

· 双清论坛“中国经济发展规律与理论研究关键科学问题” ·

金融科技中人工智能技术典型事实与核心规律*

陈增敬^{1,2**} 严晓东^{1,2} 冯新伟^{1,2}

1. 山东大学 数学学院, 济南 250100
2. 山东大学 中泰证券金融研究院, 济南 250100

[摘 要] 金融科技是新业态金融形成的核心动力,也是现代金融管理中新基建的重要组成部分。人工智能技术作为金融科技的关键支撑技术之一,会对金融管理中的资源配置和组织模式带来革命性的变化,对我国的金融行业转型具有重要的战略意义。目前我国人工智能技术进入爆发期,以深度学习为代表的人工智能技术不断创新,但是各种人工智能技术在实际应用过程中还存在着种种缺陷和不足,人工智能技术的统计性质与可解释性面临着诸多挑战。本文立足于人工智能技术的典型事实,阐述了人工智能技术的产业化发展现状,探讨了人工智能技术的发展趋势和面临的挑战,分析了人工智能技术面临的理论问题及研究现状。最后,根据非线性期望理论在不确定分析中的优势,对人工智能技术与行业的发展给出了一些建议。

[关键词] 金融科技;新业态金融;人工智能技术;深度学习;强化学习;非线性期望

1 现代金融管理中人工智能技术的背景与意义

1.1 人工智能技术广泛应用于金融管理中的背景

大数据时代,新兴科技技术敦促传统行业新一轮转型升级,金融行业首当其冲,根本原因是金融体系内部沉淀下来的海量标准化的数据以及内在的业务需求,比如:提高决策效率、及时应对市场变化、精准客户服务等。以云计算为算力的人工智能技术从根本上颠覆了传统的科技技术,成为金融科技领域中影响金融机构内部资源配置和组织模式的广为青睐的技术。人工智能技术不仅改变了金融机构中计算机业务架构,最主要改变了金融行业的服务模式 and 行业格局,从而使金融行业在金融科技人才与人工智能技术方面能加大投入,以求在未来智能金融中获得先机。由于金融业务流程的各个环节都是处理数据,因此人工智能技术在这方面有着绝对的优势,人工智能技术在提高效率、降低成本、防控风险、促进普惠金融等各个金融业务流程环节中(客户端、运营端、交易端、监管端)^[1]发挥着重要作用。在金



陈增敬 山东大学“长江学者”特聘教授。现任山东大学数学学院院长、中泰证券金融研究院院长、教育部教学指导委员会统计学副主任委员、国家杰出青年科学基金获得者。曾获国家自然科学基金二等奖(独立,2015年)和孙冶方经济科学奖(首位,2011年)。先后在国内外重要学术刊物上发表论文多篇,对不完备市场中的资产定价问题的研究成果被国际著名学者多次引用和推广。特别是与经济学家 Epstein 在 *Econometrica* 发表的论文,建立了被称为“Chen-Epstein”的资产定价模型,该文发展了诺贝尔经济学奖得主 Lucas 的资产定价理论,是中国大陆学者第一次在该国际权威杂志上发表的论文。得到包括诺贝尔经济奖得主 Sargent 和 Hansen 以及美国联邦储备银行等一批著名学者和金融业界人士的多次引用和重要评价。

融客户端的应用中,精准定位客户需求,优化服务流程,提高服务质量;在运营端的应用中,智能监控市场运作,提高应对风险能力,提高决策效率;在交易端,实现智能预测,智能量化交易,自动配置投资组合,智能投顾;在监管端,自动发现犯罪活动,智能识别欺诈行为,实时预测系统风险。

收稿日期:2020-12-31;修回日期:2021-06-16

* 本文根据第 257 期“双清论坛”讨论的内容整理。

** 通信作者,Email: zjchen@sdu.edu.cn

1.2 在金融管理中使用人工智能技术的意义

1.2.1 引领金融领域的重塑与变革

首先,人工智能的发展重塑金融生态、推动金融价值链的自我重构。人工智能催生出一系列具有智能特征的金融科技公司,这些公司能够根据用户需求提供金融服务。与此同时,智能金融科技公司的出现和人工智能在金融领域的应用共同推动了传统金融机构的革新,完善了传统金融价值链。以银行改革转型的创新探索为例,顺应金融科技化趋势,以互联网、移动终端为触点,建立直销银行为客户提供便捷高效的线上金融服务。

其次,人工智能推动了金融服务模式的变革和金融产品的创新。一方面,人工智能推动了数字化、智能化的新型金融科技服务模式的形成,推动了金融服务模式的变革。另一方面,新兴技术使得金融机构能够有效利用更丰富的数据库了解客户特征和金融需求,创新金融产品。

最后,人工智能促进了金融市场整体运行效率的提高,降低了交易过程中信息、信用、制度等成本。新型金融服务模式以互联网为依托,使金融市场的运行更加高效。同时大数据等技术的应用能够通过准确定义客户特征为客户提供定制化服务,从而降低了信息搜索等成本。

1.2.2 重构传统金融业务流程

以人工智能为支撑的金融科技公司在引起金融机构内部结构的变化,导致传统金融业务流程的变革。新型金融科技通过数字化、精细化的技术获取客户需求,提高了金融服务的效率并降低了金融业务成本,利用优越的大数据分析能力形成了自己独特的竞争优势。这种新型金融服务模式冲击了传统金融业务流程,最明显的变化是银行网点的减少。因此传统金融机构必须将金融科技融入原有业务模式,顺应数字化趋势。如今国内各大银行设立“网络金融部”向互联网金融转型^[1]。

1.2.3 扩展金融服务覆盖范围,加快普惠金融事业发展步伐

新型金融服务模式结合互联网和大数据、区块链等技术使更多的个体和中小型企业享受金融服务,扩展了金融机构的服务范围,并加速了普惠金融的发展。一方面,互联网征信使信用服务的覆盖范围扩大,从而使更多的社会成员获得金融服务的机会。另一方面,人们利用智能手机可以便捷地完善个人信息,帮助金融机构利用数据分析技术刻画用户特征,从而人们能够以高效率、低成本的方式获得与自

身特征及需求匹配的产品。

人工智能技术能够根据用户数据实现精准匹配、推荐和服务,但也不可避免会给消费者带来信息安全问题。由于我国目前还没有制定数据保护方面的有效法律法规,消费者的个人隐私问题容易受到威胁。

1.2.4 促进金融监管方式的改善

金融科技的发展对传统的监管模式提出了挑战,在金融科技跨行业、跨机构的背景下,传统的金融监管模式需做出改变。借鉴国外的经验,并结合我国的分业监管模式看,金融监管一般落后于金融科技。金融科技连接海量用户和金融机构,在促进金融产业发展的同时也会引发潜在风险。例如某些互联网金融平台无法纳入现有监管框架,因为这些平台是非持牌机构。与此同时,目前我国的监管信息由不同行业的不同监管部门分管,信息没有实现跨行业共享导致监管机构信息获取效率低。因此众多国家和地区金融监管机构选择“监管沙盒”^[1],给予金融科技一个“安全空间”测试其创新的产品、服务等,从而达到科技创新和风险防范之间的平衡。

2 人工智能在金融领域的应用现状

2.1 金融客户端场景

人工智能在面向金融客户端的应用场景涉及智能客服、智能支付、智能营销、智能征信、智能定价、智能核保、智能理赔等,优化了金融业务运作模式,满足了客户个性化的金融需求,使金融机构精准了解客户需求,开展相关业务(图1)。

智能客服已经被国内外知名金融机构广泛应用。国外如:英国苏格兰皇家银行、日本软件银行等,国内如:工商银行、招商银行等都推出了包括客服机器人在内的人工智能客服^[1]。

智能支付应用场景尚处于探索当中。目前,印度 CICI 银行、新加坡的 XZ 银行等都已智能支付中融入人工智能,国内支付宝“车牌付”、刷脸支付也在不断发展^[1]。

智能营销基于海量数据,通过分析个体的消费模式进行精准营销。国外代表是新加坡华侨银行的模式,国内应用包括农业银行的“基于大数据分析的精准营销服务平台”。

在智能征信方面,人工智能使金融机构不仅能有效地识别客户身份,并且可以通过开发替代数据挖掘客户信用。在这方面,我国有芝麻信用。

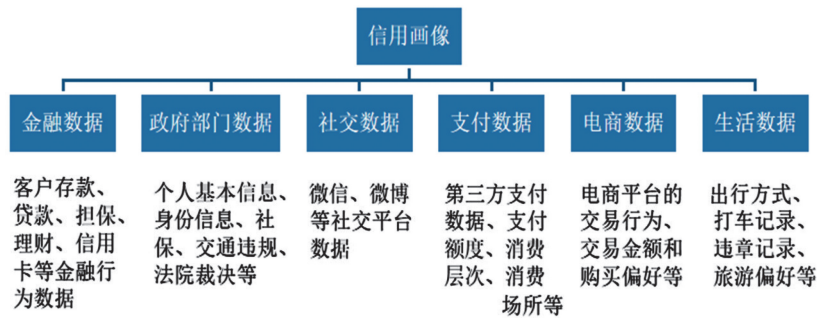


图 1 客户信用画像

人工智能技术还可用于保险公司的智能定价。包括蚂蚁金服和 AXA 在内的保险公司可通过互联网多个来源获取有效数据,完善保险产品的设置和定价。

在智能核保过程中,数据挖掘、机器学习以及自然语言处理等认知技术逐渐替代传统方法,发现已知和未知的风险因素,并智能核保。平安健康险等已经推出智能核保系统。疫情期间,平安运用医疗科技、金融科技为 800 万名疾控和医护人员提供超 13.6 万亿专属保险保障,支持数万家中小企业共度难关^[2]。

由人工智能和大数据赋能的智能理赔系统,通过全流程智能化作业远程快速核算理赔。在这方面的应用有美国的 Lemonade 保险科技公司^[2],中国平安的“智能闪付”。

2.2 运营环节场景

银行等机构不仅利用人工智能从事重复性工作,而且一些核心业务领域也开始应用人工智能,如资本优化、安防监控、智能网点、压力测试、市场影响分析、智能风控。

资本优化指银行在资金规模给定的情况下实现利润最大化。2017 年初标准渣打银行将人工智能应用于这个方面,公司的量化分析师并没有披露 MVA(Margin Valuation Adjustment)节省比例,但结果足以覆盖技术的开发成本。

在金融机构的智能安防工作中,计算机视觉与生物特征识别是最主要的技术之一,结合指静脉技术、移动互联网技术、云计算以及云存储技术等。其应用主要在人像监控预警、员工违规行为监控、核心区域的安全监控三方面。

银行业务互联网化的趋势愈发明显,实体网点减少,智能自助终端增加。相关实例有美国的 Robobank;平安银行的“SAT 社交 + 移动应用 + 远程服务 + 智能网点”。

压力测试是一种以定量分析为主的风险分析方

法,测算银行在遇到极端情况下的损失。美国的 Straterix 公司的专有算法机器学习和数据挖掘技术等帮其客户节省大量资金。

市场影响分析主要是交易部门对市场价格变动的影 响进行评估。目前摩根大通和 Portware 已经通过人工智能来协助交易员选择交易的具体时机。

目前,我国基于人工智能和机器学习的智能风控技术非常成熟,并且出现三类智能风险控制模式:研发自用型、技术平台输出型和混合型。在这方面的案例有蚂蚁金服的蚁盾。

2.3 交易投资场景

人工智能和机器学习技术已经在交易和投资管理方面有了广泛的应用,如预测市场和个股走势、量化交易、投资组合管理、智能投顾、智能投研等。

学术界和业界都持续关注如何对金融市场未来一段时间或某个时间点的走势进行预测。近年来,Dixon 和曾志平等学术界研究人员与日本三菱 UFJ 等金融机构从业人员都已经在用深度学习预测金融市场走势,预测效果较好^[1]。

传统量化投资方法难以刻画复杂的非线性市场规律,人工智能由于其更多输入、量化投资全程、应用非结构信息等特点被 Man Group、Rebellion Research 等机构应用。

虽然,目前人工智能在投资组合管理方面应用公开的案例比较少,大多数研究主要来自于学术文章。但人工智能在该领域的应用具有很大优势。如 Equibot 推出的人工智能 ETF。

国内外的众多企业都已推出很多投顾产品和平台,如平安金融一帐通推出“智能财富管家”来满足投资需求。

人工智能也深入到投资研究领域,出现了人工智能和投资研究的深度结合,即智能投研。代表性企业包括国外 Palantir Metropolis、Visible Alpha;国内萝卜投研等。

2.4 监管合规场景

金融危机后,金融监管机构加大了监管力度。因此,运用新技术帮助金融机构避免罚款的科技应运而生。目前,在监管合规领域,人工智能在 AML/CFT(反洗钱/打击恐怖主义融资)、KYC(了解你的客户)、监管市场异常、欺诈识别、预测系统风险、辅助政策评估等方面都得到了应用。

人工智能可以提高反洗钱效率。很多监管及金融机构在反洗钱过程中应用人工智能技术,如美国 Quanta Verse 公司^[1]。

KYC 是为了预防违法犯罪行为而提出的针对金融机构的合规业务,人工智能的发展可以大幅度提高 KYC 整个流程的效率,具体例子是陆金所的 KYC 系统。

人工智能系统可以对投资者进行“全息高清”画像;运用知识图谱技术进行关联性分析;通过文本挖掘准确识别内幕交易、操纵市场等行为。如纳斯达克的 SMARTS 监控系统。

人工智能在银行业务中有效地进行反欺诈,在贷前利用各种识别技术识破身份伪装;通过神经网络实现潜在风险的挖掘;通过关联分析模型,发现欺诈交易的规律和模式等。

除此之外,人工智能在预测系统性风险和辅助政策评估方面也有较多的应用(图 2、图 3)。

3 人工智能技术的发展趋势

3.1 新型人工智能技术争相迸发

深度学习利用神经元的结构,模拟人脑结构和功能特点,利用“层”的结构,设计深度学习算法,在监督学习、无监督学习以及半监督学习中发挥着重要作用^[3],目前也是金融科技领域被广泛应用的算法,至此,以深度学习为代表的且相关的新型人工智

能技术争相迸发(图 4)。事实也证明,深度学习技术已经在图像和计算机视觉领域发挥了重大作用并广泛应用的领域包括无人驾驶、语音识别以及自然语言处理等。甚至有专家称,近几十年,人工技术的迅速发展完全得益于深度学习方法在各个领域的应用。

3.2 新兴技术助力金融科技生态圈形成

作为金融科技技术的算法源,人工智能技术在助力金融科技生态圈的形成中扮演了越来越重要的角色,但他并不是孤立存在的,他与云计算、大数据和区块链等新兴技术紧密相连、相辅相成。大数据是核心资源,云平台为算力提供保障,区块链为金融大数据的互通往来提供了有利条件。因此未来金融科技的创新更多地集中于技术的交叉融合领域,集中一体化搭建金融云和金融大数据平台,依托云平台部署人工智能计算的算法。同时随着 5G 时代来临,人工智能技术算法效率大大提升,深度学习、强化学习等数据挖掘技术将在更多的金融领域得到实现。新一代信息技术的发展正在形成融合生态,并推动金融科技发展进入新阶段。

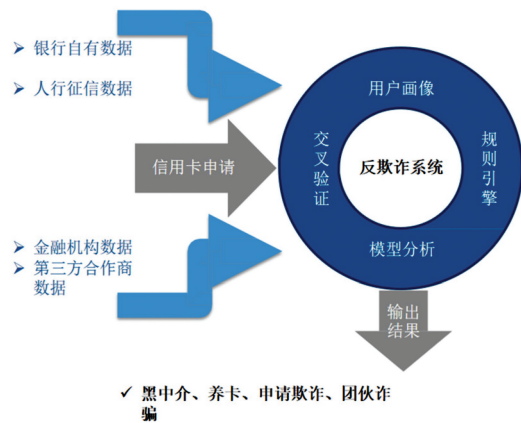


图 2 反诈骗系统

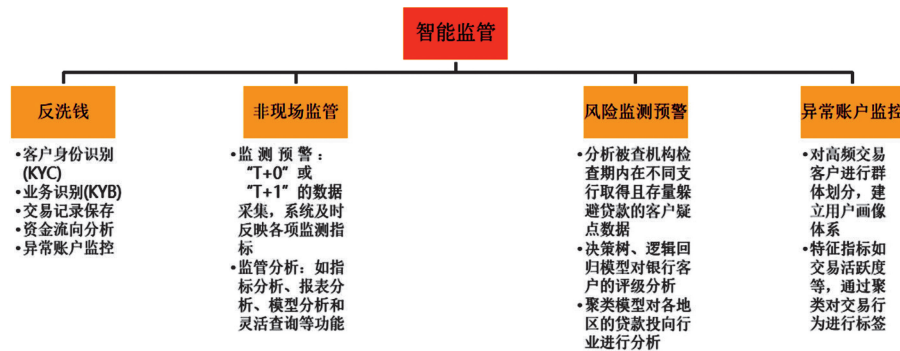


图 3 智能监管

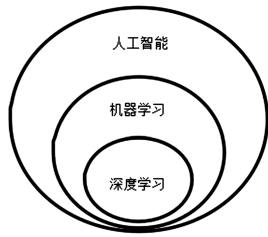


图 4 技术关系

4 金融管理中人工智能技术面临的一些问题

4.1 金融管理方面的问题

4.1.1 人工智能科技人才严重匮乏

提升金融的核心竞争力是增强我国金融业抗周期、抗风险能力,保障金融安全的最优举措,从而可以提升金融聚集、分配、配置资金的功能,更好支持实体经济高质量发展。

人工智能人才是提升金融核心竞争力的本质资源,国际金融竞争最核心的是国际高端金融人才的竞争,当下高端金融人才往往具备金融与科技交叉领域的知识技能。

4.1.2 人工智能基础设施薄弱,支撑能力不足

人工智能技术需要良好的运营环境才能发挥巨大作用,大数据提供海量金融数据分析,云计算提供金融科技技术算力,区块链融合数据与技术。对于这些基础设施,我们存在一定短板,如何在加大这些基础设施建设的投入过程中,与金融交易、清算、监测、风控等统筹布局联系在一起,如何真正做到先进、快速、高效的同时,又要做到自主、安全、可控,都是急需解决的问题。尽管如此,加大对人工智能基础设施的投入仍是支持金融创新和维护金融安全的重要举措。

4.2 人工智能技术实施困难

4.2.1 可解释性不足

在金融业务流程的各个环节,新兴人工智能技术发展迅速,尤其是深度学习技术在图像、声音和自然语言处理等领域取得了卓越成绩。但是模型复杂度的增加阻碍了人工智能算法的可解释性,因此黑匣子训练出的模型严重妨碍了人工智能技术在金融领域的推广。可解释性是指金融科技工作者能够理解决策的原因。虽然在应用人工智能技术时,金融科技科学家往往倾向衡量技术好坏的性能准则,如预测准确率、决策的精确度等,但是,这些准则不能

说明决策的过程(原因和方式)。获悉人工智能技术预测背后的原因在评估信任方面非常重要,如果用户不信任这个技术得到的预测结果,我们不会使用它,更不会推广到其他金融业务的场景中。因此可解释性是决定智能金融项目在行业中取得成功的关键标志。

4.2.2 分布不确定性

大数据时代,金融数据往往呈现多源异构,比如金融数据采集时间不同、数据采集地点差异,或利用不同实验工具采集到的金融数据等,导致金融数据呈现异构特性,即呈现分布不确定特点^[4, 5],导致基于单一化或均一化建模的人工智能技术将不再适用。所以如何在多源异构金融数据中有效运用人工智能技术是亟待解决的问题。

4.2.3 隐私保护问题

随着大数据应用的蓬勃发展,金融数据规模扩大,越来越多的金融数据共享开放、交叉使用,然而关于数据所有、数据采集、数据存储使用权责方面的权力界定存在空白。这在宏观层面上直接关系到大数据应用,在给数据带来了巨大的价值的同时,也带来了数据管理方面的重大挑战。数据安全与隐私保护作为互联网治理体系的重要组成部分,已成为了制约大数据应用发展的主要瓶颈之一。一方的金融数据也会影响到另一方金融数据的隐私,导致多源金融数据隐私保护更具挑战性。本研究基于差分隐私方法拟建立多源金融数据的隐私保护^[6, 7]。

5 促进金融管理中人工智能技术发展的若干建议

5.1 加强人工智能技术在宏观金融管理中的应用

5.1.1 利用人工智能技术完善金融体系结构, 加快提高资金配置的能力

由于金融的资源配置功能与效率构成金融体系最重要的核心竞争力,利用人工智能技术有效配置和使用资源,聚集社会储蓄和社会资金,转化和配置为社会最有效的投资,这就成为金融改革、创新、发展的重要任务。具体包括利用人工智能技术建立金融机构体系和金融市场体系,增加金融产品的有效供给,加快提高资金的配置能力。

5.1.2 借助人工智能技术完善金融监管体系, 加快提升金融创新的能力

人工智能技术助力金融创新,是活跃金融市场、

推动金融发展的不竭动力。但是,金融创新离不开有效的金融监管和 risk 管控,如果离开有效的金融监管和 risk 管控,金融创新就会失去约束,造成金融投机,导致金融风险爆发,引起系统性金融危机。所以,我们要进一步利用人工智能技术改进金融监管,包括对风险的识别、度量、判断、预警、控制、处置能力,在人工智能技术下联动金融创新金融监管是重要举措。

5.1.3 加强科学统筹规划与管理,提升金融新基建的支撑能力

金融领域的新基建是支持金融创新和维护金融安全的重要保障。加大对金融基础设施的建设,主要包括区块链、云计算、大数据、人工智能等方面的建设。“十四五”时期,将继续遭受新冠疫情影响,另外,中美贸易战、气候灾难、债务负担拖累等进一步加重了经济困难和金融风险,在“十四五”时期加大对人工智能技术、金融基础设施建设的投入,是防范经济危机与金融风险重要举措。

5.2 促进人工智能技术发展的几点建议

5.2.1 加强非线性期望理论与人工智能技术的交叉融合

多源异构金融数据呈现分布不确定性特点^[8],基于线性期望框架下发展起来的单一化或均一化模型的人工智能技术将不再适用。从而,建立基于非线性期望理论^[9]的人工智能技术,或者在非线性的期望框架研究人工智能技术的统计意义以及可解释性将是促进金融科技中人工智能技术发展的重要方向。以强化学习为代表的人工智能技术追求的累积最大回报与非线性期望理论框架下的最大期望有很强的联系,因此利用非线性期望理论,研究强化学习的大样本性质将是非常有意义的交叉融合。

5.2.2 联合人工智能技术与金融计量方法

人工智能技术的可解释性,已经成为科研工作者关注的热门问题,因为人工智能技术的可解释性越高,人工智能技术科学家就越容易理解为什么做出某些决定或预测(图5)。人工智能技术实现了良好的预测效果,如果找不到产生良好效果的原因,则技术不具备被推广的价值,因此可解释性有助于人工智能技术的优化,帮助更好地理解人工智能技术本身和提升人工智能技术的服务质量。目前大多数研究基于两个方向提升新型人工智能技术,尤其是深度学习技术的可解释性:

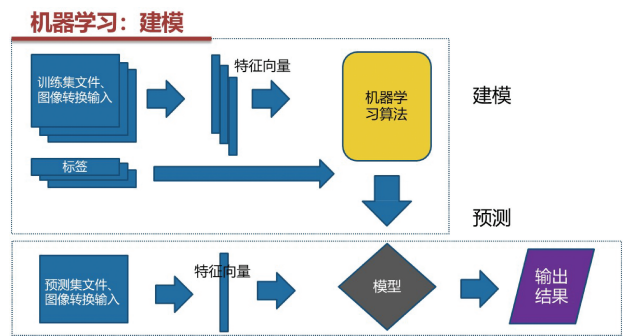


图5 机器学习建模过程

(1) 分阶段联合人工智能技术与金融计量方法

例如,深度学习技术在表征学习(representative learning)^[10]方面具有明显优势,提取出来的表征往往具有因子的含义;不基于模型的边际筛选^[11]在特征提取方面越来越流行,因为提取出来的特征依然保留原来的含义。为提高人工智能技术的可解释性,往往先采取利用前沿人工智能技术学习表征或提取特征的策略,再利用传统的金融计量方法实现可解释性的目的,达到传统的惩罚压缩方法实现的目标——同时进行变量选择与模型估计(如 Lasso、MCP 或 SCAD)。

(2) 嵌套式联合人工智能技术与金融计量方法

例如,对于部分线性模型的非线性部分,如果包含高维特征,我们可以利用复合函数去逼近,采用深度学习技术去估计未知参数。这样既能提高预测的准确率,又能保留部分线性模型中线性部分良好的内置可解释性,这种嵌套式联合新型人工智能技术与金融计量方法的策略也可以部分解决复杂人工智能技术在削弱自身可解释性的问题。

参 考 文 献

- [1] 刘斌, 赵云德. 金融科技: 人工智能与机器学习卷作. 北京: 机械工业出版社, 2019.
- [2] 王和. 保险的将来. 北京: 中信出版集团, 2019.
- [3] 张华平, 商建云, 刘兆友. 大数据智能分析. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- [4] 彭实戈. 非线性期望的理论, 方法及意义. 中国科学: 数学, 2017(10).
- [5] Peng SG. Law of large numbers and central limit theorem under nonlinear expectations. Mathematics, 2012. <https://doi.org/10.1186/s41546-019-0038-2>.
- [6] Marx V. The big challenges of big data. Nature. 2013, 498(7453): 255—260.
- [7] Einav L, Levin J. Economics in the age of big data. Science, 2014, 346(6210): 1243089.

- [8] Chen, ZJ, Chen T, Davison M. Choquet expectation and peng's g-expectation. *Annals of Probability*, 2005, 33(3): 1179—1199.
- [9] Chen Z, Epstein L. Ambiguity, risk, and asset returns in continuous time. *Econometrica*, 2002, 70(4): 1403—1443.
- [10] Bengio YS, Courville A, Vincent P. Representation learning: a review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2013, 35(8): 1798—1828.
- [11] Xie JH, Lin YY, Yan XD, et al. Category-adaptive variable screening for ultra-high dimensional heterogeneous categorical data. *Journal of the American Statistical Association*, 2020, 115(530): 747—760.

Typical Facts and Regular Pattern of Artificial Intelligence in Financial Technology

Chen Zengjing^{1,2,*} Yan Xiaodong^{1,2} Feng Xinwei^{1,2}

1. *School of Mathematics, Shandong University, Jinan 250100*

2. *Zhongtai Securities Institute of Financial Studies, Shandong University, Jinan 250100*

Abstract Financial technology is the core driving force for the new business pattern of finance and an important part of new infrastructure in modern financial management. As one of the key supporting technologies of financial technology, artificial intelligence technology will bring revolutionary changes to the resource allocation and organizational model in financial management, and has important strategic significance for the transformation of our country's financial industry. At present, artificial intelligence technology has entered an explosive period in our country, and the artificial intelligence technology represented by deep learning continues to increase. However, various artificial intelligence technologies still have different defects and shortcomings in the actual application. The statistical property and interpretability of artificial intelligence technology face many challenges. Based on the typical facts of artificial intelligence technology, we analyze the current status of the industrialization of artificial intelligence technology and discuss the developing the corresponding trend and challenges in this article. Meanwhile, we analyze the theoretical problems and research status of artificial intelligence technology. Finally, based on the advantages of nonlinear expectation theory in uncertainty analysis, we give some suggestions for the development of artificial intelligence technology and the industry.

Keywords financial technology; new business finance; artificial intelligence technology; deep learning; reinforcement learning; nonlinear expectations

(责任编辑 张强)

* Corresponding Author, Email: zjchen@sdu.edu.cn