

第一章 概论

1.1 嵌入式实时文件系统概述

1.1.1 嵌入式实时系统概述

操作系统是介于编程者与机器硬件之间的一个软件层,可简单被定义为:使得计算机系统的硬件成为可用的、由软件或固件(FIRMWARE)所实现的用于控制应用程序执行的程序集[William Stalling 1998]。

实时系统是操作系统的一种,与普通操作系统的区别在于它的正确性不仅依赖于系统计算的逻辑结果,还依赖于产生这个结果的时间。实时系统这一领域的基本特征是实时操作模式。实时操作模式是指:在计算机系统内部,用于处理从外部到达的数据的程序总处于就绪状态,而这些程序的运行结果只在确定的时间范围内有效;根据不同的应用,数据的到达时间可以是随机的,或是预先就已确定了。

根据实时系统的场合和开发过程,实时操作系统可以分为两种:一般实时操作系统和嵌入式实时操作系统。一般实时操作系统应用于实时查询等实时性较弱的系统,并且开发、调试、运用环境一致。而嵌入式实时操作系统应用于实时性要求高的控制系统,采用交叉开发环境,即开发环境与调试、运行环境不一致。嵌入式实时操作系统具有规模小(一般在几十 K 内)、实时性强(在毫秒或微秒数量级上)、可固化等特点。

1.1.2 嵌入式文件系统

1.1.2.1 文件系统概述

操作系统的主要功能之一是屏蔽具体的硬件细节以便为程序员提供一个简捷方便的与设备无关的接口。

文件系统作为操作系统的一部分,必须提供操作系统必要的用来创建文件、删除文件、读文件和写文件的相应的系统调用。文件的存放通过目录完成,所以对目录的操作就成了文件系统功能的一部分。随之就对文件系统的创建目录、删除目录和层次结构等功能提出了要求。

综上所述,从系统的角度出发,文件系统应具有以下功能:

- 提供对文件和目录的分层组织形式
- 建立与删除文件的能力
- 文件的动态增长与数据的保护

从用户的角度来看,文件系统的功能可简单地描述为“实现文件的按名存取”。当第一次使用系统调用 `open` 或者 `create` 存取一个特定文件时,用户将文件名作为参数,文件系统在做必要的检查之后返回一个称为文件描述符的整数,此后对该文件的 I/O 都要用到该文件描述符。

1.1.2.2 嵌入式文件系统的功能与特点

文件系统是操作系统的重要组成部分,用于控制对数据文件及设备的存取。它提供对文件和目录的分层组织形式、数据缓冲(对于实时系统,允许绕过缓冲)以及对文件存取权限的控制。

嵌入式文件系统是一个管理嵌入式操作系统的文件输入/输出和操作的模块,它提供了一系列功能强大的文件输入/输出和方便的文件管理,为办公设备,通讯设备,工业控制,医学电子,交通设备和移动设备等嵌入式系统和设备提供文件系统支持。

实时应用要求迅速,可靠的操作系统支持。嵌入式文件系统通过低代价的 I/O 功能提供这种支持,它包括许多快速,高效,简捷的功能。这就使得一个应用程序可以快捷有效完成它只需要的那些功能。部分典型功能的简单描述如下,其余的部分我们将在以后的章节详细介绍:

1. 短中断等待。嵌入式文件系统对于设备中断采取迅速高效的处理方式,使得紧急情况的实时设备中断不会丢失。
2. 嵌入式文件系统使用一些桌面操作系统使用的通用设备,如标准输入和

输出设备，工作目录，描述符和一些缺省设备。

3. 支持通用的系统调用结构，这种结构可以将设备的操作和界面管理简单化。同时，可以使用这种系统调用方式驱动任何设备。
4. 嵌入式文件系统提供了多样的设备驱动程序，包括标准的 PC 设备，如硬盘、软盘和 RAM 盘驱动程序，同时还有专门用于嵌入式系统的存储设备，如：DOM、DOC、Compact Flash 等等。

实时操作系统的文件系统的系统设计目标应该是：

1. 使用简单方便

用户只需要知道文件名，路径等文件的简单特征信息，就可以方便地使用文件，而不必知道文件具体是如何存贮在系统中的物理空间，以及系统是如何处理文件的打开、关闭等相关操作的。存取文件的其它所有操作都交由文件系统完成。

2. 安全可靠

对文件、数据的保护是文件系统的基本功能。嵌入式系统的应用领域通常要求系统具有高可靠性，作为操作系统的一部分，文件系统应该满足高可靠性的要求。基于该目的，我们不仅实现了文件系统中所有的确保文件系统安全性、一致性、有效性的规范，还提供了基于该规范的大量应用程序，以确保文件的安全和数据的有效。

3. 实时响应

系统的实时性能是嵌入式实时操作系统最重要的特性之一，它要求嵌入式实时操作系统内核对内部和外部的响应时间确定。文件系统应该满足实时系统的实时性要求，提供缩短响应时间的机制和策略，能够为文件的管理和操作提供较短时间的响应。文件系统由于涉及到大量外设，实时性能受到很大的制约，我们采用以下技术确保嵌入式文件系统的实时性能：

- 高速外设 如 DOM、DOC、Compact Flash 等等。这些设备的存储速度比传统的存储设备高 2~3 个数量级，并且有体积小、重量轻、功耗小等诸多优点、非常适合嵌入式系统。
- 短中断等待
- 连续文件 IEEE 的实时 UNIX 分委会认为实时操作系统应具备的功能，即：

通常要求数据存储在连续文件上，以减少存取数据时的查找时间。

4. 对多任务的支持

嵌入式文件系统利用操作系统提供的信号量机制支持对多任务的运行，允许有多个任务同时打开文件和读文件（但是不允许多个任务同时写文件）。

5. 接口标准的开放性和可移植性

嵌入式应用的领域非常广泛，所采用的实时操作系统和硬件环境也千差万别。为了适应这种差异性，文件系统组件应该不依赖于具体的硬件环境和操作系统，使其能够很容易地移植到各种应用环境。在应用编程接口上我们主要参考了IEEE的实时UNIX标准POSIX。这使我们一开始就提供一套功能齐全、接口标准的API打下了基础。

6. 可伸缩性和可配置性

嵌入式设计具有特定性。因此，相应的软件应该非常灵活，以适应变化的硬件环境，并只包含特定应用所需要的部分。

7. 开放的体系结构

文件系统组件应该具有开放的体系结构，支持各种具体的文件系统，并提供对目前主流文件系统的支持。

资源有效性:运行于高端处理器上的桌面系统的文件系统可以使用大内存和大容量存储设备，嵌入式文件系统则需要考虑满足运行于不同性能的处理器上的小内存和小容量存储设备环境。

功能完整性:文件系统组件应该同桌面操作系统所拥有文件系统一样，提供文件创建、打开、读/写等文件的管理和操作功能。

8. 支持多种文件类型

由于嵌入式应用的差异性，文件系统应该能够支持多种文件类型，包括正规文件、目录、设备文件、通道和FIFO以及符号链接和网络文件系统(NFS, Network File System)等。

1.2 课题的来源和选题依据

课题来自北京科银京城技术有限公司的研发项目：嵌入式操作系统DeltaCORE的文件系统组件DeltaFILE。