

12-12-2019

Design and Implementation of Parallel Central Securities Trading Simulation System

Guangbin Xu

Capital Market Research Institute of Shanghai Stock Exchange, Shanghai 200120, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Design and Implementation of Parallel Central Securities Trading Simulation System

Abstract

Abstract: Chinese securities market has become a worldly very important finance pricing center. As the core facilities of the markets, the central securities trading systems of stock exchanges have been upgraded continually. Both Shanghai and Shenzhen Stock Exchanges currently adopt the third-generation central securities trading systems to support respective business requirements, which are both based on the advanced parallel processing paradigm. To support various securities trading simulation experiments of the Chinese markets, *referring to NGTS, the central trading system currently-used by Shanghai Stock Exchange, a PC-based simulation system is designed and implemented, which can support full market data distribution and multiple auction modes like call auction, continuous auction and hybrid auction and most of the cash product trading of the stock exchange. According to testing, the performance and functionality of the simulation system can compare to the genuine system and can support parallel extension.*

Keywords

parallel processing, stock exchange, central securities trading system, trading simulation

Recommended Citation

Xu Guangbin. Design and Implementation of Parallel Central Securities Trading Simulation System[J]. Journal of System Simulation, 2019, 31(6): 1128-1135.

并行证券核心交易仿真系统设计与实现

徐广斌

(上海证券交易所资本市场研究所, 上海 200120)

摘要: 中国证券市场已成长为国际上举足轻重的金融定价中心, 作为市场核心设施的证券核心交易系统同期完成了多次的更新换代。目前, 我国沪、深两个交易所均采用先进的第三代并行核心交易系统。为支持沪深市场环境下的交易仿真实验, 比照现行第三代证券核心交易系统, 设计和实现了单机下的并行证券核心交易仿真系统, 该系统支持集合竞价、连续竞价、混合竞价等多种竞价模式和全档实时行情, 可支持并行扩展, 系统性能与功能达到与真实系统相当的水平。

关键词: 并行处理; 证券交易; 核心交易系统; 交易仿真

中图分类号: TP337 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2019) 06-1128-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.17-0199

Design and Implementation of Parallel Central Securities Trading Simulation System

Xu Guangbin

(Capital Market Research Institute of Shanghai Stock Exchange, Shanghai 200120, China)

Abstract: Chinese securities market has become a worldly very important finance pricing center. As the core facilities of the markets, the central securities trading systems of stock exchanges have been upgraded continually. Both Shanghai and Shenzhen Stock Exchanges currently adopt the third-generation central securities trading systems to support respective business requirements, which are both based on the advanced parallel processing paradigm. To support various securities trading simulation experiments of the Chinese markets, referring to NGTS, the central trading system currently-used by Shanghai Stock Exchange, a PC-based simulation system is designed and implemented, which can support full market data distribution and multiple auction modes like call auction, continuous auction and hybrid auction and most of the cash product trading of the stock exchange. According to testing, the performance and functionality of the simulation system can compare to the genuine system and can support parallel extension.

Keywords: parallel processing; stock exchange; central securities trading system; trading simulation

引言

沪、深证券交易所在 1990 年的先后开业, 标志着我国证券市场的正式成立。经过二十多年的

快速发展, 我国沪深两市在筹融资额、交易量等衡量市场地位的关键性指标上都在国际上名列前茅, 成为当今国际上举足轻重的金融资产定价中心。与此同时, 作为证券交易市场“心脏”的交易所核心交易系统, 也完成了多次的更新换代^[1]: 1990 年底上线的第一代核心交易系统基于 386 个人电脑和关系型数据库技术, 撮合速度约数千笔/s; 1992 年底上线的第二代核心交易系统基于小型机



收稿日期: 2017-05-09 修回日期: 2017-09-02;
作者简介: 徐广斌(1976-), 男, 壮族, 广西来宾, 博士后, 高工, 研究方向为证券信息技术, 大数据, 金融计算。

<http://www.china-simulation.com>

• 1128 •

和内存撮合技术,撮合速度约 2 万笔/s;目前我国沪、深两个交易所的核心系统均为基于并行处理的第三代系统,分别于 2009 年和 2016 年上线,撮合速度达 10 万笔/s 和 30 万笔/s。以上交所目前使用的新一代交易系统(NGTS)为例,系统支持并行处理和指令流接口^[2-3],在个人账户总数过亿、个人持仓记录超八千万的大业务规模下,日订单处理能力达到委托 1.8 亿笔、成交 1.8 亿笔,速度达 10 万笔/s。为满足高处理性能需求,NGTS 采用主机并行化处理,将证券产品划分到不同证券产品集合(set),并按“主备双活”方式,由不同主机负责对属于不同证券产品集合的交易指令进行并行撮合,这使来自不同 set 的订单不用相互停等处理,突破了二代系统全市场订单完全按照系统定序,逐笔排队进入撮合器处理的做法,大幅提高了系统的整体处理效率。从境外交易所核心交易系统发展最新情况来看,尽管在支持业务和交易机制上与我国交易所存在较大差异,但核心交易系统绝大部分也采用了并行化处理架构,包括德交所的 Xetra^[4]和 Eurex 系统、纽交所的 UTP 系统和纳斯达克的 OMX 系统等^[5]。

现代证券市场的复杂性远超过经典金融经济学理论发展的水平。因此,在进一步从原有研究范式中寻找理论突破和创新之外,人们不断尝试引入新的研究方法推动证券研究的发展,其中以计算建模和仿真技术为基础的证券市场仿真成为一个新的重要分支,而开展相关金融实验的前提是建立对真实交易系统的仿真系统。本文根据公开资料,比照上交所 NGTS,首次设计和实现了单机环境下的并发核心交易仿真系统 iMatch,该系统支持多种竞价模式下股票等现货产品的交易仿真,与真实系统交易结果完全一致且取得基本相当的性能,为支持相关金融实验的开展提供了良好的基础。

1 系统总体结构

证券交易的本质是使潜在的买卖需求转化为

实际交易,这一转化过程的核心是“价格发现”,即确定成交价格的过程。目前为各主流交易所最广泛使用的价格发现机制是集合竞价模式和连续竞价模式。在连续竞价市场,交易在交易日的各个时点连续不断地进行逐笔撮合,只要存在符合订单匹配规则的对手方订单,交易就会发生。与连续交易相反,集合竞价采用间歇性撮合,投资者的买卖委托不能立即成交,而是在某一规定的时间,由交易机构将订单集中起来,并在特点的时点按照同一价格进行匹配成交。在技术实现上,价格发现过程可概括为以下处理步骤:1) 投资者的订单从其所在地址传送到交易所所在地;2) 校验投资者订单;3) 按照交易机制,对订单进行撮合匹配;4) 把订单执行情况反馈到交易者;5) 把订单执行情况和成交情况送结算系统;6) 把市场行情信息向投资者公开。从交易所核心交易系统的角度,主要处理过程可归纳为收单、撮合和发送结果三大环节。整个过程涉及的数据除了产品、标的、账户、持仓、交易机制等交易相关的基础数据,还包括订单、撤单、确认、成交、非交易(如分红、派股等)、ETF 申赎、融资融券等一系列实时交易指令数据。

本文比照上交所现行第三代证券核心交易系统 NGTS,设计和实现了证券交易核心仿真系统 iMatch。如图 1, iMatch 主要由输入模块、撮合模块和输出模块三部分构成,各模块间借助无锁的缓存队列和环形队列进行数据交换。其中,缓存队列主要保存交易指令本身的数据结构。环形队列主要用于在不同模块之间交互记录的序号(位置)信息。如对于委托指令(订单)的处理,输入模块会根据队列设置长度,每批从数据文件中读入 512~1024 MB 大小的订单记录处理,而输入模块为将订单传递给撮合模块,则需要将序号信息放入环形队列,等待撮合模块自动取出,并依据序号来获取订单信息。

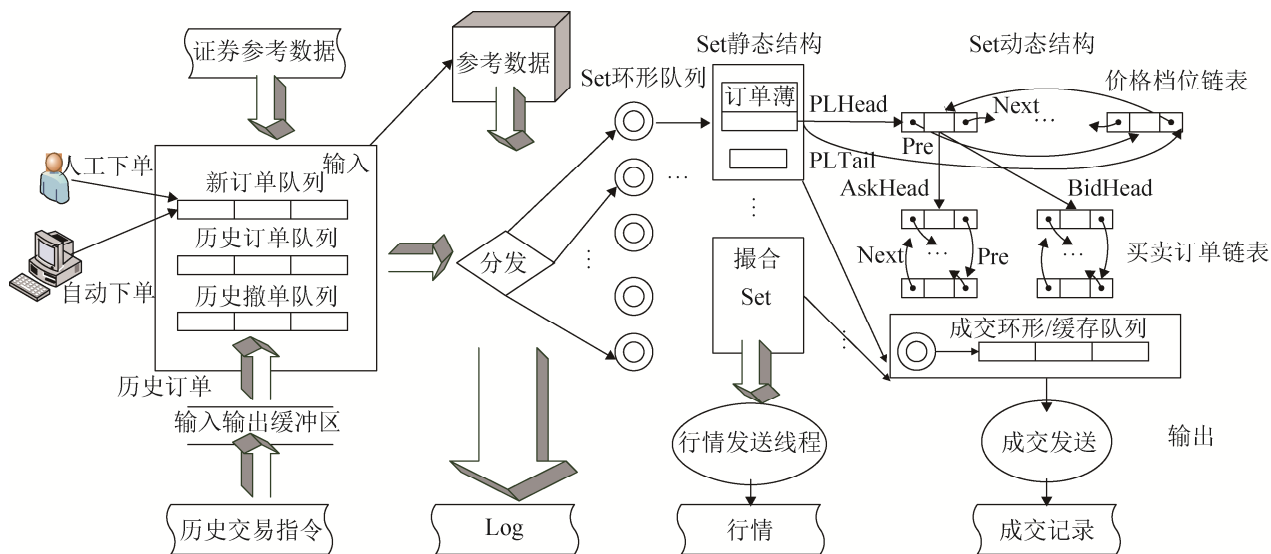


图 1 并行证券核心交易仿真系统 iMatch 系统结构

Fig. 1 Architecture of iMatch: the parallel processing based central securities trading simulation system

输入模块主要负责从数据文件中读入订单和撤单指令，并在进行必要的前端检查后，将队列号、指令类型及指令在相应队列中的序号插入到不同证券产品集合的环形队列中，等待相应撮合线程来处理。同时，输入模块还分别轮询人工输入 UI 以及自动化下单服务器线程的环形队列，如果队列中产生新指令且经前端校验合法，则输入模块也将(各自队列、指令类别、序号)插入到与撮合模块间的环形队列，等待撮合模块进行处理。输入模块还负责在系统初始化时对证券参考数据加载，其中包含的一项主要内容是各证券的历史委托量，系统在初始化时将据此按负责均衡原则将证券产品分配到不同的产品集合中。撮合模块由可配置数量的多个撮合线程构成，以并发的方式处理属于不同产品集合的指令，其基本工作方式为：不断轮询与输入模块间的环形队列，如有新指令产生，则找到相应的缓存队列，并从中获取待处理指令。如果是新订单，则撮合模块根据竞价模式设置，决定新订单直接插入到相应的订单簿中(集合竞价)，还是和订单簿中对手方订单进行撮合匹配(连续竞价)，指令处理的结果、产生的成交都被插入到相应的缓存队列中，其序号被插入到撮合模块与输出模块之间的环形

队列中，等待相应线程按合适(如文件或实时消息)方式输出。

输出模块和撮合模块间使用环形队列通信。在闭市信号发出之前，它不断轮询环形队列，并将结果输出，输出的方式主要有屏幕打印和文件输出两种，根据需要也可改为消息广播或多播。输出模块还包括一个行情线程，该线程不断轮询所有证券产品的订单簿，根据订单簿最新更新时间，按可配置的间隔(如每 30 s 一次)输出订单簿的档位状态，目前缺省输出十档行情，也可按需输出指定若干档行情，输出方式为屏幕打印、文件输出等。

2 系统实现

2.1 交易指令

iMatch 采用订单驱动工作方式，支持股票、债券等大多数现货类证券产品交易。输入端交易指令主要是订单指令和撤单指令，订单类型分为限价订单、最优五档即时成交剩余撤销申报和最优五档即时成交剩余转限价申报。从包含要素来看，订单指令主要包括证券账号、证券代码、买卖方向、买卖数量、订单类型、委托价格、报单时间、PBU(虚拟席位)等要素；撤单指令主要包

括订单编号、撤单时间, 以及用于校验的证券代码、证券账户等。输出端除确认指令外主要是成交指令, 其要素包括成交编号、买卖双方订单号(双向两条记录)、买卖方向、申报数量和价格、成交数量和价格、申报和成交时间、证券账号、证券代码、完全成交标志。行情指令包括发送时间、证券代码、订单簿更新时间、N 档(根据参数设置、无上限)买卖数量和价格、昨收(参考数据)、开盘价、最高价、最低价、最新价、成交笔数、成交量、成交额、委买量、委卖量、收盘价(下午三点收市以后最后一幅)。

除人工输入和自动化下单输入外, 所有历史交易指令均由输入模块从文件中载入各自的队列结构, 再由输入模块分批传给撮合模块处理。对于较大的订单数据(市场活跃时期可达几十 GB 大小), 根据队列设置大小, 需要分配予以载入; 对于较少的撤单数据(一般不超过 1 GB), 在内存空间大小允许时, 可给予一次载入。

2.2 订单簿

iMatch 中撮合模块负责撮合及订单簿的维护。每个撮合线程负责维护所属产品集合(set)下所有个券的订单簿。也即, 对于上证 A 股, 采用 6 个并发线程的撮合模块, 每个线程需要维护约 200 个订单簿。订单簿头节点采用静态数组存储, 而订单簿本身使用双向动态循环链表存储包含的档位节点。每个档位节点包括买卖两个方向的订单链表, 该链表也使用双向动态循环链表存储, 订单按时间先后顺序插入。在档位节点中分别有指向该链表头部和尾部的指针。由于订单簿在档位和订单两个维度上均使用了动态数据结构, 因此尽管在查找效率上有所让渡, 但订单簿的容量弹性得以大大增强。该结构在时间和价格上分别保持有序的排列, 便于“价格优先、时间优先”撮合的进行。

初始时, 所有订单簿的档位均为空链表, 在订单簿插入订单时, 按照价格降序生成并插入相

应的档位节点。如果无档位节点, 则生成相应节点, 并按高低序插入档位链表的适当位置, 相应的订单节插入档位节点的买单链表或卖单链表。如已有档位节点, 则直接在该档位节点相应的买单链表或买单链表的尾部插入新订单节点。档位节点中含指向最优买卖价格档位节点的指针, 因此如果新订单的进入造成订单簿最优买卖价的更新, 则在插入新的档位节点后, 需要更新对应的指针。

2.3 订单撮合

iMatch 支持集合竞价、连续竞价以及混合竞价模式。在现行规则下, 无论在何种模式下, 竞价均按价格优先、时间优先的原则撮合成交。成交时价格优先的原则为: 较高价格买入申报优先于较低价格买入申报, 较低价格卖出申报优先于较高价格卖出申报。成交时时间优先的原则为: 买卖方向、价格相同的, 先申报者优先于后申报者, 先后顺序按交易主机接受申报的时间确定。

集合竞价方式是对一段时间内接受的买卖申报进行一次集中撮合的竞价方式。根据上海证券交易所目前的交易规则^[6], 采用竞价方式交易的, 每个交易日的 09:15-09:25 为开盘集合竞价时间, 09:30-11:30, 13:00-15:00 分别为上下午的连续竞价时间。集合竞价可具体分为收单、定价和匹配 3 个步骤。09:15-09:25(含)为订单簿收单阶段, 09:25 结束时订单簿结束收单, 核心交易系统根据订单簿包含的订单确定唯一成交价格。集合竞价成交价格确定原则为: 1) 实现最大成交量的价格; 2) 高于该价格的买入申报与低于该价格的卖出申报全部成交的价格; 3) 该档位发生成交, 与该价格相同的买方或卖方至少有一方全部成交的价格。2 个以上申报价格符合上述条件的, 使未成交量最小的申报价格为成交价格; 仍有两个以上使未成交量最小的申报价格符合上述条件的, 其算术平均价格为成交价格。一般情况下, 上交所个股的开盘价按此方式通过开盘集合竞价产

生, 无法产生价格的, 开盘价由后续竞价阶段的第一笔交易产生。深交所相应的交易规则^[7]与上交所类似, 但在收盘阶段额外设置了 1 个 3 min 的集合竞价阶段。

对于能产生成交价格的集合竞价, 所有交易以该成交价格成交。订单簿中订单以此价格进行集中匹配。所有买方有效订单按报单价格由高至低的顺序排列, 限价相同者按照订单申报时间(进入核心交易系统的时间)先后顺序排列。所有卖方有效订单按报单价格由低至高的顺序排列, 限价相同者按照订单申报时间(进入核心交易系统的时间)先后顺序排列。依次逐笔将排在前面的买方委托与买方委托配对成交, 也即按照“报价优先、时间优先”的成交顺序依次成交, 直到订单簿不交叉为止, 即所有卖单的价格均高于所有买单的价格。所有被匹配的订单均按成交价格成交, 没有被匹配的订单继续进入后续的竞价阶段。

连续竞价是对买卖申报逐笔连续撮合的竞价方式。其处理特征是在每一笔新订单进入交易系统后, 直接与订单簿中对手方订单进行撮合: 能成交者即刻予以成交; 不能成交者进入订单簿排队等待后续机会成交; 部分成交者剩余部分进入订单簿等待后续成交机会。根据上海证券交易所现行交易规则, 连续竞价成交价格确定原则为: 1) 最高买入申报价格与最低卖出申报价格相同, 以该价格为成交价格; 2) 买入申报价格高于即时揭示的最低卖出申报价格的, 以即时揭示的最低卖出申报价格为成交价格; 3) 卖出申报价格低于即时揭示的最高买入申报价格的, 以即时揭示的最高买入申报价格为成交价格。按成交原则达成的价格不在最小价格变动单位范围内的, 按照四舍五入原则取至相应的最小价格变动单位。

除限价订单外, 系统接受下列方式的市价申报: 1) 最优五档即时成交剩余撤销申报, 即该申报在对手方实时最优五个价位内以对手方价格为成交价逐次成交, 剩余未成交部分自动撤销; 2) 最优五档即时成交剩余转限价申报, 即该申报在

对手方实时五个最优价位内以对手方价格为成交价逐次成交, 剩余未成交部分按本方申报最新成交价转为限价申报; 如该申报无成交的, 按本方最优报价转为限价申报; 如无本方申报的, 该申报撤销。

iMatch 对不同竞价模式的代码实现了模块化, 因此在实验仿真时可以设置不同次序和不同时长的竞价阶段, 既可按上交所真实竞价规则配置, 又可以配置为深交所真实竞价规则, 还可以灵活配置为多次集合竞价或连续竞价/集合竞价混合模式等。

2.4 主要处理流程

如图 2, iMatch 主线程处理流程如下: 1) 对订单簿、队列等数据进行初始化, 遍历工作目录并查找所有目标交易日交易文件, 计算各交易日的订单、撤单记录数; 2) 载入证券、指数、非产品、业务、以及投资者账户等信息, 如指数成分股等; 3) 生成相关工作线程, 撮合线程为各 set 独有, 行情及成交输出线程为各 set 共享; 4) 对交易日处理的数据结构进行初始化, 重置相关队列; 5) 如果有的话载入交易日参考数据, 这主要考虑对由除权除息等原因造成前收盘价格需复权等情况的处理; 6) 以订单队列大小为限, 载入最大 1GB 的订单处理, 如是该交易日首次载入, 则将该日的撤单记录全部载入; 7) 对订单进行校验, 将合格订单分发到相关 set 的环形队列中, 如当日还未开盘则将 9:25 前合格订单分发到 set 环形队列, 根据配置的竞价模式(或阶段), 如果是集合竞价阶段则发出集中撮合信号; 8) 主线程轮询等待所有环形队列被处理完; 9) 如果当日有未处理完订单, 即还有未读入订单或当前订单队列中还有待处理订单, 则转至第 6 步处理; 10) 如果日订单全部处理完, 则等待行情线程、成交线程处理完(其中行情线程在发送 15:00 的行情后计算收盘价), 计算并输出当日的指标统计; 11) 如还有交易日未处理完, 则转第 4 步; 12) 所有交易日处理完则计算多日的统计指标。

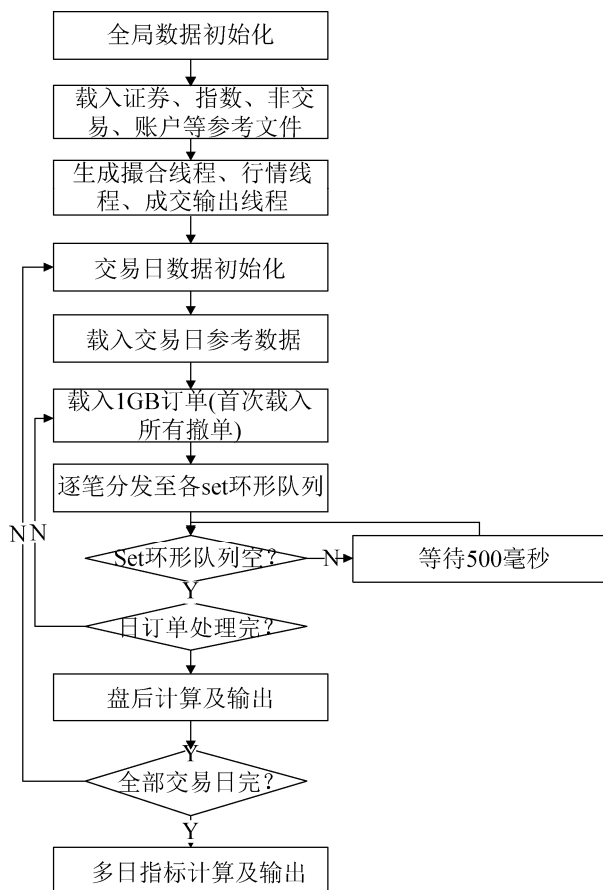


图 2 iMatch 主线程处理流程图

Fig. 2 Flowchart of the main processing thread of iMatch

另一方面, set 撮合线程按以下处理流程工作: 1)根据主线程设置的撮合模式, 如果当前为集合竞价模式, 则开始收单, 持续从环形队列将订单取出并插入所属订单簿; 2)主线程分发一轮集合竞价订单结束后发出信号, 收到信号的撮合线程将等环形队列中订单全部收单结束后开始集中撮合; 3)如果当前为连续竞价模式, 则将一个订单从环形队列中取出并按“价格优先、时间优先”规则与订单簿中对手方订单匹配, 若可成交则生成成交指令放入成交队列, 若已无价格交叉的对手方订单, 则未成交数量则按规则插入本方订单簿。

2.5 开发实验环境

iMatch 是面向单机的仿真实验平台, 使用

Visual Studio2013 C++开发, 开发和实验设备平台为惠普 Z820 个人工作站, 其主要配置如下: HP Z820 850W 88% Efficient Chassis, Windows 7 Professional 64bit OS Chinese, Intel Xeon E5-2650 v2 2.6 1866 8C CPU, 64GB DDR3-1866 (4x16GB) 1CPU Reg RAM, NVIDIA Quadro K600 1GB GFX Spl, 3TB 7200 RPM SATA Hard Drive, HP IEEE 1394b FireWire PCIE Card.

为便于金融实验评估, iMatch 内嵌了部分统计功能, 具体实现中利用了全局共享的数据结构, 各模块特别是撮合模块在具体过程中调用相应的统计函数对共享数据结构进行更新, 包括对市场波动性、流动性、交易效率等市场质量方面评估指标的分析和统计。iMatch 的核心处理流程采用纯内存操作, 未使用第三方数据库, 所有输入和输出数据均采用.csv 格式文件记录, 除直观外, 可方便后续的统计分析和二次加工。

3 系统测评

本文以连续竞价和集合竞价对 A 股市场质量影响的实验为例, 比较了连续竞价模式, 以及分别按 1 min, 3 min, 5 min, 和 10 min, 为撮合间隔的 4 种日内多次集合竞价方式下, iMatch 的性能表现。考虑到测试数据对大多数时间内表现稳定的 A 股市场应具代表性, 选取使用沪市 A 股延续至今的稳定市场阶段内, 2016 年 3 月到 4 月的 30 个连续交易日的真实交易数据作为样本数据集。iMatch 以 30 s 为周期对相关测度指标^[8]进行数据取样, 在算出全天个股均值后, 再计算全市场股票均值; 对于以交易日为计算周期的超额波动率和定价效率等指标, 则在全天收盘之后计算个股指数值后, 再计算全市场均值。表 1 列出部分相关实验结果。

表 1 目标竞价模式对 A 股影响部分仿真实验结果
Tab. 1 Some simulation results of influence of target auction modes on A-share market

竞价模式	报价偏离	定价效率	成交秒数	超额波动	实现价差
连续	0.029	0.006	314.7	0.020 8	0.007 0
1 min 集合	0.019	0.006	733.7	0.014 6	0.018 5
3 min 集合	0.015	0.0058	832.3	0.013 4	0.025 9
5 min 集合	0.014	0.0057	1220.1	0.011 6	0.028 6
10 min 集合	0.012	0.0056	1575.5	0.010 3	0.034 6

经比较,使用 6 线程撮合的 iMatch 依现行规则的开盘集合竞价和盘中连续竞价模式,取得与真实系统完全相同的撮合和行情结果。在前述的 Z820 工作站上取得以下性能表现:对于开盘集合竞价,订单处理速度平均为 30~40 万笔/s,最高到 86.38 万笔/s;如图 3 所示,对于盘中连续竞价,订单处理速度平均近 30 万笔/s,最高达到 108.43 万笔/s。从交易日角度,根据交易量大小具体不同,连续竞价模式下撮合一个交易日订单的时间在 1~5 min;依据撮合频率的不同,日内多次集合竞价模式下撮合一个交易日订单的时间在 3~13 min。

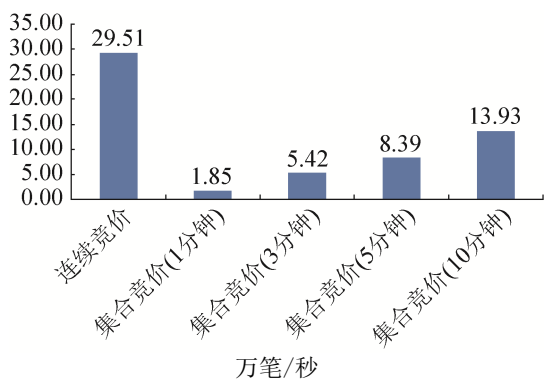


图 3 目标竞价模式下 iMatch 的订单处理速度
Fig. 3 Order processing speed comparison of target auction modes by iMatch

从速度上看,自每交易日 9:30 开始读入第一笔订单起,至 15:00 最后一笔订单撮合结束止。iMatch 仿真系统持续不断地进行多日的订单载入、撮合,在样本交易日内,连续竞价的平均订单处理速度达到 29.51 万笔/s,而四种撮合间隔的集合竞价则分别为 1.85 万笔/s、5.42 万笔/s、8.39 万笔/s 和 13.93 万笔/s。从实验可知,连续竞

价对于订单的处理速度要优于集合竞价,而处理相同的订单量,4 种集合竞价模式需要的时间分别达连续竞价的 15.95 倍、5.44 倍、3.52 倍、2.12 倍,撮合频率最高的 1 min 集合竞价速度性能下降十分明显。

如图 4 所示,从容量上看,在样本交易日内,连续竞价模式下 iMatch 系统的订单负载峰值达到 355 万笔。而在 4 种撮合间隔的集合竞价模式下,iMatch 的订单负载峰值则分别达到 601 万笔、706 万笔、814 万笔和 1 011 万笔,分别为前者的 1.69 倍、1.99 倍、2.30 倍和 2.85 倍。从实验结果,可知,集合竞价对系统处理容量的要求要高于连续竞价,且撮合间隔越长,容量需求越高。

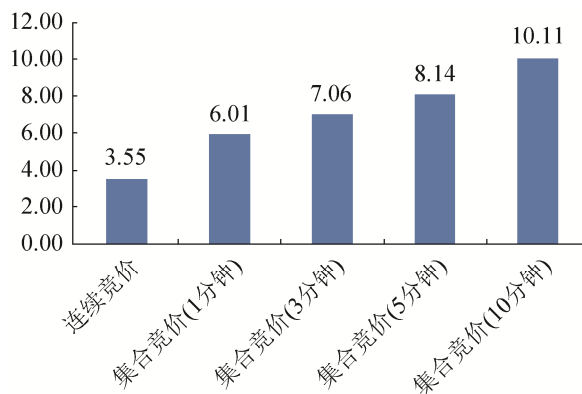


图 4 目标竞价模式下 iMatch 的峰值负载比较
(单位:百万笔)
Fig. 4 Peak payload comparison of target auction modes by iMatch

值得说明的是,简化起见文中实验主要以订单申报作为系统性能衡量指标,实际的系统负载还包括撤单、确认及成交等交易指令。

除上述实验的 30 个交易日,本文还使用 iMatch 对 2016 年共 244 个交易日的沪市股票交易

数据进行连续仿真撮合, 系统运行正常, 仿真结果经对比与真实结果完全相同, 表现出较高的可靠性。

4 结论

本文比照上海证券交易所现行的证券核心交易系统, 首次设计和实现了单机环境下的并发核心交易仿真系统 iMatch, 该系统支持多种竞价模式下股票等现货证券产品的交易仿真, 可并行扩展, 且与真实系统的处理结果完全一致, 处理性能相当。

iMatch 具有较好的应用前景和实用价值, 支持开展股市交易机制、投资者行为分析、市场微观结构等多种相关金融实验, 在适当修改和扩展后, 也还可以用于债券和衍生品等市场的交易仿真。

后续可从 3 方面完善 iMatch: 一是为优化性能, 进一步将 set 撮合器主结构改由关联容器或静态链表实现; 二是为便于对市场参与者行为进行深入分析, 加入账户级别的分析功能和时序数据分析功能; 三是将 iMatch 迁移到云计算平台上, 为未来支持大规模、多并发的大数据金融实验提供基础。

参考文献:

- [1] 武剑锋. 交易系统: 更新与跨越[M]. 上海: 上海人民出版社, 2011: 161-183.
Wu Jianfeng. Trading system: updating and leaping forward[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2011: 161-183.
- [2] JR/T 0103-2014. 证券交易数据交换编解码协议[S]. JR/T 0103-2014, Data exchange encoding and decoding protocol for securities trading[S].
- [3] JR/T 0022—2014, 证券交易数据交换协议[S]. JR/T 0022—2014, Securities trading exchange protocol[S].
- [4] Gruppe Deutsche Börse. Xetra trading architecture [EB/OL]. [2016-12-31] <http://www.xetra.com/xetra-en/technology/xetra-trading-architecture>.
- [5] 刘遯. 市场微观结构与交易机制设计: 高级指南[M]. 上海: 上海人民出版社, 2012: 538-772.
Liu Ti. Market microstructure and trading mechanism Design: advanced tutorial [M]. Shanghai: People's Publishing House, 2012: 538-772.
- [6] 上海证券交易所. 上海证券交易所交易规则(2015年修订)[EB/OL]. [2015-12-04]. <http://www.sse.com.cn/lawandrules/sserules/trading/universal/a/20151204/2e5ef11609947653716fcd9ec227978.doc>.
Shanghai Stock Exchange. Trading rules of Shanghai Stock Exchange (2015)[EB/OL]. [2015-12-04]. <http://www.sse.com.cn/lawandrules/sserules/trading/universal/a/20151204/2e5ef11609947653716fcd9ec227978.doc>.
- [7] 深圳证券交易所. 深圳证券交易所交易规则(2015年修订)[EB/OL]. [2015-12-04]. http://www.szse.cn/main/rule/bsywgz/jyl/ybgd_front/39757881.shtml.
Shenzhen Stock Exchange. Trading rules of Shenzhen Stock Exchange (2015)[EB/OL]. [2015-12-04]. http://www.szse.cn/main/rule/bsywgz/jyl/ybgd_front/39757881.shtml.
- [8] 徐广斌, 程琬芸, 苏正华. 上海证券交易所市场质量报告(2016) [EB/OL]. [2016-06-01]. <http://www.sse.com.cn/aboutus/research/special/c/4150543.pdf>.
Xu Guangbin, Cheng Wanyun, Su Zhenghua. The market performance report of Shanghai Stock Exchange (2016) [EB/OL]. [2016-06-01]. <http://www.sse.com.cn/aboutus/research/special/c/4150543.pdf>.