

附件 1

2023 年低时延实验室课题研究需求清单

(一) DPU 在证券核心交易系统业务中的可行性研究

1、背景和问题

随着金融市场的蓬勃发展，市场日交易量飞速激增，证券交易核心系统面临时刻需要处理海量来自网络传输的数据任务。目前工业界采用 DPU 技术用于给 CPU 减负以提高系统处理能力，减少数据搬运使得 CPU 发挥最大的计算能力。核心交易系统作为证券行业的核心关键基础设施，为了保证证券市场的稳定发展，保障高效稳健的低时延交易环境，需要未雨绸缪紧跟新技术的进展，结合 DPU 技术探索出一条适用于核心交易系统的技术路线，为行业内的高效软件开发添砖加瓦。

2、课题目标

本课题目标是在行情重演和指数计算业务中使用 DPU 技术，提高交易系统数据并行处理能力，提高吞吐量降低时延。DPU 作为辅助结构，可以作为高性能网络接口，以线速或网络中的可用速度解析、处理数据，并高效地将数据传输到 CPU；也可以将计算和存储解耦，以集群式存储的方式实现可扩展性和高可用性。

3、课题需求

- ✓ 结合行情重演和指数计算业务特征，找到与 DPU 适配的方式，

将串行处理演变成并行处理，并保证数据的完整性。

- ✓ 比较使用 DPU 和传统 CPU 处理方式在交易处理速度、效率和性能方面的差异。
- ✓ 利用 DPU 特性优化核心交易系统。

(二) 证券核心交易系统中 RDMA 低时延加速的高可用方案研究

1、背景和问题

新一代证券核心交易系统具有分布式、低时延、高性能、高可用的特性，在数据传输中如何降低时延的同时保证高可用是面临的挑战之一。目前工业界通常使用 RDMA 技术来解决网络传输中服务器端数据处理的延迟来降低系统的时延；采用双网卡做 Bond 的方式来保证网络的高可用。由于 RDMA 内核旁路协议栈的实现逻辑需要与单一网卡硬件强绑定，这导致如果采用 RDMA 技术就无法保证双网卡的故障时无感切换。

2、课题目标

本课题目标是使用 RDMA 技术的同时找到一个方案支持网卡高可用，实现 Bond 的双网卡高可用功能，在一张网卡故障后另一张可以无缝切换。此方案可以是改变 RDMA 本身配置，也可以是改变 RDMA 的使用方式，还可以是增加中间件的形式，探索出适用于证券核心交易系统的方案。

3、课题需求

- ✓ 验证使用 RDMA 协议栈支持网卡高可用性。
- ✓ 使用 RDMA 协议栈的实现双网卡功能。

（三）大规模组播技术在核心交易系统的应用优化研究

1、背景和问题

上海证券交易所下一代核心交易系统（以下简称 G4）采用基于可靠组播为核心技术的消息总线分布式架构构建，目前 G4 基础架构平台已初步完成研发，未来竞价平台、期权平台、港股通交易平台、综合业务平台等系统平台会陆续建设上线。从系统规模估算，G4 的组播地址数量将会达到数百个，用于部署核心后台组件的服务器规模将达到数百台，交换机也将达到数十台，构成一个大规模的核心交易组播。如何保证核心交易组播网的容量、性能、扩展性满足 G4 要求，有重要的研究意义。

2、课题目标

本课题目标是基于 G4 核心交易组播网的场景，确定核心交易组播网的容量及性能指标，基于指标设计 G4 核心交易组播网的指标计算模型及容量扩展模型。针对模型识别出来的瓶颈，进行验证分析，寻找优化方案。

3、课题需求

- ✓ 基于核心交易组播网的特点，确定关键指标。
- ✓ 针对关键指标进行计算模型的设计，通过测试环境验证模型。
- ✓ 输出指标计算模型设计方案，以及大规模组播网络优化方案及测试报告。

（四）适用于证券核心交易系统架构和高可用算法的可信建模及验证方法研究

1、背景和问题

交易系统的安全性是保障金融市场正常运转和维护市场秩序的重要前提和保障，一个高安全、高可用的交易系统对于维护金融市场稳定、保护投资者权益、提升金融市场竞争力、履行监管职责具有重要意义，对我国金融市场的稳定和发展起到至关重要的作用，而核心交易系统架构模型和高可用算法缺乏理论验证。目前可信软件的建模及验证技术已经被工业界和学术界广泛采用，能够有效确保和提高安全攸关系统的安全性和可靠性。基于下一代证券核心交易系统的架构模型和高可用算法，使用可信建模及验证技术，探索出一套面向证券交易领域的可信建模、可信构造方法，能够有效提高整个系统的架构模型以及高可用算法的正确性、安全性及可靠性，对于重构核心交易系统的架构模型和高可用算法具有重要的理论研究意义及实际应用价值。

2、课题目标

本课题目标是针对核心交易系统的架构模型、行为模型、高可用算法等进行可信验证分析，确保系统模型满足关键安全性、可靠性约束；基于验证后的模型，借助代码自动生成技术，生成高质量的系统代码。

3、课题需求

- ✓ 优化现有的架构模型、行为模型和高可用算法，可根据现有代码进行模型分析。
- ✓ 对架构模型和高可用算法进行可信验证分析。

- ✓ 根据模型自动生成代码。

(五) 核心交易系统健康度监测方法研究

1、背景和问题

证券交易系统作为金融领域的重要应用，安全、稳定、高效的运行非常关键，通过对系统相关组件日志或者对系统网络流量（日志）的采集分析来监测交易系统的运行状态，是有效保障证券交易系统健康稳定运行的重要手段。在交易系统日常的运维监控工作中，运维人员会分层次管理，包括硬件设备、操作系统、系统网络以及应用系统，这种方式尽管专注，但是会导致一些关联错误没有统一的监测标准，也无法及时响应和反馈。上交所技术作为行业关键基础设施，拥有核心交易系统全链条的运行时，这为构建一套行业标准的全链条监测预警平台提供环境。

2、课题目标

本课题目标是通过分析网络数据、物理主机数据、操作系统数据以及应用系统数据，提出一种监测方法或算法，监测交易系统架构的运行状态，能智能、直观、及时发现交易系统异常，并快速告警。

3、课题需求

- ✓ 整理系统全方位日志中需要关注的信息点，明确监测目标和标准。
- ✓ 设计适用核心交易系统的健康度监测技术方法。
- ✓ 定义监测技术方法适用于核心交易系统的场景

(六) 核心交易系统的高性能云原生研究

1、背景和问题

随着云计算的发展，服务上云已经成为热点问题。云计算通过 PaaS 服务可以全面赋能企业的设计和生产环节，基于自身的业务发展和信息技术应用需求，通过互联网把服务的基础系统、管理及业务等部署到云端，更好的充分利用计算、存储、网络、平台、软件等云计算服务，提高业务能力和发展水平。核心交易系统作为证券行业的重要的基础设施，为行业探索出一条核心系统云迁移适配的路线是交易所的担当和责任。

2、课题目标

本课题的目标有两点，一是利用云服务器性能优势，通过比较行业内的高性能云服务，探索出适用于核心交易系统的云服务技术方案并验证，保证高可用、高安全、可扩展、低时延；二是针对云原生的核心交易系统迁移的可行性分析，探索迁移的技术路线或者设计方案；

3、课题需求

- ✓ 理论对比找到适合核心交易系统的高性能云服务技术方案并进行验证。
- ✓ 针对核心交易系统云迁移的可行性分析。
- ✓ 提供云迁移的技术路线或者设计方案（理论证明）。

（七）测试用例自动化生成技术在核心交易系统架构测试上的应用

1、背景和问题

随着金融市场的快速发展，新一代核心交易系统也在快速转型，采用分布式架构实现高可用、低延迟、高并发和灵活的扩展性，能够满足大规模的数据处理需求。那么基于分布式的证券核心交易系统的稳定性和可靠性也面临着更高的要求和挑战。目前测试用例的生成通常需要花费大量的人力和时间，特别是在函数级、类级和模块级、组件库级别的测试用例编写中，测试用例的编写工作量通常较大。由于核心交易系统采用 C++ 语言，其特有的语言特性，如模板、虚函数、复杂的对象生命周期管理、内存管理等，使得测试用例的编写更加困难。

2、课题目标

本课题目标是使用现有的模型驱动技术，面向核心交易系统提出一种测试用例自动生成的方法，生成基于 C++ 的类和函数的单元测试用例，提高测试用例编写的效率和质量，从而降低软件开发的成本和风险。

3、课题需求

- ✓ 分析架构和业务类型，确定可自动化生成用例的范围。
- ✓ 提出适用于交易系统测试用例自动化生成的方法。
- ✓ 定义自动化生成的测试用例的正确性、质量指标。