场分析公司的首席分析师表示:“这款 CPU 的面世对每个人的生活都产生了根本性的影响,这么说毫不夸张。在微处理器面市之前,计算机全都是庞大的机器,有时甚至与一个房间一样大。”

英特尔 4004 面世时成本不到 100 美元,英特尔当年的首席执行官戈登·摩尔称这款 CPU 是人类历史上最具革命性的产品之一。但其他人并没有同感。当时供职于 DEC 公司的处理器分析师纳萨恩·布鲁克伍德(Nathan Brookwood)表示:“这款 CPU 的概念的确有趣,但人们当时没有认识到它能够产生如此重大的影响。”事实上,很多人几年之后仍然没有掌握这款 CPU 的概念和意义。总而言之,英特尔 4004 是一场偶然的革命。

尽管 CPU 给英特尔带来了辉煌的未来,但直到 1985 年,它的 286 已在数百万台电脑中得到应用时,英特尔才决定将主营业务转向 CPU。有意思的是,日本企业在这一过程中又发挥了“重要”的作用——他们当时正以低价策略在存储器业务上挑战英特尔等美国同行,不断下滑的存储器利润和 CPU 的美好前景促使摩尔和格鲁夫做出了这个艰难的决定,不过,现在看来,这个决定非常明智。

在推广 CPU 的过程中,有一个故事很有趣,那就是直接面向最终消费者宣传 CPU 的作用和价值。这个故事发生在 20 世纪 80 年代中期 386 问世时,当时的 PC 制造商们不愿意换用这款 CPU 来更新产品,于是英特尔打出了有名的“红叉”广告,它在 286 三个数字上打了一个大大的红叉,并在旁边的 386 三个数字下附上广告语——现在,你可以在 286 系统的价位上获得 386 系统的性能(Now, Get 386 system performance at 286 system price)。这个广告让消费者对于 386 的兴趣大增,使其从此热销。后来,在 1991 年,英特尔开始了“Intel Inside”品牌推广计划,正是这个计划,改变了人们对于 PC 的认识,开始关注它所采用的 CPU。如果没

有这些广告,或许今天人们在购买 PC 时,仍不会对它们内部的构造和组件提出要求。

在 CPU、以及 PC 的发明、技术革新和市场推广上,英特尔起到了最重要的作用。除霍夫外,诺伊斯、摩尔、格鲁夫对此也功不可没。诺伊斯是霍夫发明 4004 时最坚定的支持者,他也是集成电路的发明人,集成电路技术是 CPU 以及所有芯片的基础工艺;摩尔提出的摩尔定律是多年来所有半导体企业在产品创新方面尊奉的铁律,英特尔的 CPU 产品,一直在严格按照摩尔定律进行技术革新;偏执狂格鲁夫最初没有认识到 CPU 的价值,但后来他和摩尔一起,将英特尔从一家存储器制造商成功地转型为 CPU 产业的龙头和全球最大的半导体制造商。

直到 20 世纪 80 年代结束时,英特尔的主要竞争对手是 Zilog,这家公司的创始人是英特尔早期的员工,霍夫开发 4004 的同事——费金,这位参与了 4004、8008、8080 开发工作的英特尔前员工自立门户后推出了有名的 Z80 与英特尔的 8080 竞争。早在 1974 年,英特尔的竞争对手就投放了 18 种同类产品与英特尔竞争。不过,凭借强劲的技术实力,英特尔的 CPU 一直是业界最受欢迎的产品。

英特尔在 CPU 领域面对的第一个真正强大的对手是摩托罗拉。摩托罗拉于 1975 年推出了 M6800,此后直到 20 世纪 80 年代中期,它和英特尔都处于竞争状态,英特尔的 80×86 系列和摩托罗拉的 680×0 系列是那时市场上最具竞争力的产品。由于摩托罗拉对于市场的应变能力不足,很快败给了敢于冒险和以创新为生命的英特尔。

令人意想不到的是,早期英特尔与 AMD 不但不是竞争对手,还是 AMD 的生意伙伴。AMD 的创造人杰瑞·桑德斯(Jerry Sanders)与英特尔创始人诺伊斯是好朋友,桑德斯早年是摩托罗拉的销售明星,后来被创办了著名半导体公司——仙童的诺伊斯挖走,成为仙童的销售负责人。仙童没落后,诺伊斯和摩尔创立了英特尔,桑德斯成立了 AMD。因为桑德斯不是诺伊斯和摩尔那样的知名科学家,很难吸引到投资。他说:“诺伊斯总是说英特尔只花了 5 分钟就筹集了 500 万美元,而我花了 500 万分钟只筹集了 5 万美元”。诺伊斯后来凭借个人信用为 AMD 的商业计划担保,才解了桑德斯的燃眉之急。很多业内人士看来,诺伊斯此举意义非凡,因为英特尔和 AMD 这两家当今 CPU 霸主,都是在诺伊斯的帮助下成长起来的。

AMD 成立后,没像英特尔那样成为行业技术创新的领导者,而是定位于凭借出色的产品质量成为各种半导体产品的第二供应商。早期它与英特尔唯一一次冲突是英特尔起诉它侵犯了自己 EPROM 的专利技术,这场官司在桑德斯的努力下化险为夷,AMD 借此机会成为了英特尔的第二供应商和战略合作伙伴。后来在英特尔争取 IBM 支持时,它在 IBM 的要求下将其 CPU 的关键技术,如 x86 技术授权给了 AMD,这无形中成就了 AMD 今天的事业、也为英特尔目前的主要竞争对手埋下了伏笔。

现在就着霍夫的故事来看看 CPU 和 PC 的发展过程。最初,霍夫和英特尔都没有预测到 CPU 的重要性。当时英特尔对 8086 并没有一个明确的市场定位,只想尽可能多地促销。IBM 只是其客户之一。1981 年,IBM 为了尽快地搞出 PC,使用了 8086,英特尔因此一举成名。1982 年,英特尔出品了和 8086 完全兼容的第二代 PC 处理器 80286,用在了 IBM-PC

上。1985年,康柏(Compaq)造出了世界上第一台IBM-PC兼容机,IBM-PC兼容机一下子就在全世界冒了出来。尽管这些兼容机的其他硬件不相同,但是为了和IBM-PC兼容,CPU都得是英特尔的。于是,英特尔就成了CPU的最主要生产厂家了。

虽然英特尔站到了信息革命的前沿,英特尔还得有能力来领导CPU的研发。当时,世界上最大的三家半导体公司在日本,PC里日本芯片占60%。当时,日本股市的总市值占全世界的一半,日本东京的房地产总值相当于半个美国的房市总值。但是,日本的半导体工业集中在技术含量低的芯片上,如内存等,而最高端的芯片工业,如CPU和通信数字信号处理器全在美国。20世纪80年代,英特尔果断地放弃了内存业务,只做处理器。1985年,英特尔继摩托罗拉后,第二个研制出32位的CPU 80386,开始扩大它在半导体工业的市场份额。该芯片的研制费用超过3亿美元,这是一场豪赌。但英特尔靠80386成了IBM-PC的绝对霸主。

1989年,英特尔推出了80486,它只是在80386上加一个浮点处理器80387以及缓存(Cache)。靠80486的销售,英特尔超过了所有的日本半导体公司,成为半导体行业龙头老大。1993年,英特尔公司推出奔腾(Pentium)处理器。从奔腾起,英特尔公司不再以数字命名它的产品了,但是在工业界和学术界,大家仍然习惯性地吧英特尔的处理器称为x86系列。Pen就是5,tium是元素的结尾。奔腾使英特尔进入了高性能CPU的市场。由于奔腾的速度已经达到工作站CPU的水平,高端微机从那时起开始取代低性能的工作站。如今,即使是最早生产工作站的SUN(SUN Microsystem)和世界上最大的计算机公司IBM,及以前从不使用英特尔CPU的苹果公司,都开始在自己的计算机中使用英特尔的或者和英特尔兼容的CPU了。英特尔垄断了计算机的CPU市场。

英特尔真正的竞争对手其实只有20世纪80年代的摩托罗拉一家。英特尔的崛起是靠击败老牌半导体公司摩托罗拉而实现的。摩托罗拉成立于1928年,它是二战期间美军无线通信设备供应商。从20世纪60年代起,它在通信和集成电路方面领先于世界。摩托罗拉比英特尔早两年推出了在运算性能上优于8086五倍的16位CPU68000。68000这个名字是因为它集成了68000个晶体管而来的。而8086的晶体管数目不到三万。当时,惠普、SUN和阿波罗工作站都采用摩托罗拉的CPU。在英特尔搞出80286的1982年,摩托罗拉推出了在性能上优于80286的68010,是当时主要工作站的CPU。传说英特尔第二代CPU本来应该命名为80186,但是英特尔将这个产品编号给了一个不重要的输入输出芯片,而将它的CPU的产品编号跳到了80286,这就让不懂技术的人以为英特尔的CPU高出摩托罗拉一代。在32位CPU的较量中,摩托罗拉在技术和推出的时间上都占了上风,它接下来的68020也优于英特尔的80386,除了被用于主要的工作站上,68020也是苹果麦金托什的CPU。

但英特尔很幸运,由于IBM-PC兼容机的普及,技术上相对落后的英特尔占了更多的市场份额。虽然,摩托罗拉后来又推出了对应于英特尔80486的68030,但此时各个工作站公司都开始研发基于指令集RISC的CPU了,摩托罗拉只有苹果一个用户,这使它很难和英特尔竞争。几年后,摩托罗拉开始研发基于RISC指令集的PowerPC了。十年后,苹果也使用英特

尔的 CPU 了,摩托罗拉则彻底退出了 CPU 市场。

摩托罗拉没有败在技术和资金上,1980 年代前,摩托罗拉在资金、技术上明显优于英特尔。在很长时间内,它的 CPU 的性能优于英特尔的同类产品。摩托罗拉之败主要是英特尔有微软这个未签约的同盟军。但摩托罗拉在商业、管理和市场各方面也有很多失误。如果摩托罗拉经营得当,它应该是工作站和苹果的 RISC 指令集 CPU 的主要供应商。

英特尔在微软的帮助下,占领了 CPU 市场。接下来的十年里,英特尔又在技术上和全世界所有的 CPU 生产厂家进行了一场竞争。

今天的 CPU 可以根据指令集合分成复杂指令(CISC)和简单指令(RISC)两种。一个计算机的程序最终要变成一系列指令才能在 CPU 上运行。每个 CPU 的指令集不相同。在设计时,有些 CPU 尽可能地实现功能齐全的指令,早期 IBM 和 DEC 的计算机和今天的英特尔/AMD 的 CPU 等就是这样的。采用 CISC-CPU 的好处是它可以实现复杂的指令,但是它有三个问题:第一,设计复杂;第二,每个指令的执行时间不一样,CPU 内各个部分很难流水作业,CPU 会出现不必要的等待;最后是高功耗的问题。针对这些问题,1980 年代的计算机科学家们提出了基于精简指令集的 CPU 设计思想,代表人物是斯坦福大学校长翰尼斯(John Hennessy)教授和加大伯克利分校著名的计算机教授彼特森(David Patterson)。RISC 系统保留很少的常用指令,再将复杂的指令用几条简单的指令代替。基于 RISC 的设计思想是计算机史上的一次革命,它使 CPU 的设计大为简化。由于 RISC-CPU 可以保证每条指令执行时间相同,CPU 内各部分可以很好地流水作业,速度因此而加快。

CISCvs RISC

虽然 RISC 和 CISC 各有千秋,但学术界几乎一边倒地认为 CISC 已经过时,RISC 先进。而美国各大学计算机原理和计算机系统结构两门课都用翰尼斯和彼特森合写的教科书。很长时间内,书中以翰尼斯设计的 MIPS 精简指令芯片为主。同时,IEEE 和 ACM 系统结构的论文也以精简指令为主。英特尔设计 8086 时还没有 RISC 指令集,否则英特尔很可能会采用这一技术。英特尔一旦用上了 CISC,为了和 8086 完全兼容,在以后的 80286 和 80386 中就必须继续使用 CISC。1980 年代中后期,不少的 RISC-CPU 做出来了,它们的速度比当时的 CISC-CPU 快得多。

1980 年代末,英特尔面临一个选择,就是设计和 x86 兼容的芯片还是转到 RISC-CPU 上去。如果转到 RISC-CPU 上,英特尔的市场优势会荡然无存;如果坚持 CISC-CPU,它就会和全世界 CPU 的发展潮流相悖。在这个问题上,英特尔很理智。首先,英特尔在维护它的 x86 系列芯片的 CPU 市场优势的同时,也推出了基于 RISC 指令集的 80860。这个产品并不成功,市场的倾向说明了用户对兼容性的要求比性能更重要。因此,英特尔在 RISC 指令集上推出 80960 后,就停止了这方面的工作,而专心做 CISC 指令集系列。1990 年代,工业界只有英特尔一家坚持开发 CISC-CPU,对抗着整个 CPU 产业。

早在 1990 年初,英特尔就从 486 的设计小组里抽调出了一些人,着手从事 P5 也就是奔腾

芯片的设计。P5 必须和 486 完全兼容。但此时最重要的是如何使 CISC 指令集的 CPU 具有 RISC 指令集 CPU 的功能。英特尔在以色列的工程师尤里·维塞对此下了很大功夫,他把超量化(Superscalar)概念用到了 CISC 指令集的 CPU 上,就是用多个执行单元在一个时钟周期内执行多个指令,而不是像 RISC 一个时钟周期只执行一个指令。也就是说在 CPU 指令的层次上实现并行化。超量化的概念最早由技术机天才克雷(Seymour Cray)提出,他在 1968 年设计的 CDC6600 上使用过。

维塞带领一个小组先在计算机上进行模拟,结果令人非常满意。维塞发现 CPU 指令集和实现它的微电路,可以是完全独立的。在一个时钟周期内完全可以在多个执行单元上同时执行多个 CISC 指令集。模拟结果说明:只要在设计上稍加改进,英特尔现有的 CISC 指令集 CPU 完全可以胜过 RISC 指令集的 CPU。在英特尔进行此类研发的同时,SUN 公司也在做 RISC 的超量化研发。SUN 比英特尔先一步做出了他们的 CPU,但当时 SUN 的 CPU 无法让用户马上使用。同时,SUN CPU 的时钟频率一直无法超过 50 兆赫,英特尔为此大大加快了研发速度,终于在 1993 年完成了 32 位的超量化 CISC 指令集 CPU——奔腾。

英特尔每一款 CPU 的销量都超过了当时所有工作站 CPU 销量的总和,它可以在 CPU 的开发上投入比任何一种 RISC-CPU 多得多的经费和人力。英特尔通过高强度的投入,保证了它 CPU 性能提高得比 RISC-CPU 要快。RISC-CPU 阵营里,1990 年代的五家大工作站厂家 SUN、SGI、IBM、DEC 和 HP 各自为战,生产自己的 RISC-CPU,加上摩托罗拉为苹果生产的 PowerPC,六家瓜分一个市场,最后谁也没做大、没做好。到了 2000 年,大家都做不下去了,它们全部或部分地采用英特尔的 CPU 了。最早的精简指令的 MIPS-CPU 现在几乎没有人用了。翰尼斯和彼特森也将英特尔的 CPU 加进了自己编的教科书中。

经过十年努力,英特尔赢得了 CISC-CPU 市场。英特尔靠的不是技术,是市场。首先,英特尔坚持自己系列产品的兼容性,即保证以往的软件能在新的 CPU 上运行。时间一长,用户就积累了很多在英特尔 CPU 上运行的软件。每次 CPU 升级,用户原来的软件都能使用,很方便。用户就不愿意更换其他厂家的 CPU 了,即使那些 CPU 更快。其他 CPU 厂家常常每过几年就另起炉灶,使用户要重写以前的很多软件。第二,英特尔利用量产的优势,高强度投入研发,使 CISC-CPU 代代更新。到了 1990 年代初,英特尔的 x86 系列和 RISC-CPU 相比在实数运算上要略逊一筹。但经过英特尔十几年来不懈地努力,后来居上,而其他厂商落在了后面。第三,英特尔从未拒绝新技术,它研制出两个不错的 RISC-CPU,只是因为它们前途不好,才停掉了它们。第四,在 RISC-CPU 阵营中,群龙无首,这几家做 RISC-CPU 的公司因为彼此在工作站方面是竞争对手,各自为战,互相拆台打价格战,最后 SUN 和 IBM 把其他几家工作站公司全收拾了,但它们也无力 and 英特尔竞争了,现在它们都用上了英特尔的 CISC-CPU。只有摩托罗拉才是最有可能成为 RISC-CPU 的老大,并和英特尔分庭抗礼的公司,但是摩托罗拉因为种种原因,迟迟未能进入 RISC-CPU 的市场,最后成全了英特尔在 CPU 市场上的地位。

PC 制造商之间的竞争也极为激烈。1985 年,由德州仪器前员工在德州休斯顿创立的生产 IBM-PC 兼容机的 PC 制造商康柏(Compaq)后来居上,取代了 IBM 的地位。当英特尔最新产品 80386 问世后,IBM 竟然一直没有购买。IBM 是英特尔 CPU 的最大用户,IBM 不买 80386 对英特尔来说事关生死存亡。IBM 迟迟不买 80386 让英特尔着实摸不着头脑。此时,IBM-PC 之父艾斯特利奇已被调离 PC 部门。但不管是谁掌管 IBM 的 PC 部门,也是要开发新机型的。

后来,英特尔才知道原因:那是因为 IBM 不相信英特尔能很快推出质量过关的 CPU。因为 IBM 的技术人员在开发 PC 时发现 80286 有很多问题。他们认为英特尔能解决这些问题就不错了,英特尔不会有时间和精力设计出性能更好、质量更高的 CPU 来。所以,IBM 对 80386 持观望态度。还有 IBM 的大型机都是 32 位的,80386 也是 32 位的,这样的话会对其大型机形成竞争局面。因此,IBM 的高层对于 80386 并不感冒。IBM 的老大心理也在起作用,他们认为 IBM 掌握着 PC 的标准,其他公司不敢贸然先用 80386 开发新机型。但是,IBM 想错了。康柏在 80386 推出后不久,迅速地在 1986 年 9 月推出了康柏自己的以 80386 为基础的 PC。康柏对 80386 寄予了厚望,认为它将引领新一代 PC 的潮流。康柏与英特尔进行了密切的合作,80386 的规格一出,康柏就开始了 386 PC 的设计工作。因此,在 80386 CPU 上市不久,康柏就推出了基于 80386 CPU 的 386 PC。康柏获得了巨大的利润,康柏因此成了 PC 业的领头羊。1986 年底,康柏进入了《财富》杂志世界五百强企业之列。改写了苹果公司以五年时间跻身世界五百强的记录。此后,其他的 IBM-PC 兼容机的生产厂商纷纷跟进,生产以 80386 为基础的 386 PC。1987 年初,80386 的需求大增,英特尔再次在半导体行业领先。

Compaq Motherboard for Intel 386 CPU

康柏此举在当时及计算机发展史上意义重大。当时 IBM 控制着 PC 的市场和技术标准。康柏敢于率先用英特尔的新型芯片设计新型 PC,实在是大胆之极。人们都认为 IBM 只要采取一些措施就能把康柏的新型 PC 挤出市场。但是,康柏的运气奇佳,IBM 未能迅速做出反应,实际上 IBM 根本做不出反应,因为在康柏推出 386 PC 时,IBM 甚至连一个 80386 CPU 都没有。IBM 太自大了,它在一年后才做出反应。此时康柏的 386 PC 早已在市场上站稳了脚跟。康柏此举打破了 IBM 在 PC 行业里的统治局面,从此,IBM 不再是 PC 行业的老大了。IBM 成为众多 PC 厂商的普通一员。PC 的发展从此后就不再以 IBM 为主宰来带动了,转而是由 CPU 生产厂商英特尔和操作系统开发商微软两家来决定。此后,人们称 PC 为英特尔-微软体系(Win-tel)。

80386 的成功得益于芯片开发的全盘规划。在芯片推出之前,英特尔就对整个开发计划进行了周密的部署。不仅考虑到了设计、制造等技术问题,还充分考虑到了如何与外围芯片的配合,甚至考虑到了如何使软件能更好地运行。英特尔还考虑到了市场、销售、和推广等一系列问题。英特尔为此实施了专案经理制,专案经理协调、管理、解决了新芯片开发的所有问题,大大加快了芯片的开发速度,80386 因此比原计划更早地推向了市场。

在 80386 的行销和推广应用上,英特尔做了重大调整。英特尔不再采用第二供应商的做法,不再向任何公司提供生产许可证,英特尔独占了 80386 市场。英特尔当时已清楚地认识了 80386 在结构上的优越性,它可以支持几代 CPU 的升级。独占了市场的英特尔,80386 的售价从 80286 的 40 美元上涨到了 150 美元,还是供不应求。

由于 80386 的成功,英特尔获得了高额利润。1987 年 4 月,英特尔从 1986 年亏损 1.73 亿美元,变成了盈利 2500 万美元,销售额达 4 亿美元。到了 1987 年底,英特尔的销售额达 19 亿美元。1988 年,英特尔的销售额达 29 亿美元。到了 1990 年代,英特尔的 CPU 市场占有率已超出了 80%,成了 CPU 市场的龙头老大,从此,英特尔与微软一起控制了 PC 的发展进程。

阅读与探究历史是很多人的习惯。大多数人都无法忍受对自己从事的事业和喜好的事物的缘由一无所知。于是,人们想尽办法去探究那些事业是在何时何地由谁所创、因何而生、及其发展沿革。这也是我写这些文章的缘由。然而在《硅谷传奇》的写作过程当中,我惊讶地发现了一些全新的东西,它不同于我以往的感受。大家清楚地知道,20 世纪是人类史上最为血腥残暴的岁月。很多民族在上个世代所遭逢的苦难都是空前的、史无前例的,尤其是中国人。但是,当我沉浸在 21 世纪的计算机网络中时,我会感受到一种令人喜悦的、源于内心的、超越种族、国界、价值观、超越既有疆界藩篱的共享自由和共享文明。和以往世代里,人们将战争、征服、殖民视作为文明象征的人相比,今天,由计算机网络带来的文明非常宝贵。尽管这一文明仅仅是一颗刚刚播下的种子。但我相信,这一由高科技播下的新文明的种子,将会有更大的收获,将会产生一种全新的、和谐的人际关系及网际关系,将会产生一种全新的生活方式和价值观。以往世代中,人类彼此掠夺的行为将会在未来社会中绝迹,共享自由、共享文明将会成为人类整体奉行的道德公理。过去的历史曾经告诉我们正义、公理、与理想的胜利,不过是昙花一现。但是,在 21 世纪的最初几年里,在计算机网民们的努力下,这一崭新的共享自由、共享文明的种子,已经展现出令人惊叹的前景了。这一切一定能创造出一个崭新的未来。而这一切都离不开 20 世纪中叶美国的贝尔实验室,离不开 20 世纪下半叶的硅谷和那些天才的发明家。霍夫就是其中的佼佼者。

来源:华夏文摘第一二四〇期(cm1501d)

本文由清华大学邵贝贝老师推荐。

微处理器改变世界

By Jack G. Ganssle

break points

微处理器改变世界

Microprocessors change the world

I have always wished that my computer would be as easy to use as my telephone. My wish has come true. I no longer know how to use my telephone.

—Bjarne Stroustrup

Everyone knows how Intel invented the computer on a chip in 1971, introducing the 4004 in an ad in a November issue of *Electronic News*. But everyone might be wrong.

TI filed for a patent for a "computing systems CPU" on August 31 of that same year. It was awarded in 1973 and eventually Intel had to pay licensing fees. It's not clear when they had a functioning version of the TMS1000, but at the time TI engineers thought little of the 4004, dismissing it as "just a calculator chip" since it had been targeted to Busicom's calculators. Ironically the HP-35 calculator later used a version of the TMS1000.

But the history is even murkier. The existence of the Colossus machine was secret for almost three decades after the war, so ENIAC was incorrectly credited with being the first useful electronic digital computer. A similar parallel haunts the first microprocessor.

Grumman had contracted with Garrett AiResearch to build a chipset for the F-14A's Central Air Data Computer. Parts were delivered in 1970, and not a few historians credit the six chips comprising the MP944 as the first microprocessor. But the chips were secret until they were declassified in 1998. Others argue that the multichip MP944 shouldn't get priority over the 4004, as the latter's entire CPU did fit into a single bit of silicon.

In 1969 Four-Phase Systems built



the 24-bit AL1, which used multiple chips segmented into 8-bit hunks, not unlike a bit-slice processor. In a patent dispute a quarter century later proof was presented that one could implement a complete 8-bit microprocessor using just one of these chips. The battle was settled out of court, which did not settle the issue of the first micro.

Then there's Pico Electronics in Glenrothes, Scotland, which partnered with General Instruments (whose processor products were later spun off into Microchip) to build a calculator chip called the PICO1. That part reputedly debuted in 1970, and had the CPU as well as ROM and RAM on a single chip.

Clearly the microprocessor was an idea whose time had come.

Japanese company Busicom wanted Intel to produce a dozen chips that would power a new printing calculator, but Intel was a memory company. Ted Hoff real-

HAPPY BIRTHDAY, MICROPROCESSOR

Read the rest of Jack's series in honor of the 40th anniversary of the Intel's 4004:

Part 1: "The microprocessor at 40—The birth of electronics" www.eetimes.com/4219412

Part 2: "From light bulbs to computers" www.eetimes.com/4228549

Part 3: "The semiconductor revolution" www.eetimes.com/4230164

ized that a design with a general-purpose processor would consume gobs of RAM and ROM. Thus the 4004 was born.

It was a four-bit machine packing 2,300 transistors into a 16-pin package. Why 16 pins? Because that was the only package Intel could produce at the time. Today fabrication folk are wrestling with the 22-nanometer process node. The 4004 used 10,000-nm geometry. The chip itself cost about \$1,100 in today's dollars, or about half a buck per transistor. CompUSA currently lists some netbooks for about \$200, or around 10 microcents per transistor. And that's ignoring the keyboard, display, 250-GB hard disk, and all the other components and software that go with the netbook.

Though Busicom did sell some 100,000 4004-powered calculators, the part's real legacy was the birth of the age of embedded systems and the dawn of a new era of electronic design. Before the microprocessor, it was absurd to consider adding a computer to a product; now, in general, only the quirky build anything electronic without embedded intelligence.

At first even Intel didn't understand the new age they had created. In 1952



Jack G. Ganssle is a lecturer and consultant on embedded development issues. He conducts seminars on embedded systems and helps companies with their embedded challenges. Contact him at jack@ganssle.com.

送自 2011年12月 "嵌入式系统入门"

GANSSE CONTINUES ON PAGE 31

第一台 TP801 单板微型计算机是怎样诞生的

作者：刘川贤

1978年,经过文化大革命后,我国高校教学、科研开始走上正轨的时候,对科技发展新动向很敏感的我校二系主任龚为珽老师,对国外七十年代以后出现并成为最热门的新技术——微处理器十分关注。他亲自带领二系几位老师(徐家栋、吴定荣、颜超及从射流研究室调来的刘川贤)成立自动化研究室,目标就是对准微处理机及其在工业自动化中的应用。为了壮大这支队伍,先后又调进陈平、靳彤老师及原二系优秀毕业生侯伯文等同志以及自装车间的技术人员及工人。但是在改革开放之初,我们既无资金,又无样机,无从下手。1979年除部分同志参与校组织的激光打印机研制工作外(注:我校激光打印机获北京市1980年科技成果一等奖),大家还是在查找和钻研微处理机资料的前期工作。一次偶然的时机来了:1980年初,香港一家公司在北京的一次展览会上,展出美国的一种教学用的Z80单板微型机,在给参观者表演此机的功能时出了故障。参展的香港商人不懂此种微型机的具体技术,通过当时我校科研处的李世伟同志,拿到研究室让老师们看一看。由于研究室老师事前钻研过微处理机资料,聪明能干的吴定荣老师很快找到该单板微型机的故障,并加以解决。第二天港商知道此微机修好的消息后十分惊讶!觉得北工大确实有懂行的人才。于是把此单板微型机送给了我们研究室,并建议与我校合作进行微机的开发、研究、生产。这对我们来说是求之不得的,双方很快达成协议。协议书规定由此家港商负责进口国外芯片、元器件,我们负责软件和硬件线路的开发。有了这台美国的样机,大家非常高兴,马上进行反复试验。徐家栋和颜超两位老师把单板机英文的资料翻译成中文;吴定荣等老师将其硬件吃透后,设计出新的单板机硬件。侯伯文老师用了几个晚上读懂并消化吸收了样机的监控程序(该机的系统软件)。侯老师又和吴老师紧密配合,重新编排了新单板机的监控程序。新型单板样机由研究室刘淑清等技术工人精心焊接。新机内存是原样机的四倍,功能也比样机更齐全,并可直接用在工业自动化和教学实验中。新样机完成并试验合格后,港商公司十分满意。双方共同为此新产品取名为TP801单板微型计算机。港商表示要立即批量进来芯片及必需的器件,由北工大生产。此时李世伟与我校原三系电子厂联系,让该厂转产(该厂以前生产稳压电源),专门从事TP801单板机的生产。这样又有了几十位技术人员和工人的生产厂家。不久批量TP801单板机投放市场;同时,由研究室龚为珽等老师编辑出版了有关单板机的教材;再由研究室老师主讲的TP801单板机原理及其应用的学习班一期又一期的举办。学习班在北京、在全国办了几十期,参加者蜂拥而来,效果非常显著。报名参加学习班的有从全国各地来的高校教师、科研部门和工厂的技术骨

干。由于在当时 TP801 单板机是我国第一台功能较好且实用性较强的单板机,全国各地厂矿企业、研究所及高校纷纷前来购买。各单位都是几十、几百台的购买,有一次清华大学一下子就购买一百台,以致于有时产品供不应求。北京工业大学也由此而在全国名声大振。全国许多专业人士异口同声地称赞北工大的 TP801 单板机是中国电子计算机发展的一个里程碑;北京工业大学电子厂是全国高校校办产业的典范等。北工大二系自动化研究室后来扩大为微机应用研究所。在已有的成绩基础上,他们继续努力,又完成了 TP803、TP805、TP807、TPSTD 等系列型号工业微机和几十种接口板的研制。还在工程项目的应用上做出了很大成绩;在培养工程硕士研究生人才方面有很多贡献。经济效益也是可观的,仅 1982 年一年就销售 TP801 单板机 2 030 台,香港销售 730 台;小打印机国内销售 1 731 台,香港销售 673 台;PS-1 电源,国内销售 993 台,香港销售 40 台,电子厂产值达 7079.2 万元,销售额 1031 万元,利润 513.6 万元,上缴学校 271.6 万元,有利地支援了学校教学改革。学无止境,科学研究无止境,教职工们在为国家的腾飞继续做着新的贡献。

通过 TP801 单板微型计算机这一著名产品的研制及生产的实例,我们可看到改革开放对我国科技进步、生产建设和经济腾飞起了多么巨大的促进作用!也可以看到我们北工大教职工有团结合作、刻苦钻研、不怕困难、敢于创新的优良传统!(作者:北京工业大学科技产业教授)

北工大微机应用研究室初期创业回忆

颜 超

看了你的文章,再次回忆起我们共同创建微机研究室的日子,有辛苦有收获。成绩是大家共同努力的结果,当然也有你我的付出。

——摘自龚为珽老师 2015 年 2 月 12 日回复我请他审阅本文的复信

最近,看到不少网站登载北京工业大学刘春贤教授的文章《第一台 TP-801,单板微型计算机是怎样诞生的》,文中写道:20 世纪 80 年代以后,在中国无论走到哪所理工科大学、研究院所及一些重要的工矿企业的技术部门,几乎没有人不知道 TP-801 单板计算机这一产品的!也因此知道了北京有一所北京工业大学及其电子厂!

TP-801 单板机起源于一个叫做微机研究室的小单位。

“文革”结束后,一次碰到原系副主任龚为珽老师。他清华毕业留校,20 世纪 60 年代初调到北工大任系秘书,主管系实验室建设,对我这个 20 岁出头、缺乏经验的办事员,多有精明和亲切的指导,我管他叫“龚头”。

说起今后的安排和打算,他说想组建一个新单位,搞前沿性的科研开发。当时百废待兴,教师中学习新学科的热情甚高。我对他说起自己热衷的三个专业方向:现代控制理论、信号分析和计算机辅助设计工作。龚头说:“这些方向重要,但也需要考虑学校的条件,重点应侧重联系工程实践。”为此,他提出搞微型计算机应用的构想,那时微型计算机刚在美国发表几年。

我从北京图书馆展览的进口新书以及西方杂志中找到一些资料向他报告,好几次我一早骑车到垂杨柳龚头家里,和他一直讨论到下午。他的夫人上班很远,孩子上学去托儿所等都要他照顾。一次大孩子说要解手,我们讨论热烈而没照顾,结果孩子憋不住在屋里解大便。龚头忙着清理,我也甚感狼狈,此情此景,记忆终生。

我们商量请谁加盟,龚头说,徐家栋是清华支援北工大成立时的骨干教师,来学校后接手创办电气实验室和开出新课,能干细心,有组织能力。吴定荣是清华毕业的党员,从设计院调来,有很强的联系实际和动手能力。我说与这两位都有过接触,了解他们的能力,印象深刻,能调来十分理想。应龚头邀请,徐、武二人欣然同意,调动很顺利。

当时没有设备和经费,从哪里起步?科委一位老师介绍我们去中科院高能所碰运气。接待我们的是一位四五十岁南方人,他说如果要和他们合作,最好是清华毕业,至少应该有讲师身份,我们中只有龚头是讲师,于是我们败兴返回。

跑了一上午，肚子饿得厉害，坐公交车到西单下车，龚头请大家在六部口吃包子充饥。回学校也没有办公室，我们几个人累了，就坐在马路边讨论下一步计划。

我们商定，需要储备微型计算机等方面的知识，充实队伍。至于项目，先从较小的单位寻找合作对象。大家一致认为需要成立一个名正言顺的单位，至少有个能落脚的房间。

我们分头行动，龚头和校领导说得上话，安排落实组建研究室的行政手续，得到4号楼顶层一间没有家具的房间做研究室办公室。同时从重组的射流研究室调进刘川贤、陈平和靳彤三位教师，从系里调进几位老实验员和年轻员工。

20世纪70年代末，中国科技代表团首次访美。代表团中一位清华的年轻计算机教授带回一本最新的微机应用著作(Microcomputer Based Design, 微型计算机基础设计)，建议科学出版社尽快组织翻译。出版社为慎重起见，将该书序言发给三位高校教师分别试译，经过资深编辑审核，我幸运“中标”。于是由徐家栋出面，邀请谈根林、中科院陈道文一起进行合译，呈请清华郑维敏教授校阅。这本书成为了研究室最初微机应用基础知识的资源和给研究生开课的蓝本。与此同时，为适应当时社会的微机发展的极大关注，我和出版社的三位编辑突击翻译了1977年美国出版的《微型计算机入门初学者的书》，1979年由人民邮电出版社发行，成为当时流行的微机扫盲教材。那时光华出版社进口国外科技书籍，我替他们写书评，待遇是可以借到新书，并允许阅读2到3周。由此，我有机会看到几本珍贵的图书，为我们的研究工作提供了关键的微机知识和信息。

一次，黑龙江省科委邀请我校教师开办微机讲座。当地一位听众坦诚而尖锐地提出，我们所讲内容中软件非常薄弱，点出我们知识的软肋。对正规的微机软件，当时我们几乎一无所知。至于微机硬件，那是根本就没见过，Z80 CPU芯片单板机是我们首次接触到的真正“微机”。

“文革”后，李世伟在重新组建的校科研处任职。徐家栋和李世伟在安化楼中是邻居，两人每天在楼道做饭相遇交谈，老李对研究室的组建发展给予了宝贵的支持。一天，他告诉徐家栋，在京展览会上一家香港公司展出了单板机，当时国内只有上海一个厂家堆积集成电路，制作体积大、具有微机功能而价格极其昂贵的产品。若能有机会看到真正的微机，我们当然会千方百计争取。

当天晚上，老徐带回由李世伟转交的香港公司英文材料要我们翻译，译成之后第二天转交港商。偏偏那天展览会上单板机出了事故。李世伟将它带回交给徐家栋，让我们给试着修理。心灵手巧的吴定荣居然在没有资料的情况下将其修复。港商十分高兴，顺利完成展览任务，作为答谢将这台单板机赠送给研究室。从此我们就有了开始实战了一点本钱。

不久，龚头留学日本，徐家栋负责全面的组织运转。吴定荣专研这台单板机的硬件结构，调入研究室的我系毕业生侯博文钻研该单板机软件，年轻员工刘淑清等人出色完成电子器件的焊接。1980年初，研究室仿制的TP-801单板机问世。转年，徐家栋和我找到市玻璃研究所，合作探索使用微机控制光纤拉制的项目。陈平等教师和研究所的技术人员合作，侯博文担

任单板机的程序编制。在大家共同努力下,项目获得成功,成为研究室成立后的第一个微机应用项目。

微机研究室的起步,很大程度上源于交逢单板机的机缘。单板机(SBC)是将包括微处理器、存储器、输入输出接口,以及简单的七段发光二极管显示器、小键盘、插座等外部设备组装在一块印制电路板上,具有简单计算机功能的设备。世界上最早的 SBC 是 1976 年英国 E&L Instruments 公司生产的,以英特尔 C8080A 微处理器为基础的 MMD-1(Mini. Micro Designer 1)。1977 年,台湾全亚公司推出以 Z80 为中央处理器的单板微电脑学习机,型号为 EDU-80,适于进行生产过程的控制,也可以直接在实验板上操作,适用于教学。

在北工大校领导的筹划支持下,学校在香港组建公司,与校内电子厂配合,生产 TP 单板机并拓展市场经营。另外,在深圳蛇口开辟了基地,即研究室的“第二战场”,由吴定荣带领几位留校研究生在那里进行技术开发。

当时国内另外两家很有实力的单位也在生产单板机。但北工大的单板机却能在全国叫得响,遥遥领先,很大程度上是由于北工大的培训以及技术服务及时到位。微机研究室在 TP-801 单板机的基础上编写了微机培训讲义,具有中学文化程度的人员都能读懂,学了就能实践应用。从南到北,从东到西,辐射到各个省市举办的微机原理和应用培训班,得到广泛欢迎。

北工大在国内微机开发应用以及生产销售的能力和业绩,得到各级领导单位,国内校、院、厂的认可,处于全国行业内领先地位。

当时,研究室开展了硕士研究生的培养工作。首批毕业留校的研究生成为研究室开发新产品的技术骨干。刘川贤等老师主持或参加的多项重大微机应用项目在国内赢得了好评和荣誉,几位同仁出色地承担了研究室行政管理和外联任务。20 世纪 80 年代中期,微机应用研究所正式成立,由龚为珽、徐家栋、吴定荣几位担当领导,研究室一派兴旺,发展壮大。

我曾经对兼任欧洲微处理和微程序协会主席的意大利米兰工业大学(Politecnico Di Milano)的萨米(M. Sami)教授介绍了 TP-801 单板机在中国和几个国家的成功应用,她认为这对欧洲经济较为落后的国家以及发展中国家的工业应用很有意义,邀请我撰稿介绍。我起草并和徐家栋、龚为珽合署名的文章《TP-801 微型计算机在中国:从一个小研究室走出来的小驮马怎样在一个大国得到广泛应用》(The TP Microcomputers in China:How little Workhorse From A Small Laboratory Become Widely Used in A Huge Country),入选 1987 年在威尼斯召开的欧洲微机处理和微程序会议,选入文集,由国际权威科学出版社爱思唯尔北荷兰(Elsevier, North Holland)出版。

20 世纪 80 年代中期,研究室(所)进入发展顶峰。如今时过境迁,我当时从单纯技术观点出发,力图通过微机网络开发使北工大在北京高校名列前茅。

我校当时不可能像清华北大那样得到上级的财务支持,需要自身筹措资金。一天,李世伟请徐家栋和我到他家吃饭晚饭。傍晚,校长樊恭杰、主管科研生产的副校长王泚和龚头陆续到达,谈话很快进入正题,讨论今后学校微机的发展方向。饭桌上的老樊敲定,今后以单板机系

统和微型打印机为主攻,开发市场,为学校创收。

如今,我已近杖朝之年。回想 24 岁登台讲大课,冒昧试行开卷考试,老樊鼓励加批评的谈话,留下许多亲切记忆,对他深存敬意。有一回,我半开玩笑地抱怨工资不涨、营养不足,老樊乐观地教我吃臭豆腐补营养的经验:关“牛棚”期间规定每顿饭只准吃两分钱的菜,他开始只吃咸菜,逐渐发现营养不够,臭豆腐比酱豆腐便宜,他学会了靠吃原来连闻一下都受不了的臭豆腐来补充蛋白,还说味道不错!如今老樊已驾鹤西去,想起他对研究室成长的操心和我这样不懂事理的教师的关怀,怎能让我不深切怀念!

当年,研究室研发、推进微机产品对学校 and 全国工业发展做出了贡献,培养出一批能文能武、出色的研究生业务骨干、青年教师和工程师,当然,这其中研究室各位领导,全体同仁团结一心,勤奋工作,功不可没。

北工大微机研究室已成为历史,但从上到下、不同岗位上的各位同事给学校留下了一笔勤劳创业的精神财富永存。

颜 超 北京工业大学校友

本文来自《岁月情怀——北京工业大学 55 周年校庆文集》。

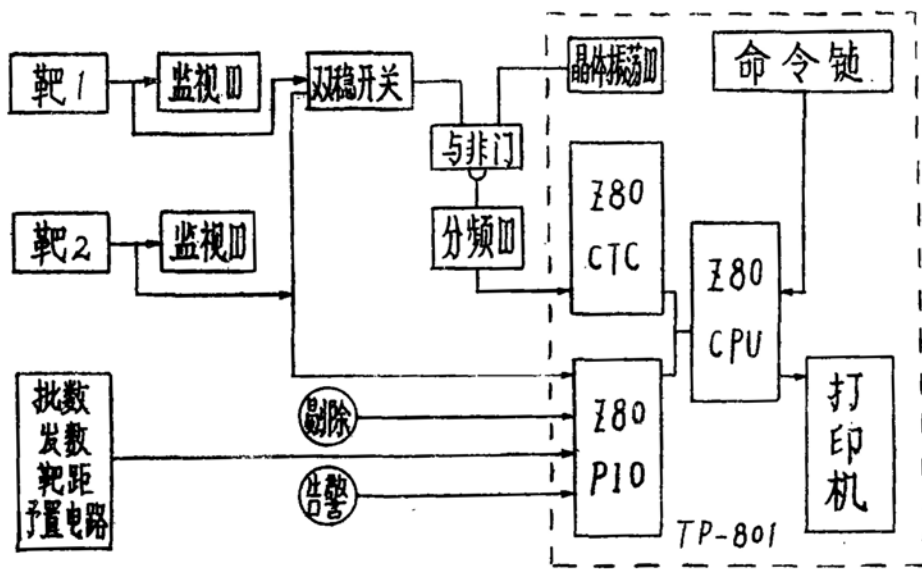
TP-801 单板计算机在枪弹测速试验中的应用

李允俊

枪弹测速试验是用来检验产品的主要依据,是科研、生产及验收所必不可少的环节。在枪弹测速试验中,用单板机自动进行测量—数据处理并立即打印出所测速度值,从而大大简化了过去仪器测时人工换算、人工记录的繁琐过程,提高了测量精度和可靠性,并使实验人员从大量重复的数据处理劳动中解脱出来,提高了工作效率。本文通过系统框图、程序流程图及部分接口电路介绍了单板机进行自动测量、数据处理及打印的设计思想和工作原理。

系统配置及功能

本系统由应用软件和硬件部分组成。其应用软件内容见图三程序流程图,而硬件部分包括 TP801 单板机(备有 TP-801 微型打印机),靶信号形成,监视电路,拨码盘数据输入电路以及相应接口电路(见图一)。



图一 测速系统配置框图

其主要功能如下:(1) 能准确地测量出弹丸飞行两靶间的时间值,并自动算出相应的速度

值,运算精度 0.1 米/秒。(2) 对交叉射击后每一发数据能够按其批数和序号进行分类并分批列出其速度的最大值和最小值、平均值及其偏差值。(3) 可在交叉射击过程中立即打印每发弹批号、序号及速度值,而且试验结束后立即分批打印出所有数据。(4) 能利用指定按钮随时剔除某一发数据。(5) 每次试验批数、发数及靶距均可按需要任意设定。(6) 本系统设有通一通、断一断两种靶工作方式的选择开关,以适应不同类型靶工作方式。(7) 可以监视靶系统工作状态,若有故障立即显示告警。(8) 可以自动删除超出指定数值范围的数据。

系统设计

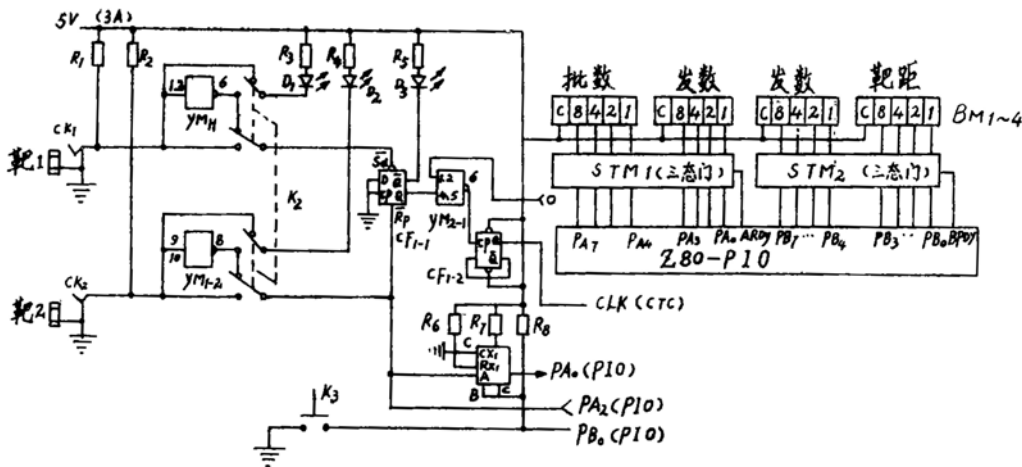
本系统设计有以下两部分:(一) 计时:将 Z80 - CTC 用软件编程方法设置为计时工作方式,在靶信号控制下对计数脉冲计数。由于 Z80 - CTC 单通道计数容量有限,不满足实际计数范围,利用 CTC 中断功能,用软件方法将某一寄存器作为扩展计数器。(二) 数据处理,打印及告警:为了读取数据并转入数据处理及打印工作,将 PIO 的 A 口设置为位控方式,并将其某一端与靶 2 信号线相连,以监视靶 2 的工作状态。当靶 2 信号有效时,PIO 立即向 CPU 申请中断转入有关服务工作。将软件方法读取扩展计数器的数据乘以 CTC 时间常数,再与 CTC 内容相加,然后乘以脉冲当量得到时间量值,最后除以靶距便得出相应的速度值。数据输入输出采用软件方法进行二进制数与 BCD 数之间的转换及 BCD 码与 ASC II 码之间的转换。还对所得数据进行分批存储。分批列出其速度最大值和最小值,平均值及其偏差。利用 TP - 801P 微型打印机打印出以十进制表示的数据。有时由于某种原因需要剔除某一发的数据,为此将 PIO 的 B 口也设置为位控方式,用手动方式向 CPU 申请中转,转入剔除服务工作,立仓在所需剔除的数据之后,紧接着打印出相应的标记,表示该标记前的数据已被剔除。此外,有时由于靶系统工作不稳定或者外界干扰会引起计数不正常。如只有启动没有停止信号或没有启动信号只有停止信号,在 CTC 中断断点处设置判断有无溢出的程序,以判断是否只有启动信号没有停止信号。一旦有溢出便立即告警显示并使计数器自动复原。另外,在数据处理开始时,通过检查计数器的内容是否为零,以判断是否只有停止信号而没有启动信号。一旦有异常数据就不做任何数据处理,立即告警显示,并使计数器复原返回等待计数的状态。为便于操作和直观起见,本系统采用外界置数方式输入批数、发数和靶距。即以 BCD 编码的拨码盘连接到 PIO,由 CPU 在数据初始化时分别读取有关数据并传送到指定的存储单元里。

工作原理

I、硬件

本系统硬件测速接口电路如图二所示。工作原理是:在开始试验之前首先用拨码盘分别置好批数,发数及靶距。然后开机,系统立即进入准备工作状态,等待靶信号的到来以转入计时和数据处理工作。当靶 1 信号有效时,经过极性转换,作用于双稳态 CF_{1-1} 置“1”端,开启与

门 YM_{2-1} ，系统时钟经 YM_{2-1} 和分频器 CF_{1-2} 作用于 CTC 的 CLK 端，供 CTC 计数。靶 2 信号到来时，经极性转换作用于双稳态 CF_{1-1} 置“0”端，关闭与门 YM_{2-1} 使 CTC 停止计数。与此同时靶 2 信号经单稳态 DW 展宽脉宽后作用于 PIO 的 A 口，供 PIO 申请中断，以转入相应的服务程序。 D_1 和 D_2 分别显示靶 1、靶 2 工作状态。 D_3 作系统告警显示。波段开关 K_2 用来选择靶的工作方式（如通一通，断一断方式等）。按钮开关 K_3 作为产生剔除申请信号，作用于 PIO 的 B_0 端以转入相应服务程序。当需要告警时，CPU 通过 PIO 的 A_2 端作用于双稳态置“0”端，使 D_3 显示以告警。



图二 单板机测速接口原理图

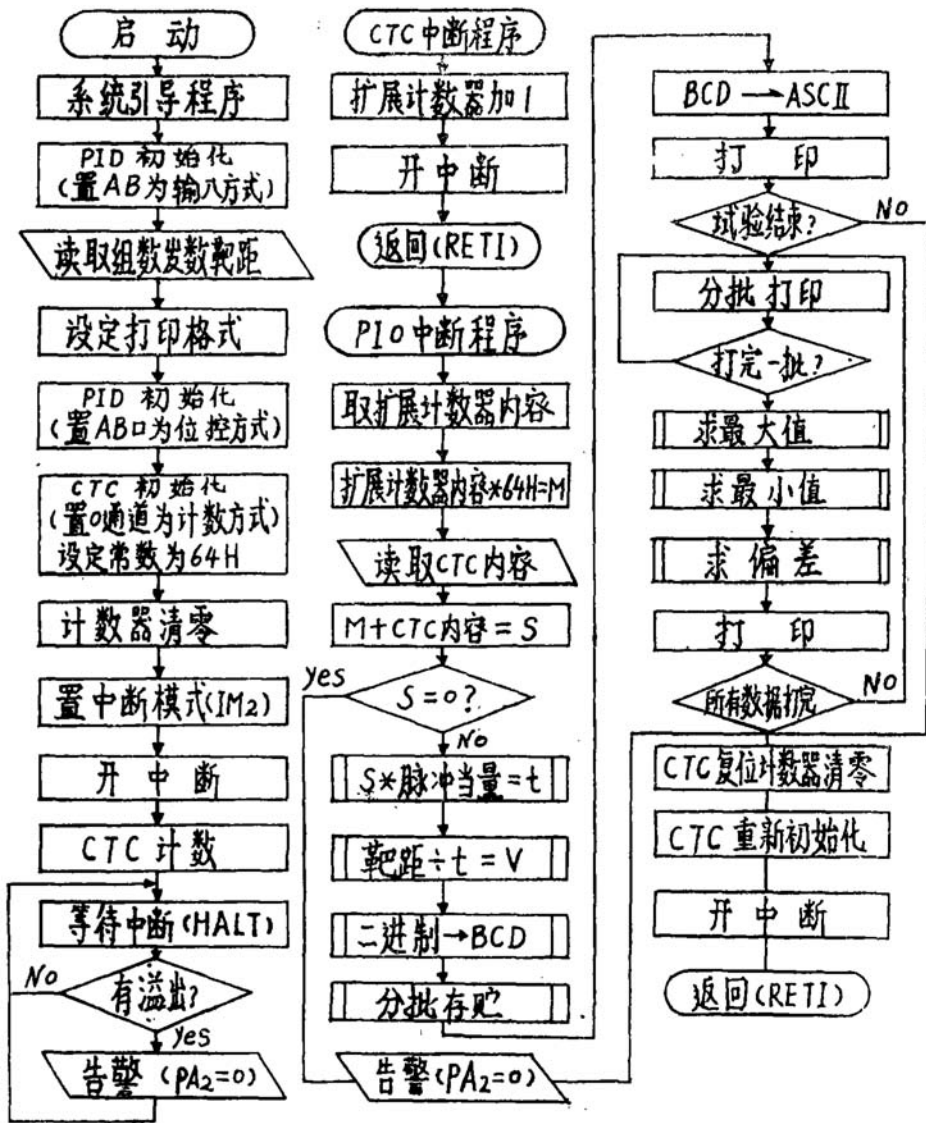
II、软件

在上述硬件基础上采用 280 汇编语言编制了系统程序。其程序流程图如图三。程序执行过程大致如下：

1) 准备工作。系统一启动，便执行系统引导程序，转入系统程序。首先将 PIO 的 A、B 口均设置为输入方式，读取靶距、发数及批数，并分别传送到指定单元里存储。其次，设置打印格式，将 PIO 的 A、B 口重新设置为位控方式，将 CTC 设置为计数方式。然后计数器清零，设置中断模式，开中断等待中断。

2) 计数工作。第一靶信号有效时，CTC 立即对其计数脉冲进行计数，当计完指定常数（100）时，便申请中断，使扩展计数器（DE）加 1，与此同时 CTC 又重新开始计数，直到第二靶信号到来时便停止计数。另外由中断返回主程序后，检查计数器的内容是否溢出，如有溢出便通过 PIO 发出告警信号。

3) 数据处理及打印工作。当第二靶信号有效时，系统进入 POI 中断处理工作。首先读取计数器的内容。并检查其内容是否为零，若是则告警并返回主程序，否则将所得计数器数据换



图三 程序流程图

算为速度，并经相应的数制转换立即打印出结果。根据枪弹测速试验是交叉射击的特点，编制了较灵活的自动变址软件，将同一批的各发数据依次存储在相邻的存储单元里。试验一结束，便立即分批打印出各发弹的数据，以及每批平均值、最大值、最小值及其偏差。最后将计数器清零，并使 CTC 复位，开中断返回主程序，以等待下一次试验。

结束语

本系统的计数脉冲频率为 0.998 236 MHz,是 TP-801 单机机时钟的二分频。如果换用 TP-801A 单板机(4 MHz)或利用补偿的方式(即读取分频器状态)都可以提高系统的测量精度。本系统经现场试验表明,满足现行测速试验要求。

本文来自《兵工自动化》1985 年 2 月刊,作者李允俊提供。

启东计算机厂简介

江苏启东计算机厂是国内单片机开发系统定点厂之一,该厂生产的单片机开发系统以门类齐全、质量优良、技术先进、功能强而赢得广大用户的信赖和欢迎,特别是棱环牌 DVCC-51 系列开发系统已荣获 1989 年部优产品称号。

DVCC-51-ED 开发型单片单板机

采用特殊的集成式硬件结构,同时综合、扩展了 DSG、DVCC 单片机开发系统及 TP801B、BIM PC/XT 优点,监控程序达 32 KB,一次性在线仿真空间达 64 KB,具有一键多用、光标提示、固化电压自动加入与关断、相对偏移量计算、多种检测等功能。操作方法与 TB801B 方式相同。若配上 TV 板,则可在电视机、CRT 上仿真 IBM PC/XT 系统机的工作。该机具有全屏幕编辑、汇编、打印、DEBUG 窗口调试,可以单拍、跟踪、断点、实时断点和连接方式运行目标程序,汇编还有停电保护、来电后源程序自动恢复。该机也可以采用零地址仿真,由于不占用户资源,因此复位后不会改变 8031 片内的 RAM 区内容,这有助于检查程序执行情况,这种功能为国内独此一家所有。该机也能固化 2 KB、16 KB 的 EPROM、E²PROM,可读 8051 以及 8751 在片 ROM/EPROM 内容,可与 IBM PC/XT、Apple II、中华学习机联机工作。

51 开发机可配接科大计算中心的 51 模拟仿真软件,98 开发机可配接 98 集成模拟仿真软件。

(启东计算机厂马圳北京经理严永彬)

联系地址:北京市西单北大街 2 号邮政编码:100032

本文来自《微机发展》1991 年第 1 期。

以 DSG-51 仿真器为开发工具 8031 单片机应用系统研制方法和实例

复旦大学 徐友勇

MCS - 51 系列单片机被誉为“到目前为止最佳的 8 位微机”，在智能仪器、工具控制 and 多机系统等领域，甚至在国外已得到广泛的应用。8031 是该系列的一个品种，具有应用灵活、价格便宜、功能强、可靠性好等特点，最适合于在我国推广应用。复旦大学计算机系研制成的 DSG - 51 仿真器为用户提供了廉价的 8031 单片微机开发工具。本文旨在介绍以 DSG - 51 仿真器为工具，8031 应用系统的研制方法。

(一) 总体设计

如同任何一个新产品设计一样，8031 单片机系统的研制过程是以确定系统的功能指标开始的，即首先提出课题。

例如，用户要设计一个电度表校验仪，用一个标准表 A 检测比较一个被表 B 的质量指标，传感器给出脉冲 M_A 和 M_B ，在用户给定的脉冲数 N_A 、 N_B 内，测出时间 T_A 、 T_B ，按用户给定的系数 K，计算并显示误差： $\Delta = (KT_B - T_A) / T_A$ ，结果以三位 BCD 码形式显示。 M_A 的周期为 3 秒、30 秒。

设计目标确定后，下一片是调研阶段，这个阶段的任务是查阅资料，根据市场信息选择元器件，确定微机机种，在尽可能提高性能价格比基础上完成总体设计。

例如，可供选择的微机芯片有 Z80、8035 和 8031，从集成度、系统价格、可靠性、程序设计的方便性、开发手段等角度出发，我们应选 8031 单片机作为电度表校验仪的微控制器。因为对处理速度方面的要求不高，因此系统设计的指导思想是能用软件实现功能，一律用软件实现，以降低成本。

(二) 硬件设计

MCS - 51 系列单片机的特点之一是系统扩展方便、接口设计简单，根据 MCS - 51 技术手册，接触过微机的工程技术人员，是很容易完成硬件逻辑设计的。在硬件设计时应注意如下几个问题：

• 元器速度匹配问题：

8031 的时钟在 1.2~12 MHz 之间任意选择，在不影响系统功能前提下，时钟频率选低一些为好，可降低元器件速度要求和成本，也利于提高可靠性。在选择高的时钟频率时，应选择和 CPU 时钟匹配的元器件；

• 负载问题:

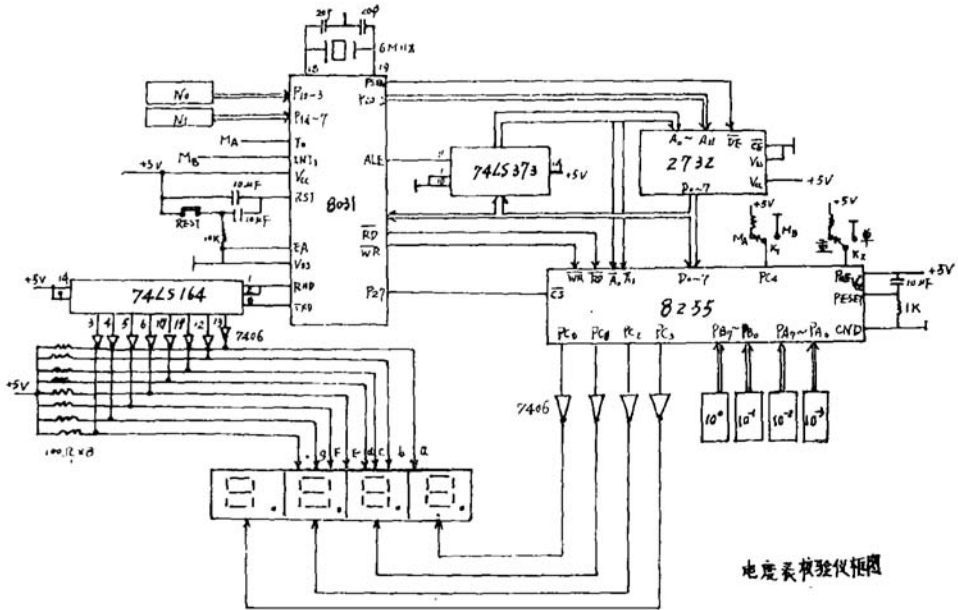
8031 外部可扩展 64 KB EPROM 和 64 KB RAM(I/O),但 8031 的 PO 口和 P2 口的负载能力是有限的,PO 口能驱动 8 个 74LSTTL,P2 口能驱动 3 个 74LSTTL 电路,硬件设计时应仔细核对 8031 PO 口和 P2 口的负载,若负载能力不够应加驱动,或用 MOS 电路代替 TTL 电路;

应具有良好的电源滤波系统,以提高可靠性。

为方便用户,参数输入用 BCD 码开关以 4 位 7 段显示器显示参数和结果,形式如下:

N _{A1}	N _{AO}	N _{B1}	N _{BO}
符号	×	×	×

校验仪硬件以 8031、2732、8255 三个集成电路为主构成,其逻辑框图如图—<1>所示。

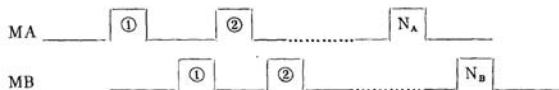


图—<1> 电度表校验仪框图

8031 的 PI 口接二位 BCD 码开关,作为予置脉冲数 N_A 、 N_B ,由 8255 的 PC4 的开关 K_1 的状态指示当前的二位 BCD 码 N_1N_0 为 N_A 或 N_B ,8255 的 B 口和 C 口接 4 位 BCD 码开关,作为输入系数 K ,8031 的串行口,选择方式。即移位寄存器方式,外接一片串行输入并行输出的 8 位移位寄存器 74LS164,作为显示器的段数据口,8255 的 PC0~PC3 作为显示器的扫描口,8255PC5 的开关 K_0 指示单次测量或统计测量。8031 外接一片 2732 作为程序存储器,地址为

X000H、XFFFH, 联机调试时可认为 8000H~8FFFH, 脱机工作时可认为是 0000H~OFFFH, 这样在 8000H~8FFFH 联机调试成功的程序, 脱机后将固化 EPROM 扦入系统便能正常工作(详见 DSG-51 仿真器用户手册), 实现一次性的仿真调试。8255 口寻址采用线选方法, 地址为 7FFC~7FFFH。

我们采用下面的测量方法:



在 8031 内部 RAM 中分别设立二个单元作为时间计数器 C_A 和 C_B , M_A 的 1[#] 脉冲下降沿允许 C_A 计数, N_A 脉冲下降沿禁止 C_A 计数, 同样 M_B 的 1[#] 非脉冲下降沿允许 C_B 计数 N_B 下降沿禁止 C_B 计数 C_A, C_B 的内容即为 T_A, T_B , 根据公式计算并显示结果。因此, M_A, M_B 的计数和时间计数器 C_A, C_B 的计数控制, 都由异步输入信号 M_A, M_B 确定, 宜采用中断方式。我们选择 M_A 作为 8031 定时器 T_0 的外部计数脉冲, M_B 为 $\overline{INT_1}$ 的外中断源, 后选择方式二计数方式, 常数为 FFH, T_0 引脚上的一次负跳变, 使 T_0 产生一次溢出中断, 其作用相当于边沿触发的外部中断请求, $\overline{INT_1}$ 工作于边沿触发方式。8031 的复位电路采取上电复位和开关脉冲式复位相结合的形式。

(三) 软件设计

8031 应用系统往往是实时控制系统, 用 MCS-51 汇编语言编写程序比较有效, 但没有高级语言方便, 从算法到程序都由软件设计人员完成, 比较费时。为了减少错误, 通常采用模块化设计方法, 按功能划分为若干个模块, 为每一个模块确定算法, 并设计一个流程图, 根据流程图编写、校对和调试程序, 容易发现和排除错误。

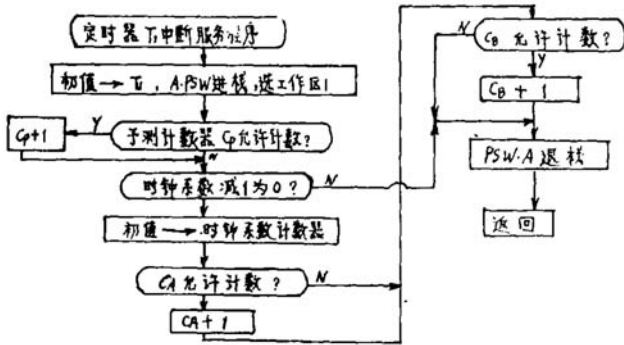
电度表校验仪的监控可划分成以下几个部分:

- 主程序: 工作单元和系统初始化, 读用户输入参数显示 $M_A M_B$ 的计数状态, 计算和显示结果;
- INT_1 中断服务程序: 计算时间计数器时钟频率, 启动和停止 C_n 计数, 对 M_n 计数;
- 定时器 T_0 中断服务程序: 启动和停止 C_A 计数, 对 M_A 进行计数;
- 定时器 T_1 中断服务程序: 在允许计数条件下, 分别对予侧计数器 G 和时间计数器加 1 计数。

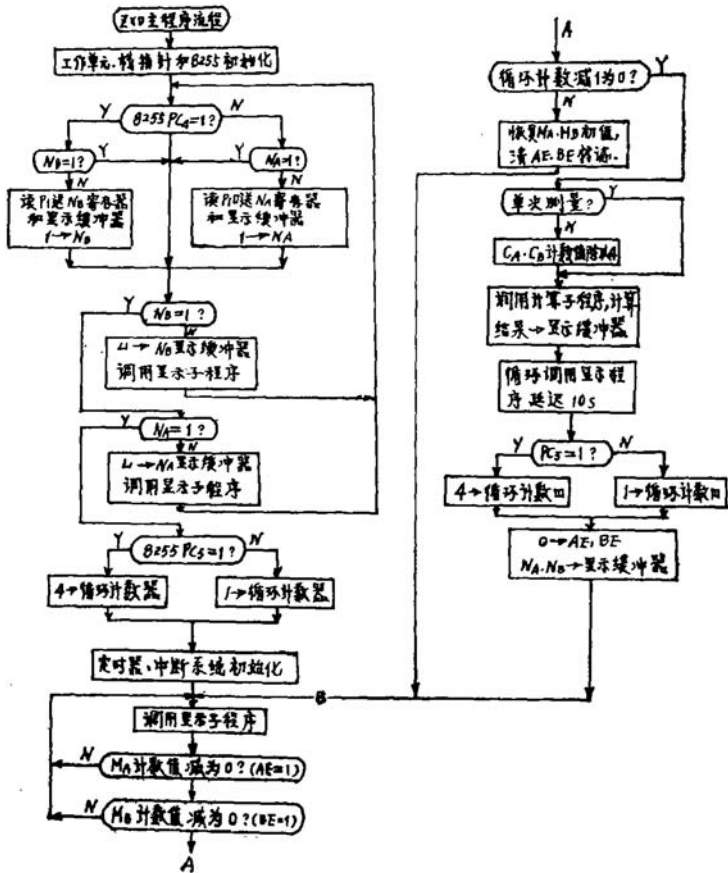
各部分程序流程如图—2~—4 所示。

(四) 源程序编译成目标程序

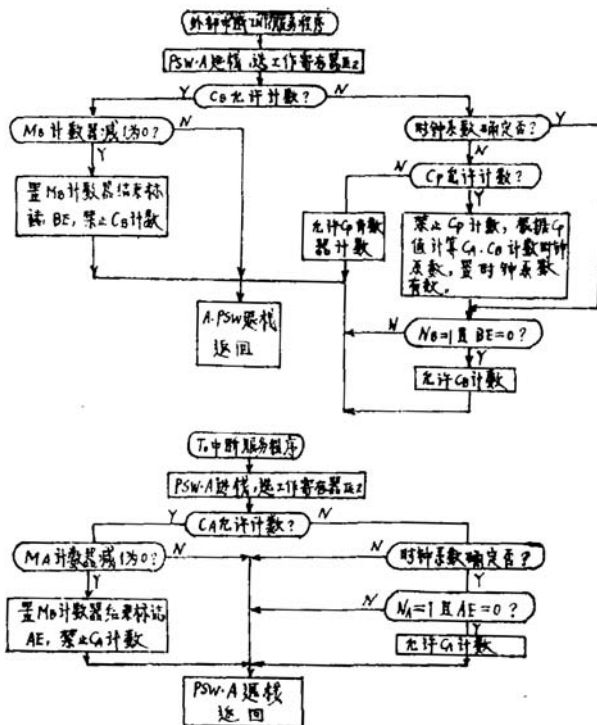
首先对程序存储器和数据存储器进行分配。将使用频率最高的数据缓冲器和工作单元分配在 8501 内部 RAM, 因 CPU 对 5031 内部 RAM 操作指令丰富, 执行速度快。不常用的数据缓冲器分配在扩展 RAM 甲, 软件标法设在 8031 内部 RAM 的位寻址区域 20H~2FH。用户



图—2



图—3



图—4

堆栈可设在 8031 内部 RAM 的任意区域, 实际指定堆栈区时应考虑到工作寄存器区和标志区, 在设计栈区深度时应占有 4 个单元的余地, 作为 DSG - 51 仿真器的暂借区。以 DSG - 51 仿真器调试的 8031 系统, 程序长度限制在 12 KB 之内, 按地址空间 8000H ~ AFFFH 进行分配, 其中, 8000H 为用户复位入口, 8003H、800BH、8013H、801BH、8023H 分别为用户中断入口, 这些入口安排, 一条相应跳转指令, 转到主程序和中断服务程序。因此, 要求用户系统程序存储器地址译码仅由 A0 ~ A₁₄ 形成, A₁₅ 即 P27 不参加译码, 前后 32K 程序空间重迭, 因此用户按 8000H、AFFFH 地址空间分配的程序, 联机仿真调试成功后, 固化的 EPROM 插入用户系统, 用户系统便能工作。源程序翻译成目标程序有二种方法:

- 手工汇编, 对照 MCS - 51 指令编码表, 将源程序逐条指令地翻译成机器指令, 机器码翻好后, 进行地址分配, 部分机器码在分配好地址后才能确定。对于转移指令应仔细计算偏移量和转移地址, 在程序块之间应由留出部分空隙以便调试中插入一些指令而不影响其余程序的目标代码。

- 交叉汇编: 我们已在 BIMPC 机上实现了 MCS - 51 的交叉汇编, 用户可在 PC 机上编辑 MCS - 51 源程序文件记录在盘上, 调用汇编命令将源程序翻译成目标程序, 形成程序清单文件和目标文件记在盘上, 需要时打印出程序清单。

(五) 硬件调试

当用户加工好实验样机以后,可进入硬件调试阶段,分二步进行:

- 脱机检查,根据硬件逻辑图,用万用表等工具检查样机连线的正确性,对电源系统极性、短路故障应特别注意,检查样机的地址总线、数据总线和控制线是否发生短路,用这种简单方法排除明显的故障。然后在没有扞电路情况下加电,检查各点电位是否正常。

- 联机调试,在样机中除 8031 和 EPR - OM 外扞上所有的元器件,用仿真扞头把样机和 DSG - 51 仿真器相连(请参照 DSG - 51 仿真器用户手册),分别打开 DSG - 51 和用户样机电源,加电后若 DSG - 51 能正常操作,说明样机总线无短路故障,不然样机中有短路故障,此时须断电检查样机线路,直至排除故障,能正常联机为止。接着在联机状态,在 DSG - 51 机上输入读写样机 RAM 和 I/O 口,检查读/写结果,观察样机 I/O 设备的状态变化,可以进一步检测排除硬机中的硬件故障(包括工艺错误和设计错误)。例如,联机调试 ZXD 样机时,将控制字 9AH 写入 8255 读 8255A 口和 B 口,若读出结果和 BCD 开关状态一致,说明 8255 和 8031 的连接是正确的,否则这部分有故障。用这种方法可草本排除样机硬件中的故障、样机故障包括元器件不合格 DSG - 51 和样机地线接触不良、电源纹波太大,8031 负载过重、线路短路、断路和逻辑设计错,这些故障的排除还有依靠操作人员的经验。

(六) 软件调试

在基本排除样机硬件故障后,便进入软件调试阶段。

- 程序输入:程序输入有二种方法:①利用 DSG - 51 仿真器和 BIMPU/XT 的通信软件,将存储在磁盘上的用户目标文件输入到 DSG - 51 仿真器的 RAM 内,用户可将 RAM 中程序转储到录音带或固化到 EPROM 作为付本备用;第二种方法根据程序清单,将目标程序在 DSG - 51 的键盘上人工输入,这是既枯燥又容易出错的工作,用户程序打入后应及时转储到磁带上,以免重复劳动。

- 程序调试

程序调试可以逐个模块进行,利用单条和设断方式运行用户程序,检查修改用户 8031, I/O 和 RAM 的内容,观察 I/O 设备操作可发现死循环、不响应中断、跳转出错,计算结果错误,这些错误也可能由硬件引起,通过不断地调整程序和硬件,实现各模块的功能。单条和断点运行方式都是非全速的,这些手段仅用来验证程序的正确性。而定时器精度和中断响应速度等指标只能用全速断点运行和连续方式运行来测试,当连续运行正常并达到预定功能指标后,软件调试告一段落。接着将用户程序固化到 EPROM,验证程序固化的正确性后扞入用户系统。联机运行用户系统中 EPROM 内程序,若操作不正常,说明程序存储器部分线路有故障,检测排除故障后直至正常运行,最后将 DSG 仿真器晶振打向用户晶振电路,运行有错,则样机晶振电路有故障;若能正常工作,则断开仿真扞头,将 8031 扞入用户系统,样机便研制完成。

本文来自《微型机信息》1986 年 1 月刊。

CC5-1 单片机通用控制板应用

634 所王艳华

一、前言

在 MCS-48、MCS-51、MCS-96 这三种系列产品中,我们采用 MCS-51 系列,通过使用,我们体会到 MCS-51 系列在结构配置上充分体现了最大限度地利用片上资源,面向控制,有足够的实时处理能力,并且具有高度、紧凑、规整完善的指令功能以及独特的逻辑处理能力和灵活的多机通讯方式。

由于单片机主要为面向实时控制的应用而设计,具有灵巧、通用、价格便宜容易使用和可靠性好。正日益应用于家用电器,仪器设备,自动装置等工业控制范围之中。尤其是对老企业旧设备的改造方面更具有时代意义,改造费用较少,可靠性较好,对外界环境适应性能较好并且便于改进。由于它所需要的管理较少,所以更使工程技术人员容易掌握。

二、应用

我们为 CC5-1 单片机通用控制板配备了监控程序和多功能的车床控制程序。在监控程序中我们完成了读、写修改内、外 RAM 和程序存储器、程序上移检查修正和执行用户程序的命令程序及相应的子程序等功能。这些命令程序都有自己的命令格式和使用操作方法,只要用户掌握了这些方法便可以利用它达到自己所要求的目的。用户还可以使用应用子程序灵活的运用到自己的程序中去,比如随机输入一个子程序、使显示器显示一个数据,就可利用监控程序中的读键盘、输出子程序的功能实现目的。

根据需要,我们还可以为其配备 A/D、D/A、CRT 监控、I/O 接口、打印机等功能程序。这将使我们的通用控制板功能更加齐全,更能发挥通用控制作用。

我们为其配备的车床控制程序是一个多功能的软件,它可以按照被加工零件的要求来对车床控制纵、横向走刀、走刀方向,走刀长度和进退刀速度,并且还可以控制车床主轴自元革变速,自动回转刀架和对零件进行修正的修正量等。从而完成对内、外圆、阶梯、割槽、倒角和注意锥度的加工。程序中可固化用户选定的四种走刀速度,并可通过键盘随机修改这四种速度,程序中具有三十多个零件加工程序库,根据用户需要还可以再扩展,用户可以将较常用的零件按指定格式编制成零件加工程序,把这些加工程序按编号固化在零件加工程序库中,还可以将临时需要加工的零件按编号要求随机输入加工程序,这样可达到多品种、小批量工件的成批生

产。可使加工质量稳定，一致性好，减轻工人的劳动强度。

每个零件的加工程序最大可达 99 道，每道程序最大走刀量可达 9999×15 个脉冲当量。在加工过程中具有暂停和快速进、退刀的功能。

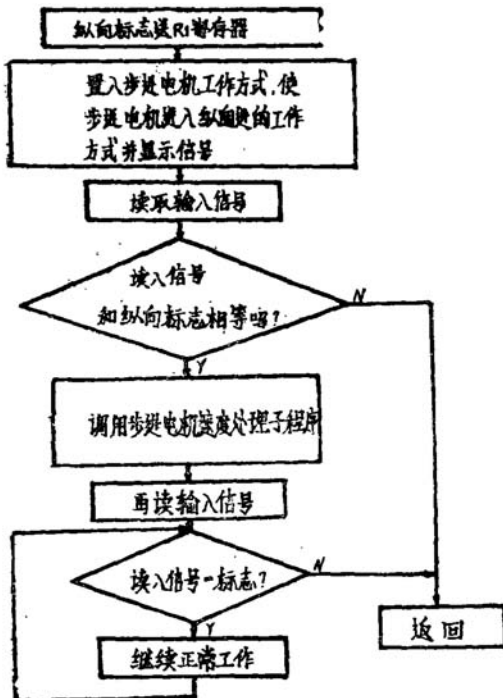
在加工过程中具有边加工边显示的功能，可供操作人员检查、校验零件的每道加工情况，以作出相应的处理决定。通用控制板具有横向进退纵向进、退四个功能键，操作人员可根据现场情况手动纵、横向进退功能键。

控制车床纵、横向走刀，我们采用了三相六拍步进电机分别按装在纵横向丝杆上、三相六拍步进电机的通电顺序为：A—AB—B—BC—C—CA—A，顺序改变一次通电方式，步进电机就正向走一步。按相反顺序 A—AC—C—CB—B—BA—A 通电，步进电机就反向走一步。

步进电机的距角为 0.75° ，若顺序改变 480 次通电状态，电机就转一周。如果步进电机与丝杆的传动比为 1:1，则步进电机三相由单片机控制顺序改变 480 次通电状态，便能使刀架移动一个丝杆螺距。

在程序中，我们对某个寄存器置入一个标志数，选中步进电机的工作方式，使其进入工作状态且开始工作。只要读入的信号和所置入的标志数相同，步进电机就继续工作，若不相同，则停止工作并返回。

下面我们仅以纵向进为例画一框图：



当做好一切准备后,对步进电机的输入地址单元发出启动信号,步进电机进入工作状态,每次步进电机工作之前,都要做一番判别处理,以决定纵向电机工作还是横向电机工作。

启动电机工作程序:

```

MOV      DPTR, #0330H      ;取横向标志
MOXV     A, @DPTR
SWAP     A                  ;高四位移低四位
MOV      RO, A              ;暂存 RO 寄存器
INC      DPTR               ;地址单元加 1
MOXV     A, @DPTR          ;取纵向标志
ORL      A, Ro              ;横、纵向标志“或”
ORL      A, #CoH            ;使用后六位
MOV      DPTR, #4000H      ;取步进电机地址
MOXV     @DPTR, A          ;将标志输入启动
RET      ;返回
  
```

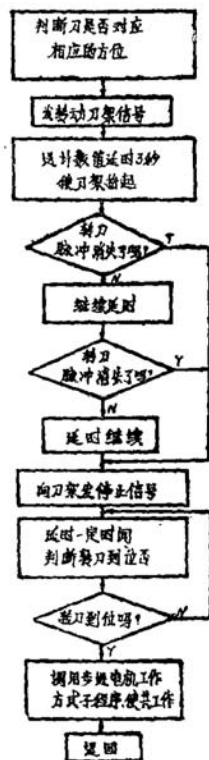
只要 R1 寄存器置入的标志不同,步进电机就会分别按照标志进行处理工作。调用不同的处理程序,能使步进电机正向或反向纵、横向进退。

控制车床刀架转位可以向一个方向在四个方位上转动,在加工过程中自动换四把刀,根据加工不同的工件采用不同的刀号。在零件加工程序里,每一道都指认该道程序所用的刀号。在加工过程中,当前刀号与上一道所用刀号相同时,不换刀,若不相同,则发转刀脉冲控制刀架转位换刀,刀架到位锁紧后发回答信号,一次换刀结束。

刀架每一次转几个方位是由转刀脉冲时间来控制的,每转 90° 发一信号,只要控制转刀脉冲的宽度,就可控制刀架转动方位的多少。转动刀架框图:

当我们量好电机工作方式,输入加工程序作好准备,就可以对零件进行加工。

由于在加工零件过程中涉及到不同的零件不同的走刀量、修正量、速度和零件形状以及加工过程中需要暂停或遇到某些特殊情况,还有归零、主轴变速、快速退回时间等方面的处理和实际而重要的方面,叙述起来将更为繁杂而冗长。所以本文不一一细述整个控制程序的细节。只作以上几个方面的介绍。



本文来自《微型机信息》1986年3月刊。

3H 高性能微处理器与单片机开发系统

北京三环电子有限公司 唐铭新

随着微机技术水平的不断发展,微处理器和单片机的开发工作也变得日趋复杂,越来越多的设计师们从实践中体会到:简易开发装置在功能和可靠性方面的不足,已不能满足需要,从而转向高性能、高品质、功能完善的开发系统。

北京三环电子有限公司是从事高档微处理器开发系统研究和制造的专业企业。十五年来,3H公司以制造高品质开发系统为目标,研制了多种专用大规模集成电路、专有技术和专用工艺,在系统仿真、信号分析,仿真器与逻辑分析仪交互调试技术、仿真噪声控制和仿真调试软件方面具有丰富的经验和精良的技术,产品性能达到国际先进水平,是开发、调试、维修、分析微机系统和智能化产品的理想工具。

3H MDS-5系列开发系统是一种集各种8/16/32位CPU在线仿真器、56通道逻辑分析仪、512KB仿真存储器、PLD通用编程器和程控数字信号发生器为一体的全交互式、高性能、通用型微处理器开发系统,它是我国目前微处理器开发系统中技术最先进、功能最完善的产品之一。

为满足广大设计师和高校师生对高性能、低价格单片机开发系统的需求,3H公司集十年研制MDS-54系列高档开发系统之经验,针对单片机的特点,采取最优化设计,于1994年推出技术先进、价格低廉的3H ICD系列超级单片机开发系统和3H ICE系列普及型单片机开发系统,为各层次的单片机开发应用提供了完善的开发手段。

3H高性能微处理器及单片机开发系统与各种简易开发装置有许多本质区别,主要表现在以下几个方面。

一、全透明实时在线仿真

3H开发系统采用自成体系的专门硬件和软件系统,通过接管目前CPU对用户系统进行开发工作,由于开发系统自备了仿真时所需的全部资源,因此没有“开发死区”。即仿真时不占用用户系统任何资源,如:CPU寄存器、存储器、I/O口、串行口、中断源等,仿真速度100%。3H开发系统具有严格的时序控制和噪声控制,可对各种复杂系统进行仿真。

二、完善的硬件断点调试功能

3H开发系统具有步进断点、宏单步断点、地址断点、键盘断点、全程自动断点等多种断点

调试功能。硬件断点由 3H 专用 IC 电路实现,不使用目标系统任何中断源,因此可调试中断服务程序。用户可在目标系统全地址范围(包括在用户系统 ROM 和 EPROM 中)设置硬件地址断点。

三、全空间可分段借用的仿真存储器

3H 开发系统 64KB~512KB 仿真存储器,具有 16MB 地址空间任意寻址能力,八个可借用段,每段最大容量 64KB,最小 4KB。允许用户以程序、数据或 I/O 空间方式借用仿真存储器,并提供写保护功能,可以支持用户在没有样机硬件或用户系统存储器为 ROM、EPROM 的情况下进行软件的设计和调试。

四、56 通道(40MHz)逻辑分析仪

3H MDS-55 开发系统配有 56 通道逻辑分析仪,最高采样频率 40MHz(25ns),存储深度 2K 采样周期/每通道。可提供仿真器同步时钟、内置标准时钟、组合条件时钟三种采样方式,实时跟踪断点前后 2K 周期内目标系统总线和任何节点信号(TTL 电平),并在 CRT 上以连续方式重现跟踪波形和数据。逻辑分析仪具有八组 56 路信号事件识别器和八层条件触发序列,用户可根据需要灵活设置各种断点跟踪条件,这些断点跟踪条件可以是程序运行地址、指令操作码、数据值、存储器操作、I/O 操作、CPU 控制信号、逻辑分析仪采集的硬件节点信号以及程序运行的地址区域,也可是上述各种断点跟踪条件的任意组合;逻辑分析仪具有完善的时标分析系统,可同时使用绝对时间标尺、相对时间标尺和屏幕双标尺对采集的波形进行相位、时序分析,采集的波形和数据可打印或作为文件存入磁盘,并具有信号搜索、波形数据比较、实时跟踪波形反汇编,程序结构宏观分析、模块优化、事件之间运行时间测定等多种高级功能。

五、仿真器与逻辑分析仪全交互式开发系统

3H MDS-55 开发系统采用总线式结构,将仿真器与 56 通道逻辑分析仪的功能融为一体并得到最大限度的充分发挥。在系统仿真时,仿真器与逻辑分析仪可同步工作,仿真器根据用户设置的断点跟踪条件监视、控制 CPU 的运行状态,逻辑分析仪则实时跟踪断点前 2K 采样周期内 56 路硬件接点处的波形(包括 CPU 控制信号),在断点处显示包括地址、数据、操作码、行号、语句/助记符、CPU 寄存器、存储器、I/O 口,程序运行时间、实时跟踪的 56 路波形及跟踪波形反汇编等系统软、硬件综合调试所需的大量信息。3H 公司独创的这种仿真器与逻辑分析仪全交互式开发系统为用户提供了强大的、非交互式开发系统所无法完成的系统软、硬件综合调试功能,使仿真技术进入了一个全新领域。

六、“3H 仿真窗”高级调试软件包

“3H 仿真窗”高级调试软件包,采用国际最先进窗口技术及中文 WNI95 调试环境,充分保留了 3H TextView 窗口调试的优秀功能,性能更完善,操作更简便。开发系统全部功能的选择、各种调试命令及调试参数的设置、检查、修改、删除、打印均可通过鼠标完成;对用户 在调试中需要观察的各种变量可在屏幕上以多窗口方式同时显示和修改,这些可同时观察的变量包括:CPU 寄存器、存储器、I/O 口、高级语言文本、汇编语言代码、程序运行地址、数据、过程、函数、指针、结构、树组、逻辑分析仪跟踪波形及跟踪波形反汇编等。

七、支持高级语言和宏汇编语言文本调试

3H 开发系统支持高级语言和汇编语言文本调试,支持高级语言与汇编语言混合编程调试及多模块复杂程序调试。可用高级语言语句行方式,宏汇编语言指令行方式及高级语言/汇编语言混合方式进行系统调试。当使用混合方式调试时,高级语言语句行(包括行号、语句、过程、函数、注释)和对应汇编语言指令行(包括地址、机器码、标号、助记符)将同时显示在调试窗口中。利用功能键可方便地实现三种方式的切换及各种调试方式下的断点设置。

3H 开发系统可以支持的调试语言种类包括:INTEL、IAR/ARCHIMEDES、KEIL/FRANKLNI、AD、3H 等公司的 C 语言、PL/M 语言和交叉宏汇编语言。

八、多种反汇编功能

3H 开发系统提供多种反汇编功能,包括:能直接生成源程序文本的对内存反汇编、能识别程序与数据的运行式反汇编、能直接生成源程序文本并自动加入标号的对磁盘文件反汇编以及逻辑分析仪实时跟踪波形反汇编等。3H 开发系统提供的多种反汇编功能为用户调试、分析系统提供了有力的工具。

九、3H EasyMake 51 集成编译软件

3H EasyMake 51 集成编译软件可帮助用户轻松、快捷地完成高级语言、交叉宏汇编语言及多模块、混合语言编程。在 3H EasyMake 51 中缺省设置了常规情况所需的编译链接参数,用户只需一键,即可完成各种复杂程序的编译、链接、转换,自动生成 3H 开发系统所需的全部调试文件,并允许用户自行添加编译、连接控制及选择编译模式。

3H EasyMake 51 支持的编译器种类有:INTEL ASM51、FRANKLNI A-51、3H MA8051、INTEL PL/M-51、FRANKLIN C51、ARCHIMEDES C-51 等。

本文来自《世界电子元器件》1999 年 2 月刊。

2001 年嵌入式系统及单片机 国际学术交流会暨产品展示会

前 言 PROLOGUE

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。而本次会议则是中国微机专业委员会单片机学组、清华大学和《电子产品世界》杂志社集体合作的又一次更大规模的嵌入式系统学术盛会,我们衷心感谢他们的辛勤劳动!

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。相信此次会议会进一步推动中国嵌入式系统的发展。

大会主席:  院士
2001 年 10 月

被沈院士总结为“空前绝后”的 2001 嵌入式系统及单片机国际学术交流会,部分照片。由电子产品世界原社长陈秋娜女士安排从档案堆中找出,扫描后发过来的。当时还没有数码相机。

本文由清华大学袁涛老师提供。

2001年嵌入式系统及单片机

国际学术交流会暨产品展示会

2001年10月31日~11月2日
北京·中国国际科技会展中心

展 览



大会共设立展位80余个。来自美国、日本、韩国、荷兰、以色列、中国香港、中国台湾等国家和地区的顶尖企业近七十家参展，包括摩托罗拉、美国国家半导体公司、AMD、Microchip、RADLAN、韩国ADC、飞利浦半导体、美国风河系统公司、NEC近十家世界知名高科技跨国公司，以及台湾华邦电子、台湾盛群半导体、台湾义隆电子、广州周立功、中科红旗、万利电子、珠海万禾等在内的中国著名企业。



2001年嵌入式系统及单片机

国际学术交流会暨产品展示会

2001年10月31日-11月2日
北京·中国国际科技会展中心

参 展 商



2001年嵌入式系统及单片机

国际学术交流会暨产品展示会

2001年10月31日~11月2日
北京·中国国际科技会展中心

参 展 商



2001年嵌入式系统及单片机

国际学术交流会暨产品展示会

2001年10月31日-11月2日
北京·中国国际科技会展中心

参 展 商



《电子产品世界》杂志社承制 15

第三届 “Motorola 杯” 单片机设计应用大赛获奖名单

1月20日由 Motorola 半导体亚太区总部、中国计算机学会微机专业委员会主办,本刊协办的“第三届 Motorola 杯单片机设计应用大赛”,在上海金茂凯悦大酒店举行了颁奖典礼。来自全国各地的 28 组入围队伍展示了设计作品。

Motorola 半导体亚太区单片机副总裁兼总经理黄建雄先生,中国计算机学会微机专委会主任徐培南院士,本刊执行社长陈秋娜女士为获奖选手颁奖。

黄剑雄先生在会上表示,业界今年对大赛的反应比前两届更为热烈,报名人数超过 1500 人,大会收到设计计划书近 300 份,参加者充分掌握了 Motorola 单片机技术,设计了一系列高性能、高科技产品。这反映出中国单片机技术的应用水平日益提高,标志着高科技在中国已经越来越普及。

第一名

湖北汽车工业学院 罗永革,余建强,刘珂路

MC68HC08GP32 单片机在电动汽车智能仪表系统中的应用

第二名

清华大学工程物理系 许庆丰

MC908GP32 为核心的智能 UPS 电源及一种可视化 MCU 电源设备开发工具

第三名

春兰制冷设备有限公司、合肥威狮智能电子电器厂 鲍于泉,栾爱东

电话遥控及群控型柜式空调控制器

上海日立电器有限公司 华建跃

直流变频空调器压缩控制器

优胜奖

清华大学工程物理系 梁玉峰,龚光华

智能电话门铃

上海新源变频电器有限公司 管洪飞,杨喜军,徐世良

MC68HC08GP32 在“一拖二”家用变频空调控制器设计中的应用

广东科龙电器股份有限公司,厦门华联电子有限公司

杨增广,温建平

冰箱温度控制系统设计

复旦大学计算机科学系 张友德,吴刚,唐志强

多功能居民社区安全系统的设计与研制

清华大学电子工程系、清华同方 满家汉,满伟
无位置传感器的小功率直流无刷电机驱动器

国家电力公司、扬州电讯仪器厂、河北工业大学精密仪器
系、解放军工电子工程学院(合肥),朱顺临,张辉,李丕根,
陈粤初,乔学军
食用菌环境因子控制仪

河北省邮电学校科研中心 李学海
多功能智能遥控电话报警系统设计
广西桂林市远征电子研究所 宋仁鉴,吴玲玉
防盗自动电话语音报警器

广西运通数据设备公司 曾少华
载波家庭网络控制系统

江苏省建设银行苏州分行科技处 刘军
伪随机相关辨识仪

无锡市康宁医疗设备开发公司 李泓
简易眼科 A 超测定仪

清华大学工程物理系 郑杨斌
智能辨伪点钞机

华东师范大学电子系 张铭虎,肖瑞华,孟海燕,金之宁
智能交互式信源/波表

中国科学院化工冶金研究所 刘勤
智能自动汽车防盗警戒器

天津市河北工业大学电气信息学院 孟宇

优秀奖

智能型太阳能热水控制系统设计

杭州电子工业学院 吴迎来,张祯
MP3 随身听(MP3)

浙江省余姚市 董晔
电动轮椅自控系统

复旦大学电子工程系 朱海东,周磊,陈忠明
基于 PID 的数字冰箱控制系统

上海三德电子有限公司 黄宗德
使用要 MC68HC908JL3 的空调控制器

海信技术中心智能所 毕舒展,周鹏,林强强,周东辉
两腿步行玩具机器人控制系统设计及实现

深圳大学信息工程学院 EDA 技术中心 李昆华
用户可配置的气体报警器控制芯片

江苏昆山市 沈谨艺
智能三相电机监控开关

广东理工大学 欧益杰
智能中药煲

本文来自《电子产品世界》2000 年 2 月刊,由王莹提供。

加盟单片机阵营的 Motorola 16 位 DSP

清华 Motorola 单片机应用开发研究中心 杨世明 邵贝贝

当今嵌入式系统应用可以分为控制和运算两大类。控制类应用主要由单片机(MCU)来完成,如各种工业控制应用;运算类应用则主要由 DSP 来完成,如 MP3、MPEG 等编码解码和音频视频的压缩解压缩等等。

但很多嵌入式应用是运算强度比较大,同时又具有完整的控制功能的系统,比如,一个完整的 MP3 播放器,它即要有大运算量的解码部分,也必须有键盘、液晶、外部 Flash 存储器、DAC 等控制和显示部分。这种系统的一般解决方法是算法部分由 DSP 来实现,大部分的控制功能用另外的部分,如 MCU 或是 FPGA 等其他器件来实现,如 MCU 或是 FPGA 等其他器件来实现。这样做不信增加了系统的复杂性,同时也提高了成本。所以,这类系统需要一个更好的解决方案,基于此,特向读者推荐 Motorola 公司的数字信号处理器(DSP)产品。

Motorola 公司是全球最主要的 DSP 提供商之一。最新一代的 Motorola DSP 产品采用 Start Core 内核,性能上有进一步地改进,这一代产品以 MSC8101 为代表。

虽然 Motorola 公司的 DSP 产品没有 TI 的同类产品知名度高,但是它们主要面向控制,有其自身的定位和特点。特别是随着大规模集成电路技术的发展,由 FLASH/RAM、I/O 模块以及各种外设模块加上 DSP 的内核所构成的 Motorola DSP 产品,既具有强大的运算能力,又具有强大的控制能力,集合了 MCU 和 DSP 的优点。本文主要从 16 位的 DSP56800 系列产品出发来介绍该类数字信号处理器的结构特点。

DSP56800 系列的性能

16 位的 DSP56800 系列产品采用 56800 Hawk VI 内核,该内核的部分特点如下:

- 关键部分采用双哈佛结构,支持并行处理;
- 80 MHz 时钟频率下可达到 40MIPS 的指令执行速度;
- 单指令周期可以完成 16 位 \times 16 位的并行乘-加运算;
- 支持 15 种不同的寻址方式;
- 具有两个带有扩展位的 36 位累加器;
- 支持 16 位双向循环移位。

DSP56800 内核主要由算术逻辑单元(ALU)、地址产生单元(AGU)、程序控制单元(PC)、总线经和位操作单元、片上仿真单元 OnCE 和内部总线等几部分组成。

DSP56800 系列中除了最早的 56824 采用 0.35 μm 工艺,最高运算速度为 35MIPS 外,其他都采用 0.25 μm 工艺,运算速度可达 40MIPS。这么高的指令执行速度足以应付一般的嵌入式应用,即使对运算速度要求较高的 MP3 播放器以及数码相机等应用,它们也足能胜任。3.3 V 的 I/O 电压和 2.5 V 的内核电压大大降低了它们的功耗,适合用在各种低功耗、以及电……

表 1 DSP56800 系列的内部存储器一览表

存储器类别	56824	46F801	56F803	56F805	56F807	56F826	56F827
程序 Flash(字长)	32K(ROM)	8 K	31.5 K		60 K	31.5 K	63 K
程序 RAM(字长)	128	1 K	512		2 K	512	1 K
数据 Flash(字长)	2 K(ROM)	2 K	4 K		8 K	2 K	4 K
数据 RAM(字长)	3.5 K	1 K	2 K		4 K	4 K	
引导 Flash(字长)	—	2 K					

本文来自《电子产品世界》,由王莹提供。

单片机开发环境 ——北京单片机联谊会专题研讨

北京理工大学计算机系(100081) 马忠梅
中国单片机公共实验室(100101) 吕京建
北京麦克泰软件公司(100083) 何小庆

北京单片机联谊会于1998年6月13日在北京航空航天大学出版社举行了第二次研讨会,研讨会的题目是:单片机开发环境与设备。出席本次研讨会的人员有首次会议的全体人员 and 在京的单片机开发工具厂家:三环电子有限公司、上海中晶电脑北京分公司、旋极科技公司、中软计算机研究所等。本次研讨会主要围绕各种开发环境的介绍与评价、高级语言开发技术的普及与推广、最新单片机的开发环境特点和开发环境的发展前景。

20世纪80年代中期单片机进入我国,十几年来单片机的应用领域日益广泛,用户之众,形成了计算机领域的一个很有影响的分支。单片机在国内之所以能够得到广泛的应用,得益于国内自行研制的价格适中的单片机开发工具。国内大部分单片机开发人员使用汇编语言编制程序,小作坊的做法,重复劳动量大,不利于知识的共享和单片机的产业化。随着国内单片机开发工具研制水平的提高,普遍能够支持C语言的使用和调试,为使用高级语言提供了硬件条件,北京航空航天大学出版社出版的《单片机的C语言应用程序设计》一书,为单片机使用高级语言提供了软件条件。单片机学会也在进行单片机的高级语言普及推广工作,让国内单片机的开发水平上一个新的台阶,以进一步发展到在单片机上使用实时多任务操作系统(RTOS)。在RTOS的支持下,单片机的程序设计更简单、更可靠、实时性更强。在智能要求高的场合可使用“大单片机”——嵌入式微处理器,嵌入式系统的程序设计很大程度上依赖RTOS。为此,本次研讨会特约三个专题发言:C语言的开发环境及其普及推广、RTOS与开发平台、嵌入式微处理器的开发环境。

与会者就国内单片机开发环境的现状进行了交流,认为可以从以下几个方面衡量单片机开发工具:

1. 占用用户资源

简易型单片机开发工具,采用单CPU,而且不是专用开发芯片,或多或少占用一部分目标系统资源。

2. 支持高级语言

支持C语言,支持多个厂家的编译器,能否源码调试,支持RTOS。

3. 集成开发环境(IDE)

集编辑、汇编或编译、连接、装入、调试为一个开发窗口。

4. 断点的设置

采用硬断点才能更好地支持调试。

5. 实时跟踪

具有状态跟踪或逻辑分析部件,仿真器与逻辑分析仪溶为一体的全交互开发系统是最理想的软硬件综合调试工具。

下面是三个专题发言:

1 C 语言的开发环境及其普及推广

单片机体积小、重量轻、具有很强的灵活性而且价格不高,越来越得到广泛的应用。高速的应用场合应该选用 16 位 32 位单片机,低速应用场合仍是 4 位单片机的领域,其中间适用的是 8 位单片机。8051 在小到中型的应用场合很常见,已成为单片机领域的实际标准。80 年代中期,Intel 公司将 8051 内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名 IC 制造厂商,如 PHILIPS、AMD、NEC、OKI、西门子和 Atmel 等,这样 8051 就成为有众多制造厂商支持的、发展出上百个品种的大家族。随着硬件的发展,8051 软件工具也取得很大的发展,并开发出多种 C 语言编译器及 RTOS。因而 8051 系列单片机是单片机教学的首选机型。

C 语言是一种记述性程序语言,它是比较靠近硬件与系统的,即与汇编语言比较接近。C 语言既有面向硬件和系统,象汇编语言那样可以直接访问硬件的功能。又有高级语言面向用户、容易记忆、便于阅读和书写的优点。现在,C 语言已风靡全世界,成为世界上应用非常广泛的主程序设计语言,成为微、小、大和巨型机等各类计算机共同使用的语言。广泛应用于系统软件、应用软件以及数据处理等各个领域。C 语言伴随着 PC 机的普及已经得到了前所未有的推广,各高校无论电类还是非电类专业都开设 C 语言课程。

C 语言之所以能具有强大的生命力,成为国际上公认的最重要的少数几种通用程序设计语言之一,固然与它产生的环境及历史背景有关,但起决定作用的是它自身的特点。概括起来是:简洁、灵活,表达能力强,代码质量高,结构化程序,可移植性好。C 语言是一种编译型程序设计语言,它有功能丰富的库函数、运算速度快、编译效率高。C 语言是一种结构化程序设计语言,它支持当前程序设计中广泛采用的由顶向下结构化程序设计技术。C 语言程序具有完善的模块程序结构,从而为软件开发中采用模块化程序设计方法提供了有力的保障。用 C 语言来编写目标系统软件,会大大缩短开发周期,且明显地增加软件的可读性,便于改进和扩充,从而研制出规模更大、性能更完备的系统。

8051 系列单片机作为工业标准地位,从 1985 年开始就有 8051 单片机 C 语言编译器,简称 C51。下面以字母顺序就各公司的编译器作简要介绍。

(1) AMERICAN AUTOMATION

编译器通过 #asm 和 endasm 预处理选择支持汇编语言。此编译器速度慢,要求汇编的中间环节。

(2) ARCHIMIDES

它的鼻祖是瑞典的 IAR,是支持分组开关(Bank)的编译器,集成环境类似 Borland 和 Turbo. C 编译器可产生一个汇编语言文件,然后再用汇编器。

(3) BSO/TASKING

它是一家专业开发和销售嵌入式系统软件工具的公司。它生产基于 Windows 的集成开发环境、调试器和交叉模拟器,支持鼠标器、界面友好。软件格式符合 Intel OMF - 51 和 Intel Hex 标准,它的汇编器和 Intel 汇编器兼容。

(4) DUNFIELD SHAREWARE

它是非专业的软件包,不支持 float, long 或结构等。它不产生重定位代码。

(5) FRANKLIN

它的鼻祖是 Keil,在代码生成方面领先,可产生最少的代码。它支持浮点和长整数,重入和递归。它不提供库的源代码,不能生成能汇编的汇编代码,仅产生混合代码,只能修改后汇编。若使用汇编语言,必须分开汇编程序,然后手工连接。若使用单片模式,它是最好的选择。Keil/Franklin 专业级开发工具 PK51,支持 DOS 和 Windows 环境。

(6) INTERMETRICS

它的编译器用起来较困难,它要由可执行的宏语句控制编译项、汇编和连接。且选项很多。

(7) MICROCOMPUTER CONTROLS

它不支持浮点数、长整数、结构和多维数组。Define 不允许有参数,称作 C 编译器很勉强。它生成的源文件必须用 Intel 或 MCC 的 8051 汇编器汇编。

Franklin 以它的紧凑代码和使用方便领先;Archimedes 以它性能完善和资料完善领先。Bso/Tasking 以它支持的单片机产品系列较多领先。国内流传的是 Franklin V 3.20 和 Archimedes V4.05。Archimedes 连接时需使用“连接程序控制文件”,使用起来比较复杂。Franklin 更适合单片机的程序设计教学。现在销售的单片机仿真器普遍支持 C 语言的使用,但要注意的是断点的设置分为硬断点和软断点,只有支持硬断点的单片机仿真器才能很好地支持 C 语言的调试。

过去长时间困扰人们的“高级语言产生代码太长,运行速度太慢不适合单片机使用”的致命缺点已被大幅度地克服。目前,8051 上的 C 语言的代码长度,在未加入人工优化的条件下,已经做到了最优汇编程序水平的 1.2~1.5 倍。可以说,比得上中等程序员的水平。目前,8051 系列芯片中,片上 ROM 空间做到 16/32K 字节得已经很多,代码效率所差的 20%~50% 已经不是重要问题。执行速度的问题,只要有好的仿真器的帮助,用人工优化关键代码就是很

简单的事了。如果谈到开发速度、软件质量、结构严谨、程序坚固等方面的话,则 C 语言的完美决非汇编语言编程所能比拟的。

采用 C 语言,可针对单片机常用的接口芯片编制通用的驱动函数,可针对常用的功能模块、算法等编制相应的函数,这些函数经过归纳整理可形成专家库函数,供广大的单片机爱好者使用完善,这样可大大的提高国内单片机软件设计水平。国外嵌入式系统的程序设计也是采用 C 语言,我们可以借鉴它们的编程经验,进行交流,达到和国际接轨的目的。因而,用 C 语言进行 8051 单片机程序设计是单片机开发与应用的必然趋势。

2 RTOS 与开发平台

CMX RTOS 和 ESP RTXC 是中国单片机公共实验室经过几年的考察,认为比较适合中国的国情后,才引入中国市场的嵌入式实时多任务操作系统。这两家公司都是嵌入式领域中专门做实时操作系统的公司。它们都是优秀的 RTOS,都拥有上百人年的嵌入式软件产品,而且都提供源代码,便于中国工程师的理解、应用以及创新。

为什么使用 RTOS 是必要的?首先,多任务帮你避免了嵌入式应用开发过程中出现的令编程者头痛的问题。系统调用是规格化、标准化的。程序可读性更强,程序员相互配合编程也更有一致的定义。第二不象其它多任务操作系统,嵌入式操作系统非常小而且和控制有关。它们的设计是用来非常快而有效地处理实时的输入和输出。应尽可能使用一种商品化的操作系统而不要自己编写。

2.1 CMX RTOS

CMX RTOS 是一个多任务实时内核,主要应用于 8 位以及 16 位的单片机应用场合。CMX 以 C 编写,而且提供了一系列的内核服务方便用户编程。CMX 实时内核具有重新配置(可裁减)功能,用户可以根据应用的实际要求在系统中只包含必要的内核服务。CMX 提供了一个操作系统内核和一系列函数调用。这内核可以完成对任务的控制、发送和接收消息、处理事件、控制资源、用不同方法控制定时、提供内存管理、任务切换和中断。CMX 还提供了 PC 机上的程序开发平台 Pcperto,可以在 PC 机上实现快速的应用开发。CMX-CAN 是一个复杂的 CAN 总线应用接口软件包作为 CMX 的扩展。CMX-TCP/IP 是一个可移植、高性能的专家库函数。CMX 的 PCMCIA 在其提供的一系列函数调用中实现了 PCMCIA 的存储映射。

2.2 ESP RTXC

RTXC 是 C 语言的实时执行体(Real-Time eXecutive in C)的缩写。RTXC 是一种灵活的、经过工业应用考验的多任务实时内核,可以广泛用于各种采用 8/16 位单片机、16/32 位微处理器、DSP 处理器的嵌入式应用场合。RTXC 的一系列内核服务功能可以管理任务和时间,使任务和事件同步,并实现在任务之间传递数据。RTXC 的丰富功能还包括可裁减功能,用户可以根据应用系统复杂程度只需在系统中包括必要的 RTXC 内核服务功能即可。RTXC

是自成体系的,包括所有的源代码,以及使用多任务软件结构开发应用程序所需要的一切,其中有 RTXC 实时操作系统内核,安装和调试工具,样板应用源代码和驱动程序。RTXC 在设计中充分利用它所支持的每一种处理器的结构特点。针对所支持的每一种 C 编译器,RTXC 对其 C 源代码进行优化。RTXC 有许多附加的扩展功能模块,如 RTXCio、RTXCfile、RTXC-net 以及 XpresNET。特别要说明的是 XpresNET,它在 RTXC 中是一个独立的模块,是专门为网络通信而设计的。

2.3 RTXC 与 CMX RTOS 比较

两者都是嵌入式领域中基于优先级的抢占式实时多任务操作系统,而且代码都用 C 语言编写的。这两个系统在源代码方面都提供全部的源代码,而且用户生成的嵌入式代码无需考虑版权问题。

从内核服务方面的比较来看,ESP 公司的 RTXC 在任务、内存、资源、信号量、消息、队列、定时器、中断管理以及一些特殊功能上提供了一共有 73 条基本服务。其它 ESP 产品也会带来一些扩展的功能调用。CMX 的内核基本服务共有 61 条(其中 UART 部分为 15 条),包括的内容有任务、事件、队列、内存、消息、资源、循环定时器、UART 以及一些系统特殊服务。

从系统任务的调度方式来看,ESP 公司的 RTXC 在多任务调度方式上具有抢占式,轮流查询、时间分片三种方式。而 CMX 的 RTOS 在任务调度方式上也是三种,它们分别是抢占式调度,协作式调度、分时调度。

在 ESP 的 RTXC 中,任务间通信与同步可以通过三种对象来完成,它们是信号量、消息和队列。利用这三种对象的管理机制以及所提供内核服务能使应用程序方便地达到任务间的各种联系需求。而在 CMX 的 RTOS 中,任务之间可以利用邮箱、队列、事件来完成。但 CMX 只提供了较为简单的任务间同步与通信的机制。

3 高档嵌入微处理器开发工具和 RTOS 现状和发展

在单片机的应用中有这样一些用量虽然不大,但作用重大而且功能很强的‘大单片机’我们称做‘高档嵌入式微处理器’。具有代表性并一定市场占有率有,X86(Intel,AMD,NS),68K,PowerPC(Motorola)i960,ARM,MIPS,SH 等。高档嵌入微处理器开发工具与一般单片机的开发工具无论是在功能,性能,品种都有很大的不同,目前此类工具的供应商主要来自美国和欧洲:

1. 编译器:

C/C++是高档嵌入微处理器基本起点。提供高档嵌入微处理器厂家:Microsoft(x86),Borland(x86),Microtec(68k,PowerPC,x86,i960),Intel(i960),Diab(PowerPC,68K),GreenHill(68k,PowerPC,MIPS,X86)。

2. 调试器:

支持 C/C++，多任务，网络开发，多种与目标机的连接方式(软仿真，监控程序，BDM/JTAG, ICE, RTOS)是高档嵌入微处理器调试器的重要特征，厂家主要有：Microtec XRAY (68k, PowerPC, x86, i960 ARM), SDS SingleStep, GreenHill Muti, Paradigm。

3. 在线仿真器和逻辑分析仪:

目前有两类高档嵌入微处理器在线仿真器：一类是以 HP 为代表的分布式仿真方案，既在线仿真探头结合逻辑的分析仪提供软硬件开发和调试的解决方案，软件调试器依赖于第三方如：Microtec XRAY 等。第二类是一种简化性的高档仿真器既保留了高档仿真器的大部分功能，通过简化结构部分和功能以降低价格。如 AMC 和 EST 的产品。无论是那一类高档嵌入微处理器的在线仿真器都面临处理器更新频繁变种繁多，RTOS 没有标准，开发费用昂贵和低档 BDM/JTAG 调试器，软仿真器的挑战而处在一个重要的转折期。

4. RTOS(实时多任务操作系统)

高档嵌入微处理器在应用中由于软件代码的复杂和程序量大，一般都会使用商业用 RTOS。商业用 RTOS 的安特点分两类：软实时和硬实时。代表产品分别是软实时的微软公司的 WinCE 和硬实时 Microtec V RTX, ISI PSOS 和 WindRiver Vxworks 等。软实时的 RTOS 一般应用在消费电子产品如手持电脑，个人助理和置顶盒等，硬实时的 RTOS 一般应用于通信，控制和航空航天等实时性强和可靠性高的领域。自 1981 年 V RTX 世界上首家商业用 RTOS 问世 18 年后世界上 70 家以上的公司开发 RTOS。多种信息表明在消费子类 WinCE 将独占熬头，而硬实时系统将会依应用行业的不同为少数几家大的厂家所垄断，如通讯行业使用 V RTX, PSOS; 航天/航空 Vxwork, VRTX; 多媒体通信 OS-9; 工业 PC QNX。众多的 RTOS 小厂商只能靠转让技术如出售源代码和代客户定制获得市场的机会。

5. IP(知识产权)

伴随 RTOS 的应用，各类针对各个行业应用的 IP 日渐普及，如通信行业 TCP/IP, SNMP, TMN, FTP, PPP, X.25, CAN, ATM 等，某些通用的软件技术也进入高档嵌入领域，如嵌入式数据库，嵌入式 JAVA, Internet。提高应用档次，加快产品上市时间，提高可靠性是使用 IP 的好处。

6. 高层设计工具

除 EDA 作为经典的硬件设计工具外，软硬件协同设计工具已愈加受到普遍的关注，如 Mentor Graphics Seamless CV E 通过结合 Microtec 工业标准的 XRAY 软件调试器和 EDA 硬件模型帮助用户在真实系统没有构成之前的软硬件开发，调试和验证。目前 Seamless CVE 可以支持 X86, I960, 68K, POWERPC, ARM, SH 等高档嵌入微处理器。

7. 目标板

为加快高档嵌入微处理器开发，嵌入微处理器制造商和第三方厂商都提供了大量的标准总线或非标准总线板级产品，如 X86 系列 PC-104 模块；Intel, AMD 386EX, i960, E86 系列

的评估板；Motorola 68K/PowerPC ADS 评估板；Atlas ACE360/860 OEM 板；各类 VEM 总线 68K/PowerPC 板；各类 Compact PCI 总线 PowerPC/X86 板。

高档嵌入式微处理器开发工具和 RTOS 的发展总趋势是提供集成的开发环境，既将 C/C++ 编译技术，IDE 的调试环境，RTOS 和 IP 纳入到一个开放的集成环境中，由一家公司销售和支持，目的是帮助用户加快产品上市时间。目前能够提供这类产品只要少数几家大公司，上市较早的产品有：Micro tec Spectra(V RTX) 开发系统，Windriver Tornado 系统等。

本文来自《电子技术应用》1998 年 8 月刊。

近期各地单片机分会学术活动介绍

1. 北京单片机联谊会第十次专题研讨会

2001年3月24日在北京航空航天出版社举行。

讨论题目：嵌入式操作系统及八式应用软件设计。

讨论内容：(1)嵌入式操作系统现状分析；(2)单片机商用RTOS及应用推广状况；(3)单片机应用软件设计的出路。

主题发言：(1)科银公司总经理朱明远：国内EOS研发与应用状况分析；(2)麦克泰公司总经理何小庆：RTOS的现状与未来；(3)清华MOTOROLA应用开发中心主任邵贝贝：单片机RTOS应用情况和应用软件设计的出路；(4)单片机公共实验主任吕京建：RTOS在单片机领域中应用状况分析。

2. 天津市单片机与嵌入式系统研讨会

2001年4月8日在天津师范大学举行。

会议主题：MCS-51衍生系列51LPC的技术特点及其应用；

51LPC的集成开发环境；

当前关注的若干话题的技术报告；

元器件、仿真开发系统展示。

3. 2001年四川单片机学术交流会

2001年5月中旬在成都举行。

主办单位：四川省电子学会、四川单片机协会。

会议主题：单片机与嵌入式系统论文交流；

可靠性设计、低功耗系统设计的技术报告；

热点问题讨论。

本文来自《单片机与嵌入式系统应用》2001年4月刊。

'91 全国单片机学术交流及多国单片机 技术报告与展示会在天津举行

'91 全国单片机学术交流及多国单片机技术报告与展示会，于 1990 年 10 月 15 日至 19 日在天津纺织工学院举行。到会代表约 40 人。国内外参展单位有复旦大学、天津纺织工学院、电子部 46 所、美国 Motorola、philips、NS 美国国家半导体公司、日本 NEC 公司等 40 家，展示了单片机技术的最新研究成果。

10 月 15 日上午举行了开幕式。天津市科委副主任李之珍、天津市计算机学会理事长于清坟、全国单片机学会理事长陈章龙、天津市高教局、天津纺院等有关领导及国外一些著名单片机厂家的代表出席了开幕式。

学术交流和产品展示为这次会议的主要内容。会议采取大会和小会的形式，分专题进行了交流。来自国内外的与会代表畅所欲言，气氛热烈，收到了良好的效果。

单片机应用技术，如同 60 年代面临的晶体管技术、70 年代面临的数字集成电路技术一样，单片机应用技术构成新一代电子应用技术是不可忽视的一项新型工程应用技术。

这次大会必将对我国单片机的推广、普及、开发应用、学术研究起到积极的促进作用。

天津纺织工学院是中国单片机学会天津分会理事长单位。

(肖月)

本文来自《单片机与嵌入式系统应用》2001 年 4 月刊。

北京单片机联谊会拟订新3年计划

由中国计算机学会微机专业委员会单片机学组(全国单片机学会)牵头,与《电子技术应用》杂志社、《电子产品世界》杂志社、EPSON 单片机培训中心、MOTOROLA 单片机应用开发中心和 NEC(单片机研究与培训中心、PHILIPS 单片机应用协会共同发起成立并挂靠在北京航空航天大学出版社的北京单片机联谊会,于 1998 年 2 月成立,并已顺利地完成了第 1 届的 3 年任务。2001 年 2 月 20 日在北京出版社举行了联谊会的常务委员会。出席会议的有全国单片机学会何立民、北航出版社编辑部副主任马广云、《电子技术应用》杂志执行主编唐百鸣、《电子产品世界》执行社长陈秋娜、EPSON 单片机培训中心主任张俊谟、MOTOROLA 单片机应用开发中心主任邵贝贝、NEC 单片机研究与培训中心主任袁涛,北航出版社社长乔少杰也出席了会议。

1. 会议首先听取了联谊会主任何立民关于单片机 3 年工作总结。3 年来,北京单片机联谊会共举行了 9 次专题研讨会和 1 次上型专题技术报告会。专题研讨会涉及了单片机与嵌入式系统的许多热点问题。每个专题词都吸引了众多的专家、科技人员、半导体厂家,许多相关的媒体也纷纷参与单片机联谊会的活动。

由于媒体参与发起以及单片机联谊会活动过程中业界众多媒体的参与,专题研讨会各种观点得以广泛传播。另外,对于许多与产业有关的专题,如“单片机的广泛选择”、“单片机的开发环境与设备”邀请了许多产业界人士参与,扩大了单片机研发人员与产业界的结合。

单片机联谊会注意不断扩大单片机的专业领域,加强多学科融合。加强嵌入式应用设计的对象领域与微电子 IC 设计部门的结合,先后举行了“我国单片机行业与 IC 产业结合的道路与方法”、“嵌入式应用设计的 EDA 及其相关技术”专题研讨。

3 年来单片机联谊会的活动为北京单片机相关学科的专家、工程师和产业界的不同厂家提供了相对宽松、自由、纯学术的技术交流机会与空间。

2. 按照单片机联谊会章程,进行了换届选举。选举何立民教授继续任第 2 届单片机联谊会主任。

3. 讨论了新一届单片机联谊会的新 3 年(2001 年~2003 年)活动计划和 2001 年具体计划。

(1) 活动方式:仍是专题研讨会方式为主,并开展比较广泛的科技沙龙活动。

(2) 专题研讨会选题内容:初步拟定以下专题内容:嵌入式操作系统;SOC及相关学科;嵌入式系统概念及现状;我国单片机产业分析;低功耗系统及其供电设计;现场总线及家居网络;嵌入式系统研发的项目管理。

(3) 按每季度举办1次活动的安排,2001年3月份、6月份举办2次专题研讨会;9月份集中精力协助办好10月16日—18日的2001北京单片机与嵌入式系统国际学术交流会暨产品展示会;12月份将举行1次人数较多的单片机与嵌入式系统科技沙龙。

本文来自《单片机与嵌入式系统应用》2001年4月刊。

追思篇

惊闻噩耗,一路走好!
悼念陈章龙教授

惊闻噩耗，一路走好！

8月11号下午何小庆电话告知，陈老师不幸去世，惊闻噩耗，不胜唏嘘。

陈老师是我国嵌入式系统事业的拓荒者，全国单片学会创始人，为我国单片机与嵌入式系统事业做出了杰出的贡献，是我国嵌入式领域第一代人的杰出代表。

去年年底，他提出了筹办纪念中国微机全国单片机学会成立30周年活动。今年年初，我们就此事进行了长时间通话。通话中，我们都谈及了这是一次为了忘却的纪念。

他告诉我，在他那里保存了学会最完整的历史资料，我们约定，趁这次纪念活动，整理出我国始于嵌入式事业发展的历史资料，包括文学资料与实物。

正期待从他那里能整理出我国单片机、嵌入式系统事业发展的完整史料时，却撒手而去。这注定是他的遗憾，也是无法弥补的损失。

30多年前，北京工业大学电子厂掀起了在TP801、MCS-48、MCS-51基础上的全国智能电子变革的大潮，随后，1986年10月底在上海复旦大学举行了第一次全国单片机学术交流会，这是一次前所未有的盛大聚会。会上，复旦大学计算机系，以陈老师为首的一群青年教师发起筹建全国单片机学会，会上选出了各省市筹备小组的临时负责人。一年后，各大省市相继成立单片机学会，1987年10月，中国微机全国单片机学会在上海正式成立，陈章龙被理事会推举为理事长。在陈老师的领导下，开始了我国单片机与嵌入式系统事业历史的新篇章。

学会成立后，首先面临的是如何冲破现行学会体制，迅速追赶国际潮流，如何使跨学科、全领域的单片机与嵌入式系统冲破我国现行学会体制的约束。陈老师十分睿智地提出，建立松散的全国范围的纵向管理体系，各省市学会自由选择挂靠单位，由此形成了十分奇特且行之有效的单片机学会体系。全国单片机学会成为挂靠在中国计算机学会微机专业委员会名下的一个三级学会，各地区的学会有的挂在计算机学会、微机学会，也有挂在电子学会、自动化学会。为了实现直接、高效的领导，在当时微机专委会主任何绍宗的支持下，单片机学会成功地注册了“中国微机全国单片学会”的名称。从此，一个三级学会的全国单片机学会，直接地领导了全国各地形形色色的单片机学会，开展了全国范围内、跨学科、跨行业的学术交流活动。不仅最大范围地集合了全国单片机界的精英，也迅速地吸引了国际半导体厂商。

从1987年开始了每年一次的全国单片机学术交流及国际产品展交会，成为20世纪90年代国内规模最大、影响力最强的学术活动。随后，众多国际半导体厂商通过学会渠道纷纷进入我国高校，创立大学计划及单片机实验室。单片机普遍进入高校成为我国高校的一道独特的风景线，为我国IT产业迅速崛起奠定了坚实的技术基础，陈老师领导的全国单片机学会的功

不可没。

陈老师为我国嵌入式系统殚精竭虑。《单片机与嵌入式系统应用》期刊创办的最初创意，是1996年在郑州会议理事会上为纪念学会立会10周年提出的，2000年8月获国家出版总署批准。在陈老师及学会众多专家的支持下2001年1月10日创刊号迅速问世，在创刊号上，陈老师发表了“我国单片机15年”纪念文章。得益于15年来学会的辛勤耕耘，本杂志社集合了众多业界精英，“专家办刊”成了杂志社的办刊宗旨。几乎与办刊的同时，又创建了北京单片机联谊会。为办事方便，陈老师将学会的备用公章给我，借助学会的影响力，北京单片机联谊会活动迅速开展起来。

随着单片机的普及，计算机学科、电子学科、信息学科、通信学科人士大量涌入嵌入式领域，嵌入式系统被人们普遍认可后，嵌入式系统成为相关学科基础上的大科技。作为拓荒者的全国单片机学会开始谢幕，中国计算机学会微机专委会也顺势转型为嵌入式系统专业委员会。今天，整个IT产业已进入到物联网时代。作为IT产业基础的嵌入式系统，在经历单片机时代拓荒时代、嵌入式系统独立发展时代后，进入到一个为物联网服务的新时代。当今天我们看到我国的智能硬件、智能电子和嵌入式产品研发走在世界前列时，不要忘记那些历史上的拓荒者。那些在20世纪80年代以来，在单片机与嵌入式系统摸爬滚打的第一代先行者。陈章龙老师是我国嵌入式系统事业的拓荒者，第一代的杰出代表。

何立民敬挽

悼念陈章龙教授

周立功

陈章龙教授是我人生道路上的恩师之一，每当遇到转型困难时，他都给予了我极大的帮助和指导，犹如指路明灯。从某种意义上来说，没有他的指导就没有我的今天。在 80C51 还没有大面积流行和商用的时期，他就热心地指导我关注 RTOS51 操作系统，使我在 20 年前就感受到了操作系统的威力和未来的前景。当我第一次出访美国回来后，他与我在深圳大学宾馆促膝长谈了 5 个小时，要求我将眼光放得更远一些，一定要快速切入 32 位嵌入式系统应用领域，我因此比别人更早从 8 位跨入 32 位嵌入式系统应用领域。

当我就软件开发管理的困难向他请教时，他建议我提早布局投资开发软件平台，并注重嵌入式软件工程的应用研究和实践。经过 10 年的研发投入，我们终于完成了 AMetal 和 AWorks 框架的开发，并且得到了广东省政府的科技项目资助 300 万元，以及与之相关的应用开发项目资助 700 万元。AMetal 和 AWorks 不仅提供了标准化的底层驱动接口，而且还提供了大量的外设接口与驱动，以及相关的协议组件。意在建立完整的生态系统，无论是使用 M0、M3、M4、ARM9、A5、A7、A8 还是多核 ARM 或其它内核 MCU，只要将 AMetal 和 AWorks 框架移植上去，即可实现“一次编程、终生使用”的理念。

在温家宝总理在无锡做出“感知中国”的指示时，他又第一时间打电话约我去上海畅谈物联网的未来方向，在他醍醐灌顶的启发之下，我将公司的未来发展战略定位于工业互联网方向，重点强化“可靠性系统设计技术、软件工程技术、高精度高速数据采集技术、大规模集成电路设计技术和接入技术”形成五大核心竞争力。

去年 10 月国庆节，陈老师在即将从专委会副主任职位上退下来之际，打电话告诉我，专委会已经决定推荐我担任副主任，希望我能花一些时间为中国的嵌入式系统技术贡献一分力量。这不仅仅是对我，也是对下一代的信任和厚爱，扶上马再送一程。尽管我拒绝了陈老师的厚爱并退出了专委会，因为我当时已经辞掉了所有的社会兼职，希望在未来的十年专心于嵌入式软件工程方法的研究和实践，借此推动中国嵌入式系统应用技术的发展，也希望能改变这世界的某一小部分。

最近几年我一直没有参加计算机学会嵌入式专委会的活动，几乎远离了学术圈子埋头苦干，在历经四年写作的《嵌入式软件现代编程方法与实践》的完稿之际，本想 8 月 16 日到上海

去拜访他老人家,让他看一看这本我创作的专著时,没想到陈老师已经离我们而去。

陈老师,没有想到您这么年轻就撒手人寰离我们而去,今后有难问计谁呢?我失去了人生最好的导师。陈老师,您一生为中国的嵌入式系统技术的发展殚精竭虑,没有好好享受人生,愿您在天堂一路走好!

2016年8月12日

发展篇

嵌入式系统与 FPGA 的最新动向

发展单片机 MCU 建议

从留级生/挂科王/跷课王到硬件研发工程师的转变

物联网时代对 MCU 嵌入式软件提新要求

市场技术变革推动 MCU 差异化创新

创客和开源硬件将改变 MCU 开发方式

嵌入式系统与 FPGA 的最新动向

The latest trends in embedded systems and FPGA

王莹 《电子产品世界》编辑

摘要: 本篇探讨了嵌入式芯片国内外市场及技术发展趋势,及 MCU、DSP、FPGA 日益融合,如何界定其分类,ARM 和 MIPS 架构特点,软件平台的发展趋势等。

关键词: MCU;DSP;FPGA;软件;操作系统

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2011.02.002

嵌入式处理器:2011 年有望增长 12%,中国设计增幅高于全球

据 Semico Reserch 资深分析师 Tony Massimini 介绍^[1],2010 年,微逻辑组件(微处理器、微控制器和 DSP)的销售额劲升了 24.9%。但这是因为相比于 2009 年的灾难性的衰退所致。在相对稳定的销售环境下,预计 2011 年有望再成长 12%。

出货量方面,微逻辑组件 2010 年将增长 36.3%,而 2009 年下降了 10.4%。微逻辑营业额由微处理器和计算市场主导,数量上来看,主要来自 MCU。2010 年,MCU 营业额增长了 32%左右,数量增长 40%左右。增长涵盖所有微控制器部分——8、16 和 32 位。这比一年前所预测的增长更快,这是由于一些领域的复苏和增长,例如汽车方面有新增长,工业控制也在持续增长,虽然 2009 年工业控制也下降了,但是不像其他市场那么糟糕。

工业 MCU 厂商重视连接性和外围的开发。连接性包括 USB、RFID、低功耗 RF、ZigBee,用于控制和自动化。绿色和节能是最大增长的市场,智能电表和智能电网正受到更多的重视。更多家电的高效电机控制、工厂控制等,需要特殊的低功耗制程。

16 位供应商提供比 8 位更高的处理速度。很多 16 位 MCU 供应商也销售 8~32 位 MCU。2010 年 8 位 MCU 价格 85 美分左右;32 位 MCU 的平均价格是 3~23 美元,此价格之所以差别很大,是由于封装、性能及内存的配置不同。MCU 厂商正提供更高的存储器密度、更好的外围以减少外部材料、传感器等。

据 iSuppli 统计,由原瑞萨科技/NEC 电子合并后的瑞萨电子是最大的嵌入式系统公司(图 1)。TI 是第二大嵌入式系统公司,TI 主要得益于 DSP、MCU 和 MPU 三大业务。

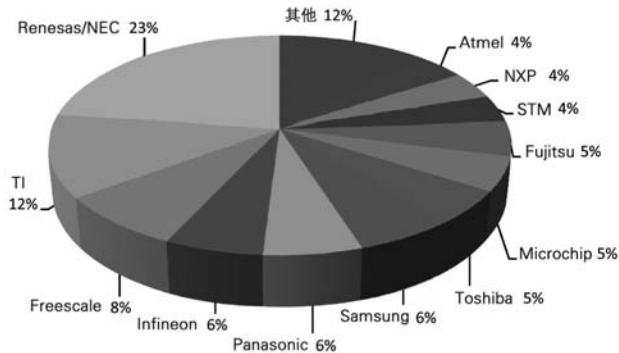


图1 嵌入式系统公司份额

来源:iSuppli,2010年8月

在中国市场,MCU保持高于全球平均速度增长。尤其本地参与设计正引导着世界范围内新一轮的复苏和增长(图2),同时中国本地设计增长的速度比整个MCU系统快。但图2中“中国本地参与设计比例”变化曲线在2010年到2012年间为何会呈下降趋势?瑞萨电子大中国区MCU产品中心总监邱荣丰分析认为,在整个世界经济中,中国已经占有很大的比重,开始时中国基本上是全球最大的工厂,出口基本上是最大的因素,使中国市场做得很好。但是从2008年到2009年开始,中国基本上是转向国内的需求,高速的发展都是在国内,所以可以看到增长率最大的2010年,中国有一系列活动,如家电下乡、智能电网/电表兴起等;但是正常来看,除了中国市场内部消化的要求,也希望国外出口量会慢慢增长;不过按照这个想法,这两年不太可能一下打入美欧日等市场。

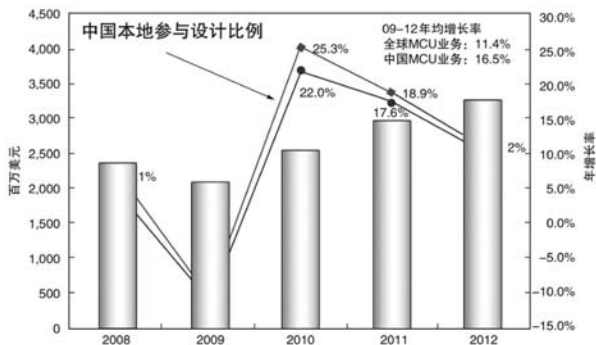


图2 中国MCU市场(2010年上半年)

来源:iSuppli中国2010年第3季度报告,iSuppli2010年上半年中国本地设计章节

在嵌入式软件行业,由于嵌入式产品在最近几年正在不断渗透到各个行业,小到手机、iPad,大到基站、航天卫星等。而嵌入式软件在其中扮演着越来越重要的角色,已经成为各个厂商区别于其它厂商最重要的砝码。据不完全估计,2011年中国嵌入式软件市场规模将达到4600亿左右。而多核化和平台化将成为新的嵌入式软件发展的新趋势。



瑞萨电子大中国区 MCU
产品中心总监邱荣丰

软件和系统架构成芯片厂商的投资重点

软件成为 MCU 厂商的关注点

近几年,MCU 厂商提供更多、更丰富的工具和软件开发环境,来易于使用、节约时间。未来,系统设计者将有更多的应用选择:功能、价格、低功耗和更多的开发工具。

尽管 MCU 集成了更丰富的外围,制程技术在不断演进。但相比之下,硬件的成本不太容易上升。NXP 副总裁兼全球微控制器产品线总经理 Geo Lees 称,该公司不打算在硬件方面再过多地产生成本,其开发重心将更多地转到软件方面。

飞思卡尔(Freescale)工业和多元市场微控制器部亚太区市场经理曾劲涛也认为软件在整个开发成本中正在占据更大的比例。曾劲涛以该公司战略为例,称飞思卡尔是最早为客户提供一套完整的软件支持工具的先行者。其软件产品包括免费的8位的Codewarrior工具和为32位MCU服务的实时操作系统MQX,同时还提供了许多其他软件,使客户能够轻松地使用飞思卡尔MCU开始进行设计。

ADI DSP 亚洲区业务经理陆磊称,该公司的软件战略是为客户提供免费的经过优化测试的高性能软件库,可以简化客户的开发和缩短客户产品开发时间。同时,ADI 公司为客户提供开源的Linux系统和驱动。

Silicon Labs 公司 MCU 市场总监 Mike Salas 分析了为何软件成为 MCU 厂商关注的方向。他指出,随着微控制器(MCU)在其数字内核基础上的不断发展,通过集成更多复杂的外围设备(例如加密/解密模块、音频/视频编码和解码器,以及需要完整协议栈的无线通讯接口)MCU 功能正在逐渐扩展。所有这些片上系统功能的交互平衡也需要同样复杂的固件。开发和测试固件的时间和成本正在成为影响新产品



NXP 副总裁兼全球
微控制器产品线
总经理 Geoff Lees



飞思卡尔工业和多
元市场微控制器部亚
太区市场经理曾劲涛

上市的限制因素。为了帮助缩短上市时间, Silicon Labs 为其混合信号 MCU 提供了多种固件。这包括从简单外设(例如 ADC)到完整应用级参考设计(例如 Wireless M - Bus 套件)所需要的一切。因为 Silicon Labs MCU 产品的许多目标应用需要与计算机或应用处理器进行通信,因此该公司根据需要提供通信函数库和驱动程序。所有这些代码使得嵌入式设计人员能够专注于产品开发,而不是复杂的 MCU 或软件协议。

为了加大软件实力, MCU 设计团队中需要一批应用软件人才。上海普芯达电子有限公司总经理赵依军称, 普芯达不仅有一支长期致力于应用开发的工程师队伍, 还拥有经验丰富的芯片设计团队, 这样的组合使普芯达能在芯片设计的一开始就充分考虑应用软件设计的需求, 能在芯片设计的整个过程中将硬件功能、性能与软件设计需求紧密地结合。在应用开发过程中, 工程师们也能和设计团队密切配合, 保证软件有效可靠。

相关链接

TI 的 TMS320C66x

2010 年 11 月 9 日, TI 发布 TMS320C66x 与 4 款可扩展型 C667x 器件。全部基于 TI KeyStone 多内核架构基础之上, 具有较高定点与浮点性能。另外, TI 还隆重推出业界功能最强大的基站 SoC——TMS320TCI6616, 满足 4G 需求。

2011 年 1 月, TI 详细介绍了 C667x DSP 的应用, 诸如关键任务(诸如民用雷达、民用通信和航天等)、测试与自动化、医疗影像、智能电网、新兴宽带和高性能计算等。

TI 称 TMS320C667x 在性能、精度、低功耗、实时处理方面具有优势。在独立第三方分析公司伯克莱设计技术公司 (Berkley Design Technology, Inc) (BD-TI) 进行的基准测试中, 其定点与浮点性能均获得最高评分。

系统架构师如何定位精准

为了做好应用, 有些芯片厂商的总设计师甚至不是芯片设计出身, 而是系统应用出身。TI 多核 DSP 业务部全球业务经理 Ramesh Kumar 在介绍该公司的新一代高性能 DSP——TMS320C66x 时, 透露了该公司如何做到对产品进行高精度定位的方法。例如高精度的关键任务应用——无线基站、医疗等。在 TI DSP 的研发过程中, 在软件上投入一定比重。这种考量来自于: 由于你要构建一个非常好的多核系统或片上系统 (SoC), 因此你需要非常好的系统级考虑。在 TI 的 DSP 团队里, 有相当多人都来自于系统厂商, 比如爱立信、诺西, 甚至聘请曾在摩托罗拉等通信厂商工作过的资深人才来做 TI 的 CTO(首席技术官)或首席架构师。不是因为他们的芯片设计能力有多强, 而是对整个系统架构所需要的关键元素做得非常非常精准。这样 TI 就可以把网



ADI DSP 亚洲区
业务经理陆磊



Silicon Lab 公司 MCU
市场总监 Mike Salas



上海普芯达
总经理赵依军

络处理器和传输的协处理器固定在里面。这都归功于从通信系统企业过来的系统专家,把他们的挑战和需要的关键元素,以及以往没有提供的功能在 TI 的组织架构里提供出来。尽管这些通信系统人才可能并不会开发出整套软件,但能使 TI 能更多地开发相应的核心软件,把多核系统、多核 DSP 系统的架构搭起来,做成一个具有强大竞争力的系统产品。

在 WiMAX 应用方面, TI 甚至在北美把某家系统厂商整个 WiMAX 研发团队连锅端,不在于 TI 要自己开发什么 WiMAX 产品,关键是要对系统的理解和见解,把传统理解和新需求全都融入到我们多核 DSP 的开发里。

医疗领域也是如此, TI 有曾在超声或数字 X 光厂商工作过的人才做 TI 的系统架构专家,因为 TI 需要非常专注地理解这些应用领域架构怎么做的,这样就可以开发出相应的内容和核心的 IP 库,来为客户开发或我们后续优化能提供非常有用的部分。

可见, MCU 和 DSP 厂商不仅关注芯片架构,而且正在软件和架构系统方面进行,来提高产品的易用性。



TI 多核 DSP 业务部全球
业务经理 Ramesh Kumar

MCU、DSP 与 FPGA 互相渗透, 日趋融合

MCU 有 8、16、32 位之分,也有 ARM 与非 ARM 之别;目前部分厂商采用了 ARM Cortex-M4 核,希望进军 DSP 领域;DSP 老大——TI 把自己的 C2000 DSP 系列划为了 MCU 业务组;同时, FPGA 厂商也试图深入传统的 DSP 和嵌入式处理器领域;有些 MCU 厂商称其芯片可替代 FPGA、DSP……嵌入式处理器的应用领域之间互相渗透,芯片功能越来越融合,因此界限越来越模糊。那么他们各自的显著特点是什么呢?

相关链接

Altera 28nm 器件整体亮相

2011 年 1 月, Altera 公司发布其 28nm 器件系列产品,可满足从最大带宽到最低功耗等多种应用对性能、特性和功耗的特殊需求。在这一 28nm 系列产品中, Altera 发挥了收发器技术、产品体系结构、知识产权(IP)集成和工艺技术优势。对于电机控制、显示和软件无线电等对低功耗和电路板空间要求较高的应用, Altera 的 Cyclone V FPGA 系列是理想选择。相对于前一代器件, Cyclone V 系列总功耗降低了 40%, 提供工作速率高达 5 Gbps 的 12 个收发器。

针对需要在成本、低功耗和高性能上达到平衡的应用,例如, 远程射频单元、演播合成器和 10G/40G 线路卡, Altera 推出其 Arria V FPGA 系列。它含有工作速率高达 10 Gbps 的收发器, 支持 DDR3 外部存储器的硬核存储器控制器, 以及含有精度可变 DSP 模块的高效脉动有限冲击响应(FIR)滤波器, 相对于前几代器件, 总功耗降低了 40%。

Stratix V FPGA 系列满足了多种宽带应用需求, 例如, 高级 LTE 基站、高端 RF 卡和军用雷达等。HardCopy V ASIC 拓展了 Altera 在 NRE、低风险收发器 ASIC 上的领先优势。

MCU 及 DSP

TI 半导体事业部 MCU 业务组现在不仅负责其经典的 16 位 MCU——MSP430,还有两年前收购 Luminary 的基于 ARM Cortex-M3 的 32 位处理器,更将其低端 DSP——C2000 DSP 系列也划拨进来^[4]。那么当向客户推荐方案时,如何协调其产品线关系? TI MCU 业务拓展经理吴健鸿称:“向客户介绍产品时,我们一定会推荐最合适的产品。”在 Cortex-M3 等 MCU 和 C2000 里面有一些软件库会共享。这样,如果客户的一些产品用的是 C2000,另一些产品可能用到 Cortex-M3 MCU,是可以同时采用 TI 的软件库的。笔者推测,由于 TI 有强大的 DSP 功能,因此 TI 并没有采用具有 DSP 功能的 ARM Cortex-M4 的授权,而着力发展 ARM Cortex-M3,进军传统 32 位处理市场;而 MSP430 系列主攻传统的 8 位 8051 市场。NXP、Freescale 等采用了 ARM Cortex-M4 的授权。其中 NXP 也采用了 ARM Cortex-M3 的授权。如何区分 M3 和 M4? NXP 的 Geoff 以去年底推出的 LPC4000 系列为例,指出 Cortex-M4 的特点是 DSP 处理能力非常强大,因为 M4 有很多免费 DSP 库的资源供用户使用。

另外,Geo 还介绍了 M4 与 ARM9 核相比的优势:该公司在与电视和机顶盒客户的探讨中,发现对于高性能核而言,它们主要是通过硬件来实现,这就出现了功耗问题,如果 MCU 一直是高速运行没问题;但在低速时,ARM9 的低功耗效果不如 M4 强。所以在一些高性能应用上,可以把 M3、M4 用到片上实现高性能 MCU 方面功能。

飞思卡尔去年 6 月宣布与 ARM 合作,推出了基于 ARM Cortex-M4 的 Kinetis 系列。尽管飞思卡尔拥有自己独特而丰富的架构,如 S08、ColdFire/ColdFire+、Power 架构等,但飞思卡尔认为 ARM MCU 的最大特点是上手快,希望 Kinetis 延伸到那些喜欢用 ARM 架构的客户上^[5]。M4 不仅与 M3 兼容,还具有 DSP 的功能,为将来 DSP 应用打下了伏笔。

MCU 与 FPGA

STM(意法半导体)^[7]和 NXP 等 MCU 公司近期提到其部分基于 M3/M4 架构的 MCU 可以替代 FPGA 功能;而 FPGA 企业如 Altera、Xilinx 和 Microsemi(2010 年 10 月 Microsemi 收购了 FPGA 公司 Actel)也力图延伸入嵌入式领域。那么,二者的相互关系是什么? NXP 的 Geoff 说,事实上 MCU 的目标并不是完全替代 FPGA,例如当 3000 门以下比较简单的应用时,MCU 可以实现类似于 FPGA 功能的应用。而 FPGA 公司也承认,逻辑门数要求更高的嵌入式应用是 FPGA 定位的主战场。



TI 半导体事业部
MCU 业务拓展
经理吴健鸿



Altera 高端 FPGA
产品部产品市场高级
总监 David Greenfield

DSP 与 FPGA

笔者最近追踪 2010 年“全国大学生电子设计竞赛信息安全技术专题邀请赛”时,发现一个有趣的现象,在由 TI 和 Xilinx 等赞助的这项大赛中,一等奖中既有采用 TI DSP、也有采用 Xilinx FPGA 实现手背静脉身份认证的作品;整个获奖作品中,网络通信方案中都有两家公司的身影。

实际上,近几年,FPGA 也把部分重点定位在 DSP 的传统领地,并且 28nm 等先进制程呼之欲出,DSP 的主流制程还是 40nm 左右。FPGA 厂商声称,随着 FPGA 的成本和功耗的持续降低,FPGA 会在 DSP 固有的应用领域愈发显出优势。

但 TI 等 DSP 公司也在强化其 DSP 的优势。不久前,TI 多核 DSP 业务部全球业务经理 Ramesh Kumar 向我们介绍了去年底推出的基于 KeyStone 多内核构架的 C667x。称通过增加多内核导航器以及协处理器,可最大限度提高片上数据流的吞吐量。现在每个单核可以达到 40 个 GMACs 的层加能力,每个内核也可以达到 20GLOP 运算能力。

Ramesh 称,DSP 技术本身有诸多好处,包括很高的处理性能,并且在低功耗方面,考虑到动态电源监测、动态电源管理。因此通过 667x 系列,TI 非常有信心与 DSP 对手、其他处理器架构或 FPGA 竞争。例如,FPGA 本身是通用型阵列,其所做的所谓浮点是在阵列里嵌入 DSP 一个小的 IP 单元,绝对不是能真正自由地处理浮点运算的处理器架构,可能只有 18×18 的一个乘加(MAC)能力,现在相对一半都不到。因此,TI 并不认为 FPGA 公司所宣称的浮点工艺非常领先,并且 DSP 在功耗、成本上拥有优势。例如,市面上与 TMS320C667x 性能相当的 FPGA 通常几百美元一块;在功耗方面,TI 只要 10W 左右,而同样性能的 FPGA 通常要 20~40W。

笔者注意到一个细节,Ramesh 多次提到 C667x 高精度地定位于关键任务应用,包括无线基站、测试、医疗影像、智能电网或高性能处理等。这些领域通常有 DSP,也有 FPGA 的解决方案。“但关键应用往往由 DSP 组成。”Ramesh 称。事实上,在很多领域,出现了 DSP+FPGA 或嵌入式处理器+FPGA 的搭配,在通信基站领域,有 TI+Xilinx 组合;高性能计算领域,也出现了 Intel+Altera 搭档等。

DSP 通常归为 ASSP(专用标准产品),而 FPGA 属于 PLD(可编程逻辑器件)类。从字面上就可以看出 FPGA 服务更广阔的领域,DSP 相对来说在一些利基(niche)的专用领域拥有无可替代的优势。在一些长尾领域,FPGA 和 DSP 就要认真较量了。

那么,FPGA 企业又是如何看待 DSP,并寻找自己的机会呢?

Altera 高端 FPGA 产品部产品市场高级总监 David Greenfield 称,多核 DSP 主要针对一些特定市场应用。多核 DSP 实现是基于软件,在其架构基础上基于软件创新。而 FPGA 主要是硬件创新,FPGA 中也会有一些浮点运算。FPGA 过去主要是军事领域应用,现在已经拓展到通信、广播领域,比如无线基站等应用。笔者分析 David 的讲话认为,之所以过去 FPGA 应

用于军事领域,是因为 FPGA 的突出优点是灵活性大,但也存在功耗大、价格高的短板,在不太在乎花钱的军事、通信基础设施领域会首先铺开。随着 FPGA 的功耗和价格逐步下降,也在向中低端应用市场延伸,并打入一些利润丰厚的专用领域,如通信(基站、收发器)和视频处理等。

据悉,Xilinx 近年推出了目标设计平台(TDP),并且在未来 28nm 制程时,把原来高低两大产品线(Virtex 和 Spartan)扩展为高中低三线(Virtex、Kintex 和 Artix)。这些举措使其 FPGA 进一步满足专门应用领域的需要。

也许读到此,读者还是找不到北,那么让我们以 Altera 的 David 的话来参透此现象吧:“……很多概念更像是哲学取向。……但动机很简单:我们在决定每一新产品时,基本上是在看推出这种产品是不是可以为我们带来最大好处。”

相关链接

LatticeECP3 FPGA 向高清摄像机市场发力

定位中低端 FPGA 的 Lattice 公司另辟蹊径,针对安防摄像领域,推出了高清摄像机(HDR)用的 HDR-60 摄像机开发套件。

2011 年 2 月,Lattice 发布了 HDR-60 摄像机开发套件,这是一款基于 LatticeECP3 FPGA 系列可量产的高清(HD)摄像机开发系统。预载入了 Lattice 合作伙伴 Helion GmbH 带有即插即用的评估版图像信号处理(ISP)流水线的 IP 核,该开发套件开箱即用。此 IP 可实现每秒 60 帧的 1080p,带有 2D 降噪和高动态范围(HDR)。

开发套件外形大小符合市售摄像机外壳尺寸并能够同时支持两个传感器,开发套件可实现快速评估和高清 HDR 摄像机样机的设计,适用于安防、交通控制、视频会议和汽车应用。所有购买的客户可免费获得原理图和布线文件。



MCU:集成多少模拟才足够?

MCU 外围电路在迅速膨胀

MCU 正集成越来越多的模拟和混合信号,有些 MCU 公司干脆称之为 SoC。那么这是否意味着未来 MCU 不再是创新的中心?

Silicon Labs 公司 Mike 分析认为,2011 年及以后,新一代 MCU 设计将提供更高级的混合信号集成技术,实现超低功耗处理、无线连接和智能感应。随着便携式和电池供电应用的增长,具有省电技术(例如片上 DC-DC 转换器和低压差 LDO 稳压器)的 MCU 将成为广受欢迎的解决方案。2011 年,集成嵌入式无线收发器的高集成度 MCU,或称为“Wireless MCU(无线 MCU)”也将在应用(例如家居自动化、安全系统、智能仪表和能量收集系统)中不断增长。今后我们也将看到集成多种类型感应器(诸如电容式触摸感应器、红外线和环境光感应器,以

及环境感应器)的 MCU。具有成本效益、片上集成无线连接和感应能力的超低功耗、小封装 MCU 将在各种嵌入式应用中(例如无线感应网络)大量应用。

因此,我们认为模拟/混合信号功能将继续保持较高需求,因为最具竞争力的应用通常需要高精度和准确度。仅有少数公司具有混合信号设计经验,从而可以在不影响性能的基础上进行单芯片集成。这些公司将继续从高难度复杂混合信号设计的迅速扩张中受益。

普芯达赵依军也认为集成更多的数模混合信号是嵌入式系统发展的必由之路,“MCU 将会集成更多更复杂的模拟功能和处理模块,构成一个真正意义上的 SoC,它将使嵌入式系统的开发理念发生深刻的变化。”但这并不意味着 MCU 会脱离数字核心,相反,这一变化会促进数字部分性能的提升以满足越来越高的处理要求。目前,普芯达不仅会设计集成了模拟和混合信号的 MCU,还会在以前属于纯粹模拟电路的一些应用中开发智能化的芯片。

飞思卡尔的曾劲涛指出,模拟功能将成为 MCU 产品的一个差异化优势。分立模拟器件在大多数情况下仍然具有性能优势。但是,随着 MCU 集成模拟的功能不断增强,分立模拟器件的优势正在逐渐减弱。例如:飞思卡尔 Flexis MM 系列专门为医疗设备设计,集成高精度的 16 位 ADC、DAC、运放等高精度模拟单元进一步降低系统成本,加快开发进程。

ADI 公司称近期推出的 BF506F 处理器集成了高性能 DSP 和高性能 AD 转换器,在 400MHz 主频的前提下,性能达到 11.7bit ENOB(有效位数)。

TI 公司一直是积极推进 MCU 中增加模拟/混合信号的企业。今年 1 月发布的低成本浮点 Piccolo MCU——TMS320F2806x,可以单独来实现 PLC(电力线通信)。使低能耗电机控制与可再生能源应用的开发人员可采用单个 F2806x MCU 通过低成本方式执行控制环路、电力线通信(PLC)协议以及调制方案。



Gartner 的半导体
和电子研究总监
Adib Ghubril

相关链接

TI 新浮点 Piccolo MCU 增 PLC 功能

近日, TI 今年 1 月发布超过 15 款 C2000 Piccolo 实时控制 MCU(微控制器),可提供浮点内核、最新维特比复杂数学单元(VCU)以及控制导向型外设选项。

新系列型号为 TMS320F2806x Piccolo,可提供能平衡低成本 Piccolo(意大利语:短笛)与高性能 Delfino(意大利语:海豚)浮点 MCU 的性能,并提供旨在简化编程、优化性能的增强型数学引擎,从而能满足实时控制应用对集成通信的需求。低能耗电机控制与可再生能源应用的开发人员现在可采用单个 F2806x MCU,通过低成本方式执行控制环路、电力线通信(PLC)协议以及调制方案。此外,最新 F2806x MCU 还可提供更加丰富的连接及存储器选项,并具有 TI 高稳健工具与免费 controlSUITE 软件的支持。

MCU 集成模拟的利弊分析

最大的嵌入式芯片 MCU 企业——瑞萨电子对 MCU 集成模拟十分慎重,去年 10 月才宣布在 MCU 研发中增加模拟/混合信号功能^[8]。瑞萨电子的邱荣丰指出,开发模拟功能的芯片不容易,因为从工艺考虑的话,模拟功能用的技术工艺是很高的,所以整个芯片会变得很大,这样会影响到成本。

上海普芯达的赵依军也认为,集成模拟带来了开发难度。由于模拟和数字开发工作集中在同一颗芯片上,芯片和应用设计难度都有所增加,尤其是在模数双方的相互抗干扰处理上,工程师们将面临较大的挑战。

市场调查公司 Gartner 半导体和电子研究总监 Adib Ghubril 对 MCU 中集成模拟的观点也是谨慎的。Adib 分析道,小型化可以提高系统的可靠性(主板上的芯片数量更少)、使体积更小(从而提高可用性和灵活性),并能使人们获得更高的收益。但是,与其具有相似功能的纯粹的数字 MCU 相比,混合信号 MCU 存在性能降低的问题,——尽管目前人们尚未弄清两者之间在系统级(即主板级)上存在何种差异。而且,相比于模拟和数字电路分别按照各自独立的技术路线图发展,数模集成会增加晶圆片级的风险;承担这些风险必须能够有利于给我们带来回报。通常,虽然我们期望 Freescale 以及 Renesas(瑞萨)等领军企业能够推出体积更小的器件;但是,Gartner 发现许多公司缺乏必要的资金去实施此类集成路线图。



NS 精密信号路径
产品部副总裁
James Ashe

许多公司使用混合信号 MCU 这种术语去描述具有板上比较器(on-board comparators)或模数/数模转换器的芯片;虽然这一术语也许是正确的,但它还是存在一些误导,“因为在我的头脑中,混合信号技术综合了类似电压基准/调节器、传感器甚至功率放大器这些东西,并最终将会包含功率放大器。”但另一方面,“特殊应用”MCU 的趋势一般受到嵌入界股东的支持,同时,在芯片制造商中能够更为清晰地看到这种趋势。

分立模拟器件的机会

而分立模拟器件厂商对此的看法如何呢? Intersil 公司 Tamara Schmitz 在《电子产品世界》2010 年 12 期《信号链的集成与去集成》^[9]中指出:“……但你为什么要选择去集成呢?原因有很多。产品或应用可能比较新,还没到有必要投资开发一个 ASSP 设计的地步。其次是没有一点灵活性。万一你想升级到更高阶的滤波器,以补偿一个新的强干扰? 万一你想尝试一个新的转换器配置? 万一你必须快速建立一个原型产品? 万一小的设计改动能让你的系统设计更加灵活,并且能容纳更多的应用和更多的客户? 我个人特别喜欢的情况是:万一你希望得到更低的功耗呢? 许多转换器需要 1.8V 电源,而许多运算放大器可能需要 3.3V 或 5V 来

达到系统所需的动态范围/CMRR。分立方案的选择更多,对应用的优化也更多。许多有经验的系统设计者对电路布板和电源旁路十分精通,他们倾向于选用分立方案,这样可以保留进一步选择的便利。”

目前,分立模拟器件也在发展,集成度越来越高,越来越简单易用,或者开发特殊的应用产品。例如,美国国家半导体公司(NS)今年1月推出了可配置传感器模拟前端(AFE)芯片为例,LMP91000是可全面配置的低功耗恒电位仪,可在传感器与ADC间提供一个高度集成的完整信号路径,适用于低功耗的化学物质及气体检测应用。为了简单易用,NS还提供了开发工具。据NS精密信号路径产品部副总裁James Ashe介绍,NS在完成传感器信号路径设计的WEBENCH传感器模拟前端电路设计工具(WEBENCH Sensor AFE Designer)上也进行了重要投资,使电路可调,来兼容多种技术规格,支持数百款温度、压力及化学传感器。“像LM91000芯片的恒电位仪电压和输出增益都可根据设计要求自行设置,这令工程师可以探测更多的气体种类,或者探测不同的气体浓度,并确保设备的总系统功耗可低至 $10\mu\text{A}$ (平均值)。”

可见,MCU不会脱离数字设计的核心。在集成模拟/数模混合器件时,会对性能和制程带来一些挑战。在一些高性能或独特应用场合,独立的模拟器件仍举足轻重。独立的模拟器件的发展趋势是集成度更高,精度更高,可编程性更强,并有自家的开发工具支持,简单易用等。

相关链接

NS可配置的传感器模拟前端:简化设计流程

不久前,NS(美国国家半导体)推出两款可配置的传感器模拟前端(AFE)集成电路,它们采用独创技术,并获得该公司WEBENCH设计工具支持,令工程师可使用各大厂商生产的各类传感器产品完成信号路径设计,将产品快速推向市场。换言之,工程师可以利用这套设计工具挑选传感器,进行设计,配置解决方案并将配置参数下载至传感器模拟前端电路。目前一个典型的传感器应用需要数块电路板及多达25颗元器件,而采用此方案,只需一颗芯片就可搞定。同样,以往设计一个传感器系统,需要几周甚至几个月的时间,而采用NS的新产品和设计工具,设计时间则可缩短至几分钟。

LMP91000芯片是业界首款可全面配置的低功耗恒电位仪,可在传感器与模拟/数字转换器(ADC)间提供一个高度集成的完整信号路径。LMP90100芯片则是业界首款可真正连续校准背景信号并做出诊断的24位、多通道、低功耗传感器模拟前端电路,适用于高性能收发器及变频器系统。另外,WEBENCH传感器模拟前端电路设计工具兼容多种技术规格,可以支持数百款温度、压力及化学传感器。其数据库涵盖了Omega Engineering、Honeywell Sensing & Control、Tempco Electric Heater及All Sensors等公司的众多传感器产品。

MIPS 架构寻机突破

如今,ARM 是 32 位 MCU 架构中增长最快的部分,有专门为不同嵌入式处理器准备的 10 种左右的 Cortex 授权。一般公认 ARM 阵营的优势是可利用的丰富的生态环境。

不过,MIPS 科技公司这几年也在寻求突破。Microchip 是 MIPS 架构的积极拥趸者之一,最近,Microchip 的 Erlendur Kristjansson 对 ARM 公司声称的 32 位单片机(MCU)应用的可移植性产生了疑问。

32 位单片机的应用可移植性:现实还是神话?

Erlendur 首先介绍了事情的原委:2008 年 11 月,ARM 公司宣布推出 Cortex 微控制器软件接口标准(Microcontroller Software Interface Standard, CMSIS)。ARM 声称,对于新器件的软件开发项目或将现有软件在不同芯片厂商的基于 Cortex-M 的单片机之间移植时,这项标准可降低软件设计成本。这听起来很不错,但事实确实如此吗?

Erlendur 分析道,根据 ARM 所言,CMSIS 是“适用于 Cortex-M 处理器系列的与厂商无关的硬件抽象层。CMSIS 为不同芯片厂商和中间件提供商的处理器提供了简单一致的软件接口,这简化了软件重用,缩短了开发人员对于新单片机(MCU)的学习过程以及新器件的上市时间。CMSIS 的问世使芯片厂商可将资源集中在突出其产品的外设功能上,无需在对单片机进行编程时保持各自不兼容的标准^[10]。”



Microchip 高性能单片机部产品市场经理
Erlendur Kristjansson

可移植性的可能性探讨

我们已了解各个单片机制造商都能提供什么,现在可以看一下抽象层能为设计人员做些什么(如果有的话)。首先,我们来看 CMSIS 声称所能提供的功能,同时应记住前文所述的系统架构、外设和固件库。

CMSIS 版本 1.3

1. 内核外设访问层:包含用于访问内核寄存器和外设的名称定义、地址定义和辅助函数。它还定义了一个用于 RTOS 内核的器件无关接口,其中包含调试通道定义^[11]。
2. 这些软件层由芯片合作伙伴通过以下方式进行扩展:
 - a) 器件外设访问层,提供所有器件外设的定义;
 - b) 用于外设的访问函数(可选):提供用于外设的附加辅助函数^[11]。

仔细阅读此说明后,我们可以看到 CMSIS 提供了一种通用语言,通过它可描述 MCU 的不同元件。

接下来,我们看一下两个不同的“芯片合作伙伴(使用 ARM Cortex-M 处理器内核的 MCU 制造商)”所生产的 MCU 中包含的部分功能。

显而易见的是,尽管这两个 32 位 MCU 制造商都使用 Cortex-M3 内核,但主要功能仍有区别。表 1 中列出的功能是单片机最标准的功能,即便如此它们仍有不同。这意味着,即使这两个制造商使用相同的内核,也需要对软件进行调整才能运行最基本的程序,例如翻转 I/O 或使用 UART。如果不进行一定程度的代码重写,而只是对基本参数进行调整,则无法在 A 和 B 之间移植软件。

表 1 厂商 A 和 B 的不同外设

功能	厂商 A	厂商 B
通信外设	5×USART	4×USART
	3×SPI 总线	3×SPI/SSP 总线
	USB 2.0 OTG FS	USB OTG
ADC	12 位-1 Msps	12 位-200 ksps
定时器	16 位	32 位
内部时钟频率(最大值)	72MHz	100 MHz
RAM (最大值)	48 kB	64kB

另外,在表 1 的示例中,厂商 A 和 B 的单片机都使用了 ARM Cortex-M3 内核,并且都具有符合 CMSIS 标准的固件库。这是否意味着他们的库(例如电机控制库)可以互相移植?

其实不见得。这两个制造商对外设和固件采用了完全不同的方法。厂商 A 使用专用算法库(可能由多人经过数年开发而成)来最高效地利用其单片机上的专用外设。而厂商 B 则专注于使用更通用的外设并构建通用外设库,对于特定应用则使用示例代码和应用笔记进行说明。

这两种完全不同的方法使得在这两个制造商的 MCU 之间移植程序(例如电机控制子程序)非常困难,尽管它们使用了相同的内核。此外,库函数的命名也不相同,这意味着用户必须重写代码中的所有库函数调用,并且要弄清将哪些变量和值提交给函数。这完全不是所谓的可移植性。

再有,设计人员关注的重点是开发特定最终用途代码时的速度、效率和可靠性。厂商 A 和 B 采用不同的方法来达到这些目标。厂商 A 使用基于专用硬件的方法,而厂商 B 的法更加专注于通用硬件。厂商 A 针对特定应用提供了经过潜心开发的专用库,以最大限度地利用其单片机的功能。而厂商 B 只提供基本构件,让开发人员构建自己的解决方案。

笔者认为,如果真像 Microchip 所说的 32 位单片机的应用难以移植,那 ARM 阵营的优势



MIPS 公司中国区
市场总监费浙平

会打一定的折扣。如果单挑, Microchip 所选的 MIPS 公司的内核, 在计算性能也是有优势的。

MIPS 公司对其 IP(知识产权)核功耗高的错觉进行了澄清。MIPS 公司中国区市场总监费浙平称, 最近, 全球第一款 MIPS 智能手机平台来自于中国的客户——北京君正, 这用事实证明 MIPS 架构的高性能、低功耗能力。

那么如何理解高性能、低功耗, MIPS 公司在这方面的创新是什么? 费浙平说, 高性能和低功耗是必须放在一起考量的一对指标。历史上 MIPS 一直被比较多地应用于高性能领域, 比如 15 年前多数 MIPS 平台就运行在 100~200MHz 以上, 而那时候很多其他架构只需要运行在 50MHz 以下, 显然, 200MHz 的设计实现其绝对功耗是远大于 50MHz 设计的, 不管其结构体系本身多么有优势。

多年来, MIPS 比较多地被应用于绝对性能要求较高的地方, 这就是关于“MIPS 高功耗”历史错觉形成的主要原因。现在 MIPS 鼓励使用“效率”来进行不同架构内核的比较, 效率就是“性能/功耗”比, 即单位能量能够提供的计算能力。这样大家就比较容易对不同的处理器架构进行横向比较了。

一个系统的功耗效率从本质上决定于以下这些因素(如图 3 所示): 基础架构、并行处理能力、芯片后端设计和制造工艺、系统软件设计。MIPS 在基础架构技术方面的优势是比较公认的; 在多核多线程两项并行处理技术方面也领先一步(两者结合可以既增加计算平行度, 又减少 CPU 空转时钟周期数的浪费)。芯片后端设计和制造工艺对一个芯片性能和功耗的影响现在越来越大, 不过这方面的影响与具体 CPU 架构无关, 对任何芯片设计影响都是一样的; 同样, 软件设计思想上的进步, 也可以应用在所有不同 CPU 架构之上, 是通用的。在 MIPS 现有产品系列中, 像 MIPS 1074K 是双发射超标量结合多核技术的产品, 提供较高性能; MIPS 1004K 是多线程和多核技术结合的产品, 适合并行度高的任务系统。

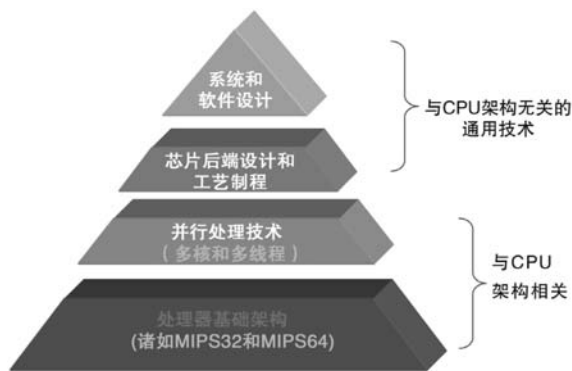


图 3 处理器的系统功耗和效率的决定因素

ARM MCU 未来什么样？

如今,事实是越来越多的厂商拥抱 ARM,那么这种现象的利弊是什么?有人担忧 ARM MCU 会同质化,那么 ARM MCU 芯片如何实现差异化,以在竞争中脱颖而出?

Gartner 半导体和电子研究总监 Adib Ghubril 称,实际上,绝大多数的成功芯片制造商都能够开发出在特征丰富(feature-rich)和功能丰富(function-rich)之间取得平衡的组合产品。特征丰富的 MCU 所针对的各种应用中,诸如触摸式或传感器式控制模块等外围设备特征要优先于优化处理;而功能丰富的 MCU 所针对的各种应用中,处理周期必须如同发动机控制中一样,要严格予以遵守。

第一阶段,制造商可以通过将资源从处理模块转向外围设备模块来获得效率上的提高——这是类似 ARM 核之类的标准处理模块的有效之处;而在第二阶段,掌握专利核心的制造商更有可能是要满足严格的处理规范要求,并应该将资源从外设上转移出来,将之转移到处理模块上——这时,授权芯核技术的左右就会降低。

软件平台给力多核

嵌入式芯片的发展特点

定位 ESA(嵌入式软件自动化)的 Mentor Graphics 公司嵌入式软件部总经理 Glenn Perry 的看法是,当前,集成了众多外设并配有多核的片上系统(SoC)在市场上正在变得越来越普遍。这种硬件复杂性的增加也在软件中体现了出来。所有客户希望使用的硬件都必须通过软件来调用。系统架构设计师会依据一定的性能标准、功耗标准或者需要使用的关键内置外设来选择特定的 SoC。他们希望操作系统能够令他们选定的外设正常工作。

此外,多核已成为流行趋势。Enea 大中国区销售总监张永军给了一组数据,爱立信预计到 2020 年将有 500 亿个连接的设备,同时思科认为移动数据流量到 2014 年将增加 39 倍,因此需要大量基础设施投资。而要实现这些目标,多核技术的使用将是一个答案。今天所有的项目大约有 10%~15%使用多核,在两年内的预期将增长到 40%。

Mentor 的 Glenn 指出,不论对称多处理模式(SMP)还是非对称多处理模式(AMP),操作系统都必须能够支持附加的处理核心。

因此,支持 SMP 功能的 CPU 内核和专用加速芯片(如 DSP 加速芯片和图形加速芯片)的数量将会越来越多。另一个趋势是在片上系统中集成更多具备节能特性的外设,将系统功耗进一步降低。虽然节能是一件好事,但前提是软件必须具备引导外设进入各种不同节能模式的能力,否则节能将无从谈起。



Mentor Graphics
公司嵌入式软件部
总经理 Glenn Perry

第三个趋势则是更直观的用户界面。只要看看 iPhone 和它的用户界面(UD),你就会了解用户界面的发展方向。硬件关注的焦点是为用户提供硬件加速和高分辨率的触摸屏。虽然显示屏的大小最终是由设备本身所决定的,但是必须要将用户界面的形式与功能统一起来。

最后,Android 系统的应用远远超出了手机、平板电脑和电视的范围。Mentor 将 Android 系统视为各种嵌入式开发的统一平台。但是 Android 系统存在一个问题,那就是所有设备看上去几乎都没什么区别。如果开发者的目的是让应用程序在所有基于 Android 系统的设备上都能够顺利运行,那么这是一个优点;但是如果开发者的目的是将自己的设备与竞争对手区分开来,这就不够了。现已有一些工具可解决此问题,例如 Mentor Embedded Inflexion UI 允许设计者改变 Android 设备前端的用户界面,使下层运行的 Android 系统变得几乎无法察觉。这对设计者来说是个好消息,他们可以在需要的时候正常使用所有的 Android 应用程序,因为在设备下层运行的仍然是 100% 的 Android 系统。



Enea 大中国区销售总监张永军

本土芯片企业如何脱颖而出

在无处不在、润物细无声的嵌入式处理器世界,哪里寻找我国本土芯片的足迹?当前,上海海尔集成电路、上海普芯达、北京君正、时代民芯、珠海欧比特等 MCU/处理器企业正如雨后春笋。福州瑞芯、杭州国芯、珠海炬力等 SoC 企业也在崛起。在与海外同行激烈的角逐中,本土企业如何脱颖而出?

数字电视领域产品线较为齐全的本土芯片设计企业——杭州国芯科技股份有限公司的资深副总经理张明向本刊介绍道,本土优势是一个动态和相对的过程,并不是一项决定性的资本。总体来讲,在信息技术领域,我们与先进国家相比是后来者,扮演的是积极赶超的角色。在这个努力的过程中,充分发掘本土企业更加贴近当地市场、贴近当地用户的特点,并努力将其转化为自己的竞争优势,才是我们正确的心态。比如开发更适合本土生活和文化特点的产品、提供更便捷的服务支持等。但本土企业最终依靠的还是自己的技术和产品优势,依靠自身的综合实力与国外同行进行竞争,并在竞争中不断壮大自己。



杭州国芯的资深副总经理张明

国内有些公司往往在高性能和低成本之间徘徊,如何理解高性能和低成本的关系?张总认为,在新产品推出时,高性能往往意味着高价格,客户主要面向高消费者。随着更多竞争对手的加入,或者为了使产品被更多的大众消费者接受,降低成本就成为市场竞争或市场推广最直接的杀手锏。但如果过度压制成本导致性能下降,或进行恶性低价竞争,并不是一种理性的企业行为,因为大众真正需要的并不是最低价格而是与性能相适应的合理价格。

杭州国芯(NationalChip)作为一家芯片设计公司,通过不断的技术创新和产品创新,并且结合不同的细化市场定位,推出适合消费者需求的高性价比芯片产品,例如开发各类数字电视信道解调芯片和信源解码芯片,或解调解码集成单芯片。

参考文献:

- [1] Massimini T. Trends of MCU and Embedded market[R/OL]. <http://www.avnetondemand.com/Technology%20Trends/MCU+Market+and+Embedded+Control/channel/40/video/788/>
- [2] 施膺. 从 MCU 创新,体会“后摩尔定律”. 电子产品世界,2011(1-2):99
- [3] 王莹. 瑞萨与 NEC 合并:能否保持 MCU 的领先地位? [R/OL]. (2010-10-19). <http://wangying1.spaces.eepw.com.cn/articles/article/item/84051>
- [4] 王莹. 医疗/工业高成长, TI Sitara 巨关心[R/OL]. (2010-4-18). <http://wangying1.spaces.eepw.com.cn/articles/article/item/75870>
- [5] 王莹. Freescale 爆出猛料:MCU 240 款一次发布[R/OL]. (2010-6-29). <http://wangying1.spaces.eepw.com.cn/articles/article/item/81895>
- [6] 迎九. 挑战多核. 电子产品世界,2010(12):42
- [7] Onde V. 基于 Cortex-M3 的 STM32 微控制器处理先进电机控制方法,电子产品世界,2010(11):42
- [8] McGrath D. Renesas readies mixed-signal MCUs. (2010-10-14). <http://newsletters.eetimes.com/portal/wts/cemciv2cj-wqecrCoarsiVqh4snMc>
- [9] Schmitz T. 信号链的集成与去集成,电子产品世界,2010(12):50
- [10] www.arm.com/products/processors/cortex-m/cortexmicrocontroller-software-interface-standard.php
- [11] <http://www.onarm.com/download/download395.asp>
- [12] 王莹. 从 IC 到嵌入式系统:近来的一些新变化探析. 电子产品世界,2010(11):18

本文来自《电子产品世界》2011年3月刊,由王莹提供。

发展单片机 MCU 建议

陈章龙

8月11日惊闻陈章龙老师去世,嵌入式系统联谊会同仁们难掩悲痛。陈章龙老师是我们嵌入式系统联谊会的发起人之一,是中国单片机事业的奠基人之一。陈老师退而不休,热心嵌入式系统教育和产业,他非常关心和支持我们联谊会的工作,今年3月在他的主持下,联谊会上海华东师大和上海嵌入式学会一起召开了一次非常成功主题讨论会。今年是中国单片机40周年,陈老师还说要把自己收藏的资料捐献出来,供大家学习和参考。陈章龙老师长期担任中国计算机学会嵌入式系统专业委员会副主任,复旦大学教授,陈老师一生为教育事业鞠躬尽瘁,培养出了一大批优秀的学生。为中国嵌入式系统的发展,为物联网等新兴技术的发展做出了突出的贡献。陈章龙老师的逝世是中国嵌入式系统事业的重大损失。《中国单片机三十年文集》选登陈章龙老师的文章,表示我们的尊敬和纪念。

嵌入式系统联谊会

单片机 MCU 是目前国内外集成电路中量大面广、附加值高的 ASSP 产品。中国台湾生产单片机 MCU 的厂商除了华邦外,其余都是 Fabless 的集成电路设计公司。单片机 MCU 实际上也只是中间产品,其应用达到一定的量,又会重新要再设计生产有真正市场和用户的 SoC,故 MCU 实际上也是 SoC 前期产品。

一、国际上单片机 MCU

单片机 MCU 是目前国内外集成电路中量大面广、附加值高的产品。2007 年全球的 MCU 达 151 亿美元,其中 Renesas、Freescale 等前十位 MCU 生产商要占 77.1%。在国外,绝大多数大型半导体公司都生产单片机/嵌入式处理器芯片,并把它们作为主要的赢利产品。如 Samsung 公司把集成电路产品的发展分成 3 个阶段:DRAM、单片机 MCU 和高档数码产品。Renesas 公司的 MCU 在国内应用量已达第一位,而在国内的投资连续大幅度增加。

目前主流 MCU 虽仍为 8 位的,但是 16、32 位高档 MCU 增长很快。据统计,2006—2010 年 MCU 的复合增长率为 8%,而 32 位 MCU 的复合增长率为 20%。2004—2007 年 MCU 增长的 30 亿片中 20 亿片是 16 与 32 位 MCU。

在 32 位 MCU 中,主要是基于 ARM、MIPS 和 Freescale 的 PowerPC。ARM 公司除了提供 SoC 设计的内核外,采用 ARM 核的 MCU 2007 年已达 3 亿片(主要是 Samsung、NXP、

Atmel、ST 等公司的通用 MCU), 预计 2010 年将达 19 亿片; 同时, ARM 公司在 2003 年已开发 cortex 架构的 MCU, 在 2005 年专门收购了 Keil(专用 MCU 开发环境的公司), 把发展通用 MCU 作为该公司的发展策略。

二、中国台湾单片机 MCU

中国台湾单片机 MCU 的占有率约为 10%, 大多以 8 位为主, 产品以 ASSP 形式存在。生产单片机 MCU 的厂商除了华邦外, 其余都是 Fabless 的集成电路设计公司(如义隆、盛群和凌阳等)。

如盛群的 I/O 型、LCD 型、A/D 型等全系列 MCU, 已可供应工业规格等级产品; 该公司并透过业界合作伙伴, 已有产品应用在汽车数字仪表盘、倒车雷达、防盗器、电动窗等汽车外围相关设备。松瀚的 8 位 MCU 产品因为在抗干扰特性上特别加强, 并采用 1T 架构(一个时钟即是一个指令周期), 能达到比传统 8051 核更高的速度, 因此获得不少需要高精密度的医疗量测仪器厂商, 应用在耳温计、电子秤、体脂计与电子血压计等设备上。很多厂商都以中国国内市场为目标。以义隆的策略为例, 为了对需求增长最快的中国家电市场有更多认识, 该公司派人亲自拜访重点客户, 对当地市场做深入的调查, 并与各种方案提供商(第三方 System Design House)建立紧密的合作关系。方案提供商专为系统产品厂商代工设计或开发新产品, 对终端市场有相当程度的了解。义隆目前一方面通过经销商拓展市场, 另一方面即是选定几个重点领域, 建立与直接客户/方案提供商的联系管道, 把握最具潜力的应用市场。义隆同样拥有五花八门的 MCU 产品线, 但该公司的产品分类方法则是仅保留通用型产品的 MCU 名称, 其他加入特殊应用功能的产品则分别并入通信、消费性、计算机外设、LCD 驱动等 IC, 就有机会继续转进收益更佳的特殊应用产品。目前在面向消费电子应用的语音 MCU、音乐 MCU, 计算机领域应用的鼠标/键盘 MCU, 以及通讯领域应用的电话 MCU 和滑指式触控板都有很大市场。这些厂商一有新产品, 就送给各大专院校使用, 并举办各类的比赛; 来促进产品的推广和改进。

目前, 台湾单片机 MCU 也在朝 16/32 位方向发展。华邦因具备自己的 Fab, 在 2006 年推出内置 ARM7 与 ARM9 核心的产品用在通讯与数据处理。金丽科技的 16/32 位 MCU (X86 架构) 产品结合其自身技术专长, 主打网络设备及工业控制的应用。中国台湾政府 2008 年提供一亿台币给凌阳(Sunplus)研制新一代 32 位单片机 MCU。

三、我国单片机 MCU 现状

根据赛迪的报告, 2007 年的中国 MCU 市场中, 8 位产品仍占据着主力地位, 销售额和销量所占据的市场份额均在 50% 以上; 32 位和 16 位产品的增长则相对较快, 无论是销量还是销售额的增长率均接近或超过 30%, 两者的销售额之和占整体市场份额升至 27%, 这主要得益于汽车电子产品中所需的主流 MCU 逐渐从 8 位产品向 16 位和 32 位产品过渡。

表 6 2007 年中国各类 MCU 产品市场规模

产品	销售额(亿元)	市场份额	销量(亿片)	所占比例
4 位	19.6	11.7%	23.4	38.8%
8 位	102.4	61.3%	33.6	55.8%
16 位	35.8	21.5%	3.0	4.9%
32 位及以上	9.1	5.5%	0.3	0.5%
合计	166.9	100%	60.3	100%

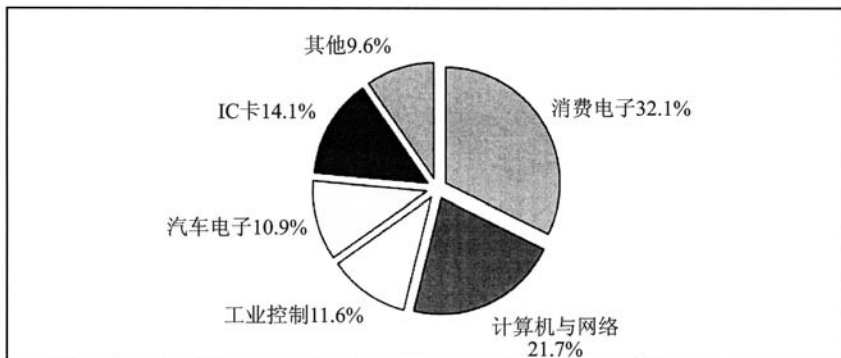
数据来源：赛迪顾问 2008,01

在 2007 年中国 MCU 市场中,汽车电子和 IC 卡是两个增长最快的应用领域,从而成为拉动整体市场增长的重要力量,而一直作为最大应用领域的消费电子,销售额仅增长 10.0%,从而成为中国 MCU 市场增长趋缓的主要原因。

表 7 2007 年中国 MCU 主要应用市场规模

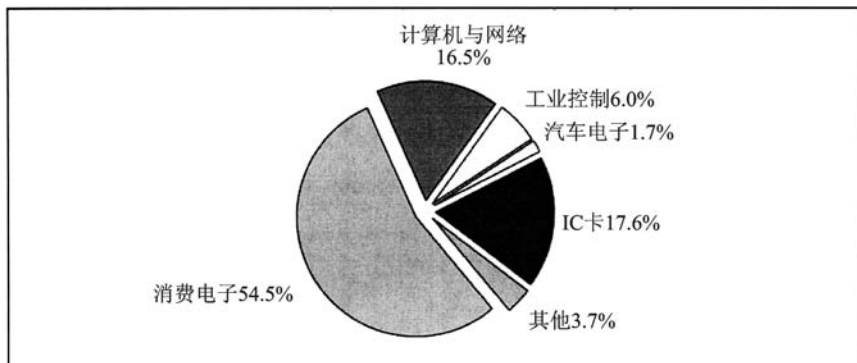
产品	销售额(亿元)	市场份额	销量(亿片)	所占比例
消费电子	53.6	32.1%	32.9	54.5%
计算机与网络通信	36.2	21.7%	10.0	16.5%
工业控制	19.4	11.6%	3.6	6.0%
汽车电子	18.3	10.9%	1.0	1.7%
IC 卡	23.5	14.1%	10.6	17.6%
其他	15.9	9.6%	2.2	3.7%
合计	166.9	100%	60.3	100%

数据来源：赛迪顾问 2008,01



数据来源：赛迪顾问 2008,01

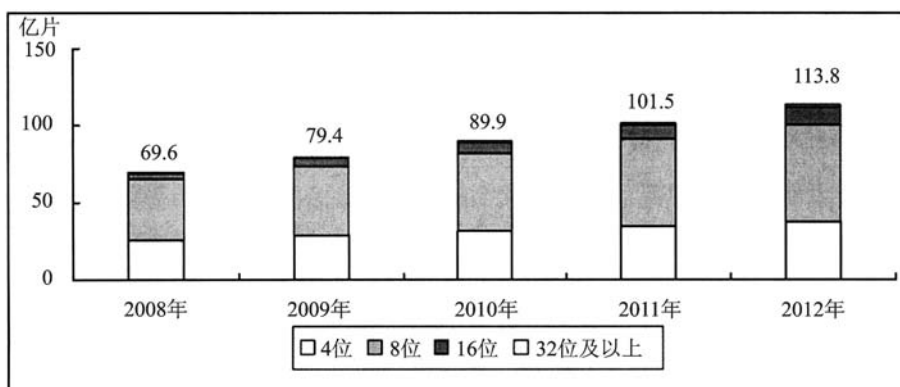
图 9 2007 年中国 MCU 市场应用分布 (按销售额)



数据来源：赛迪顾问 2008,01

图 10 2007 年中国 MCU 市场应用分布(按销量)

从中国 MCU 市场产品结构来看,未来 5 年,高端产品将是当之无愧的明星产品,其中,32 位及以上 MCU 随着电子产品升级趋势的延续,销售额和销量的增长都将居于中国 MCU 市场的首位;而 16 位 MCU 无论市场规模还是复合增长率都将居于各类产品的前列,这主要得益于汽车电子、工业控制等应用领域的高速成长。从另外两类 MCU 产品的发展来看,在规模上,8 位产品仍将是中国 MCU 市场的主流,到 2012 年其销售额和销量将分别占整体市场的 53.0% 和 55.1%,仍居于各类产品的首位,而 4 位 MCU 则由于应用范围有限,且价格相对较低,因此无论销售额还是销量所占市场比重都将持续下降。



数据来源：赛迪顾问 2008,01

图 31 2008—2012 年中国各类 MCU 产品销量增长

国产单片机,在九十年代末,由许居衍院士领衔的“国产单片机系列产品”九五攻关项目,真正开始了国产单片机的研发和批量生产,2000 年国产单片机超过一千万片。不过,绝大多数还是 4 位(日本厂商转移至国内)和低档 8 位的单片机。由于仍采用自行研发、生产和应用

销售的模式,故一直没有形成规模。近来,以上海海尔微电子为代表的本土厂商联合了整机厂商共同开发具有我国特色的单片机,年产量已可达几千万片。它们采用先进的微电子工艺,Flash 技术,能批量生产与 8051 和 PIC 单片机兼容的单片机。而性能价格比要超过 Atmel 和 Microchip 公司(因而也开始引起国外的注意)。上海普芯达电子有限公司(公司由 P&S(力源)创始人发起),根据市场的需求(力源在国内有较大的应用销售网),自行研发和生产国际流行以 8051 和 ARM 为核的通用的单片机。

四、我国单片机 MCU 的发展建议

我国单片机 MCU 年需求量达 50~60 亿片,是全球 MCU 最大的市场。2007 年销售额可达 400 亿元(2006 年:342.8 亿元;2005 年:295.9 亿元;2004 年:225 亿元)。与全球的市场一样,我国单片机 MCU 应用虽仍以 8 位为主,32 位 MCU 增长很快。NXP 公司的 8 位 MCU 仍稳步增长,去年的 32 位 MCU(以 ARM7 为核)增长了 400%,占 NXP 全球的供货量一半以上。但是这些 MCU 绝大多数是国外的产品,80%以上都是 Renesas、Toshiba、NXP、Freescale、Microchip、Samsung、ST 和 Atmel 的产品;台湾的凌阳(Sunplus)、华邦(Winbond)和义隆(Elan)等的单片机也有一定的占有率。而国产单片机的占有率却很少。档次还不高,很多还是 4、8 位专用的单片机,高性能单片机(如汽车电子用的单片机)和类似 ARM 的高档单片机还没有。

我国需要的单片机大多数是通用的,而我国的集成电路设计公司大多数都是以专用的 SoC 为主,因而,产生了我国的集成电路设计自己设计、自己生产、自己开发和自行销售的封闭模式。而国外的半导体厂商都只生产通用的 MCU 产品,由第三方来提供研发开发工具及开发软件,使各种用户都可以来开发应用,芯片销售也直接通过市场进行。

因此,我国国产通用 MCU 研发和生产,不但可以满足国内的巨大市场需求;也可改变我国的集成电路设计自己设计、自己生产、自己开发和自行销售的封闭模式。单片机 MCU 实际上也只是中间产品,其应用达到一定的量,又会重新要再设计生产有真正市场和用户的 SoC,故国产 MCU 也是 SoC 前期产品。

1. 开发目标

研制以 C-CORE 为核的通用 MCU,可以有两大系列:即目前市场应用最广的类似于 ARM7 和 ARM9 性能的通用 MCU。

研制和配备相应的开发工具及开发软件,为广大用户开发和应用的需要;以及各类大专院校的教学实验之用。

研制各类应用模块,使用户能快捷、批量地应用(以克服由于新产品的知名度不足和兼容性差的问题)。

2. 研发内容

ARM 架构的 MCU 大致可以分为三个系列:

- Cortex-M: 这是面向 8 位 MCU 应用领域(价格约 \$1 元左右 28-48 引脚),自 2003 年开始研发,2007 年开始推出 Cortex-M1, Cortex-M3 内核的单片机。目前 Luminary 公司和 ST 公司正在国内开始大力推广。
- ARM7: 这是目前 ARM 架构应用量最大的 MCU,原则上,可应用于不需要嵌入式 Linux(不包括 μ cLinux)和 WindowsCE 的所有领域,一般的数码产品、仪器仪表(包括税控机)、工业控制,网络通信。
- ARM9: 这是目前性能较高的 MCU,如 Freescale 的 MX27x, Samsung 公司的 4410B。常用于便携式多媒体产品、机顶盒、高清电视,类似 iphone 的多媒体移动终端,以及教学实验仪,车载导航,多媒体终端。

我们的 C * Core 的通用 MCU 也可以分为三个系列:

C * Core 的前身是 Freescale(Motorola)的 M * Core,它在 Freescale(Motorola)当时是以通用 MCU 的形式推向市场的。面向通用控制、手机、PDA、GPS 和汽车电子。

- 以 C210 /C305 为基础的面向 8 位 MCU 的低价格通用 MCU,以控制处理功能为主,以与 Cortex-M 竞争。可用于移动存储器控制器,高档消费类(空调、冰箱)、仪器仪表、计算机外设
- 以 C310 和 C320 为基础的应用广泛的通用 MCU,可覆盖目前 ARM7 架构的 MCU。
- 以 CK510/520 为基础的高性能通用 MCU、与 ARM9 架构的 MCU 进行竞争(ARM9 架构 MCU 的应用也刚开始不久),以移动多媒体终端、机顶盒,高清电视为主。

3. 市场推广:

- 开发研制通用开发工具,提供相应开发环境
 - 价格低廉的开发工具
 - 配备各种开源的开发环境
- 开发研制面向教学的教学实验仪
 - 与大学合作,建立相关地教学实验室
 - 编写教学与实验书籍
 - 争取列入教育部大学生电子设计比赛中
- 与第三方 System Design House 开发研制应用模块
 - 研制各种面向应用的模块,包括各种应用的最基本的系统。
 - 配备相应的 uc-os, ucLinux 等 OS
 - 配备为 C 语言编程的环境及函数库。

物联网时代对 MCU 嵌入式软件提新要求

中国软件行业协会嵌入式系统分会 何小庆

典型的物联网系统由传感层(物)、网关、云计算(互联网后台服务)三大部分组成,其中 MCU(微控制器)因为其高性能和低功耗在传感层和边缘网关设备中发挥重要作用。对比 8 位或 16 位处理器设计,物联网时代的 MCU,ARM 产品线的 Cortex M 系列的市场份额一直在增长,特别是穿戴式市场中 ARM 的占有率是最高的。ARM 更注重物联网背景下与合作伙伴共同打造 ARM 生态系统,ARM 的合作伙伴针对不同的物联网应用对 MCU 提出更具体的特殊要求,开发出特别的 SoC 的 MCU 产品,也正因为这些因素,针对物联网应用的 MCU 嵌入式软件和开发工具正在快速的发展以适应新的要求。

安全第一

物联网设备需要时常连接到网络,需要在条件恶劣的环境下可靠工作,安全(security 和 safety)具有重要的意义,前者是信息安全,后者是功能安全,两者息息相关。ARM 的 32 位设计在安全性上拥有额外的优势,ARM 架构使旗下所有 32 位处理器都可以支持强大的非对称加密算法和协议。在嵌入式软件方面, SafeRTOS 支持 IEC61508 标准,提供系统设计认证包, Micrium μ C/OS 通过第三方为 IEC61508 认证服务提供支持。Mentor Graphic 嵌入式部门也在快马加鞭地提供安全认证的服务,计划在 2015 年陆续推出针对航空航天、工业、医疗和汽车电子的 DO178C、IEC61508、IEC62304 和 ISO26262 的认证服务包。在信息安全方面, SafeRTOS 是通过 interniche 网络协议 SSL/IPSec/SSH 提供安全保护, Micrium 通过发展自己的 μ C/TCP-IP 安全协议, Mentor 的 Nucleos OS 已经有成熟的一套网络安全协议方案。在嵌入式开发工具方面, IAR Embedded Workbench for ARM 工具通过了 TUV SUD IEC 61508 和 ISO 26262 认证,可以作为安全相关应用的开发工具(ARM MDK 编译器也支持类似的功能)。

优化为先

物联网设备控制器要求高性能、小尺寸和超低功耗,核心的 MCU 越来越多地采用 SoC 芯片,比如集成了 WiFi、蓝牙和 zigbee 协议的 MCU 大行其道,因此开发工具一定要支持代码效率和尺寸的优化。IAR Embedded Workbench 和 Keil MDK 都具备这样的特性,最新版本 IAR Embedded Workbench for ARM 还提供功耗测量的能力,传统的仿真器,比如 Trace32

也有这样的功能,但其价格昂贵,在 MCU 开发中使用很少。虽然支持物联网无线通信的 SoC 中大量使用 ARM Coretex-M0/M3 内核,但是经典的 8051 内核由于低成本低功耗依然有大量的应用,并得到工具的最新支持,比如 IAR 和 keil 支持 Silicon Labs 和 Texas Instruments 物联网芯片。

端到端方案

物联网是一个系统,支持物联网三大部分的软件和工具需要协调工作,需要一个能支撑传感—通信—计算的端到端解决方案,因此针对物联网的操作系统(OS)逐渐浮出水面。

2014 年 1 月先是微软宣布 Windows 10 IoT 版本,同年 10 月 ARM 宣布专门为基于 ARM Cortex-M 架构的 MCU 而设计 mbedOS,它包括了设备端的嵌入式 mbedOS 操作系统、软件工具包 mbed 和云端 mbedDeviceServer 三大部分。紧随其后传统的嵌入式 OS 公司 Micrium 和 express logic 宣布各自的物联网 OS 产品 spectrum 和 x-wave。2015 年 5 月谷歌在旧金山宣布物联网软件 Brilo OS 和 IoT 协议 Weave。

国内企业也闻风而动,2015 年 5 月在华为网络大会上,华为发布了敏捷网络 3.0,主要包括最轻量级的物联网操作系统 LiteOS,LiteOS 体积最小只有 10kB 级,具备零配置、自组网、跨平台的能力(即支持 MCU 也支持 MPU),华为宣传 Lite OS 将实行开源。依托阿里系的支持,上海庆科的物联网 OS-MiCO 年初也亮相上海家电博览会,MiCO 借助前期 WiFi 模块市场上的优势,与包括海尔、美的、奥克斯、西摩、贝昂、老板、方太、海信、万和、万家乐、松下等家电企业有合作,除了对接阿里智能云,还支持微信 Airkiss、京东智能云、海尔 U+、苹果 Homekit 等第三方公有云。

物联网 OS 还处在发展的初期阶段,技术、商业模式和应用都在摸索,ARM 去年宣布 mbed OS 是开源软件,据目前了解的信息还只向其俱乐部的成员开放。物联网 OS 目前既无行业标准也无企业事实标准,大企业是在布局,小企业在投石问路。

产业机遇

物联网产业处在发展初期,碎片化特点必将导致物联网时代 MCU 软件和工具的多样性。一种操作系统和开发工具很难支持物联网系统中的所有设备,短时间内,很难形成像智能手机中 Android 和 iOS 两家独占市场的局面。以安全性和集成化为代表的物联网新需要给传统嵌入式软件带来挑战,也给以互联网企业为代表的产业新人带机遇。

本文来自《中国电子报》2015 年 8 月 13 日 MCU 专刊,由作者何小庆提供。

市场技术变革推动 MCU 差异化创新

开发新兴市场 致力更低功耗 转向 32 位 寻找差异性能

微控制器(MCU)是一类既熟悉又新颖的电子器件。说它熟悉,是因为 20 世纪 70 年代就已经诞生,且广泛应用,广为人们所熟知;说它新颖,是因为无论市场需求还是产品技术,每年都会展现出诸多不同,比如在 2013 年里,32 位 MCU 对 8 位的快速替代,低功耗产品的广泛推出,异构或同构内核的争论等,都成为业界热议的话题。对此,本报特别约请了 MCU 业界主流厂商,针对热点话题进行探讨。



飞思卡尔资深全球
产品经理 林明



英飞凌科技(中国)有限公
司汽车电子事业部高级总
监兼业务负责人 徐辉



Microchip Technology
全球销售及应用副总裁
Mitch Little



恩智浦半导体大中国区
市场总监 金宇杰



ADI 公司精密 ADC 产品
线产品应用经理 魏科



ARM 中国嵌入式
市场经理 耿立峰



瑞萨电子通用和SoC
产品中心副总监 吴晓立



Silicon Labs 亚太地区
MCU 高级市场营销经
理 彭志昌



赛普拉斯大中国区 PSoc
业务拓展经理 王冬刚



意法半导体大中华区与亚
太区微控制器市场及应用
总监 James Wiat



兆易创新 GigaDevice
MCU 产品经理 金光一



中微电子股份有限公司
MCU 事业部总监
包旭群



安森美半导体三洋半导体
产品部数字方案 MCU 及
闪存部主管 山田进

市场:智能化趋势催热需求

随着智能化产品的推出,需要更多的智能控制,促进了 MCU 的需求增长,比如智能照明、智能化家居、智能保健、智慧城市等应用。

林明:2013 年是物联网正式起步的关键年,相比 2012 年对 MCU 的需求会有可观的增长,尤其是 32 位 MCU 将成为市场的主流。物联网应用要求 MCU 功耗更低、体积更小、性价比更好。消费电子、工业控制、无线应用、汽车、智能电网等将会是主要垂直应用市场,此外可穿戴设备市场也开始起步。

飞思卡尔拥有十分完整的 ARM 微控制器和微处理器产品组合,包括入门级 Cortex-M0 架构的 Kinetis L 系列、Cortex-M4 架构的 Kinetis K 系列、Cortex-A8/Cortex-A9 多核架构的 i·MX 系列等,满足各种多元化应用。

金宇杰:市场对 MCU 需求越来越旺盛,这一走势是非常清楚的,尤其是中国市场。随着智能化产品的推出,需要更多的智能控制,促进了 MCU 的需求,比如智能照明、智能化家居、智能保健、智能电表、智慧城市等应用,都是 MCU 产品的重要发展空间。

徐辉:随着电子技术在工业、一般消费品及汽车产业中广泛应用及对产品技术和功能要求的逐步提升,MCU 的市场需求在 2013 年将继续增长。在全球经济复苏的背景推动下,这种增长趋势更加明显。

Mitch Little:2013 年计算和通信用设备持续向移动化发展。这意味着最终产品的外形更小、电池使用寿命更长将得到进一步的关注。在通用汽车市场中,较高级车型中大规模使用半导体器件的现象将变得更加普遍。所涉及的领域包括信息娱乐以及其他一些目前尚未标准化的方便用户的概念。单片机更是会继续通过各种方式渗透到各种电子设备中。事实上,几乎对于所有带电源的终端设备来说,无论是电池供电还是线路供电,要么是已经使用了单片机,要么就是应该使用单片机。所以我认为在智能电源、无线连接、人机界面和汽车领域,单片机和模拟半导体都存在极大的增长潜力。

耿立峰:从整体产业趋势看来,智能家居,智能电网与物联网的蓬勃发展将推进 MCU 市场需求日益攀升,逐年成长。以 2012 年为例,全球基于 ARM 的 Cortex-M 系列内核的 MCU 出货量汇总大概在 22 亿片,反观 2010 年,这个数字只有 3.7 亿片。

今年除了传统嵌入式行业的应用,我们也看到了 Google Glass、Nike Flue Band 等可穿戴装置的出现,这些也都是持续带动 MCU 成长的推动力。

吴晓立:2013 年 MCU 市场有明显的需求上升,特别是家电市场。

魏科:数字革命推动了 MCU/DSP 产品在音响、辅助驾驶、电机控制、智能监控、生物识别、生命维持和救护等领域的广泛应用,促进了 MCU/DSP 市场规模的扩大。

包旭鹤:MCU 应用广泛,我们看好绿色节能类应用。这类 MCU 需要低功耗、高效能控制算法,高精度、高电压的模拟集成等方面的技术,中颖电子也在致力这方面的耕耘。中颖电子的 MCU 目前主要应用在家电、电脑周边等领域,公司正积极拓展锂电池管理、智能电表、电机控制和新一代节能显示技术 OLED 驱动等应用市场。

山田进:LED 照明、汽车、智能手机/平板电脑及白色家电都是安森美半导体 MCU 的目标应用市场。我们的 MCU 将嵌入高精度的模拟功能及电机控制功能。

王冬刚:新兴的 MCU 应用领域包括智能电网,需要高性能 MCU 和多通道同步采样 ADC 处理能力;物联网,需要多通道传感器、Bluetooth、RF、NFC 等无线连接的支持;医疗电子,需要高集成度、高性能的 MCU;照明,需要低功耗、高集成度 MCU。

金光一:目前,我们会更多关注智能家居、智能仪表、工业电子、医疗、消费产品、汽车等应用领域,3 年~5 年内,消费电子、工业电子和医疗电子将是 GD32 MCU 重点发力的三大领域。成功源自专注,当前对 Giga Device 来讲,我们会专注于 Cortex-M3 内核产品的研发与应用,持续发挥产品的性能和成本优势。针对不同的用户需求,推入门型、基本型、增强型和互联型等一系列产品,不断丰富和完善 MCU 产品线,从而进一步拓展 GD32 MCU 的应用领域。1 年~2 年之后我们会考虑推出 Cortex-M0+ 内核产品,为成本敏感的低端应用提供更多选择。

耿立峰:不同的行业应用对 MCU 的资源需求不尽相同。我想 Connectivity 可能是共性之一,通过把各个单独的个体节点组网和信息汇总,从而挖掘其中的智能化应用。当然如果细分还会发现包括各种不同的通信技术方,比如电力线载波通信、ZigBee、嵌入式 WiFi、Bluetooth 等。这里一定需要大量的低功耗 MCU 去实现对信息的采集、处理和通信。

彭志昌:当前最大的市场机遇就是用于物联网的可连接设备。这样的例子包括智能电表、智能温控器、安全与监控系统、便携式医疗和健康/健身设备、家庭自动化和无线传感器网络。这些应用要求“电池友好型的”超低功耗 MCU,同时提供能够降低系统整体功耗的模拟/混合信号外设。这些高能效的 MCU 同时还需要支持无线连接和传感器集成。此外,我们看到了对无线 MCU 的持续需求,它将低功耗处理内核和无线收发器结合在一起,支持 ZigBee 和低功耗蓝牙之类的一系列的低功耗无线协议,以及专有的 sub GHz 无线连接。为了满足这些市场需求,Silicon Labs 在 2012 年中期收购了 Ember,为低功耗无线网状网络应用增添了 Ember ZigBee 无线 SoC 和应用。

32 位:替代 8 位已成定局

从出货量来看,8 位和 16 位逐渐被替代,32 位继续保持增长率第一,逐步成为主流 MCU。

林明:随着物联网的发展,越来越多的应用需要高能效比的 MCU,能在有限的功耗下完成复杂的数据处理和运算。32 位平台的生态系统也比 8 位和 16 位平台丰富得多,这有利于客户加快产品面市周期。8 位和 16 位 MCU 已经无法适应这样的趋势,32 位 MCU 将会成为市场的主流。

徐辉:Cortex-M0/Cortex-M0+ 产品的出现,由于其在内核尺寸、性能、功耗方面的优势,结合越来越先进的生产工艺,相关产品具有高性能、低价格的优势。在可预见的将来,16 位 MCU 及中高端 8 位 MCU 的市场将逐步被 Cortex-M0/Cortex-M0+ 产品所取代。32 位 MCU 尤其是 Cortex-M 内核产品的市场份额会越来越大,成为未来市场的主力。32 位中除

了通用的 Cortex 系列外,一些厂家的自有 32 位内核也在推出低成本产品,希望在自己的专有市场领域进一步替代原有的 16 位和 8 位 MCU。

英飞凌下一代多核架构 32 位 MCU(AURIX 系列),基于业界领先的 65nm 工艺开发制造,专注 32 位汽车应用,并下探到 16 位 MCU 的市场区间。由于具有良好的管脚兼容性和软件移植性,未来将逐步取代 16 位 MCU 在汽车电子领域的地位。8 位 MCU 也只是在个别简单应用领域还会继续存在一段时间。

金宇杰:多年之前 NXP 就推出这样一个概念——32 位 MCU 将替代 8 位和 16 位 MCU。基于 ARM Cortex-M0/Cortex-M0+ 的推出及技术的跟进,可以让 32 位 MCU 做到低成本、低功耗。目前,32 位 MCU 从成本上已经非常接近 8 位 MCU。按照我们的计划还会逐渐推出更低成本的具有 32 位内核的单片机。

从 MCU 前 10 位的芯片厂商的技术走势也可探知主流市场将从 8 位转向 32 位,加入这个阵营的厂商越来越多。相信未来一段时间,这个转换将会加速。未来市场的主力将是 32 位 MCU。

Mitch Little:单纯从数据总线宽度(8 位、16 位还是 32 位)来看待单片机市场未免过于简单。单片机市场的变化并非十分迅猛,它只是随着低端和高端 MCU 市场中涌现的新型应用而不断发展。32 位市场的增长最为迅速,而 8 位和 16 位产品正不断渗透到过去不考虑使用 MCU 的新型应用中。

Microchip 在 8 位单片机市场中具有举足轻重的地位,我们仍将在该领域继续投入大量资源。我们在 16 位和 32 位单片机领域的发展也很迅速,已经发布了许多新的产品,并且还有更多新产品准备推出。

王冬刚:从出货量来看,8 位和 16 位逐渐被替代,32 位继续保持增长率第一,逐步成为主流 MCU。根据 IC Insights 预计,未来 5 年,32 位 MCU 产品将在出货量及销量方面都成为 MCU 市场的第一。到 2017 年,预计 32 位 MCU 的销售额占 55%,而 16 位收入将占 22%,4 位/8 位为 23%。而就出货量来讲,预计 2017 年 32 位 MCU 的出货量占 38%,16 位器件将占 34%,4 位/8 位则为 28%。**耿立峰:**对于 MCU 市场,产业界有一个共识或者是趋势,就是 32 位 MCU 正在逐渐取代 8 位和 16 位 MCU,成为增长速度最快的一个分支,并逐渐变成市场上的主力。与此同时,在某些对性能要求不高或者对价格极端敏感的应用中,我们还是能见到 8 位/16 位的 MCU。

包旭鹤:通用 MCU 生产工艺精进虽不如存储器和普通逻辑 SCALINDDOWN 那么明显,但近些年还是取得了长足进步,从 $0.35\mu\text{m}$ 为主流一路进步到 $0.18\mu\text{m}$ 为主流,甚至出现 $0.11\mu\text{m}$ 工艺的产品。这一变化使得 32 位 MCU 的成本不断下降,从而导致 32 位 MCU 的销售量逐年上升。16 位 MCU 将因 32 位 MCU 的替代,市场份额出现较快速的下降,但是 8 位 MCU 因其用户为普及型用户,使用方便,且平台转换成本较高,因而将会在市场上存留很长时间,并在近几年保持增长态势。

吴晓立:位数不是客户选择 MCU 的原因,性价比优秀、“Best Fit”的产品是这个市场的主力。

山田进:一项明显的趋势是 ARM Cortex 内核将在 32 位 MCU 市场占据更大份额,其应用领域也将增多。8 位 MCU 市场微增;16 位 MCU 市场持平或微降;32 位 MCU 市场增长。未来,8 位/16 位 MCU 将主导简单应用,而 32 位 MCU 将主导复杂应用,各自主导不同应用市场。

彭志昌:随着嵌入式开发者越来越转向标准化的核构架,16 位 MCU 市场在稳定的 8 位市场和迅猛增长的 32 位市场之间不断受到挤压。专有架构主导了 16 位市场,而广受欢迎的 8051 内核被广泛地使用在 8 位 MCU 设计中,同时 ARM 技术已经成为 32 位 MCU 的一种事实标准。鉴于这种市场动态,我们将会继续看到 32 位和 8 位设计在 MCU 市场中获得超越 16 位的发展动力。

除了 ARM 技术在 32 位 MCU 市场上越来越受欢迎,我们继续看到顾客对 8 位 MCU 的强劲需求。从内核的角度看,8 位构架更为简单,同时 32 位 MCU 需要更多的非挥发性存储器和 RAM 内存、更为复杂的系统功能和诸如 C/C++ 这样更加内存密集的编程语言(相对而言 8 位设计仅使用汇编语言)。许多基本的嵌入式应用只是简单地切换位,并不需要大量的处理能力。例如对于简单的家用无线电玻璃破碎检测传感器或者工厂车间的地表温度传感器而言,8 位 MCU 就是一种理想的选择。此外,8 位架构比 32 位架构具有更高的确定性,而且 8 位 MCU 的开发也是非常简捷的。当开发人员在编写了一行 8 位 MCU 代码时,将非常清楚它是如何执行的。8 位 MCU 的外形还可以变得非常小。例如,Silicon Labs 提供了封装尺寸小到 2mm×2mm 的 8 位器件,它同时还提供出色的外设集成。

差异化:周边电路成竞争关键

在各家内核都一样的情况下,MCU 的周边性能,就显得非常重要。它让各个厂商体现出自身的差异性。

金宇杰:MCU 要想获得成功,有几个方面十分重要。一是产品本身的性能、成本。二是它的生态支持系统,如样品电路、支持软件等。三是技术支持的速度等。在大家内核都一样的情况下,MCU 的周边性能,就显得非常重要。它让各个厂商体现出自身的差异性,比如一些特殊接口、时钟的设置等,是与其他厂家的区分点。当然,成本也很重要,在设计之初就要考虑减少设计成本,满足市场需求,以获得竞争优势。

林明:我认为最重要的是理解客户的应用和市场需求,定义最合适的产品,为客户带来最大的价值。另外要根据多元化应用有针对性地提供成熟的系统解决方案,帮助客户将产品更快地推向市场。

James Wiart:简化产品选型和产品差异化定位是意法半导体的核心。对 MCU 本身来讲提供了芯片本身是不够的,我们还提供服务、支持、质量、可靠性。市场都有自己的选择,我们

不会规定客户一定要买什么,我们只是把自己的产品做得很好,去吸引客户。

从 ST 的架构来看,ST 分模拟与数字两大部门,希望能够增强每一个产品的工艺和技术,提升产品的竞争力。从 MCU 本身来讲,我们会跟 MEMS 等其他部门合作,针对具体应用领域提供更好的产品线满足客户需求,这个需求不仅仅是 MCU,也在 MEMS、电源器件和功率器件部分考虑怎么做一个更好的套餐,让客户满足系统需求或者是嵌入式的需求,通过几个部门的合作可以实现系统的应用 ST 对工艺有很深的研究。追求低成本的话,一定要用低成本的工艺去做;追求高性能就要用高性能的工艺去做。用什么工艺取决于我们的目标、应用以及产品的定位。不管是 180nm 的工艺,还是 90nm 的工艺,都是业界非常先进的工艺。对于 MCU 来讲,工艺并不是越新越好,MCU 是混合电路,要经受更恶劣的环境,所以是用最可靠的工艺,而不是更新的工艺,可靠性永远是第一位的。

徐辉:的确,MCU 市场竞争非常激烈。针对行业的发展势态与市场需求,提供给客户最佳性价比和最切合客户应用的产品以及快速的市场反应能力是取得 MCU 市场成功的关键因素。

英飞凌公司汽车 MCU(TriCore 系列 32 位)已经在汽车动力总成、主被动安全、车身电子及新能源动力控制系统中得到广泛应用,其中全球有近一半的动力总成和新能源车的控制系统在使用英飞凌的 MCU。在这些关键的控制应用中,安全性、可靠性、稳定性及高速、低功耗等性能成为汽车电子控制应用的首选指标。针对未来汽车电子应用系统的发展趋势与市场需求,我们会时刻把握市场的脉搏,为客户提供最佳性价比和最切合客户应用的 MCU 产品。

现在针对工业和多元化市场的需求,我们和 ARM 合作,选择了大家都比较熟悉的、行业内普遍使用的 ARM 内核,配以强大的外设,着眼进一步的细分市场,以富有竞争力的价格,赢得了客户广泛关注和好评,英飞凌的 16 位和 8 位单片机在工业内也被广泛使用。

吴晓立:我们主要研究如何贴近中国市场客户的需求,认真倾听客户的需求并为客户的应用场景选择/设计最合理的 MCU,帮助客户降低 BOM 成本、生产成本和长期服务成本,同时通过新的 IP 和新的商业模式尽可能地为客户带来新的商业价值。

Mitch Little:从智能手机到移动计算,再到消费类电子产品和电器的方方面面,人机界面技术一直占据主导,如今该技术正大规模渗透到汽车领域。Microchip 在开发人机界面和显示屏新技术方面做了大量投资,并且仍将继续关注该领域。我们的 mTouch 触摸传感解决方案能够与大量单片机产品线配合使用,可实现电容式按钮与滑动条乃至多点触控投射电容式触摸屏等功能。在某些案例中,我们将用于驱动图形显示和电容式触摸传感的外设集成到单颗单片机中。近期,我们利用创新的 GestIC 技术增添了手势界面功能。全球首款采用 GestIC 技术的手势控制器 MGC3130 能通过电场检测人手的位置和手势。这一点意义重大,因为电场技术的能耗极低,因而非常适合移动应用和其他电池供电应用。另外,电场技术精确度高且抗干扰能力强,十分适合汽车和工业环境。

随着无线连接集成继续迅猛发展,相关经济高效解决方案的基础逐渐夯实。在这一领域,

我们致力于提供独特而完整的解决方案,以期实现真正易用、快速并兼容各种主流标准。尤其值得一提的是,我们的 32 位 PIC32 单片机产品组合已经发展到关键阶段,即将成为高性能嵌入式控制计算技术领域的主导力量。最近,我们发现嵌入式应用对 Bluetooth 连接的需求日渐增加。近期收购的 Roving Networks,不仅为 Microchip 的客户带来了丰富的蓝牙解决方案组合,而且通过易用的“板上协议栈”模块组合扩展了我们的 WiFi 功能,使得任意单片机都能支持 WiFi 和蓝牙连接,而不受集成存储器大小或位宽的限制。

王冬刚:要取得竞争优势并长期居于主导地位关键是在 4P(product、price、promotion、place)上取得竞争优势。产品创新、高性价比、完善的生态系统和成熟的方案将使 MCU 厂家取得成功。

包旭鹤:我认为一要继续不断地投入产品技术的研发,保持产品在性能、成本和品质上的优势地位;二要切实掌握用户的实际需求,深入应用成为专家(比客户更懂应用),这样才会在 MCU 产品的规格定义的能力方面领先于其他竞争者。

金光一:在 MCU 的激烈市场竞争中取得优势,产品的差异化是取胜的关键,通过差异化来规划产品线并提升产品的性价比是核心竞争力。GD32 MCU 进一步扩大了我们 GigaDevice 基于先进存储技术的平台优势,包括运营资源和量产经验。通过集成 Cortex M3 处理器内核与丰富出色的外设,并采用自主知识产权的专利技术,在提高了产品性能的同时,还可提供极具竞争力的价格。另外,在产品线规划上,所有 MCU 在软件和引脚封装方面全兼容,可以有效提升用户的研发效率,降低项目成本,缩短设计周期。满足工业、消费电子等对性能和价格的双重需求,从而更适合嵌入式控制应用。

彭志昌:第一,在不断提高芯片的集成度、性能和能效的同时,继续降低成本。第二,要围绕高精度模拟和集成混合信号外设而形成差异化。第三,通过提供各种节能 MCU 来降低系统级功率损耗,这些 MCU 带有精密的片上能源管理系统、多种功率模式和节能的外设。第四,提供业内最佳的、易于使用的软件工具,并且如 Silicon Labs 用于 8 位设计的 Keil 工具和用于 32 位基于 ARM 的 Gecko 产品的 Simplicity Studio 那样实现完全免费。

魏科:MCU 市场获得成功的关键在于高性能、低功耗、高可靠性,这也是 ADI 公司的精密模拟微控制器的策略发展重点。

功耗:动态与待机两路出击

低功耗是 MCU 开发的一个发展方向,除此之外,MCU 厂商还要在功耗、性能、集成度、尺寸、成本等方面全面考量。

林明:飞思卡尔始终致力于为客户提供最有价值的产品和方案。针对物联网应用的特点,低功耗、小尺寸、高集成度并且具有价格竞争力的 MCU 产品将获得成功。KL02 正是为物联网应用量身定制的产品,它是世界上几何尺寸最小的基于 ARM 架构的 MCU(1.9mm×2mm),具有最高的能效比(15.9coremark/mA),集成了各种先进的片上外设并且以 8 位

MCU 的价格为客户提供 32 位的系统解决方案。

金宇杰:在 MCU 当中,低功耗是越来越热的一个话题。MCU 在很多手持设备中也在大量应用,此类产品对功耗的要求越来越严格。功耗有待机功耗、动态功耗不同方面。在不同工作频率下动态功耗会有所不同,这方面 NXP 已达到很高水准。我们会提供一些专用的程式给用户,使用户可以在功耗与性能之间选择一个最理想的平衡点。在待机功耗上,我们也在设计和工艺等方面努力改善。

吴晓立:瑞萨的优势来自我们领先的 Flash 工艺,以及我们灵活的产品运行模式。从 RL78 系列开始,我们引入了“Snooze”模式的概念,MCU 可以一直在 STOP 模式,等待外设接受 UART/CSI 数据或进行 ADC 转换,数据接收/转换完毕后 MCU 进入全速运行,极大地降低了整体功耗。与此同时,我们 RL78 系列的单个功耗指标均已处于业界领先地位。

山田进:我们着重于提供低能耗的 MCU,但我们的一些产品也提供很高的性能。MCU 在系统任务中发挥主要作用,总能耗取决于 MCU。因此,应用中需求低能耗的 MCU。安森美半导体推出了极适合低能耗应用的 MCU。

LC87F7932B 仅在 RTC 工作模式下提供 $0.45\mu\text{A}$ 的平均能耗,而在控制 LCD 显示屏、RTC 工作及间歇工作以检测传感器的 12 位模数转换器(ADC)的情况下,总平均能耗仅为 $1.5\mu\text{A}$ 。

金光一:由于拥有高速的 CPU 内核和 Giga Device gFlash 专利技术,Giga Device 全新的 GD32 MCU 产品系列实现了内核对 Flash 访问的零等待。根据 Dhrystones 和 CoreMark 测试结果,GD32 的代码执行效率比市场同类产品提高 $30\%\sim 40\%$ 。另外,还针对节能和电池供电等应用场合进行了优化,GD32 提供了三种省电模式,同主频下的工作电流比市场同类产品降低 $20\%\sim 30\%$,最高主频下的全速运行功耗仅为 $1.05\text{mW}/\text{MHz}$ 。

我们希望通过集成 Cortex-M3 处理器内核与出色的外设,打造完整丰富的产品系列,给用户在研发时以更大的自由选择。通过本地技术支持团队和工具厂商的协作,为用户带去优异的系统性能与灵活的应用体验,并在性价比上做得更为出众。在今年 9 月,我们还会推出 Flash 容量支持到 3072KB,并集成以太网接口、USBOTG、I2S、SDIO 等更多全新外设的系列产品,进一步拓展 GD32 的应用领域和优势。

耿立峰:低功耗当然是 MCU 开发的一个发展方向,而且是很重要的发展方向。而 ARM 的内核提供了丰富的低功耗模式选择,高性能的 32 位内核可以更快地完成系统的处理任务然后进入低功耗待机模式,从而降低系统的平均功耗。除了 ARM 的内核以外,还需要芯片厂家以及代工厂,从 MCU 的芯片外设 IP、SoC 设计以及工艺节点,甚至是系统应用等各个方面综合考虑。

王冬刚:Cypress 在低功耗产品上推出了 PSoC4 产品,PSoC4 架构面向嵌入式设计提供业界最灵活、最低功耗的 ARM Cortex-M0 器件,在 Stop 模式下电流只有 20nA 。

魏科:低功耗应用是 ADI 公司在 SoC 领域的发展方向。ADI 公司推出的解决方案具有

突出的低功耗特性,同时具有业界领先的模拟前端性能。

彭志昌: Silicon Labs 长期以来在 8 位 MCU 产品组合中,一直都充分利用混合信号技术尽力达成一种低功耗、高性能、功能集成、小体积和经济成本之间的最佳平衡。我们正在将相同的混合信号集成于各种 32 位 MCU 解决方案之中。最近对 Energy Micro 的收购,也让我们通过吸收世界上最节能的、基于 ARM 的 MCU 而增强了我们的 32 位产品组合。

工具:开发套件受追捧

应注重生态系统的建立,在软件方面打造免费开源的环境,供工程师使用这些生态系统。

林明: 飞思卡尔多年来致力于软件工具的开发,包括 Code Warrior、Processor Expert、MQX 实时操作系统等,为客户提供开发的便利性。未来公司将针对不同的应用开发更多成熟的软件库和系统参考设计,为客户提供完整的解决方案。

James Wiart: ST 会驱动整个应用发展。我们会开发属于底层的東西,在应用层面由第三方进行开发,同时,ST 也购买第三方的 IP 和软件。我们基本态度是开放的,只要它的可靠性、稳定性达到 ST 的标准。

ST 在推产品的同时,也会更加注重生态系统的建立,包括板级的评估板。在软件方面,除了跟以往的厂商合作以外,我们还打造一些免费开源的环境,供工程师使用。

徐辉: 英飞凌针对基于 Cortex-M 内核的 XMC4000、XMC1000 产品推出了新的 DAVE3TM 开发环境,集成免费的编译器、调试器及下载工具。用户可在图形化的开发环境中,通过组合和配置 DAVE App 组件,自动进行资源分配,生成用户 C 代码(底层代码或参考方案)。新的 DAVE3TM 将帮助客户更加容易地使用功能强大的 XMC4000、XMC1000 系列微控制器,轻松实现从其他平台控制器至英飞凌产品的移植。

DAVE3TM 后续会推出 SDK,用户可以根据需求编写自己的 DAVE App,满足个性化的需求,同时亦可共享给其他用户使用。

英飞凌汽车 MCU 在全球拥有众多的软件开发工具提供商,客户根据自己开发任务的要求会有很多种选择,比如从入门级的免费 VX 开发工具集,到支持 AUTOSAR 的高级开发工具 DAVE 环境等。每个软件工具提供商都有多年的系统工具开发经验,能为客户提供专业的、高质量的、优化的和可靠的开发工具。

王冬刚: “We change the way, you change the world!” Cypress 的 PSoC Creator 改变了传统的设计方法,工程师利用这个工具设计产品改造整个世界。PSoC Creator 将一个最新的软件开发 IDE 与一个革命性的图形设计编辑器结合在一起,构成一个独特的强有力的软硬件同步设计环境。它提供内容丰富的、存有几百个预先配置过的模拟和数字外设库,可以方便地拖放进电路图设计界面并组成强大的系统。该工具还可以自动为所有片上信号分配管脚,如有需要,甚至还能将 I/O 分配到最佳管脚。每个外设元件的参数均经过仔细的配置,以保证应用效果能最好地满足设计者的要求,且没有资源浪费。构建过程会为每一个元件产生一个

一致的、容易记住的 API 系列。这样,软件开发者即可控制硬件,而无需为基本执行指令操心。定制的设计及其相关的 API 还可以方便地存储在库中,用于将来的项目或在组织内部分享。

吴晓立:瑞萨自身拥有完整的 MCU 开发工具,并且价格十分合理。

在瑞萨的中文网站上有瑞萨 Easy 购页面,提供全套的方案文档、电路图、源代码,客户可以方便地下载方案,进行在线培训、技术交流及产品 and 工具购买。另外,瑞萨正在开展新的全球合作伙伴计划,其中软件的合作伙伴和工具的合作伙伴是重要一环。

山田进:对于 MCU 而言,高性能的编译器及实时寄存器查看器很重要。我们计划增强 8 位及 16 位 MCU 用的 C 编译器的性能。

魏科:CrossCore Embedded Studio 是针对 ADI 公司 Blackfin 和 SHARC 处理器系列的世界一流集成开发环境 (IDE)。该 IDE 基于 Eclipse,采用了我们最新一代的成熟的代码生成工具,提供了无缝直观的 C/C++ 和汇编语言编辑、代码生成和调试支持。Cross-Core Embedded Studio 还为 Blackfin 和 SHARC 开发人员提供了驱动器、服务和算法软件模块的高度集成插件支持。此类支持包括片内和片外外设的驱动器支持、以太网和 USB 的堆栈、受欢迎的实时操作系统和文件系统等。这为用户提供了易于使用的开发框架,包含了出色的集成多核开发和调试支持。

彭志昌:对于 MCU 供应商,为客户提供超低功耗 MCU 已不再足够,他们必须还提供易于使用的、能够“感知功耗”的软件工具,从而使开发人员能够针对最低的系统级功耗优化设计。此外,应该免费为客户提供这些工具。例如,Silicon Labs 最近宣布可提供用于其整个 8 位产品组合的免费 Keil 开发工具。客户可以从我们的网站上免费下载这些 Keil 开发工具。

此外,我们通过免费的 Simplicity Studio 软件套件来支持我们基于 ARM 的 EFM32 Gecko MCU 产品组合,它是一个全面的图形化用户界面环境,适用于所有主要的计算平台,包括 Microsoft Windows、Linux 和 Mac/OS X。

EFM32 MCU 的初始者工具包可免费提供。Simplicity Studies 为开发人员提供了一键式访问快速开发节能应用所需要的所有信息、文档、energyAware 工具和软件与源代码库。

Simplicity Studio 的关键要素包括 energyAware Profiler,它是一款强大且易于使用的、用于低功耗嵌入式系统开发的调试工具。而 energyAware Designer 则是一款可简化传统上颇耗时的 I/O 引脚冲突调试任务的工具。使用这些 energyAware 工具,开发人员能够快速筛选查找到耗能最多的那些代码行。SimplicityStudio 还包括一个建立在 ARM 的标准 CMSIS 抽象层的 energyAware 软件库,所有主要的工具链都支持它。第三方支持包括 IAR 的 Embedded Workbench、Keil 的 MDK-ARM 和来自于 Rowley Associates 的 CrossWorks。

内核:追求通用与专有的平衡

从内核技术的趋势看,处理性能将越来越强,门电路将越来越小,指令将越来越精简。

耿立峰:MCU 是支撑物联网/大数据的基础,它的具体行业应用可以说是遍地开花,而每一项的应用对于 MCU 内核的需求都各不相同,ARM 的产品发展路线图也是因应这个市场需求而开发,例如 Cortex-M 系列内核涵盖了入门级的 Cortex-M0 以及 Cortex-M0 + , 满足主流应用的 Cortex-M3,以及支持对 DSP 指令以及浮点运算有需求的高端应用 Cortex-M4,全方位地满足客户的需求。

金宇杰:NXP 是一个全系列都采用 ARM 内核的公司。ARM 核本身性能非常好,相对应的工具、支持环境非常成熟,使用者也很多,我们会集中力量在周边的接口电路上,不再花 ([时间进行 MCU 核的开发。

从内核技术的趋势上看,处理性能将越来越强,门电路越来越小,指令越来越精简。此外,在高端方面,内核将集成更多的技术,比如 Cortex-M4 已经集成了 DSP 技术上的部分功能、浮点运算,未来它的运算能力将更加强大。

王冬刚:Cypress 推出的 PSoC,其独特的架构介于通用和专有架构之间,灵活满足不同应用的需求。Cortex-M0 架构能够做到低功耗和高性价比,将逐步替代 8 位/16 位 MCU。

MCU 核的后进入者比较困难,要取得进一步的发展,要找到杀手应用,并且以丰富的产品组合和完善的生态系统与 ARM 抗衡。

魏科:拿 ADI 自身产品为例,ADI 自主架构的处理器总的来说还是 DSP。

Blackfin 处理器除了数字信号处理能力外,还可以执行任务调度等 MCU 的功能。因此,ADI 自有架构的 Blackfin 处理器适合于数字信号处理为主、控制为辅的应用;而 ARM、MIPS 等架构的 MCU 适合于控制为主的应用。

目前,ARM 作为业内开放的处理器核心,其在芯片设计生态环境营造、软硬件开发资源的丰富性和复用性、加速项目设计周期等方面都具有明显的优势。采用 ARM 架构开发 MCU 产品,尤其是 32 位 MCU 产品,已经成为 MCU 产品领域的主流趋势。但是总体看来,未来多元化 MCU 架构将是市场发展的主流。随着技术的飞速发展,各种新的解决方案不断出现,但是,无论哪种方式,高性能、低成本都是厂商追求的最终目标,确保这些方案都能很好地满足市场需求变得更加关键。

林明:MCU 开发过程中,其软件开发平台与 PC 的软件开发平台各自独立(其 CPU 的核不同,CPU 资源相差很大),但是现在无论是移动设备,还是嵌入式设备其主流 CPU 都是基于 ARM 核,目前移动的 APP 开发平台与嵌入式开发平台也是各不相同,随着时代的发展,移动软件开发平台与嵌入式开发平台有融合的可能性,但存在明显的差异。移动软件的开发平台相对统一,底层驱动成熟,软件开发更多的专注于应用;嵌入式软件的开发平台纷繁复杂,需要更多地专注于特定应用的高效率、低功耗的系统设计。ARM 生态系统可以为嵌入式软件

开发带来很大便利性,但是最终产品的差异化还是会体现在对 MCU 资源的充分利用上。

徐辉:对于工业类 MCU 应用,开发平台统一的可能性是存在的。但对于汽车这样实时性、可靠性和安全性要求较高的系统应用,由于不同车厂有不同的开发流程、测试及验证标准以及应用协议,在开发平台上会有不同选择。

包旭鹤:完全可以融合,只是不是物理上的融合而是应用上的融合,这种融合会创造产品的革命。设想一下,MCU 负责物理终端的采集数据和控制,通过物联网联机到手机,由 APP 负责处理转化成直观结果给人或者 APP 智能化地处理信息再发给所需要的人或设备,然后形成反馈并反过来调整 MCU 物理终端,这就是高效智能的革命性产品。比如个人生理检测设备(MCU 终端)结合物联网和手机 APP,就可提供个人生理检测分析和远端实时的诊断和救护等。这种方式会引发许多革命性产品。

本版内容由本报记者李映、陈炳欣、慕容素娟策划采访整理。

本文来自《中国电子报》2013 年 8 月 3 日 MCU 专刊。

创客和开源硬件将改变 MCU 开发方式

何小庆

2016年6月某天我来到硅谷 Sunnyvale 的大型电子超市 Fry's,一款小巧的 Arduino 开发板进入我的视野,它就是 Arduino 101 (美国以外的市场统称为 Genuino 101)见图 1。Arduino 101 的核心是 Intel Curie(居里)芯片模块,它包含一个 32 位 Quark 微处理器和一个 32 位 ARC 微处理器,有 384kB 闪存、80kB SRAM,还包含一个低功耗蓝牙芯片,一个用于手势识别的加速度传感器和一个六轴加速度陀螺仪,你可以把居里芯片模块看作一个超级的物联网 SoC MCU(片上系统单片机)。



图 1 Fry's 陈列的 Arduino 101

如同 Intel 新硬件组负责人 Mike Bell 所说,居里会让你“离终端产品的距离更近一步,你只需要把你所需要的功能添加上去然后就有了一个非常棒的可穿戴式设备。”

开源硬件 Arduino

Massimo Banzi 是意大利一家设计学院的教师,他的学生常常抱怨不能找到一块价格便宜、功能强大的控制主板来设计他们的机器人。2005 年的冬天,Banzi 和 David Cuartielles 讨论到这个问题。David Cuartielles 是西班牙的 MCU 设计工程师,当时在这所学校做访问研究。讨论之后,他们决定自己设计一块控制主板,他们找来了 Banzi 的学生 David Mellis,让他来编写代码程序,Arduino 从此诞生。

Arduino 的流行和创建团队奉行的开源思想有很大的关系。与开源软件一样(比如 Linux),任何人都可以免费复制、修改 Arduino 的设计,并且可以生产原版硬件和修改后的硬件,只有你在产品上注明版权来自 Arduino,而且你也必须要把你的硬件设计开源。这样让新的硬件项目的开发周期大大缩减,成功率大大提高。

Arduino 平台由两部分组成:一个部分是硬件主控板和接口板(shield),另一个部分是 Arduino IDE(开发环境)。最著名的主控板是 Arduino Uno,其他的主控板,还有 Arduino Yun、Mega 和 LilyPad(可穿戴方向)。每一个主控板都包含一颗 MCU,上面讲到这几块主控板的 MCU 都是 Atmel 公司的 MCU,比如 Uno 使用的是 AVR ATmega328,一款 8 位 MCU。2013 年有了 ArduinoDue,Arduino 世界迎来了首款 32 位 MCU 主控板-Arduino Due。Due 采用 MCU 是 AT91SAM3X8E,这是一个 ARM Cortex-M3 核心的单片机。2014 年 Arduino 又推出 Zero,这是一款基于 Atmel SAMD21 ARM Cortex-M0 的主控板。因为种种原因,Due 和 Zero 这两款 ARM 内核的主控板在 Arduino 社区的影响力都不高。

Arduino 集成开发环境(IDE)使用了接近自然语法的高级语言编程,当程序员写完代码后,点击上传按键,系统自动编译成机器码,然后上传到开发板上执行。这样的设计思路和使用方式,让单片机(MCU)开发更加简单和实用。开发者不需要很强的硬件芯片级知识,不一定有 C 语言编程经验,就可以完成一个简单控制电路,因此,Arduino 受到了创客们(maker)的追捧,创客们使用 Arduino 产品开发出了许许多多很酷的产品,最著名的就是开源的 3D 打印机 makerBot。

创客和电子积木

我在 Fry's 还看到一款电子积木 Littlebits。

LittleBits 是一种可以组装的 DIY 电子元件套装,与大家很熟悉的乐高积木有些相似,所以大家也就称这样的设计为电子积木。可以说,它是一种“不是玩具”的玩具。每一个“bit”都是一个独立的电子组件,比如一个扬声器、一个光传感器、一个闪烁的 LED 灯。把这些电子积木组装在一起,就能制作出很酷的东西出来,没有任何编程要求。这让那些没有任何电子线路和软件编程经验的创客们开心极了,甚至时尚设计师们也可以圆自己的创客梦了。其实 LittleBits 自己也是个创业公司,公司在纽约,最近在曼哈顿开了一家专卖店,不仅卖产品,还展

示使用 LittleBits 的创客们的作品。

LittleBits 的“没有编程要求”也意味着“不支持编程”。每个模块功能都是写死的,如果你想要尝试一些新功能,它就无能为力了。为了解决这个问题,最近 littleBits 宣布推出 Arduino 模块,这个模块和其他模块功能一样,还增加一个可编程功能。创客们需要做的,就是使用模块上的 USB 接口连上电脑,通过标准 Arduino IDE 上传程序就可以了。

为了让希望掌握 littleBits 编程的创客们学习, LittleBits 专门提供了一个以 Arduino 为核心的起步套装产品 coding kit,包含一个 Arduino 模块和八个其他 littleBits 模块(电池、开关、伺服和控制模块),售价为 89 美元,见图 2。



图 2 littlebits 电子积木

结束语

据 Gartner 预测,50%的新物联网装置将来自未来三年内成立的创客公司,看到如火如荼的创客大潮,传统的嵌入式和物联网芯片公司也跃跃欲试,文章开始提到的 Intel 与 Arduino 合作开发的 Arduino 101 开发板就是一个例子,市场对这个 32 位 MCU 的 Arduino 平台的反映非常积极,将 WiFi 和蓝牙模块集成在平台上,为该板增添吸引力,解决长期以来 Arduino 蓝牙和 WiFiShield 不标准,使用在物联网系统中不方便的问题。

另外一家传统的 MCU 公司—意法半导体(ST)近日与 Arduino 公司宣布了一项合作协议,让业界领先的 STM32 系列 MCU 以及意法半导体的传感器、功率器件和通信连接技术走进 Arduino 创客社区。合作协议中的 STAR 开发项目的首款产品是基于 STM32F469 的

STAR Otto 主控板,据悉最近可以向公众展出,STAR 是 ST 和 Arduino 的前两个字母组合。

以后,基于 MCU 的开发多数都会转向 Arduino 为代表的开源硬件吗?答案是否定的,因为嵌入式系统应用非常广泛,Arduino 很难满足各个行业的需求。比如汽车和医疗电子,它们对安全和可靠性要求极为严格,Arduino 设计很难满足。

Arduino 自己对产品市场定位是很清楚的,在谈到与 ST 合作的项目时,Arduino 公司首席执行官兼总裁 Federico Musto 表示:“创客社区欢迎 STM32 家族到来,我们的产品将增加音频输入输出和触屏控制器等新功能。我们有十足的把握,商用物联网公司也将会使用这些新功能,轻松设计新的智能家居产品应用,或改进工业自动化和工控产品。”

以 Arduino 为代表的开源硬件的思想、技术和产品对 MCU 嵌入式开发和教学工作将产生深远的影响,国内同行应给予足够的重视和关注。

来自:与非网显微镜下的嵌入式产业栏目。

简介篇

嵌入式系统联谊会简介
嵌入式系统联谊会委员
图片

嵌入式系统联谊会简介

由国内知名学者和产业人士共同发起的嵌入式系统联谊会,于2008年底在北京正式成立。嵌入式系统联谊会为中国嵌入式系统不同学科领域的专家学者、工程技术人员、市场人士和科技媒体人士提供学术和产业信息交流的环境,是增进个人友谊的科技沙龙性质机构。嵌入式系统联谊会主题讨论会自2009年开始,已经召开19次会议,会议反响热烈,参加总人数已经累计近千人次,见诸媒体的报道近百篇。联谊会作为嵌入式系统学术界、产业界、科技媒体的交流和联系平台的作用和定位得到广泛认可。嵌入式系统联谊会是九十年代末成立的北京单片机联谊会的延伸。

2009年—2015年嵌入式系统联谊会会议题

- 2009年03月 嵌入式系统的集成电路产业。
- 2009年06月 嵌入式软件产业与软件集成。
- 2009年09月 嵌入式系统的产业模式思考。
- 2009年12月 嵌入式系统的学科建设。
- 2010年03月 嵌入式系统的发展趋势。
- 2010年07月 嵌入式系统新技术论坛。
- 2010年12月 物联网、云计算与高校教育。
- 2011年05月 MCU中国设计与中国应用。
- 2011年12月 嵌入式操作系统现状与趋势。
- 2012年4月 嵌入式系统的无线互联技术。
- 2012年11月 FPGA在嵌入式系统中的应用。
- 2013年5月 展往未来、探索教育。
- 2013年11月 使用ARM Cortex-M MCU拓展单片机教学。
- 2014年3月 智能硬件设计与应用研讨会。
- 2014年11月 展望工业4.0、聚焦机器人。
- 2015年5月 物联网教育与产业发展研讨会。
- 2015年12月 全球集成电路产业整合与嵌入式系统发展
- 2016年3月 嵌入式系统创新与创业
- 2016年7月 西南地区嵌入式系统技术和产业研讨会

嵌入式系统联谊会发起委员有王越、许居衍、沈绪榜和倪光南院士,其他发起委员有马

忠梅、何小庆、何立民、沈建华、邵贝贝、陈章龙、陈渝、周立功、谭军和魏洪兴。

委员有孙加兴、张志敏、袁涛、常晓明、曹重英、韩德强、陈莉君、康一梅、邝坚、李宁、郭炜、林金龙、李仁发和陈文智。

嵌入式系统联谊会官方的合作媒体：单片机与嵌入式系统应用杂志、电子技术应用杂志、电子工程世界网、与非网、电子创新网、电子产品世界杂志、今日电子杂志、慕尼黑电子展、21IC 中国电子网和我爱方案网。

工作组：何小庆秘书长、成员胡晓柏和芦潇静。地址：北京市海淀区北四环中路 238 号柏彦大厦 2006 室，更多的信息访问 www.esbf.org.cn 或者 www.esbf.info，联系邮件 ahe@esbf.org.cn。

嵌入式系统联谊会委员

发起委员



王越 院士

北京理工大学名誉校长。兼任中国兵工学会副理事长,国防科工委专家咨询委员会委员,863 计划国家安全领域专家组顾问,总装备部科技委顾问,信息类研究生教育委员会主任,《中国科学》、《科学通报》、《兵工学报》编委。曾任中国兵器工业第二〇六研究所所长、北京理工大学校长。

长期从事国防电子系统、信息对抗技术的科学研究工作,曾担任过许多国防电子系统的总设计师和行政指挥,研究成果丰硕,获全国科学大会奖、机电部科技进步特等奖、国家科技进步一等奖、国家发明四等奖、国防科学技术科技进步一等奖、光华基金一等奖、高等教育国家级教学成果一等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖。曾被授予兵器工业功勋奖、全国教育系统劳动模范。

1991 年当选中国科学院院士,1994 年当选中国工程院院士。



许居衍 院士

中国工程院院士,中国电子科技集团第 58 研究所名誉所长、集团科技委常委、信息产业部电子科技委常委、中国半导体行业协会荣誉顾问。曾任四川固体电路研究所、中国华晶电子集团总工程师。



沈绪榜 院士

1933年出生,计算机专家。湖南临澧县人。1957年毕业于北京大学数学力学系。西安微电子技术研究所研究员。一直从事嵌入式计算机及其芯片的设计工作。早期设计了中小规模集成电路两种箭载数字计算机,为解决箭载数字计算机小型化难题做出了突出贡献;1977年研制了大规模集成电路16位嵌入式微计算机,推动了NMOS技术的发展;20世纪80年代初研制了四种数字信号处理芯片;1995年研制了定点32位RISC微处理器芯片;1996年研制了3.2亿次MPP微处理元芯片;2001年研制了4096个处理元的SIMD协处理器及浮点32位RISC微处理器芯片,及有关的计算机等。获国家级科技进步特等奖1次与三等奖3次。著作有《超大规模集成系统设计》等五部。1997年当选为中科院院士。



倪光南 院士

汉族,1939年生,浙江镇海人。1961年毕业于南京工学院(现东南大学),首创在汉字输入中应用联想功能,中科院计算所公司(联想前身)和联想集团首任总工程师。主持开发了联想式汉字系统、联想系列微型机,分别于1988和1992年获得国家科技进步一等奖,联想集团即以联想式汉字系统起家并由此而得名。1994年被遴选为首批中国工程院院士,现为中国中文信息学会理事长,中科院计算所研究员,北京市人民政府参事。

其他发起委员



马忠梅

北京理工大学计算机学院副教授,《单片机与嵌入式系统应用》杂志副主编,中国计算机学会微机专委会咨询委员会嵌入式系统专业顾问。本科计算机专业,保研攻读无线电引信专业,曾在校办公公司工作8年,参与5年军工项目。自1985年进入嵌入式系统领域,从事项目开发与应用,致力于单片机C高级语言应用和ARM嵌入式处理器应用推广。多次带队参加全国大学生电子设计竞赛和嵌入式系统专题竞赛。第一作者出版图书:(1)《ARM Cortex 嵌入式系统教程》;(2)《ARM&Linux 嵌入式系统教程》(第2版),北京市精品教材立项;(3)《ARM 嵌入式处理器结构与应用》(第2版),普通高等教育“十一五”国家级规划教材;(4)《单片机的C语言应用程序设计》(第4版);(5)《8051 单晶片C语言程式设计》,台湾全华图书股份有限公司;(6)《单片机C语言 Windows 环境编程宝典》;(7)《AT91 系列 ARM 核微控制器结构与开发》。



何小庆

1984年北航自动化学士和1991年北航计算机应用硕士毕业。北京麦克泰软件技术有限公司创始人和董事长,《单片机与嵌入式系统应用》杂志编委会副主编,兼任中软协嵌入式系统分会副理事长等职。曾在航空部北京测控技术所工作。何小庆较早涉足嵌入式OS领域,有30余年嵌入式系统开发和市场经验。参加过电网调度自动化、数字程控交换机和Linux智能手机研发等工程项目。在国际国内会议、国内核心期刊和科技媒体发表论文和文章60余篇,有《嵌入式操作系统风云录:历史演变与物联网未来》《嵌入式软件精解》等著作译作4本。近年关注物联网、穿戴设备和技术创业等技术方向,并在高校和企业兼职授课。



何立民

北京航空航天大学教授，现任《单片机与嵌入式系统应用》杂志社主编、中国计算机学会微机(嵌入式系统)专业委员会常务委员。荣获过国家一等发明奖，1990年被国家教委、国家科委授予全国高校先进科技工作者称号。主要从事单片机与嵌入式系统的教学、科研与推产工作。有大量单片机与嵌入式系统著作，其中《单片机应用系统设计》获全国高校出版社优秀科技专著奖。



沈建华

1987年毕业于华东师范大学计算机科学系，现任华东师范大学计算机科学系教授。曾在美国、日本、意大利、瑞士等国学习和工作，2001年3月至2002年2月在加拿大维多利亚大学做访问学者，2008年9月至2009年9月在美国密西根大学做访问学者。他从事嵌入式系统的教学和科研工作20多年，长期与工业界紧密结合，在嵌入式OS/中间件、软件设计与优化、嵌入式无线网络协议(WSN/WiFi)、低功耗技术、微处理器应用系统等方面有一定的研究，并积累了丰富的实践经验。负责并完成国家科技部、教育部、企事业单位及国际合作科研项目20多个，出版编(译)著5部，发表论文30余篇。曾获“上海市高校优秀青年教师”、“上海市育才奖”等。



邵贝贝

70年清华大学毕业,核电子学专业,当过造船工人,高能物理所工程师,6年海外科研经历,94年回清华工物系,授嵌入式应用类课,教授、博导,清华 Freescale 单片机应用培训中心主任,著作译著10部。



陈章龙

浙江宁波人,教授。1970年毕业于复旦大学物理系电子物理专业;毕业后任物理系、计算机科学与工程系教师,嵌入式系统实验室主任;嵌入式系统研究中心主任。1984—1985年曾在加拿大 Mc-Master 大学电子与计算机工程系作为访问学者。中国计算机学会嵌入式系统专业委员会副主任,中国半导体行业协会嵌入式系统与应用工作委员会副主任,上海计算机学会嵌入式系统专业委员会主任。上海嵌入式系统与软件产业联盟秘书长。兼华东师范大学软件学院嵌入式系统系主任。主要从事嵌入式系统、计算机系统结构的的教学与科研工作。专长于嵌入式系统结构、开发与应用。曾担任国家国产单片机攻关专家组成员;获国家科技进步三等奖1项、上海市科技进步奖二等奖2项、上海科技进步三等奖1项。在国内外学术刊物上发表了80余篇论文。正式出版著作有“嵌入式技术与系统”等15本专著。



陈渝

工学博士,清华大学计算机科学与技术系副教授,中国计算机学会普适计算专委会秘书长。主要研究方向是操作系统,以操作系统为核心,涉及普适计算、并行计算、计算机体系结构、嵌入式系统、无线传感器网络等领域。负责和参与十余项课题的开发,其中包括独立申请的国家自然科学基金,博士后基金,北京市科技计划项目,863项目,985项目,国际合作和横向课题等。负责且已结题的自然科学基金考核为“优”,863项目结题考核取得了好的评价,部分研究成果优于国外同类研究成果。

2001年至今,共发表学术论文40余篇,其中:第一,二作者30篇,SCI收录10多篇,EI收录20多篇;出版著作中,译著4部,编著4部。



周立功

1964年3月出生,毕业于中国纺织大学(现东华大学)自动化及计算机系,中国计算机学会微机(嵌入式系统)专业委员会委员,江西理工大学机电学院自动化教研室兼职教授,硕士生导师。广州周立功单片机发展有限公司与广州致远电子有限公司创始人。主要研究方向为嵌入式系统与现场总线,出版单片机与嵌入式系统学科方向专著近40本。



谭军

目前为天使投资人及兼任英国 Sontia 公司的亚太区总经理。

1986 年复旦电子工程系本科毕业。1988 年赴英国 留学,1992 年获英国博士学位。

1993—2000 年在曾工作于英国卢瑟福实验室任高级研究员。

2001 年—2009 年曾工作于英国 ARM 公司,任中国区创始人总裁,创建中国团队及制定战略计划。在谭军的领导下,ARM 在中国已是嵌入式系统的代名词,从大学、芯片公司到系统厂商都在支持中国的嵌入式发展(3G 手机和移动通信,数字电视和消费电子及工业控制)。中国大部分高科技公司目前研发的手机,电视,电子消费产品都含有 ARM 的技术。中国 400 多所大学都已经开设了 ARM 有关的嵌入式大学课程。业界及媒体都共同认可这些发展都和谭军这 9 年多的辛勤耕耘离不开。谭军认为“由于中国的低成本制造优势,中国在未来嵌入式应用有着巨大的发展潜力,是天时、地利及人和”。2009 年 EDN 评为谭军为中国半导体知识产权领军人物。



魏洪兴

男,1974.1,工学博士,北京航空航天大学机械工程及自动化学院副教授,中国电子学会和中国计算机学会高级会员,IEEE 会员,中国电子学会嵌入式系统专家委员会秘书长。曾获得北京市“科技新星”与北京航空航天大学“蓝天新星”资助,2009—2010 年美国密西根理工大学访问学者。

近年来一直从事嵌入式系统与机器人技术研究,先后获得省部级科技进步二等奖以上奖励 4 项,申请发明专利 4 项,主编教材 3 本,发表论文 50 余篇,其中 SCI/EI/ISTP 检索 40 余篇。

委员



孙加兴

博士/高级工程师,中共党员,毕业于中国科学院微电子研究所,大唐集团总裁助理。曾就职于工业和信息化部软件与集成电路促进中心,任集成电路事业部主任,任 Power.org 中国委员会主席,任中国半导体行业协会嵌入式系统与应用专门工作委员会委员副秘书长。参与过《我国集成电路产业“十一五”专项规划》的编制起草;参与《进一步促进软件与集成电路产业发展政策》的编制起草;参与《软件与集成电路产业发展条例》的编制起草;曾先后参与科技部与工信部的多项研发项目和公司的工程项目。在学习和工作期间,发表论文共十多篇,其中 8 篇被 EI 收录检索。



张志敏

研究员,博士生导师,中科院计算所嵌入式事业部主任,中国嵌入式系统产业联盟副理事长,北京中科亿芯信息技术有限公司总裁。毕业于清华大学计算机工程与科学系,中科院在职博士,历任航天大型武器型号设计师、主管设计师、副主任设计师、主任设计师及总体研究室主任,中科院计算所系统结构研究室副主任,苏州中科集成电路设计中心主任,中科院计算所微处理器中心副主任。曾较长时间从事航天部三个国家重点武器型号研制与主持工作,在国家务器型号中开展分布式多机处理系统与军用计算机工程技术研究,对计算机系统性能扩充及可靠性设计技术有较深入的研究。作为骨干成员参加中科院重大创新工程“龙芯”1 号研制工作,龙芯三将之一,负责“龙芯”设计验证与工程管理,主持“龙芯”1 号套片组(北桥芯片)、高速 32 位嵌入式 CPU 开发(863 项目)、中科 SoC 芯片、聚芯 SoC1000 芯片等研究开发项目,并获研制成功,其中聚芯 SoC-1000B 荣获信产部“2006 年度十大中国芯”之一(最具潜质奖)。目前主持“聚芯 SoC”芯片系列化、SoC 设计平台开发、嵌入应用技术研究等工作,对 SoC、MEMS、SiP 等技术有较为系统深入的研究,同时开展嵌入式系统平台化应用研究,基于龙芯/聚芯面向军工产品开展解决方案研究,为龙芯 CPU/SoC 产业化提供技术支撑环境。主要科研成果有:航天部科技进步(阶段)一等奖(排名 2)、三等奖(排名 1)各一项,国防科工委科技进步二等奖 1 项(排名 1),2003 年度中国科学院杰出科技成就奖 1 项,出版专著 2 本(《舰载指控计算机系统》、《基于“聚芯 SoC”的嵌入式系统设计》),技术发明专利 5 项。



袁涛

清华大学自动化系汽车电子实验室主任,清华大学-NEC 单片机与嵌入式系统中心主任,清华大学信息学院汽车电子实验室副主任,中国计算机学会微机(嵌入式系统)专业委员会常务委员。主要从事单片机与嵌入式系统教学和研究工作。包括基于微机电传感器的捷联式惯性跟踪和测量系统,发表多篇 SCI、EI 收录文章;汽车电子,在学校率先进入当年全国十大车厂实现汽车电子批量前装;系统监测,科研成果应用到外资企业,进入中国的世界 500 强,其中的相关企业都在使用;测量与控制系统,获省科技进步二等奖。



常晓明

太原理工大学教授、博士生导师、原教务处处长;1985 年以来两次留学日本共八年,取得工学硕士及博士学位;研究方向为计算机监控系统、检测技术与自动化装置。多年来主持了几十项科研课题,发表论文近 90 篇,出版学术著作 2 部、译著 1 部,曾获得省及国家自然科学基金等资助,获得实用型专利 6 项。2006 年获山西省教学成果一等奖,2008 年山西省教学成果二等奖,2008 年度获山西省“科技奉献奖”先进个人一等奖,2009 年获第五届“山西省优秀科技工作者”称号;社会兼职:《中国大学教学》特约审稿人、中国煤炭教育协会高等教育分会委员、中共山西省委联系的高级专家、中国发明协会高校创造教育分会第三届理事会常务理事、教育部学位与研究生教育发展研究中心研究生教育专家库成员、《单片机与嵌入式系统应用》杂志编委。建立的“晓明研究室”(www.xiaoming-lab.com)特色鲜明,深受各类学生的青睐。



曹重英

博士,IT 高管会发起人和会长,原闪联工程中心研发部平台经理,ISO/IEC 和国标委标准技术专家,闪联标准工作组技术负责人,中国计算机学会普适计算专委会委员和 YOCSEF 委员。曹博士曾在科创、华博、计算所、闪联等多家企事业从事相关的系统研究和开发工作。专注于数字家庭、网络管理、MPLS、WCDMA、服务融合、云计算等方向的研究工作,个人共申请十几项专利,在国际上发表多篇被 SCI 和 EI 检索的文章。曹博士参与撰写的闪联标准 1.0 版被工信部颁布为国家推荐性行业标准,该标准的国际提案于 2008 年被 ISO/IEC SC25 工作组正式批准成为国际标准。目前,作为主要技术负责人参与承担多项与闪联标准以及普适计算相关的国家和部委级重大项目,完成多个闪联产品的研发。



韩德强

毕业于北京工业大学,获自动化专业学士学位和计算机应用技术专业硕士学位,高级工程师,研究生导师。现担任北京工业大学计算机学院实验中心主任,中国软件行业协会嵌入式系统分会理事,北京高教学会实验室工作研究会理事,微软嵌入式系统全球最有价值专家(MVP),“教育部——微软精品课程建设项目”——嵌入式系统课程负责人。2006 年获“北京优秀青年工程师”荣誉称号。



陈莉君

毕业于西北工业大学,获计算机软件专业硕士学位。现任西安邮电学院教授,研究生导师。被聘为清华大学出版社国内教材编委会编委,开放性源代码高校推进联盟专家组成员。多年来致力于推动 Linux 在中国的发展,深入研究 Linux 内核相关理论以及技术,积极跟踪 Linux 内核发展动向,针对 Linux 内核版本的不断演化,出版多部专著、译著及教材,在业界引起很大反响。出版主要专著、译著:(1)《Linux 操作系统内核分析》;(2)《深入分析 Linux 源代码》;(3)《深入理解 Linux 内核源代码》(第 1~3 版)(译著);(4)《Linux 内核设计与实现》(第 1、2 版);(5)《Linux 技术手册》;(6)《Linux 内核编程》;(7)《Linux 操作系统原理与应用》。



康一梅

北航软件学院副院长,嵌入式专业主任。1994 年于中国科学院自动化研究所获得工学博士。曾任北京首创前锋信息科技有限公司技术总监、北京北计银浦信息技术有限公司总经理、亚讯数码电子有限公司研发部经理、北京金益康新技术有限公司技术总监等。具有成功组织管理百人研发队伍的经验,多次成功组织管理大规模商业化软件产品及工程项目的商务与技术谈判、需求分析、开发、实施的整个过程。拥有三项软件产品的自主知识产权,发表学术论文 30 多篇,出版专著 3 本,其中两本获北京市精品教材,获两项北航教学成果一等奖,一项教学成果二等奖。



邝坚

北京邮电大学软件学院 执行院长,教授,兼任 Motorola-北京邮电大学计算机网络通信联合实验室主任、北京邮电大学—Google Android 实验室主任。“计算机通信”国家级教学团队(2008)核心成员;“计算机与信息网络”北京市级实验示范教学中心(2007)主要负责人;《现代交换原理》国家级精品课程(2005)、《数字逻辑与数字系统》北京市精品课程(2007)、《操作系统》教育部—微软精品课程(2005)核心成员。《现代交换原理与通信网技术》(2006)、《数字逻辑与数字系统(第3版)》《数字逻辑与数字系统题解 题库实验(第3版)》(2005)北京市高等教育精品教材作者。主持北京市教改项目1项。曾主讲研究生课程4门,本科课程7门。近5年主持完成及在研科研项目9项。获国家级教学成果二等奖1项(2009)、北京市教育教学成果一等奖1项(2009)、军队科技进步贰等奖1项(2007)、北京市教育教学成果二等奖1项(2001)、北京邮电大学教学成果一等奖3项、二等奖2项。



李宁

华中科技大学工学博士,武汉理工大学计算机科学与技术学院副教授,现担任武汉理工大学嵌入式系统研发中心主任。主要从事嵌入式系统开发、嵌入式工具开发、智能控制方面的研究,编著了《ARM RealView MDK 系列丛书》(共4本),在《计算机学报》等权威核心期刊及国际会议上发表相关论文三十多篇,其中EI收录8篇。当前的主要工作是建设基于云计算的嵌入式开发平台—Coocox。Coocox 设计理想中的嵌入式开发工具是一个云软件,它可以像用水、用电一样随时使用网络中的有效信息。当用户对某款处理器进行应用开发时,该款处理器的相关知识(数据手册、例程、算法、电路图)均被“推”到开发者面前。同时,用户也可以将自己的相关知识和经验分享给其他使用同样处理器的开发者。该平台目前已经得到 NXP、Atmel、Nuvoton、EnergyMicro、Holtek 等多家半导体厂商的支持。



郭炜

1982年获大连海事大学电子工程学学士学位。1991年获美国获路易斯安娜州立大学电子工程学硕士学位。1991年至2003年,任职于Motorola芯片设计部。曾任首席主任工程师(Principal Staff Engineer),研发项目经理。负责过多个大型SoC项目的研发,如:DragonBall MX1, Onyx DSP56364等,多次获得摩托罗拉个人最佳贡献奖、最佳团队奖、最佳项目奖。2003年8月至2007年9月,任上海交通大学研究员。2007年10月至今,任天津大学计算机科学与技术学院研究员,VLSI设计与应用研究所主任,计算机工程系系主任。主要研究方向:计算机系统结构,SoC设计,嵌入式系统设计。近年领导团队在天津市科技支撑重点项目“面向多媒体应用的可定制处理器及SoC平台的研发”的资助下,研制出具有我国自主知识产权的基于传输触发体系结构(TTA)设计的可配置、可扩展处理器T*CORE及相应的一整套开发工具,包括编译器和电子系统级仿真平台等。



林金龙

北京大学软件与微电子学院嵌入式系统系副主任,教授,博士学位。从事嵌入式教学和产品开发工作。主要研究方向嵌入式系统应用、数字图像处理及基于生物特征的身份识别。主讲嵌入式微处理器系统和嵌入式系统设计。主持了国家计委基于生物特征识别的综合认证系统产业化示范工程的技术开发、教育部嵌入式系统特色专业建设项目及多项企业合作项目;主要成果有:基于DSP的指纹识别模块和门禁系统;基于特征点的虹膜识别方法;快速CMOS图像的去马赛克方法;基于边缘分析的彩色图像增强方法;社保指纹身份认证系统指纹采集设备标准等。设计了IP摄像机、色差计等多款产品。在国外期刊和会议上发表论文20余篇。



李仁发

湖南大学计算机学科教授,博士生导师。天津大学工学学士、硕士、华中理工大学(现华中科技大学)博士,1994年在乔治·华盛顿大学短期研修。1993年破格晋升为计算机学科副教授,1997年破格晋升为计算机学科教授。2002年9月起,任湖南大学计算机与通信学院院长。社会主要兼职:IEEE、ACM高级会员、中国计算机学会、中国系统仿真学理事、湖南省计算机学会副理事长。无线传感器网络、网络与数据通信等多个专委委员。计算机研究与发展、通信学报、系统仿真学报等多家学术期刊编委。主要学术成就有,近年来在专业期刊发表学术论文100余篇,完成国家科技项目20余项,获省(部)一等奖1项和二等奖3项。获授权发明专利5项,申请待授权3项。获全国优秀教师称号,省记一等功。是国家精品课程负责人,省优秀教学团队负责人。已出版书(含专著、教科书、编著、译著、参编)12部。研究兴趣:高性能嵌入式计算体系结构、无线网络、嵌入式软件、CPS、虚拟与仿真技术。



陈文智

浙江大学计算机科学与技术学院副院长,教授,博士生导师。

IEEE/ACM会员,ACM Education Council委员,中国计算机学会CCF高级会员,CCF体系结构专委委员、CCF嵌入式系统专委委员,浙江省新世纪151人才培养工程第二层次培养人员,浙江省计算机教育研究会常务理事,浙江省信息安全行业协会副秘书长,浙江省信息安全产业技术创新战略联盟常委理事,参与国家863项目和国家自然科学基金评审,担任多个学术期刊审稿专家,多个国际会议程序委员会委员。曾获得浙江省科技进步一等奖,宝钢优秀教师奖。

主要研究方向:计算机网络和安全、虚拟化技术、计算机系统级软件、嵌入式系统及应用、计算机体系结构。主持国家级科技项目20多项,发表学术论文50多篇,获得国家发明专利授权近20项,获得软件著作权20多项。主要教学经历:主讲《嵌入式系统》、《计算机体系结构》、《操作系统》等核心课程,主持国家级省部级教学改革项目10多项,出版国家级规划教材或重点教材3部,负责《嵌入式系统》国家级精品资源共享课程。



2010年陈章龙教授为获奖选手颁奖



2010年嵌入式会议会场



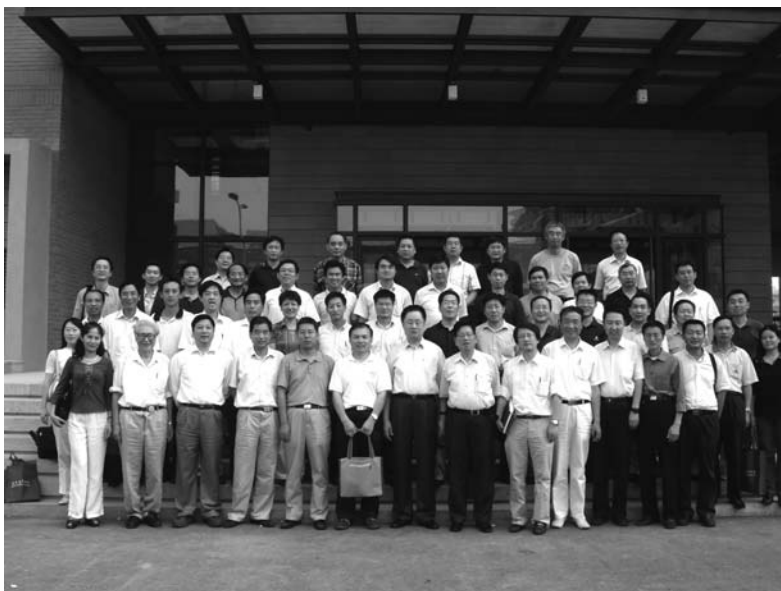
2001年嵌入式会议会场外景



2006年嵌入式系统论坛大会



2007 年计算机学会微机专委会合影-北大理科楼-003



2007 年微机专委会北京大学合影



2008年飞思卡尔 FTForlando 之行



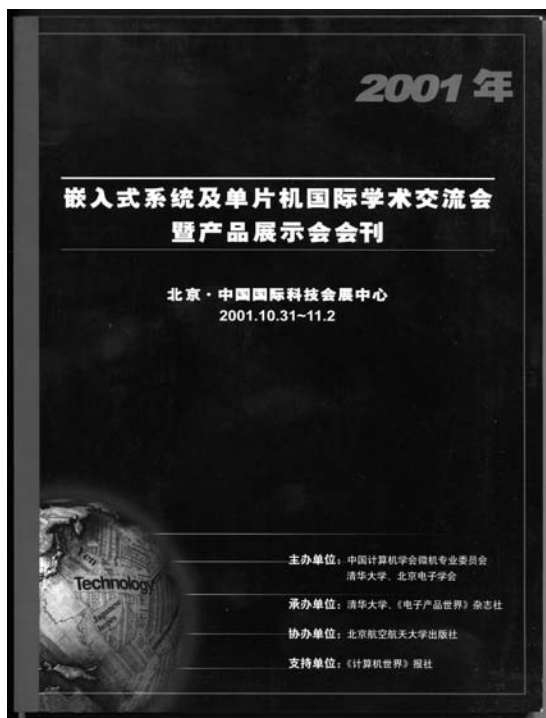
2010年嵌入式论坛颁奖



2010 年嵌入式系统编辑奖合影



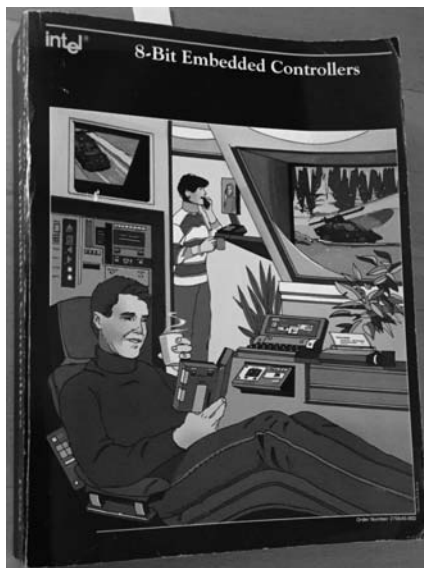
2013 年陈章龙教授



20011031 嵌入式系统及单片机国际学术交流会会刊封面



沈绪榜院士与陈章龙教授



intel 1990 年 8 位单片机数据手册

Table of Contents

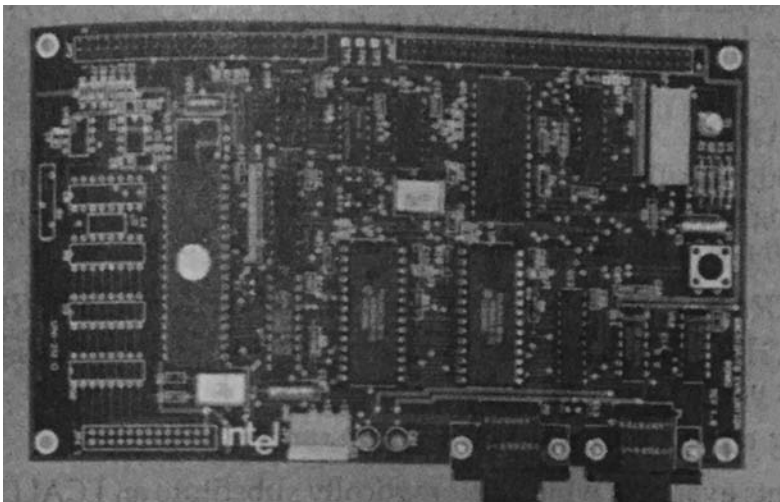
Alphanumeric Index	iii
MCS[®]-48 FAMILY	
Chapter 1 MCS [®] -48 Single Component System	1-1
Chapter 2 MCS [®] -48 Expanded System	2-1
Chapter 3 MCS [®] -48 Instruction Set	3-1
Chapter 4 MCS [®] -48 DATA SHEETS	
8243 MCS-48 Input/Output Expander	4-1
7874AH/7875AH/8048AH/8052AH/8055AH/8048AH/8039AH/8050AH/8040AH/	
HMOS Single Component 8-Bit Microcontroller	4-8
DS74AH/DS74BH/HMOS-E Single Component 8-Bit Microcontroller	4-21
P8049KB HMOS Single-Component 8-Bit Microcontroller	4-33
MCS-48 Express	4-34
MCS[®]-61 FAMILY	
Chapter 5 MCS-61 Family of Microcontrollers Architectural Overview	5-1
Chapter 6 MCS-61 Programmer's Guide and Instruction Set	6-1
Chapter 7 8051, 8052 and 80C51 Hardware Description	7-1
80C52 Hardware Description	7-35
DATA SHEETS	
MCS-61 8-Bit Control-Oriented Microcomputers 8031/8051/8031AH/8051AH/	
8022AH/8022AH-8751H/8751H-8	7-44
8051AH/8051AH-8751H/8751H-8 Express	7-58
8751BH Single-Chip 8-Bit Microcontroller with 4K Bytes of EPROM Program	
Memory	7-70
8752BH Single-Chip 8-Bit Microcontroller with 6K Bytes of EPROM Program	
Memory	7-84
8752BH Express	7-96
80C51BH/80C51BH Express	7-112
80C51BH/80C51BH Express	7-112
80C51BH/80C51BH Express	7-112
87C51/87C51-1/87C51-2 CHMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller with 4K Bytes	
of EPROM Program Memory	7-127
87C51 Express	7-141
80C52/80C52 CHMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller	7-144
Chapter 8 80C51FA, 80C51FB and 87C51FC Hardware Description	8-1
DATA SHEETS	
80C51FA/80C51FA CHMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller	8-40
80C51FA/80C51FA Express	8-54
87C51FA Single-Chip 8-Bit Microcontroller 8K Bytes User Programmable EPROM	
87C51FA Express	8-56
80C51FB CHMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller	8-72
87C51FB Single-Chip 8-Bit Microcontroller	8-75
87C51FB Single-Chip 8-Bit Microcontroller	8-88

intel 1990 年 8 位单片机数据手册目录 1

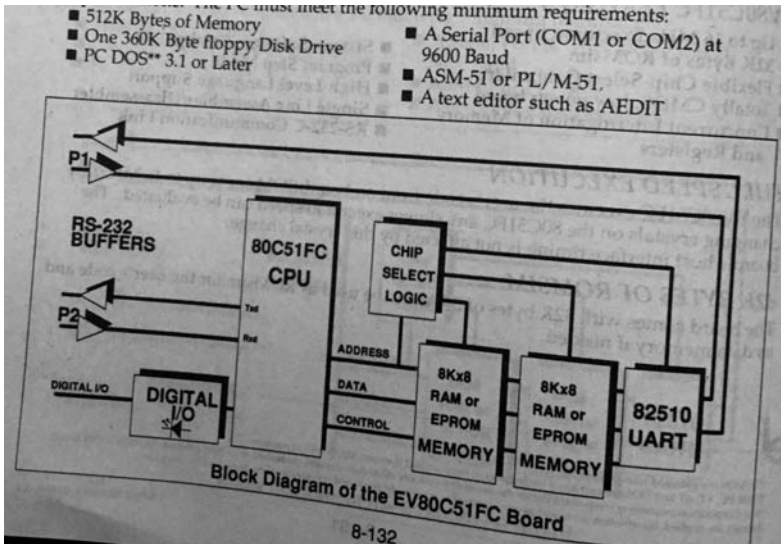
Table of Contents (continued)

87C31FB Express	8-104
87C31FC CMOS Single-Chip 8-Bit Microcontroller with 32K Bytes User Programmable EPROM	8-107
87C31JA/JB/JC/JD Universal Communication Controller 8-Bit Microcontroller	8-121
LC851 Fact Sheet	8-129
EV87C31FB Evaluation Board Fact Sheet	8-131
EV87C31FC Evaluation Board Fact Sheet	8-131
Chapter 9	9-1
83C152 Hardware Description	9-1
DATA SHEETS	
83C152AJ/JB/JC/JD Universal Communication Controller 8-Bit Microcontroller	9-49
83C152JA/JB/JC/JD Universal Communication Controller Express	9-86
Chapter 10	10-1
UP442 CMOS Programmable I/O Processor	10-1
Chapter 11	
CMOS EPROMS	
DATA SHEETS	
87C257 256K (32K x 8) CMOS UV Erasable PROM	11-1
87C257P Microcontroller Peripheral I/O Port Expander with 32K x 8 EPROM	11-13
Chapter 12	
MCS-81 DEVELOPMENT SUPPORT TOOLS	
8051 Software Development Packages	12-1
AEDIT Source Code and Text Editor	12-4
ICE-6100/252 In-Circuit Emulator	12-6
ICE-6100/462 In-Circuit Emulator	12-10
MCS-96/8096 FAMILY	
Chapter 13	
MCS-96 8096 Architectural Overview	13-1
DATA SHEET	
MCS-96 8096/8396/8796 Advanced 8-Bit Microcontroller with 16-Bit CPU	13-43
THE RUP1™ FAMILY	
Chapter 14	
The RUP1-44 Family: Microcontroller with On-Chip Communication Controller	14-1
8044 Architecture	14-8
The RUP1-44 Serial Interface Unit	14-17
8044 Application Examples	14-54
8044 DATA SHEET	
8044AH/8044AH1/8744H High Performance 8-Bit Microcontroller with On-Chip Serial Communication Controller	14-127
Chapter 15	
RUP1™ DEVELOPMENT SUPPORT TOOL	
ICE-6100/044 In-Circuit Emulator	15-1
MCS-81/8051 FAMILY	
Chapter 16	
80/86 DATA SHEETS	
8080A/8080A-1/8080A-2 8-Bit N-Channel Microprocessor	16-1
8080AH/8080AH-2/8085AH-1 8-Bit HMOS Microprocessors	16-11
8155H/8155H-1/8155H-2 2048-Bit Static HMOS RAM with I/O Ports and Timer	16-31
8224 Clock Generator and Driver for MCS-85	16-45
8228 System Controller and Bus Driver for 8080A CPU	16-50
8755A 16,384-Bit EPROM with I/O	16-55
8755A 16,384-Bit EPROM with I/O	16-59

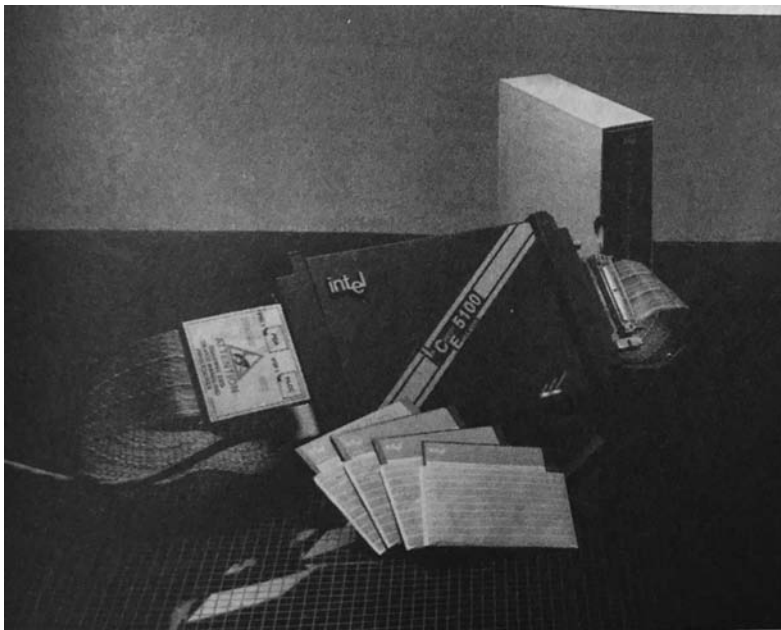
intel 1990 年 8 位单片机数据手册目录 2



intel 8051 开发板 1



intel 8051 开发板 2



intel 8051 开发工具和软件 1

