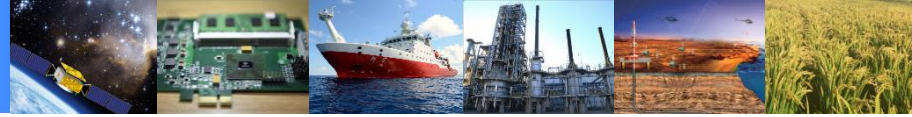
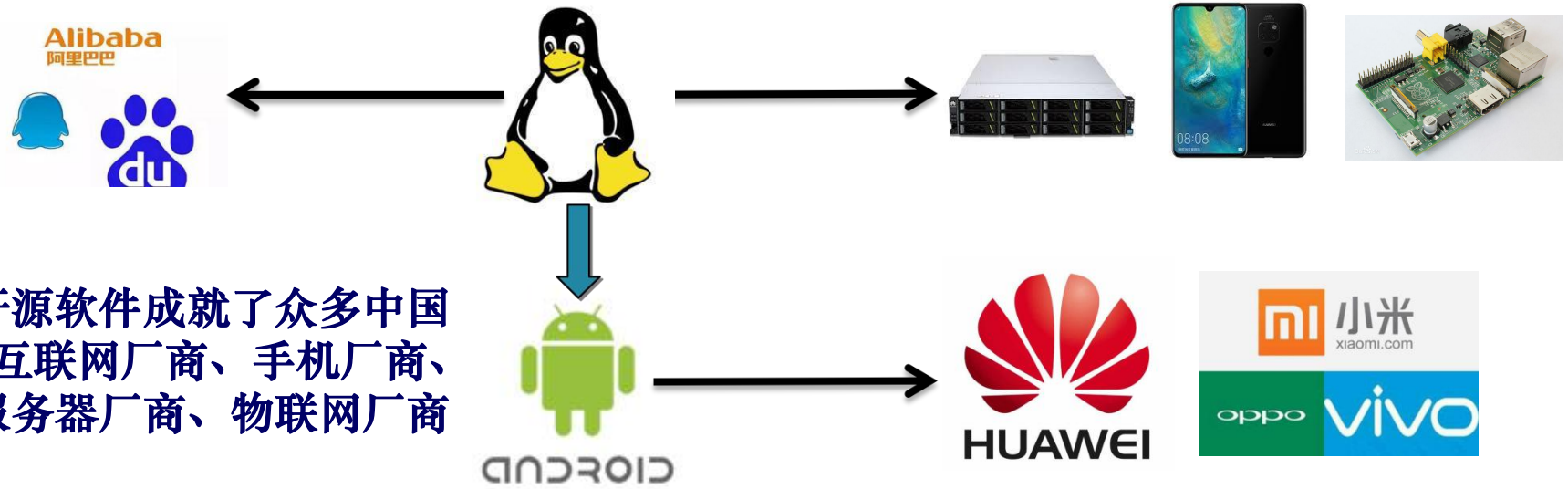


面向AIoT的RISC-V原生操作系统研究

于佳耕
中国科学院软件研究所
2020年7月

开源软件促进了产业发展，但存在巨大风险



开源软件成就了众多中国的互联网厂商、手机厂商、服务器厂商、物联网厂商

BlackDuck于对1000种商业软件的审计报告显示，其中有96%含有开源组件

然而，开源软件及其生态的可靠供应存在巨大风险

华为在2019年报发布会上指出，谷歌依托Android操作系统的GMS对华为断供，至少影响了100亿美元的海外销售收入。

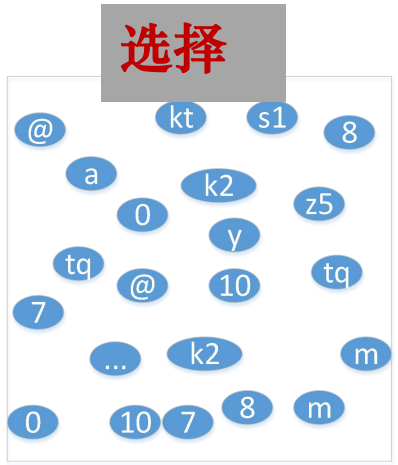
开源操作系统需要可靠的开源软件供应链

主流操作系统包含大量开源软件包

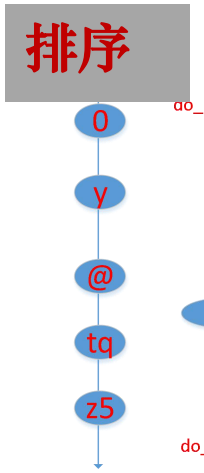
操作系统名称	涉及软件包总数
Ubuntu 18.04	29207
Debian Unstable	32453
FreeBSD Ports	31473
Kali Linux Rolling	27330
Ubuntu 16.04	26910

软件供应链：在开发和运行中用到的软件包集合

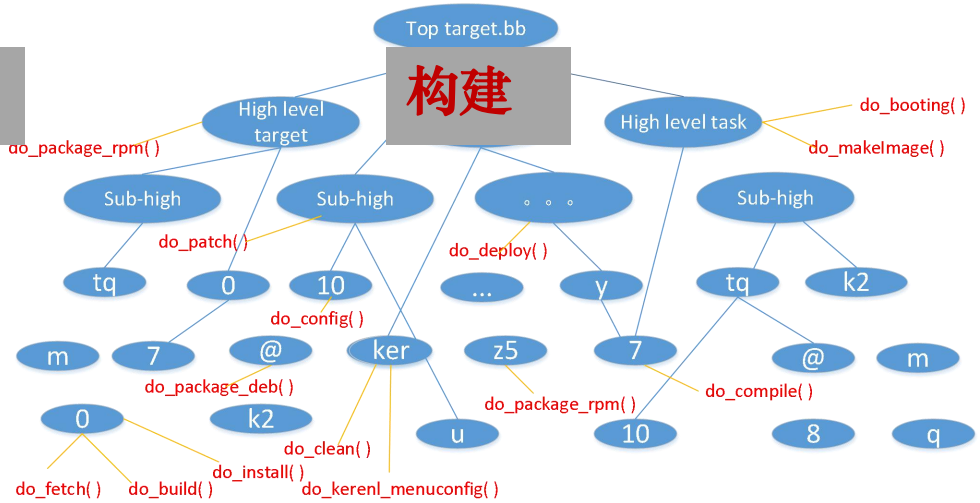
可靠开源软件供应链是大规模商用操作系统的基础



软件包资源库-对等自包含



构建/点名

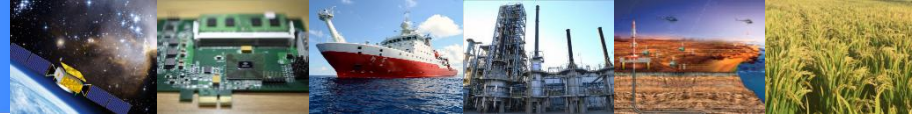


构建信息在依赖树中维护，层层展开

开源软件供应链技术是红帽340亿美元价值的基础，也是当前我国开源软件产业的空白：

1、建立全球开源软件的分布和依赖关系图谱，防范断供风险

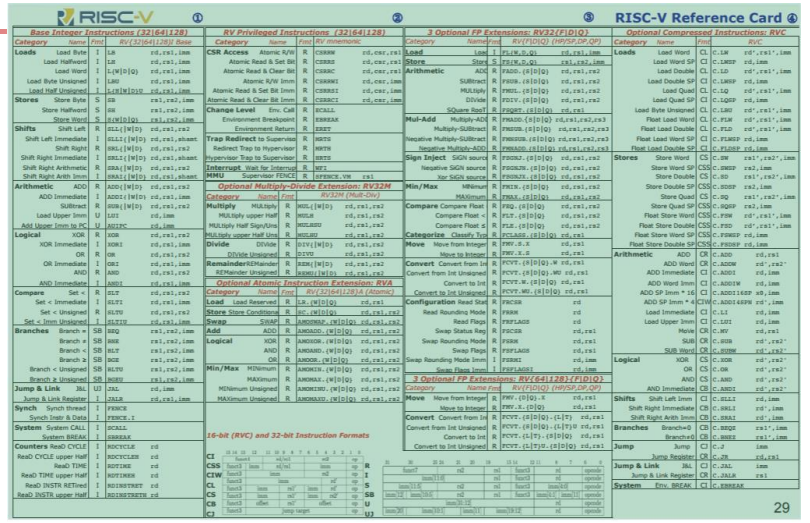
2、为重要产品的供应链各个环节做价值评估，提升产业水平



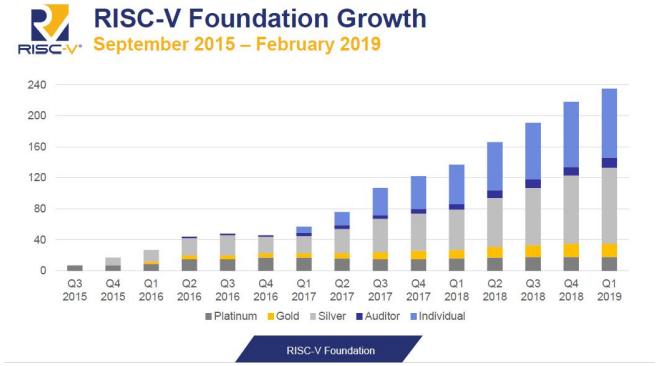
RISC-V指令集生态正快速崛起

RISC-V于2011年由UC Berkeley大学的Patterson教授发起，吸取了历史上指令集设计（包括X86、ARM等当今主流架构）的经验教训，指令集非常简洁且完全开源，没有授权费

指令集是软硬件的分界线，RISC-V适用于从微控制器、IoT、智能手机、PC到服务器的所有场景



VS

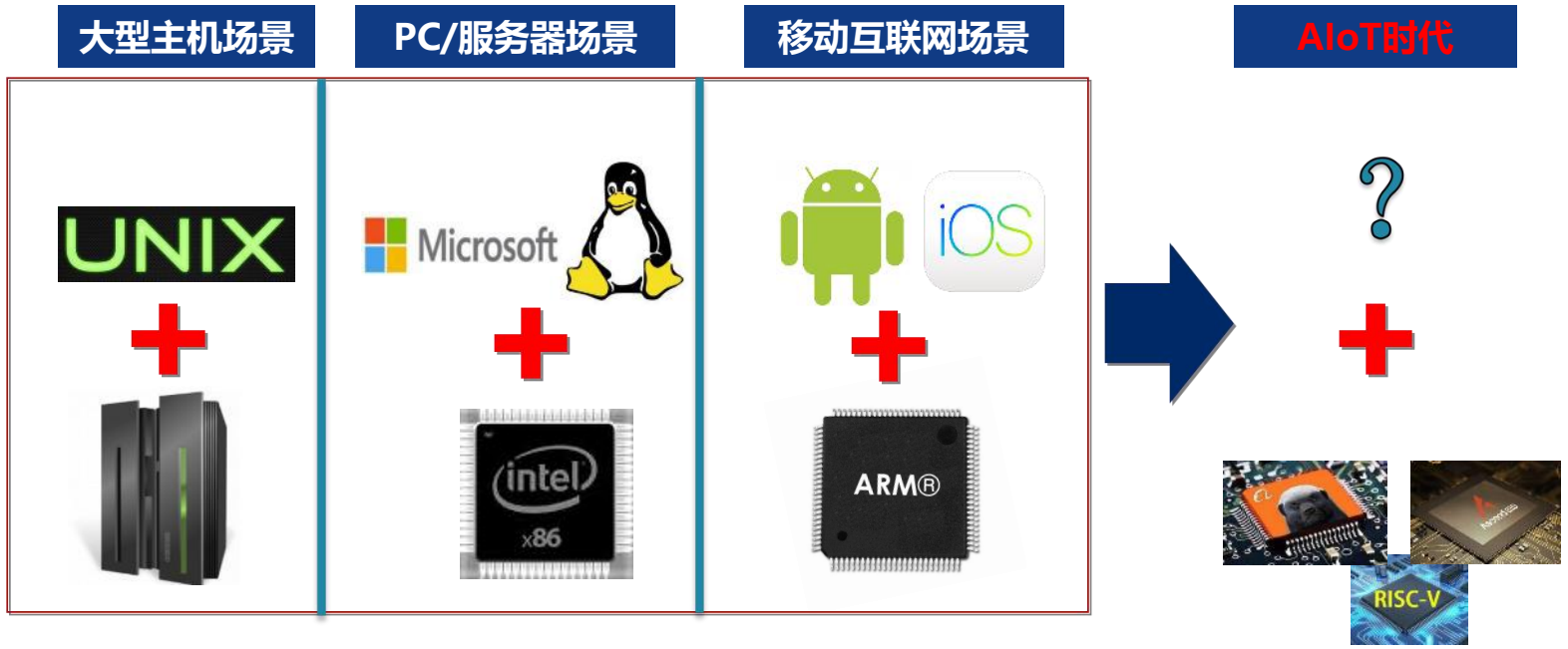


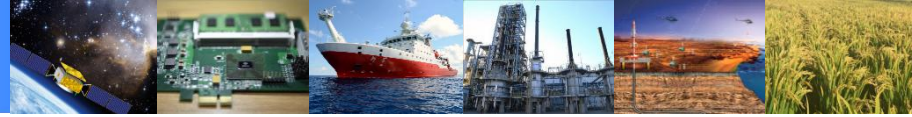
RISC-V正成为与X86和ARM并列的主流指令集，为软硬件生态带来新的机遇

RISC-V基金会和社区快速成长

“RISC-V + AIoT”需要新的操作系统

与“RISC-V + AIoT”相适配的原生操作系统是什么?





总体目标

研发面向AIoT的RISC-V原生操作系统，该系统基于RISC-V的指令集特点设计和实现、从零开始编译构建

四个特点：

① 软件包来自于软件供应链点亮计划；

② 多RISC-V平台适配，针对多款不同的RISC-V平台实现支持；

③ AIoT原生应用框架的核心服务组件设计；

④ RISC-V平台上QuickJS引擎的支持。

RISC-V原生操作系统整体框架设计

AIoT API

Cloud API

Application Framework

安全服务

TLS | DTLS | HTTPS

安全认证 | 可信执行环境

Link Service

设备发现 | 自组网

IoT Protocols

CoAP | MQTT | LwM2M

存储服务

KV存储

轻量级FS

智能计算

NCNN

MNN

TensorFlow

JS引擎

传感框架

OTA

Library

OpenSSL | SQLite | OpenCV | FreeType | Musl-libc

AIoT Runtime

Quick JS

AIoT OS Kernel

文件系统（jffs2,nfs,yaffs2） | 内存管理 | 实时进程调度 | 设备控制 | 网络功能 | 电源管理

Device Driver

Timer Driver | USB Driver | PCIe Driver | Ethernet Driver | SD Driver

BSP

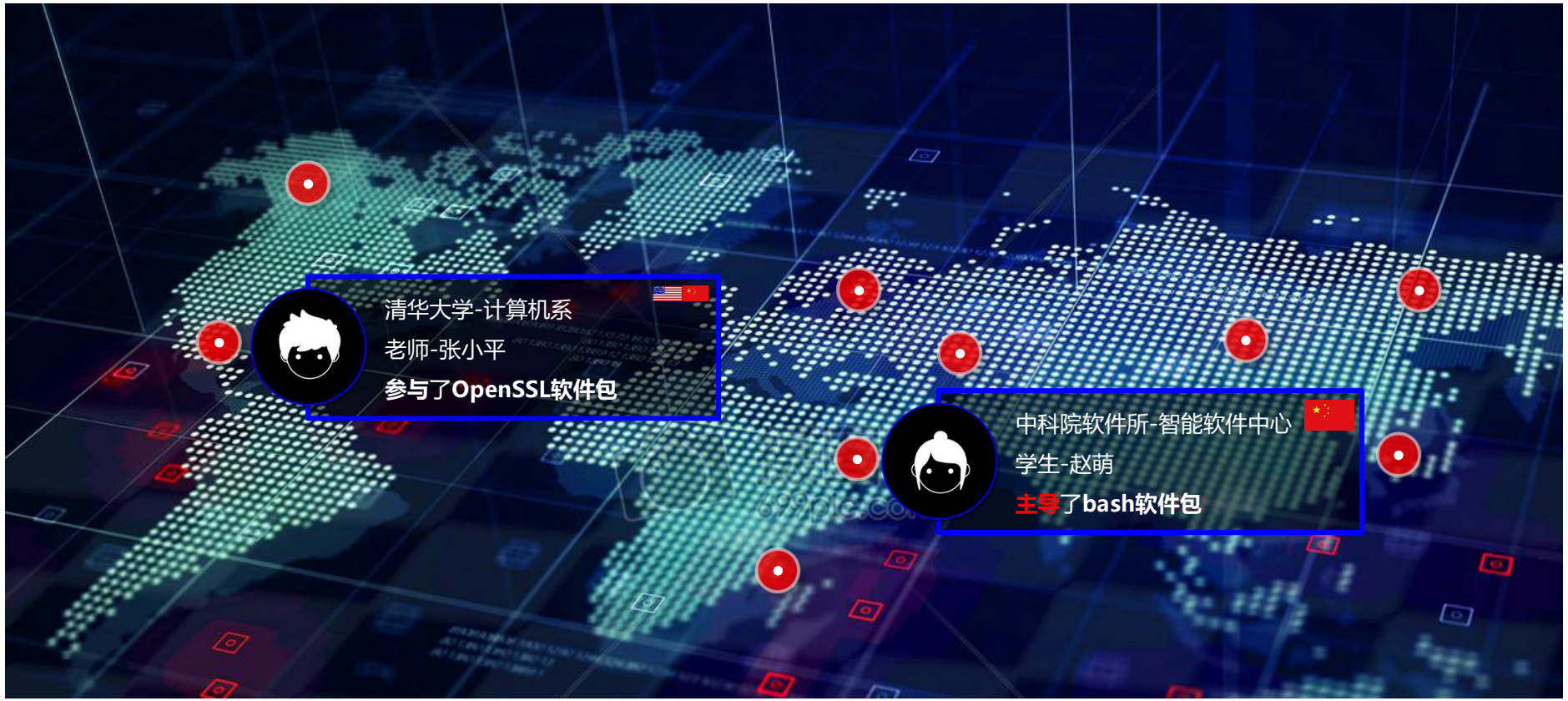
OpenSBI | Uboot | 板级硬件信息

RISC-V

编译优化工具链

发行版定制 集成 构建工具

特色1：实施开源软件供应链“点亮”计划



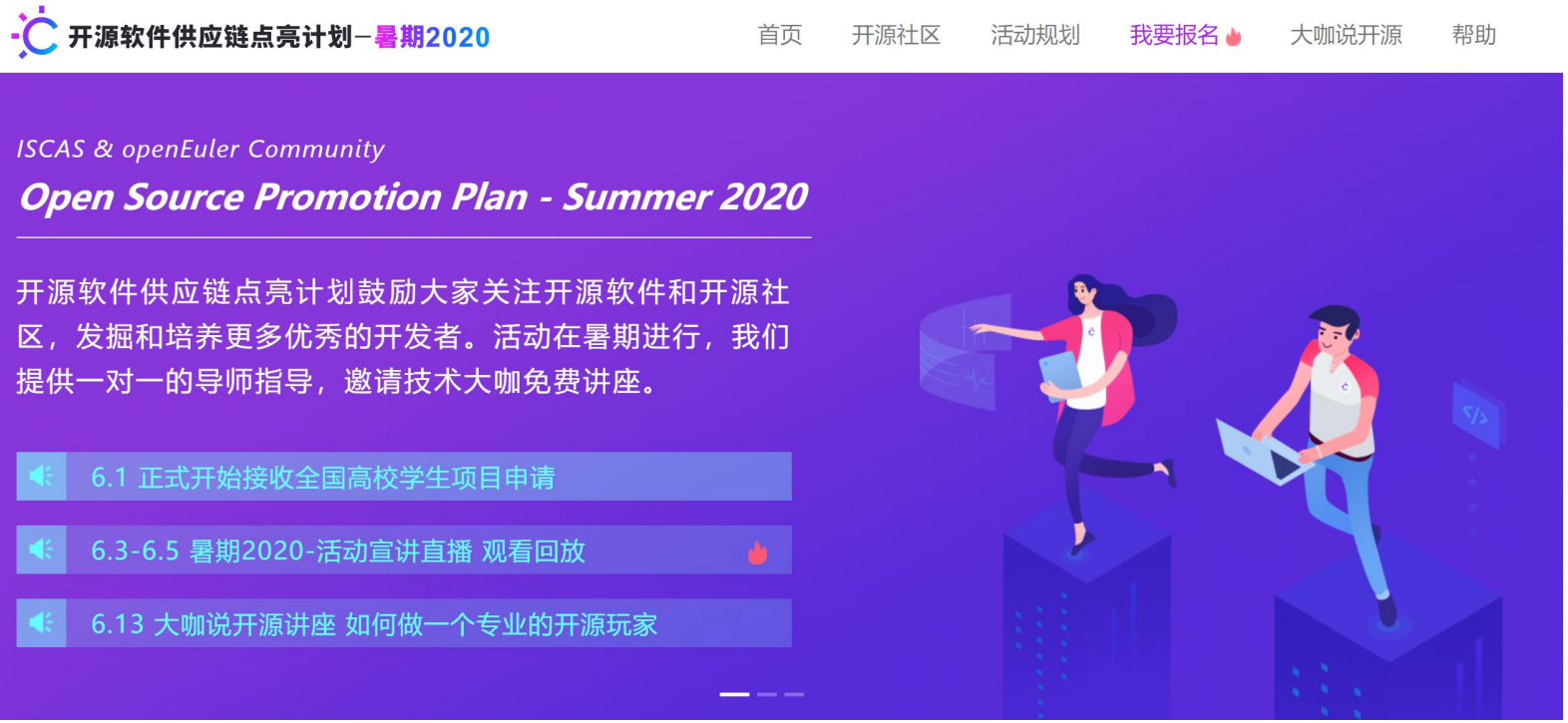
主办单位

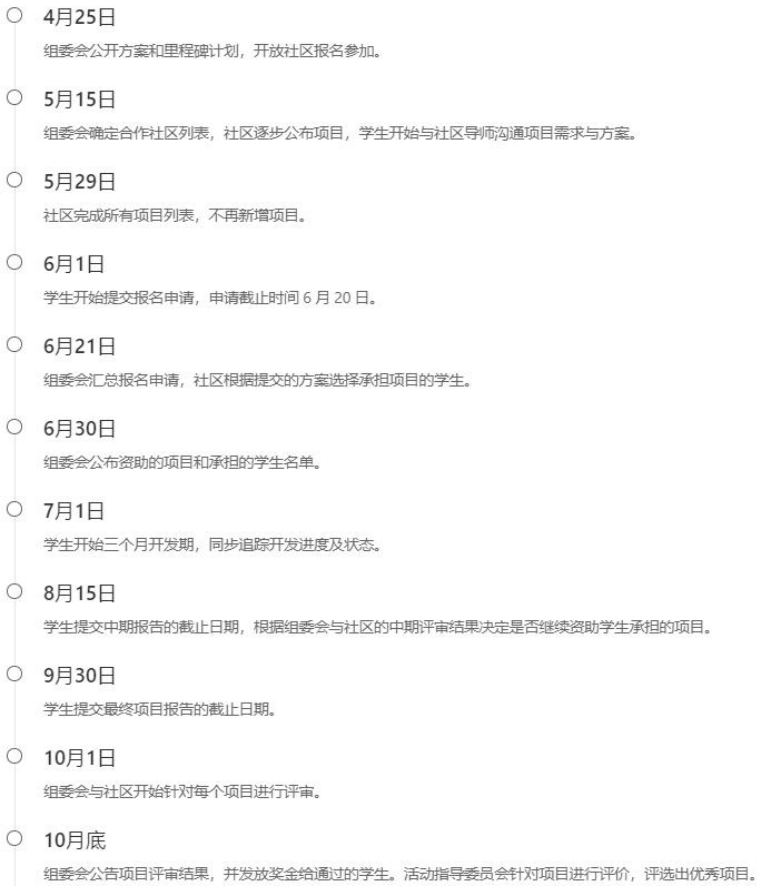
承办单位

协办单位

合作单位

特色1：实施开源软件供应链“点亮”计划





- **活动规模：34** 所高校、**42** 个开源社区、**92** 家组织机构、**246** 位社区核心开发人员、**388** 个开源项目
- **技术范围：8 大技术方向**，操作系统、内核与编译器、人工智能、分布式系统、大数据与数据管理、容器与虚拟化、Web 技术、编程开发
- **华为参与：7个开源社区（占比16.7%），126个开源项目（占比32.4%），5大技术方向**（操作系统、内核与编译器、容器与虚拟化、分布式系统、人工智能）

特色2：RISC-V标准扩展指令集的支持

- 基于LLVM实现了指令集规范v0.8中所有向量指令的汇编和反汇编支持
- 在github rvv-0.8分支开始设计和实现向量扩展指令Intrinsic函数支持
- 在github rvv-iscas分支开始实现最新规范v0.9的汇编和反汇编支持

How to Assemble RVV Assembly Files

You can use **llvm-mc** to assemble RVV assembly file and generate an object file:

```
$ llvm-mc test.s -triple=riscv32 --mattr=+v -riscv-no-aliases -show-encoding --filetype=obj -o=test.o
```

How to Disassemble RVV Object code

You can use **llvm-objdump** to disassemble RVV object code file and generate assembly file:

```
$ llvm-objdump test.o --mattr=+v
```

https://github.com/isrc-cas/rvv-llvm

特色2：RISC-V龙头企业扩展指令集的支持

- **实现了对玄铁C910位操作扩展指令集的支持，以及QEMU模拟器的系统设计**
  - Cache指令子集、多核同步指令集、算术运算指令集、
  - 位操作指令子集、存储指令子集

编译及执行测试用例：

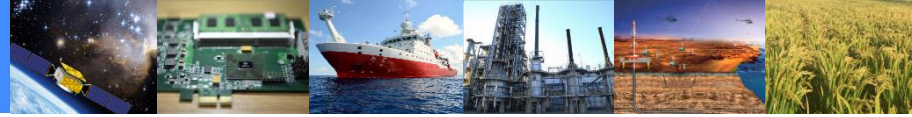
```
$ cd c910-llvm
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake -DLLVM_TARGETS_TO_BUILD="RISCV" -DLLVM_ENABLE_PROJECTS=clang  -G "Unix Makefiles" ../llvm
$ make

$ ./bin/llvm-lit -v ../llvm/test/MC/RISCV/c910-valid.s
```

c910指令汇编生成二进制文件：

```
$ ./bin/llvm-mc test.s -triple=riscv64 -mcpu=c910 -show-encoding -show-inst --filetype=obj -o=test.o
```

https://github.com/isrc-cas/c910-llvm



特色3：RISC-V原生操作系统的AIoT原生应用框架设计

AIoT原生应用框架的核心服务组件规划：

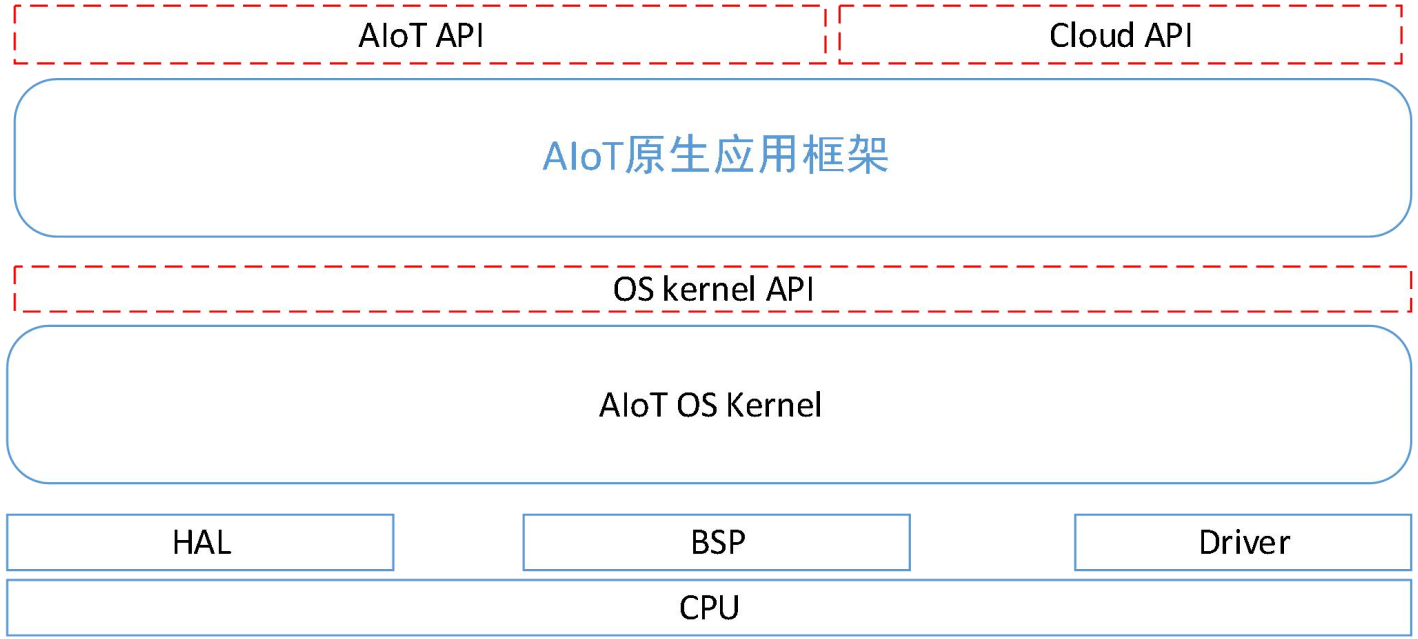
- ✓ **安全服务**：传输加密DTLS、TLS，安全认证、 TEE、 TLS、 TFS等安全服务
- ✓ **传感框架**：传感器管理服务相关
- ✓ **连接服务**： IoT协议栈(CoAP、MQTT、CoAP、LWM2M等)、自组网、设备发现等
- ✓ **JS引擎**： JS语言App运行，提供AIoT原生操作系统的主机编程语言
- ✓ **存储服务**： EROFS、F2FS文件系统，Key-Value存储(如SILT)
- ✓ **智能计算**：NCNN、MNN、TensorFlow
- ✓ **OTA**：系统在线升级，包括升级包制作规范，整体、差分升级方法规范等

主要目标：

- ✓ **定义AIoT原生应用框架参考标准**
- ✓ **应用框架部分核心服务组件的参考实现**

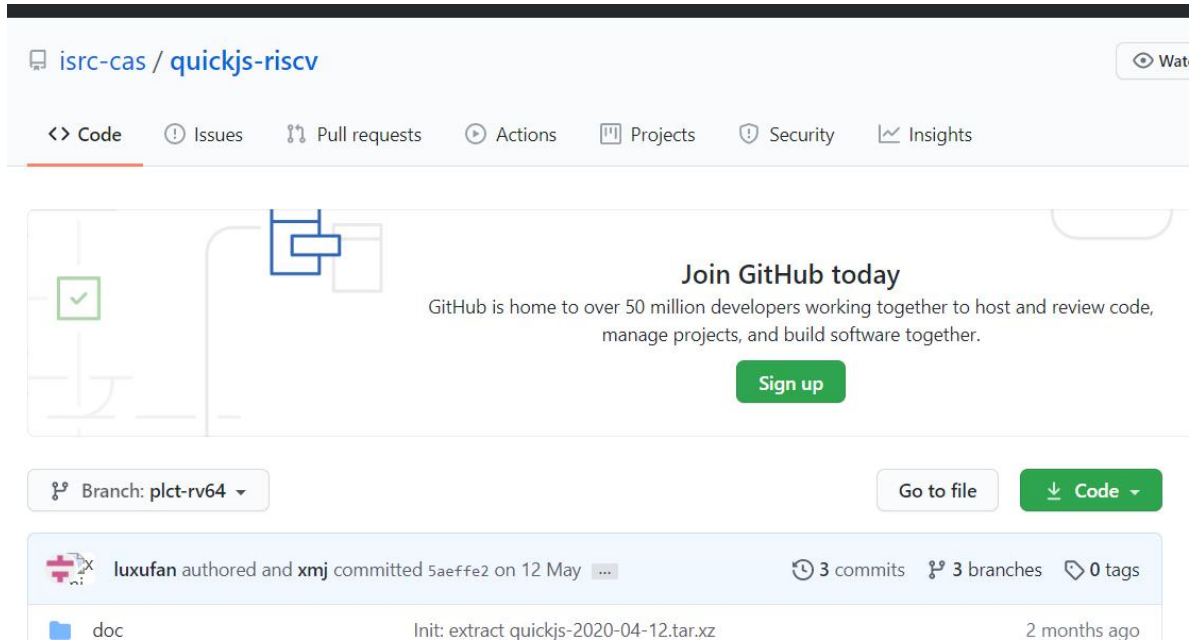
特色3：RISC-V原生操作系统的AIoT应用开发API设计

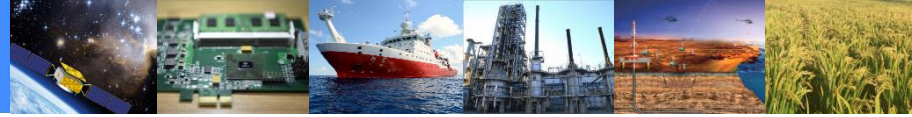
- **主要目标：** 定义AIoT操作系统的原生应用开发的API参考标准
- **主要涵盖**
  - AIoT原生应用框架层API
    - ✓ 设备/Things上云管理API
    - ✓ 安全可靠的通信、数据传输API
    - ✓ 存储服务API：KV、VFS
    - ✓ 异步事件管理和编排API
    - ✓ 智能计算API等
  - AIoT系统开发API(内核)
    - ✓ 任务创建、任务控制、调度、内存分配等
    - ✓ 消息队列、信号量、软时钟、事件、时间管理、HAL等
  - Cloud API：对接云平台（如华为、阿里、腾讯云），端边云协同计算接口



特色4：RISC-V平台上QuickJS引擎的支持

- **RISC-V平台上采用QuickJS实现应用编程框架和支持，适合RISC-V处理器当前的性能水平，以及AIoT的典型应用场景，降低应用开发难度**
- **目前进展**
  - 完成并开源quickjs-riscv，在RISC-V64GC和RISC-V32GC移植quickjs
  - 进行中：典型场景的服务quickjs封装
    - ✓ 智能计算
    - ✓ 存储服务
    - ✓ 安全服务
    - ✓ …





谢 谢！

请批评指正！