※ 芯半章®

## 从IP到系统的RISC-V敏捷验证方案

杨晔 芯华章科技资深产品和业务规划总监



### RISC-V core for xPU 定制程度更高带来的验证需求

从RV IP到多核SoC的过程 需要大规模高性能的仿真和调试

> 基于RISC-V的应用系统 需要系统级验证及软件适配





## RISC-V IP核的验证

#### GalaxFV 快速完成处理器模块的形式化证明



#### 某国内车载处理器128指令压缩项目的属性证明:

- 算法逻辑,数据通路证明
- 状态空间巨大,数据位宽大,压缩算法证明收敛难度高,是 传统Formal验证领域难点项目
- 某世界主流形式验证工具30小时内无法完成验证收敛

项目	性能 – GalaxFV		性能 – 第三方
	编译时间	证明时间	证明时间
128指令压缩	15秒	128 properties proven in 2 hours	120 properties proven 8 properties inconclusive in 30 hours

#### 性能优势分析:

- GalaxFV基于字级模型(Word Level Model)建模,并为之 开发出大量高性能字级形式验证引擎,相比于传统比特级 模型(Bit Level Model)检测算法,字级求解引擎在处理复 杂运算相关数据通路具备巨大优势。
- 在保证验证目标一致的情况下,**从验证方法学角度上优化** property,减少证明复杂度,加速property收敛
- 高性能自适应引擎调度系统,property自动分组与排序, 实现复杂设计验证快速收敛

#### 评估结果:

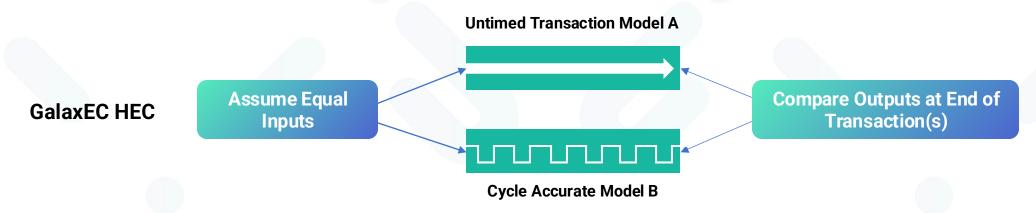
- 128条property证明结果正确,工具功能正确
- 性能优越,**2小时**完成128条property的完备证明

2 小时 VS 30 小时

#### 基于GalaxEC HEC的C-RTL—致性证明,支持RISC-V的各种定制化算子



#### 支持RISC-V处理器扩展算子的C++模型到RTL、或C++模型之间的等价性验证



#### 完备的Datapath验证方案

- 浮点运算、乘法单元、超越函数Idexp/pow等等, 自带丰富的C原生算子模型
- 支持AI芯片需要的FP16/BFloat16/TF32等数据类型算子;
- 假设-保证和案例分割完全自动化;
- 语法支持度广, C++ 11/Verilog/ SystemVerilog Assertion
- 基于Fusion Debug工具对证明 (反例) 进行波形和源代码调试;

基于高并发求解引擎的RISC-V验证案例 40个算子的可证明性和性能均太幅提升

验证功能	HEC证明用时	其他工具用时
FMUL16	2h+	15h+
Bfdot	300+s	8h未能证明
FMUL64	200+s	8h未能证明

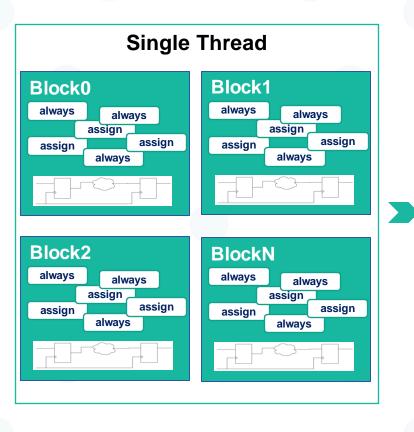


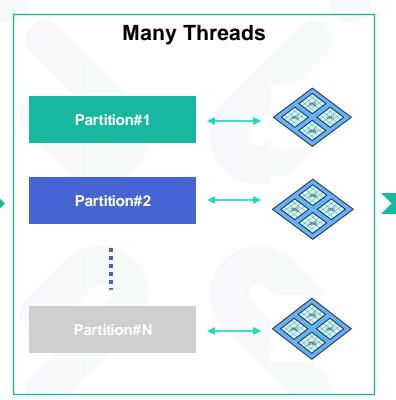


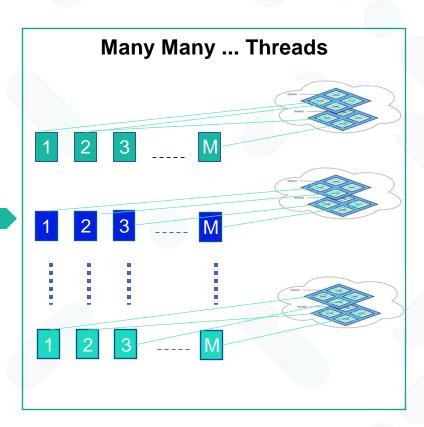
## RISC-V 多核高速仿真

#### RISC-V多核及SOC并行仿真验证 – GalaxSim Turbo









Slow!

1-10

Fastest!!!

100-1K

Faster!!

1-10K





#### GalaxSim Turbo在多个开源RISC-V测试用例上取得了6-15倍的仿真性能提升, 大幅降低了仿真测试的时间,提升验证效率

开源设计	Xiangshan	C910	OpenPiton
RISCV核数	Single core	Dual cores	16 tiles
Threads	4/8	4/8	4/8
Speedup	~10/15X	~6/8X	~6/7X





## RISC-V系统级调试及原型验证

#### 桦捷HuaPro P2E 创新双模工作形式





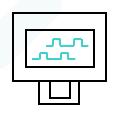


设计逻辑综合 设计自动分割实现 FPGA布局布线 运行时调试 后期调试

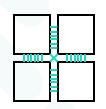
统一硬件平台



#### 硬件仿真模式 **Emulation Mode**



#### 原型验证模式 **Prototyping Mode**



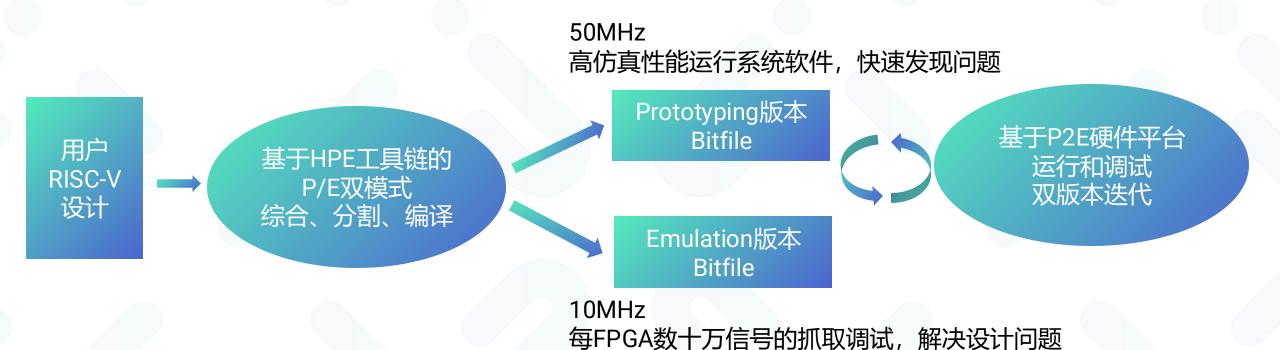
- ▶规模可达数十亿门
- > 一键式全自动编译
- > 全信号波形不限深度调试
- > 支持各类虚拟软硬件验证方案



- ▶ 交互式自动编译
- > 支持软件开发调试的高性能需求
- > 丰富的接口解决方案
- ▶ 支持系统级的物理验证

#### 基于P2E双模系统完成RISC-V调试和原型仿真案例

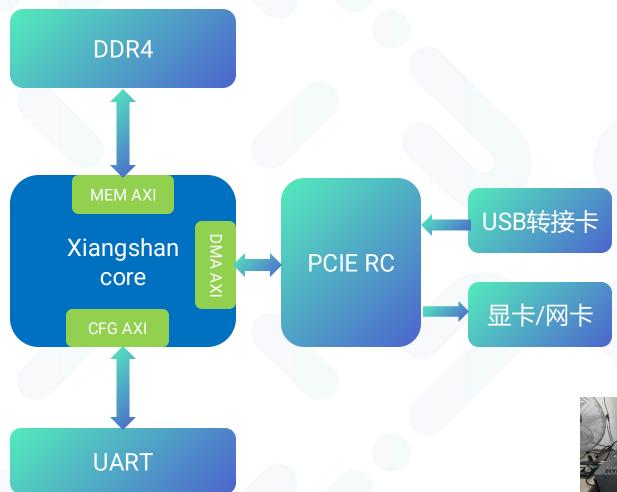




一周内完成多轮RTL仿真调试和代码修改,成功完成硬件调试和原型仿真

#### HuaPro P2E —— 香山SOC





- cpu@50Mhz in Prototyping mode
- Linux boot with Debian OS
- 外设:

PCIE EP:接GPU显卡,可播放视频

也可以接网卡,通过VNC远程登录

PCIE EP: 通过usb转接卡连接优盘, 鼠标和键盘

DDR4: backdoor load镜像文件

UART: print log @115200bps





#### 芯华章提供完整的敏捷验证工具和平台







# THANK YOU

从芯定义智慧未来