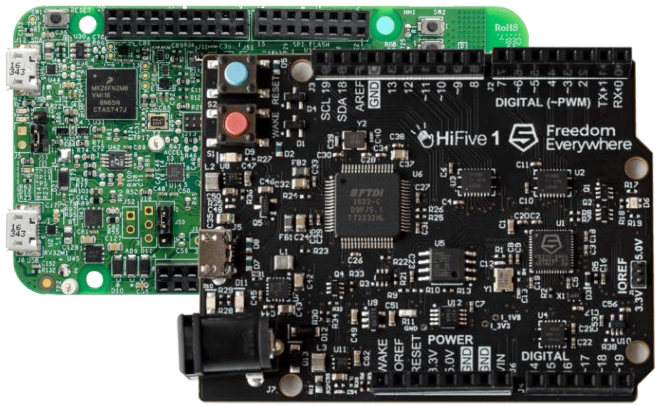
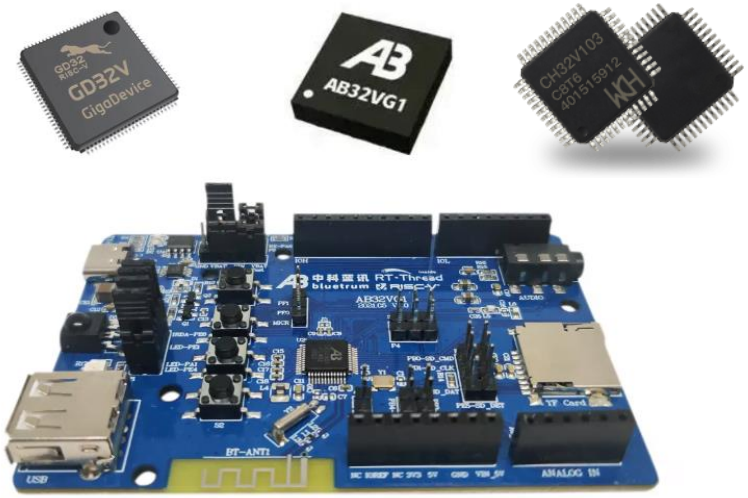

RT-Thread
RT-Thread Smart for RISC-V
熊谱翔 @ rt-thread.org

RT-Thread 对 RISC-V 的支持情况

RT-Thread 自开始就在推进对 **RISCV** 架构的支持，同时也包括**社区、**态合作伙伴在 **RISCV** 方面的贡献。

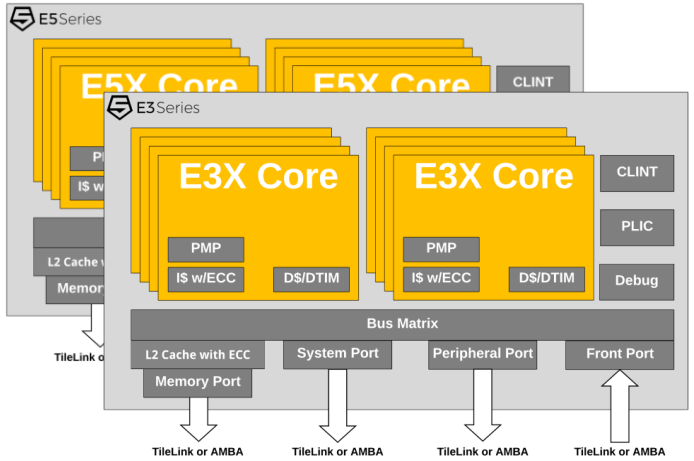
- **MCU**
- **Emulator: QEMU ，JuiceVM**

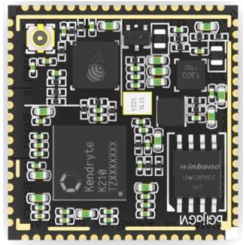




嵌入式系统联谊会
www.esbf.org

RT-Thread 对 RISC-V 的支持情况：SMP多核

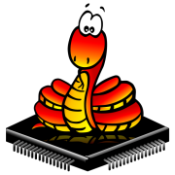




支持SMP对称多核特性

- 整体执行一份操作系统程序
- 任务可以依据CPU负荷情况迁移到空闲核
- 兼容单核RT-Thread API及软件组件、软件包

充分利用多核特性提升计算性能，方便多核编程，
可用于多类应用场合

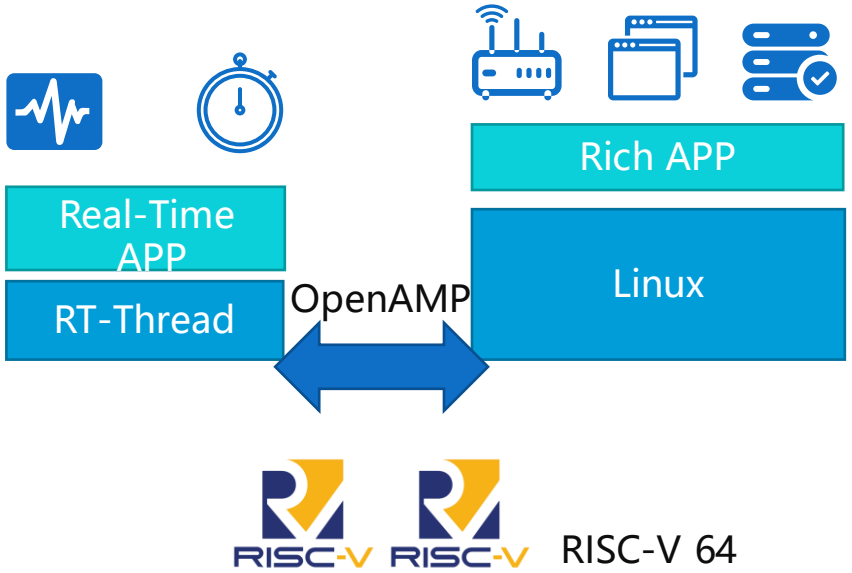


MicroPython

OpenMV

嵌入式系统联谊会
www.esbf.org

RT-Thread对RISC-V的支持情况：AMP多核

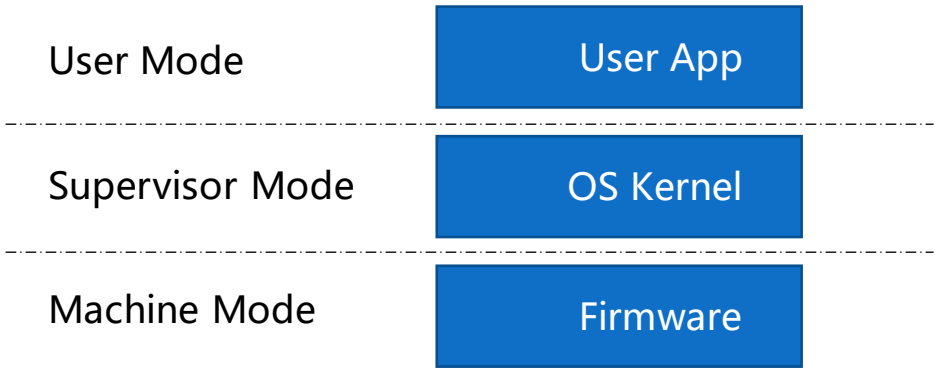


在AMP多核上运行异构多系统

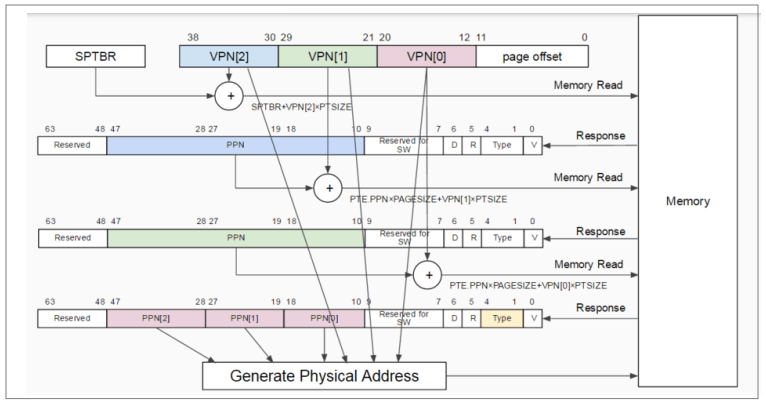
- RT-Thread负责实时控制处理
- Linux负责复杂应用
- 底层通过共享内存方式的OpenAMP通信

从MCU到MPU，从RTOS到RT-Thread Smart

RISC-V，从M模式 -> 支持MMU的S/U模式



+ MMU, sv39



传统的RTOS：运行在线性地址空间，应用与内核一体化

- 完整基于MMU的进程模型，混合微内核方式的操作系统。
- RISC-V：支持K210，qemu-virt64-riscv，全志D1等处理器

RT-Thread Smart 混合微内核操作系统

面向微处理器MPU，带MMU，内存保护单元

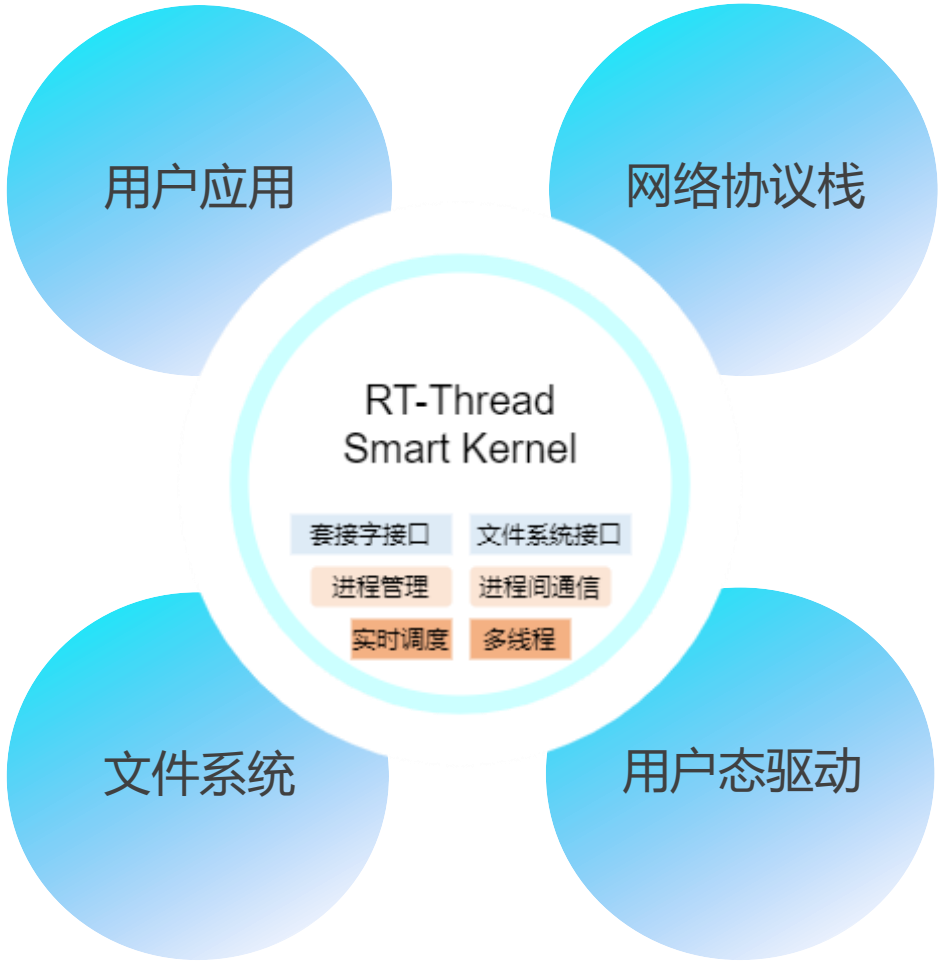
采用微内核架构

- 更小，更快，更安全
- 可支持单核/多核，32位/64位芯片平台

特点

- 使用DRAM的芯片场合，启动速度快，功耗低
- 使能MMU，应用具备独立的地址空间，内存使用更安全
- 相对Linux，资源占用更低，实时性好，安全性更好
- 完整的POSIX环境，Linux程序，C++程序可无缝移植

RT-Thread Smart 系统架构



01. 内核轻型化

- 低至500kB内核尺寸
- 只包含基本功能，同时也可定制（调整系统服务位置）

02. 用户态系统服务

- 可拆卸，可重启
- 每个应用进程具备独立的地址空间，相互隔离，安全性好

03. 相同的API风格

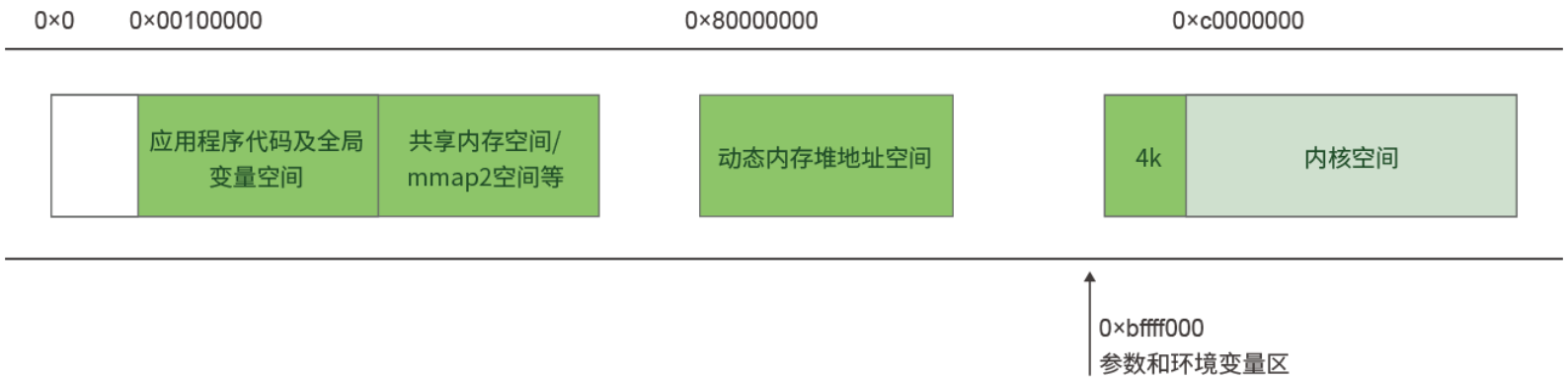
- 应用与内核都可延续RT-Thread API
- 用户态扩展性强

RT-Thread Smart 更注重功能安全

RT-Thread Smart 分离成：

- 内核态
- 用户态

针对用户态应用，具备全地址空间，由MMU来保证相互之间的地址隔离



RT-Thread Smart 用户态系统服务

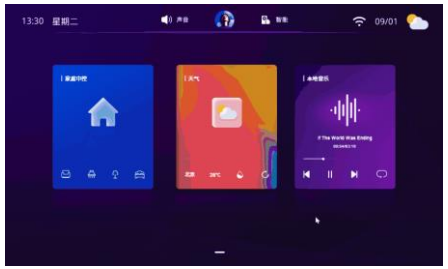
RT-Thread Smart 在用户态可提供常见的系统服务，实现功能和内核的分离：

FSKit

- 用户态的数据存储系统服务
- 支持FAT/exFAT文件系统
- 支持Flash上的文件系统，YAFFS，JFFS2等

NetKit

- 用户态的TCP/IP网络协议栈系统服务
- 完整的BSD socket API接口
- IPv4/6支持



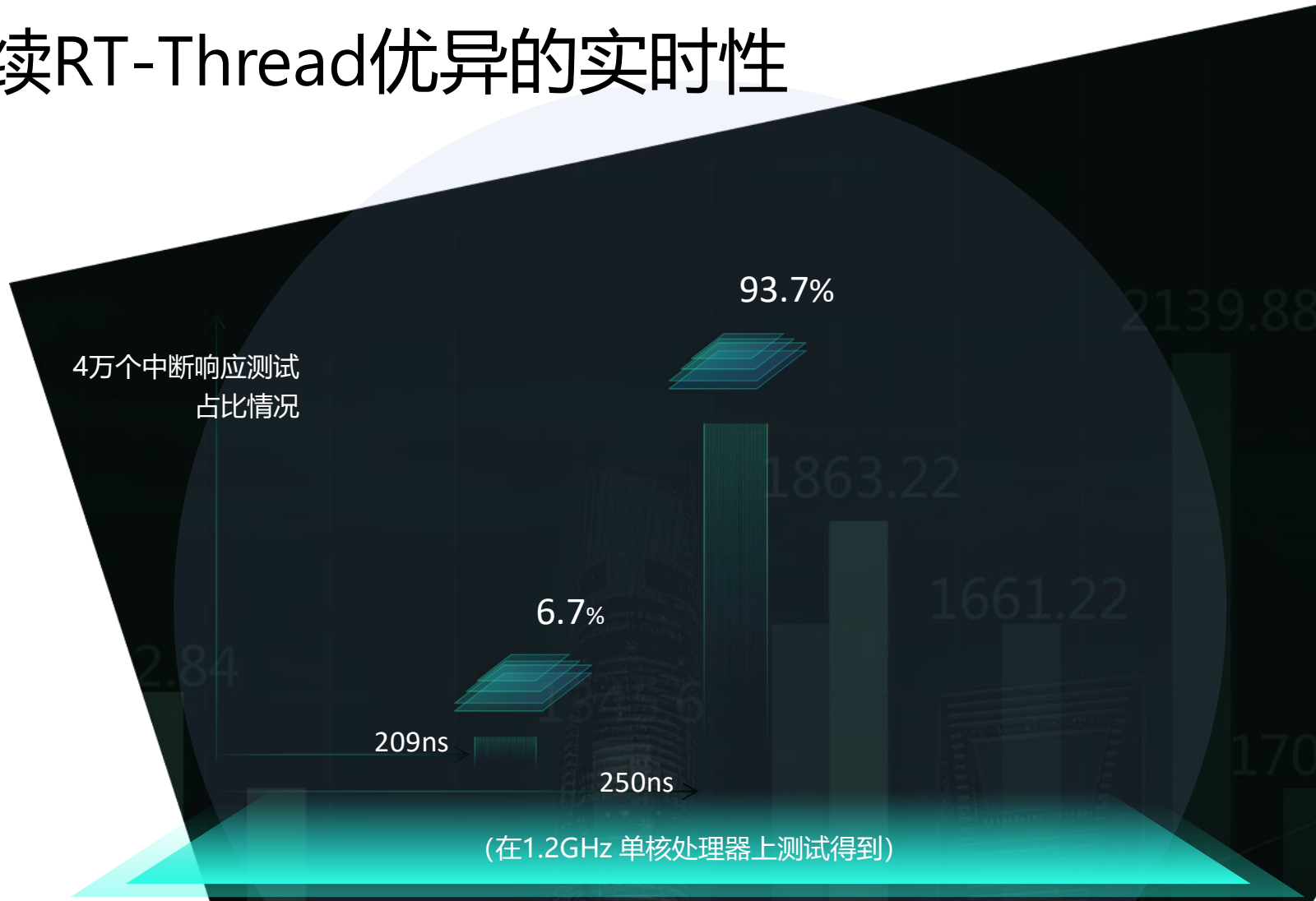
PersimUI Kit

- 前端化的现代UI系统，支持JavaScript小程序开发
- 支持多种常用控件、动画，并可进行自定义，实现各类炫酷效果；支持半透明、Alpha混合、抗锯齿等效果
- 适配嵌入式 GPU ，具备 GUI 硬件加速能力

延续RT-Thread优异的实时性

RT-Thread Smart具备优异的实时性能

- **中断延时<1us**



RT-Thread Smart 极速启动

可在 **500ms** 以内启动完毕，内核/基本用户态服务进入就绪状态

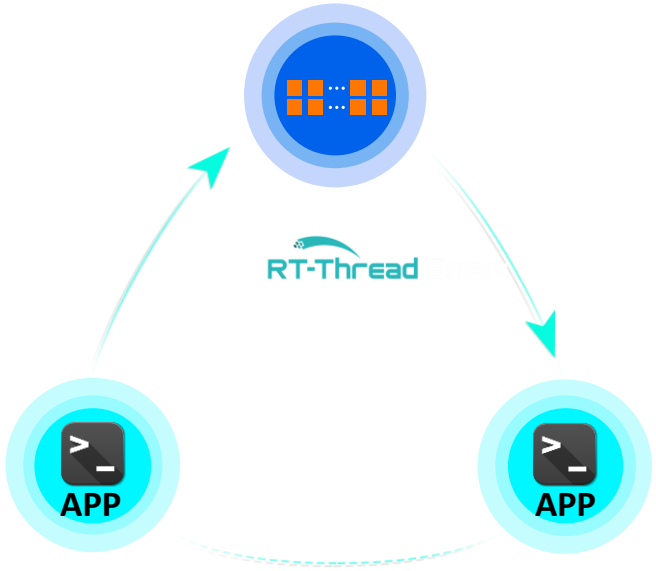
内核：

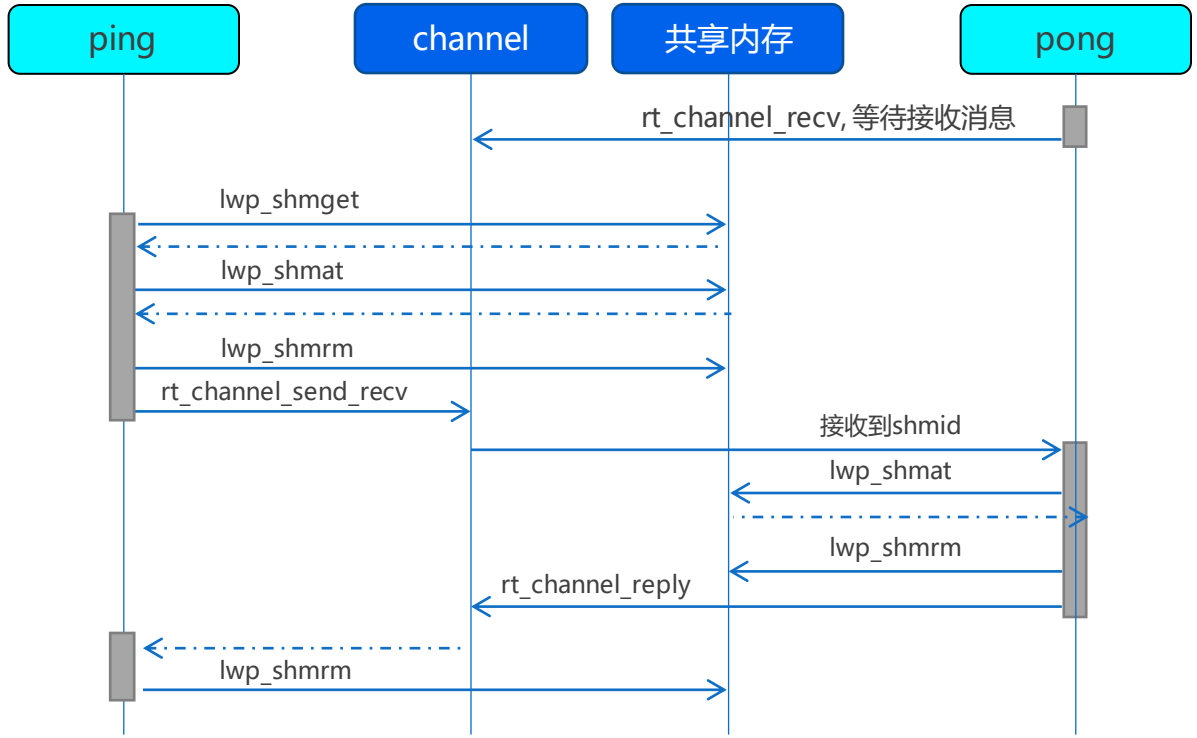
- 内核尺寸可以低至500kB以下
- 可以不依赖于文件系统启动

用户态：

- 用户态支持动态链接方式
- 支持压缩格式的只读文件系统（cromfs）
- 可以做到按需启动服务

微内核: 进程间通信



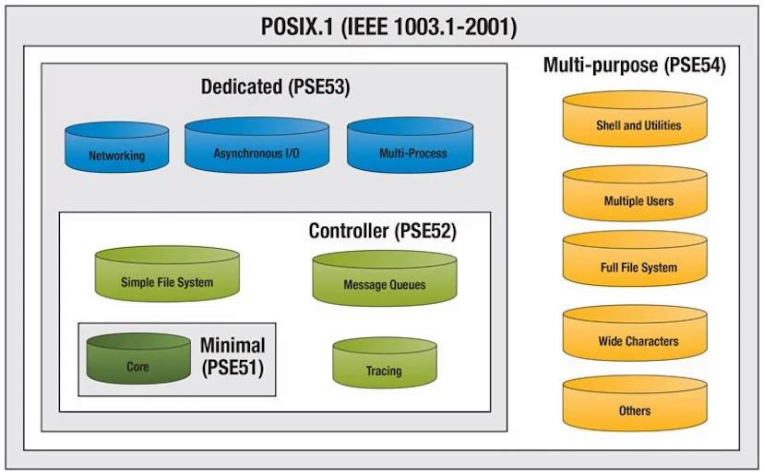


- 进程间以消息方式传递数据，仅消息句柄，速度快、效率高；
- 消息数据放于共享内存空间中
- 以共享内存方式解决进程与进程间数据地址的问题，同时免去数据复制开销

RT-Thread Smart 完整兼容POSIX标准 API、C++11/14

在用户态完整兼容 PSE53 API标准：

- 支持多进程，包括经典的fork，vfork，pipe系统调用
- 完整的网络支持，具备标准的Socket Abstraction Layer
- （SAL），并支持UNIX套接字，netlink等
- 支持POSIX signal，threads等



01. 完整支持stdc++库

- C++11/14中的标准库，算法等
- std::vector, std::map，容器等

02. 并发编程及智能指针

- std::thead、std::future
- std::mutex、std::condition_variable、std::atomic等
- shared_ptr、unique_ptr等

03. 系列语法糖

- auto自动类型
- lambda表达式及函数等

GNU Apps生态

可使用GNU Apps传统的编译方式进行编译：

- Makefile
- configure & make
- CMake

广泛可使用的GNU Apps生态：

- openssl, libz, SDL, librws
- wget, curl
- lua, quickjs, sqlite
- uhttpd, lighttpd
- busybox, dropbear ssh

RT-Thread Smart

兼容已有RT-Thread生态

01. 用户态RT-Thread API

- 在用户态依然可以兼容RT-Thread应用；
- rt_thread_create/startup, rt_mutex_*, rt_malloc/free etc；

02. 兼容软件包脚本

- 依然可以通过menuconfig方式使用软件包；
- 兼容软件包的Kconfig，Sconscript脚本；

03. RT-Thread软件包生态

- 多达数百的RT-Thread软件包生态直接使用；
- webnet/webclient, mqtt etc.

嵌入式系统联谊会 www.esbf.org

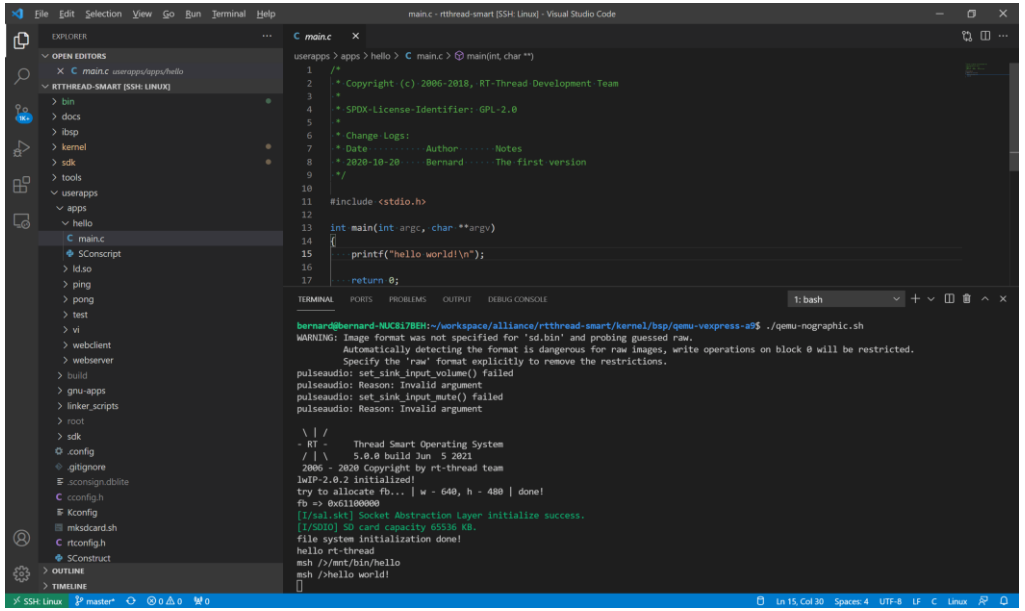
RT-Thread Smart 开发环境

支持 **vscode** 模式进行开发：

- 创建应用程序
- 连接到远程ssh server进行开发
- 支持直接调试

支持Windows & Linux平台，推荐使用 **Linux** 平台

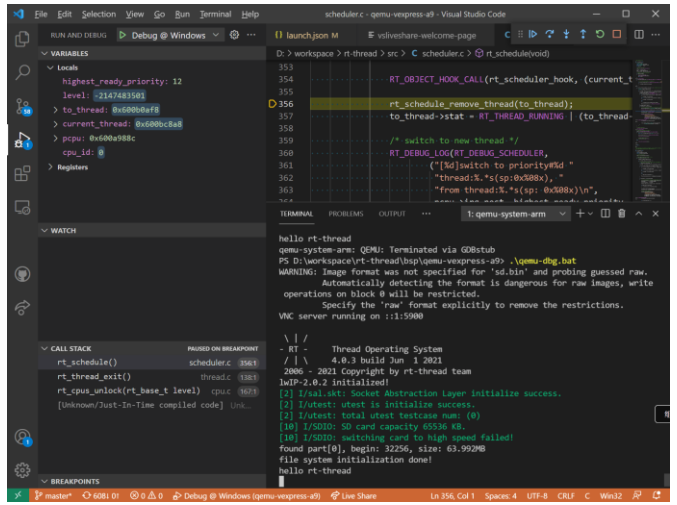
- Linux平台：方便进行移植、调试GNU Apps

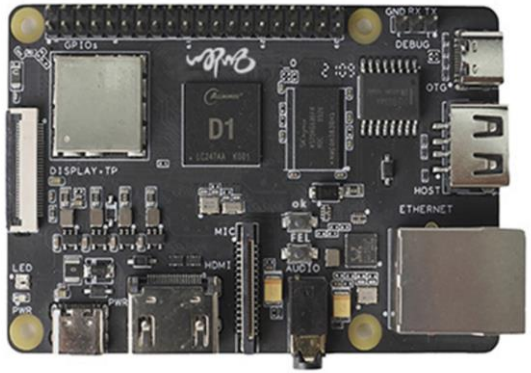


RT-Thread Smart 调试手段

支持 **gdb** 调试用户态应用程序：

- 不需要硬件仿真器
- 通过串口连接调试
- 通过网口连接调试
- 支持条件断点，支持attach到应用程序调试





UART/Networking

RT-Thread Smart vs RT-Thread

应用：

- 基本无感，有几点需要注意的：

  rt_thread_create，栈大小指的是用户态栈大小；内核态栈由系统指定

  rt_mb_init/rt_mq_init，提供的（用户态）pool空间将无效，而由系统在内核中指定

驱动：

- 由于系统都运行在虚拟地址上，对外设的访问也不再是实地址，而是虚地址模式：

  需要通过void *rt_ioremap(void *paddr, size_t size) 映射成虚拟地址使用

RT-Thread Smart 微内核/混合内核 架构

rt-smart 是一种混合架构的操作系统

- 内核运行在虚拟地址，外设地址需要以映射后的虚拟地址访问
- 系统服务，例如文件系统，网络协议栈放回到内核中时，它是完全宏内核方式运行
- 当把应用都放在内核中执行时，类似传统的RT-Thread <除了虚地址的差别，但在Cortex-A上本身也会配置成1:1映射关系>

本身具备channel + 共享内存的消息机制

微内核能力体系在：

- 一些系统服务可以外置在用户态；内核中通过简单代理方式，消息传递到核外系统服务
- 依然具备非常全的系统调用，即用户态应用会先以系统调用方式和内核交互，然后内核再决定具体服务方
- 提供channel + 共享内存方式的消息机制，也可以用于直接方式的用户态应用 ↔ 系统服务模式

RT-Thread

THANK YOU

网站：www.rt-thread.org　　微信：RTThread