湖南大学电气与信息工程学院　李备 彭楚武 谭凌峰 陈敬恩

UCOS移植中的硬件抽象层构建技术

Building Hardware Application Layer in UCOS Transplanting

摘　要：在UCOS移植前，必须先要建立一定的硬件环境让其运行。原始的UCOS实际上构成了具体内核中的外层或高层，而真正位于内核底层的则是CPU。而这两者之间就由“硬件抽象层“（HAL）来连接。本文在基于HMS30C7202硬件平台的基础上，详细讲述了UCOS在HMS30C7202移植中，硬件抽象层的实现步骤。

关键词：UCOS移植；硬件抽象层；中断二次跳转

引言

一般常用的嵌入式操作系统和通用操作系统一样，在内核完成了自身的初始化以后便会创建一个shell进程或者相应的窗口。之后，其他应用进程的创建和启动就是这个shell进程或者窗口的事情了。然而，像类似于UCOS这类比较小而是专用的嵌入式操作系统就不同了，内核和应用程序之间没有明确的界限，它们共享一个地址空间，在物理地址或者逻辑地址上都形成一个整体。整个系统的映像中就只有一个入口函数。

UCOS启动中，系统在完成最初的硬件初始化以后便转入由开发者提供的main()，在main()中再调用一个内核函数OSInit()来完成内核的初始化，然后在完成了与应用相关的初始化以后，就可以调用一个内核函数OSStart()启动内核的进程调度。从上面的过程可以看出，main()函数其实是一个回调函数，整个系统的入口其实是在HAL程序中。

HAL简介

一般HAL中包含着特定CPU的汇编语言编写的底层函数和数据结构，例如对CPU内部一些特殊寄存器的设置、开中断/关中断、中断向量的设置等等。

在不同类型的操作系统中，HAL存在的形式也有很大的不同。在一体化内核的Linux操作系统中，不存在独立的HAL。在Linux内核的源码中，目录arch/下面就是依赖于各种不同CPU的底层代码，那就是需要静态连接到内核中的HAL。所以，Linux所需要的就只是一个基本的引导装入程序。一旦内核开始运行，引导装入程序就完成了使命，Linux内核及其应用程序不会调用引导装入程序中的任何一段代码。然而在微内核的UCOS操作系统中，内核引导装入程序与HAL连接在一起，或者说在HAL的基础上构建内核引导装入程序。

在Hms30c7202上构建HAL

Hms30c7202是一款基于ARM720T内核的32位处理器。主要特征如下：更详细的芯片功能介绍请见参考文献[1]。

- 内核运行速率可达70 MHz
- 8KB综合指令/数据的cache
- 内存管理单元MMU
- 支持小端操作系统
- 2KB SRAM可用于内部buffer。

如上所说，在ARM 上运行UCOS的HAL要完成系统硬件的初始化和操作系统的引导两个工作。系统的初始化，主要包括下面几个步骤：

- 标志整个代码的初始入口点
- 设置异常中断向量表
- 始化存储系统
- 初始化MMU
- 将已经初始化的数据搬运到可写的数据区
- 初始化各个模式下的数据栈
- 初始化一些特殊外围接口
- 安放好中断处理程序
- 使能IRQ异常中断

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

以上的步骤中根据处理器中相应的寄存器，进行数据的读写即可。但是要注意MMU的初始化和中断结构的设计。在Hms30c7202中，对于MMU设置如下：

```
IMPORT LOPageTable
ldrr0,=LOPageTable
mcr     p15,0,r0,c2,c0,0
mvn     r0,#0
mcr     p15,0,r0,c3,c0,0
mov     r0,
#CtrlMMU+CtrlCache+CtrlWBuff
mcr     p15,0,r0,c1,c0,0
```

首先我们将建立好的页表地址的基址存入寄存器C2(translation table base)，然后通过寄存器C3设置好内存的访问权限，最后使能MMU单元，CACHE和BUFF。在LOPageTable开始的内存页表中，规划了4G内存的分配情况。其实根据UCOS的自身特点可以不使用MMU或者将内存映射为1-1的平板映射就可以。这里将4G的空间划分开来主要是为了更好的通用性，将来如果引导Linux，就也可以使用这段代码。

中断结构和中断处理程序的设计，应该是HAL中最为重要的一个环节。因为UCOS做为一个多任务操作系统，其本质就是在响应系统指定的时钟中断后进行任务切换。为了使中断处理程序的安装更为方便，因此采用了中断二次跳转的方法。首先在ARM处理器定义的中断向量处安放跳转指令，跳转到指定位置后，再进行位置的第二次映射。其中位置的映射是通过一个汇编定义的宏来实现的。其代码如下：

```
MACRO
$Source HANDLER $Destination
$Source
subsp,sp,#4
stmfdsp!,{r0}
ldrr0,=$Destination
ldrr0,[r0]
strr0,[sp,#4]
ldmfdsp!,{r0,pc}
MEND
```

这样就可以在程序的任意位置定义自己的中断处理函数，而不必担心因为使用B指令带来的跳转范围的限制问题。以IRQ中断为例：

```
HandlerIRQ      HANDLER
HandleIRQ
```

IRQ中断发生时，PC指向地址0X18处，在此处放一条:B HandlerIRQ，程序跳转到Handler处，根据宏所定义的操作，PC指向HandleIRQ所代表的地址处。也就是说当IRQ中断发生时，其中断向量已经是HandleFIQ所代表的地址了，从这个地址再映射到UCOS_IRQHANDLER就可以正确的实现IRQ中断的响应了。Hms30c7202中其他中断资源也都有自己固定的中断向量地址，也可以使用类似的方法进行处理。在需要用到的中断资源对应的中断向量处，安放相应中断处理函数的起始地址即可。

在UCOS中需要用到一个周期性的中断源来产生系统的时钟节拍。对于Hms30c7202，可以选择使用WATCHDOG Timer、RTC或者是Timer来实现。这三者都可以实现周期中断，只是操作的难易程度不一样。如果系统要求高精度实时中断，使用Timer比较好。如果系统要求比较低的话，用RTC实现则十分的简单。不管哪一种方法实现，其中断处理程序是相似的，给出伪代码如下：

```
XXX_IRQ_Handler
{
清除中断标志位
重新设置中断条件
OSTimeTick()
}
```

当周期中断发生时，Hms30c7202先进入IRQ中断，再来判别中断源。所以当进入UCOS_IRQHANDLER后，在其中因该调用一个C函数来实现中断源的判别和相应处理函数的运行。

```
EXPORT   UCOS_IRQHandler
UCOS_IRQHandler
stmfdsp!,{r0-r3,r12,lr}
bl OSIntEnter
bl C_IRQHandler
bl OSIntExit
ldr r0,=OSIntCtxSwFlag
ldrr1,[r0]
cmp r1,#1
beq _IntCtxSw
ldmfdsp!,{r0-r3,r12,lr}
subspc,lr,#4
```

至此，整个HAL的框架已经建好，按照先前提出的步骤和上面讲到的中断处理的方法，编写好整个HAL程序和os_cpu_a.s和os_cpu_c.c中6个关键的移植函数。再跳转到main()程序入口，初始化UCOS操作系统，创建任务，启动系统时钟，启动系统即可运行自己定义的任务。

结语

对于UCOS来讲，在其 下转92

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

／不平衡变换器 (balun)。该 balun 变换器为开关滤波器和接收输出分别提供 50 欧姆和 100 欧姆的匹配。使用无源器件和印制迹线能显着提高成本和性能。利用这种电路，前端模块可获得 0.2dB 的幅度平衡度，平衡端之间的相位差小于 1 度。

性能改善

这个前端模块的性能如图2、3 及 4所示。由图2可见，总体增益为28dB，输入输出回损大于 10dB。对紧密屏蔽式手机的稳定性非常关键的反向隔离在谐波频带范围内优于 -49dB。图3显示了在 17dBm 的输出功率级下测得的噪声排放 。在 2.17Ghz 时，UMTS 接收频带和 WLAN 通带相当靠近，此时的噪声功率大约为 -170dBm/Hz。考虑到天线或系统板耦合所引起的 15dB 泄漏路径损耗，这将使前端模块的噪声影响低于热噪声基底，并与手机 UMTS 接收器的同步操作兼容。即使利用 1Mbps 调制，在最大功率 +17dBm 下的最差 WLAN 谐波，距离美国联邦通信委员会 (FCC) 规定的 0dBi 天线 -41.2dBm/Mhz 的限值还有 5dB 的裕量。

图 4 所示为在 17 dB 电源范围时，采用 54Mbps 802.11g 信号调制所测得的模块线性关系。该线性度是在 15dBm 功率级下小于 3% 的 EVM，电流消耗为120mA。该性能包括了高抑制开关滤波器电路的 2.5 至 3.5dB后置功率放大器损耗。

在接收模式中，2GHz 以下测得的抑制大于 45dB；2.17GHz 以下大于 30dB。带内 (in-band) 插损为3.5dB (进入一个平衡接收器)；而回损则优于 -16.5dB。在多无线技术同时操作期间，这些低带内损耗和高抑制性能完全保证了 WLAN 接收器的灵敏度。

结语

SiGe 半导体公司开发了一种具有高线性度、低功耗、低带外噪声排放和高带外噪声抑制的 2.4GHz WLAN 前端模块，能够支持手机中多无线技术的共存。这些无线方式在高达 2.17GHz 的 UMTS 频带上操作。SiGe 半导体的模块集成了功率检测器和调节器，大大简化 WLAN 无线技术的结构。紧凑的开关式滤波器设计，把模块的总体尺寸减至最小，从而使占位面积缩小到只有 6 × 5 ×1.4mm。上述这些特性使集成收发器或基带／收发器芯片变得非常容易，为含 UMTS 频带的第三代多无线技术蜂窝手机建构了一个双或单封装的 2.4GHz WLAN 无线结构。■

上接 94 运行以前 HAL 就已经把运行操作系统所必需的硬件环境建立好，并且隐藏了 UCOS 在调用系统硬件资源时实现的具体操作细节。从这点可以认为简单的 HAL 其实就是一个硬件资源初始化的程序。然而实际上完全可以基于 HAL 写一个普通的监控程序或者是引导/装入程序，甚至是一个内核。ARM 公司为操作系统的开发提供了一个 HAL，称为 μHAL。μHAL 是一组库程序。ARM 公司向用户提供 μHAL 的源代码和已经编译好的两个二进制文件，分别用于“半寄宿(semihost)“和独立运行(standalone)。具体内容请见参考文献[2]。当然也可以自己编写这些代码，本文就是这种情况。这样做工作量会变大，但是整个程序也许会更加的简练，执行的效率会更高。■

上接 102 它们无须表面硬化即可提供出众的抗磨损性。而且，其丰富的色彩系列为设计提供了创作空间。”该公司介绍，树脂采用独特的 PC 共聚技术，极大地提高了表面硬度。在独立实验室使用铅笔硬度 (1 kgf) 标准进行的测试中，这些材料的硬度达到了 H 等级，与普通 PC 的 2B 等级相比要高得多——相当于标准材料硬度的 5 倍。树脂甚至超过了丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS)、PC/ABS 喷涂树脂以及其他喷涂树脂，这些喷涂树脂仅达到了位于中级的 F 等级。而且，如果用硅或丙烯酸对 Lexan DMX 树脂等级进行表面硬化涂层处理，其铅笔硬度可提高到 3H 等级。

卢为新先生介绍说，GE 塑料集团的目的是与更多的本地客户进行长期本土合作。中国目前是世界的工厂，以后是世界最大的市场。在这个过程当中。全球看到中国制造的产品越来越先进，越来越高端。我们希望在中国的发展过程中，工艺从美国研发中心研发出来，利用价值链服务中国市场。随着市场竞争加剧，手机等产品的功能越来越趋同，外观和内在设计越来越多依靠更新的材料，这些可以更好满足消费者的个性化需求。■

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