

基于软件供应链的应对RISC-V碎片化的操作系统定制平台

周鹏 梁冠宇 于佳耕 王建民 武延军* 赵琛

中国科学院软件研究所

2019-11-13



提纲

- **引言**
- **一体多面操作系统架构探讨**
- **开源软件可靠供应链**
- **操作系统构建定制能力云服务化**
- **原型验证**
- **未来工作**



背景介绍——RISC-V与AIoT带来的挑战与机遇

- RISC-V指令集和硬件定制化: 灵活可定制性, 伴随**硬件碎片化预期**
- 计算场景多样化: **操作系统数量爆炸、体积臃肿、系统分裂**
- AIoT万物互联场景融合: **边缘、终端、网络、云服务器...**



- 这为整体上从头思考操作系统的架构形态带来了新的发展机遇

应对挑战：操作系统需要在架构设计、系统形态、构建模式等方面提出新思路

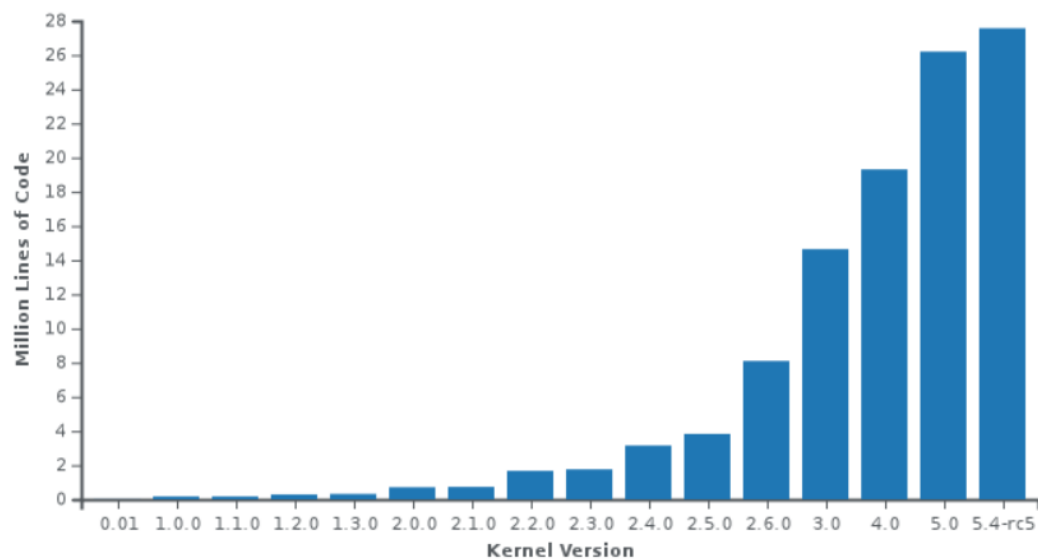


背景介绍——操作系统

- OS的发展缺乏架构上的整合设计
 - ❖ 操作系统需要总体上做整合设计
 - ❖ 避免CaseByCase的数量扩张
- OS的研发和构建仍然重量而困难
 - ❖ 个性定制、场景多样的智能OS
 - ❖ 要求OS的研发变得轻量灵活
- OS的功能迭代仍然非常低效

横向：操作系统数量扩张 **1276**

纵向：操作系统源码体积增量扩展



Linux Kernel

操作系统的架构和研发模式已经不能满足硬件敏捷定制性和AIoT场景多样性需求

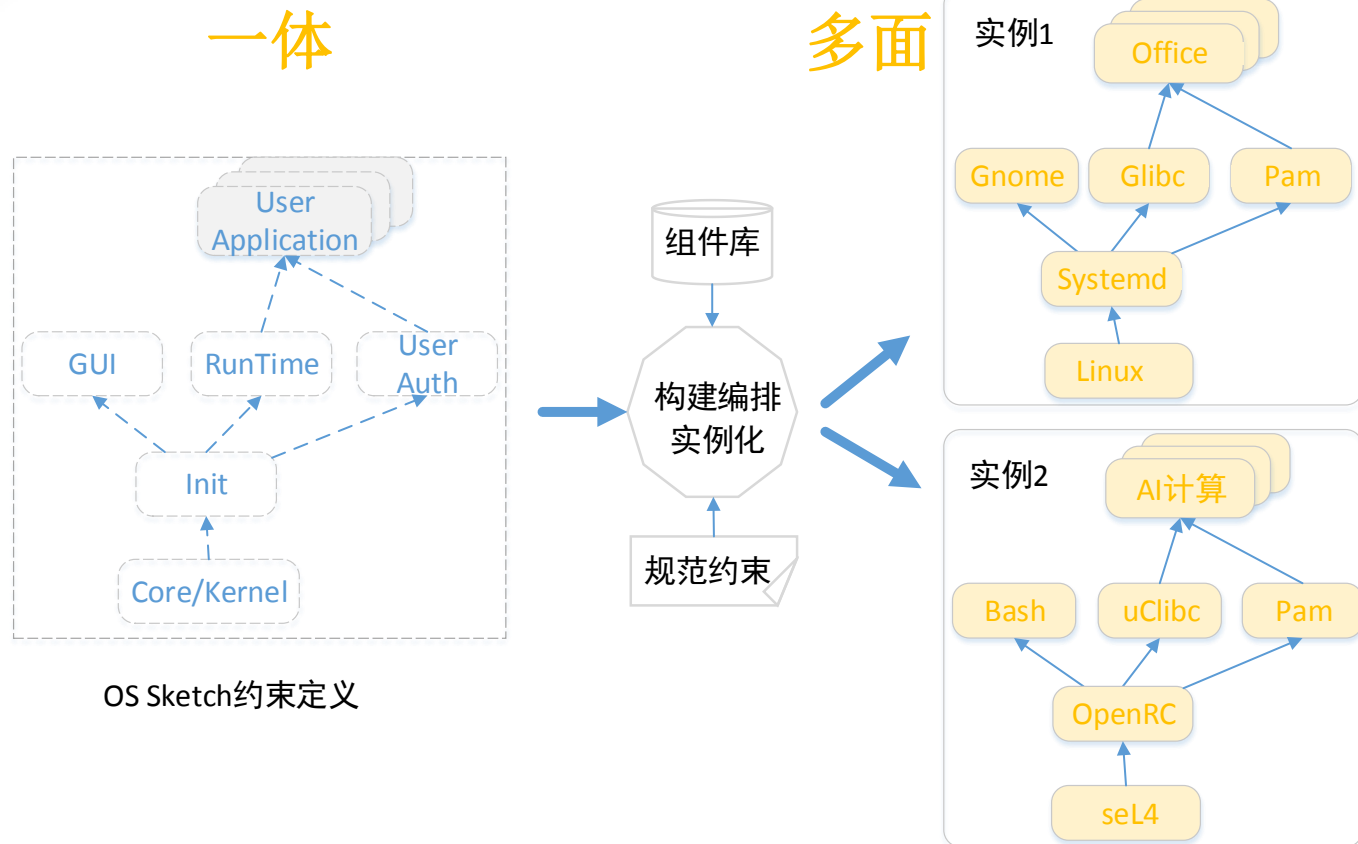
提纲

- 引言
- **一体多面操作系统架构探讨**
- 开源软件可靠供应链
- 操作系统构建定制能力云服务化
- 原型验证
- 未来工作



StemOS: 一体多面OS框架

- **一体多面**: 根据智能终端、车机、大屏、工作站、边缘节点、集群等不同特点, 呈现最佳适配面的统一操作系统架构。
- **关键技术特点: 灵活**
 - ❖ 框架(OS Sketch)可定义
 - ❖ 组件化拼装
 - ❖ 组件平行可替换



可运行在概念架构上的OS: 在抽象架构上设计、开发、运行, 并实例化

StemOS概念架构示意图: OS Sketch定义OS结构, 选择平行组件填充Sketch, 形成OS不同实例, 适应多样计算场景

操作系统框架定义到实例化的技术方案

- **构建定义语言(sDSL): 精确定义操作系统的框架、指挥编排构建**
 - ❖ 将操作系统实体概念定义为编程语言的内置符号
 - ☞ **app、driver、init、lib、daemon、kernel...**
 - ☞ **acpi、audio、framebuffer、gpio、gpu、input、nic、rtc、block...**
 - ☞ ...
 - ❖ 定义OS的抽象概念架构 (OS Sketch)
 - ❖ 将操作系统的设计/架构 跟 操作系统的素材 (软件包) 相分离
- **框架胶水代码: 描述对接接口, 实现Sketch跟软件供应链素材链接**
- **动态链接器(LD): 将object按照不同Kernel的程序镜像布局进行链接**

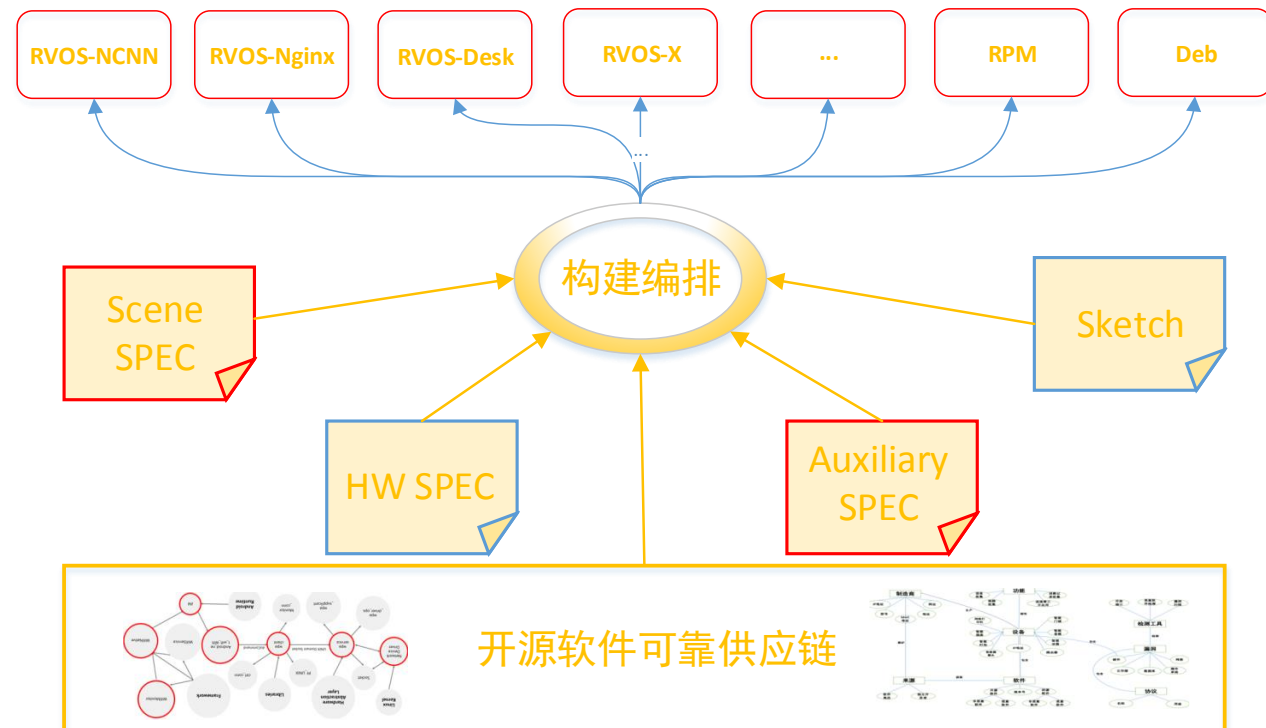
✓ 概念架构以设计文档形式存在
✓ 代码编程实现跟概念设计脱钩



✓ 概念架构的设计过程属于操作系统编程实现的一部分
✓ 设计与实现无缝对接
✓ 设计开始就纳入版本管理

操作系统构建编排环境

- **Scene Specification:** 操作系统构建中，引入场景描述规范约束
- **HW Spec:** OS的硬件约束规范
- **OS Sketch:** 操作系统的框架定义
- **开源软件可靠供应链:** 维护组件管理元数据，提供可靠的源码和软件包供应。



提纲

- 引言
- 一体多面操作系统架构探讨
- **开源软件可靠供应链**
- 操作系统构建定制能力云服务化
- 原型验证
- 未来工作



开源软件可靠供应链——软件组件供应保障

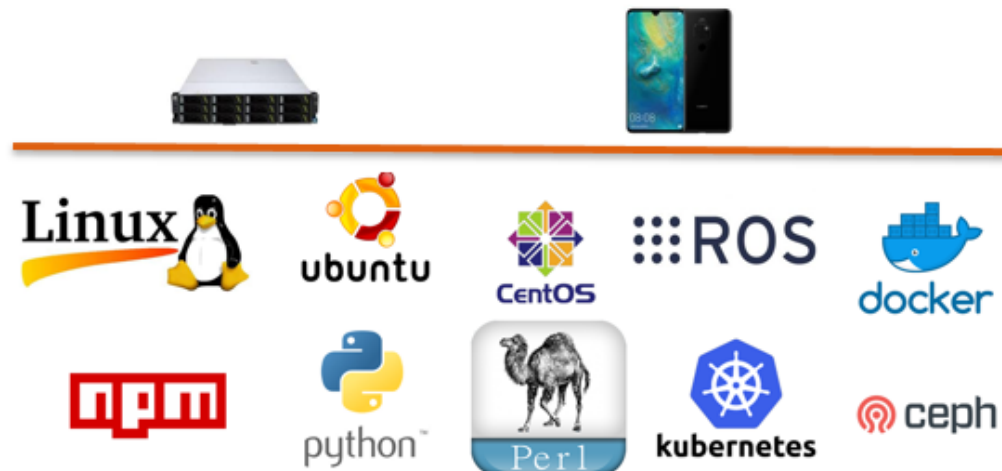
- 提供对功能模块的组件化管理，分析维护组件关系多维知识图谱，提供可靠的软件包材料服务。
- **Safety**: 独立第三方、供应安全
- **Availability**: 功能完善、运行稳定、性能良好、持续维护
- **Alternativity**: 存在可替代软件、不同场景需求的可选性
- **Security**: 信息安全、漏洞响应



特定产品的
操作系统技术需求



开源软件供应链支撑



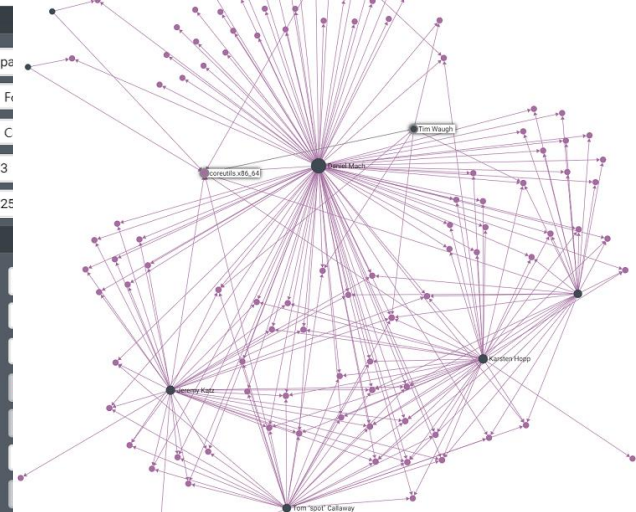
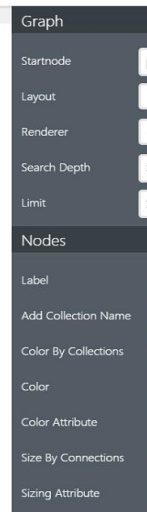
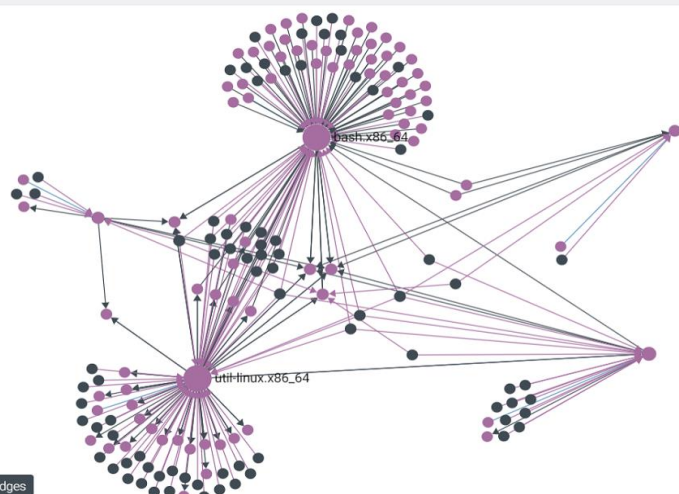
关键技术

- **建立开源软件知识图谱：**元数据、分布、依赖关系、知识产权、维护者等等
- **智能化管理和服务接口：**满足智能化风险评估、智能信息提取、智能RVOS构建等需求
- **智能化聚焦分析：**可选择重要产品的供应链各个环节做价值评估，提升产业水平
- **新技术融入管理：**增加RISC-V等操作系统新技术的注入效率、共享、和透明管理

软件图谱地理视图



软件图谱多维视图



27 of 159

Search: cv 995

Detection CVE-20... 9

CV 69... 27

if (copy_from_user(&vec, &local_vec[i],

CVE-16995 高

详细说明: Linux kernel 4.14.8及之前的版本中的kernel/安全漏洞。本地攻击者可利用该漏洞造成拒绝服务(内存

文件(路径): include/linux/bpf.h #1

```

37     u32 value_size;
38     u32 max_entries;
39     u32 pages;
40     struct user_struct *user;

```

168 nodes 245 edges

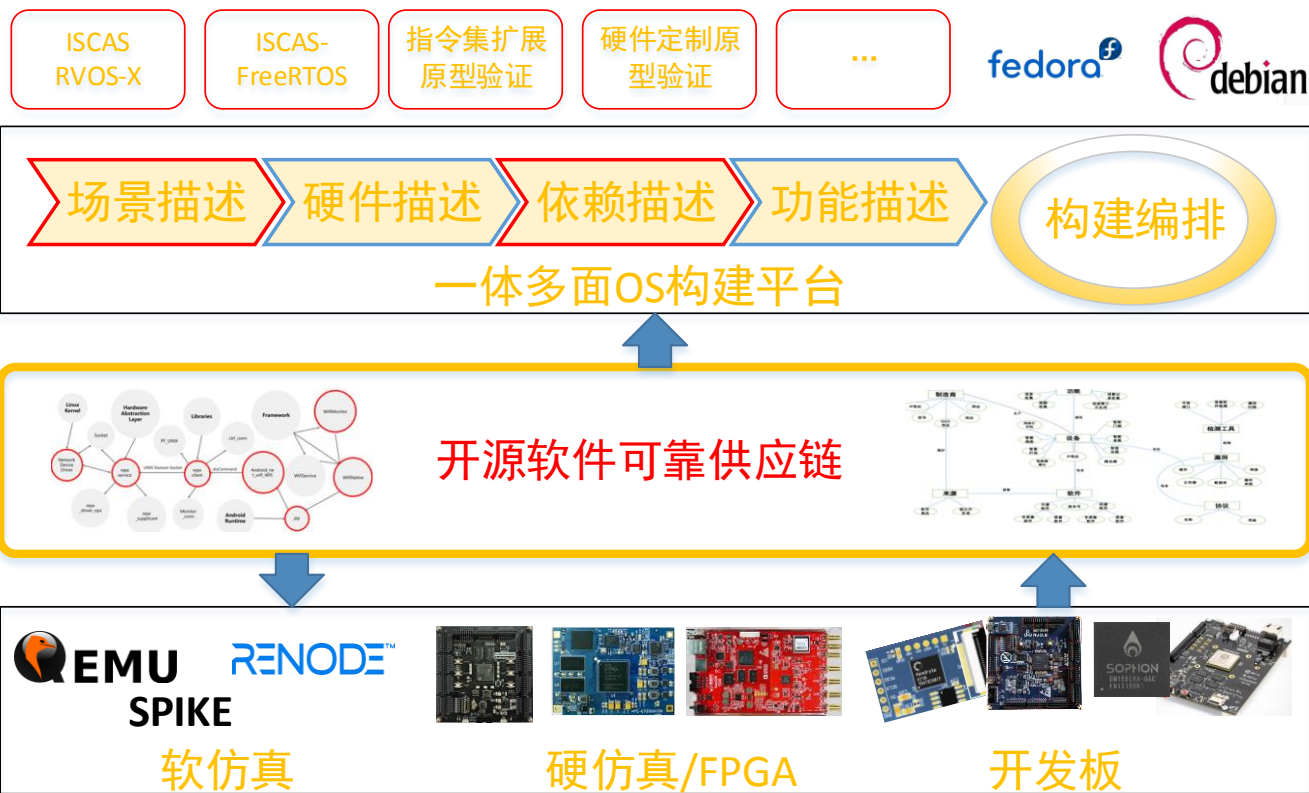
提纲

- 引言
- 一体多面操作系统架构探讨
- 开源软件可靠供应链
- **操作系统构建定制能力云服务化**
- 原型验证
- 未来工作



OS定制能力云服务化探讨——技术集成

- 提供面向RISC-V操作系统研发的软硬件全栈开发环境
- 支持OS敏捷定制的全流程开发平台
- 支持不同技术层级用户的操作系统个性化定制能力
- 面向RISC-V操作系统研发的硬件设施云：RISC-V指令集软仿真、硬仿真、SoC和开发板软仿真、多型号硬件开发板池



将OS构建能力打包成一种弹性云服务，赋能给端用户，降低OS构建定制门槛

提纲

- 引言
- 一体多面操作系统架构探讨
- 开源软件可靠供应链
- 操作系统构建定制能力云服务化
- 原型验证
- 未来工作



原型验证

■ 硬件环境

- ❖ 国内: **SERVE**^[19,20]
- ❖ 国外: **SiFive**

■ 对StemOS架构和基于软件供应链的定制进行了初步原型验证

❖ 领域专用快速定制

- ☞ 敏捷定制: 快速构建**5**个面向专用领域个性化发行版
- ☞ 定制后优势: 比其原装软件系统更稳定、镜像可减小**90%**, 跟代表性的**Debian**、**Ubuntu**相比, 组件数量显著减少

❖ 组件平行替换能力

- ☞ 在给定一个**OS**框架约束定义情况下, 分别面向桌面场景和嵌入式场景
- ☞ **Linux**内核跟**seL4**微内核
- ☞ **uClibc**和**Glibc**

[19] Yisong Chang, Yungang Bao, et al. . **SERVE**.r. <https://github.com/ict-accel-team/SERVE.r>.

[20] Yungang Bao, Sa Wang. Labeled von Neumann Architecture for Software-Defined Cloud. Journal of Computer Science and Technology (JCST), 32(2): 219-223, 2017.

表 1 领域专用定制 OS 版本组件数量.

	C/C++ dev	Python RT	Nginx	NCNN ^[22]	Ubuntu
功能包	9	8	8	10	-
依赖	124	113	111	124	-
总计	133	121	119	134	2030

提纲

- 引言
- 一体多面操作系统架构探讨
- 开源软件可靠供应链
- 操作系统构建定制能力云服务化
- 原型验证
- 未来工作



总结与未来工作

- 本文探讨提出一体多面的OS架构和基于软件供应链的配套构建模式
 - ❖ 提高OS构建敏捷性、迭代速度,降低OS构建门槛,让操作系统的构建变得轻量化,使得端用户可以及时获得个性化定制OS
 - ❖ 以应对硬件碎片化和计算场景多样化挑战。
- 下一步工作
 - ❖ 验证对SERVE.v标签化结构定制支持,在操作系统概念架构和开源软件可靠供应链中引入标签对照
 - ❖ 验证对RISC-V扩展指令的深度定制支持
 - ❖ 完善系统和平台工程建设

谢谢!

