

嵌入式实时操作系统 μ C/OS-II 与 eCos 的比较

摘要: 叙述嵌入式系统和嵌入式操作系统的概念, 简述嵌入式实时系统的发展阶段。重点介绍 μ C/OS-II 和 eCos 的发展历史, 并且对 μ C/OS-II 与 eCos 进行比较, 为大家在选择嵌入式操作系统时提供参考。

关键词: 嵌入式操作系统 RTOS μ C/OS-II eCos

1 背景

随着计算机技术的迅速发展和芯片制造工艺的不断进步, 嵌入式系统的应用日益广泛: 从民用的电视、手机等电路设备到军用的飞机、坦克等武器系统, 到处都有嵌入式系统的身影。在嵌入式系统的应用开发中, 采用嵌入式实时操作系统(简称 RTOS) 能够支持多任务, 使得程序开发更加容易, 便于维护, 同时能够提高系统的稳定性和可靠性。这已逐渐成为嵌入式系统开发的一个发展方向。

2 嵌入式操作系统概述

嵌入式操作系统是一种支持嵌入式系统应用的操作系统软件。它是嵌入式系统(包括硬、软件系统)极为重要的组成部分, 通常包括与硬件相关的底层驱动软件、系统内核、设备驱动接口、通信协议、图形界面、标准化浏览器 Browser 等。嵌入式操作系统具有通用操作系统的基本特点, 如能够有效管理越来越复杂的系统资源; 能够把硬件虚拟化, 使得开发人员从繁忙的驱动程序移植和维护中解脱出来; 能够提供库函数、标准设备驱动程序以及工具集等。与通用操作系统相比较, 嵌入式操作系统在系统实时高效性、硬件的相关依赖性、软件固态化以及应用的专用性等方面具有较为突出的特点。

嵌入式系统的出现至今已经有30多年的历史。纵观嵌入式技术的发展过程, 大致经历了四个阶段。

(1) 无操作系统的嵌入式算法阶段

这一阶段的嵌入式系统是以单芯片为核心的系统, 具有与一些监测、伺服、指示设备相配合的功能。一般没有明显的操作系统支持, 而是通过汇编语言编程对系统进行直接控制。主要特点是系统结构和功能都相对单一, 针对性强, 无操作系统支持, 几乎没有用户接口。

(2) 简单监控式的实时操作系统阶段

这一阶段的嵌入式系统主要以嵌入式式器为基础、以简单监控式操作系统为核心。系统的特点是: 处理器种类繁多, 通用性比较弱; 开销小, 效率高; 一般配备系统仿真器, 具有一定的兼容性和扩展性; 用户界面不够友好, 主要用来控制系统负载以及监控应用程序运行。

(3) 通用的嵌入式实时操作系统阶段

以通用型嵌入式实时操作系统为标志的嵌入式系统, 如 VxWorks、pSOS、Windows CE 就是这一阶段的典型代表。这一阶段嵌入式系统的特点是: 能运行在各种不同的微处理器上; 具有强大的能用型操作系统的功能, 如具备了文件和目录管理、多任务、设备驱动支持、网络支持、图形窗口以及用户界面等功能; 具有丰富的 API 和嵌入式应用软件。

(4) 以 Internet 为标志的嵌入式系统

伴随着通用型嵌入式实时操作系统的发展, 面向 Internet 网络和特定应用的嵌入式操作系统正日益引起人们的重视, 成为重要的发展方向。嵌入式系统与

Internet 的真正结合、嵌入式操作系统与应用设备的无缝结合代表着嵌入式操作系统发展的未来。

3 两种源码开放的 RTOS

嵌入式实时操作系统有很多，如 VxWorks、PalmOS、WindowsCE 等。这些操作系统均属于商品化产品，价格昂贵且由于源泉代码不公开导致了诸如对设备的支持、应用软件的移植等一系列的问题；而开放源码的 RTOS 在成本和技术上有其特有的优势，在 RTOS 领域占有越来越重要的地位，本文将介绍 μ C/OS-II 和 eCos 两种优秀的源码公开的实时操作系统，通过对它们各自的特点和性能进行分析和比较，给出相关的数据，为选择一种合适的 RTOS 提供参考。

3.1 μ C/OS-II

μ C/OS-II 的前射是 μ C/OS，最早出自于1992年美国嵌入式系统专家 Jean J. Labrosse 在《嵌入式系统编程》杂志的5月和6月刊上刊登的文章连载，并把 μ C/OS 的源码发布在该杂志的 BBS 上。当时就有500多人下载了这份源码。世界上数以千计的工程技术人员将 μ C/OS 应用到了各个领域，如照相机业、发动机控制、网络接入设备、高速公路电话系统、ATM 机和工业机器人等。许多大学用 μ C/OS 作教材，用于实时系统教学。1998年，作者决定出版 μ C/OS 的第二本书《 μ C/OS-II The Real Time Kernel》，并设立了正式的网站：www.MC/OS-II.com，给 μ C/OS-II 增加了一些新的功能，并且增加了约200页的解释。

μ C/OS 和 μ C/OS-II 是专门为计算机的嵌入式应用设计的，绝大部分代码是用 C 语言编写的。CPU 硬件相关部分是用汇编语言编写的、总量约200行的汇编语言部分被压缩到最低限度，为的是便于移植到任何一种其它的 CPU 上。许多移植的范例可以从网站上得到。用户只要有标准的 ANSI 的 C 交叉编译器，有汇编器、连接器等软件工具，就可以将 μ C/OS 嵌入到开发的产品中。

μ C/OS 具有执行效率高、占用空间小、实时性能优良和可扩展性能等特点，最小内核可编译至2KB。 μ C/OS-II 已经移植到了几乎所有知名的 CPU 上。

3.2 eCos

eCos(embedded Configurable operating system)，即嵌入式可配置操作系统，最初起源于美国的 Cygnus Solutions 公司。Cygnus 公司于1998年11月发布了第一个 eCos 版本 eCos1.1，当时只支持有限的几种处理器结构。1999年11月，RedHat 公司以6.74亿美元收购了 Cygnus 公司。在此后的几年里，eCos 成为其嵌入式领域的关键产品，得到了迅速的发展。2002年，RedHat 公司由于财务方面的原因，裁剪了 eCos 开发队伍，但并没有停止 eCos 的发展。RedHat 公司随后宣称将继续支持 eCos 的发展，而由原 eCos 主要开发人员组建了 eCos Centric 公司，并于2003年5月正式发布了 eCos2.0。

虽然 eCos 是 RedHat 的产品，但是 eCos 并不是 Linux 或 Linux 的派生，eCos 弥补了 Linux 在嵌入式应用领域的不足。目前，一个最小配置的 Linux 内核大概有500KB，需要占用1.5MB 的内存空间，这还不包括应用程序和其它所需的服务；eCos 可以提供实时嵌入式应用所需的基本运行基件，而只占用几十 KB 或几百 KB 的内存空间。eCOS 是一个源码开放的可配置、可移植、无版权、面向深嵌入式应用的实时操作系统。从 eCOS 的名称可以看出，它最大的特点在于它是一个配置灵活的系统。ECOS 的核心部分是由不同的组件组成的，包括内核、C 语言库和

底层运行包等。每个组件以能提供大量的可配置选项，利用 eCOS 提供的配置工具可以很方便地进行配置。通过不同的配置使得 eCOS 能够满足不同的嵌入式应用。

4 μ C/OS-II 与 eCOS 的比较

对于以上两种源代码公开的实时操作系统，我们主要从以下几个方面进行比较。通过比较，能够为大家选择适合自己系统的 RTOS 提供参考。

4.1 内核调度机制

RTOS 内核的核心是调度器。当系统包含多个任务或多个线程时，必须使用调度器来决定当前执行哪一个任务或线程。调度器对线程的运行进行控制，并为线程提供一种同步机制。表1列出了这两种 RTOS 调度器（调度机制）的比较。

表1 调度器比较

		调度方法	同优先级调度	优先级数/个	任务数量/个
uC/OS-II		固定优先级抢占式	无	64 (8个保留)	56
eC os	位图	优先级抢占式	无	32	32
	多级队列	优先级抢占式	有	32	无限
	奖券	奖券法目前在测试中			

μ C/OS 只支持固定优先级抢占式，不支持时间片轮转调度，调度方法简单、实时性好，用法也简单；eCOS 调度方法丰富，适应性好。当然，目前的 eCOS 只允许在其目标系统中使用一个单独的调度器，未来的版本将可以允许多个调度器协同工作。

4.2 任务间同步、通信机制

RTOS 的功能一般要通过若干任务和中断服务程序共同完成，任务与任务之间、任务与中断服务程序之间必须协调动作，互相配合，这就牵涉到任务间的同步与通信问题。表2为这两种操作系统同步与通信机制的比较。

表2 同步与通信机制的比较

	uC/OS-II	eCos
同步与通信机制	信号量、邮箱、消息队列	互斥、条件变量、计数型信号量、邮箱和事件标志

4.3 任务切换时间和中断延迟时间

任务切换时间和中断延迟时间是评估 RTOS 性能的两个重要指标。任务切换时间可以反映出 RTOS 执行任务的速度，而中断延迟时间可以反映出 RTOS 对外界变化的反应速度。表3为这两种操作系统任务切换时间和中断延迟时间的比较。

表3 任务切换时间和中断延迟时间的比较

	任务切换时间 /us	中断延迟时间 /μs	测试环境
μC/OS-II	29.7~34.2	78.8	Intel180186 (33MHz)
eCos	15.84	19.2	MPC860A3 (33MHz)

4. 4 对硬件的支持

μC/OS-II 和 eCOS 支持当前流行的大部分嵌入式 CPU，都具有很好的可移植特性。μC/OS-II 支持从8位到32位的 CPU；而 eCOS 可以在16位、32位和64位等不同体系结构之间移植。μC/OS-II 和 eCOS 由于本身内核就很小，经过裁剪后的代码最小可以分别为小于2KB 和10KB，所需的最小数据 RAM 空间可以为4KB 和10KB，因此它们对硬件的要求很低，具有极高的经济性。

结语

通过比较可以看到：μC/OS-II 相对 eCOS 来说，源代码最小很多，特别适合学习和研究。它最大的特点是小巧，适合应用在一些 RAM 和 ROM 有限的小型嵌入式系统中，如单片机系统。ECOS 最大的特点是配置灵活，适合于用在一些商业级或工业级的嵌入式系统，如一些消费电子、汽车领域等等。总之，选用什么样的操作系统，要根据目标系统的硬件条件和用户应用程序的复杂度来确定。