

基于嵌入式系统的 AFC 车站终端设备

吴刚^{1,2}, 王允强², 赵时旻³, 蒋祥刚⁴

(1. 上海交通大学网络教育学院, 上海 200030; 2. 上海普天邮通科技股份有限公司, 上海 200233;
3. 上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 上海 201103; 4. 华东计算技术研究所, 上海 200233)

摘要: 介绍轨道交通自动售检票系统车站终端设备的特点, 分析自动售票机的应用需求, 论述目前自动售票机应用软件技术及存在的缺陷。针对这些缺陷, 提出基于国产实时嵌入式操作系统 ReWorks 的自动售票机软件的设计思想与方案。针对自动售票机应用需求, 介绍了 ReWorks 操作系统组件的定制过程及应用软件的模块设计。

关键词: 轨道交通; 自动售检票系统; 自动售票机; 嵌入式系统

AFC Station Terminal Equipment Based on Embedded System

WU Gang^{1,2}, WANG Yun-qiang², ZHAO Shi-min³, JIANG Xiang-gang⁴

(1. Network Education College, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030; 2. Shanghai Potevio Co., Ltd., Shanghai 200233;
3. Shanghai Shentong Rail Transit Research & Consultancy Co., Ltd., Shanghai 201103;
4. East-China Research Institute of Computer Technology, Shanghai 200233)

【Abstract】 This paper introduces the characteristic of Automatic Fare Collection(AFC) station equipment in urban railway traffic, analyses the requirement of the Ticket Vending Machine(TVM), and introduces the current design method and the limitation of software. According to the shortcomings, this paper introduces an embedded operating system named ReWorks, presents a blue print designing and develops the software of TVM in urban railway traffic based on ReWorks.

【Key words】 urban railway traffic; Automatic Fare Collection(AFC); Ticket Vending Machine(TVM); embedded system

1 问题的提出

随着我国城市轨道交通建设的快速发展, 轨道交通成为越来越多的城市居民出行首选的交通工具。轨道交通自动售检票(Automatic Fare Collection, AFC)系统主要由中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备和车票组成, 是集软件、硬件和机具制造, 多层次处理大量数据流的大型高技术信息系统。车站终端设备包括自动售票机、自动检票机和票房售/补票机等, 这些设备直接服务于乘客, 必须为每一位乘客提供快速、安全和有效的售检票服务。

2007年初, 上海轨道交通的日客流突破 250 万人次。在这样的高客流、高负荷的系统中, 对车站终端设备的可靠性、安全性和便捷性等方面提出了更高要求。

2 问题的分析

自动售票机是自动售检票系统中主要的车站终端设备之一, 本文以自动售票机为例进行阐述。自动售票机具有以下特点:

- (1) 须满足 24 小时不间断运行, 且运行期间无人职守, 可靠性要求高;
- (2) 乘客操作具有不确定性, 业务逻辑较为复杂;
- (3) 部件众多, 多并发任务; 服务于公众, 安全性要求高;
- (4) 须满足高客流需求, 为乘客提供快速服务, 具有较高的实时性要求;
- (5) 轨道交通形成路网, 车站终端设备需满足网络环境下运行要求。

自动售票机目前采用的操作系统有: Windows XP, Windows CE 和 Linux 等。这些操作系统在实时性、占用空间、

经济性和安全性等方面均不能全面满足轨道交通建设发展的需要。而实时嵌入式操作系统的出现, 特别是具有国内自主知识产权的操作系统(如 ReWorks), 为这一问题提供了新的解决思路。

实时嵌入式^[1-3]操作系统具有以下特点:

- (1) 实时性, 任务执行时间可以预期;
- (2) 嵌入式, 微内核结构; 可靠性高, 系统专用;
- (3) 安全性好, 系统可固化, 免受外来入侵。

表 1 比较了几种操作系统的特性。

表 1 操作系统特性比较

项目	Windows XP	Linux	ReWorks
安全性	较差, 容易遭受病毒入侵	较高	高, 专用系统, 应用绑定, 可固化
实时性	弱	一般	强
可靠性	较差	较高	高
多任务支持	支持	支持	支持
内核占用空间	大	较大	小

从自动售票机的要求和实时嵌入式操作系统的特点来看, 实时嵌入式操作系统完全适用于自动售票机的应用。本文将 ReWorks 操作系统为例, 探讨如何实现基于嵌入式系统的 AFC 终端设备。

基金项目: 上海市科委重大科技攻关基金资助项目“面向应用系统的自主嵌入式操作系统定制扩展”(04dz15001)

作者简介: 吴刚(1971-), 男, 硕士, 主研方向: 计算机科学与技术, 王允强、赵时旻、蒋祥刚, 高级工程师

收稿日期: 2007-07-10 **E-mail:** wug@shpte.com

3 硬件结构

自动售票机的硬件结构如图 1 所示。根据其特点,使用一款基于 IA32 的处理器、PC104 总线方式的主控板,并集成板载显示卡、网卡,再配上 8 口的多串口适配卡和 DIO 扩展卡,即能完全满足自动售票机对主控单元的要求。

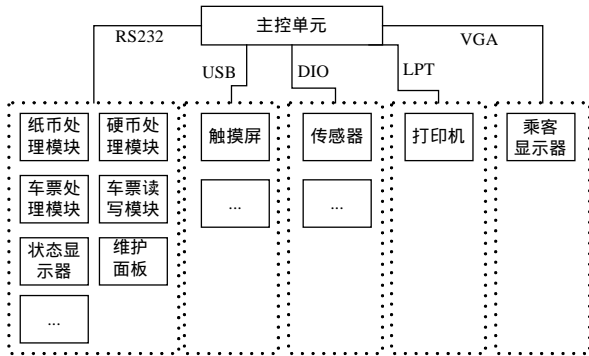


图 1 自动售票机硬件结构

4 ReWorks 针对自动售票机的定制

ReWorks 是中国电子科技集团公司第三十二研究所自主研发的嵌入式实时操作系统。ReWorks 的 BSP 框架提供 ARM 系列、PowerPC 系列、IA32 系列、Blackfin 多核 DSP 系列等 BSP 实现, I/O 框架支持 PCI, CAN, USB, 1533, VME, PC104 等总线,并提供 DOC、Flash、以太网、音视频设备、AD/DA 等设备,支持 FAT, JFFS, NFS 等文件系统。

ReWorks 是由微内核及一组可裁剪的核心组件构建的可伸缩的嵌入式实时操作系统,具有良好的可裁减性。微内核提供强实时调度、基本内存管理、时钟管理、中断管理等功能,核心组件提供定时器、区域、分区、信号、事件、信号量、消息等可裁剪功能,可满足从深嵌入式系统到高端复杂的嵌入式系统需求。

ReWorks 的微内核、层次化组件结构决定了其固有的模块化特性,为提高系统的升级维护能力、目标处理环境适应能力以及系统的扩展能力等提供了基础保障。

针对特定硬件环境,ReWorks 能定制硬件设备的驱动程序,为 ReWorks 操作系统应用于自动售票机提供了基础。

ReWorks 为应用开发提供了很方便的裁减定制手段,根据售票机硬件需求,可以通过模块配置将与本项目无关的模块,如 CAN 和 1533 排除,只留下网络、串口、图形等相关模块。

此外,本项目中用到的特定型号的设备驱动,如 USB 触摸屏、特定型号的多串口扩展卡、高分辨率显示卡驱动,可以通过 ReWorks 设备驱动库加载到应用中,从而定制了 ReWorks 的系统结构。定制后的 ReWorks 如图 2 所示。

POSIX接口		ReWorks接口	
FAT文件系统	网络通信协议	ReUI图形接口	串口通信协议
任务通信管理	MMU/Cache管理	定时器管理	单调速率管理
中断管理	时钟管理	基本存储管理	任务管理
DiskOnChip驱动	数字I/O卡驱动	USB触摸屏驱动	
扩展串口卡驱动	乘客显示驱动	82559ER驱动	
X86BSP			

图 2 为自动售票机应用定制的 ReWorks 体系

5 软件结构

基于 ReWorks 的自动售票机软件结构如图 3 所示。其应用软件可分为如图 4 所示的 3 层。

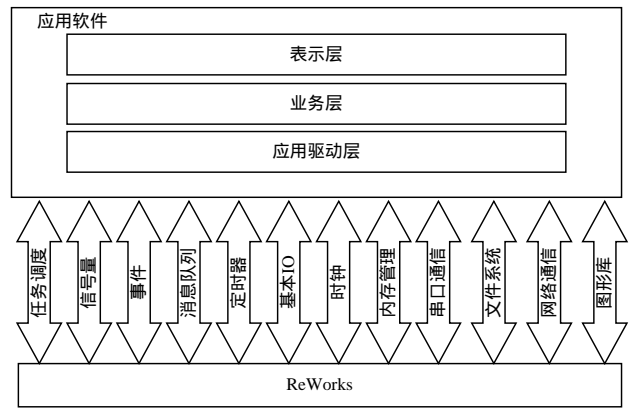


图 3 自动售票机软件结构

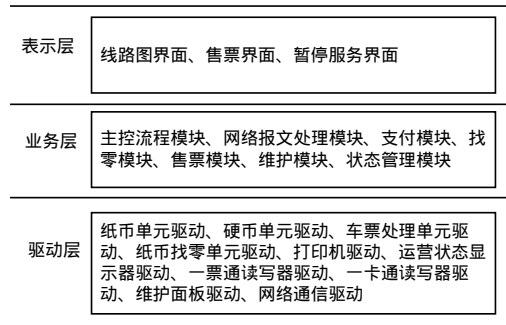


图 4 自动售票机应用软件层次图

驱动层提供特定硬件的通用功能驱动接口,独立于具体项目,与业务逻辑无关;业务层针对 TVM 的功能要求进行设计,实现所有功能需求;表示层是业务层的可视化输出,并为乘客和维护人员提供操作界面。

6 应用软件的移植

基于 Windows 的自动售票机应用软件经过修改,可以较为方便地移植到基于 ReWorks 操作系统的自动售票机。ReDe 是 ReWorks 的集成开发平台,支持完整的 C++ 语言,原应用程序结构、语法可以基本保持不变。在驱动层的移植过程中,仅仅需要将 Windows 的专用类库和 API 进行匹配性修改;由于 Windows 与 ReWorks 的窗体和图形处理机制不同,表示层的移植工作量较大。

6.1 I/O 类 API

自动售票机涉及许多串口和数字 I/O 的操作,ReWorks 提供的相应 API 与 Windows 不尽相同,常用 API 如表 2 所示。但其仅适用于 Windows 98 及以下版本。

表 2 I/O 类 API 对照表

类别	Windows API 名称	ReWorks API 名称	API 用途
串口通信	CreateFile	open	打开通信端口
	CloseHandle	close	关闭通信端口
	SetCommState	ioctl	设置通信速率和格式
	ReadFile	write	接收数据
	WriteFile	read	发送数据
数字 I/O	_outp	sysOutByte	端口输出
	_inp	sysInByte	端口输入

6.2 任务类 API

ReWorks 和 Windows 都支持多任务,Windows 里使用进程和线程技术来体现对多任务的支持,线程是轻量级的进程;ReWorks 则采用任务(Task)来定义和实现多任务系统,无层次之分。多任务必然涉及任务之间的同步问题,ReWorks 和 Windows 都支持信号量、事件和定时器技术,但不支持关

(下转第 241 页)