基于 Cortex-M3 嵌入式操作系统 eCos 移植

Transplantation of Embedded System eCos Based on Cortex-M3

徐 亮 姜 波 （新疆大学电气工程学院，新疆 乌鲁木齐 830008）

摘 要

通过研究分析嵌入式操作系统 eCos 内核的体系结构，利用 eCos 系统的高配置性，可裁剪性，以及其模块化结构的特性，提出了向基于 Cortex-M3 内核的 STM32F103ZE 处理器的目标开发平台板移植的具体方法，依据 Cortex-M3 的系统结构及特点，主要对其硬件抽象层 HAL 进行配置修改，编译生成 eCos 系统的一个最小版本 Redboot 映像，结果证实可以实现嵌入式操作系统 eCos 在 Cortex-M3 处理器上的移植。

关键词：eCos，高配置性，模块化，硬件抽象层，Redboot

Abstract

This paper propose a specific approach of the transplantation of the platform based on the processor STM32F103ZE whose core is Cortex-M3,through researching and analysing the architecture of the core of the embedded system eCos and by considering the hight configuration,the cutted quality and modular composition of the eCos system,and according to the structure and characteristic of Cortex-M3,mainly regulate its hardware abstract layer (AHL) to compile to Redboot of a smallest version of eCos,which is proved.

Keywords:eCos,configuration,modular structure,hardware abstraction layer,Redboot

eCos（embedded Configuration operating system）最早是由 Cygnus 公司开发，后由 Redhat 公司推出、维护；具有高配置性、可裁减性、可移植性和实时性的特点，其全部代码均使用 C++编写，内核代码经裁剪编译后最小只有几百个字节，是一个针对 16 位、32 位和 64 位处理器的开源，免费的实时操作系统；对于缩短嵌入式产品开发周期和降低成本有着重要的意义。本文所论述的是以 ARM CORTEX-M3 内核微处理器为目标来移植 eCos 的过程。

1 Cortex-M3 硬件结构及特性

Cortex-M3 是一个 32 位的内核微处理器。它是首个基于 ARMv7-M 体系结构，具有低功耗，少门数，短中断延迟，低调试成本的优点，是专门为了在微控制器，汽车车身系统，工业控制系统和无线网络等对功耗和成本敏感的嵌入式应用领域实现高系统性能而设计的，它大大简化了可编程的复杂性，用户无需深厚的架构知识或编写任何汇编代码就可以建立简单的应用程序。CORTEX-M3 结构如图 1 所示。

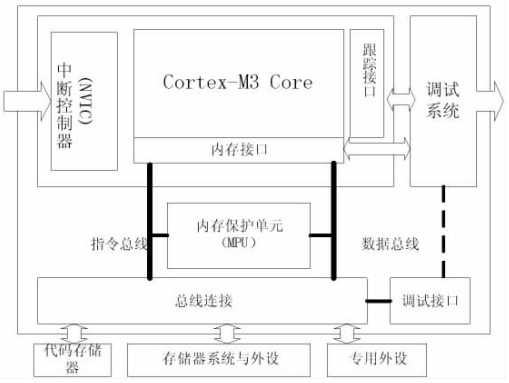

图 1 Cortex-M3 结构图

本论文采用的是意法半导体 ST 公司生产的基于 Cortex-M3 内核的 STM32 系列的 STM32F103ZE 处理器。该处理器使用高性能的 ARM Cortex-M3 32 位的 RISC 内核，工作频率为 72MHz，共有 144 个引脚，内置高速存储器（512KB 的 Flash 和 64KB 的 SRAM），丰富的 I/O 端口和联接到两条 APB 总线的外设，非常适合于嵌入式操作系统 eCos 的移植。

2 eCOS 内核的体系结构及配置

eCos 系统的目录体系结构图如 2 所示，Tools 文件包里是 eCos 的配置工具及一些编译代码；Example 里面是一些应用程序的例子；doc 是联机的帮助文档；packages 文件包里装有 eCos 所有的源代码，内含有对多个 CPU 的支持，是 eCos 系统可配置机制的组件库，其目录下的 devs、cygmon、kernel、io 等子目录分别保存了与设备、监控器、内核、I/O 口等功能相关的配置包。

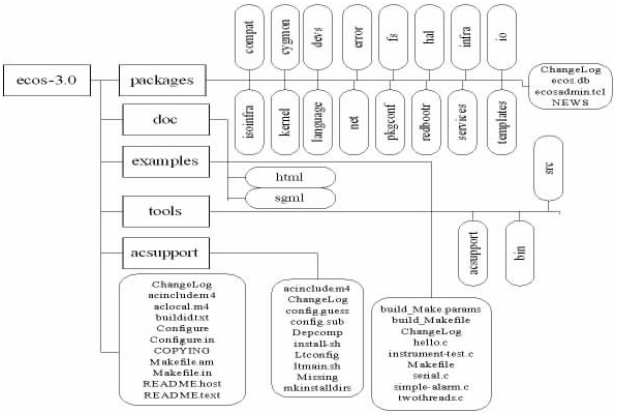

图 2 eCos 系统目录层次图

eCos 系统具有内核模块化，层次结构和高可配置性特点，支持多种处理器，可根据硬件开发平台的实际需要，通过配置工具来选择相应的应用组件来实现嵌入式操作系统的完整功能。图 3 是 eCos 系统的层次结构图，可以

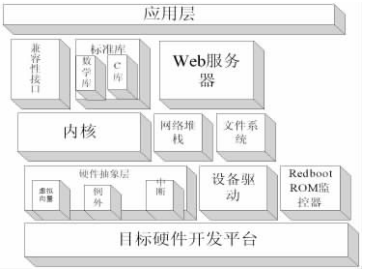

图 3 eCos 架构图

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

看出与硬件开发平台最直接联系的是 HAL（Hardware Abstraction Layer）硬件抽象层，主要负责对目标系统硬件平台进行操作和控制，对中断和例外的处理，为上层软件提供硬件操作接口。这样的移植就不会触及到系统内核，就实现了良好的可移植性，所以移植操作系统需要进行的移植的主要任务是平台抽象层的移植。

硬件抽象层主要由三个子层组成：

1）体系结构抽象层（Architecture HAL），eCos 系统所支持的体系结构平台，是对处理器基本结构进行抽象描述和定，随着版本的升级，eCos 会增加入对一些处理器体系结构的支持。

2）变体抽象层（Variant HAL），同一体系结构的一系列处理器中对某一具体处理器在某些方面如 Cache、MMU（内存管理单元）、FPU（浮点单元）和中断等方面所具有的特性。

3）平台抽象层（Platform HAL），是对所要移植的目标硬件开发平台进行抽象，包括平台地启动、芯片的选择与配置、定时设备、I/O 寄存器访问以及中断寄存器等。

eCos 的移植通过这三个子层模块来实现，配置组件定义文件 CDL 对目标硬件开发平台设备的特性及描述；在 package\ecos.db 文件中登记所需要的包，并增加对目标平台的描述；对 include\pkgocnf 中根据目标硬件的内存地址和大小对.h 和.ldi 文件进行修改使其一致；include\plf_io.h 中定义硬件平台的 I/O 接口的宏定义；在 misc 中编辑.ecm 文件实现对硬件平台的启动类型及初始化配置。针对所使用的硬件平台，在 arch\src\ vectors.S 修改硬件初始化程序。

3 移植过程

3.1 交叉编译环境

宿主机（host）开发环境是在 Linux 下实现，eCos 配置工具是 gnutools-arm-eabi，eCos 系统源代码是 ecos3.0 可以从 eCos 官方网站上免费获取。

3.2 构造硬件平台的 Redboot

RedBoot 是一个无内核的系统引导程序，是 eCos 的一个特殊应用，以使用 ecos 的 HAL（硬件抽象层）为基础，可以看着 eCos 系统的一个最小版本，其支持下载和调试应用程序，可以作为任何实时操作系统上的启动程序独立运行。

eCos3.0 增加了对 Cortex-M3 的支持，本文采用的代码包是 ST32 包，需要配置的文件程序如下：

（1）组件定义文件 CDL

package\hal\\stm3210e_eval\\cdl\hal_cortexm_stm32_stm3210e_eval.cdl

```
cdl_package CYGPKG_HAL_CORTEXM_STM32_STM3210E_EVAL {
        cdl_component CYG_HAL_STARTUP {
// 启动方式
    cdl_option CYGARC_HAL_CORTEXM_STM32_INPUT_CLOCK {   // 时钟频率
```

（2）package\ecos.db 文件中登记注册

```
package CYGPKG_HAL_CORTEXM_STM32_STM3210E_EVAL {
target stm3210e_eval {
```

（3）内存布局文件 include\pkgocnf\.h.ldi

```
#define CYGMEM_REGION_sram    (0x20000000)
#define CYGMEM_REGION_flash   (0x08000000)
#define CYGMEM_REGION_ram     (0x68000000)
#define CYGMEM_REGION_rom     (0x64000000)
```

（4）本文移植的启动方式选为 ROM 启动，编译配置调用文件为 stm3210e_eval\misc\redboot_ROM.ecm

```
cdl_component CYG_HAL_STARTUP { user_value ROM }    // ROM 启动
```

3.3 编译

完成以上工作后使用 eCos 自带配置工具 configtool 进行配置，最后用 make 命令生成 eCos 库文件，在 install 目录下可以看到有 image（映像）、elf（可执行文件）、bin（二进制）文件。本文需要的是 bin 文件，通过 flash 下载软件 Flash Loader Demonstrator 下载到目标硬件开发板，运行调试后结果如图 4 图所示。

图 4 终端输出结果

4 结束语

通过对嵌入式实时操作系统 eCos 的移植，发现由于其高可配置性，以及模块化的结构，使得其移植非常方便，随着 eCos 源码版本的升级将会实现对更多体系结构处理器的支持。

参考文献

[1]李宁.基于 MDK 的 STM32 处理器开发应用[M].北京：北京航空航天大学出版社，2008.8

[2]Joseph Yiu.Cortex-M3 权威指南[EB/OL].宋岩，译.http://www.stmcu.org

[3]Massa Anthony J.Embedded Software Development with eCos[M].NJ:Prentice Hall,2002

[4]王京起，黄建，沈中杰.嵌入式可配置实时操作系统 eCOS 技术及实现机制[M].北京：电子工业出版社，2005

[5]eCosPro Reference Manual [EB/OL].http://www.ecoscentric.com,2008

[6]Building a tool chain for use with eCos [EB/OL].http ://ecos.sourceware. org,2008

[收稿日期：2009.5.18]

（上接第 28 页）

```
tagname=´tag1name´"
End If
objcommand.CommAndTexT = StrSQl
objcommand.Execute
```

3 结束语

该方案已经成功应用于宝钢集团八钢公司能源中心混合煤气加压站项目和宝钢集团八钢公司中厚板水处理系统。满足现场要求，并获得用户认可与好评。

参考文献

[1]WinCC6.0 帮助手册[K]

[2]Visual Basin6.0 帮助手册[K]

[收稿日期：2009.6.1]

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net