



CCF-蚂蚁科研基金 数据库实验室专项

2023年申报课题介绍

1. 分布式数据库系统中自适应的索引推荐算法

项目背景描述

OceanBase 数据库作为分布式数据库领域的先行者和领导者，在同一个分布式数据库上能同时支持 OLTP 和 OLAP 两种负载场景，避免了在传统架构中在线与离线数据库之间大量的数据传输。在目前分布式数据库使用中，一些经验欠佳的用户可能会建立很多的索引，然而其中大部分的索引在实际中并没有被使用，但这些索引占用了存储和计算资源。因此研究如何根据分布式数据库的 OLTP 和 OLAP 工作负载以及历史索引使用信息等，利用机器学习技术，对候选索引进行选择，自动进行索引推荐是非常有必要的。

此外，作为分布式 HTAP 数据库，OceanBase 支持局部索引、全局索引，也支持行存索引、列存索引，智能推荐系统需要充分考虑这些不同类型的索引和表分区类型给予最优的推荐。

项目价值描述

技术价值

- 1) 在分布式数据库中探索并提出一种自适应的动态索引推荐策略。
- 2) 使用较少的索引标注和候选索引，实现优质的索引推荐结果。

业务价值

- 1) 提升 OceanBase 的索引质量，减少不必要的空间开销。
- 2) 提升 OceanBase 的单机和分布式查询性能，降低查询响应时间。

预计的产出

- 1) 自适应的索引推荐原型系统，其中数据达百亿级规模、索引达千级或万级规模。



2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。

3) 申请专利 1 件以上。



2. 基于机器学习的分布式数据库自动诊断调优机制研究

项目背景描述

作为分布式数据库，OceanBase 数据库的运维比单机数据库更为复杂，要想使其高效使用并发挥最大效用，需要 DBA 考虑更多因素来调优。随着云服务的快速拓展，我们的客户越来越多，可管理性难题也变得越来越突出，我们需要系统化的方法来解决这一问题。近年来人工智能（AI）技术的广泛应用，借鉴 AI 技术以实现数据库的自优化、自诊断，也成为了一个热门的研究方向，并开始逐步在商业数据库和云服务厂商中初步落地。

性能诊断调优是指，当数据库运行过程中，遇到突发的性能下降，智能诊断系统需要能够根据运行时诊断数据，自动定位问题根源，并提供解决建议。

OceanBase 将提供丰富的运行时诊断数据，用于该课题的研究。

项目价值描述

技术价值

- 1) 面向分布式数据库自动诊断调优的特征提取与建模。
- 2) 面向分布式数据库自动诊断调优的 AI 模型与技术。

业务价值

- 1) 减少 OceanBase 数据库的运行故障和堵塞。
- 2) 提升 OceanBase 产品的自治能力。

预计的产出

- 1) 基于机器学习的百亿级分布式数据库自动诊断调优原型系统。
- 2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。
- 3) 申请专利 1 件以上。



3. 基于 OceanBase 的多模态 HTAP 存储引擎及其查询机制研究

项目背景描述

OceanBase 作为一款多模态数据库系统，可以在单个数据库系统中支持非结构化和结构化数据在内的多种数据类型，能实现结构化、半结构化和非结构化数据的统一管理，该特性在金融、互联网、电信、交通等行业数据查询分析和事务处理中拥有广泛前景。本课题将研究多模态 HTAP 存储引擎特性，并提出一种成本低廉且易管理的多模态 HTAP 存储引擎，支持包括关系、键值、对象等 3 种以上的数据模型，以实现不同数据模型的统一混合高效事务和分析操作。

项目价值描述

技术价值

- 1) 在 OceanBase 数据库系统中探索并提出一种成本低廉且易管理的多模态 HTAP 存储引擎。
- 2) 在此多模态 HTAP 存储引擎之上，设计并实现一体化的高效查询算法。
- 3) 针对某一具体行业数据发布相应的基准（Benchmark）可以用于性能测试及推广应用。

业务价值

- 1) 提升 OceanBase 的多模态 HTAP 存储能力，减少存储开销。
- 2) 提升 OceanBase 的多模态 HTAP 查询性能，降低查询响应时间。

预计的产出

- 1) 基于 OceanBase 的多模态 HTAP 存储引擎及其查询原型系统。
- 2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。
- 3) 申请专利 1 件以上。



4. 新型硬件驱动的分布式数据库高性能存储引擎设计与优化

项目背景描述

这些年来以 Intel AEP 为代表的非易失性存储介质的开始逐渐落地, 数据库系统也需要开始认真关注并思考如何能够利用和适配新存储介质的优势, 大幅提升自身性能。尤其对于 OceanBase 为代表的基于 LSM-Tree 的分布式数据库来说, 对于新存储介质的应用不仅仅是使用而已, 还需要深入改造部分存储结构以及内部调度策略来最大化应用新硬件特征。本课题的研究目标是研究基于新介质的 LSM-Tree 存储系统优化方案。

项目价值描述

业务价值: 为蚂蚁内部 OceanBase 存储后续演进深入探索, 进一步提升成本优势以及性能。

技术价值: 新存储介质已经开始逐步落地, 随后会逐步发展成熟, 数据库需要先前期铺垫技术积累以及原型验证。

预计的产出

- 1) 新型硬件驱动的分布式数据库高性能存储引擎原型系统。
- 2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。
- 3) 申请专利 1 件以上。



5. Sky Computing 中跨多云的基于 RDMA 的分布式事务处理机制

项目背景描述

目前我们即将从云计算时代过渡到“天空计算”（Sky Computing）时代。OceanBase 作为一种无共享(shared nothing)数据库，采用两阶段提交协议实现跨机分布式事务。每次事务的执行中涉及多次网络交互，在传统架构下事务缺乏可扩展性：随着一个事务访问的节点数增多，其性能将显著下降。本课题的研究目标是基于 RDMA 技术优化天空计算中跨多云的分布式事务性能，其中同一云数据中心采用 RDMA 协议而不同云数据中心则采用 TCP/IP 协议。特别是，针对两阶段锁算法的不同变体如 No Wait、Wait Die、Wound Wait 等，这些算法在不同负载场景下会有不同的表现。因此我们需要利用 RDMA 实现这些不同的两阶段锁算法变体，分析这些变体适用的场景，并根据场景利用 RDMA 自适应地在三个变体中进行切换，从而提高分布式系统下事务的可扩展性。并且实现在跨数据中心异构网络下基于 RDMA 优化分布式事务处理，减少事务延迟，以满足现实业务场景的需要。

项目价值描述

技术价值

- 1) 在 OceanBase 中进行结合 RDMA 技术的新型并发控制协议设计。
- 2) 研究 RDMA 技术下的分布式事务处理，实现基于 RDMA 技术的 2PC 算法。

业务价值

- 1) 提升 OceanBase 的跨多云分布式事务处理性能。
- 2) 减少 OceanBase 的跨多云事务处理延迟。

预计的产出

- 1) 天空计算中跨多云的基于 RDMA 的分布式事务处理原型系统。
- 2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。
- 3) 申请专利 1 件以上。



6. 面向公有云 Serverless 的弹性调度机制的设计与优化

项目背景描述

OceanBase 是一个面向多云设计的分布式数据库，云计算也在向基础设施无感方向演进。为了尽量做到基础设施无感，一个常见的做法是 Serverless，使用者无需关心底层使用的计算和存储资源，按需使用，由底层的云数据库来实现按需弹性伸缩。这里面既涉及到整个分布式数据库集群的弹性伸缩，又涉及到单个分布式数据库内部的负载均衡。本研究的目的是设计一个针对公有云 shared nothing 架构数据库的负载均衡机制，同时考虑分布式数据库的弹性伸缩以及分布式数据库内部多个节点之间的负载均衡，从而对用户做到真正按需使用。

项目价值描述

技术价值

- 1) 公有云环境分布式数据库的弹性伸缩算法。
- 2) 公有云环境分布式数据库内部多节点负载均衡算法。

业务价值

- 1) 通过优化弹性伸缩算法来提高机器资源利用率。
- 2) 实现分布式数据库在公有云上的 Serverless。

预计的产出

- 1) 面向公有云 Serverless 的弹性调度机制的原型系统。
- 2) 产出 CCF-A 类论文 1 篇。
- 3) 申请专利 1 件以上。