

2021 年 华为 CCF 胡杨林基金
存储领域专项
申报方向与课题

华为 CCF 胡杨林基金信息存储技术委员会

二零二一年十二月十一日

跨源、跨地域的非结构化数据管理技术

项目背景

大量散布在不同数据中心、混合云的非结构化数据构成的数据孤岛造成数据难以高效管理，已经成为充分利用数据价值最大的障碍。支持跨边缘、中心、云的全局命名空间技术，能够将任意数量，源自任意厂商设备的结构化数据整合到统一的全局名字空间里。这包括同构或异构厂商的 NAS 存储、对象存储或云存储。在全局名字空间下，可以完成对数据的统一管理，根据冷热识别智能放置数据来优化资源配置。按照业务需求流动数据到靠近计算资源来加速发挥数据价值，达到数据全局可见，全局可用。此方向针对跨源、跨地域的非结构化数据管理技术，研究内容包含但不限于以下方向：

研究内容

方向一：快速发现某站点数据变化，按策略同步到其余各站点。

高效检测和发布数据变化事件，实时保持全局数据视图在各个地域之间的同步。数据按策略同步，包括实时，定时，按需和基于业务智能分析与预测的同步。最大化利用广域网可用同步带宽，高效完成数据同步。

方向二：高效搜索和查找。

基于非结构化全局名字空间的元数据提供用户可定制化的数据检索与查询服务，以及对满足条件的数据提供高效的数据访问的能力。

方向三：数据访问特征监控，根据识别的冷热信息和关联度特征优化存储资源配置。

跨源、跨地域全局负载特征采集，全局可见即可得的负载特征视图呈现。基于冷热度、顺序度、聚合度等信息，挖掘数据之间的关联关系，在不同成本存储设备间的数据流动来优化资源配置，提高性能降低成本。

方向四：全局文件共享锁

多站点数据存在同时读写访问操作，站点协同能力非常重要，在跨广域网场景如何锁机制保证分布式场景数据一致性。此外，锁粒度也是重要因素之一，需要考虑在不影响性能的前提下降低锁冲突。

面向新型云化应用的数据保护技术

项目背景：

随着虚拟化、容器、分布式数据库和大数据 Hadoop 等新型云化应用的广泛进入生产系统，针对数据保护遇到 RPO、RTO 和成本等强有力的挑战。如海量数据 10PB 甚至 100PB 大数据系统如 Hadoop，如何高效备份恢复？如何构建分布式全局重删机制构筑百 PB 甚至 EB 级的重删域。

随着勒索病毒全球泛滥，针对新型云化应用的勒索攻击持续增强，进一步提升防勒索病毒检测的实时性和准确性越来越重要

研究内容：

方向一：当前容器、大数据或者分布式库都是基于快照技术获取数据副本或者增量数据，当数据规模达到百 PB 甚至 EB 后，传统快照备份技术很难满足业务诉求，是否存在实时或者准

实时的流式获取技术，实现高效备份或者归档。

方向二：百 PB 甚至 EB 级分布式全局重删技术，包含根据数据特征的多层次切片、多层次分布式查重和跨节点索引高效查询技术，达到更好的数据读写性能和重删率。

方式三：针对容器、大数据 hadoop 和分布式数据库(以 MYSQL 为基础) 的数据特征压缩算法，进一步提升大容量数据下的压缩率。

方式四：采用 GZIP 已经压缩后的数据，周期性全量备份的重删率提升技术：经过 GZIP 压缩数据，改变了应用原始的数据布局，造成了数据改变量远大于原始数据的改变量，影响了数据重删率。

方向五：面向容器、大数据或者分布式库等信息应用或者应用场景的勒索病毒实时检测；

混合数据处理引擎的缓存调度技术

项目背景

在大规模的分布式应用系统中,缓存是必不可少的一部分。把热数据存储到离应用近的位置、更快的介质,可大幅提升访问速度。大数据、AI 等新型分布式数据引擎有比较明确的数据访问预知性,配合计算框架做应用感知的动态缓存策略,达到比传统技术更好的缓存效果,是一个值得探索的方向。同时,能在独立缓存集群上支持高效的算子下推。

研究内容

方向一：研究分析主流数据引擎（Spark、TensorFlow、Caffe 等）的数据访问流程，抽象出分布式系统下多种数据引擎的缓存层加载策略，提高缓存命中率，可应用于主流的分布式大数据/AI/数据仓库平台。

方向二：研究多任务运行时的跨节点动态缓存调度，缩短本地缓存数驻留时间、减少无效缓存，达到缓存空间和网络带宽资源的极致有效使用率。充分考虑本地缓存和独立缓存集群的配合策略，达到性能、总体成本和计算节点故障恢复后的缓存重建效率等因素，并抽象总结出一套可量化的缓存系统效能评估方法。

方向三：探索独立缓存集群的数据布局，在提供高可用前提下高效地支持算子下推，尽可能减少在 NDP 过程中因数据块打散造成的跨节点数据流动。

极致数据缩减算法

项目背景

随着社会信息化程度的不断提高，伴随大数据，云计算，人工智能技术飞速发展，企业对数据的需求呈爆炸式增长。面对如此庞大的数据量，给数据存储管理带来了巨大压力。如何提高存储空间利用率，以有限的存储容量满足飞速增长的存储需求是众多存储厂商面对的首要问题。

当前数据缩减技术主要有无损压缩、有损压缩、重复数据删除、相似数据删除等实现方式。高缩减率的算法带来更高的算力要求，单从存储系统本身处理器已经无法满足性能诉求，我们需要设计新的高压缩率算法或者基于已有的算法优化提升性能。

研究内容

方向一：基于已有理论（分布式语义编码理论、AI 逼近论等）及新的理论体系，探索无损压缩算法和有损压缩算法的理论极限。

方向二：探索已压缩过的非结构化数据数据缩减理论体系（如语义压缩），包括无损和有损缩减，质量评估标准等。

方向三：探索基于 AI 的智能无损压缩算法，数据缩减率较传统数据缩减算法能有大幅提升。

方向四：通过理论创新、算法优化、硬件卸载等多种方法，探索基于预测类压缩算法的工程化实现。

新型介质存算一体基础研究

项目背景

长期以来，计算机技术的发展围绕着“冯·诺依曼”计算架构。然而在大数据时代下，该架构的性能瓶颈日益凸显，难以支撑高性能计算的长久发展。一是因为计算逻辑器件——CMOS 晶体管的尺寸微缩已接近物理极限，其计算性能难以继续提升，功耗问题日渐严峻；二是架构中计算与存储的分离导致了频繁的数据搬移，造成了高延时和高能耗，且计算性能与存储性能的不平衡发展进一步限制了计算系统的整体性能提升。

突破以上性能瓶颈的关键途径是发展高性能、低功耗的新型逻辑器件与存储-计算融合的新存储/计算架构理论及技术。近年来出现了以相变存储器、阻变存储器、忆阻器等为代表的新型非易失存储器，在各方面都初步展示了性能优势，有望成为新一代逻辑器件。其中，直接在非易失存储器内执行计算功能的存算一体技术（processing-in-memory, PIM）是实现以数据为中心的近数据处理、进而突破冯·诺依曼架构瓶颈的强有力竞争者。

研究内容

面向大数据应用场景，实现信息计算理论与技术革新，设计高效低功耗的存算一体架构，探索存算一体技术行业发展标准与软件-编译器-硬件的协同设计原则。具体可从介质层、系统层、应用层，及层与层之间的衔接等方面进行研究。

介质层：

1. 新型信息计算理论研究与介质组合实现，拓宽存算一体介质的数据处理能力，探索设备内的基础控制逻辑与对外接口；

系统层：

1. 进行高并行微架构与数据处理流程研究，提高系统级并行处理能力；
2. 扩展基于存算一体的指令集设计与编译，推进存储系统的对接和使用；
3. 异构系统中的计算资源调度与互联研究，利用存算一体加速现有应用；

应用层：

1. 软件与硬件接口设计和定义，制定计算型存储的行业标准；

2. 研究算法与数据结构改动和创新，更原生的设计和发挥存算一体效能；
3. 进行更多存算一体高价值应用场景的拓展，更好发挥存算一体技术的市场价值；

高可靠存储编码技术

项目背景

数据存储已成为数位生活不可或缺的需求之一，面向海量数据，高效且可靠的数据中心一直是存储产品的核心价值。相较原数据备份，纠删编码利用代数特性，可同时减少冗余磁盘的开销也保证数据的可靠性。然而面向大规模数据场景，纠删编码虽透过扩大条带来减少冗余比，但也带来算力开销大、内存需求大、修复带宽占用等问题。

研究内容

数据保护是数字化时代的关键技术。近年来随着物联网的高速发展，数据量暴增造成然而随着数据量暴增，数据保护带来的成本开销也成为大规模数据中心的关键瓶颈。此方向针对大规模数据场景，探索前沿资料保护技术，目标缩减数据保护成本，提升存储速率，包含但不限于以下子方向：

方向一：大规模存储纠删编码

跨数据中心纠删码，避免数据受地域性的资源或天灾影响而造成遗失或是暂停服务，同时降低数据保护的冗余与传输开销。

方向二：超高速可靠 EC：

搭建在高速介质的存储纠删编码，目标是降低备份方案冗余、编码延迟可匹配内存 IO 速度、且编码构造通用多种比例。

方向三：联合压缩/重删/纠错/纠删编码

拉通编码隔阂，实现大一统数据处理算法，同时缩减原数据并提高存储高可靠，极致系统数据吞吐量。