

姚英华 著

计算机操作系统固化嵌入式设计与实现

清华大学出版社



计算机操作系统固化嵌入式 设计与实现

姚英华 著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以固化操作系统、多媒体教室软件、系统保护卡三者整合成为一体的 PCI 卡作为开发项目,从项目的来源、设想入手,以实验为基础,翔实地论述了教学用计算机嵌入式系统软硬实例开发过程。根据本书研究内容,分成三个模块化渐进研究阶段,细分成 7 章论述,第 1 章绪论部分,对为什么编写本书做了说明。第 2 章研究内容概述,对研究内容和范围进行详细说明。第 3 章研究项目的实现理论分析,从项目开发研究内容出发,对应做哪些重要工作进行论述。从第 4 章到第 6 章,根据项目所实现的总体目标,突出重点进行分述。为方便撰写,提高可读性,以研究中要解决的关键问题为撰写点,结构简洁、清楚、明了。对基于固化操作系统的机房教学用计算机系统设计及实现进行试验、论证、分析、设计,突出研究的三个部分,一是固化操作系统,二是教学系统,三是保护系统,这三个部分形成三个相互联系的模块。第 7 章计算机应用嵌入式 PCI 卡实验分析设计,是综合了三个模块的功能在一块 PCI 卡上具体的实现过程,作为研究的综合阐述部分。最后通过后记,对全书主体研究工作进行总结。

本书可作为操作系统研究者的参考书,也可作为嵌入式系统开发的一个应用实例,供广大计算机爱好者应用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机操作系统固化嵌入式设计与实现/姚英华著. --北京:清华大学出版社,2016

ISBN 978-7-302-42103-0

I. ①计… II. ①姚… III. ①操作系统—系统设计 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 267403 号

责任编辑:付弘宇 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:虎彩印艺股份有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:145mm×210mm 印 张:5.375

字 数:148 千字

版 次:2016 年 5 月第 1 版

印 次:2016 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~300

定 价:29.00 元

产品编号:058620-01

1. 本书研究的核心内容

本书研究内容从实践中来,并应用到实践中,解决教学用计算机系统频繁修复和教学系统实时传输应用的难题。经过长期的研究,针对教学用计算机系统的设计改进,依据嵌入式理论,提出这样一个新的观点:把计算机操作系统从硬盘中剥离出来,固化于可擦写型芯片 EEPROM 中,安装在计算机主板 PCI 扩展槽上,改进计算机启动方案,自检过后,直接由 ROM 中的操作系统启动,实现自举。应用程序、大量数据文件、特性设置文件依然安装在硬盘中。为适应教学需求,在 ROM 中同时固化入一段教学系统程序,在操作系统启动完成后,直接跟随操作系统启动,教学系统独立存在,基本不占用或很少占用教师端和学生端系统资源。设计专门与网络相结合的保护系统,可以对计算机 CMOS、硬盘应用系统等进行常规维护。固化的操作系统、教学系统和保护系统三者整合成 PCI 硬件卡,形成免维护的操作系统和易维护的应用系统应用在计算机中,构成功能完备的教学用计算机系统。以嵌入式片上系统理论制成 PCI 可插拔硬件卡,加入计算机硬件系统中,实现教学用计算机操作系统的长久保护。并在此基础上,分析研究操作系统“无损修复”和免维护计算机的实现。要更新操作系统,可通过留取的 USB 接口更新,要更新或重新安装硬盘应用系统,可通过网络 Ghost 硬盘某一分区来恢复实现。教学系统独立存在,基本不占用计

算机的系统资源,保护系统和计算机教学系统以及网络成为有机整体。嵌入式 PCI 卡可直接应用在 2005 年左右生产的计算机上,可解决操作系统由 Windows 98/XP/Vista 等改成流行的 Windows 7 或 Windows 8 后难以加载和速度慢的难题,让将要淘汰的计算机再多服务一段时间。

2. 本书研究项目的价值

本书围绕嵌入式应用,以实验研究为主要研究方法,论述核心研究内容的具体实现过程,写作内容源自作者主持的秦皇岛市科研课题项目,课题名称为“教学用计算机操作系统的固化研究”,课题项目审批编号为 20091A047,属于本书论述内容前期研究其中的一个子项目。从应用前景展望分析,创新点主要集中在两个方面。第一是使用固化在 EEPROM 中的操作系统启动计算机。操作系统从硬盘中剥离出来,固化于可擦写型芯片 EEPROM 中,安装在计算机主板 PCI 扩展槽上,改进计算机启动方案,自检过后,直接由 ROM 中的操作系统启动,实现自举。把应用程序、大量数据文件、特性设置文件依然安装在硬盘中。这种方法的实现,对操作系统的保护是根本性的,对解决现有公共机房、人员流动应用计算机的安全问题,属于一种新方法。第二是教学系统可独立工作。教学系统采用简单的硬件模块调整处理抓屏信号的方式,采集教学主机集号,每台计算机都是教学主控机,也可以是受控计算机,在对等网上利用流媒体的传输方式进行有效的快速传输。这种方式比常规的硬件采集卡节省资金,比当前纯软件的“多媒体教室”方式又提高了速度。特别是使用了嵌入式的 SC6400A 微处理器,可以从根本上解放计算机 CPU 的资源,可以实现两种教学模式,一种是全控方式,另一种是窗口互动教学方式。窗口方式实现被控制机上以窗口方式显示教学演示,同时可以让学生同步跟随练习。

通过以上主要研究问题的创新性实验,从实践和应用角度

解决如下问题。

(1) 解决了计算机系统频繁修复的难点。

当前的计算机以冯·诺依曼理论为基础,即计算机采用存储程序与程序控制,磁盘管理、基本输入输出类的操作系统,和一般应用软件全放在一起,这种结构有脆弱性,在没有安全保护措施时,如果不做系统维护并长期使用,计算机系统经常会出现问题。教学用计算机使用者流动性大,病毒、误操作时有发生,系统的安全和维护更是一个令人头痛的难题。操作系统是一台计算机的核心,无论是个人家用计算机还是学校机房中的计算机,一旦操作系统损坏,必须修复才能保证计算机的正常使用。对于非专业人员来说,维护是难点。那么公用计算机房等大批量计算机使用的地方,操作人员频繁轮换,各种应用软件安装很多,系统维护更是令人非常头痛的难题。为此作者一直研究计算机系统安全和系统重复长效利用等问题,从1998年开始进行计算机硬盘保护卡相关研究,从软、硬两方面着手开展以实验为基础的研究。其间经多次转变思路,才确定了上述方案。

当前用得较多的“网络克隆”、“还原卡”或是“还原软件”,基本原理是对原有硬盘中存储的系统、程序进行覆盖、删除,或者是记录操作痕迹等,这是一种对硬盘程序“损伤性”地重建过程,反复进行对硬件会造成一定程度的磨损,特别是应用保护卡时,对硬盘固定区域的读写非常频繁,甚至会造成损伤硬件,因此在本书中,将把此类修复过程定义为“有损修复”。讨论计算机系统的“无损修复”很有现实意义。

保护系统产品因系统安全需求而大量涌现,技术也日趋成熟。一般的PCI保护卡只要用两 three 块集成芯片组就能实现,硬件结构简单,工作原理简洁。本书中论述保护系统是通过硬件芯片与MBR硬盘分区表一起协同工作,采用“基于BIOS映射地址转移”的技术,使所有写入硬盘的数据重新定位到其自身的

中断程序控制范围内。

在计算机的主板上,基本都空闲着多个 PCI 扩展槽,充分利用计算机内闲置的 PCI 类扩展槽,以嵌入式片上系统理论制成 PCI 可插拔硬件卡,加入计算机硬件系统中,实现教学用计算机操作系统的长久保护。要更新操作系统,可通过留取的 USB 接口更新,要更新或重新安装硬盘应用系统,可通过网络 Ghost 硬盘某一分区来恢复实现。当计算机出现问题时,直接重启计算机,重新装入系统。

(2) 教学系统相对独立,实时工作性强。

现在流行的教学系统“多媒体教室”纯软件版占有主流市场,软件的优点是节省资金,缺点是和大的软件系统并行应用时传输有难度。软件版教学系统多是一套基于局域网的多媒体教学软件,实现教学过程通常要独占整个网络资源,教师演示时要切换为全网资源独占,学生练习时要放弃教师端控制。教学中常有教师做一步学生做一步的跟随练习,这时教学过程非常难以组织,很难做到教师和学生实时分步跟随练习。

应用嵌入式微处理器 S32440A 与 PC 系统 CPU 工作并行处理数据,或只依赖于 PC 的 CPU 部分资源,分担计算机 CPU 的工作,实现教学系统快速独立运行。计算机房的计算机教学系统固化在芯片中应用,可以直接在操作系统启动后,教学系统随之启用,很少占用计算机主 CPU 资源,由 PCI 卡上的教学系统独立的 CPU 完成控制、传输、采样等具体工作,提高了计算机运行速度。这样的控制模式实现了教学全控演示模式和窗口演示模式。

P2P 技术近年来获得急速的发展,得以爆炸性的应用,成为当前互联网上的主流热点媒体传输技术。围绕 IP 音频和视频文件共享和播放应用,目前 P2P 应用占宽带流量的 80%~90%。教学系统基于 P2P 流媒体的视频传输速度快、高保真,基于 P2P 对等网络传输流媒体视频信号。数据采集为降低成

本,设计采用最简单的硬件直接“采屏”方式,将本机显示 VGA 信号数字源进行处理,并通过 P2P 和视频流媒体技术传输到网络,以供节点计算机使用。“采屏”的技术当前发展成熟,技术获取容易。核心部件是利用 AD9430 进行双工工作,采样数据输出到大容量锁存器,再由微处理器处理过后经总线接口 9054 传入计算机总线,通过网卡上传到网络。

(3) 适当延长旧计算机应用时限,延缓淘汰时间。

学校建有计算机机房,集中应用计算机少则几十台,多则上千台。计算机技术的更新,新型高品质计算机、高速网络进入普及时代,计算机的功能也不停地扩展。计算机品质决定了性能的发挥,新的软件系统,要有较高的配置支持。从实践调研中发现,计算机的生命周期平均为三年。一些在 2003 年前后生产的计算机已经退出视线,2006 年前后生产的计算机已经被淘汰,2009 年前后生产的计算机近在淘汰的边缘,PC 主流操作系统自 2012 年 Windows 7 发布后,微软又公布 Windows XP 在 2014 年 4 月停止更新服务。在商家和社会需求的双驱动下,新的软件系统和新的功能时时在翻新,这是导致计算机应用寿命周期过短的主要原因。各类学校特别是高校,计算机机房逐年增加,旧计算机在不更新的情况下,难以完成新体系的教学实践目标,计算机从几千元新购机到淘汰变成 200 元左右的旧计算机,应用年限短则三年,长则五年,在有限的教学资金投入下,由于计算机的更新导致教学投入也很快地在更新中流逝了,致使投入和产出难以成正比,也成为各学校计算机硬件教学资源投入的致痛点。

本书以固化操作系统整合操作系统、多媒体教室软件、系统保护软件三者为一体制成 PCI 卡,以嵌入式理论载入计算机应用。从方案设想的来源,到嵌入式设计与实现,从具体研究实施过程,再到实践应用的具体环节,从无到有,以研究开发过程为主线,辅以具体实验数据为基础,详实地记述了固化系统这一实例

开发过程,以此实现计算机利用率提高,扩展应用年限。计算机嵌入式 PCI 卡可直接应用在 2005 年以来生产的计算机上,可解决操作系统由 Windows 98 改成流行的 Windows XP、Windows 7 等难以加载问题,也提高了系统启动速度,减少了内存的虚耗,让旧计算机能和新计算机一样再充分发挥一段效能。

(4) 为未来系统资源提高效能、统一智能提供构想。

计算机启动过程加速,节约时间。当有问题时,直接重启计算机,操作系统立即恢复,其恢复的方式有点儿类似手机。一些机房内旧计算机维修换件后,硬件不统一,难以统一克隆安装维护系统等问题得到明显改善,计算机维修简单。

面向未来,固化操作系统的特点为各类智能机都可提供强有力的系统,各类具有操作系统类的智能机,无论是手机或是计算机,只有大小、体积上的差别,主要操作系统从发展趋势来说一般差别会减小,多种复杂的功能都能实现。嵌入式系统应用非常广泛,小型固化系统可靠性高,形成免维护“无损系统”,对 PC 计算机操作系统的固化,一般认为操作系统是核心,固化后有很多的问题,最突出的是用于封装操作系统的 ROM 价格太高,而且操作系统一般都在 0.7~1.7GB 之间的大容量。当前,大空间存储 ROM 容量 10GB 价格约 8 元左右,与前两年相比,价格更低、性能更高,因此从价格和技术上来说广泛应用没有问题。

3. 本书研究中要说明的问题

计算机的操作系统类型非常多,本书研究对象就以现在流行于 PC 的 Windows 操作系统为主要对象,选择版本为 XP3。选择这个版本的原因有三个,一是软件价格低,物有所值,基本功能和 Windows 7 也差不多。二是停止服务的软件,可从网上下载大众软件就能应用,功能没有区别。三是当前微软停止了 XP3 更新服务,而这款系统当前在我们国家应用率还很高,系

统维护也有意义。

其实研究选用什么系统为基本研究对象并不重要,因为 XP3 和 Windows 8 从应用角度和从事的研究过程最终实现的目标看,没有本质区别,如果用 Windows 7 或 Windows 8 研究应用过程也相差不多,所以选用大家熟悉的一款操作系统能更清楚地说明研究的过程。

本书研究内容因涉及专利保密技术,故略去了部分程序设计和硬件编程读写过程,敬请读者见谅。

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机在国内学校中的应用现状	1
1.2 计算机在高应用率下带来的管理难题	2
1.3 公用机房计算机出现问题的常用解决方案	5
第 2 章 计算机固化系统嵌入式片上系统设想	6
2.1 固化系统嵌入式片上系统主体设想	6
2.2 固化系统嵌入式所涉及的理论依据	8
2.3 计算机固化系统应用的现实意义	11
2.4 国内外相关研究文献综述	12
2.5 研究的主要内容和创新点	14
2.6 研究实现的目标	16
2.7 本书论述结构说明	17
第 3 章 固化系统嵌入式片上系统实现分析	19
3.1 计算机操作系统固化模块的分析	19
3.1.1 操作系统要实现固化在 EEPROM 中重点考虑 的问题	19
3.1.2 计算机操作系统固化在 EEPROM 中可行性分析	20
3.2 计算机多媒体教室教学系统模块分析	22
3.2.1 教学系统重点要解决的问题	23
3.2.2 教学系统的基本功能描述	24

3.2.3 教学系统实现模型设计	24
3.3 保护系统模块重点要解决的问题	26
小结	28
第4章 计算机操作系统固化设计方案	29
4.1 常规计算机操作系统启动过程及操作系统内核分析	30
4.1.1 操作系统内核结构	30
4.1.2 Windows XP 启动过程详解	32
4.2 固化的操作系统启动过程与常规从硬盘启动的主要差异	38
4.3 计算机操作系统固化的实验分析和设计实现方案	41
4.3.1 教学计算机操作系统的固化设计模型	41
4.3.2 教学计算机操作系统的固化设计硬件实现	42
4.4 用 EEPROM 中的操作系统启动计算机所要做的准备	50
4.4.1 充分使用好硬件抽象层	50
4.4.2 删除 Windows XP 的更新选项	51
4.4.3 消除 Windows XP 的文档保护功能	51
4.4.4 控制非关键服务的启动顺序	52
4.4.5 关闭 Windows XP 的日志和恢复功能	52
4.4.6 设置缓存文件夹和建立重要写入增量型文件	52
4.4.7 计算机操作系统的特性启动设置	56
4.4.8 应用系统与操作系统的突触连接设置	59
小结	60
第5章 教学系统模块设计	62
5.1 教学系统的设计与实现技术	62
5.1.1 教学系统核心结构	62
5.1.2 教学计算机教学系统实现技术概要	64
5.2 教学系统核心结构设计实现	68
5.2.1 系统核心基于 P2P 的共享软件层次图	69
5.2.2 基于 P2P 的共享软件教学系统核心模块概要 流程设计	70

5.2.3 基于 P2P 的共享系统核心功能主机扫描的设计 实现	74
5.2.4 系统核心基于 P2P 的共享软件端口扫描设计实现 ...	78
5.2.5 系统核心基于 P2P 的共享软件中网络监听设计 实现	83
5.3 教学系统界面功能和结构设计	86
5.3.1 教学系统教师端界面结构功能设计描述	89
5.3.2 教学系统学生端界面结构功能设计描述	90
小结	90
第 6 章 保护系统模块分析设计	92
6.1 保护系统模块协助固化的操作系统启动计算机设计	92
6.1.1 保护系统模块引导 PCI 卡 ROM 的结构分析	93
6.1.2 PCI 扩展槽结构分析	96
6.1.3 保护模块读写 EEPROM 电路分析设计	96
6.1.4 截取 INT 13H 的读写功能	97
6.1.5 合理调用 INT 21H 技术	103
6.2 保护系统模块整体设计概要	103
6.2.1 总体设计概要模型	103
6.2.2 嵌入式 CPU 的选用	104
6.2.3 EEPROM 的选用	105
6.3 保护系统模块对 CMOS 参数的保护	107
小结	107
第 7 章 计算机应用嵌入式 PCI 卡实验分析设计	109
7.1 PCI 局部总线接口设备设计制作标准	109
7.1.1 PCI 总线的机械特性	109
7.1.2 设计选用 PCI 扩展卡开发套件的电器性能	110
7.1.3 嵌入式 CPU-S32440A 的使用	112
7.2 PCI 卡的设计实现	116
7.2.1 PCI 开发套件板与嵌入式 CPU-S32440A 的关系 模型	116

7.2.2	教学实时采集传输模块结构	117
7.2.3	教师端和学生端的区别	118
7.2.4	对等网传输数据的实现	119
7.3	PCI 卡装入前要处理的几个问题	122
7.4	PCI 卡装入计算机后的测试分析	123
7.4.1	实验用的环境	123
7.4.2	操作系统克隆进入 EEPROM	126
7.4.3	将 PCI 卡放入数据插槽	128
7.4.4	启动计算机及教学系统	129
	小结	136
	后记	137
	附录 A DICE-2008PCI-B 实验开发板	141
	附录 B PCI 主模式设备开发套件 PDC4000	146
	附录 C 实验用计算机环境, 驱动精灵 2009 正式版硬件 检测报告	148
	参考文献	151

绪 论

1.1 计算机在国内学校中的应用现状

中国目前约有两亿人经常使用计算机,笔记本和台式计算机总量约 1.4 亿台,随着计算机的普及,中国在计算机应用人数和计算机总量上还在与日俱增,已经达到全球第一的水平,成为计算机大国。现在沿海城市,计算机的普及已经相当广泛,办公自动化给经济腾飞提供了条件,对社会的发展有巨大的推动作用。

学校中计算机应用量大,计算机拥有数量,也常作为衡量学校办学实力的一项指标。各级各类学校基本都购置有不同数量的计算机,规模大的学校建有计算机机房、计算机中心等,集中应用计算机的场所少则几十台,多则上千台。

随着科技的进步,计算机技术的更新,新型高品质计算机、高速网络进入普及时代,计算机的功能逐年扩展。计算机品质决定了性能的发挥,新的软件系统,要求计算机有较高的硬件配置支持。从实践调研中发现,计算机的生命周期平均为三年。在 2003 年前后生产的计算机已经退出视线,2006 年前后生产

的计算机已经被淘汰,2009 年前后生产的计算机近在淘汰的边缘。PC 主流操作系统自 2012 年 Windows 7 发布,微软又公布 Windows XP 在 2014 年 4 月停止更新服务。在商家和社会需求的双驱动下,新的软件系统和新的功能时时在翻新,是导致计算机应用寿命周期缩短的主要原因。

各类学校特别是高校中,计算机数量逐年增长的同时,也出现了大量计算机淘汰和更新。计算机从三四千元新购机到淘汰变成二三百元的旧计算机,应用年限短则三年,长则五年。旧计算机软硬件在不更新的情况下,难以完成新课程体系下的教学和科研任务。在有限的教学资金投入下,由于计算机的淘汰换代,导致教学资金投入很快地在更新设备中流逝了,致使投入和产出难以成正比,也成为各高校计算机教学资源投入的致痛点。

1.2 计算机在高应用率下带来的管理难题

操作系统从 20 世纪 80 年代的 DOS 发展到现在的 Windows,与之相应的应用软件也在不断更新,容量、体系架构也越来越复杂。在学校中为适应教学需求,计算机中安装的应用软件的数量更是成倍地增长,计算机的应用软件越来越多,硬盘等存储体的容量也越来越大,必然在管理上产生难题。

冯·诺依曼体系结构的计算机采用存储程序与程序控制,大量的程序按秩序存储在硬盘中,这种存储一般说是相对稳定的,但是由于操作系统、应用软件,本身的复杂性和它们之间关系的复杂性,导致了系统结构本身有脆弱性,计算机在保护措施不善的情况下,长时间使用就可能导致系统瘫痪。特别是用于教学的计算机,使用者流动性大,由于不同专业班级、学生人数多,机房内的计算机使用非常频繁,病毒传染防不胜防,误操作时有发生,而且不乏恶作剧者,导致系统经常出现各种各样的问题,刚刚维护好的机房,一节课下来,“发病”的计算机又出现好

几台。学校教学用计算机数量急剧增加,一般大学或有一定规模的学校,都有几百台计算机,数十个机房,长期以来,系统的安全和维护就成了令人头痛的难题。因此打造一个“不坏金身”系统或是能及时“轻易修复”的系统,这可能是机房等公用计算机使用者和管理者的梦想。

笔者对科技师院的学生机房、秦皇岛鹏鑫网吧、大学生电子阅览室、大学教职工办公计算机及 12 个普通家庭中使用的计算机等做了为期一年的使用情况调查,结果如表 1-1 所示。分析表中的数据可知,各种人群所用计算机操作系统不出现问题、保持完好不损坏的数量是非常低的。由此也说明公用机房的教学用计算机系统维护、操作系统保护等是非常值得广泛研究的课题。

表 1-1 不同环境、用途的计算机,一年内操作系统完好情况调查表

不同应用环境的计算机	使用人群	主要用途	所用保护方式	使用时间约/天	一年内操作系统重装或还原(有的多次)	一年内系统完好
公用机房 60 台	学生	网络、游戏、教学、绘图	硬盘保护还原卡	9 小时	173 次	3 台
大学电子阅览室 40 台	大学生	网络、学习	网络还原卡	7 小时	62 次	7 台
办公计算机 20 台	教师	办公、网络、学习、娱乐	无硬件保护 4 台用还原软件	7 小时	46 次	1 台
网吧 50 台 (参考)	社会人员	网络、游戏	硬盘保护卡	14 小时	267 次	2 台
家用计算机 12 台(参考)	家庭成员	娱乐、网络、学习	无硬件保护 3 台用还原软件	2 小时	18 次	2 台