**研究命题**

|  |  |
| --- | --- |
| **命题方向** | **命题题目** |
| 计算基础架构 | 命题一：多租户、多IO形态下多介质缓存引擎关键技术研究 |
| 命题二：面向P4交换机的内存压缩和扩展机制 |
| 命题三：基于Kubernetes的智能调度算法研究 |
| 命题四：代码智能化技术和大数据项目 |
| 多媒体 | 命题五：面向下一代标准视频编码器的码率控制模型研究 |
| 命题六：实时渲染引擎的光线追踪算法优化 |
| 网络 | 命题七：基于深度特征学习的网络模态弱监督分类和预测 |
| 命题八：基于多径的数据中心网络低时延传输方案 |
| 命题九：基于可编程交换芯片的软硬件协同网关技术研究 |
| 数据中心 | 命题十：面向数据中心的数据湖体系架构与关键技术研究 |
| 命题十一：基于虚拟电厂和需求响应下的数据中心能源与负荷调度研究 |
| 命题十二：数据中心与储能系统融合架构应用研究 |

**命题一：多租户、多IO形态下多介质缓存引擎关键技术研究**

**研究概要描述：**

本项目主要针对腾讯CDN中的核心之一缓存系统。随着接入业务形态的多样化，数量的增长，以及存储介质的发展，单一形态（介质、租赁机制）的缓存引擎已经不能满足需求，需设计一种能自适应多能力介质、多存储需求的缓存引擎。主要面对以下问题：

1. 如何高效度量不同业务的IO、存储容量需求；
2. 如何建立多容量、多业务自适应的高效缓存淘汰算法；
3. 如何有效隔离多个业务之间的交叉影响，并充分利用资源；
4. 如何建立“千人千面”的缓存淘汰机制。

**技术目标：**

1. 提出“业务IO、存储容量需求”的有效度量方法；
2. 建立高效的业务自适应缓存引擎，高性能小容量介质命中率优于ARC算法，且算法的时空复杂度能有效降低；
3. 提出有效的多租户隔离机制，且系统CPU、内存消耗合理。

**实验资源：**

1. 提供真实访问数据；
2. 提供专家指引和验证环境；
3. 提供腾讯云计算资源（例如CVM，CPM等）。

**命题二：面向P4交换机的内存压缩和扩展机制**

**研究概要描述：**

腾讯云网关利用P4交换机卸载流量（如大象流）、提升吞吐、优化性能。P4交换机拥有远超商用服务器的处理性能，并且提供灵活的编程能力，允许用户自定义数据包处理逻辑。然而P4交换机也面临诸多挑战，有限的内存空间就是其中之一。这严重阻碍了P4交换机的广泛应用。

一种解决办法是采用内部内存压缩的方式。本项目在可编程ASIC内部设计通用的状态压缩机制，探讨利用通过利用哈希来压缩状态，并进一步解决可能发生的哈希冲突，从而实现在单个可编程ASIC上存储海量连接。另一种解决办法是采用外部内存扩展的方式。本项目重新利用安装在数据中心服务器上的DRAM来扩展交换机数据平面可用的内存，探讨利用ASIC芯片的数据平面带宽换取访问外部DRAM所需的带宽的可能性，即让交换机的ASIC芯片访问外部服务器的DRAM。

**技术目标：**

1. 提出面向P4交换机的有效内部内存压缩机制；
2. 提出面向P4交换机的通用外部内存扩展机制；
3. 实现代码由双方共享；
4. 鼓励并支持发表相关领域的CCF A类学术论文。

**实验资源：**

1. 提供交换机、服务器及其他资源（例如P4 交换机、x86服务器、RDMA 网卡）；
2. 提供真实的网络数据。

**命题三：基于**Kubernetes**的智能调度算法研究**

**研究概要描述：**

随着Kubernetes（简称K8s）容器编排技术大行其道，越来越多的任务都运行到K8s调度的容器平台上，算力平台就运行着各种各样的在线、离线业务，这些任务都有各种各样的特点。而在实际运行中，我们需要针对性地为用户进行调度和编排，但是受到实际任务特点及集群资源情况等因素的影响，无法为用户调度最优节点和资源。

为此，我们希望引入基于K8s的智能调度系统，由强化学习构建智能调度系统，从而提升用户任务的运行功率，减少K8s集群的碎片率，进而提升整个集群利用率。

**技术目标：**

1. 研究一种新型的智能调度算法，针对不同任务的特点和集群资源情况分配最优资源；
2. 优化K8s调度器，加入智能决策系统；
3. 鼓励并支持发表相关领域CCF A类或B类学术会议论文。

**实验资源：**

1. 提供腾讯云计算资源；
2. 提供专家合作和现场落地环境。

**命题四：代码智能化技术和大数据项目**

**研究概要描述：**

在大型企业的软件开发中，每天会产生海量的代码和行为数据，对这些数据进行规范化存储后加以分析利用，以生成具有一定价值的关联画像和数据索引，可用于内部开源和协作行为分析、效能度量、全局搜索、风险监控和异常发现等目的。进一步，在企业级海量代码库等大尺度数据规模条件下，自动代码补全、智能提示可以提高软件研发效率，文档、注释生成和风险预估可以帮助改善代码评审体验，克隆检测、代码水印、行为风险预测可以用来保障代码合法合规地高效复用。再而，一些特定场景下（如电商小程序、游戏运营活动等），编程行为具有高重复性，自动编程可将开发工作量降低而加速产品迭代和试错能力。以上各种辅助程序员代码开发工作的研究探索和工程落地具有重要的产业价值。

**技术目标：**

1. 提出智能化或数据化的落地方法并验证；
2. 在企业内（腾讯）实现工程落地。

**实验资源：**

提供计算资源、专家指引和落地场景。

**命题五：面向下一代标准视频编码器的码率控制模型研究**

**研究概要描述：**

在以AV1为代表的下一代编码器的码率控制模型中，自适应的帧间QP Offset已经被普遍应用并取得了不少增益，但这些QP Offset给码率预测和调整产生了如下挑战：

1）码率预测：给每一帧图像在预分析阶段估计的码率会因较大QP Offset的存在而与实际编码产生的比特偏差较大；

2）码率调整：在预测码率和实际码率差距较大时，对码控模型的更新和调优需要结合实际QP Offset做优化更新。

**技术目标：**

在腾讯自研的AV1编码器基础上进行优化，达成以下目标：

1. 结合机器学习等前沿研究手段提高码率预测的精准度，码率波动较初始模型更小；
2. 设计优化的码控模型更新方法提高码率调整的速度和准确度，码率误差比初始模型更小；
3. 压缩率较初始模型没有下降。

**实验资源：**

1） 提供腾讯云计算资源；

2） 提供测试视频资源；

3） 提供集成了多种码控方法的编码器基础模型。

**命题六：实时渲染引擎的光线追踪算法优化**

**研究概要描述：**

实时光线追踪（简称光追）相较上一代的光栅化技术有更好更真实的光线效果，但是目前的实时光追技术还存在高性能消耗、低采样下噪声明显等问题。目前解决该问题的主要技术方向有：1、通过优化的蒙特卡洛采样提升信号采样的有效性，减少算力消耗，降低噪声出现的概率；2、通过结合渲染G-Buffer中的有效数据，和时域上前后帧的信息，提升实时光追的降噪性能；3、通过预计算/缓存等技术，尽可能多的减少运行时计算，在相同的计算代价下，丰富每一帧图像实际有效信息含量。4、通过类似DLSS的超分技术，在没有明显影响最终效果的条件下，降低计算过程屏幕空间大小，节省计算量。

**技术目标：**

1. 优化算法需在RTX 2080ti显卡上，处理1080p画面，达到实时，处理耗时小于10ms，有效合入光追管线时，不影响光追的实时性；
2. 降噪算法有效性，研究中和传统算法SVGF（Spatial-Temporal Variance Guided Filter）和A-SVGF（Adaptive Spatial - Temporal Variance Guided Filter）比较，以及深度学习算法optix，NFOR，RAE等算法比较，能有效提高现有光追管线的去噪效果，PSNR和SSIM数据明显优于现有的先进算法；
3. 其它优化算法同现在工业界常用的游戏引擎UE4对应功能相比较，在效果逼近时，性能方面带来20%以上提升。

**实验资源：**

1. 提供计算资源支持；
2. 提供测试和验证平台。

**命题七：基于深度特征学习的网络模态弱监督分类和预测**

**研究概要描述：**

在复杂通讯网络环境下进行低延迟、高体验的多媒体数据传输过程中，为适应复杂网络模态下带宽、延时和丢包的随机性，学术界和工业界均在广泛探索基于深度增强学习的自适应编解码、自适应速率控制和自适应前向纠错码等技术。然而现网实测数据表明，用户网络的带宽、延时和丢包等网络参量呈明显的长尾分布，这意味着现网中存在着大量未知的网络模态类型，其分布广泛、尾部占比高，人工标注成本高，使得现网实测数据集属于弱监督数据集。而现有深度增强学习技术，对弱监督数据集学习能力不足，导致训练后的深度增强学习模型鲁棒性较差，难以工程落地。

为长期深入地分析用户所处的复杂通讯网络环境，同时优化已、未知网络模态下相关传输算法的性能，拟进行基于深度特征学习的网络模态弱监督分类和预测研究。深度特征学习是一种用于辅助计算机从具有复杂耦合关系的无标签数据集中抽取泛化模态，并对泛化模态进行任务分类，再以不同类别子数据集重新训练深度神经网络的技术，显著提升了小样本的学习任务的性能。相关研究表明，配合深度特征学习的增强学习模型，半监督或弱监督学习任务上，相关算法输出的决策精度得到了显著提升。

期望通过本项目得到一种基于深度特征学习的网络模态弱监督分类与预测方法，在仅有少量人工标签或无人工标签的情况下，识别更多典型网络模态类型,用于提升后续深度学习任务的鲁棒性与泛化性能，同时还直接用于实时监控现网环境中各类网络模态分布占比，辅助开发人员进行针对性调优。

**技术目标：**

1. 提供一种弱监督的网络模态分类模型，该模型具有自动特征抽取与弱监督分类能力，相比经典DTW-kNN的分类精度提升10%；
2. 提供一种用于重放特定模态网络状态的变分自动编码器，根据输入网络模态，预测对应模态网络的传输状态时序序列，相关统计指标与实际数据的统计误差在10%以内；
3. 提供一种经过特征学习优化后的AI传输算法，相比未经泛化数据训练出的AI传输算法，实时音视频播放卡顿率降低20%以上。

**实验资源：**

1. 提供实验所需数据；
2. 提供计算所需资源；
3. 提供课题过程中专家指导。

**命题八：基于多径的数据中心网络低时延传输方案**

**研究概要描述：**

在数据中心网络中，设备量数以万计，故障不可避免。而网络设备故障会出现高丢包率、通信中断等问题，影响上层业务性能。自动运维系统存在等待数据收敛、控制链长等耗时步骤，仅能实现秒级故障恢复，无法满足高性能业务需求。现有的多径传输方案虽然能够缓解网络故障对上层业务的性能影响，但存在如下问题：

a) 头阻问题导致多径传输时延退化为最慢链路的时延，进而影响业务通信性能；

b) 在终端负载较高时，多径方案所需的额外计算资源（调度器算法、维护更多的流状态）可能拖慢系统性能。

针对上述问题，本项目期望引入一种基于多径的数据中心网络低时延传输方案。

**技术目标：**

1. 针对腾讯网络、数据场景，量化分析上述问题所带来的性能损失；
2. 结合DCN网络交换设备，通过修改路由、ECMP Hash等方式，实现无交集的多路径传输；
3. 设计传输方案（例如，拥塞控制算法、多径调度器），快速规避网络故障路径，并缓解头阻问题。使多路径传输时延近似最快链路时延，甚至网络静态时延。实现高鲁棒、低时延传输；
4. 可在腾讯网络环境部署，合理的CPU、内存开销；
5. 鼓励并支持发表相关领域的CCF A类学术论文。

**实验资源：**

1. 提供大规模testbed环境，主流云产品的业务场景，实际业务脱敏后的通信数据；
2. 提供专家、工程师共同讨论方案设计、辅助工程实现、落地。

**命题九：基于可编程交换芯片的软硬件协同网关技术研究**

**研究概要描述：**

公有云客户通过云接入网连接云上资源，云接入网作为客户上云第一步，具备规模大、迭代快、稳定性要求高、功能复杂等特点。基于可编程交换芯片的软硬件协同网关技术期望同时发挥软件表项规格大、灵活可编程的优势，以及可编程硬件高性能转发的优势，从而降低云接入网运营成本、提升产品竞争力。为实现上述目标，需要重点解决以下问题。

a) 可编程芯片片上资源有限，无法承载所有表项，需通过软硬件协同支持业务超大规格表项的转发；

b) 业务表项规则实时动态变化，需根据频繁变化的表项规则实时调整硬件表项以确保转发行为正确。

**技术目标：**

1. 基于可编程芯片实现基于流表转发的转发面流水线，完整支持腾讯云接入网应用场景转发面功能需求；
2. 实现高性能大象流识别功能，大象流识别算法性能可扩展，满足业务场景性能需求；
3. 优化可编程芯片流表刷新性能，实现高性能流表更新，实现秒级全量流表刷新；
4. 实现高性能流表更新机制，高效完成规则变化时的流表刷新，满足复杂规则条件下流表秒级更新；
5. 达到在腾讯云接入网中灰度能力，支持并鼓励发表相关领域的高水平学术论文。

**实验资源：**

1. 提供云接入网业务场景信息，提供业务脱敏后的通信数据以供测试；
2. 提供项目验收的实验环境所需的物理设备及测试仪资源；
3. 提供云网络专家、工程师团队参与指导与讨论。

**命题十：面向数据中心的数据湖体系架构与关键技术研究**

**研究概要描述：**

伴随着互联网经济的蓬勃发展和国家政策的大力推动，数据中心进入了高速建设发展的黄金期。在此背景下，数据中心规模的快速增长孕育了海量的测点数据和业务数据。但由于长期积累和沉淀的数据量级大、来源广、种类繁多，传统的数据管理技术逐渐无法应对数据中心场景下的大数据挑战。因而数据中心在数据存储、管理技术方向需要寻找新的突破口。近年来新兴的数据湖（data lake）技术在架构的灵活性和开放性、大规模数据存储，以及对多源非结构化数据的分析处理等方面具有优势，对于提升数据中心的大数据管理能力潜力巨大。

建立数据湖的核心工作是体系架构的设计，灵活、可扩展、可管控的数据湖体系架构能够更好地服务于上层业务，辅助智能分析和决策。具体而言，数据湖的体系架构描述了数据在湖内如何存储、管理及应用，但当前数据湖在数据中心的应用尚未成熟，缺乏完善的落地解决方案。因此本课题计划从元数据管理、数据治理、数据应用等多个方面展开，构建一套适用于数据中心场景下的数据湖体系架构。

具体的研究问题包括但不限于以下方面：

1. 基于数据湖的元数据管理架构设计：元数据管理是对数据元素自身信息的描述，可以帮助数据使用者理解数据关系及相关属性。在元数据管理方面，需要研究如何（1）整合碎片化信息，建立数据中心统一电力视图、暖通视图、监控视图、巡检视图等；（2）全面建立元数据检验机制，保障元数据遵循采集、设备等协议规范；（3）完善版本管理机制，维护元数据一致性；（4）支持多种分析方式，灵活响应各项业务等。
2. 基于数据湖的数据治理框架建设：数据治理指的是从数据的获取到应用全生命周期进行有效监督管理。在数据治理方面，需要研究如何（1）建立入湖方案规范，支持采集器push、pull以及人工动态录入等方式；（2）制定数据标准，与数据中心物模型相统一；（3）统一存储系统，支持流批一体，打通CMDB、动态采集数据以及业务数据；（4）完善数据质量体系，对数据质量进行全方位管控；（5）控制数据访问安全，建立数据共享的安全策略和规范等。
3. 基于数据湖的BI分析系统构建：BI分析系统的建立致力于利用智能分析、数据可视化等技术，满足数据中心各项业务需求，并助力数据中心智能化。在BI分析系统建立方面，需要研究如何（1）通过报表等可视化视图，全面实时监控数据中心能耗、设备健康等信息；（2）建立多模态计算引擎，通过深入分析结构化以及非结构化数据，助力开展PUE节能、电池健康预测、设备故障预测等应用研究；（3）抽象出一套IDC业务场景下的数据湖存算一体解决方案，赋能商业伙伴等。

**技术目标：**

本课题的主要目标为技术落地，运用数据湖技术设计适用于数据中心大数据体系架构，同时鼓励在顶级学术会议发表论文，以及专利产出。

**实验资源：**

可提供部分数据、服务器资源和驻场实习生职位。

**命题十一：**基于虚拟电厂和需求响应下的数据中心能源与负荷调度研究

**研究概要描述：**

3060碳达峰，碳中和背景下，我国新能源蓬勃发展，新能源成为电源侧重要的组成部分并将扮演越来越核心的作用，然而其不确定性导致弃风弃光现象频现，同时也给电网调度和调峰调频带来了新的挑战。另外一方面，作为“新基建”重点项目，数据中心是一种新兴负荷，在柔性方面具有充分优势，为参与电网调节助力新能源消纳提供潜在的新途径。未来的电力市场将会往更加开放的形态发展，需求响应激励，虚拟电厂等应用场景都会更加深度的与数据中心自身负荷调节能力相结合，衍生出新的能源互联网体系。

具体的研究问题包括但不限于以下方面：

* 1. 结合我国电网运行背景与政策，分析需求响应的市场和激励途径；
  2. 集成描述新能源变化时序性与不确定性，提出一致性表征及高效模拟方法；研究数据中心调度时序柔性量化与相应电网精细化调节模式，实现数据中心与电力系统柔性运行；
  3. 为揭示主体，风险，目标等不同因子影响及其作用关系，建立促进新能源消纳的多因子协调调度模型；
  4. 设计自主-协同学习的优化算法与证据推理决策进行有效求解。通过仿真算例和实验测试验证本项目可行性。

**技术目标：**

促进消纳面临的关键难题在于研究风/光不确定性影响的数据中心与电力系统柔性运行及协调调度方式。研究将有望提升电网对新能源消纳能力，实现多方互利共赢，为新型数据中心柔性负荷与电力系统协调运行提供理论与技术支撑。本课题的主要目标为技术落地，同时鼓励在顶级学术会议发表论文，以及专利产出。

**实验资源：**

可提供超大规模数据中心集群设计与运营相关数据、服务器资源和驻场实习生职位。

命题十二：数据中心与储能系统融合架构应用研究

**研究概要描述：**

在中国3060的能源结构转型与新基建数字化推进的大背景下，可再生能源是数据中心用能发展的重要方向。如何进行数据中心清洁能源开发使用，推动绿色数据中心建设等问题逐步走进我们的视野。随着新能源和数据中心融合的不断演进，如何建立数据中心与电网、新能源等能源系统的协同运行机制，进一步降低数据中心用电成本成为数据中心用能领域的重要课题。储能系统由于其集电源和负荷属性于一体，能够快速响应等特性，在调节新能源出力、保证负荷供电质量、维持电网稳定等领域具有独特优势，成为新能源电力系统的重要配置单元。如何利用数据中心存量或增量的电池资源，构建新型的高效清洁，安全稳定的数据中心储能系统成为一个重要课题。同时，随着新能源电力系统与数据中心的不断融合，如何利用数据中心储能系统参与构建绿色稳定的数据中心综合能源系统也成为一个前沿课题。

具体的研究问题包括但不限于以下方面：

1. 数据中心紧急备电系统与集中式储能系统的融合设计：进行数据中心利用集中式电化学储能电站实现紧急备电和削峰填谷等功能的方案设计。在数据中心构建混合储能系统，研究兼顾可靠性和经济性的数据中心混合储能系统配置与调度方案；
2. 数据中心新能源电力系统与储能系统协同优化配置研究：基于对数据中心用电需求特征、新能源发电特性和电网电价机制等的分析，建立一种数据中心新能源电力系统和储能电池协同优化配置模型；
3. 基于AI调节的数据中心综合能源系统优化调度研究：进行数据中心综合能源管理系统AI优化调度研究，实现数据中心综合能源利用效率最大化，从而最大程度节省数据中心用能成本。

**技术目标：**

通过本课题研究，探索数据中心与储能系统的深入融合技术可行性。通过储能系统与数据中心的架构融合，建立集市电、新能源和储能等多种电力系统于一体的数据中心综合能源利用系统。通过优化配置研究，在数据中心能源架构层面进行综合能源利用效率最优化配置。与此同时，利用AI技术赋能数据中心综合能源供应系统实现日常运营的自动优化调度，最大程度节省数据中心运营成本。

本课题的主要目标：结合上海青浦数据中心光储系统试点项目，完成相关技术落地，同时鼓励在顶级学术会议发表论文，以及专利产出。

**实验资源：**

可提供超大规模数据中心集群设计与运营相关数据、服务器资源和驻场实习生职位。