

实时操作系统 RTOS 发展概述

陈瑞杰

(上海电气集团股份有限公司中央研究院, 上海 200070)

摘要: 嵌入式实时操作系统(RTOS)具有很高的实时响应特性、可预测性,更加安全可靠,因而广泛应用于国防、航天、电力、医疗、通信等领域。文章综述了嵌入式实时操作系统,介绍了嵌入式实时操作系统的特点,分析了 RTOS 的发展现状,展望未来 RTOS 的发展趋势。

关键词: 实时操作系统;嵌入式;特点

Overview of the Development of Real Time Operating System RTOS

Chen Rui-jie

(Central Research Institute of Shanghai Electric Group Co., Ltd., Shanghai 200070, China)

Abstract: The embedded real-time operating system(RTOS) has a very high real-time response characteristic and predictability. It is very safe and reliable so that it has been applied in many fields, such as defense, aerospace, electric power, medical and communications. This paper reviews the RTOS, introduces the composition and characteristics of RTOS and analyzes the current situation of the development of RTOS. Finally, this paper predicts the development trend of RTOS.

Key words: RTOS; embedded system; characteristics

0 引言

嵌入式系统诞生于 20 世纪 70 年代,最早应用于工业领域。作为信息技术革命的产物,它极大地提高了社会生产力。随着嵌入式系统应用到国防、航天、电力、医疗、通信、金融等领域,人们在处理速度、处理精度、实时性等方面对嵌入式系统提出了更高的要求,逐渐形成了嵌入式实时操作系统(RTOS)的发展方向^[1]。

1 RTOS 系统的特点

操作系统按照是否具有实时性可以分为两大类:分时操作系统和实时操作系统。分时操作系统中系统资源调度是采用时间片轮转的方式,不能保证应用程序立即获得系统资源,也不能保证应用程序在任务完成之前不被其他程序打断,不具有实时特性;实时操作系统具有高精度的计时系统,采用多级中断机制对不同任务进行实时调度,保证了高级别任务能够及时获得系统资源,系统具有实时特性。

实时操作系统应具备以下几点要求:①异步的事件响应;②切换时间和中断延迟时间确定;③优先级中断和调度;④抢占式调度;⑤内存锁定;⑥连续文件;⑦同步^[2]。实时操作系统除了要满足应用的功能需求以外,更重要的是还要满足应用提出的实时性要求。由此实时操作系统所遵循的最重要的设计原则是:采用各种算法和策略,始终保证系统行为的可预测性。可预测性是指在系统运行的任何时刻,在任何情况下,实时操作系统的资源调配策略都能为争夺资源的多个实时任务合理地分配资源,使每个实时任务的实时性要

求都能得到满足。与通用操作系统不同,实时操作系统注重的是个体表现,更准确地讲是个体最坏情况表现,以确保系统软件始终运行在可控范围内。

2 RTOS 系统发展现状

目前,国际上有数十家软件开发商涉足 RTOS 系统研发,市场上有多达上百种实时操作系统,下面将对其中几种主流 RTOS 系统进行简要介绍。

2.1 VxWorks 系统

VxWorks 是目前嵌入式系统领域中使用最广泛、市场占有率最高的嵌入式实时操作系统。它支持几乎所有的主流处理器,如 MIPS、ARM、x86、i960、Sun Sparc、Motorola MC68xxx 等^[3]。VxWorks 有一个高效的内核,支持实时系统的一系列特征,包括多任务、中断/异常处理,任务抢占式调度等。该内核的运行快速而稳定,如在 68 K 处理器中上下文切换仅需要 3.8 微秒,中断等待时间少于 3 微秒^[4]。

2.2 Windows CE 系统

Microsoft Windows CE 是一种紧凑、高效、可伸缩的操作系统,具有多线程、完整优先级、多任务、完全抢占的特点,它的模块化设计方法允许它对于从掌上电脑到专用的工业控制的电子设备进行定制化开发。使用该系统平台可使开发商以灵活而可靠的方式创建出新一代具备较低内存占用水平的 32 位移动设备,可以轻松实现 Windows 与 Internet 之间的无缝化集成^[5]。

2.3 pSOS 系统

pSOS 是美国系统集成公司开发的模块化、高性能、多任务的实时操作系统,专为嵌入式处理器设计。标准的模块结构使它们一方面可以不用做丝毫改变地被不同的程序所调用,另一方面也减少了用户的维护工作,增强了系统的可靠性。开发者可以根据操作系统的功能和内在需要进行定制开发,从简单的单个独立设备到复杂的、网络化的多处理器系统均可以实现^[6]。

收稿日期:2016-01-18

基金项目:上海市科委项目(14DZ1203400)。

作者简介:陈瑞杰,男,硕士研究生,研究方向:电气自动化技术。

2.4 QNX 系统

QNX 是一种分布式嵌入式实时操作系统,具有实时、微内核、基于优先级、消息传递、抢占式多任务、多用户、容错能力强等特点。QNX 内核非常小巧,QNX4.x 大小约为 12K,仅提供 4 种服务:进程调度、进程间通信、底层网络通信和中断处理,其进程在独立的地址空间运行。灵活的结构可以使用户根据实际需求,将系统配置成微小的嵌入式操作系统,或者是包括多个处理器的超级虚拟机操作系统^[7]。

2.5 LynxOS 系统

LynxOS 是一个分布式、嵌入式、规模可扩展的实时操作系统。它拥有众多特点:遵循 POSIX.1a、POSIX.1b 和 POSIX.1c 标准;支持线程概念,提供 256 个全局用户线程优先级;拥有一个基于 Motif 的用户图形界面;提供与工业标准兼容的网络系统以及应用开发工具等。

2.6 μ C/OS-II 系统

μ C/OS-II 操作系统是有名的、源码公开的一种嵌入式实时操作系统(RTOS)。良好的持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境,使其迅速在嵌入式实时操作系统领域占据一席之地。它以良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中,如卫星通讯、军事演习、弹弹制导、飞机导航等。在国际上有许多成功使用 μ C/OS-II 开发的产品,如 ymmetra RM、IHC 控制器、GLOBE WAVE MT-2000、NASCAR 等数百种之多。

2.7 RTLinux 系统

RTLinux 是由美国新墨西哥州的 FSMLabs 公司开发的、利用 linux 开发的面向实时和嵌入式应用的操作系统。RT-Linux 开发者并没有针对实时操作系统的特性而重写 Linux 的内核,因为这样做的工作量非常大,而且要保证兼容性也非常困难。将 linux 的内核代码做一些修改,将 linux 本身的任务以及 linux 内核本身作为一个优先级很低的任务,而实时任务作为优先级最高的任务。即在实时任务存在的情况下运行实时任务,否则才运行 linux 本身的任务。到目前为止,RT-Linux 已经成功地应用于航天飞机的空间数据采集、科学仪器测控和电影特技图像处理等广泛领域,在电信、工业自动化和航空航天等实时领域也有成熟应用^[8]。

3 RTOS 系统发展趋势

近年来嵌入式 RTOS 具有较快的发展,并有以下发展趋势:

(1)嵌入式 RTOS 系统内核向微型化、高可信、高可用、强实时、构件组装化发展;操作系统支撑开发环境向集成化、可调试化、支持模型驱动设计发展;

(2)面向领域特制的嵌入式 RTOS 系统走向开放化、标准规范化、平台化,统一的行业标准会越来越多;

(3)无所不在的传感器网络,将进一步推动嵌入式技术与互联网技术的“深层次”耦合。嵌入式产品将成为互联网的主要终端之一,嵌入式 RTOS 系统将大行其道,是互联网接入设备的基础。

4 结束语

随着信息技术的飞速发展,嵌入式 RTOS 系统已经渗透到生产生活的各个层面,包括传统的数控领域、军事、制造业和通信业,以及潜力巨大的信息家电、媒体广播系统和数字影像设备。它们对实时性提出了愈来愈高的要求,实时系统将会得到更加全面深入的发展。

参考文献:

- [1] 刘伟群. 嵌入式系统及其应用技术特点[J]. 娄底师专学报, 2004, (02): 69-71.
- [2] 田 密. RTOS 在电力自动化设备中的应用研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2003.
- [3] 孙鲁毅. 四种流行的嵌入式实时操作系统的比较研究——VxWorks, QNX, ucLinux, RTEMS[J]. 计算机应用与软件, 2007, 24(8): 196-197.
- [4] 罗 炜. 嵌入式实时操作系统关键技术的研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2006.
- [5] 蔡莉白. 嵌入式操作系统 Windows CE 的研究与应用[D]. 厦门: 厦门大学, 2006.
- [6] 刘洪义. 基于 pSOS 内核的嵌入式操作系统的研究与开发[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2003.
- [7] 任宁宁. 多核平台下强实时操作系统 QNX 调度机制的应用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2013.
- [8] 陈 秀, 张正华. RTLinux 系统简介及应用开发[J]. 科技信息(学术版), 2006, (04): 21-23.

(上接第 151 页)

是顺应这一形式发展起来的技术,并在一定程度上解决了这一问题。但是,现场总线的开放性是有条件的,是不彻底的。多种现场总线并存已成定局,难以沿开放的方向发展。当现场总线的发展遇到阻碍时,以太网技术却得到了迅猛发展。将以太网技术成功地用于工业控制底层网络,就可以打破传统的工业控制网络体系,实现办公自动化与工业自动化的无缝结合。

参考文献:

- [1] 吴爱国, 梁 瑾, 金 文. 工业以太网的发展现状[J]. 信

息与控制, 2003, 32(05): 458-461.

- [2] 柴天佑, 郑秉霖. 基于三层结构的流程工业现代集成制造系统[J]. 控制工程, 2002, 9(3): 1-6.
- [3] 柴天佑, 郑秉霖. 制造执行系统的研究现状和发展趋势[J]. 控制工程, 2005, 12(6): 505-510.
- [4] 马世平. 现场总线标准的现场和工业以太网技术[J]. 机电一体化, 2007, 13(03): 6-8.