**国产实时操作系统调研报告**

王衔飞

**关键词：**国产操作系统，RTOS，嵌入式

**摘要：**国产RTOS相对于通用操作系统而言，摆脱了生态环境的限制，有很好的生存空间，不仅有老牌的RT-Thread、djyos等，还有IoT时代互联网公司的新兴产物——阿里的Alios Thing，华为的Huawei LiteOS等，发展较为良好。

说道国产通用操作系统，相信大家并不陌生，主要是以Linux内核改变的操作系统为主，主要代表有红旗OS、Ubuntu Kylin、深度OS等。但是在当下以Windows为主以macOS为辅的桌面操作系统环境下，其他系统对于常用软件（尤其是办公软件、娱乐软件）生态支持少得可怜。而普通用户对于常用软件依赖性粘性很大，也不愿意切换到一个不如从前（Windows/macOS）好用的操作系统。而对于RTOS而言，生态显然不如PC系统那么明显，不过也是有生态/兼容性的说法的，比如说天脉OS这类国产RTOS，特性里有一条就是“兼容VxWorksAPI”。

在国产RTOS里面，最出名的就是RT-Thread。RT-Thread是一款开源免费的实时操作系统，其版权属于上海睿赛德电子科技有限公司，它于2006年1月首次发布，初始版本号为0.1.0，经过10余年的发展，如今主版本号已经升级到3.0，累计开发者人数达数百万，在各行各业产品中装机量达到了2000多万，占据国产RTOS的鳌头。它遵循的是GPLv2+许可协议，这里所说的开源，指的是你可以免费获取RT-Thread的源代码，而且当你的产品使用了RT-Thread且没有修改RT-Thread内核源码时，你的产品的全部代码都可以闭源，但是当你修改了RT-Thread内核源码时，就必须将修改的这部分开源，反馈给社区，其他应用部分不用开源。无论是个人还是公司，都可以免费使用RT-Thread。

说到RT-Thread的历史，在十几年前，在中国，出现了一个天赋异禀、倔强不屈的极客——熊谱翔。他编写了RT-Thread初代内核，并联合中国开源社区的极客不断完善，推陈出新，经过十几年的发展，如今占据国产RTOS的鳌头，且每年能递增数十万名开发者，加上如今AI和物联网等技术发展的机遇，让RT-Thread有“一统江湖”之势，并在2018年完成A轮数百万美元的融资。

那么RT-Thread的意义究竟是什么？RT-Thread来自中国，让我们看到了国内的技术开发者也能写出如此优秀的RTOS，技术方面并不逊色于其他国家。以我们10多年从事电子行业的经验来看，RT-Thread无疑增强了我们在这一领域的自信，这是我们认为的RT-Thread的最大意义。当然，作为一款国产的物联网操作系统，RT-Thread简单易用、低功耗设计、组件丰富等特性也将让其大放异彩。RT-Thread 主要采用 C 语言编写，浅显易懂，方便移植。它把面向对象的设计方法应用到实时系统设计中，使得代码风格优雅、架构清晰、系统模块化并且可裁剪性非常好。针对资源受限的微控制器（MCU）系统，可通过方便易用的工具，裁剪出仅需要 3KB Flash、1.2KB RAM 内存资源的 NANO 版本（NANO 是 RT-Thread 官方于 2017 年 7 月份发布的一个极简版内核)；而对于资源丰富的物联网设备，RT-Thread 又能使用在线的软件包管理工具，配合系统配置工具实现直观快速的模块化裁剪，无缝地导入丰富的软件功能包，实现类似 Android 的图形界面及触摸滑动效果、智能语音交互效果等复杂功能。

而另一个老牌的国产RTOS——djyos（都江堰操作系统），也是一个开源的操作系统。都江堰操作系统（简称DJYOS）开始于2004年，2009年发布第一个版本。DJYOS得名于世界唯一，历2000多年，至今仍持续可靠服务的水利工程——都江堰。都江堰操作系统是国内原创的免费开源操作系统，采用类BSD许可证。DJYOS是事件调度的操作系统，不同于其他在线程调度之上增加一个事件驱动外壳的系统，DJYOS直接以事件为调度对象。DJYOS以高可靠性、高实时性著称，它的中断响应速度跟裸跑一致。在工业上，DJYOS应用于实时性和可靠性要求都很高的电力系统控制领域，也广泛适用于物联网系统。 DJYOS是一个典型的RTOS，它有自己的TCP/IP协议栈、图形界面系统、文件系统、IO系统等，有完善的设备驱动框架，以及标准化的SPI、IIC、CAN等总线接口架构。

面对最近几年IoT设备的普及及智能家庭逐渐走入人们的生活，阿里、华为等互联网大厂也推出了相关的系统。AliOS Things发布于2017年杭州云栖大会， 是 AliOS 家族旗下的、面向IoT领域的轻量级物联网嵌入式操作系统。致力于搭建云端一体化IoT基础设备。具备极致性能，极简开发、云端一体、丰富组件、安全防护等关键能力，并支持终端设备连接到阿里云Link，可广泛应用在智能家居、智慧城市、新出行等领域。于2017年10月20号宣布在github上开源。

Huawei LiteOS是华为面向物联网领域开发的一个基于实时内核的轻量级操作系统。本项目属于华为物联网操作系统Huawei LiteOS源码，现有基础内核支持任务管理、内存管理、时间管理、通信机制、中断管理、队列管理、事件管理、定时器等操作系统基础组件，更好地支持低功耗场景，支持tickless机制，支持定时器对齐。同时提供端云协同能力，集成了LwM2M、CoAP、mbedtls、LwIP全套IoT互联协议栈，且在LwM2M的基础上，提供了AgentTiny模块，用户只需关注自身的应用，而不必关注LwM2M实现细节，直接使用AgentTiny封装的接口即可简单快速实现与云平台安全可靠的连接。Huawei LiteOS自开源社区发布以来，围绕NB-IoT物联网市场从技术、生态、解决方案、商用支持等多维度使能合作伙伴，构建开源的物联网生态,目前已经聚合了30+ MCU和解决方案合作伙伴，共同推出一批开源开发套件和行业解决方案，帮助众多行业客户快速的推出物联网终端和服务，客户涵盖抄表、停车、路灯、环保、共享单车、物流等众多行业，为开发者提供 “一站式” 完整软件平台，有效降低开发门槛、缩短开发周期。

其实嵌入式硬实时OS的门槛比通用OS还是低很多的，因为一般来说应用环境相对固定，无论是硬件还是上面的软件，对于特定项目来说，需要解决的兼容性问题和移植问题有限。而拿下一两个项目，就够公司活一段时间了。对于用户来讲，如果不需要追求极限的性能，选一个功能满足需求，服务商完全了解内部细节并有完善跟踪调试机制的国产操作系统，在系统按需定制和技术支持方面还是有优势的。

另外，国产嵌入式实时操作系统配国产CPU是一种双赢组合。一方面，国产嵌入式实时操作系统可以针对国产CPU进行优化，并且在操作系统层面处理掉一些异常。韩辉举过这么一个例子，龙芯CPU采取了MIPS结构，这个结构是不允许非对齐的地址访问的，如果这样访问就会出现异常。Linux环境中，出了这个问题很难办。而SylixOS的龙芯定制版就可以在内存异常处理中加入一段代码来把这个问题解决掉。另一方面，嵌入式操作系统体量足够大后，可能会总结出一些具有普遍性的需求，这些需求用软件实现性能可能很难提上去，但通过CPU核的定制，也许就能得到更高的性能。

总体来说，国产嵌入式OS技术力量还比较单薄，做底层开发看上去似乎很难，但是技术使用周期长，不容易过时。国产操作系统目前还有一种创收途径，就是与国企、军方单位和学校联合进行科技攻关。因为能够做到最底层，所以他们能够提供的技术支持最全面，如果合作单位给力的话，成果是可以预期的。

参考文献：

Github RTOS榜单star榜第一：国产开源RT-Thread物联网操作系统简介

<https://aijishu.com/a/1060000000105208>

一个十余年历史的国产RTOS，从RT-Thread中我们能学到什么？

<http://www.elecfans.com/d/544461.html>

RT-Thread内核实现与应用开发实战指南 <https://m.zhangyue.com/readbook/11756999/4.html?p2=>

国产嵌入式操作系统发展思考

<https://cloud.tencent.com/developer/article/1520407>

华为LiteOS

<https://www.huawei.com/minisite/liteos/cn/>