

一致性片上网络StarNoC对接RISC-V的实践介绍

赛昉科技 周杰

2025/7/18

RISC-V 在高性能计算中的发展趋势



多核与众核扩展

从单核到数千核的多集群配置，适配 AI、HPC 等高端场景。

异构集成协同

混合架构 SoC（RISC-V+ARM+DPU+AI 加速器）的互操作性需求。

新兴技术融合

生成式 AI / 大语言模型驱动芯片内数据带宽需求激增。

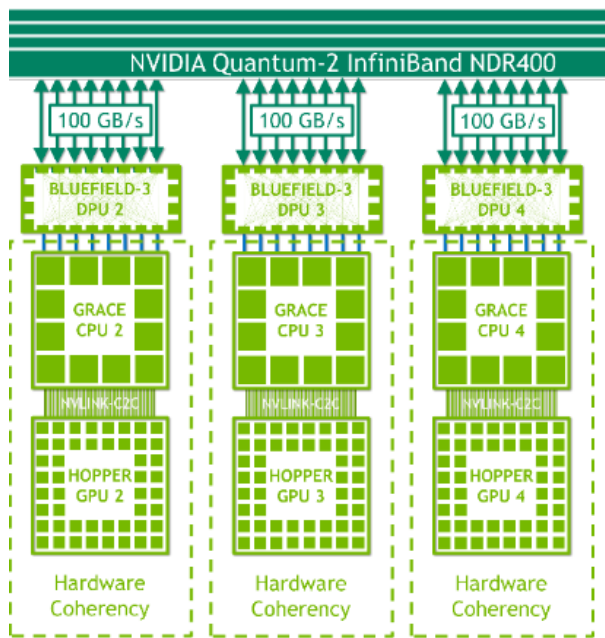
挑战

大规模核间和异构单元间数据流量管理需先进 NoC 支持一致性与高带宽，低延迟通信

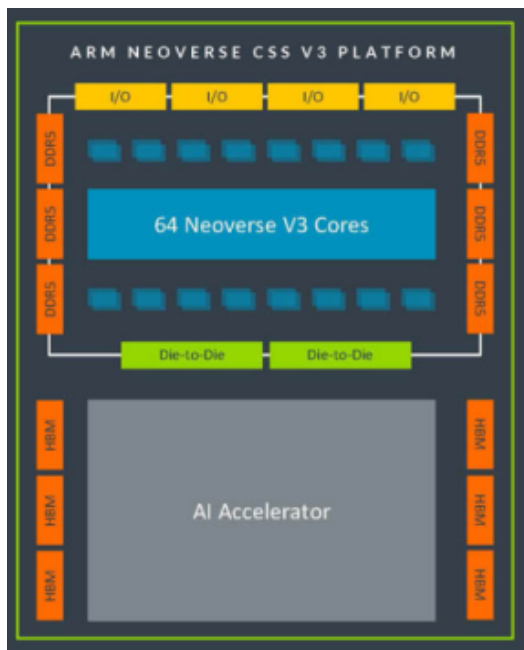


一致性NoC 典型案例

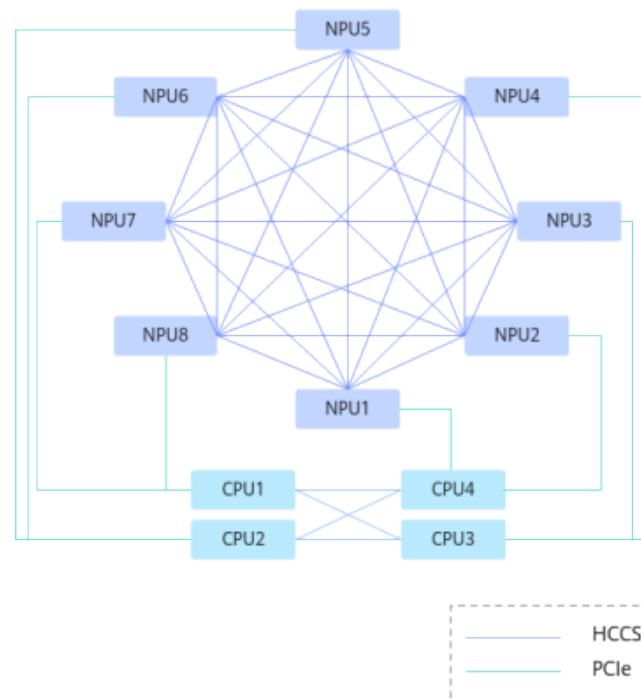
一致性NoC在高性能计算包括AI硬件平台发挥关键作用



Coherent NoC and NVLink C2C in NVidia Grace Hopper Architecture 900GB/s



CMN in ARM Neoverse CSS for AI



HCCS (Huawei Cache Coherent System) In 华为昇腾AI处理器



一致性片上网络(NoC)的重要性和现状

一致性NoC在设计RISC-V多核系统中扮演着核心基础设施的角色，其重要性体现在性能、扩展性、能效和生态协同的全链条优化。

目前全球能够支持大规模多核系统应用的NoC IP商业化公司很少，并在一定程度上限制RISC-V处理器核使用。同时在自主可控的背景下，对国产NoC的需求也更为急迫。

重要性

NoC

现状

性能提升

可扩展性

架构优化

降低软件开发难度

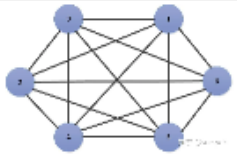
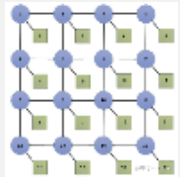
Arm CMN
Arteris Ncore

赛昉
StarNoC-500
StarNoC-700

开芯院
OpenNoC

玄铁
XL-100
XL-200

赛昉多核与众核一致性片上网络NoC

	StarNoC-500	StarNoC-700
核数	单Die/Socket : 4-16 Cores	单Die: 16 – 256 Cores 多Die/Socket: 最多512
互联拓扑	交叉矩阵 (Corssbar) 	环状或网状 (Ring or Mesh) 
特点	高带宽，低延迟 但主从设备数量受限	可扩展性高 单节点的面积和功耗代价低
典型场景	中低端手机、工业、通信	旗舰手机、PC、 DPU、服务器、自动驾驶
典型互联IP	arm CCI500	arm CCN、CMN



StarNoC-500 的实践

特点

支持多个 Coherent IO Port

支持最多4个FCM (Fully Coherent Master) 端口

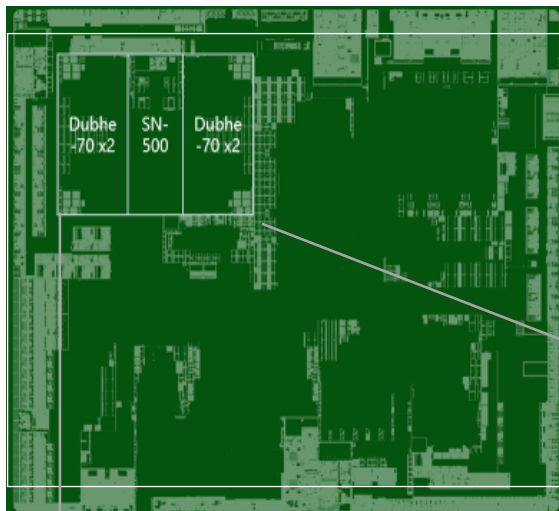
支持CAL, 支持最大16核

支持1-3个 Coherent IO 端口

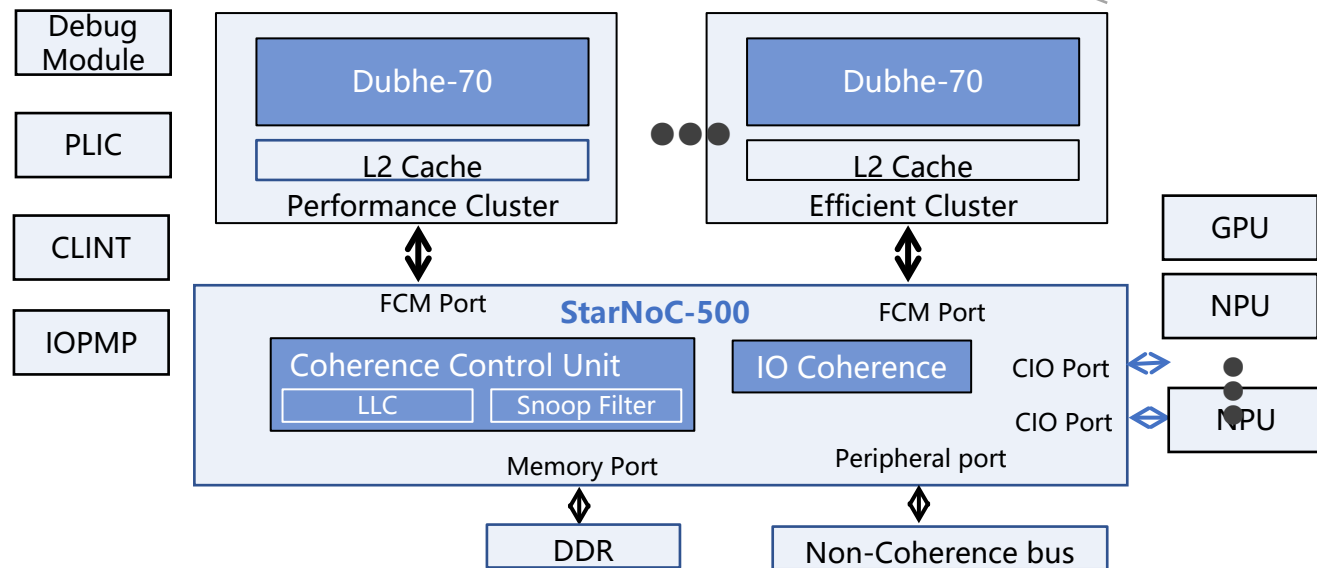
LLC支持CMO, 划分多个Bank

支持QoS

支持低功耗

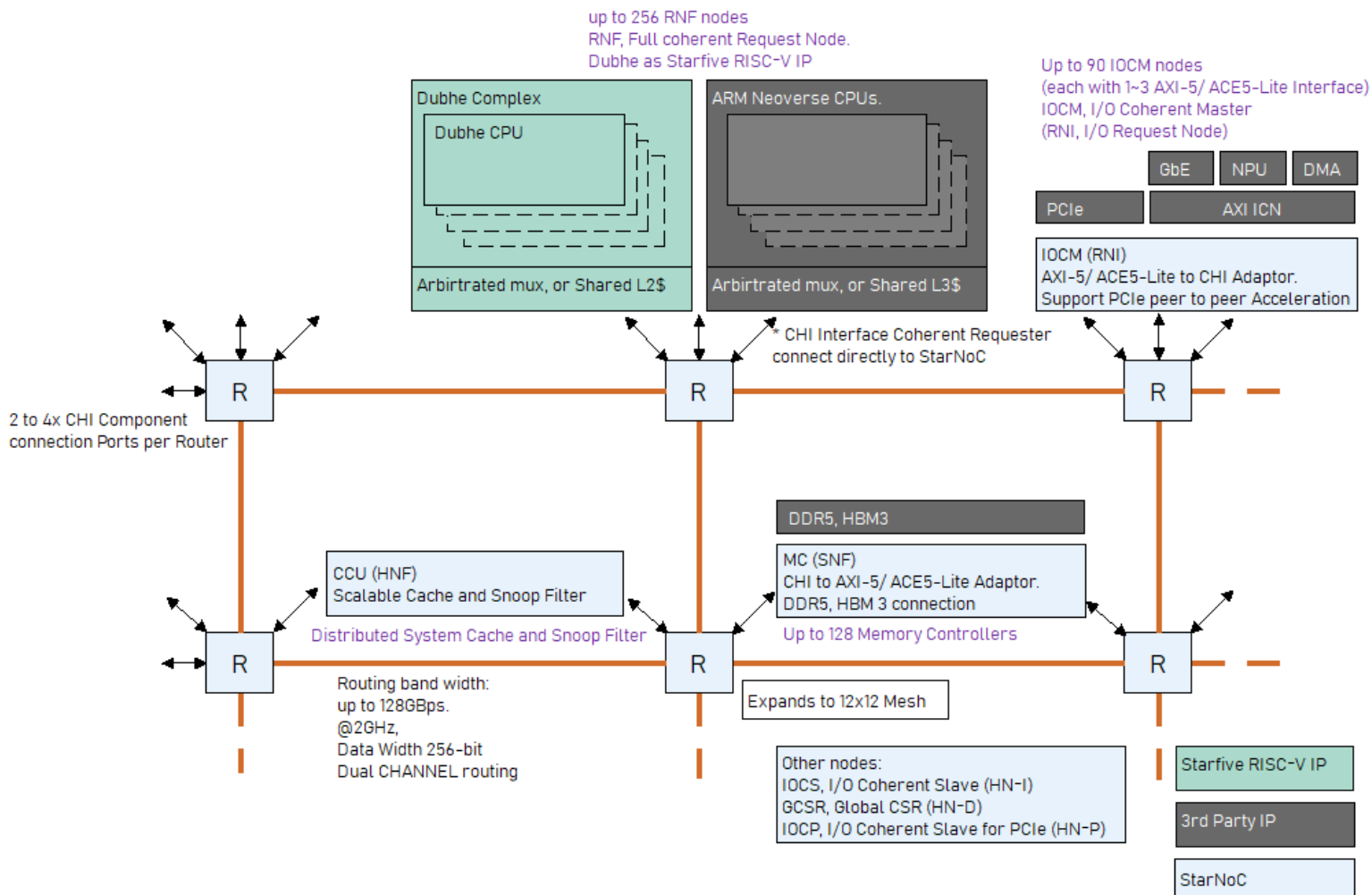


CPU 子系统 :
Dubhe-70*4 + StarNoC-500





StarNoC-700 特点介绍



StarNoC-700 功能示意图

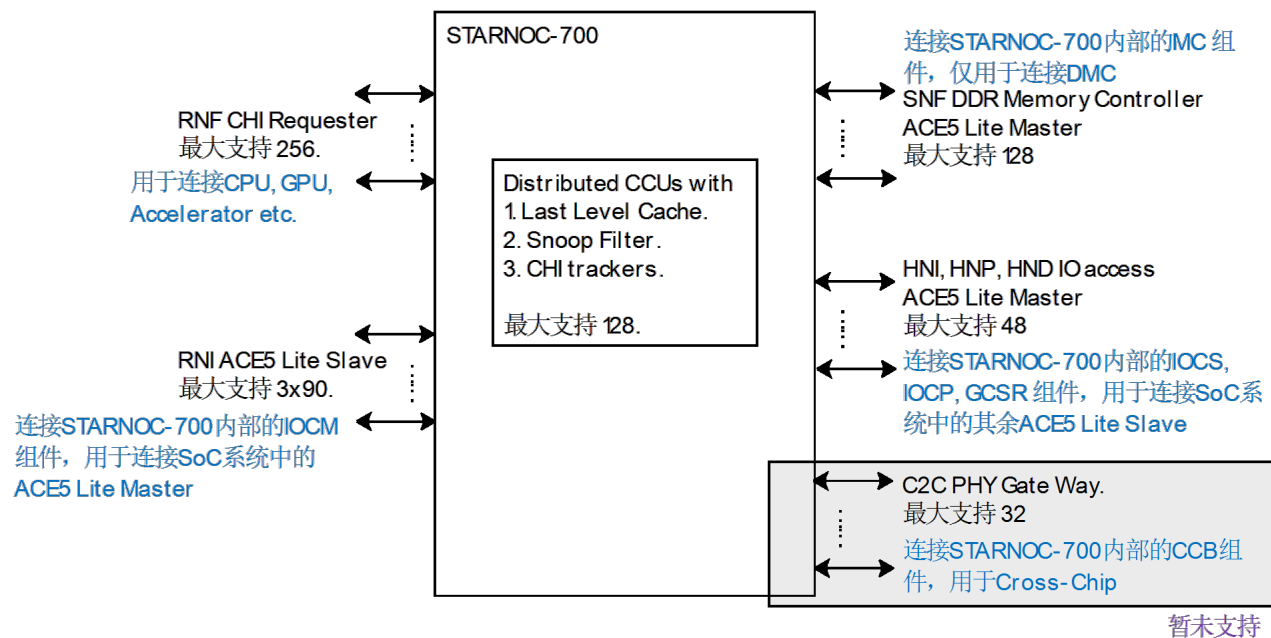
特点

- 采用 Ring/ Mesh 架构
- 采用 CHI. E 协议
- 分布式CCU节点，包含Snoop Filter & System Level Cache.
- 支持与非一致性 AXI 组件/ 总线网络连接
- 支持灵活配置：用户通过参数自定义
- 一致性高性能总线网络Mesh NoC
- 低速控制网络 Control NoC

R, Router, Mesh NoC & Control NoC.
CCU (HN-F), Cache Coherent Unit.
IOCM (RN-I), I/O coherent Master
MC (SN-F), Memory Controller
IOCS (HN-I), I/O Coherent Slave
GCSR (HN-D), Global CSR
IOCP (HN-P), I/O Coherent PCIe
RN-F, Requester Node with Full Coherency, connecting CPU,CPU cluster, etc.



StarNoC-700 特性介绍



StarNoC-700 外部接口示意图

其他特性

- PMU : Performance Monitoring Unit, events profiling
- 稳定性、可用性设计 : SRAM ECC; 基于功能的异常校验上报
- 低功耗设计 :
 - 硬件自动识别的clock gating;
 - Cache & Snoop Filter Way based shutdown

高性能：低时延、高带宽

- 带宽扩展 : Mesh Router DUAL channel routing ; (用户参数化配置)
- QoS Regulator, 根据时延或者带宽动态调节QoS值 ; (用户参数化配置)
- 各节点组件的 Tracker 个数, 即并行处理能力. (用户参数化配置, 平衡并行处理能力与Power & Area)
- 基于QoS等级的资源分配、预留与仲裁 ;

支持灵活配置：用户通过参数自定义

- 总线规模, 最大支持12x12.
- StarNoC & RNF 组件挂接
- 集成组件CAL, XCS 挂接
- StarNoC各组件的处理能力.
- 软件配置SAM (System Address Mapping)

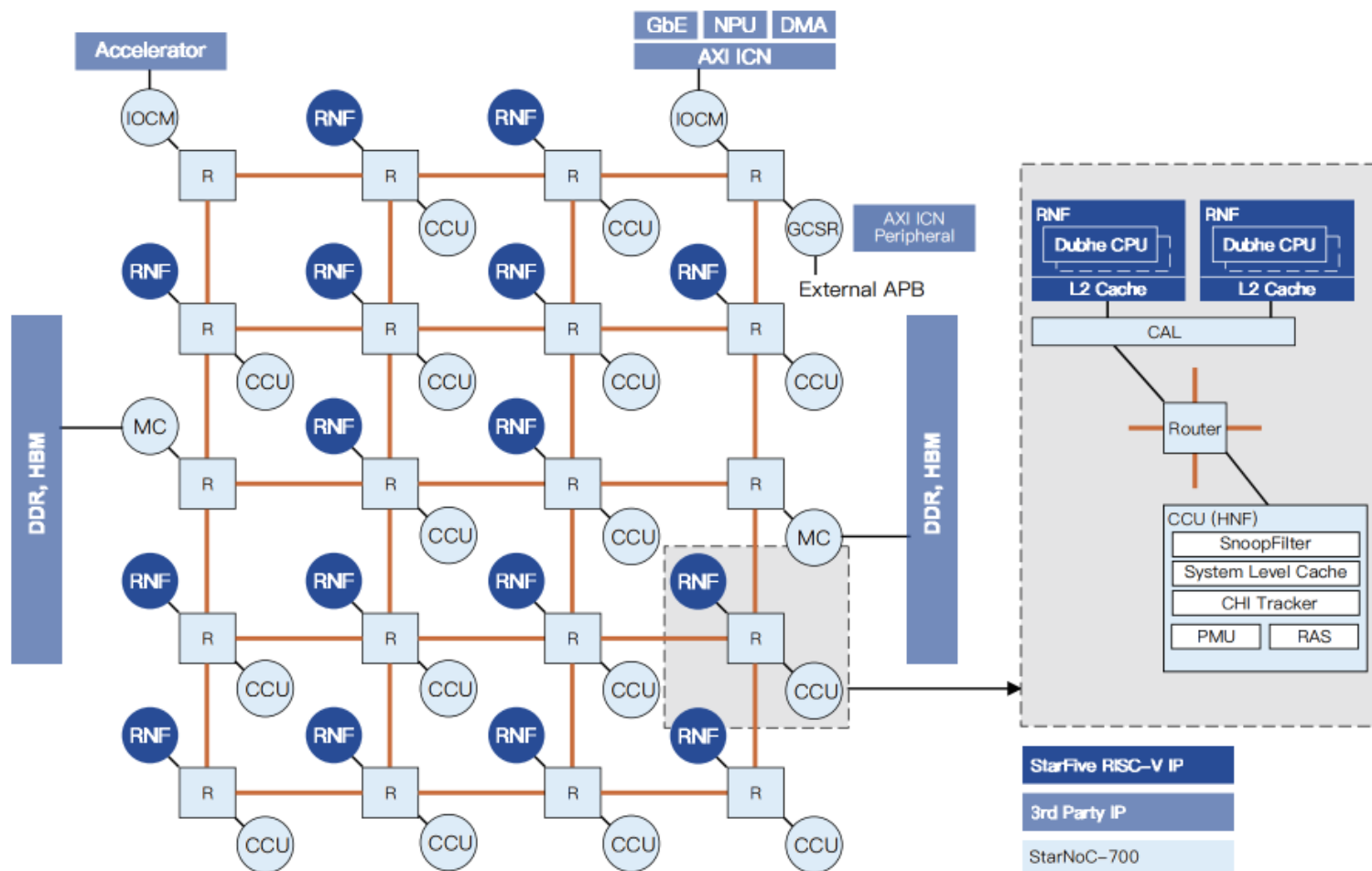
- * 集成扩展组件 CAL, 用于在一个port挂接多个组件 ;
- * 集成插拍器 XCS, 用于集成时序收敛, 可通过用户参数化配置自动集成.

支持低速控制网络 Control NoC

- 使用自定义协议 ;
- 用于CSR读写、PMU snapshot、中断汇聚功能通路.
- 用户定义的UD AXU (AXI5-Lite) 网络, 可支持RISCV 消息中断网络.
- * UD AXU 为User-defined AXI5-Lite 低速网络.



StarNoC-700核心组件CCU



StarNoC-700 集成实例

RNF : Starfive Dubhe CPU (CHI interface)

IOCM, GCSR连接外部 AXI 组件/ 总线网络

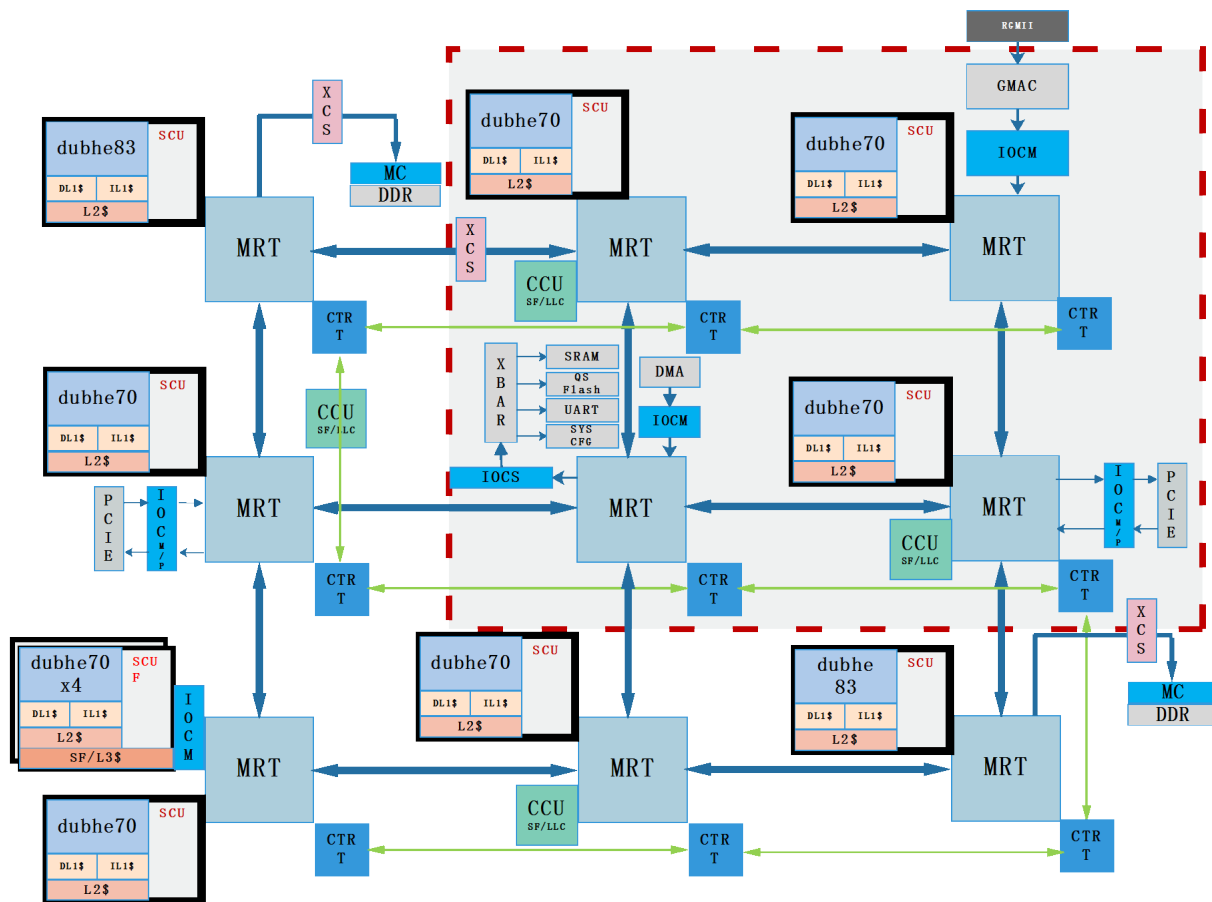
分布式CCU, MC, 使用 Hash SAM

CCU, Cache Coherent Unit

1. PoS, Point of Serialization, 保序点;
2. PoC, Point of Coherency, 一致性节点;
3. System Level Cache;
 - 每个节点支持 0~4 MB 参数化配置.
4. 并行处理的 CHI 协议流程.
 - 支持 DMT, DCT.
5. MESI 一致性策略, 不支持 Shared dirty.
6. Snoop Filter, 记录上游 RNF 所有 Cache-line状态.
 - 每个节点支持 0~8 MB 参数化配置.



StarNoC-700 – 首款适配RISC-V的国产一致性NOC



原型架构

3*3 Mesh,
12 RNF,
2 IOCP (PCIE),
2 DDR,
DMA,
GMAC

国产原型验证平台：合见工软 UVHS

- 高性能、可扩展
- 最多可以支持160颗VU19P级联
- 全接口方案，适配各种外设

赛昉StarNoC-700已经顺利进入交付阶段，并与自研高性能RISC-V核Dubhe-70/Dubhe-83完成适配，搭建了多核一致性互联的系统验证评估平台。

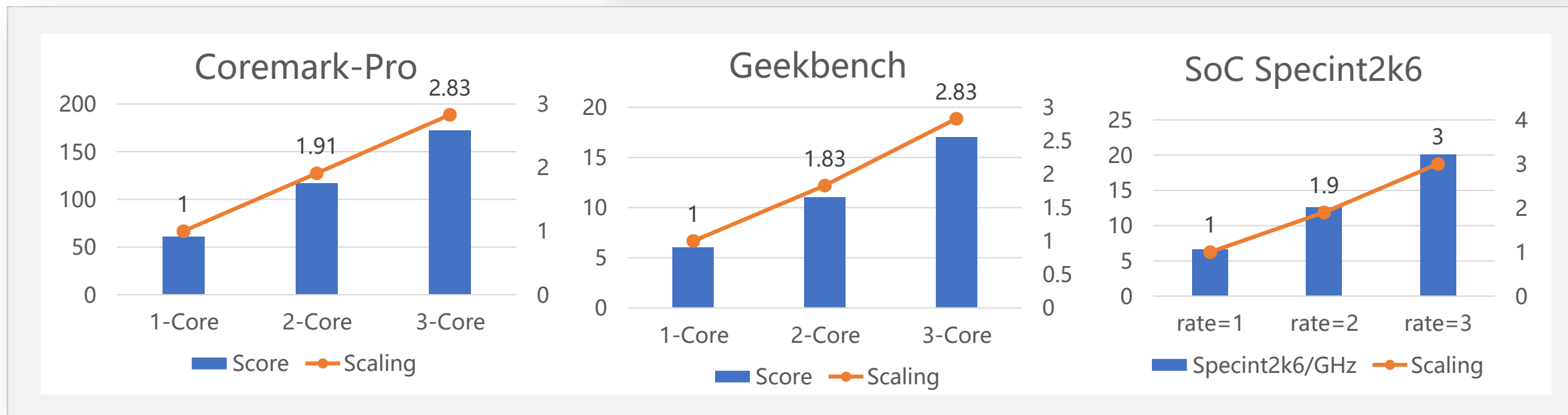
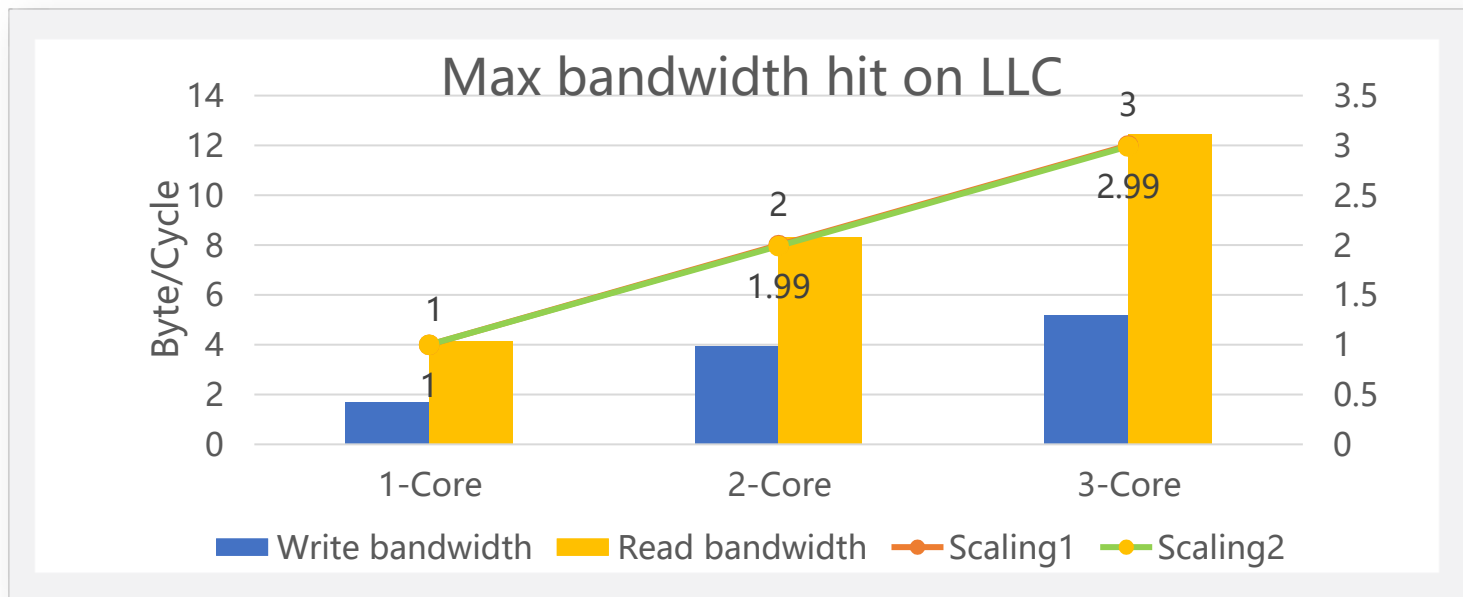
下一步将根据用户需求实现更大规模的网络



StarNoC-700 实践

- StarNoC-700与RISC-V核完成对接
- 多核间一致性验证
- IO一致性验证
- 多核带宽与性能的线性度测试, scaling factor接近1
- 多核CPU性能测试

(测试环境: FPGA原型系统SoC)



以RISC-V创新为客户创造价值