

人工智能与量化交易的课程建设

张军欢, 朱正一, 蔡可玮

(北京航空航天大学经济管理学院, 北京 100191)

摘要: 计算机技术, 尤其是人工智能、大数据和区块链技术的发展, 改变了传统经济社会和金融市场的交易方式。量化交易是当代金融市场一种重要的新兴交易方式。为了满足社会对量化交易人才的需求, 探索出一个合理的人工智能与量化交易的课程体系尤为重要。首先, 梳理了量化交易的发展及人工智能在量化交易中的应用情况; 然后, 归纳和总结了量化交易课程的现状和存在的问题; 最后, 根据存在的问题, 从教学内容体系、教学实践模拟平台、师资培养、多渠道实践平台 4 个方面, 提出了人工智能与量化交易课程的建设意见。

关键词: 量化交易; 人工智能; 课程建设

中图分类号: TP311, F832

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-6652.202311

Curriculum design for artificial intelligence and quantitative trading

ZHANG Junhuan, ZHU Zhengyi, CAI Kewei

School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China

Abstract: With the development of computer technology, especially the development of artificial intelligence, big data technology and blockchain technology, the transaction mode of traditional economic society and financial market has been changed. Quantitative trading is an important emerging trading mode in the contemporary financial market. To meet the social demand for quantitative trading talents, it is particularly important to explore a reasonable course system of AI and quantitative trading. Firstly, the recent development of quantitative trading and the application of AI in quantitative trading were analyzed. Then, the current situations and problems of the quantitative trading course were summarized. Finally, according to the problems, the suggestions on the course design for AI and quantitative trading were put forward in four aspects, which included teaching content system, teaching practice simulation platform, teacher training, and multi-channel practice platform.

Key words: quantitative trading, artificial intelligence, curriculum design

0 引言

随着计算机技术, 尤其是人工智能、大数据和区块链技术的发展, 传统经济社会和金融市场的交易方式发生了重大改变。量化交易作为当代金融市

场一种重要的新兴交易方式, 已经逐渐被应用到投资选品、投资择机、期货套利、统计套利和算法交易等领域, 因此相关领域专业化人才的需求量也与日俱增。针对现今量化交易领域人才培养现状, 肖纯凌^[1]指出高校的人才培养应当注重学生实践能力

收稿日期: 2022-10-21; 修回日期: 2023-03-01

通信作者: 张军欢, junhuan_zhang@buaa.edu.cn

基金项目: 北京航空航天大学 2021 年教学研究与改革项目一般项目 (No.4302122); 北京航空航天大学教育教学改革培育项目 (研究生教育) 普通项目 (No.ZF202S1876); 国家自然科学基金资助项目 (No.72271013)

Foundation Items: Beihang University 2021 Teaching Research and Reform General Project (No.4302122), Beihang University Education and Teaching Reform Cultivation General Project (No.ZF202S1876), The National Natural Science Foundation of China (No.72271013)

的培养,因此培养学生依据投资理念用活数学、计算机等基础学科以实现投资决策量化交易的相关课程,能够帮助学生将理论与实际操作结合,具有现实意义。黄锐^[2]对专业硕士课程如何以实践能力为核心进行专业硕士培养进行探讨,为开设研究生专业硕士课程“量化投资”创新性实验教学提供指导。周建松^[3]认为培养多层次金融人才应当从体制、机制、载体和保障4个方面进行创新,依据市场化改革需求培养应用型人才。黄吉平^[4]阐述了大数据时代下研究量化投资的重要性和培养量化人才的必要性,从真实市场和实验室市场两个维度对量化投资面临的挑战做出思考。熊海芳^[5]认为量化交易内容能够使传统“投资学”课程更加丰富多元,不仅能关注更多市场数据和参与者行为特征,还能够提高学生综合运用高维、高频数据以及文本分析等技术的能力。冯永昌等人^[6]通过解析国外著名的量化投资案例,强调量化交易的课程应当让学生们学会用最简单的语言描述去解答投资策略问题和法律问题。何淑兰等人^[7]发现高校金融投资专业对人才的培养与金融行业对人才的素质要求之间仍有很大差距,针对构建多元、立体化的金融实践人才队伍,从师资水平、资金投入等方面进行论述。付志刚等人^[8]对“量化投资实践”课程的必要性进行了系统分析,指出在众多量化投资工具中,R语言最适合作为投资教学工具,并以此为基础对教学内容进行定向修改。王谨乐等人^[9]指出高校量化投资课程建设尚有许多不足,提出积极推进课程创新、建设学生核心竞争力、加强校企合作、培养优秀的师资队伍4条相关改革建议。

虽然当前开设量化交易课程的高校比较多,量化交易改革建设相关的文献也不少,但是,系统地阐述如何构建人工智能与量化交易课程体系的文献相对较少。首先,本文梳理了量化交易的发展情况以及人工智能在量化交易中的应用情况;然后,归纳和总结了量化交易课程的现状和存在的问题;最后,根据存在的问题,从教学内容体系、教学实践模拟平台、师资培养、多渠道实践平台4个方面提出了建设意见。

1 量化交易概述

1.1 量化交易的发展

传统的量化交易场所主要集中在交易所及柜台市场。随着信息技术的发展,互联网时代证券经

营环境发生了巨大变化,证券公司、基金公司等的各类交易业务逐渐地向程序化、自动化和算法化发展。

量化交易场所发生了翻天覆地的变化,量化交易的理论与实践也历经历史的沉淀。Markowitz H^[10]首次提出投资组合理论,使用风险资产的期望收益率和方差代表的风险,以线性统计的形式研究资产组合的选择问题,成为量化交易研究的重要基石。之后 Sharpe W F^[11]在此基础上构建资本资产定价模型(capital asset prices model, CAPM),CAPM采用线性模型描述了资产的预期收益与预期风险之间的关系,这也是现代金融学的理论基础之一。Thorp E O^[12]提出了“科学股票市场系统”(其实质是一种股票权证定价模型理论),并基于此成立了第一支量化投资基金,量化交易也正式进入大众视野。Black F 等人^[13]提出了Black-Scholes 期权定价模型,为量化金融领域的繁荣发展奠定了深厚基础。1985年,摩根士丹利的研发团队对统计套利方法进行了系统的研究,真正创立了统计套利方法。1988年,詹姆斯·西蒙斯创立了知名对冲基金公司,该公司成立的大奖章基金是近现代史上成功的基金之一。Falkenstein E 等人^[14]提出用风险矩阵对投资组合的风险进行量化,为量化交易风险度量打下了坚实的基础。Li D X 等人^[15]提出了高斯连接函数,其成为业界的经典信用组合定价公式。2004年国内出现第一只涉足量化领域的公募基金,标志着量化交易进军我国市场。2008年,上海期货交易所下属的上海期货信息技术有限公司,推出了CTP(comprehensive trading platform),并在国内率先向交易者提供开放的C++应用程序接口(application program interface, API)。2010年,沪深300股指期货上市,丰富了量化交易的对冲工具,为量化策略的执行奠定了基础。同在2010年,股指期货上市,我国有了基于程序化的套利交易算法。2013年,掘金量化成立,该平台主要提供投研、交易、衍生服务等量化交易内容。2015年,聚宽量化投研平台出现,其是热门的宽客交流学习平台。2017年,中国人民银行等七部门发布的《关于防范代币发行融资风险的公告》明确了代币平台的监管规章。同在2017年,中国证券监督管理委员会方星海副主席在第十三届中国(深圳)国际期货大会上的讲话中提到,要加强对程序化交易管理,

建立程序化交易报备和程序化交易者识别制度。2019年,《中华人民共和国证券法》修订通过,规定了程序化交易制度。2021年,中国证券监督管理委员会制定《证券市场程序化交易管理暂行办法》。2022年,全国政协委员贺强在全国两会中提出推出量化交易监管法规,规范市场、公平发展的建议。

1.2 人工智能在量化交易中的应用

随着人工智能和量化交易的融合发展,众多学者对人工智能如何在金融领域做好战略部署进行了新的思考与探索,这推动了智能投顾、量化基金、智能金融等众多领域的发展。自2008年起,在美国与一些欧洲国家,一些提供资产管理、投资策略咨询等业务的智能投顾公司先后成立。2015年,智能投顾正式进军国内市场。智能投顾是一个数字金融服务平台,通过使用机器学习算法,根据经典的投资学理论与方法,进行投资决策,为投资者提供自动化投资管理服务。截至目前,中国银行、中国农业银行、浦发银行、华夏基金等金融机构均推出了自己的智能投顾服务,例如华夏查理智投——华夏财富旗下基金投顾平台,是证监会首批基金投顾业务试点之一,该智能投顾平台依托母公司华夏基金23年的专业资产管理经验,为平台用户提供资产配置服务。

量化基金指基于数据挖掘技术、统计技术、计算方法等技术,对市场因子、基本面因子、成长因子、价值因子等进行分析,通过数学模型构建投资组合,并实时根据因子的变化进行调整的基金。它的优点在于投资策略是完全基于市场数据构建的,不受投资者风险偏好及主观情绪等的影响。其中主要常见的投资策略包括 α 对冲策略、套利策略、CTA策略等。量化交易中的CTA策略指使用机器学习方法及基于量化的交易策略模型,跟踪分析期货市场的变化趋势,构造投资组合并给出买卖信号构造投资组合。

智能金融即人工智能与金融的全面融合。智能金融以人工智能、大数据、云计算、区块链等高科技技术为核心要素,全面赋能金融机构,优化和完善了金融基础设施体系,提升了金融服务的质量和效率,实现了金融服务的智能化和精准化。作为一种新兴技术,其被广泛应用于身份识别、大数据风控、智能投顾、智能客服等多方面金融服务领域。它以用户为中心,为客户提供更加便捷、个性化、

丰富的产品和服务。

1.2.1 人工智能改进多因子定价模型

传统的资产定价模型只考虑到有限的几个宏观因素对资产价格的影响,目前,越来越多的学者关注到这些因素之间的协整关系,构造更加精确的函数进行模拟,同时引入机器学习等方法提升模型的精确度。

自1964年资本资产定价模型被提出后,学术界对资产定价模型的实证研究已有半个多世纪的历史,形成了完善的研究体系和丰富的实证成果。其中,要素投资已成为国内外资产管理公司常用的研究工具,多因素模型在投资要素的研究中影响最深远。人工智能技术为金融投资带来源源不断的新改变,越来越成熟的神经网络算法也不不断地被引入资产定价领域。金元浩等人^[16]利用加权的最近邻分类法在传统因子模型的基础上改进对因子的提取,降低了因子提取过程的计算复杂性,同时保持了多因子模型财务理论的解释力度,使最终因子可以在此基础上提高同一因子中不同经济指标带来的超额收益。何雨洵^[17]结合自然语言处理和时间序列处理两种不同的深度学习模型,提取多维量化因子,构建基于机器学习的均衡多因子股票量化投资策略。

1.2.2 基于神经网络的量化选股

量化选股利用计算机技术探寻股票历史数据中的规律,根据数量化的方法选出股票构建投资组合,学习并制订策略进行投资,期望能在策略指导下超越基准收益。在该领域中,多因子模型得到了广泛的应用。其综合考虑了诸多影响股票价格变动的因素,在变化多端的市场中探寻潜在的规律。在波动之中总有部分因子可以刻画出市场的状况,这就使得多因子模型能够更好地刻画出股票的变化趋势^[18]。

同时,更多的学者对此类基于人工智能的模型进行了进一步的拓展研究。例如,宋佳璐^[18]在GRU模型的基础上引入注意力机制,构建基于A-GRU的多因子选股模型,选取每次预测2021年月收益率排名前30的股票构建投资组合,并与GRU的分类预测效果进行对比。根据对比结果发现,A-GRU分类结果更为准确。注意力机制的加入可以针对模型的输入数据模拟出一系列权重,强化了模型对重要信息的提炼,减弱了非关键信息的影响,能够更好地识别出股票市场中收益率更高的股票组合,且回测表现收益更高,风险更

低。在量化择时部分，根据因子数据预测每个交易日成分股股票的涨跌趋势，与按同样方法进行分类的 GRU 分类预测效果进行对比，A-GRU 对涨跌分类更加准确。

1.2.3 人工智能时代下的高频交易

高频交易作为量化交易的手段之一，已经被广泛应用于现今市场，高频交易的实际含义有以下几种主流定义。

(1) 高频交易包括所有利用快速算法执行的活动。美国商品期货交易委员会 (Commodity Futures Trading Commission, CFTC) 的技术小组委员会于 2012 年 6 月提出了以下定义草案。高频交易是一种自动交易形式，它有以下 4 个特点：①用于决策、订单启动、生成、路由或执行的算法，无须人工指导，用于每个单独的交易；②旨在最大限度缩短响应时间的低时延技术，包括邻近服务和主机托管服务；③与市场高速连接以输入订单；④高消息率。

(2) 基于资本吞吐量持有期的高频交易定义。FINAlternatives 公司对对冲基金经理进行的一项调查得出了以下高频交易特点：①系统的；②基于定量的模型；③持有时间从几分之一秒到一天（没有持仓过夜）。

(3) 基于观察到的市场活动对高频交易进行定义。Kirilenko A 等人^[19]将高频交易者确定为市场参与者，他们可以产生高市场量，同时保持低库存。研究人员使用该定义将高频交易与其他市场参与者区分开来：①中间商，特点是库存低，但交易量不高；②基本面买家，一日内每时每刻都是净买家；③基本面卖家，在特定日期内始终是净卖家；④小商贩，成交量低；⑤机会主义交易者，宽泛地定义为所有其他交易者，不符合高频交易或上述其他类别的定义。

(4) 基于市场参与者无法实现的行为对高频交易进行定义。经纪人用来将其客户划分为高频交易和非高频交易的通用定义，该定义要求将每个特定账户的交易活动归因于是否靠人力可操作。例如，每秒生成 200 个订单的账户被视为高频交易账户，一个每日始终成功锁定超额收益的账户也被视为高频交易账户。

目前，越来越多的学者基于人工智能与机器学习的算法完善高频交易模型。饶瑞等人^[20]提出了一种融合长短期记忆网络细胞结构的深度确定性策略梯度交易算法，实证研究表明，该算法能有效捕捉短暂的交易机会，是一种稳健的投资策略，为倾

向高频交易的投资者提供进行高频投资组合策略的新思路。

1.2.4 基于机器学习的套利模型

(1) 统计套利

统计套利 (statistical arbitrage, Stat-Arb) 指利用均值回归分析，在短时间内同时操盘数千种证券组成的不同投资组合，通常在几天之内完成数万次交易，几秒内达成一次交易。统计套利是一种深度量化、分析性的交易方法，其核心是尽可能将 β 风险最小化，对历史数据进行分析，以其概率分布评估真实市场上的价格关系。

统计套利策略通常会同时持有多头头寸和空头头寸，以利用相关证券的低效率定价，故其核心是市场中性。统计套利并不严格限于两种证券。投资者可以将这一概念应用于一组相关证券。此外，不能仅仅通过两种股票是否在同一行业运作来判断它们是否相互关联。

统计套利并非没有风险。这在很大程度上取决于市场价格恢复到历史情况的能力或预测常态的能力，该现象被称为均值回归。其中，由于微观和宏观因素，在实际情况中同一行业经营的两只股票可能在相当长的一段时间内保持不相关。

(2) 期货套利

当市场处于期货溢价或折价时，期货套利策略是可行的。该策略的投资组合包括资产的多头头寸/空头头寸和对应期货合约的多头头寸/空头头寸。投资者持有多头或空头仓位取决于市场处于溢价还是折价。

其中，跨期套利是常用的期货套利方法之一，指投资者基于同一期货品种在不同交割时期的价差进行数量相等、方向相反的交易头寸，通过交割或对冲方式平仓，以获取收益的策略。

(3) 期权套利

期权套利主要包括以下几种不同的形式。其中一种较为常见的策略是行使期权套利。该策略的核心是同时买入和卖出性质相同的期权，且执行价格之差必须小于权利金之差。该策略几乎完全没有风险，并且有可能产生少量利润。

市场内期权套利还包括购买和出售具有相同期权、执行价格、月份和类型的股票，但不在同一交易所中交易。该策略核心是利用不同交易所对同一金融产品的不同反应获得利润，以更低的价格买入，以更高的价格卖出。

1.2.5 人工智能背景下的监管科技

监管科技 (regulatory technology, RegTech) 最早由英国金融行为监管局 (financial conduct authority, FCA) 提出, 并被定义为“金融科技的一部分, 专注于更有效满足监管要求的技术。”监管科技使用的主要技术包括云计算、大数据、人工智能、机器学习、区块链等。监管科技区别于其他科技的本质性特征在于它的模式性转变, Williams J W^[21]认为监管科技不仅用于存储、组织或过滤电子数据, 还用于提供一种更加积极主动的管理功能。监管科技的应用一方面保障数据的安全性和有效性。Zetzsche D A 等人^[22]提出: 数字化也是数据化, 监管科技营造了一个更加严格的法治环境, 它能够确保长期投资的可行性, 同时, 严格的数据隐私保护方法会使数据更加安全可靠且具备可移植性, 以驱动市场和社会的健康发展。另一方面, 监管科技也被用于应对金融风险。Zetzsche D A 等人^[22]指出: 监管科技利用信用登记应对高利率风险, 不仅可以帮助建立信用登记, 还可以帮助管理和监督信用登记。最终, 发展利润丰厚的业务和实现金融包容性的关键在于理解客户的需求和监管科技的有效实施。另外, 监管科技对于监管当局的金融风险管控也具有重大意义, Von Solms J^[23]指出: 新兴技术如数字创新和信息科技等, 在原有基础上进行部署是高成本且低效率的, 但若将金融监管与数字化战略合并为一种管理职能, 那么意味着数字化平台能够被用于支持战略管理活动和加强内部监管过程, 从而确保商业目标与审慎目标保持一致。

2 量化交易课程的现状与问题

2.1 课程体系设置缺乏学科融合交叉

量化交易是一门多学科融合课程, 需要将金融学相关理论使用数学方法进行数字可视化, 再使用机器语言对数学模型与相关数据进行学习和处理, 最终得出最优结论。故修习量化交易课程的学生需同时掌握数学、计算机、金融学等相关领域知识。但现今大类教学的教育体系往往推崇“广”的概念, 学生学习内容多、学习时间紧, 各门课程通常只学习了最基础、浅显的知识, 且在课时紧缩的情况下还需要学习物理、化学等与量化交易相关性不大的课程。此外各门课程间通常相互割裂, 关联性不大, 因而学生很难将所学知识直接用于量化交易的理论研究中, 在实操时只能从头开始学习与量化交易

相关的数学与计算机知识。从高校的学生培养方案来看, 大多数高校设置的金融学、投资学等专业的核心课程主要是基础经济学 (宏观经济学和微观经济学等)、基础金融理论 (投资学、公司理财和货币银行学等) 以及相关的管理学知识, 而关于数学、计算机、统计学的知识深度不足, 难以满足当今时代背景下综合性金融人才的培养方针要求。

面对日益复杂的金融市场环境, 我国金融市场不断发展, 进行量化交易时需要进行海量数据处理和模型构建, 这将成为考验量化交易从业人员的一个巨大挑战。投资者的动机、心理研究以及金融衍生品的定价等问题的研究都需要学生具有良好的金融数学和计算机编程能力。然而高校课程体系设置缺乏融合交叉, 学生难以全面掌握相关技能, 阻碍了量化金融相关人员培养体系的建立。

2.2 软硬件设施不完善: 量化交易教学平台建设缺失

目前许多高校的量化交易实验设备老旧或仍处于空白状态。学生缺乏有针对性的专业实操模拟训练平台用于操作学习, 导致学习的理论知识与实际脱节, 全程纸上谈兵。相关主流数据库、数据分析平台、编程软件仍处于半开源或闭源状态, 研究数据与工具的获取受到很大阻塞。在教材方面, 量化交易起源于国外, 很多经典教材也来自国外。由于国内外量化交易法律制度、市场结构等存在很多不同之处, 故需要一本针对国内量化交易的教材。且在当今瞬息万变的金融市场中, 很多经典教材中的理论已经落后, 需要结合当今市场结构, 对相关理论方法进行革新。近日获批的近 60 所重点实验室主要涵盖了人工智能、机器学习、移动通信等学科, 而关于量化交易、量化投资实验室的打造还处于相对劣势, 缺乏相应人才。

此外, 目前高校对于量化交易的教学大多以定价和投资等理论教学为主, 对金融创新和金融实践涉及较少, 对锻炼学生获取数据并进行分析处理的能力培养不足。高校与金融机构的合作也仍有欠缺, 高校很少为课程教师和学生提供到量化交易企业交流实践的机会, 其量化交易平台建设也难以支撑教师和学生在校完成实践操作, 导致学生缺乏实际操盘的经验。

2.3 量化交易师资力量缺乏

量化交易是多学科交叉融合的结果, 更是理论与实践的统一。故其不仅要求授课教师具备数学、计算

机、金融学等方面的交叉理论基础知识,更需要教师具有将理论应用于实操的能力。而现今我国大部分任课教师是来自于国内外知名大学的学者,本身拥有雄厚的理论知识基础,但缺乏在业界实操的经验。且在经济社会高速发展的今天,金融创新产品层出不穷,对教师捕捉金融行业前沿发展、迭代更新课程理论与实践体系的能力提出了比较高的要求。

同时,由于进行量化交易授课的教师学术背景和研究领域不同,往往难以系统全面地研究进行量化交易所需的投资、融资、风险管理以及监管等多领域的内容。因而高校开展量化交易教学时可能存在授课教师研究兴趣不同造成的课程不同章节授课效果不一的问题。这也需要高校积极扩充教师储备,同时辅以开办领域内专家专题讲座等方式提升教学效果。

2.4 缺乏业界合作,学生实践操盘能力不足

目前高校在量化交易领域主要注重学生理论知识的培养,却忽略了量化交易是一门应用型学科,对学生应用实践能力的培养也同样重要。这就导致部分进入企业工作的学生需要从头学习实际操盘能力,人才培养效率较低。量化交易课程大多数时候要结合金融市场的行情分析以及投资实践,注重学生应用实践能力的培养。而缺乏实践能力的培养模式会使学生缺乏创造性思辨的能力和解决实际问题的能力,最终影响其应用实践能力。从高校的课程学习考核指标来看,大多数量化交易课程将成绩与考试挂钩,甚至考试成绩比重占到了100%,而忽略或者降低了实践内容的占比,削弱了学生对量化实践操作的兴趣和追求,限制了学生的视野。

同时,由于缺乏对实践能力培养的意识,高校与产业界合作不紧密,学生很少有机会进入从事量化投资的金融企业交流实践,致使学生理论知识与实际操盘能力脱节,对实际交易中碰到的问题分析解决能力不足。这也是导致量化交易人才储备缺乏的一个重要原因。

3 人工智能与量化交易课程建设建议

3.1 构建数学、计算机技术和金融学交叉融合的教学内容体系

人工智能与量化交易作为一门前沿交叉学科,需要构建一个集数学、计算机技术和金融学交叉融合的教学内容体系。人工智能与量化交易课程体系如图1所示。第一,在基础知识层面,需要掌握数

学、计算机科学技术和金融学的相关基础知识。数学包括概率论、数理统计、随机过程等,计算机科学技术包括编程语言、数据挖掘、人工智能等。其中,编程语言包括 Python、Go、C/C++、Java、Matlab、R 等。数据挖掘包括数据采集、数据存储、数据清洗、特征提取、数据分析、数据安全等。人工智能包括搜索与优化、知识表达和推理、学习、智能体、自然语言处理、模式识别、先进机器学习、知识系统、神经网络等。金融学包括金融市场微观结构、资产定价、投资组合、统计套利、期货套利、期权套利、行为金融学等。第二,量化交易策略层面,包括量化交易策略、量化交易策略评估、量化交易策略风险控制。量化交易策略包括基本面分析、技术分析、投资组合构建、投资组合调仓、高频交易、低频交易、量化交易系统/平台等。量化交易策略评估包括年化收益率、基准年化收益率、波动率(volatility)、阿尔法系数、贝塔系数、跟踪误差(tracking error)、信息比率(information ratio)、夏普比率(Sharpe ratio)、索提诺比率(Sortino ratio)、最大回撤(maximum drawdown)等。量化交易策略风险控制包括仓位管理、资金管理、止盈策略、止损策略、回撤控制、模型风险等。第三,在监管科技层面,需要明确监管的内容和对象,以及如何利用科技手段实施监管的案例,即如何基于先进的计算机科学技术,尤其是人工智能、大数据、云计算、区块链技术等,实现对违规信息披露、内幕交易、股价操纵、老鼠仓、欺诈、洗钱等异常和违法行为的预警、监测、识别和溯源,保障金融市场的健康发展。

3.2 搭建量化交易教学实践模拟平台

量化交易实践需要以大量的多源异构数据为基础,以强大的数据处理、分析与挖掘平台为工具。因此,在进行量化交易实操教学时,多源异构的、多种交易频率的数据库及数据分析平台是必不可少的。

首先,量化交易实践的基础是多源异构的数据。历史数据可以从 wind 数据库、国泰安数据库和 CSI 数据库等数据库中获取。其中,CSI 数据库有一个非常灵活、功能性强大的桌面应用程序,用户可以设置一个晚上的时间,通过与 CSI 的服务器互联网连接自动进行数据更新。此外,CSI 还可以提供退市股票的历史数据,这样就可以获取一个无幸存者偏差的数据集。对于实时数据,eSignal、IQFeed、CQG 等供应商提供适合日内交易且可容忍时延不超过 25 ms 的数据,SR Labs、Thomson

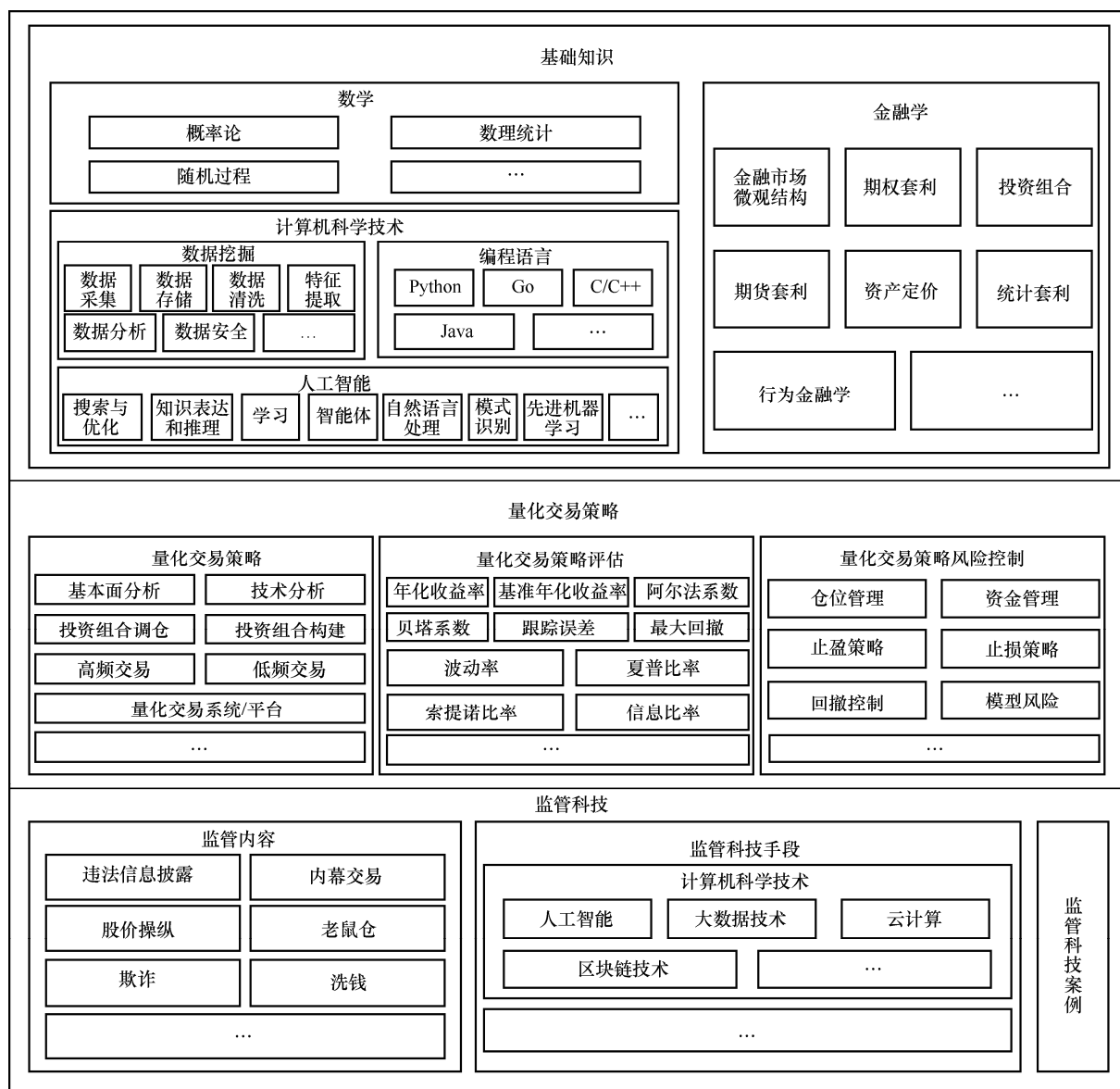


图 1 人工智能与量化交易课程体系

Reuters 等供应商提供适合日内交易且可容忍时延小于 10 ms 的数据。对于新闻数据，许多供应商出售元素化的新闻提要，即机器可读的新闻，可以更轻松地捕获关键词、类别等，包括 Bloomberg、Dow Jones 和 Thomson Reuters 等的新闻信息。此外还可以从 Ravenpack、Thomson Reuters News Analytics、MarketPsych 或 Accern 等购买新闻情绪数据。

其次，高校还可以结合自身情况，根据需要开发适合的量化交易实践模拟平台，让学生可以将课本的知识与实际操盘相连接。该平台应尽可能模拟实际操盘情况，不仅具有投资者、借款者、套期保值者、做市商等基本交易市场参与者，还应包括市价订单、限价订单等基础订单类型。学生可以选择

以不同市场参与者的身份进入市场，通过订单交易，观察订单簿的变化，更好地理解书中所讲的订单交易过程；按照书中所讲的无风险套利策略、统计套利策略等构造投资组合，模拟真实的订单交易，从实际操盘的角度对主流投资策略建立更深层次的认识，对风险和收益间的关系有更直观的体验。除此之外，也可以选择国内现有量化交易软件平台进行模拟交易，帮助提升学生的实践能力，以投资者的思维理性地运用逻辑分析判断市场形势并得出市场趋势，从而明确地制订和执行交易策略。

3.3 建设交叉背景的师资团队

教师是文化知识的传递者，良好的师资团队有利于课程的建设与发展，为人才培养提供质量保

障。量化交易是一门集成了多学科的交叉课程,因此,课程团队需要由多位不同学科的教师组成,包括数学方向的教师、计算机方向的教师、金融学方向的教师、计算金融学方向的教师、业界实践教师等。首先,数学方向、计算机方向和金融学方向的教师负责理论基础知识的教学。在理论知识层面,这些授课教师需要掌握数学、计算机科学技术和金融学的相关基础知识。其中数学包括概率论、数理统计、随机过程等;计算机科学技术包括编程语言、数据挖掘、人工智能等;金融学包括金融市场微观结构、资产定价、投资组合等。其次,计算金融学方向的教师负责量化交易策略和监管科技方面知识的教学。量化交易策略包括量化交易策略的构建、量化交易策略的评估、量化交易策略的风险控制;监管科技包括监管内容、监管手段和监管案例。业界实践教师负责实践层面的教学。在实践层面,学生通过上机实验的方式,实现对量化交易策略的模拟交易、回测、模拟实盘等。此外,还需要培养具备这种多学科交叉知识的师资力量。

3.4 搭建多渠道实践平台

首先,高校可以通过与证券公司、基金公司、咨询公司、证监会等企业、机构或政府部门进行合作,成立联合实验室或实习基地,构建量化交易业界的实习、实践平台,实现理论与实践的统一。针对产业界存在的问题,共同设立人工智能与量化交易的实践项目或课题,让学生走出学校,让知识走出课本,解决实际问题,锻炼实操能力。其次,可以联合产业界举行量化交易知识大赛、模拟操盘交易大赛,吸引更多学生参与到量化交易的学习和实践中来,激起其对量化交易的学习积极性,培养学生实践能力,挖掘优秀量化交易人才。还可以设立人工智能与量化交易实践讲堂,邀请量化交易的业内精英进行讲座,让学生在校内就可以从产业界的角度了解当前量化交易的前沿发展。

目前正在实施的量化交易实验室包括由鸣石投资与上海财经大学共同建设的国内首个量化数理金融实验室“上财鸣石数理金融实验室”,浙商证券、浙江大学、新华三和恒生电子四方共同筹建的“量化金融科技实验室”,北京大学成立的围绕金融量化分析和投资重点研究企业的“量化金融实验室”等。这些平台在专业团队的带领下,与产业界展开深度的交流合作,促进量化技术在金融市场风险评估与管理、基金投资与运营等方面的实际应用。

4 结束语

首先,本文针对如何构建人工智能与量化交易课程体系的问题,分析了量化交易课程的发展现状。其次,梳理了量化交易的发展历程。然后,总结了人工智能在多因子定价模型、量化选股、高频交易、套利模型和监管科技中的应用。接着,从量化交易课程设置、量化交易教学平台、量化交易师资力量与产业界合作情况4个角度提出课程体系设置缺乏融合交叉、教学量化交易平台建设缺失、量化交易师资力量缺乏、与产业界缺乏合作导致的学生实践操盘能力不足4点问题。最后,针对存在的问题,从构建数学、计算机技术和金融学交叉融合的教学内容体系,搭建量化交易教学实践模拟平台,建设交叉背景的师资团队和搭建多渠道实践平台4个方面,提出了人工智能与量化交易课程的建设意见。

参考文献:

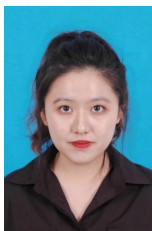
- [1] 肖纯凌. 深化教学改革克服“五重五轻”[J]. 中国高等教育, 2009(12): 35-36.
XIAO C L. Deepening teaching reform and overcoming “five emphasis and five lightnesses”[J]. China Higher Education, 2009(12): 35-36.
- [2] 黄锐. 以实践能力为核心的专业硕士培养模式探究[J]. 教育研究, 2014, 35(11): 88-94.
HUANG R. Exploration of training mode of professional master focusing on practical ability[J]. Educational Research, 2014, 35(11): 88-94.
- [3] 周建松. 按市场化、应用型原则重构金融人才培养机制[J]. 金融教育研究, 2015, 28(5): 69-72.
ZHOU J S. The transformation and reconfiguration of financial talents cultivation mechanism according to the marketization and applied principles[J]. Research of Finance and Education, 2015, 28(5): 69-72.
- [4] 黄吉平. 大数据时代量化投资: 功能、挑战与解决路径[J]. 金融纵横, 2015(5): 10-15.
HUANG J P. Quantitative investment in big data era: functions, challenges and solutions[J]. Financial Perspectives Journal, 2015(5): 10-15.
- [5] 熊海芳. 《投资学》课程体系中量化分析问题思考[J]. 金融教育研究, 2016, 29(2): 85-88.
XIONG H F. Study on the quantitative analysis in “investment” curriculum system[J]. Research of Finance and Education, 2016, 29(2): 85-88.
- [6] 冯永昌, 张建民, 刘天权. 国外量化投资经典案例介绍与法律分析[J]. 清华金融评论, 2016(2): 45-48.
FENG Y C, ZHANG J M, LIU T Q. Introduction and legal analysis of classic cases of quantitative investment abroad[J]. Tsinghua Financial Review, 2016(2): 45-48.
- [7] 何淑兰, 唐更华, 段飞. 基于行业发展的金融投资实践教学体系建设研究[J]. 大学(研究版), 2016(5): 46-51.

- HE S L, TANG G H, DUAN F. Research on the construction of financial investment practice teaching system based on industry development[J]. University, 2016(5): 46-51.
- [8] 付志刚, 沈慧娟. 《量化投资实践》课程建设方式探讨[J]. 教育教学论坛, 2018(21): 214-215.
- FU Z G, SHEN H J. The construction method of quantitative investment practice course[J]. Education Teaching Forum, 2018(21): 214-215.
- [9] 王谨乐, 陈柏铮. 高校量化投资课程的建设与思考[J]. 教育现代化, 2020, 7(20): 89-91.
- WANG J L, CHEN B Z. Construction and reflection on quantitative investment course in colleges and universities[J]. Education Modernization, 2020, 7(20): 89-91.
- [10] MARKOWITZ H. Portfolio selection[J]. The Journal of Finance, 1952, 7(1): 77-91.
- [11] SHARPE W F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk[J]. The Journal of Finance, 1964, 19(3): 425-442.
- [12] THORP E O. Optimal gambling systems for favorable games[J]. Review of the International Statistical Institute, 1969, 37(3): 273-293.
- [13] BLACK F, SCHOLES M. The pricing of options and corporate liabilities[J]. Journal of Political Economy, 1973, 81(3): 637-654.
- [14] FALKENSTEIN E, HANWECK J. Minimizing basis risk from non-parallel shifts in the yield curve[J]. The Journal of Fixed Income, 1996, 6(1): 60-68.
- [15] LI D X, LIANG M H. Cdo squared pricing using gaussian mixture model with transformation of loss distribution[Z]. 2005.
- [16] 金元浩, 房勇, 卢焱. 基于 K-NN 最邻近点算法的因子提取方法及量化策略研究[J]. 数学的实践与认识, 2021, 51(19): 14.
- JIN Y H, FANG Y, LU Y. Improvement of factor extraction method and quantitative strategy for multi-factor model based on K-NN nearest neighbor algorithm[J]. Journal of Mathematics in Practice and Theory, 2021, 51(19): 14.
- [17] 何雨淘. 深度学习 NLP 技术和 LSTM 算法模型在量化投资策略中的应用研究[D]. 上海: 上海财经大学, 2021.
- HE Y X. Research on the application of deep learning NLP technology and LSTM algorithm model in quantitative investment strategy[D]. Shanghai: Shanghai University of Finance and Economics, 2021.
- [18] 宋佳璐. 基于深度学习的量化选股和量化择时策略研究[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2022.
- SONG J L. Research on quantitative stock selection and quantitative timing strategy based on deep learning[D]. Nanjing: Nanjing University of Information Science & Technology, 2022.
- [19] KIRILENKO A, SOWERS R B, MENG X. A multiscale model of high-frequency trading[J]. Ssrn Electronic Journal, 2013, 1(1): 59-98.
- [20] 饶瑞, 潘志松, 黎维, 等. 基于深度强化学习的高频交易优化算法[J]. 南京理工大学学报, 2022, 46(3): 304-312.
- RAO R, PAN Z S, LI W, et al. High-frequency trading optimization algorithm based on deep reinforcement learning[J]. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2022, 46(3): 304-312.
- [21] WILLIAMS J W. Regulatory technologies, risky subjects, and financial boundaries: governing 'fraud' in the financial markets[J]. Accounting, Organizations and Society, 2013, 38(6/7): 544-558.
- [22] ZETZSCHE D A, ARNER D W, BUCKLEY R P, et al. The future of data-driven finance and RegTech: lessons from EU big bang II[R]. 2019.
- [23] VON SOLMS J. Integrating regulatory technology (RegTech) into the digital transformation of a bank Treasury[J]. Journal of Banking Regulation, 2021, 22(2): 152-168.

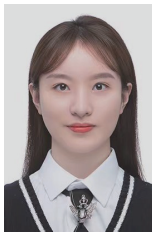
[作者简介]



张军欢(1983—), 男, 北京航空航天大学经济管理学院副教授、博士生导师, 主要研究方向为计算与行为金融、量化交易、金融科技与监管科技、区块链金融、人工智能。



朱正一(2000—), 女, 北京航空航天大学经济管理学院硕士生, 主要研究方向为资产定价、量化交易。



蔡可玮(2000—), 女, 北京航空航天大学经济管理学院本科生, 主要研究方向为量化交易、绿色金融。