

文章编号: 1673-1646(2025)03-0055-08

生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究

马溯川, 董育余

(西安交通大学 马克思主义学院, 陕西 西安 710049)



摘要: 生命体全周期视域将社会作为长期不断发展演进的有机生命体, 身份属性和时间成为理解社会现象和问题的重要变量。将社会仿真中的“真”、人类社会的“善”, 以及物理域与社会域协同的“美”作为分析的基石, 系统阐释生命体全周期与社会仿真复杂性之间的耦合接点, 并从“个人—家庭—族群—政府”等多层嵌套结构复杂互动的行为模式中将社会反应从现实空间映射到数字空间, 为构建多尺度社会意识演化仿真模型提供深刻的理论支撑。基于此, 利用人工智能技术设计并构建多尺度社会意识演化仿真模型, 在群体性、多波次、跨尺度的行为模式和社会互动中, 通过搭建融合人类认知架构与情感行为机制的智能体决策仿真模型、异质性动态社交网络中传播演化机理仿真模型, 以及社会效应在多尺度社会意识中耦合涌现机制仿真模型的演化路径, 为分析和解决现实社会问题提供了可行性参照, 同时也为探寻社会问题与计算工程之间的复杂关系解锁了新视角。

关键词: 生命体全周期; 社会域; 社会仿真; 复杂性

中图分类号: TP18; G206 **文献标识码:** A **doi:** 10.62756/xbsk.1673-1646.2025050

引用格式: 马溯川, 董育余. 生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究[J]. 中北大学学报(社会科学版), 2025, 41(3): 55-62.

Research on the Complexity of Social Simulation from the Perspective of Whole Life Cycle

MA Suchuan, DONG Yuyu

(College of Marxism, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: From the perspective of the whole life cycle, society is regarded as an organic organism with long-term continuous development and evolution. Identity and time are important variables for understanding social phenomena and problems. Taking the “truth” in social simulation, the “goodness” of human society, and the “beauty” of the coordination of physical domain and social domain as the cornerstone of analysis, the coupling point between the whole life cycle and the complexity of social simulation is systematically explained, and the social response is mapped from the real space to the digital space from the multi-layer nested complex interactive behavior patterns such as “individual-family-ethnicgroup-government”, which provides profound theoretical support for the construction of multi-scale social consciousness evolution simulation model. Based on this, the artificial intelligence technology is used to design and construct a multi-scale social consciousness evolution simulation model. In the group, multi-wave, cross-scale behavior pattern and social interaction, by building an intelligent decision-making simulation model that integrates human cogni-

收稿日期: 2025-02-16

基金项目: 国家社会科学基金项目: 以体验教学为核心的大学生国家安全教育路径创新研究(2023VSZ116); 陕西省高校德育研究中心项目: 生成式人工智能赋能高校思政教育的价值、困境及路径研究(SGDY202406); 2024年西安交通大学生成式人工智能赋能课程教学改革(“智课”)专题研究项目: 基于AIGC技术的情境智能体的开发与教学应用研究

作者简介: 马溯川(1984—), 女, 教授, 博士, 博士生导师, 从事专业: 智能社会研究、教育信息技术。E-mail: masuchuan0818@xjtu.edu.cn。
董育余(1995—), 女, 博士生, 从事专业: 马克思主义理论、教育信息技术。E-mail: 1206224025@qq.com。

tive architecture and emotional behavior mechanism, the propagation evolution mechanism simulation model in heterogeneous dynamic social networks, and the evolution path of the coupling emergence mechanism simulation model of social effects in multi-scale social consciousness, it provides a feasible reference for analyzing and solving real social problems, and also unlocks a new perspective for exploring the complex relationship between social problems and computational engineering.

Key words: the whole life cycle; social domain; social simulation; complexity

随着全球化和信息化的加速推进,现代社会系统呈现出前所未有的复杂性。这种复杂性不仅表现在经济、政治、文化等宏观层面的互动与变迁上,也深刻体现在个体行为与群体行为的微观层面。传统的社会科学研究常依赖于物理域的线性分析方法,试图通过简化模型来揭示社会现象的本质。然而,面对社会系统的日益复杂化,尤其是其中个体、群体和组织在持续演变的生命周期内各阶段的行为和互动模式对整体复杂性的深远影响,传统的线性分析方法已显得力不从心,难以捕捉社会动态的多变性和非线性特征。为了克服这一局限,我们亟须在遵循物理域与社会域相结合的原则下,探寻社会问题与计算工程之间的内在联系。具体而言,这意味着要将社会整体视为长期发展的有机体,并置于生命体全周期视域下进行探索。在这一框架下,社会仿真技术发挥着关键作用,它能够模拟和分析社会演进过程中的动态复杂特征。同时,计算工程不仅为社会仿真提供强大的技术支持,还致力于构建真善美的社会内核,通过数字化手段优化社会结构和服务功能。

1 问题的提出

大模型时代的社会计算与仿真技术应用拓展到了计算传播、公共管理、地理信息、系统科学、法学等多学科,技术的高速发展和应用“代表着一切即将来临的可能性和未来的可能性之前景”^[1]。社会仿真作为一种计算社会科学的方法,通过计算机模型模拟社会系统中个体、群体和组织的行为和互动,为理解和分析复杂社会系统提供了新的可能。然而,现有的社会仿真研究大多关注特定的社会现象或问题,局限于某一时间点或某一阶段,通过可具体量化的物理域角度分析当下社会问题的阶段性情况,未充分考虑个体和群体在社会发展全周期内多波次、跨尺度的行为变化及其对社会有机体系统复杂性的影响。从生命体全周期理论出发,“在信息物理系统的基础上,加入政策、行为等社会元素,将广义物理系统视作一个整体,并消除不同领域之间的壁垒”^[2],为理解社会系

统的动态复杂性提供了一个新的视角。通过充分考量社会多尺度多要素相互作用的复杂性过程,进而实现跨尺度多要素的社会仿真动态机制的协同发展,揭示隐藏在社会系统复杂性背后的本质规律。同时,在社会仿真工程建设的物理域实践中内嵌社会域意识,以社会仿真的“真”作为机理分析的基本遵循,人类社会的“善”作为有机发展的演进内核,物理域与社会域的高度耦合之“美”作为模型建构的核心机制。基于此,在分析生命周期理论的基本内涵、社会仿真的复杂性特征的基础上,深层次探讨生命体全周期与社会仿真之间的内在耦合机制,把握生命体全周期视域下社会仿真复杂性的行为模式,进而提出群体性、多波次、跨尺度的仿真模型设计思路,将为后续社会复杂性研究和社会仿真方法的进一步发展提供新的思路 and 方向。

2 生命体全周期与社会仿真复杂性之间的耦合机制

针对社会仿真与人类社会的交互问题,“现有研究往往集中于人工智能与社会学交叉的具体实例,从而缺乏统一的视角来有效区分和勾勒人工智能在社会科学研究中的作用及其自身的社会特征”^[3]。生命全周期理论与社会仿真之间的耦合机制,为研究社会系统的动态演化和复杂性提供了一个强有力的理论支撑。在系统分析生命体全周期理论特质和社会仿真复杂性内在本质的基础上,通过将生命体全周期的阶段性、多层次、非线性特征与社会仿真的动态演化、多主体互动、自反馈机理相结合,可以更准确地模拟和预测社会系统的行为模式和复杂性变化。这种耦合机制不仅增强了社会仿真的预测能力,也为生命全周期理论在复杂系统中的应用开辟了新的路径。

2.1 生命体全周期理论阐释

生命周期理论,其根源深植于生物学领域,旨在探究个体从出生、成长、成熟到衰老的完整生命历程。然而,当这一理论跨越学科边界,融入社会

学、心理学等多元视角时,其内涵得以极大丰富,成为理解个体、群体、组织乃至社会现象动态演化的有力工具。生命体全周期具有深刻的理论内涵和独有的特征,这为我们理解个体、群体和组织与社会之间的关系提供了一个动态、综合的分析框架。生命体全周期视域探究个体在不同发展阶段中适应社会角色、经历社会转变,并与社会环境发生互动的连续不断的动态过程,其中身份属性和时间成为理解社会域视角下社会现象的重要变量。“文明的社会,既体现为社会内部多要素、多层次、多结构的提升与进步,又体现为在此基础之上人的发展与社会发展的双向互动与协同发展。”^[4]通过观察社会有机体在不同阶段的行为模式和社会互动,深度探究社会系统的全局性。

从角色转变和身份流动的演变来看,在生命体全周期视域下,社会有机个体在发展的不同阶段和周期内,扮演着多样且变化的角色。这些角色不仅受到社会变迁的影响,还与个人的成长经历紧密相连。身份的多重性和流动性反映了个体在社会有机整体中的功能和责任的变化,进而影响个体的情感认知、行为模式以及群体间的互动关系,最终对社会整体结构产生深远影响。

从个体行为和社会结构的互动来看,个体行为与社会结构的互动是双向的,个体行为受到广泛的社会结构影响,包括经济条件、文化背景、社会规范和法律制度等。这些因素共同决定了个体可以采取的行为模式及其在社会中的行动范围。社会结构显著影响着个体的行为选择,激励或限制个体对社会有机体长期可持续发展的内在动力。

从政府干预和社会政策的影响来看,政府作为社会有机体的重要组织,在生命体全周期视域下扮演着不可或缺的角色。该视角凸显了社会政策的制定和干预措施的必要性,强调从全局性和整体性出发,理解社会组织在社会有机系统中的社会意义和宏观统筹作用。政府通过制定和实施科学的社会政策,可以有效地引导和调控社会有机体的发展方向,促进个体、群体和组织的和谐共生,实现社会的长期稳定与繁荣。

2.2 社会仿真的复杂性分析

仿真是研究复杂系统^[5]的重要工具,社会仿真在模拟社会系统运行时,因“社会系统的复杂性根源于具有一定‘学习’(learning)能力的‘自适应主体’(adaptive agent)的存在”^[6],需在使用计算机模型虚拟

环境时通过观察和分析个体、群体和组织的动态互动,研究社会仿真复杂性的运行逻辑,警惕社会仿真模型动态性、多层次和自反馈而产生难以预测和控制的现象。

从社会仿真复杂的过程来看,社会系统不是静态的,而是随着时间持续演化的。智能体的行为和互动会随着环境的变化和过去的经验而改变,这种动态性增加了仿真的复杂度。此外,社会仿真系统在运行过程中由于预设条件的调整 and 自适应模型的更新,在反馈动态过程中也会提升仿真难度。社会系统的层级结构体现在系统整体由众多不同的个体、群体和组织构成,每个智能体都有其独特的属性和行为模式,这些智能体内在多样性之间的相互作用会导致复杂的跨层次现象和群体动态变化。加之,社会系统的行为涉及多尺度的交互,从个体决策到群体行为,再到整体社会结构,跨尺度间的交互方式和互动规则可能相互影响,这使得仿真过程复杂而具有挑战性,因为每个智能体的决策和行为都可能以不可预测的方式影响整个系统。社会仿真复杂性中的自反馈机制是理解社会系统动态性和非线性行为的关键因素之一。自反馈指的是系统输出如何回馈至系统本身并影响后续的系统状态。在社会仿真中,这种机制可以解释社会现象如何通过其产生的结果自我强化或自我抑制,从而导致复杂的动态行为和不可预测的系统行为。自反馈在社会仿真中分为正反馈、负反馈和自适应行为三种方式,在社会仿真过程中需要及时正确地判断把握反馈结果,捕捉到社会系统的动态变化和非线性行为,从而提高对未来社会行为和事件的预测精度。

从社会仿真复杂的结果来看,由于社会系统的复杂性,社会仿真往往会出现复杂的涌现行为和不可预见的结果。社会仿真中的涌现现象是指从智能体的简单规则和相互作用中产生的复杂行为或模式。在社会仿真中,即使是基于相对简单规则的智能体模型,也能产生预料之外的社会行为和结构,如群体行动、社会规范的形成等。社会仿真中的许多现象显示出路径依赖性,即历史事件和决策对当前和未来状态有长期影响。这意味着早期的随机事件或决策可以决定系统后续发展的方向和性质,导致不同的仿真运行即使在相似的起始条件下也可能产生截然不同的结果。

2.3 生命体全周期与社会仿真复杂性的内在耦合

生命体全周期与社会仿真复杂性之间的内在耦合性是一个涵盖个体发展、群体行为及社会结构变动的广泛议题,需通过聚焦于两者在动态演化、多层次

互动和系统行为等方面的深度关联,探析智能体的生命全过程与社会系统的复杂互动之间的内核本质。探索生命体全周期与社会仿真复杂性的耦合接点,将社会仿真中的“真”、人类社会的“善”,以及物理域与社会域协同的“美”作为分析的基石,不仅反映了生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究的多维度理解框架,而且揭示了社会仿真中不可或缺的核心价值和伦理导向。

“真”通常指的是人们对客观事物本真性的认识,是社会仿真机理分析的基本遵循。在社会仿真中,“真”指的是模型必须能够真实反映社会系统的操作和动态,以确保仿真结果的可靠性和有效性。将社会系统作为有机生命体置于发展的全周期是实现更精准和有效社会管理与决策的关键步骤。在社会仿真数据驱动模型构建过程中通过捕捉个体行为的发展动态和群体意志的演进转变以获取真实可靠的数据来设定模型中智能体的属性。同时,在科学设定参数和行为规则的基础上进行长期的、跨尺度的复杂互动模拟,以提高社会仿真模型的真实性和实用性。

“善”体现在对人类社会行为的伦理考量,是社会仿真有机发展的演进内核。在社会仿真中融入生命体全周期视域,“建立算法设计与应用的全生命周期监管”“发挥伦理在人工智能算法设计中的软监管作用”^[7],以“善”的伦理导向为指引,意味着我们追求的不仅是仿真技术的高度和应用,更是在过程中充分考量社会主体的过程演进变化,体现对人类社会问题的关注和治理,同时强调社会仿真研究应当以促进社会整体发展为目标,还要预见未来时代的可能需求和挑战。在社会仿真模型设计中要考虑社会主体的统一性和差异性特征,整体把握智能体的社会属性,应用于预测和改进社会策略长期运行中对社会发展的影响,以强化社会仿真社会域的基底支撑。同时,社会仿真的伦理责任要求在仿真时考虑数据隐私和技术涉权问题,确保技术的发展不会侵犯社会主体的权力。

“美”显现事物要素之间的平衡与和谐,是社会仿真模型建构的核心机制。“信息技术在向社会域、物理域渗透和交互融合的过程中产生创新力,并且在此过程中其自身得到更加充分的发展。”^[8]在生命体全周期视域下社会仿真通过整合物理域和社会域的元素,提供了一种深入理解主体与社会相互作用的框架。这种耦合不仅增加了仿真模型的复杂性和多维度,使其能够更真实地反映社会主体

和社会系统之间的复杂关系,还提升了模型的预测力和解释力。物理域与社会域的高度耦合之美主要体现在多尺度分析中,从个体、群体、组织到社会整体,不同尺度的社会主体和行为模式会受到不同社会物理域环境的影响,这需要在社会仿真中不仅要在不同层级之间建立动态连接,而且要实现跨物理域和社会域的高度联通,为解决现实世界中的社会问题提供更为科学和系统的依据。

3 生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究的行为模式

社会仿真从微观个体、中观群体和宏观社会等多层嵌套结构的复杂互动中迭代演进,重视不同社会主体层级间的交互影响,探索社会意识跨尺度耦合涌现机制,揭示个人情绪、家庭情感、族群意识、政府意志在社会系统中演进的一般规律,形成对社会的总体认知。从认知评估的模式识别、提取实时反馈的测度指标、架设虚实联动的仿真模型这三个阶段进行科学设计社会效应评估模型,为社会仿真复杂性研究提供系统化的分析方案。

3.1 基于“认知—行为—情感”实现认知评估的模式识别

面对社会问题时个体的认知评估、应对行为和情绪反应往往表现出显著的非理性和动态变化特征,如何在智能体的计算建模中实现对上述过程的整合和动态模拟,是构建全面、精准的个体行为分析模型的核心科学问题。“然而在仿真建模领域,当前所建立的认知行为模型大多忽略了情感因素。”^[9]基于艾利斯提出了认知的“ABC情绪理论框架”,在认知评估模式中将认识、行为和情感相协同,可以显著提高该模型的适应性。在生命体全周期视域下进行社会仿真的复杂性研究,突破传统建模范式,融合社会学、心理学和人工智能的理论,聚焦社会系统人的本质属性和社会域要素的关联耦合分析,探索面向复杂社会现象和社会问题产生后人的行为反应机理的跨学科智能建模方法,是对社会系统层面研究的有效补充。

“基于功能强大的算法与机器人,个体能够感知社会全局、反馈社会治理。”^[10]在社会仿真研究中基于“认知—行为—情感”的基本框架实现认知评估的模式识别,能够有效捕捉个体在社会系统发展周期内的行为变化及其对社会结构的影响,进一步探究个体在

不同阶段感知环境、作出行为决策并在情感反应的影响下进行反馈调节的行为变化。在社会仿真中,认知作为信息处理的机制,是理解个体如何感知、解释并对环境作出反应的基础。“认知过程深深地根植于身体与世界的交互中”^[11],认知过程决定了个体如何评估其所处的社会和物理环境,这种评估直接影响他们的行为决策。通过仿真,我们能够模拟不同认知水平下个体的决策过程,观察个体在面对具体社会挑战时的反应方式。行为作为认知评估后的直接产物,体现了个体对外部信息的反应。在社会仿真中,行为模式的模拟帮助我们理解社会结构是如何通过个体互动来塑造的。例如,在模拟社会应对灾难的情境时,不同个体的风险认知和应对行为将直接影响应急响应效果和恢复的速度。同时,“人们的行为阶段和态度属性有时是相互关联的”^[12],情感在这一过程中起到了调节认知与行为之间关系的作用。情感不仅影响个体的认知过程,增强或减弱某些认知成分,而且还能推动或抑制特定的行为表现。在社会仿真模型中,情感的变化可以引发群体行为的巨大变动,导致社会稳定性的增强或减弱,因此要充分考量情感状态对行为模式和决策过程的影响,通过对情感反应的模拟,预测和分析社会事件对群体情绪的影响,利用数据分析和机器学习技术从仿真数据中识别个体在应对社会问题时的复杂社会行为及其动力机制,从模式识别把握好社会仿真的第一关。

3.2 依据“人格—行动—情绪”提取实时反馈的测度指标

社会问题产生后群体情绪的激发和传播是导致社会动荡的重要诱因。然而,现有研究大多基于同质个体和静态网络的简化假设,难以准确刻画现实世界中群体情绪的动力学演化。“类人智能体对人的特殊属性的重视与刻画是提升社会仿真准确性的重要保障。”^[13]依据“人格—行动—情绪”提取实时反馈的测度指标为出发点,挖掘个体异质性和社会关系动态性对群体情绪传播的影响机理,提出融合异质性的计算建模方法,揭示重大社会现象和社会问题产生后群体情绪的演化规律,为有效管控提供理论支撑。

深入剖析社会系统在应对和处理社会问题时的周期性效应机理与状态,根据实际情况确立相关测度指标。在对社会主体人的认知判断和情绪感知的基础上,我们进一步考虑社会关系强度异质性情绪传播的影响,以及社交网络结构动态演化对情

绪意识扩散的作用。从社会基本结构个人、群体和组织中提炼个人、家庭、族群和政府四个维度出发构建相应的指标内容,并创新性地构建一套标准化社会效应反映指标体系。继而,基于各个类型中的样本进行共同特征分析并在模型的建立过程中进行算法测试。通过变量反应假设和数据采集,构建高精度社会反应数值的综合算法框架,拟合社会系统阶段性过程,为仿真模型提供动态变化过程的信息及数据。在数据指标集合的基础上,结合计算社会科学方法,完成四个维度的指标筛选与剔除,应用模糊综合评价法从主观和客观双重视角确定评估指标的权重,构建科学的社会效应评估指标体系。在对复杂社会效应系统动力机制进行描述和相关参数进行定义后,吸收计算实验在模拟、推演和优化等功能方面的优势,利用大量数据和计算资源进行仿真和分析,应用仿真软件对社会问题产生后的社会效应演变过程进行动态模拟完成社会效应的系统评估,建立可视化模型。再者,借助相关数据对典型社会问题进行社会效应系统评估,将评估结果与支持向量机模型做比对分析,并给出个人、家庭、族群、政府这四个维度的预测评估结果。在仿真重现社会问题中,不断检验优化模型的科学性,从而不断增强社会效应评估模型的可信度、可行性与可视化程度。

3.3 遵循“个人—家庭—族群—政府”架设虚实联动的仿真机理

在社会仿真复杂性研究中,“当外部能量、信息和物质输入存在一定条件下,系统内的众多子系统会通过相互协调与合作,形成新的时间、空间或功能的有序结构”^[14],采用生命体全周期视域并遵循“个人—家庭—族群—政府”架构来构建仿真模型,虚实联动的仿真模型强调现实数据和虚拟模拟之间的紧密结合,是一种高度系统化和多层次的方法。这种方法不仅涵盖了从个体到整个政府层面的不同社会结构,还通过虚实联动的方式,提供了对社会系统复杂性的深刻洞察。

在设计多层次的社会仿真模型时,我们需确保各层级属性的明确界定及层级间交互逻辑的清晰构建。基于生命体全周期视域,从个人、家庭、族群和政府四个维度的联动关系和传播逻辑出发,我们搭建综合性的社会仿真模型。模型首先需要聚焦个体层面,深入捕捉个体发展演进的细节,模拟个人的心理健康、应变和适应能力、社会支持系统

等重要因素对个人情绪的影响。家庭是社会的基本单元,承担着重要的社会功能,其应对能力直接关系到社会的整体稳定。仿真模型需要考虑家庭维度的紧密性、稳定性和支持性,以及这些因素如何影响家庭情感和家庭决策行为。族群是社会中的一个重要的组织形式,对社会整体的稳定和发展起着至关重要的作用。族群的凝聚力、自治能力、资源分配公平性等都是影响族群意识成型的关键因素,可以通过提取族群内部合作程度、族群资源利用效率、族群冲突解决能力等指标来评估族群的应对能力。政府是社会的管理者和组织者,在宏观层面扮演着政策制定、法规执行、社会服务提供等关键角色。仿真模型需全面考量政府预警系统、紧急处理能力、重建规划及执行能力等因素,以准确模拟政府应对社会问题的全过程。仿真模型在构建时,基于抽象算法模型和详细问题边界,结合统计方法与数值模拟技术,完成数字空间虚拟仿真拟态化的设计与构建。针对社会仿真要素变量的典型性和准确度要求,采用智能方法定制技术框架,以适应不同区域范围和场景的计算性能需求。通过整合数值仿真、统计方法及智能优化技术,融合多源异构的个人、家庭、族群、政府的相关数据,实现多过程、多要素、突发性强、演变迅速地社会反应从现实空间到数字空间的精准映射。依托虚拟仿真框架,数字化地模拟应急管理过程,直观展现不同情形下各主体的演化路径及参数变化对社会系统多重演化结果的深远影响,进而分析和验证社会效应的综合结果。

4 生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究的演化路径

在深刻探究生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究的理论支撑和行为模式的基础上,构建一套多尺度社会意识演化仿真系统,旨在分析和应对社会问题。该系统实现了数字空间虚拟仿真拟态化模型的设计与构建,精准拟合社会效应在现实世界中的映射。针对社会问题构建多尺度社会意识演化仿真模型,利用模拟仿真技术设计不同尺度的计算实验框架。通过融合人类认知架构与情感行为机制的智能体决策仿真,以及考虑异质性动态社交网络的群体情绪传播模型,结合基于注意力机制的多粒度图池化社会意识涌现分析,深入探究社会问题发生后社会意识的演化机理与规律,以提升社

会意识演化模型在微观个体和宏观群体层面的合理性和解释力。

4.1 群体性:融合人类认知架构与情感行为机制的智能体决策仿真

已有基于计算机仿真的社会问题产生后社会意识演化研究大多采用简化的智能体决策模型,如基于概率转移的马尔可夫链模型等。这类模型虽然计算效率较高,但很难准确刻画人类在社会系统中表现出的复杂的认知、行为和情感特征,缺乏足够的描述能力。智能体的情绪状态通常是固定不变的,行为决策也往往基于理性人假设,与现实中国人的行为存在较大偏差。“机器对人类的情感感知是通过多维的识别技术实现的”^[15],为了应对这一局限,有必要在智能体个体建模中引入更多深度心理和行为机制,增强智能体的认知能力和情绪表达能力,使其能够根据外界环境和自身状态的变化,作出符合人性的动态反应和决策。

具体而言,在理性思维的自适应控制系统(adaptive control of thought-rational,简称ACT-R)的模块化框架内,设计并实现情绪模块和目标模块,见图1。其中,情绪模块包含多个离散的情绪状态(如恐惧、悲伤等)以及状态转移规则。创伤性应激源可触发特定情绪状态的激活,并通过影响注意分配、工作记忆等认知过程调节个体对社会问题产生后信息的加工。情绪状态的持续时间、强度可由突触权重、激活阈值等参数控制。在目标模块中,设置应急目标栈,包含多个候选的应激行为(如逃避、求助等)。应急目标可由外部事件触发,亦可由内部情绪状态唤起。中央控制系统根据情绪状态、所处环境、应急知识等,利用效用函数计算各备选应急行为的激活强度,选择激活度最高的目标指导行为。同时,已有研究表明个体的应激行为也会反作用于情绪状态,因此目标模块还应包含行为结果对情绪的反馈通路。此外,ACT-R的陈述性记忆中存储个体的情绪调节知识、应急策略等,程序性记忆中包含匹配或抑制特定情绪状态和应激行为的产生式规则。视觉、听觉等感知系统则接收特定应激源并传递至认知、情感加工通路。这些模块协同工作,实现从应激信息加工到情绪唤醒再到应急决策的完整认知链。为实现模型的个体差异性,可从认知方式、情绪调节方式、应对风格等维度,对不同个体的参数进行设置。通过对知识库、目标栈、效用函数的个体化设计,可建立具有

代表性的个体应激模型。后续还应利用社会问题产生后民众访谈、行为观测等经验数据,从参数拟合度、行为预测准确性等方面评估模型有效性。

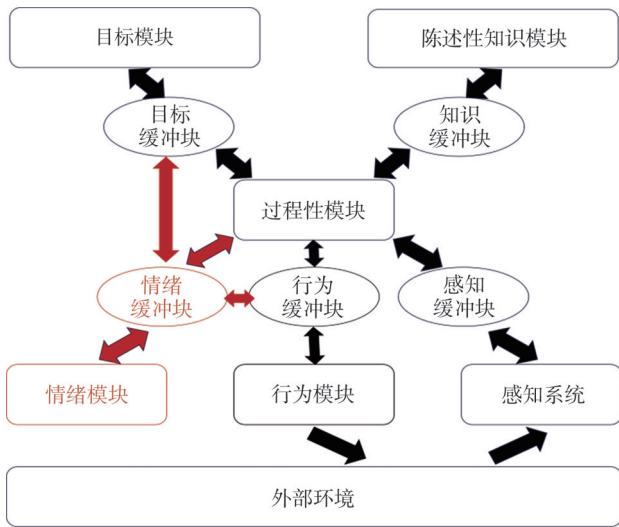


图1 融合情绪状态机制和行为决策机制的ACT-R认知架构图

4.2 多波次：异质性动态社交网络中传播演化机理仿真

已有社会网络中的情绪传播仿真大多基于经典SIR(Susceptible, Infective, Recovered, 简称传染病模型)模型,假设网络中的个体是同质的,情绪传播的影响力也是均一的。个体之间的社会关系网络结构被视为外生的、静态的拓扑,很少考虑现实中网络动态演化的特点。此外,目前的研究主要关注个体间情绪的相互“感染”,较少涉及情绪传播与个体认知、行为的交互影响。因此,现有方法难以准确刻画后社会中复杂的情绪动力学演化过程。若能在异质性社会关系网络的框架下,深入分析不同个体的情绪表达、评估、接受和反馈机制,揭示社交网络动态演化对情绪传播的影响,将有助于提高异质性动态社交网络中传播演化模型仿真的真实性。

根据社会关系的类型和强度划分智能体间的连接强度,我们构建一个异质性的社会网络模型,并且进一步探讨社会关系强度如何调节个体间情绪传播的广度、深度和衰减规律。设计基于关系强度矩阵的情绪传播计算方法,同时考虑不同路径上情绪强度的叠加效应和衰减效应。首先,采用多智能体建模方法刻画群体的个体异质性。在宏观SIR框架下,每一个个体都对应一个微观智能体,内嵌前述的ACT-R认知—行为—情感智能体决策模型。不同个体的认知能力、情绪调节方式、从众倾

向等参数存在差异,使得面对相同应激情境时,不同个体产生分化的情绪反应。个体间情绪的相互影响则通过智能体间的信息交换与博弈来实现。其次,采用动态网络建模方法刻画社会关系网络的动态演化性。传统SIR模型假设个体间的情绪传播通过固定的网络拓扑进行,忽视了社会问题产生后社会关系因个体应激反应、情景变化等因素而动态调整的现实。通过引入动态网络模型,以达到个体间的连接强度可随个体情绪状态、周围邻居数等变量动态更新。同时考虑随机断边、重连等机制,刻画社交网络的动态演化。将异质智能体嵌入动态网络,可一体化考虑个体差异和动态人际交互对群体情绪传播的调制作用。最后,在异质性动态网络上模拟SIR情绪传播动力学。易感个体接收到感染个体的情绪信息后,综合自身情绪状态、认知评估以及从众倾向等因素,以一定概率成为感染者或保持易感状态。同时,感染个体也可在积极因素影响下恢复为易感者。情绪在网络中的传播引发宏观群体情绪的涌现。通过仿真分析,可揭示个体异质性、社会关系强度、网络动态性等因素对群体情绪传播的影响规律。

4.3 跨尺度：社会效应在多尺度社会意识中耦合涌现机制仿真

已有研究大多关注特定尺度下的群体情绪演化,如个体层面的情绪感染、群体层面的从众行为等,却忽视了跨尺度的社会认知互动机制,难以揭示由个体—家庭—族群—政府的纵向情感动力学演化规律。在现实中,社会意识和群体情绪的形成是一个跨尺度、多层次的动力学过程。“无论是宏观、中观还是微观的尺度,它们都不意味着某种绝对的时空范围,而是反映着理论陈述的适用边界。”^[16]个人情绪可以通过家庭情感、族群意识这一中观社会结构向上聚合、涌现,形成政府意志,而宏观的社会舆论和政府行为又会自上而下影响微观个体的情绪和行为。不同尺度下的社会主体相互影响、相互塑造,最终形成整个社会的总体认知。

在生命体全周期视域下进行社会仿真复杂性研究,刻画“个人—家庭—族群—政府”等不同社会组织层级的意识形态及其相互作用,将极大地增强对社会总体认知动态演变的理解和预测能力。首先,采用多粒度图网络对不同层级社会群体的意识形态进行表示。个人、家庭、族群、政府等社会实体和它们之间的交互关系可抽象为一个覆盖多个

粒度的复杂网络系统。该系统在微观层级上以个体为节点,家庭内成员互动为连边构建图网络;在中观层级上形成以家庭为节点、亲缘关系为连边的族群图网络;在宏观层级上则形成以政府部门为节点、行政隶属关系为连边的政府图网络。不同粒度的图网络在物理和信息层面相互耦合。其次,设计融合注意力机制的图嵌入方法,对上述多粒度图网络中的意识形态信息进行学习。传统图嵌入方法侧重于保留网络拓扑结构,较少考虑节点属性信息。然而,社会总体认知不仅取决于群体交互结构,也深受个体属性和外部情景的影响。因而在图神经网络框架下,引入层级注意力机制,根据节点意识属性的显著性差异和外部情景的动态变化,自适应地调整不同粒度网络的嵌入表示过程。最后,在多粒度图嵌入的基础上,建立意识形态的跨层级映射与聚合方法。我们通过设计图池化方法实现微观到宏观意识形态的逐层融合:一方面,在相邻粒度间建立族群到政府等层级的意识形态映射;另一方面,采用池化操作将个体意识递归地聚合为家庭、族群直至政府的集体意识。在映射和聚合过程中,我们同样引入注意力机制动态调节不同层级意识要素的重要性,同时考虑外部社会问题产生后对族群差异性影响,刻画社会问题产生后不同社会层级的意识形态的动态演化轨迹。

5 结 语

生命体全周期视域下社会仿真复杂性研究,是将社会作为一个具有跨尺度传导能力的完整生命体,探寻社会问题与计算工程之间“物理域+社会域”的耦合机制,揭示真善美的社会内核。针对当前社会仿真主要以物理路径分析和应对为主,未充分考虑社会问题造成的社会效应和长期连锁反应研究不足的现状,我们通过深入研究社会问题产生后多尺度社会意识演化动力学的计算建模与仿真方法,新的概念表达、分析方法和理论模型得以提出,从生命体全周期的角度洞悉“个人情绪—家庭情感—族群意识—政府意志”不同组织层级的总体认知进行表征、映射与融合,进而构建多尺度社会意识演化仿真模型。社会仿真模型通过聚合群体性、多波次和跨尺度的独特属性,可以从物理域与社会域相结合的角度深入理解社会系统的动态互动特性,并为解决现实社会问题提供可参照的科学

依据。

参考文献

- [1] 斯蒂格勒. 技术与时间[M]. 裴程,译. 南京:译林出版社,2012.
- [2] 薛禹胜,谢东亮,薛峰,等. 支持信息—物理—社会系统研究的跨领域交互仿真平台[J]. 电力系统自动化,2022,46(10):138-148.
- [3] XU R X, SUN Y F. AI for social science and social science of AI: A survey[J]. Information Processing & Management, 2024, 61(3): 1-25.
- [4] 黄文燕,宋友文. 马克思恩格斯文明思想的四重意蕴:兼论对发展人类文明新形态的当代启示[J]. 教学与研究,2024(8):57-67.
- [5] SIMON H. The architecture of complexity[J]. Proceedings of the American Philosophical Society, 1962, 106(6): 467-482.
- [6] 夏德龙. 复杂性研究的社会仿真模拟方法述评与展望[J]. 华中科技大学学报(社会科学版),2021,35(2):127-135.
- [7] 唐要家. 算法市场操纵的消费者损害与监管政策[J]. 社会科学战线,2024(8):104-111.
- [8] 朱培栋,董威. 人机物融合与新型计算人才培养[J]. 计算机教育,2024(3):172-176.
- [9] 胡记文,尹全军,陈伟,等. 情感影响下的人类认知行为建模研究概述[J]. 系统仿真学报,2012,24(3):515-520.
- [10] 吕鹏,陈典涵. 社会复杂系统智能模拟:涌现机理与方法路径[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版),2024(1):125-135.
- [11] WILSON M. Six views of embodied cognition[J]. Psychonomic Bulletin & Review, 2002(4): 625-636.
- [12] 艾川. 大规模复杂社会网络上传播行为建模仿真研究[D]. 长沙:国防科技大学,2021.
- [13] 肖红江,姬德强,张远. 大模型驱动的社会仿真实验室:人工智能时代传播研究的理论想象与路径建构[J]. 现代传播(中国传媒大学学报),2024,46(6):121-127.
- [14] 李佳轩,储节旺,罗怡帆,等. 数智赋能区域性知识生态系统的知识创新要素与协同关系[J]. 情报杂志,2024,43(8):198-207.
- [15] 叶立,罗晓东. 人机传播的意义转向:对人机交往及机器身体化的思考[J]. 自然辩证法通讯,2024,46(7):103-112.
- [16] 邵嘉诚,郭贵春. 多尺度模拟的方法论意义[J]. 自然辩证法研究,2022,38(7):3-8.