

CCF_阿里云瑶池科研基金

2024 年申报课题介绍

目录

1. 基于 CXL 技术的云原生数据库架构设计与优化.....	2
2. 软硬结合数据库探索	5
3. 基于大模型的数据库智能化与自治化.....	7
4. 面向车联网的海量多模数据管理	9
5. 数据库测试技术研究	11
6. 面向海量租户的云原生数据库关键技术研究.....	13
7. 分析型数据库多租弹性与实时计算负载架构设计与优化.....	16
8. 数据库安全保护及运维调度稳定性与效率优化研究.....	18

1. 基于 CXL 技术的云原生数据库架构设计与优化

🚩 课题题目:

基于 CXL 技术的云原生数据库架构设计与优化

🚩 背景:

以 PolarDB 为代表的云原生数据库具备资源池化、资源解耦的架构特点；为了承接在线事务负载，在资源解耦架构下资源间的高速互联与通信机制对于云原生数据库的性能至关重要。CXL (Compute Express Link) 是一个在 PCIe (Peripheral component interconnect express) 基础上衍生出来的崭新的通用高速互联标准。通过 CXL Controller 和 CXL Switch 可以将 CPU 和内存、存储及网络接口联通起来。相比 PCIe Switch 有高带宽，低延迟，保证一致性写等优势。它提供了以下技术使用场景：

- 内存扩展和共享：CXL 支持内存的透明扩展和共享，这使得多个处理器可以高效地共享一个大型内存池。这对于运行内存需求特别大的应用程序，如大规模数据库和实时大数据分析，非常有利。
- 多节点架构优化：CXL 能够优化多节点系统架构中的数据一致性和访问延迟问题，适用于需要快速数据同步的应用场景。
- 异构计算优化：随着计算需求的多样化，异构计算（结合使用 CPU、GPU、FPGA 等不同类型的处理器）变得越来越重要。CXL 可以进一步优化这些不同计算资源之间的数据共享和任务分配，提高整体系统的效率和性能。

在这个前提下，利用 CXL 高速互联技术，跨机一致性交互等能力很自然的成为数据库架构演进的一个探索重点。目前不管在工业界还是学术界都缺乏在 CXL2.0/3.0 上构建系统的探索，但是阿里云数据库在这个方面有一定的先发优势，阿里云联合业内一些顶尖硬件厂商能

够提供业内最先进的 CXL Switch 等硬件进行研究。

目标:

目前 CXL 的兴起对基于多机高速互联的分布式存储以及共享内存池的设计, 和基于共享内存池的数据库多写技术带来了更多机遇和挑战。在利用 CXL 的新硬件特性时, 我们还面临以下技术问题需要解决:

- 内存层次性优化: CXL 支持多级内存结构, 允许数据库系统更有效地管理不同延迟的内存 (如 DRAM 和 CXL 内存)。需要探索有效的机制和算法来提升不同内存使用效率, 减少访问延迟, 从而提高查询响应时间和事务处理速度。
- 提升跨机数据一致性和共享效率: 在 Share-Everything 数据库环境中, 通过 CXL 保证不同节点间内存的数据共享和一致性, 提高系统的整体性能。利用 CXL 2.0/3.0 内存共享的特性和物理性能, 重新设计分布式锁、事务管理等跨机数据交互机制, 实现跨节点的并发控制和事务管理, 从而实现更加高效的多写数据库, 大幅提升当前的冲突场景下的行级多写性能。
- 基于 CXL 高效互联, 以及内存扩展构建的分布式内存集群对复杂查询能力的提升。在三层分离架构下, 充分利用 CXL 构建的分布式内存集群的大量内存资源和计算能力, 起来, 进行分布式查询加速和计算下推。

研究内容:

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容:

- 基于 CXL 的跨机数据一致性和高效共享的研究。
- 充分利用内存扩展带来的分布式内存集群进行高效分布式查询和计算下推的研究。

- 基于 CXL SSD 互联对分布式数据库存储影响的应用研究。
- 基于 CXL controller 的高效内存压缩 (in-memory streaming compression) 的研究。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

2. 软硬结合数据库探索

🚦 课题题目:

软硬结合数据库探索

🚦 背景:

硬件设计的发展催生出一批性能更高、经济性更优、功能更丰富的专用新硬件，比如 GPU，DPU，FPGA，PMem，PIM、SmartSSD 等。这些软件和这些新硬件相结合往往对市场主流的计算机硬件表现出代际差异的优势，这些优势体现在性能，性价比和特性支持上。云原生数据库（如 PolarDB、AnalyticDB、Lindorm 等）积极通过软硬件协同设计提升数据库性能。这些专用硬件往往有三个特点：（1）尚在市场规模应用的早期阶段，还未成为主流商业数据库的主流硬件；（2）新硬件支持的新特性往往需要有软件的配合设计，所以数据库系统并不能通过透明升级的方式直接深度享受新硬件的价值提升；（3）新硬件的使用并没有标准化的解决方案，甚至新硬件本身没有标准化的实现方式。

🚦 目标:

数据库系统作为软件系统，对性能有严苛的要求，所以常常绕过操作系统的优化，直接操控系统底层的资源。数据库系统需要软硬件结合的一体化设计，才能利用新硬件的优势，加速数据库系统的运行。本项目旨在推进对软硬结合的数据库系统设计，提升现有数据库业务的性能，性价比和功能差异化。阿里云将提供研发所需的 GPU、DPU、PMem 等硬件或提供模拟环境进行科研探索：

- 充分利用 GPU 硬件特性的高性能数据库系统，需要从数据布局、算子设计到查询处理和优化等方面进行底层的重新设计，例如在向量检索场景中，阿里云 AnalyticDB

(ADB) 数据库提供了性能优异的标量向量融合查询能力，其中的核心技术近似最近搜索 (ANNS) 已有相对成熟的算法和实现，然而，若只是单纯调整或优化已有的图结构以适应 GPU 的使用具有明显的局限性。有效地设计适合于 GPU 架构的具有高效构建和搜索的邻近图成为关键挑战。

- FPGA 和 ASIC 提供了可编程和并行处理能力，可以针对特定的压缩算法进行硬件级别的优化。如云原生分布式数据库 PolarDB 中广泛应用的 SmartSSD 可以基于 FPGA 和 ASIC 在数据未离开存储设备的情况下进行加密和压缩。由于内部的处理器和存储资源的限制，如何用有限制的资源实现数据库中的算子成为技术成功落地的关键。
- 现有数据库系统中广泛应用的数据结构，如 B+树和哈希表，是为传统的 DRAM 和存储设备构建的，在时间复杂度、访问模式、并发和持久化方面可能并不完全适合引入新硬件（如 PMem、PIM 等）的新型存储体系。因此，一个重要的研究问题是如何对现有数据结构和访问模式进行适配和改进，以实现高效的数据访问和操作。

研究内容：

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容：

- 基于可编程硬件的数据库架构演进。
- 基于 GPU（或 DPU）的数据库算子优化技术。
- 基于新硬件的数据压缩和解密技术。
- 针对新存储硬件的数据结构和访问模式优化。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

3. 基于大模型的数据库智能化与自治化

🚩 课题题目:

基于大模型的数据库智能化与自治化

🚩 背景:

随着日益复杂的应用环境、多样化的用户需求、加速的技术迭代，传统的基于专家经验、领域小模型的技术与方法，表现出数据认知能力有限、表达方式单一等局限，无法满足大规模复杂数据库系统的自动管理、优化与运维需求。特别对云环境下的数据库系统，其智能化、自治化管理成为了当前数据管理领域的重要问题，例如阿里云数据管理平台 DMS 提供一站式的智能管理体验，帮助用户更好使用和管理数据库实例。

随着以生成式语言模型为代表的大模型技术飞速发展，机器理解千行百业的数据、业务和复杂用户意图成为可能，大模型加持下的 Agent 技术进一步使得复杂交互环境下的认知决策成为可能，为数据库系统的智能与自治化的管理、运维、巡检带来全新机遇。但在面对专业领域的深层次问题时仍存在挑战：一、专业领域知识的全面覆盖和知识积累的持续学习能力有待进一步提高，二、对专业领域问题的准确理解和深度推理期待更强的表现。一个辅助手段是利用结构化与半结构化数据进一步提升行业大模型的能力。例如，大模型结合知识图谱，支持结构化/半结构化的语义知识库，以符号形式描述物理世界中的概念及其相互关系。具体的，将数据库中的异常对象视为实体，运用知识图谱中挖掘的因果关系，来解决数据库异常的根本定位问题和诊断等问题。

🚩 目标:

本项目拟围绕基于大模型的大型数据库系统的智能与自治管理开展研究，同时研究结构化数

据增强的行业大模型的关键技术，利用领域知识、理解用户复杂意图、结合符号系统与连接主义，在阿里云数据管理平台 DMS 的典型场景中，提升数据库系统的智能化与自治化水平，释放数据库对于大模型的商业价值。例如：

- 在基础的 RAG 流程中，通过结合数据库元数据（如数据库中表的 Schema 信息、历史查询记录、业务领域知识等），准确生成查询语句，做查询重写与查询计划优化。
- 针对云数据库的多样化旋钮、异构化索引、大规模搜索空间，以及工作负载变化快等问题，通过大模型能力理解、分析和归纳用户需要解决的问题，对云数据库进行问题排查和自动诊断，优化参数配置，构建推理和任务分解。
- 为进一步提高性能，协同研究大小模型的跨任务协作问题的多 Agent 机制，基于局部信息通过合作作出最佳决策。设计架构使 Agent 感知环境、决策、学习和行动。
- 设计高质量指令数据，对模型进行微调，获得垂直领域内性能超越业界领先通用模型的专业模型。包括提高数据广度和深度，确保指令数据全面覆盖专业领域，涵盖从基础到高级的知识，提高数据准确度，对齐模型在实际应用中的需求，消除模型幻觉。

研究内容：

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容：

- 基于 Agent 的复杂数据库查询语句的生成和优化。
- 基于大模型的数据库参数调优。
- 基于大模型的数据库异常诊断。
- 面向数据管理的大小模型协同机制研究。
- 基于高质量指令数据生成的垂直领域大模型微调和优化。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

4. 面向车联网的海量多模数据管理

🚦 课题题目:

面向车联网的海量多模数据管理

🚦 背景:

近年来,随着 5G 技术和各种传感设备的不断普及,大量新能源网联汽车在行驶过程中产生了海量规模的多模态数据(如信号、图片、视频、文本、时空轨迹等),新一代的云原生数据库为了应对此类场景,逐渐衍生出一系列多模数据融合处理能力(如阿里云 Lindorm 多模数据库)。然而如何高效地存储和利用这些数据,以提升车辆的数据化、自动化和智能化水平,仍面临以下几个主要挑战:

- **海量时序数据高压压缩:**一辆智能汽车会集成上千个传感器,生成数千至上万的信号指标,其采集频率也正在从秒级迈向毫秒级,使得企业需要处理的车机信号数据的规模达到 PB 级,如何通过高压压缩算法,低成本地存储这些数据是数据库系统面临的一大挑战。
- **多模态数据检索:**车联网场景下存在大量的多模态数据,比如结构化的车辆状态,半结构化的车机信号,非结构化的图片视频日志,企业往往需要对这些数据做融合的多模态检索,可能涉及图片相似性、车辆状态条件、车机信号值过滤等多种维度,常见数据库一般被设计为擅长处理一类数据的查询检索,如何高效处理多模态数据的融合检索是多模数据库研究的一个关键技术。
- **大宽表数据高性能分析:**对车辆传感器信号数据做分析计算,是车联网数据价值挖掘的主要方式。在通用技术方案中,一般采用类似 Parquet/ORC 的列式存储和类似 spark 的分布式计算框架,而这些数据本身具有稀疏、动态、大宽表的突出特征,通用的存储结构和计算技术并未很好抓住该特征做设计,从而显得不够高效,使得计算成本居高不下

下，再结合数据价值密度低，一定程度上制约了车企数据应用的发展。

- 多模数据的 AI 处理：如何利用数据提升汽车的智能化水平，是企业重点关注的需求之一，也是数据库系统的重点发展方向，如何利用大模型+海量多模数据，实现车辆状况智能问答、车辆故障智能预测等能力，是值得研究的课题。

目标：

- 适用于车机时序数据的高压缩算法，其充分发挥车机信号数据的特征，压缩效果相比现有算法能有显著提升，可结合机器学习、GPU 等技术。
- 高性能的标量、全文、向量混合检索技术研究，包括面向该场景的数据库优化器、执行器能力创新和多路召回算法研究。
- 高性能列存数据格式研究，在车联网大宽表场景，其数据分析计算的效率相比 Parquet、ORC 等业界标准格式有显著提升。
- 面向车联网场景的模型算法优化，针对车辆状况智能问答、车辆故障智能预测等实际场景，优化算法，提升效果。

研究内容：

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容：

- 结合机器学习的车联网数据压缩研究。
- 海量多模数据的高性能融合检索技术。
- 面向车联网数据分析的列存格式研究。
- 针对车联网场景的 AI 算法研究。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

5. 数据库测试技术研究

🚦 课题题目:

数据库测试技术研究

🚦 背景:

阿里云数据库拥有 RDS、PolarDB、ADB、NoSQL 等多类数据库产品，管理着海量的云数据库实例，测试是保障数据库产品质量及稳定性不可或缺的角色。传统测试主要依靠测试开发人员手动提升测试覆盖率，无法适应快速变化的软件迭代以及 cloud-scale 的规模。自动化及智能化测试技术可以有效提升效率，不过需要解决以下三个问题：

- 如何有效构造少量的关键业务场景，同时能适配、应对海量客户、海量业务场景的多样化问题，提前发现相应场景可能遭遇的数据库缺陷、数据库运行的效率问题，以更好的服务好多样化的用户需求。
- 如何在同时服务多个不同数据库、多种不同接口协议的情况下，通过自动化系统来快速地适配、高效增加代码覆盖能力，提升多个不同产品的测试覆盖能力。
- 易用的抽象及框架，快速迁移存量用例、提升用例重现能力，以协助研发更高效的定位产品缺陷。

🚦 目标:

- 探索适用于数据库的测试数据、负载、场景的规模化生成方法。
- 研究数据库系统测试覆盖度及质量系统性评估的方法，能基于可观测数据及源代码自动化进行评估及校正。
- 构建可运行的下一代测试系统原型，规模化提升测试覆盖度、精度及发现产品缺陷。

研究内容:

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容:

- 基于 SQL 查询分析的自动化测试用例生成。
- 基于模糊测试的数据库测试覆盖度提升。
- 测试覆盖度评估及数据库测试用例生成。
- 基于可观测数据的智能化测试及场景重现。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

6. 面向海量租户的云原生数据库关键技术研究

🚩 课题题目:

面向海量租户的云原生数据库关键技术研究

🚩 背景:

近年来云服务技术的普及和发展推动了计算机应用云端化的进程。云服务开箱即用、按需计费、弹性伸缩等特性为数据库系统领域也带来了全新的发展机遇，越来越多的本地部署的数据库系统已经向云端迁移。云数据库的发展已经从云托管数据库(Cloud-Hosted Database)进化到云原生数据库(Cloud-Native Database)阶段，充分高效利用大规模云计算资源池对数据库架构进行重构，改变了数据库形态，部署模式和计价方式，深刻影响了数据库的技术革新和市场生态。

云原生数据库系统旨在利用不同类型云基础服务独立伸缩的特点，将原本耦合的计算、存储资源进行解耦，使用云的资源池以达到独立弹性的目的，计算层负责查询处理、事务管理、并发控制、查询优化等计算密集型工作，由云计算服务支持；存储模块负责处理日志存储、存储管理、备份以及恢复等存储密集型工作，由云存储服务支持。以云原生数据库 PolarDB 为例，其在计算存储分离的基础上，进一步将计算中的 CPU 和内存分离实现三层解耦，CPU 节点成为完全的 Serverless 节点，结合多写技术打破 CPU 和内存的单物理机使用限制。资源的充分解耦与分层，使用不同类型资源池的承载，也使得数据充分聚合存储，有利于通过冷热分层、软硬结合、数据压缩/解压缩技术实现极致低成本，随着云原生技术的不断深入，带来了一些技术挑战：

- 如何利用数据的业务特征、访问模型进行合适的分布和压缩，达到整体成本最低的同时，尽可能不影响访问性能。

- 为进一步提升资源利用率降低成本，云原生数据库提供多租架构实现资源共享。在多租户环境中，不同租户之间需要数据隔离确保安全性；为了保证租户 SLA，需要实现严格的资源隔离和保障机制，确保不同租户负载不会互相影响。
- 应用业务请求的潮汐效应导致访问模式和吞吐量随时间波动剧烈，需要极短时间内对大规模资源进行弹性伸缩，弹性的实时性要求由小时级、分钟级到秒级，资源扩展由事先规划变为即时响应，为增加弹性的实时性的同时降低成本，弹性资源的粒度变得更细，更精确匹配任意幅度的负载变化。
- 内存是数据库最宝贵的系统资源之一，内存利用率的高低直接影响到数据库的性能与成本。对于事务型数据库来说，内存存储缓存数据和事务上下文以及事务处理状态，构建大规模分布式内存池保证数据缓存访问效率和维护数据一致性都带来了巨大的挑战。

目标:

- 数据聚合存储整体压缩技术: 根据不同业务场景的数据特征选取合适的压缩方法，以及不同租户的数据访问模型进行数据冷热分层，在存储资源层设计合适的存储结构放置对应的数据，以及结合带压缩/解压能力的硬件降低综合存储成本，同时对性能影响降到最低。
- 多租户数据安全与资源隔离技术(Multi-Tenant): 面向数据库视角的资源能力模型建设，评估和统计各类资源的消耗。针对数据库资源的隔离和调度策略，用户态的计算资源调度策略，前后台和租户间的 IO 调度限流。针对单进程多租户的安全隔离策略，对计算和存储加密，避免软硬件故障引起的跨租户数据访问。
- 细粒度实时弹性技术(Serverless): 根据应用历史访问数据，预测负载变化，自动匹配资源伸缩规模。利用大规模分离的共享内存池解决弹性后的冷存访问问题，保证实时弹

性后的服务质量。利用内存共享的特性和物理性能，重新设计分布式锁、事务管理等跨机数据交互机制，实现跨节点的并发控制和事务管理，保证跨机弹性扩展后事务处理的一致性和延续性。

研究内容：

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容：

- 基于数据特征和访问模式的数据分层编码和压缩技术研究。
- 云原生数据库的多租户资源共享与隔离技术研究。
- 云原生数据库的负载变化特征预测与实时弹性技术研究。
- 基于分布式共享内存池的分布式事务处理技术研究。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

7. 分析型数据库多租弹性与实时计算负载架构设计与优化

🚦 课题题目:

分析型数据库多租弹性与实时计算负载架构设计与优化

🚦 背景:

云原生数据仓库 AnalyticDB (ADB) 是一种大规模在线分析数据仓库 (OLAP), 提供海量数据实时分析能力。用户实例的 ADB 集群由多个存储节点组成, 同时具备大规模分布式 MPP&BSP 计算能力。用户实例内每种资源角色的节点数量都是由用户购买设定, 在用户直接购买设定资源的模式下存在以下问题:

- 实例的存储规模和计算量都和节点资源线性相关, 导致存算两类资源存在紧耦合, 无法独立扩容。
- 所有用户查询能用到的资源上限等同。而 OLAP 场景实例会有大量突发复杂查询, 这类场景在既定资源规模下无法给用户良好的性能体验。
- OLAP 查询的资源消耗维度很多, 不同查询 pattern 运行时, 实例会表现出不同维度的资源瓶颈 (CPU、磁盘带宽、网络带宽等), 用户很难对资源进行调优。
- 突发业务流量负载下, 实例进行高并发作业, 查询之间出现资源争抢, 容易遇到 OOM (out of memory) 或者性能波动问题。
- 存计分离架构在带来计算灵活弹性和更低成本的同时, 会引入实时计算负载场景下的功能和性能限制, 比如不同场景下的索引支持, 以及基于索引的功能构建。

🚦 目标:

- 在架构上把各个维度的资源进行解耦, 基于对象存储构建按量付费的存储底座, 上层计

算资源任意维度都可动态调节适配复杂的用户查询负载，同时引入服务化的专用硬件（FPGA、GPU）来处理各类专项计算最终提升整体硬件资源的性价比，做到实例内的多租资源隔离和资源分时复用能力，以及以查询为单位按资源（CPU time、Memory usage）使用量计量计费模式。

- 在复杂查询的运行模式上彻底解决让用户设定计算资源的问题，查询适用的资源规模在系统内部闭环解决。让每个用户的查询能使用的资源规模上限得到极大扩展。在突发大查询、并发流量场景下，通过服务化的大规模计算集群解决用户端的性能体验和稳定性问题。做到查询资源自适应优化，用户端无需指定查询并行度和资源规模。
- 该架构下做到计算节点无状态，支持灵活的计算弹性，同时做到数据的实时写入更新删除和基于各类索引的查询能力不受影响，比如向量检索依赖的图索引，实时增量物化视图依赖的 Nested-loop Join, Index Join 等。

研究内容：

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容：

- 多租计算集群分布式任务调度。
- 多租计算集群任务运行资源优化。
- 多租计算集群的单机任务隔离和跨机 CXL 状态共享。
- 存算分离架构下实时写入更新删除负载和索引的技术设计实现。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。

8. 数据库安全保护及运维调度稳定性与效率优化研究

🚩 课题题目:

数据库安全保护及运维调度稳定性与效率优化研究

🚩 背景:

随着云计算技术的日趋成熟，云数据库正承载着越来越多的企业数据与应用，成为企业日常运作不可或缺的基础设施（以阿里云为例，RDS、PolarDB、AnalyticDB、Lindorm 等云原生数据库在云上服务着数十万不同规模的企业级用户）。与此同时，云数据库服务必然需要应对企业用户在安全、稳定、高效等多方面的需求，因而面临着前所未有的挑战。

- 数据安全方面，数据是企业的核心资产，数据库内的数据遭受泄露、滥用和破坏会对企业造成不可估量的损失。在当前主流应用中，数据库的使用和管理链路是十分复杂的，会涉及不同应用（业务程序、运维工具、其他云产品）和人员角色（业务人员、研发人员、运维人员、云服务人员）在不同场景下对数据库的访问。在业务链路复杂化、跨部门数据流通等趋势下，当前的数据库安全技术难以保障数据库内数据的机密性、完整性、隐私性等属性。
- 稳定性方面，云数据库运维系统引入了微服务和异构硬件系统支撑对用户提供的多种数据库引擎服务。在当前云服务的运维体系中，主要通过对数据库和运维软件的运行态进行实时监控保障服务质量，并结合引擎能力、业务负载、部署架构等维度的信息进行综合判断。随着业务引擎能力的多样性发展和软硬件异构部署的复杂化，传统的监控数据异常识别和故障定位能力难以保障数据库运维系统的维护效率和系统稳定性，需要持续投入和关注。
- 资源效率方面，大规模资源调度与管理作为云数据库服务的底座，面临着多维度挑战。

在云环境中,资源具有高度动态性,用户按需调配数据库实例及存储资源,要求调度系统实现快速响应与高效管理。多租户架构下,不同用户对性能和服务等级协议(SLA)有着多样需求,如何平衡各租户间资源分配,确保服务公平性和隔离性,成为一大难题。此外,资源异构特性(即各式硬件与存储设备的共存)对资源的精细化管理和优化利用,也提出了更高要求。

目标:

- 安全:面向云上的复杂环境,探索构建内置原生的数据安全可信能力(例如密态计算、隐私保护等)并提高对应能力的有效性、性能,保障用户数据资产的全方位安全。
- 稳定:面向云数据库运维场景,充分地利用各项数据,提高复杂环境中的可观测性,进行及时准确的时序数据异常检测,实现微服务架构下稳定性问题的快速根因定位。
- 资源:面对云资源弹性需求,预判并即时响应流量变化,自动调整资源,以应对突发性和持续性需求增长;有效平衡资源优化与供应效率,精准预测资源需求以保障服务质量。

研究内容:

本课题相关的研究方向包括但不限于以下内容:

- 密态数据库性能与安全性平衡理论研究。
- 安全计算正确性与鲁棒性验证技术研究。
- 微服务故障传播网络中的根因分析应用研究。
- 时序模型在数据库运维场景的应用研究。
- 云数据库资源需求预测与智能调度策略研究。
- 多租户环境下数据库资源公平性与效率优化研究。

申请人可针对任何一项或多项研究方向提报项目提案。