VxWorks 启动过程解析

李小康[1] 高荣芳[1] 陈江[2]
1、西安石油大学计算机学院
2、西北工业大学计算机学院 710065

摘 要
VxWorks 操作系统由于其卓越的实时性和可靠性被广泛应用于航空航天等实时性要求较高的领域，VxWorks 的顺利启动则是整个应用系统成功执行的前提。本文介绍了嵌入式操作系统 VxWorks 不同方式的启动过程，比较了各种方式的应用及其特点。

关键词
板级支持包；映像；启动

Abstract
Because of the excellent real-time and reliability, the operating system VxWorks was extensively applied in some higher request field, such as aviation, space and so on. And the smooth start-up of VxWorks is the premise of the successful implementation of the whole application system. The paper explains the startup of the embedded operating system VxWorks, and compares with the application and characteristic of different ways of start up.

Key words
board support package；image；startup

1 引言

VxWorks 是一种目前广泛应用于嵌入式系统的高性能实时操作系统，VxWorks 系统提供了多种 BSP 模板。基于 VxWorks 的嵌入式应用系统开发的前期工作是进行系统启动开发，因而它是每一个嵌入式应用系统开发者的必经之路。开发者根据其应用系统采用的硬件体系结构选择一种合适的启动方式能够缩短开发周期、提高开发效率。本文主要讨论了 VxWorks BSP 的基本概念与组成，详细分析了 VxWorks 的启动过程，并总结了不同启动方式的特点。

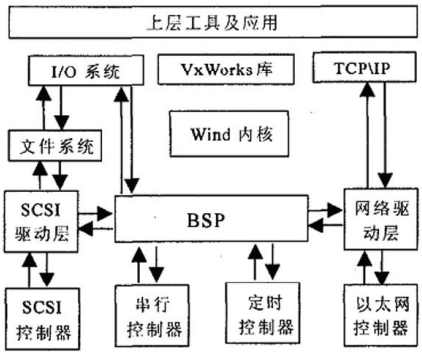

图 1 VxWorks 组成图

2 VxWorks BSP 的基本概念与组成

BSP(board support package，板级支持包)通常介于硬件和操作系统之间，属于操作系统的一部分，主要用于支持操作系统，使之能够更好的运行于硬件。它来源于嵌入式操作系统与硬件无关的设计思想，对于具体的硬件平台，与硬件相关的代码都被封装在 BSP 中。不同的嵌入式操作系统定义了不同形式的 BSP。

VxWorks 系统的启动过程实际上就是进行系统上电复位、CPU 初始化、系统初始化、加载应用程序的一个过程，这些工作基本上都是在 VxWorks BSP 中完成的。

VxWorks BSP 的主要内容包括：BSP 各文件的组成与作用，相应的 BSP 设置文件的修改，系统映像的生成，映像的种类，映像的下载过程，系统的启动顺序和过程，调试环境的配置等。BSP 在 VxWorks 系统中的位置如图 1 所示。

从图 1 可以看出，对于 VxWorks 系统，BSP 为上层应用软件的开发提供了与硬件无关的软件接口，负责实现硬件初始化、中断的产生和处理、硬件时钟和计时器管理、局域和总线内存地址映射、内存分配等功能。

BSP 的主要文件目录包括：

⑴目录target\config\all

此目录下主要有4个文件:bootconfig.c、bootinit.c、usrconfig.c和configall.h。它们被所有 BSP 共享，负责缺省定义 bootrom 引导映像的初始化、VxWorks 映像的初始化和所有 VxWorks 映像的默认配置。通常情况下没有必要修改这些文件。

⑵目录 target\config\bspname

这个子目录包含 VxWorks 系统或与硬件相关的 BSP 文件，其中 romInit.s 和 sysalibs.s两个汇编文件定义了bootrom引导的入口程序相关内容；config.c 和 makefile.c是开发者主要修改的两个文件，它们包含了所有头文件与 CPU 板相关的特殊定义，而且对它们的定义必须一致。

VxWorks 系统提供了多种 BSP 模板，如 X86，MIPS，68K，ARM 等。开发者在进行启动制作时只需要根据自己的硬件平台选择一种相近的模板进行修改即可，所作的修改主要针对以上 BSP 目录中的文件。

3 VxWorks 启动过程分析与比较

VxWorks 的启动过程分为可加载型启动方式和基于 ROM 型启动方式，VxWorks 按一定的顺序完成系统启动，在不同的应用环境下启动顺序并不相同，根据硬件体系结构的不同，启动方式也有所不同。

⑴可加载型

这种启动方式主要针对 PC 机兼容体系结构。在这种硬件体系结构中，程序映像存放在辅助存储器（如软盘或硬盘）中，CPU 不能直接从这样的存储器中取指令执行，需要 BIOS 的辅助，BIOS 将启动盘的引导扇区复制到主内存空间，再跳转到内存给定地址执行。其典型方式为 bootrom 引导映像 +VxWorks 映像，具体过程如图 2 所示。

系统加电后，具体启动过程及特点如下：

①BIOS 阶段：这个阶段主要初始化 CPU 及周边设备，并加载 VXLD 主引导记录；

②Bootrom 阶段：主引导记录 VXLD 将 bootrom 从辅助存储器加载到内存指定地址。步骤为：首先调用 rominit()函数，主要完成的任务包括禁止中断、保存启动类型（冷 / 热启动）和硬件相关初始化；然后调用 romstart()函数，主要完成将 bootrom 的数据段和代码段从 ROM 拷贝到 RAM 中，清内存，如果采用压缩格式的 bootrom 还需要解压缩；接着调用 usrinit()函数，执行系统初始化程序；最后调用 syshwinit()函数和 kernelinit()函数，初始化系统硬件并启动内核，为下一步加载 VxWorks 系统映像做准备；

③ VxWorks 系统映像阶段：通过上阶

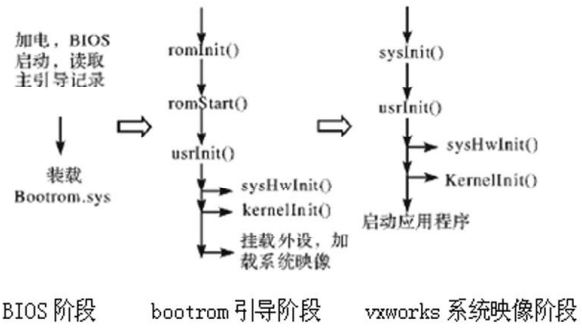

图 2 可加载型启动方式

段加载的bootrom引导映像将VxWorks映像装入到ram中，然后跳转到VxWorks映像装入点。具体步骤为：首先调用sysinit()函数，主要完成的任务包括锁住中断、禁用缓冲、初始化处理器得到一缺省值、指明启动类型，再次调用usrinit()函数，最后调用syshwinit()函数和kernelinit()函数；

④等到系统硬件和内核初始化完成后，执行usrroot()函数，主要完成：初始化I/O操作系统，安装设备驱动程序，创建设备等，最后启动用户应用程序。

这种采用bootrom+VxWorks的启动方式多用于调试阶段，程序映像即可存放在硬盘中，也可通过网络加载。采用这种启动方式的优点是适应硬件、方便调试和现场升级，并且由于bootrom的存在也维持了各种硬件平台的兼容性。

⑵基于ROM型

这种启动方式主要针对ROM启动系统，程序映像存储放在非易失存储器中，而存储器位于CPU运行空间内，CPU复位后可以直接从存储器执行程序映像，不需要额外的辅助机制，也就不需要bootrom引导 。

因此，这种方式去除了bootrom的引导过程，不需要对系统硬件作最小初始化。系统加电后，首先把VxWorks映像的代码段和数据段从ROM或FLASH装入到RAM中，然后系统控制权交给VxWorks映像中的初始化代码。启动过程如图3所示。

系统加电后，具体启动过程及特点如下：

①系统加电后，首先调用rominit()函数，主要完成：最基本的CPU初始化，禁止中断，保存启动类型（冷/热启动），为后续启动做好准备；

②调用romstart()函数，主要完成：清内存，将程序映像中各段复制到RAM中；

③调用usrinit()函数，主要完成：执行操作系统所必需的内核初始化程序，包括：cache程序库的初始化，清零系统的BSS段，初始化中断向量表；

④执行syshwinit()函数和kernelinit()函数，主要完成：初始化硬件并启动内核；

⑤调用usrroot()函数，主要完成：初始化I/O操作系统，安装设备驱动程序，创建设备等；

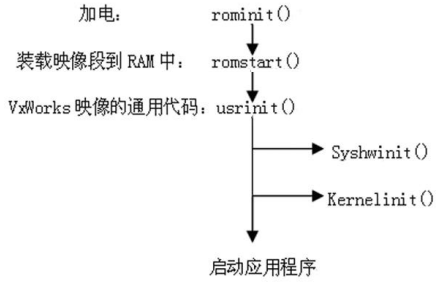

图3　基于ROM型启动方式

⑥启动用户应用程序。

实际上，基于ROM型的启动方式又可分为ROM-based型和ROM-resident型，两者不同的只是ROM-based型是将VxWorks映像的数据段和代码段拷贝到RAM中，然后跳转到RAM中的VxWorks映像装入点。而ROM-resident型只将VxWorks映像的数据段拷贝到RAM中，然后系统控制权转移给ROM/FLASH里的VxWorks映像。

ROM-based型方式在启动阶段比较慢，但在执行阶段比ROM-resident型要快，ROM-resident型方式适用于目标机RAM空间较小的情况下，在启动阶段比较快，但它在目标机上执行的速度比较慢。

4 总结

综上两种启动方式的对比，实际上两者主要只有bootrom上的差别，可加载型启动方式需要bootrom的辅助，基于ROM型则不需要，所以两者的硬件初始化过程也不相同，两种启动方式都有各自的优点。由于VxWorks的高可靠性强实时性等特点，它多用于航空航天等实时性要求较高的领域，系统能够快速可靠的启动并执行直接关系到整个任务能否成功，因此，根据开发者实际的硬件平台选择一种快速有效的启动方式具有重要的意义。

参考文献

[1] 陈智育，温彦军，陈琪. VxWorks 程序开发实践[M]. 北京：人民邮电出版社. 2004

[2] 周启平，张杨. VxWorks下设备驱动程序及BSP开发指南.北京:中国电力出版社. 2004

[3] VxWorks Programmer's guide 5.4

[4] 乔从连. VxWorks系统的BSP概念及启动过程. 舰船电子对抗.2005

上接第91页

间；系统电路全部由数字硬件电路构成，减少了模拟电路遇到的众多问题，系统的体积小、可靠性高；如果系统功能需要升级只需通过代码修改就行，无需改变硬件电路，可以大大提高系统的灵活性和可靠性。

参考文献

[1] 杨俊,陈明,张玲霞.可编程芯片在测控系统中的应用[J].计算机技术与应用.2002,26(6)：41-43

[2] 刘常杰,叶声华,杨学友.基于FPGA高速视觉检测系统的研究[J].仪器仪表学报.2001,22(3):31-35

[3] 宋颖,王志臣,杜彦良.压电传感测试技术的应用研究进展[J].传感器与微系统.2008,27(5):8-11

上接第93页

ISDN视频会议的电路交换；

3GPP交互式H.324/M服务；

H.323交互式视频服务，基于INTERNET，利用IP/RTP协议。

娱乐视频应用，1Mbps～8Mbps码率，0.5到2秒中等时延。主要应用如下：

有线、卫星、地面、DSL等广播电视；

标清和高清DVD；

通过各种媒体的视频点播。

流媒体服务，典型50kbps到1.5Mbps，2秒以上的时延。有线或无线使用情况有所不同，主要应用如下：

3GPP流，利用IP/RTP传输，RTSP作会话设置，3GPP规范的扩充部分可能仅使用基类；

有线INTERNET流，利用IP/RTP传输，RTSP作会话设置。

其他服务，主要是低码率，以文件传送方式，不考虑时延，根据不同应用，可能用到3类，主要应用如下：

3GPP多媒体信息服务；

视频邮件。

4 结论

H.264代表了当前业界最先进的视频压缩技术，且具有以下无可比拟的优越性：

a）码率低：和MPEG-2等压缩技术相比，在同等图像质量下，采用H.264技术压缩后的数据量只有MPEG-2的1/2～1/3。显然，H.264压缩技术的采用将大大节省用户的下载时间和数据流量收费。

b）图像质量高：H.264能提供连续、流畅的高质量图像。

c）容错能力强：H.264提供了解决在不稳定网络环境下容易发生的丢包等错误的必要工具。

d）网络适应性强：H.264提供了网络适应层，使得H.264的文件能容易地在不同网络上传输。

参考文献

[1] 姜楠，王健.常用多媒体文件格式压缩标准解析[M].北京:电子工业出版社.2005.

[2] 毕厚杰.新一代视频压缩编码标准--H.264/AVC[M]. 北京：人民邮电出版社. 2006.

[3] 张文俊.数字媒体技术基础[M].上海：上海大学出版社. 2007.

[4] Steve Mack.流媒体宝典[M].北京：电子工业出版社.2003.

作者简介

武鹏（1975－），男（汉族），河南洛阳人，中国空空导弹研究院工程师，主要从事数字化资料信息管理方面的研究。