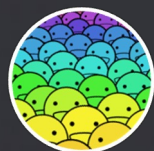


大模型系列 – 集合通信库

XCCL 通信库



ZOMI

时事热点

智能体

RAG

具身智能

智能驾驶

工业大模型

...

大模型训推

6. 大模型数据&算法

数据&模型评估

Prompt 工程, 模型评估算法和测评体系

大模型算法

Scaling Law, Transform 结构, LLM/MLM 模型

7. 大模型训练

分布式训练

TP/DP/PP/SP/EP 并行, Megatron、DeepSpeed 分布式并行库介绍

微调

全参微调、底参微调(LoRA/QLoRA 等)、指令微调

8. 大模型推理

推理框架

VLLM、推理框架的架构, 推理框架线程池等构架

推理优化

大模型推理加速(XXXAttention)、长序列推理优化算法

编译计算架构

4. 计算架构

传统编译器

传统编译器 GCC与LLVM

AI 编译器

AI编译器发展与架构定义, 未来挑战与思考

前端优化

前端优化(算子融合、内存优化等)

后端优化

后端优化(Kernel优化、Auto Tuning)

多面体

复杂的循环依赖关系映射到高维几何空间

5. 通信架构

集合通信

通信原语、通信原理、集合通信算法

NCCL/HCCl

集合通信库、网络拓扑、通信方式、通信算法, NCCL 架构

硬件体系结构

3. AI 集群

集群管理运维

K8s集群运维、K8s容器、集群监控等工具

集群性能指标

稳定性、吞吐、线性度等

集群训推一体化

训练、推理大模型执行, 训练推理显存分析

机房建设

风火水电、夜冷、柜板等知识

1. AI 芯片

AI 计算体系

AI 计算模式与计算体系架构

AI 芯片基础

CPU、GPU、NPU等芯片体基础原理

英伟达GPU

英伟达GPU TensorCore、NVLink剖析

国外AI芯片

谷歌、特斯拉等专用AI处理器核心原理

国内AI芯片

寒武纪、燧原科技等专用AI处理器原理

2. 通信与存储

通信

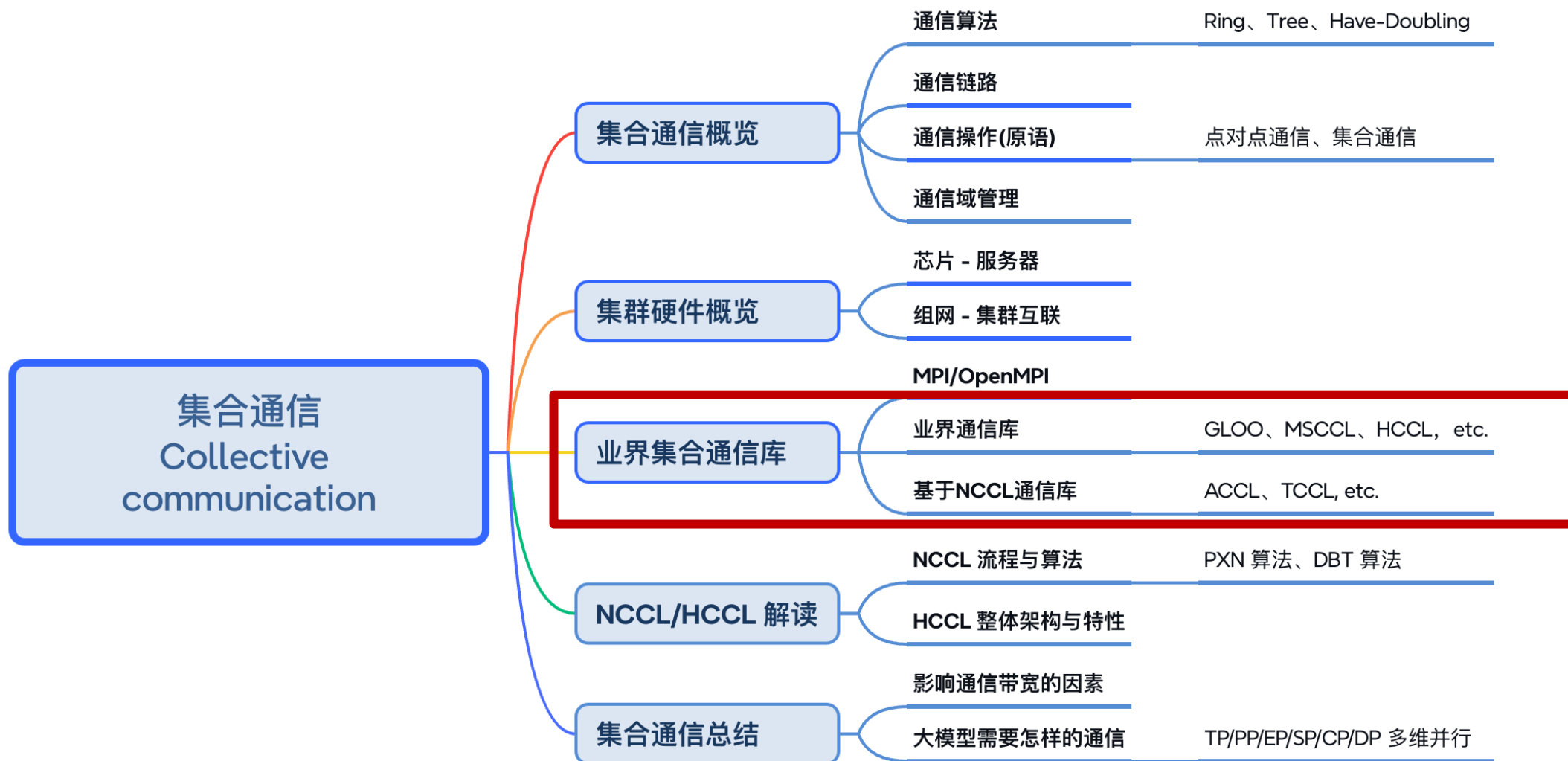
路由器、交换机基本原理和网络拓扑

存储

DRAM、SRAM、存储 POD 到大模型存储 CKPT 算法



思维导图 XMind



Question

1. 业界有哪些著名集合通信库 XCCL? 大厂训练自己的大模型都有哪些库?
2. 大模型训练过程中, 大厂用到集合通信库 XCCL 都有什么优缺点?



本节内容

1. XCCL 基本概念
2. NVIDIA NCCL
3. 阿里 ACCL
4. 腾讯 TCCL
5. AMD RCCL
6. Intel OneCCL
7. Meta Gloo
8. 总结与思考

01. XCCCL 基本概念

Basic Concept

为 AI 而生的通信库



NVIDIA/**nccl**



facebookincubator/**gloo**



microsoft/**msccl**



Alibaba

腾讯

Tencent



Ascend

XCCL 提供的基本能力

- XCCL (XXXX Collective Communication Library) 集合通信库，大体上会遵照 MPI 提供 API 接口规定，实现了包括点对点通信 (SEND, RECV 等)，集合通信 (REDUCE, BROADCAST, ALLREDUCE等) 等相关接口;



NVIDIA/**nccl**



microsoft/**msccl**



facebookincubator/**gloo**

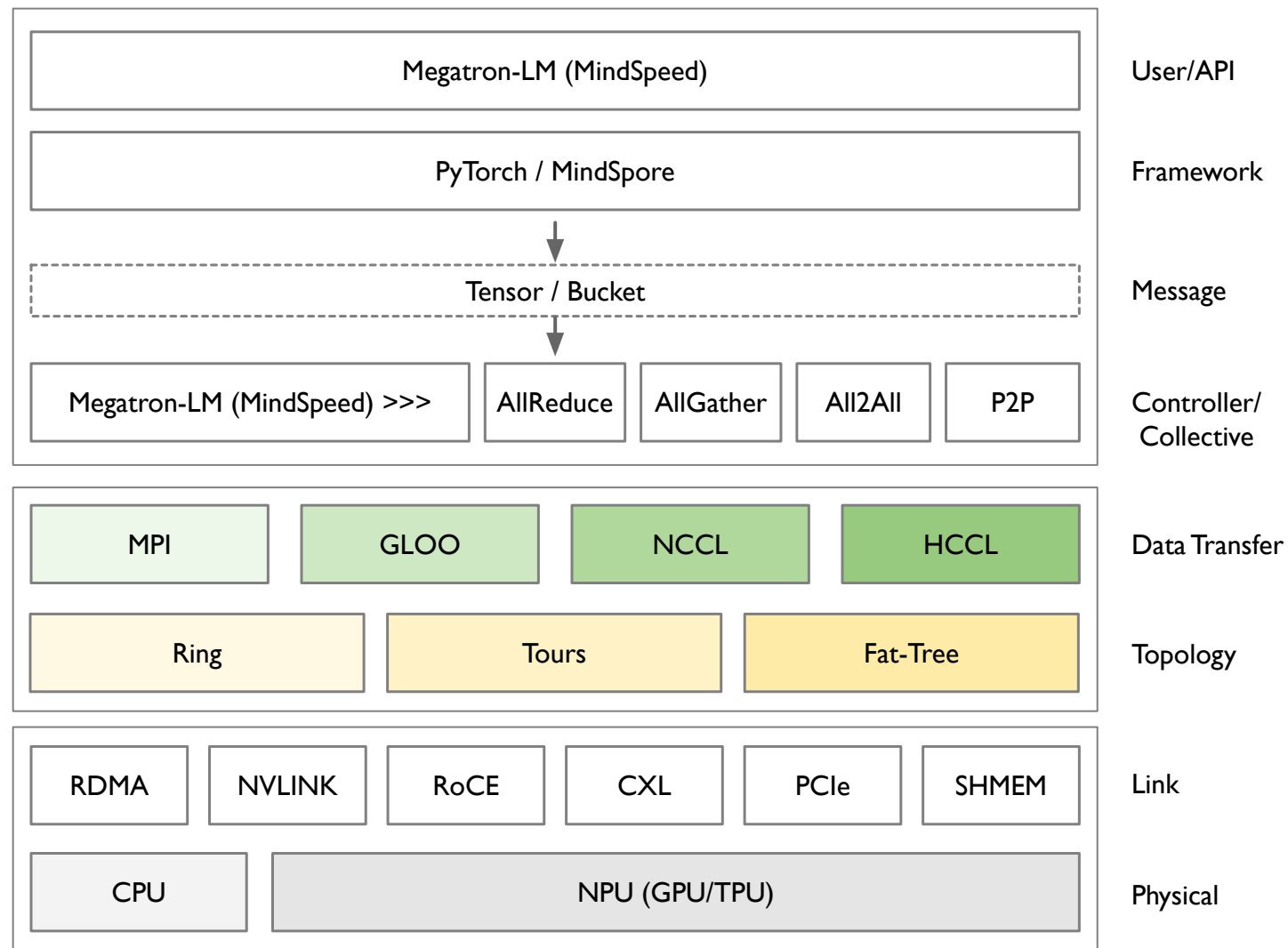
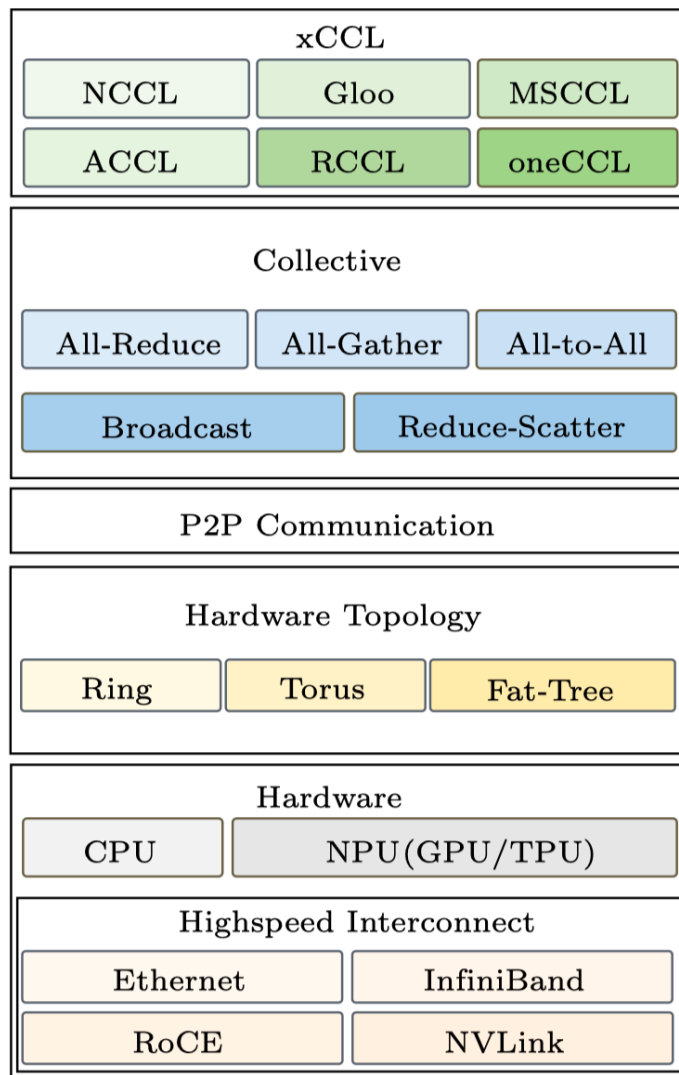


XCCL 提供的基本能力

- 针对统一通信原语，在不同的网络拓扑实现不同的优化算法。
- 根据自己硬件或者是系统需要，在底层实现上进行相应改动，保证接口的稳定和性能。



XCCL 在 AI 系统中的位置



Question

- 这么多不同 XCCL 通信库，核心功能都是实现点对点（P2P）和集合通信（CC）算法，难道还有什么大的改进点？



基于 NCCL 进行创新

1. 对基础/集合通信算法创新:

- 对开源网络拓扑编排算法进行优化
- 对基础通信算子&集合通信算法进行优化

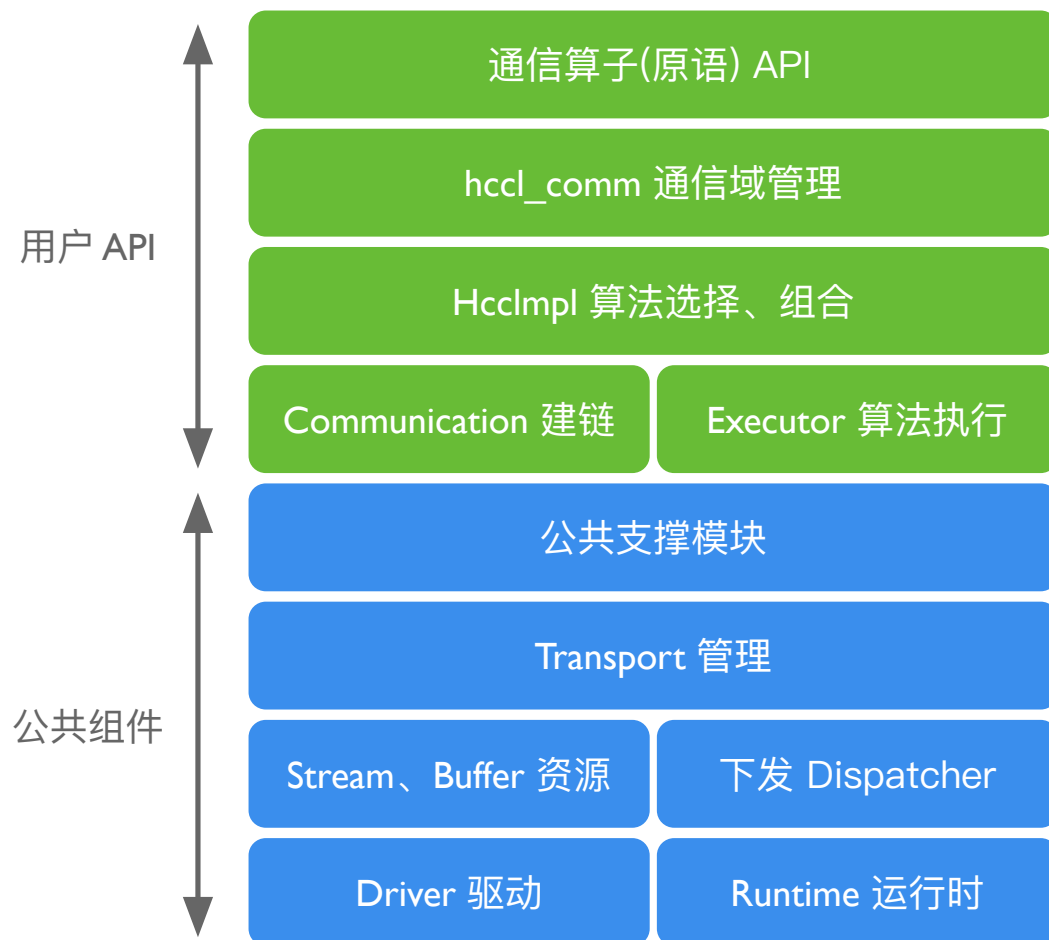
2. 网络传输优化:

- 对拥塞控制、路由控制进行优化
- 对传输协议层、路由协议层等进行细化操作

3. 端网协同专用优化:

- 端网协同自研协议栈, 匹配自研交换机
- 适配自研的网络架构进行优化

HCCL 架构图

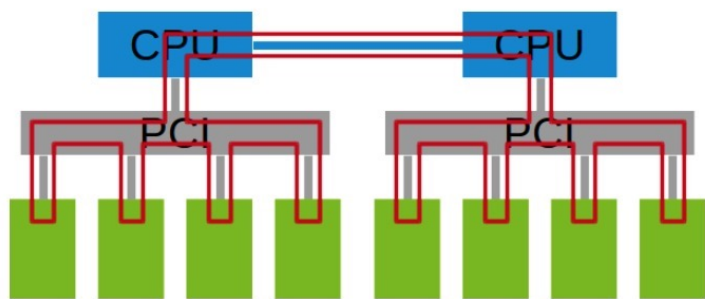


02. NVIDIA NCCL

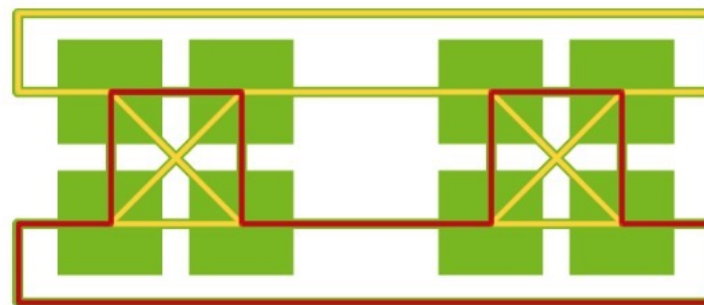
NCCL: NVIDIA 通信库

- **低延迟与高带宽**: 优化通信路径和数据传输策略, 实现低延迟&高带宽;
- **并行性**: 支持多并发集合操作, 可以在不同数据流上同时进行通信, 进一步提高了计算效率。
- **容错性**: GPU/网络连接出现故障, NCCL自动重新配置通信路径, 确保系统的健壮性和可靠性。

- NCCL uses rings to move data across all GPUs and perform reductions.

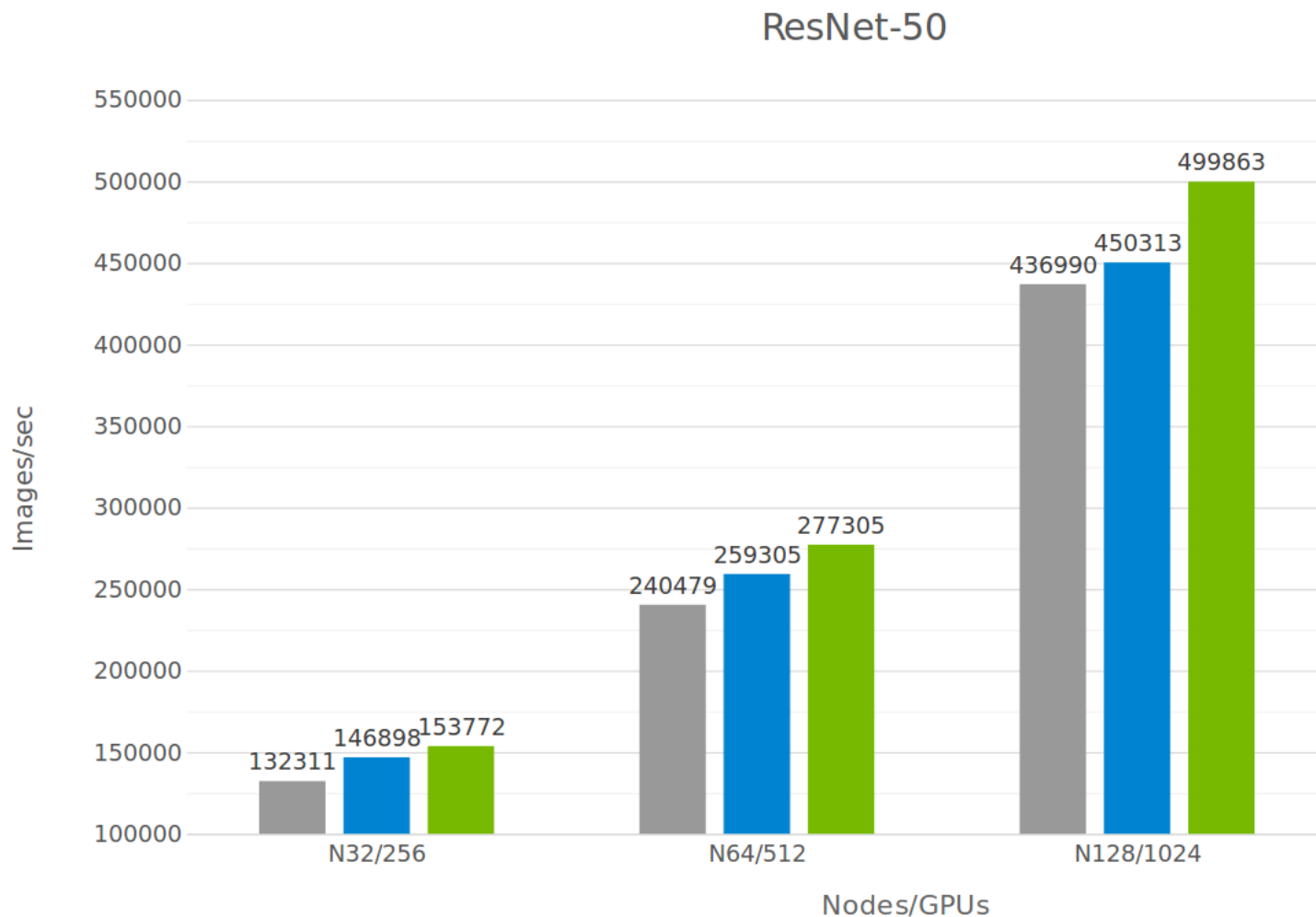


PCIe / QPI : 1 unidirectional ring



DGX-1 : 4 unidirectional rings

NCCL: NVIDIA 通信库



- 支持多网卡集合通信操作
- 支持 GPU Direct RDMA 技术
- 支持节点内多进程和单进程使用

■ 2.3 - Default (Flat Ring)
■ 2.3 - Hierarchical Rings
■ 2.4 - Default (Tree)

NCCL 的优点

- **生态开源:**
 - 支持用户按需自定义新的集合通信算法 (ACCL、TCCL 等) ;
 - 内置基础通信算子, 开箱即用;
- **灵活解耦:**
 - CUDA 等其他组件解耦单独商发, 版本独立演进和发布;
 - 暴露不同层级 API, 灵活兼顾自定义性能增强与开发易用性;
 - 提供 NCCL Net Plugin API;

NCCL 的不足

1. 节点间拓扑识别能力、流量监控、信息获取能力有限;
2. GPU + IB 效果更好, RDMA 等网络支持度一般;
3. 缺乏对异构网络 (clos/tours/RDMA) 通信传输系统级优化, 需要用户基于原子接口开发;
4. CC算法编排不感知物理拓扑, 当前内置ring、tree算法只适合ring、tree型物理拓扑;
5. 容错管理粒度粗, 任意执行过程出错, NCCL 重启;

03. 阿里 ACCL

- <https://help.aliyun.com/zh/pai/user-guide/accl-alibaba-high-performance-collective-communication-library>
- EFLOPS: Algorithm and System Co-design for a High Performance Distributed Training Platform (2021)
 - 基于NCCL (Nvidia Collective Communication Library) 开发的集合通信库

ACCL: 阿里集合通信库

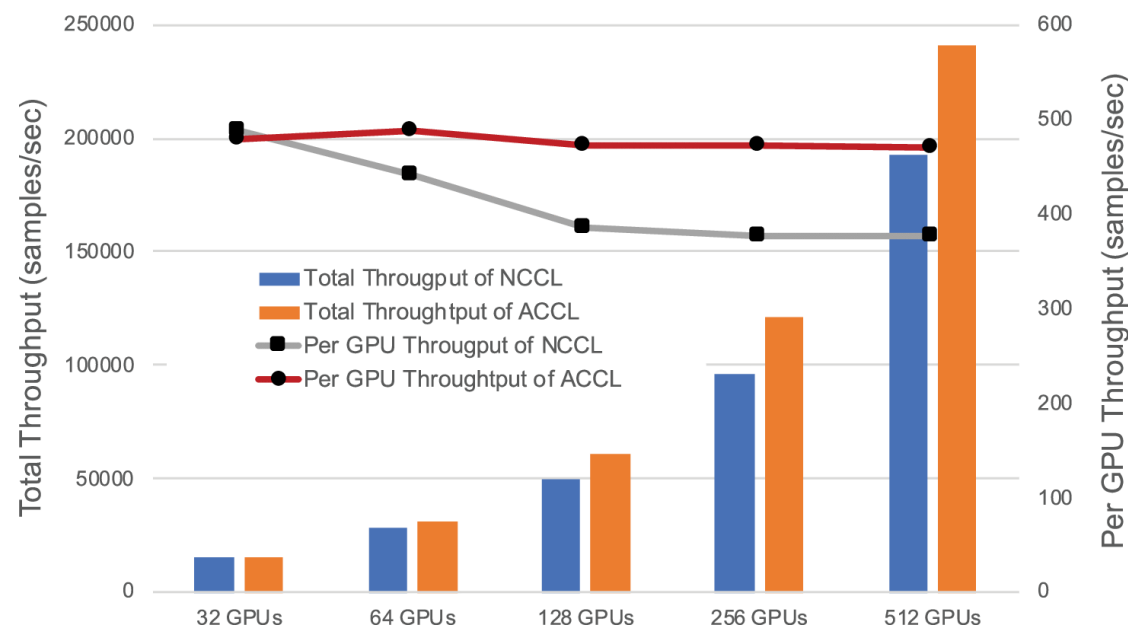
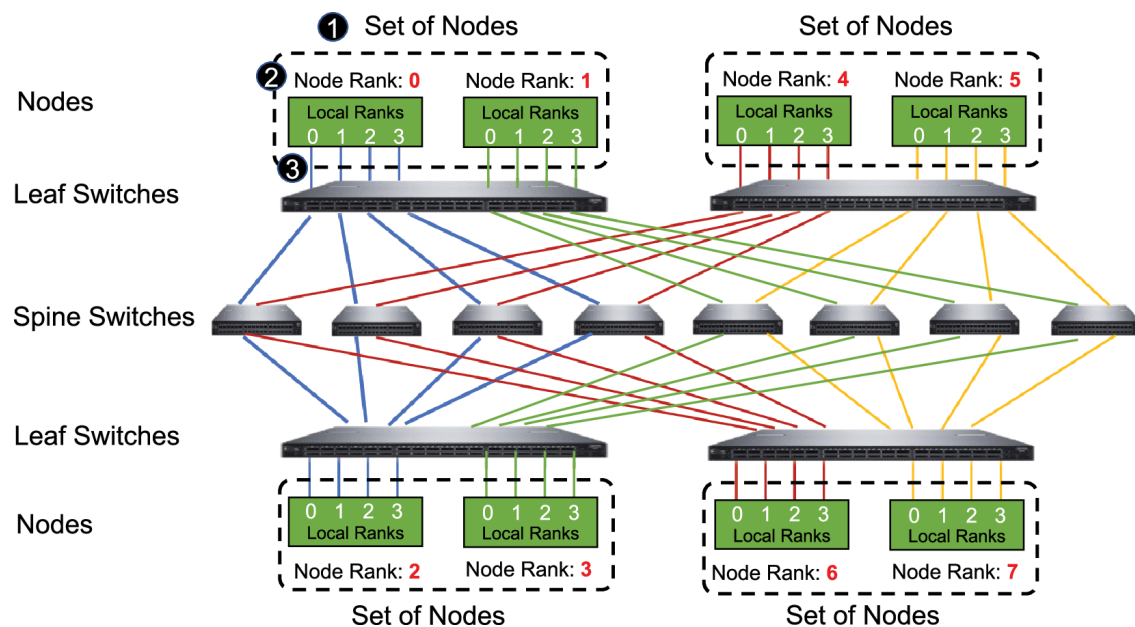
- ACCL面向阿里云灵骏架构设计，通过算法与拓扑深入协同来收获更好的通信性能（BigGraph网络拓扑），ACCL的关键特性包括：
 - 异构拓扑感知，如节点内PCIE与NVLink/NVSwitch、节点间多轨RDMA网络，分层混合充分利用不同互连带宽。
 - 端网协同选路，算法与拓扑协同设计实现无拥塞通信，支撑训练性能上规模可扩展。
 - 在网多流负载均衡，多任务并发、资源争抢时保障整体吞吐。



ACCL: 阿里集合通信库

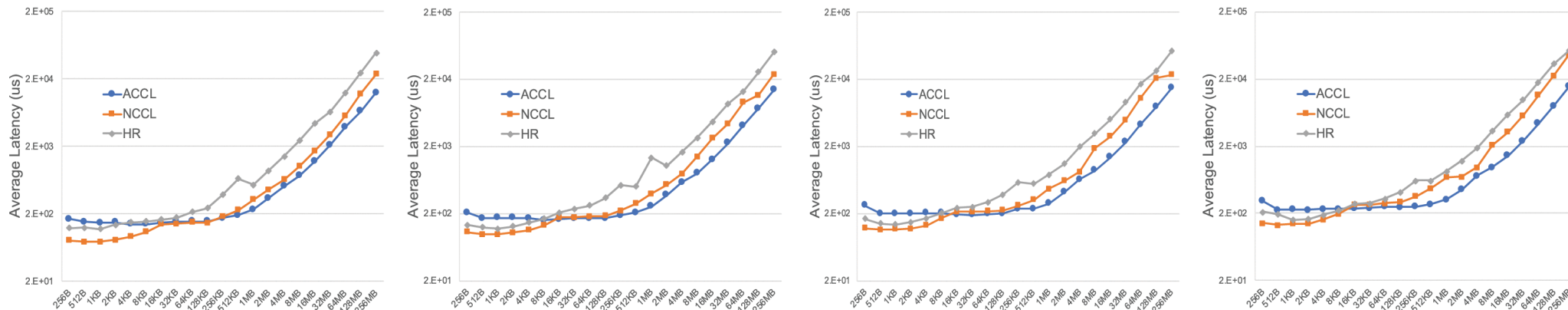
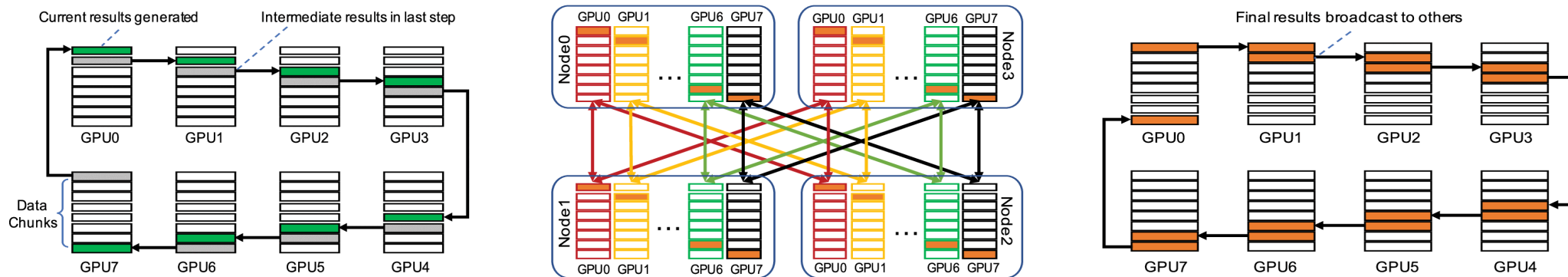
- **BigGraph 网络拓扑:**

- 两层交换机分组互联，每层一个交换机和另一层交换机全互联。两层交换机间至少存在N/2个物理链路可用。
- 两层交换机间最短路径确认，接入不同层次任意两个device间最短路径具有唯一性并等长。



ACCL: 阿里集合通信库

- HD 算法逻辑连接和 BigGraph 拓扑物理链路进行映射，避免链路争用，彻底解决网络拥塞。
- Halving-Doubling with rank-mapping (HDRM) ，从集合通信管理层面分配链路。



小节与思考

基于 NCCL 进行创新

1. 对基础/集合通信算法创新:

- 对开源网络拓扑编排算法进行优化
- 对基础通信算子&集合通信算法进行优化

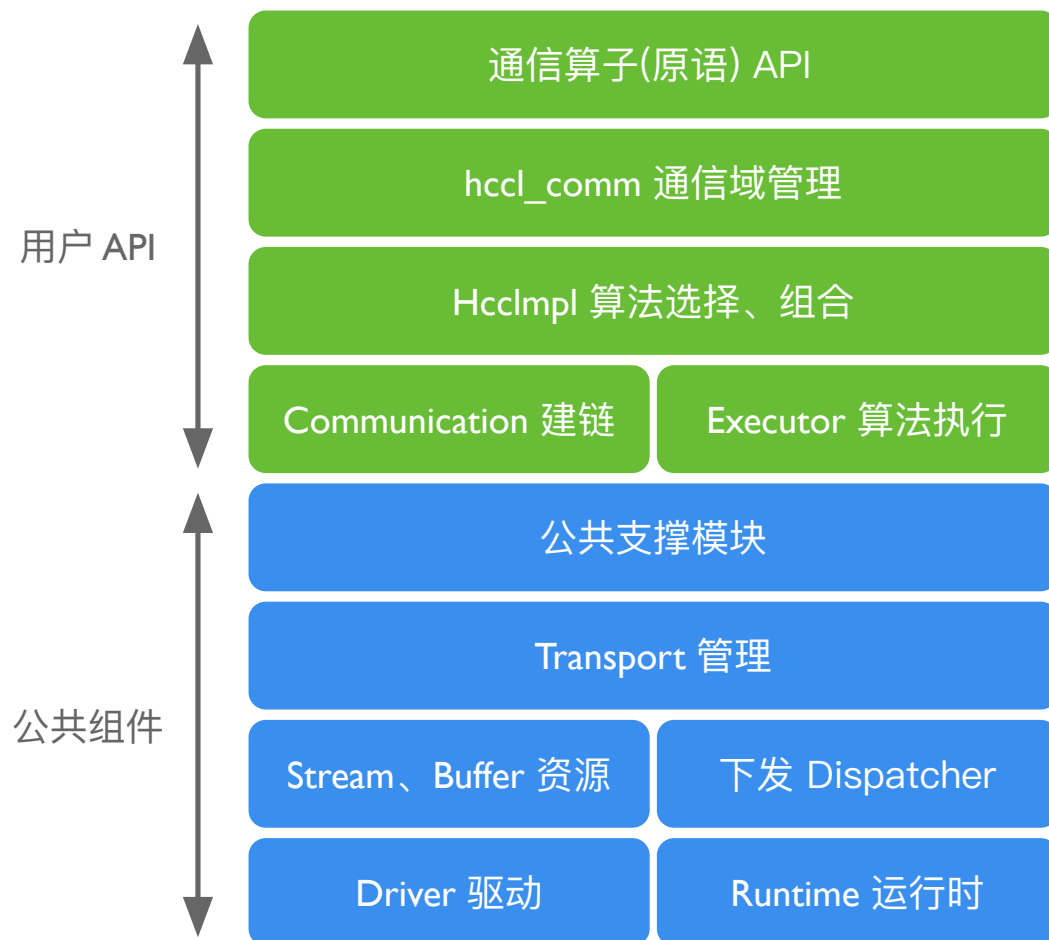
2. 网络传输优化:

- 对拥塞控制、路由控制进行优化
- 对传输协议层、路由协议层等进行细化操作

3. 端网协同专用优化:

- 端网协同自研协议栈, 匹配自研交换机
- 适配自研的网络架构进行优化

HCCL 架构图





Thank you

把AI系统带入每个开发者、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界

Bring AI System to every person, home and
organization for a fully connected,
intelligent world.

Copyright © 2023 XXX Technologies Co., Ltd.
All Rights Reserved.

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. XXX may change the information at any time without notice.

 ZOMI

Course chenzomi12.github.io

GitHub github.com/chenzomi12/AIFoundation