

詹晔康

zhanyekang@foxmail.com | (+86) 18271842976 | github.com/YekangZhan |

EDUCATION

Huazhong University of Science and Technology

Wuhan, Hubei, China

PhD Student in Computer System Architecture

09/2021 – 06/2026

- **Research Areas:** Storage Systems, File Systems, Storage I/O Stack, Dynamic I/O Scheduling

Huazhong Agricultural University

Wuhan, Hubei, China

Bachelor in Computer Science and Technology

09/2017 – 06/2021

INTERNSHIP EXPERIENCE

Tencent

Shenzhen, Guangdong, China

TEG 数据库研发部 存储引擎组实习生

04/2023 – 03/2024

- 研发基于新型非易失内存的存储系统。
- 基于该系统进一步提出了一种最大化高带宽 SSD 性能的存储系统架构，发表论文一篇(FAST25)并申请专利一项。

主要成果

Rethinking the Request-to-IO Transformation Process of File Systems for Full Utilization of High-Bandwidth SSDs
(高性能文件系统与异构存储, 华中科技大学首篇文件系统方向顶会论文) FAST25, CCF-A, 一作

AIS: An Active Idleness I/O Scheduler to Reduce Buffer-Exhausted Degradation of Solid-State Drives
(I/O 调度与固态硬盘性能优化) TACO24, CCF-A, 一作

Rearchitecting Buffered I/O in the Era of High-Bandwidth SSDs
(存储 I/O 栈优化与高性能存储) FAST26, CCF-A, 在投

RomeFS: A CXL-SSD Aware File System Exploiting Synergy of Memory-Block Dual Paths
(CXL 互连技术与新型文件系统, 首个基于 CXL-SSD 的文件系统) SoCC24, CCF-B, 一作

HBtree: A Heterogeneous B+ tree with Multi-granularity for Hybrid NVM-SSD Storage
(高效索引结构与异构存储) IEEE NAS22, 一作

SchInFS: A File System Integrating Functions of the Block I/O Scheduler for ZNS SSDs
(ZNS-SSD 与新型文件系统) ICCD24, CCF-B

HeteroGNN: A Heterogeneous Stage Division Based GNN Training Framework to Maximize CPU-GPU Parallelism
(GNN 训练加速与细粒度任务调度) ICME25, CCF-B

一种基于设备感知的请求划分的数据存储系统 发明专利, 案卷号 AJ2510226

科研项目

OrchFS: 利用异构的低延迟设备最大化高带宽 SSD 性能的高速文件系统 (国家重点研发计划 No.2022YFB2804302)

- **存储栈 I/O 性能瓶颈识别:** 结合理论与实验分析发现, 现有存储系统难以充分利用高带宽 SSD 性能。其根本原因在于: 1) 昂贵的 I/O 对齐, 2) 高页缓存软件开销, 3) 不充足的 I/O 并发性。
- **最大化存储性能:** 设计了对齐优先且最小化碎片的运行时请求划分机制和文件系统并行 I/O 处理机制去最大化设备性能。
- **实验效果:** 比起 SOTA 和相关的产品级文件系统, 该文件系统实现了至多 29.76 倍的写性能提升与 6.79 倍的读性能提升。
- **已有成果:** 文件系统代码已开源: <https://github.com/YekangZhan/OrchFS>。论文已发表在 FAST25。

RomeFS: 基于 CXL-SSD 独特双路访问特性的新型文件系统架构 (国家自然科学基金 No.62172175)

- **CXL-SSD 双数据路径访问特性分析:** CXL.mem 路径支持字节寻址, 提供低延迟的数据访问, 但大型数据访问会导致其性能降级。CXL.io 路径为块数据路径, 性能相对稳定但访问延迟高。
- **协同的双路数据访问文件系统架构:** 在文件系统中透明地主动利用 CXL.mem 路径去处理所有的元数据操作与事务性操作, 使用 CXL.mem 和 CXL.io 路径去协同处理文件数据操作。

- **实验效果**: 比起 SOTA 和相关的产品级文件系统, 该文件系统在广泛的负载评估下实现了至多 14.24 倍的性能提升。
- **已有成果**: 实现了约 14000 行代码的文件系统原型和约 3000 行代码的 CXL-SSD 模拟器。论文已发表在 SoCC24。

WSBuffer: 利用高带宽存储性能强化 buffered I/O 访问模式性能 (国家重点研发计划 No.2024YFB4505105)

- **最小化缓存的高效数据访问机制**: 使用 memory 去部分地缓存对 SSD 不友好的写入, 并将对 SSD 友好的写入直接发送到 SSDs 去主动利用 SSD 带宽, 并让 page cache 专用于执行高效的读处理, 与此同时实现了一种低成本的数据一致性机制。
- **机会主义的两阶段 dirty-page flushing**: 在第一阶段执行大型读取去填充未满载的 WSBuffer 页面, 在第二阶段执行大型写入去将已满的 WSBuffer 页面写回 SSD, 并实现了高可扩展性的基于 SSD 带宽感知的机会性 page flushing。
- **并发的页管理机制**: 针对传统 page cache 中自由页插入, 干净页删除, 和脏页状态维护等操作导致的高锁竞争开销问题, 引入了一种并发页管理机制去分别管理 page cache 和 WSBuffer, 显著减少了锁竞争。
- **实验效果**: 比起 SOTA 和相关的产品级文件系统, 该文件系统在 4KB 小 I/O 上实现了至多 82.80 倍的性能提升; 在 4MB 的大 I/O 上实现了至多 3.89 倍的性能提升, 并节省了 91.1% 的内存使用。在高内存压力下, 实现了至多 2.16 倍的性能提升。
- **当前进展**: 已在 Linux 6.8 的 XFS 中实现了 WSBuffer 架构, 核心代码量超 5000 行, 已投稿 FAST26, 计划开源。

AIS: 一种最大化固态硬盘内部缓存恢复的主动空闲调度器 (国家自然科学基金 No.61821003)

- **固态硬盘缓存耗尽性能降级模型**: 分析了固态硬盘因内部缓存耗尽而导致的性能降级问题, 并建立了缓存恢复模型。经过测试验证, 该模型可以很好地用于三星, 西数和铠侠等主流 SSD 厂商的多款 SSD。
- **主动空闲调度器**: 在该模型的基础上设计了一个 SSD 性能降级预测器, 并实现了一个块层调度器去通过预测器信息来动态调整 SSD 负载, 从而缓解 SSD 性能降级问题。
- **实验效果**: 在真实世界的云存储 trace 下, 该调度器分别改善了 SSD 的平均 I/O 延迟和尾延迟至多 29.3% 和 78.7%。比起相关的 SOTA 调度器, 该调度器在 LevelDB 和图计算应用上提升了至多 51.9% 的应用程序性能。
- **已有成果**: 实现了主动空闲调度器和一个自动化的 SSD 模型特征参数提取工具。论文已发表在 TACO24。

ZB 级海量冷数据存储架构及高效存储管理系统 (国家重点研发计划 No.2024YFB4505105)

- **面向 ZB 级海量冷数据的存储系统架构**: 面向海量冷数据场景, 设计了一种跨 DRAM-SSD-HDD-光盘的多层数据存储架构。该架构支持高效的海量数据批量归集与重建, 并具备高能效率。
- **批量文件处理机制**: 针对大量小文件归档时昂贵的小型随机元数据 I/O 问题, 设计了并行批量文件处理机制, 绕过慢速的标准 POSIX 串行接口, 引入一种并行访问接口来批量处理元数据和文件数据, 用于批量文件管理与迁移。
- **快速的文件归集重建机制**: 面向大规模存储系统归集与重建场景, 在批量文件处理机制的基础上, 扫描具备新型数据布局格式的光盘上的元数据区域和相应的重建提示信息来一次性重建整个目录树和相应的文件索引。

竞赛奖项

第五届中国大学生程序设计竞赛(CCPC)湘潭赛站 **银牌**

第五届中国大学生程序设计竞赛(CCPC)秦皇岛站 **铜牌**

第四十三届国际大学生程序设计竞赛(ICPC)亚洲区域赛青岛赛区 **铜牌**

第四十五届国际大学生程序设计竞赛(ICPC)亚洲区域赛昆明赛区 **铜牌**

第十届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛 C/C++A 组 全国总决赛 **二等奖 (1.5%)**

第十届蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛湖北赛区 C/C++ A 组 **一等奖 (10%)**

第八届 ASC 世界大学生超级计算机竞赛 **二等奖**

CCF 计算机软件能力认证(CSP) **364 分 (全国前 1.07%)**

研究兴趣

挖掘高带宽 SSD 对存储系统带来的变革与机会 (PCIe5.0 / PCIe6.0 SSD)

探索新型存储器如何强化现有存储系统 (NVM/PM, CXL-SSD, ZNS-SSD, 光存储技术)

构建下一代存储系统 (架构与性能指标评价体系, AI for System 与应用场景定制优化, 能耗控制, 数据管理, 安全性与可靠性)