



# 谈谈 FreeRTOS 及其授权方式

中国嵌入式系统产业联盟/北京麦克泰软件技术公司 何小庆

## 引言

最近大家都在谈论物联网,人人都在做智能硬件,FreeRTOS 也似乎被推到了风口浪尖,很多 MCU 芯片公司的开发板、SDK 开发套件也都移植到了 FreeRTOS 上。著名的智能手表 Pebble OS 的内核使用了 FreeRTOS,博通的 WICED Wi-Fi SDK 也推荐使用 FreeRTOS,到底是什么让 FreeRTOS 火起来了?

## 1 FreeRTOS 的起源

FreeRTOS 项目是由 Richard Barry 在英国创建的。Richard 大学时学习的是计算机实时系统专业,他参与创建过几个公司,主要专注于工业自动化、航天和仿真市场。Richard 现在是 Real Time Engineers Ltd 的技术总监、拥有者和 FreeRTOS 项目的维护者。

FreeRTOS 最初的目标是提供一个免费的、容易使用的 RTOS 解决方案。无论使用 Windows 还是 Linux,都不需要特别关注源代码文件路径在哪里,或者调试环境如何配置,FreeRTOS 都很容易构建和运行。

FreeRTOS 项目大约开始于 2003 年,每一个版本在正式发布 zip 压缩包之前,都经过完整的测试以确保产品的稳定,而且压缩包里面包含一个简单的入门项目示例,帮助初学者学习和理解。

## 2 FreeRTOS 产品

FreeRTOS 是一个 RTOS(实时多任务操作系统)的内核,支持近 60 家公司的 140 种 MCU(微控制器)和 MPU(微处理器),涵盖 8、16、32 位架构,FreeRTOS 支持开发者使用 IAR、GCC 和 Keil 等编译器预编译的工程项目。最近 FreeRTOS 自己开发了“FreeRTOS+TCP”和“FreeRTOS+FAT”两个内核之上的附加模块(称为中间件),这两个产品在 FreeRTOS 官网 FreeRTOS.org 的 FreeRTOS lab 页面中可以找到。

目前最新的 FreeRTOS 压缩包版本的版本是 8.2.2,压缩包解压后有以下几个文件目录:

① FreeRTOS/source 包含 FreeRTOS 实时内核的源代码;

② FreeRTOS/demo 包含了 FreeRTOS 内核针对不同嵌入式处理器和编译器的官方移植和 demo 项目,比如

CORTEX\_LPC1768\_IAR,能够支持 NXP Cortex LPC1768 MUC 使用 IAR EW ARM 编译器项目工程文件;

③ FreeRTOS-Plus 包含 FreeRTOS 和第三方的中间件,包括:CLI(命令行)、FAT-SL(标准文件库)、IO(POSIX 标准外设库)、NABTO(点对点连接云服务)、UDP、Trace(内核跟踪分析)和 CYASSL(嵌入式 SSL)等模块,开发者需要注意的是上面产品的授权方式可能与 FreeRTOS 不同,请仔细阅读对应代码目录下的授权文件;

④ FreeRTOS-Plus/Demo 目录下包含了 FreeRTOS 中间件预配置好的工程文件,有些工程文件需要运行在 Windows 仿真环境下。

某些第三方的中间件没有包括在 FreeRTOS 压缩包内,比如 Interniche TCP/IP 协议栈软件,它包括 IPV4/V6 和各种网络应用(比如 HTTP/SNMP/FTP)的源代码和二进制版本。FreeRTOS+Trace 是瑞典 Perceptio 公司的商业软件,提供 FreeRTOS 应用运行时的诊断功能,见图 1。FreeRTOS 压缩包里面提供的是一个 Windows 仿真环境的免费版本。WITTENSTEIN High Integrity Systems (WHIS)是一家英国公司,它是 Real Time Engineers Ltd (FreeRTOS)官方的商业合作伙伴,他们开发的 SafeRTOS 是基于 FreeRTOS 技术、经过安全认证的实时操作系统内核,这些安全认证包括 EC 61508、EN62304 和 FDA 510(k)等。

## 3 FreeRTOS 的授权方式

FreeRTOS 内核采用的是 GPL 授权方式,但它是一个修改后的 GPL 协议。FreeRTOS 的 GPL 授权给了这样一个例外条件:即这些独立模块如果使用的是 FreeRTOS API 与 FreeRTOS 进行通信,并且这些独立模块不涉及内核和内核调度,也没有对任务、任务通信和信号量等内核功能作出改动,这些模块可以不按照 GPL 方式公开源代码<sup>[1]</sup>。与通用的 GPL 条款不同的是:开发者、芯片公司和设备制造商不会被要求公开自己与 FreeRTOS 内核不直接相关模块(称为独立模块)的源代码,如应用、驱动和中间件,见图 2。Linux 内核采用的就是通用 GPL 条款。

FreeRTOS demo 目录下的第三方软件的授权,不在 FreeRTOS 内核授权范围,请阅读相关目录下的授权文件,比如前面提到的 FreeRTOS+Trace 就是一个商业软件,只不过在压缩包里面提供了一个免费版本。还有一些

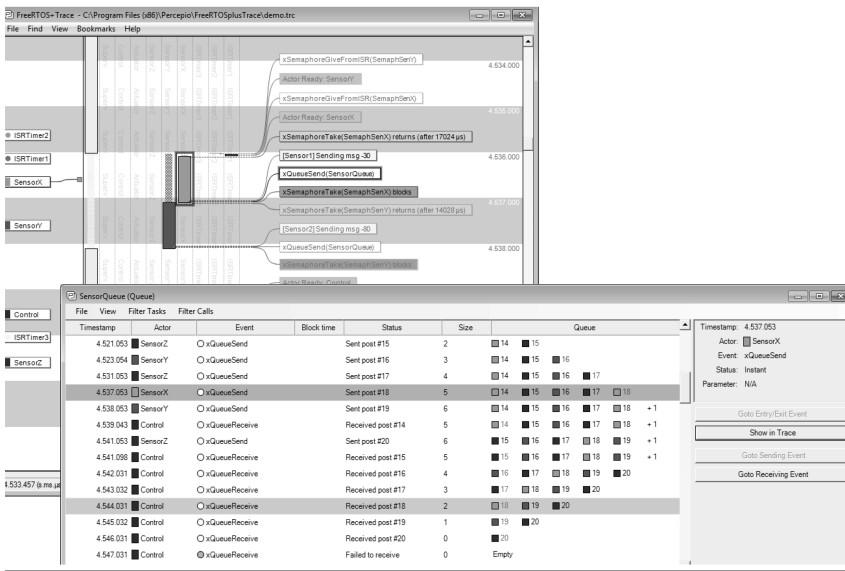


图 1 FreeRTOS+Trace 的诊断功能

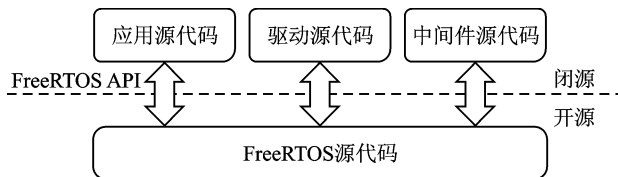


图 2 FreeRTOS 内核授权方式参考

在 FreeRTOS 内核源代码里面,既不属于 FreeRTOS 版权,又不属于 GPL 授权范围,如芯片公司头文件(header file)、外设驱动(如 SPI、中断和 timer 等)和编译器公司的头文件(如 IAR 和 keil),开发者和设备制造商需要联系芯片公司了解他们的授权方式和要求。 $\mu$ IP TCP/IP 协议的作者是 Adam Dunkels,作为开源软件,授权的细节可以从  $\mu$ IP 的源代码文件夹里面获得。lwIP TCP/IP 协议的拥有者是瑞典计算机科学研究所以,也是一个开源软件,授权细节可以从 lwIP 的源代码文件夹里面获得。

另外,FreeRTOS 的授权声明中还包括了以下条款:除非得到 Real Time Engineers Ltd 公司允许,任何人不得用于以操作系统运行和编译时间测量为目标的出版物,关于这点研究机构 and 高校应该尤为注意。

为了减少一些企业和设备制造商对于 GPL 授权条款、技术支持、服务和其他知识产品等有关的法律问题,FreeRTOS 还有一种商业授权版本(OpenRTOS)可供用户选择,OpenRTOS 由英国 WITTENSTEIN High Integrity Systems 公司提供授权和技术支持。表 1 给出了 FreeRTOS 和 OpenRTOS 的比较,据悉国内已经有汽车电子企业在电动汽车项目中购买 OpenRTOS 商业授权。

关于设备制造商使用了 FreeRTOS 之后,如何遵循 GPL 原则发布源代码和声明文件,可以参考 Pebble 公司

的 Pebble OS。Pebble 是一家美国著名的智能手表公司,它开发的智能手表操作系统 Pebble OS 内核是基于 FreeRTOS 的,因为智能手表 App 任务权限管理的需要,修改了内核本身的一些功能(如 MPU 的管理方式和软中断等内核功能),因此必须公开修改过的 Pebble OS 内核以及相应的说明文档<sup>[2]</sup>。

## 结 语

FreeRTOS 是一个非常容易使用的 RTOS,也得到了许多流行的 MCU 芯片、开发板和工具的支持。笔者在 2015 年春季给北京航空航天大学软件学院物联网技术与应用专业开设的《可穿戴系统设计与实现》课程中,就讲授了 FreeRTOS。Pebble 智能手表作为使用了 FreeRTOS 的典型可穿戴设备成为课堂案例,课程中的实验平台采用了 STM32 Nucleo 开发板(Pebble 使用的是 STM32 Cortex - M3),Nucleo 软件中间件就包含 FreeRTOS 移植好的源代码和应用工程项目。

表 1 FreeRTOS 和 OpenRTOS 的比较

内 容	FreeRTOS 开源授权	OpenRTOS 商业授权
免费?	是	不是
能在商业应用中使用 FreeRTOS?	是	是
免版税?	是	是
使用了 FreeRTOS 服务的应用程序必须开源?	不是,只有代码提供的功能与 FreeRTOS 提供的不同	不是
需要提供 FreeRTOS 内核的修改文件?	是	不需要
需要有文档说明使用了 FreeRTOS?	是,只需一个 Web 的链接	不需要
需要提供给用户 FreeRTOS 代码?	是	不需要
能在商业应用中得到专业的技术支持?	不能,可通过在在线社区	可以
产品有维护?	没有	有
提供法律保护?	没有	有

博通公司的 WICED Wi-Fi SDK,还有其他公司物联网操作系统也在使用 FreeRTOS<sup>[3]</sup>,实时性和尺寸小是 FreeRTOS 重要的技术因素,采用 GPL 授权方式,更符合互联网开放和共享精神,应该是更重要的原因。FreeRTOS 修改后的 GPL 条款考虑了芯片、开发者和



设备商隐私要求,更加合理和富有灵活性,这与 Android OS 授权方式有着异曲同工之处<sup>[4]</sup>。■

#### 参考文献

- [1] License detail[EB/OL]. [2015 - 09]. <http://www.freertos.org/a00114.html>.
- [2] FreeRTOS Code Revisions From Pebble[EB/OL]. [2015 - 09]. <http://developer.getpebble.com/blog/2014/05/23/>

FreeRTOS - Modifications - From - Pebble/.

- [3] 何小庆. 物联网操作系统浅析[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2015(1).
- [4] 何小庆. Linux 和 Android: 哪个是你下一个设计的正确选择? [EB/OL]. [2015 - 09]. [http://www.eefocus.com/allenhe/blog/13-03/292378\\_84176.html](http://www.eefocus.com/allenhe/blog/13-03/292378_84176.html).

(责任编辑:薛士然 收稿日期:2015-09-01)