

· 专题一：双清论坛“行为科学与经济政策设计” ·

数据驱动的数字经济场景下的行为决策与机制设计^{*}

康 恺[†] 王晓敏[†] 张博宇^{**}

北京师范大学 数学科学学院, 北京 100875

[摘要] 近年来,数字经济成为世界经济发展的重要引擎,引起了各国政府和学术界的高度重视。与传统经济场景相比,数字经济场景具有参与人的异质性和多样性、市场影响因素的复杂性以及市场状态的动态和非均衡性等特征。有效利用数字经济运行过程中所产生和积累的大量数据,开展数据驱动的行为决策和机制设计研究,有利于深度理解数字经济场景,特别是网络交易平台等场景下个体和群体的决策机理,进而指导设计与完善市场机制和监管措施,为我国的数字经济健康发展提供支持。

[关键词] 数字经济;数据驱动;行为决策;机制设计

1 数字经济场景下的行为决策与机制设计

近些年数字经济成为全球经济发展的重要引擎,引起了包括中国在内的各国政府的高度重视。相比于传统线下经济,数字经济不受地域和时间的限制,在新冠疫情时代得到了快速发展。由中国信息通信研究院发布的《全球数字经济白皮书——疫情冲击下的复苏新曙光》显示:与美国、欧盟等多国2020年的数字经济增速相比,我国同期数字经济增速位列第一,在全球数字经济发展中呈现出明显优势。进一步构建产业数字化转型发展体系,推动数字经济与实体经济融合发展,是我国“十四五”时期的重要战略任务。

网络和数字技术的普及和应用使经济行为呈现出更强的灵活性和复杂性,人们可以随时随地和从未谋面的陌生人建立联系开展合作,而竞争对手也可能是陌生的。例如,通过社交网络平台,人们可以不受地域限制结识到更多的合作伙伴;通过线上交易平台,买卖不再受时间和空间的限制,商家可以将商品和服务推荐给更多的消费者,消费者也有了更多的选择;通过共享平台,人们对闲置的资源进行分享,实现资源的有效配置。



张博宇 北京师范大学数学科学学院教授,博士生导师,行为与博弈决策实验室主任。主要研究领域包括演化博弈、行为经济、机制设计等。主持国家自然科学基金重点项目、优秀青年科学基金项目等多项科研项目,在 *PNAS*、*One Earth*、*Operations Research* 等期刊发表论文 50 余篇。



康恺 北京师范大学数学科学学院博士研究生,主要研究方向为演化博弈。



王晓敏 北京师范大学数学科学学院博士研究生,主要研究方向为演化博弈和行为经济。

但另一方面,数字经济的发展也带来了一些经济和社会问题。例如,部分社交网络平台谣言频传、水军泛滥,需要对虚假消息进行管控,并避免出现群

收稿日期:2023-08-13;修回日期:2023-10-08

[†] 共同第一作者。

^{*} 本文根据第 338 期“双清论坛”讨论的内容整理。

^{**} 通信作者,Email: zhangby@bnu.edu.cn

本文受到国家自然科学基金项目(72131003)和北京市自然科学基金项目(Z220001)的资助。

体观念极化；有的网络交易平台假货泛滥、网络医疗平台医托骗子横行，需要对商品和服务质量进行有效监督；一些网约车平台安全事故频发、共享单车乱停乱放，需要设计合理的用户管理和激励机制，实现平台和用户的共赢。最后，有些数字经济头部企业利用数据、算法、技术和资本优势等，实施大数据“杀熟”、平台二选一等行为，侵害了用户的权益，需要进行相应的反垄断规制。

近年来，数字经济领域吸引了众多国内外顶尖学者的关注。领军学者包括诺贝尔经济学奖得主 Alvin Roth、Jean Tirole、Paul Milgrom、Robert Wilson、冯诺依曼奖得主 Eva Tardos 以及世界数学家大会 45 分钟报告人 Tim Roughgarden 等众多经济学家、计算机学家和数学家。数字经济以网络为主要互动模式、以大数据为主体决策基础、以平台为重要交易场所、以数字货币为新型交易媒介，市场的影响因素更加复杂多样，涉及到需求方、供给方、平台方和政府各部门间的多方博弈，参与人之间的交互呈现出双边和多边的网络关系（图 1）。另外，数字经济减少了实物物品传递的需求、加快了信息传递、参与者更分散并且各方进出市场成本更低，因此市场的演化和迭代更为迅速，具有动态和非均衡性等特点。最后，数字经济以数据为核心驱动，平台和商家可以利用大数据对用户进行画像，进而挖掘出不同用户的需求并对不同偏好的用户进行针对性的营销。

上述这些特征对数字经济场景中的行为决策与机制设计研究提出了新的挑战。目前主流研究方法大体分为两类。第一类基于经典博弈论，假设个体完全理性，通过分析系统的纳什均衡设计和评估管理机制，代表学者包括诺贝尔经济学奖得主 Jean Tirole、Paul Milgrom 和 Robert Wilson 等。这类方法的优点是通用性和可解释性强，可以对具有各种复杂属性的市场模型进行建模。但是现实中人们的行为更加复杂、偏好更加多样，当市场处于非均衡态时，基于静态均衡分析的机制设计往往会失效。第

二类方法基于实证和实验数据，采用行为经济学方法分析特定场景下的群体行为和管理机制，代表学者包括诺贝尔经济学奖得主 Alvin Roth 等。这类方法的优点是外部有效性强，特别是行为经济学理论和机器学习及因果分析等方法相结合，在大数据的支持下有很好的行为和政策分析效果。但是这类方法存在的不足是缺乏对决策机理的全面刻画，当市场发生动态变化时，原有机制可能不再有效。

近年来，经典博弈论和行为经济学的交叉应用已经逐渐成为经济学主流的研究趋势，衍生出了行为博弈论^[1]和行为市场设计^[2]等新的研究领域。目前，这些领域的相关研究大多局限在理论构建和实验室实验等方面，并且主要由模型进行驱动，即需要对参与者们的行为决策模式及潜在的影响因素进行先验假设，再通过实验数据对模型的有效性进行验证。而数字经济在运行的过程中产生和积累了大量数据，这为开展数据驱动的行为决策与机制设计研究奠定了数据基础。与经典的模型驱动方法相比，数据驱动的方法无需对参与者们的行为决策模式进行先验假设，而是基于海量数据分析不同因素对行为决策的影响，并且为不同的参与者建立个性化模型，这能有效弥补传统研究中因数据有限而无法准确刻画参与者异质性偏好的缺陷^[3]。通过“数据+模型”的方式，建立异质性微观个体决策和宏观系统演化之间的联系，能够帮助提升机制设计的有效性。

综上所述，随着我国数字经济的高速发展，为以数据驱动为主体的行为决策与机制设计研究方法提供了广泛的研究场景，但这也带来了许多新颖而独特的问题。如何结合经典博弈论和行为经济学方法，利用大数据更好地理解数字经济场景，特别是网络交易平台场景下个体和群体的决策机理，分析多边和非对称市场结构对异质性参与人决策的影响，并设计有效的交易机制和完善的监管措施以促进数字经济市场良性发展，是具有挑战性的科学问题。上述问题的解决对我国数字经济的健康发展有重要意义。

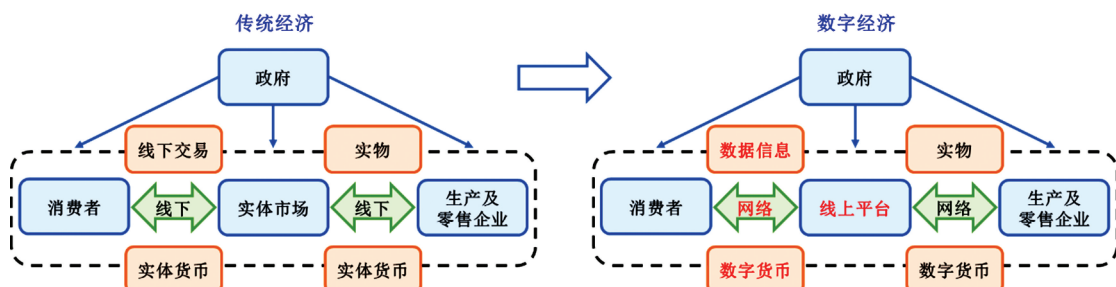


图 1 数字经济市场结构

2 数字经济场景下的行为决策研究进展

在数字经济的发展过程中,大量用户数据被不断产生和收集,通过对这些数据的分析可以更加准确地刻画与描述用户的行为、属性和特征偏好,这为深入分析人们的行为决策规律奠定了数据基础。在数字经济场景下,人们的行为决策受到多种因素的共同影响,其中不仅包括社会偏好等内在因素,还包括网络交互结构、信息获取和反馈以及平台机制等外部因素。

2.1 数据驱动的用户偏好刻画

近年来,数据驱动的用户偏好刻画在数字经济中已经有了广泛的应用。通过分析用户在网络平台上的历史浏览和购买数据,平台企业能够深入了解用户的偏好特征,从而更准确地预测用户的购买意愿与需求,并优化产品推荐与营销策略,即使在注重保护隐私的情况下,互联网卖家区分消费者的能力已经被大幅度削弱,但仍然可以通过分析消费者的共性特征来推断市场需求^[4]。除了需求上的偏好外,公平偏好和从众偏好等社会偏好也对用户的行为决策有着重要影响。尽管平台可以通过消费者的浏览和购买记录来推测消费者的支付能力,从而实现了对消费者的价格歧视^[5-9]。然而,当用户感知到定价策略缺乏公平性时,会导致购买意愿降低,对平台和商家产生负面影响^[10,11]。另一方面,从众偏好也在社交和交易等各类网络互动场景中发挥重要作用。当某一话题成为热点,人们受从众心理影响更容易点击、参与讨论和传播该信息,从而进一步放大话题的影响力^[12]。而在商业交易场景中,从众偏好也被巧妙地运用于产品推广和销售策略中,引导消费者跟风消费^[13]。其他影响用户消费决策的偏好还包括时间偏好,风险厌恶和模糊厌恶等。

2.2 网络交互结构对行为决策的影响

在数字经济中,用户之间通过平台形成了庞大的交互网络,这些网络的结构特征对用户的行为决策产生着重要的影响。大量理论研究指出,网络可以显著影响群体的合作行为。一些网络结构有助于合作者形成聚集,进而引导群体走向合作^[14,15]。通过调整网络的某些指标,如平均邻居数、邻居分布异质性和连接的强弱等,能够进一步提升网络博弈中的合作水平^[16-18]。然而网络结构在真实环境下如何影响人们的合作行为仍存在争议。一些研究认为网络结构对人们的合作行为影响有限^[19-21],而另一些

研究发现较低的平均度数能够有效提升群体的合作水平^[22]。其次,网络结构对于公平竞争的影响也吸引了众多学者的关注^[23]。基于网络最后通牒博弈的理论研究指出,当每个参与者同时作为出价者和回应者时,一些网络结构能够帮助提高交易公平^[24,25]。然而行为实验的研究发现,只有当每个参与者只扮演一个角色时,公平交易才能够达成^[26]。最后,网络结构对信息传播和传递效率也起着关键影响,进而影响用户决策,导致干扰选举^[27,28]、虚假信息传播^[29-31]和政治极化^[32]等现象。

此外,以双边和多边市场为基础的网络博弈近年来受到越来越多学者的关注^[33-37]。这些市场中通常包括一家平台企业和两种以上的用户群体,这些用户通过平台进行交易。市场中的跨组外部性使得一方参与者的收益不仅取决于与同类的竞争,还依赖于其他方参与者的数量和供需等特征。由于跨组外部性的存在,快速吸引用户扩大规模成为企业成长的关键,这也使得网络平台市场竞争较传统市场竞争更为激烈。

2.3 信息结构对行为决策的影响

信息在数字经济中扮演着重要角色,其内容和呈现方式对用户的决策有着显著影响。以平台交易场景为例,消费者在购买前往往会浏览商家的信誉记录和商品的历史评价,并选择信誉高的商家和评价好的商品。基于信息传播的实验研究指出,通过影响参与者的信息来源,不仅可能使群体无法达成共识,还可能直接改变投票的结果^[28]。实证数据也发现,网络信息传播能够直接影响数百万人的信息搜索方式、政治及经济行为^[27]。此外,一些理论研究指出,反馈合作对象的历史决策信息有利于双方达成合作^[38],但是实验研究发现过多的历史信息不利于合作^[39]。最后,如果信息量过大且获取过于便利,则产生的信息过载现象可能会导致决策的非理性化和行为的极端化,从而引发谣言传播与信息极化现象^[29-32]。

2.4 平台机制设计和用户管理

平台机制设计领域,学者们已经开展了大量的研究^[33,35,40,41]。但这些研究大多假设用户是完全理性的,并且总是会根据平台当前的定价机制、监管机制和市场的整体情况选择收益最高的行为^[33,35]。平台的机制设计,例如不同的交易规则和收费定价策略,将直接影响用户的行为决策。由于双边和多边市场的跨组外部性,平台企业可以对不同用户群

体采用差异化的收费定价和优惠策略,这进一步增加了用户的选择与决策复杂性。

除了交易和价格机制,如何设计合理的评价机制,引导用户对商品和服务做出真实准确的评价,对于平台的健康发展起着关键的作用。目前的主流方式是引入信誉机制,奖励诚信行为,惩罚欺诈行为^[42-44]。一类经典的信誉机制是评分机制,即对卖家的历史行为打分,合作越多得分越高^[45, 46]。这一机制有效减少了交易中的信息不对称,让信誉高的商家有机会获得更多的用户并赚取更高的利润,而信誉低的商家则会失去用户。当前评分机制已经被众多平台采纳,并产生了多种变体。最近一些学者也开始关注其他评价机制。例如在社会困境博弈中,如果综合使用评分和二元声誉分类(即根据评分将参与者的声誉分为“好”或“坏”)机制,那么仅凭对手最近一期的行为信息就可以有效地进行声誉评估并推动群体合作^[47]。

3 关键科学问题

3.1 研究挑战

与传统经济场景相比,数字经济场景具有参与人的异质性和多样性、市场影响因素的复杂性,以及市场的动态和非均衡性等特征,这三个特征对数字经济场景中行为决策与政策设计研究提出了新的挑战。

数字经济场景中的参与人存在多维度的异质性和多样性。首先,数字经济场景同时包含买方、卖方、平台方和政府等多种不同类型参与人,并且市场规模也较传统经济场景更为庞大。第二,参与人通过网络平台进行交互,与传统经济场景相比不受空间和时间的限制,并且平台能够提供的商品和服务类型也较传统场景更加丰富,因此能够吸引到更多不同需求和偏好的用户。最后,平台和商家能够通过历史交易数据分析用户的行为特征,进而更好地挖掘出用户偏好的差异性。但是传统经济学研究大多基于完全理性和同质性偏好假设,参与人偏好异质性对市场的影响及相应机制设计方法受到的关注较少。因此当交易场景复杂且存在多种因素的影响时,基于同质性假设的理论模型往往难以预测参与人的实际行为。此时需要基于数字经济场景中的真实数据,建立模型刻画异质性参与人的行为决策。

另一方面,传统经济场景中,买方和卖方间一般

通过面对面讨价还价的方式直接进行交易。而数字经济场景以网络为主要互动模式、大数据为主体决策基础、平台为重要交易场所、数字货币为新型交易媒介,因此市场影响因素较传统经济场景更加复杂。另外交易中同时包含买方、卖方和平台方等多方参与人,他们的行为相互关联,很难通过分析某一方的行为或策略理清市场机制的作用。因此需要从整体角度出发,建立多方博弈模型刻画不同参与人之间的交互和决策,并以此为基础分析市场特征,设计与评估管理和监督机制的效果。

最后,传统经济学研究一般基于静态框架,分析市场的均衡特征。但是市场均衡是供求双方长期重复博弈的理想结果。数字经济场景往往迭代极为迅速,同时具有动态和非均衡性的特征。很多情况下,市场还未到达均衡状态一些商家或平台就已经被淘汰出局。而另一方面,数字经济场景中参与者进出市场的成本更低,买家、卖家和平台不断的进入和退出,以及管理机制的调整,也会对市场形成持续的冲击,使其处于动态波动的非均衡状态。因此需要建立动态演化模型,分析市场的演化规律,特别是当存在外部冲击时市场是如何变化的。

3.2 关键科学问题

针对上述研究挑战,亟待解决如下三个关键科学问题(图 2)。

(1) 如何基于实证数据刻画异质性参与人的决策。在传统经济场景中,由于交易数据和参与人信息相对有限,难以刻画参与人的异质性偏好,因此在分析过程中只能将其简化成同质性参与人或对参与人偏好进行先验假设。但在数字经济场景中,可以利用大数据对参与人的行为偏好和决策方式中的异质性进行描述。准确刻画不同类型参与人的决策特征,对预测市场演化趋势和制定管理政策起到了至

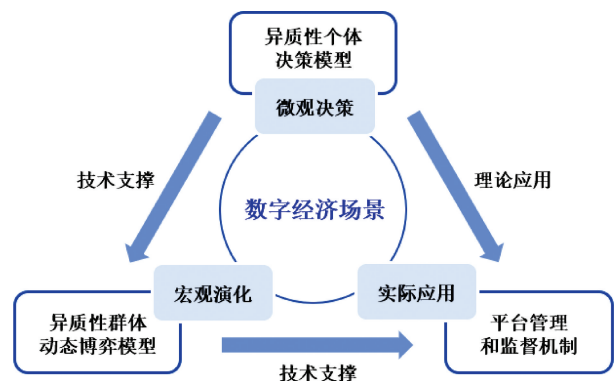


图 2 关键科学问题间的逻辑关联

关重要的作用。其中的难点问题包括,如何基于不同数字经济场景建立包含多种偏好和影响因素的个体决策模型,以及如何基于实证数据对参与人的决策特征进行分类和校准。

(2) 如何建立和分析带有网络结构的异质性群体动态博弈模型。在数字经济场景中,参与人之间的交互呈现出复杂的网络结构特征。以往的理论研究指出,不同的网络结构会对群体的合作、公平和效率产生显著的影响,但是这些研究大多假设参与人是同质的,有相同的行为偏好和决策方式。如何建立异质群体的网络博弈模型,特别是以双边和多边市场为基础的网络博弈模型,分析交互结构对市场演化的影响,是极具挑战性的问题。

(3) 如何基于多方动态博弈框架,设计与评估平台管理和监督机制的效果。如上文所述,数字经济系统具有参与人异质性、市场结构复杂性和动态非均衡性等特点,但是传统的机制设计方法难以同时兼容这些特征。如果使用静态的同质性模型设计机制,可能会出现模型误设的情形,影响机制在现实中的效果。因此需要开发新的模型和工具,能够结合实际数据为复杂数字经济场景设计动态灵活的管理机制,并分析和模拟市场的演化规律。

4 研究建议

为更好地解决上述三个关键科学问题,可以采用经济学、行为科学、数学和计算机科学交叉融合的方法,基于行为大数据建立带有异质性的个体决策模型,以此为基础构建市场动态演化模型,针对不同数字经济场景设计相应的多智能体仿真平台,模拟市场演化并评估管理和监督机制的效果,为我国的数字经济健康发展提供支持。具体研究建议如下:

(1) 数字经济场景下数据驱动的个体决策模型。数字经济场景中,参与人的异质性和多样性等特征更加显著。行为经济学研究指出,人们的决策行为往往会受到社会偏好和外部环境的多重影响。在考虑公平偏好、从众偏好等社会偏好因素时,如何解释、描述和分析这些偏好在不同数字经济场景中的影响,对理解市场机理和设计治理方案起到了至关重要的作用。可以利用行为科学的方法建立异质性个体的决策模型和演化学习模型,并结合机器学习和因果分析等方法,基于实证和实验数据对参与人决策模式进行分类和校准。

(2) 数字经济场景下异质群体的市场动态演化模型。数字经济场景中,市场受到的影响因素远比传统经济场景复杂,并且具有动态和非均衡性特征,因此传统的静态均衡分析方法难以奏效。演化博弈方法假设参与人采用学习和模仿等方式更新策略,建立的群体演化动态模型可以实现“刻画不同类型参与人的策略”随时间的变化而变化,因此是研究动态市场的有力工具。需要指出的是,传统演化博弈研究一般假设参与人是同质的。在数字经济场景下,需要重点关注异质群体的演化动态,并以数据驱动的决策模型为基础,采用网络科学与行为科学相结合的方法,分析不同的市场因素对系统演化的影响。在此基础上可以进一步结合演化博弈和机器学习的方法,针对具体的数字经济场景搭建多智能体仿真平台,定量分析参与人偏好异质性等内在因素、网络与信息结构及平台机制等外在因素对市场演化的影响。

(3) 数字经济场景下的机制设计与评估。针对不同数字经济与数字化治理场景,将市场演化模型和多智能体仿真得到的结果与实证数据进行定量比较,进而对理论模型进行验证和优化,并以此为基础评价不同管理和监督机制的效果。具体来说,可以考虑网络平台交易、网络舆情传播、数字化疫情防控和数字经济与数字化治理场景等。网络交易平台和网络社交平台在运行中积累了大量用户数据,可以为开展数据驱动的行为决策与机制设计研究提供有效的数据支持。网络交易平台场景中可以考虑双边和多边市场结构,包含了需求方、供给方、平台方和市场管理者等,所涉及的主要科学问题是分析多方的决策行为规律和设计市场的管理机制。网络舆情传播和疫情防控在机理上有较大的相似性,都是带有互动结构的异质群体演化动态,其中主要的科学问题是刻画舆情和疫情的传播趋势,以及设计有效的管控措施。另一方面,除此之外,还可以结合数字货币的相关研究,模拟我国数字货币的推广、流通和扩散的效果及影响。

参 考 文 献

- [1] Camerer CF. Behavioral game theory: experiments in strategic interaction. Princeton: Princeton University Press, 2011.
- [2] Chen Y, Cramton P, List J, et al. Market design, human behavior, and management. Management Science, 2021, 67(9): 5317—5348.

- [3] 洪永森, 汪寿阳. 大数据如何改变经济学研究范式?. 管理世界, 2021, 37(10): 40—55, 72, 56.
- [4] Guo MZ, Liao XW, Liu JP, et al. Consumer preference analysis: a data-driven multiple criteria approach integrating online information. *Omega*, 2020, 96: 102074.
- [5] Hagiu A, Jullien B. Why do intermediaries divert search? *The RAND Journal of Economics*, 2011, 42(2): 337—362.
- [6] White A. Search engines: left side quality versus right side profits. *International Journal of Industrial Organization*, 2013, 31(6): 690—701.
- [7] Hagiu A, Jullien B. Search diversion and platform competition. *International Journal of Industrial Organization*, 2014, 33: 48—60.
- [8] de Cornière A, Taylor G. A model of biased intermediation. *The RAND Journal of Economics*, 2019, 50(4): 854—882.
- [9] 曲创, 刘重阳. 平台竞争一定能提高信息匹配效率吗? ——基于中国搜索引擎市场的分析. *经济研究*, 2019, 54(8): 120—135.
- [10] 王世强, 陈逸豪, 叶光亮. 数字经济中企业歧视性定价与质量竞争. *经济研究*, 2020, 55(12): 115—131.
- [11] 李三希, 武珺瑶, 鲍仁杰. 大数据、个人信息保护和价格歧视——基于垂直差异化双寡头模型的分析. *经济研究*, 2021, 56(1): 43—57.
- [12] Iamnitchi A, Hall LO, Horawalavithana S, et al. Modeling information diffusion in social media: data-driven observations. *Frontiers in Big Data*, 2023, 6: 1135191.
- [13] Zhang Z. How does conformity psychology affect online consumption behaviors in China? // *Proceedings of the 2021 international conference on social development and media communication (SDMC 2021)*. Amsterdam: Atlantis Press, 2022: 266—274.
- [14] Rand DG, Arbesman S, Christakis NA. Dynamic social networks promote cooperation in experiments with humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108(48): 19193—19198.
- [15] Melamed D, Harrell A, Simpson B. Cooperation, clustering, and assortative mixing in dynamic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018, 115(5): 951—956.
- [16] Ohtsuki H, Hauert C, Lieberman E, et al. A simple rule for the evolution of cooperation on graphs and social networks. *Nature*, 2006, 441(7092): 502—505.
- [17] Santos FC, Santos MD, Pacheco JM. Social diversity promotes the emergence of cooperation in public goods games. *Nature*, 2008, 454(7201): 213—216.
- [18] Allen B, Lippner G, Chen YT, et al. Evolutionary dynamics on any population structure. *Nature*, 2017, 544(7649): 227—230.
- [19] Cassar A. Coordination and cooperation in local, random and small world networks: experimental evidence. *Games and Economic Behavior*, 2007, 58(2): 209—230.
- [20] Traulsen A, Semmann D, Sommerfeld RD, et al. Human strategy updating in evolutionary games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(7): 2962—2966.
- [21] Gracia-Lázaro C, Ferrer A, Ruiz G, et al. Heterogeneous networks do not promote cooperation when humans play a Prisoner's Dilemma. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(32): 12922—12926.
- [22] Rand DG, Nowak MA, Fowler JH, et al. Static network structure can stabilize human cooperation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2014, 111(48): 17093—17098.
- [23] Nishi A, Shirado H, Rand DG, et al. Inequality and visibility of wealth in experimental social networks. *Nature*, 2015, 526(7573): 426—429.
- [24] Page KM, Nowak MA, Sigmund K. The spatial ultimatum game. *Proceedings Biological Sciences*, 2000, 267(1458): 2177—2182.
- [25] Szolnoki A, Perc M, Szabó G. Defense mechanisms of empathetic players in the spatial ultimatum game. *Physical Review Letters*, 2012, 109(7): 078701.
- [26] Han XA, Cao SN, Shen ZS, et al. Emergence of communities and diversity in social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017, 114(11): 2887—2891.
- [27] Bond RM, Fariss CJ, Jones JJ, et al. A 61-million-person experiment in social influence and political mobilization. *Nature*, 2012, 489(7415): 295—298.
- [28] Stewart AJ, Mosleh M, Diakonova M, et al. Information gerrymandering and undemocratic decisions. *Nature*, 2019, 573(7772): 117—121.
- [29] Del Vicario M, Bessi A, Zollo F, et al. The spreading of misinformation online. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2016, 113(3): 554—559.
- [30] Vosoughi S, Roy D, Aral S. The spread of true and false news online. *Science*, 2018, 359(6380): 1146—1151.
- [31] Pennycook G, Rand DG. Fighting misinformation on social media using crowdsourced judgments of news source quality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2019, 116(7): 2521—2526.
- [32] Bail CA, Argyle LP, Brown TW, et al. Exposure to opposing views on social media can increase political polarization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018, 115(37): 9216—9221.

- [33] Rochet JC, Tirole J. Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 2003, 1(4): 990—1029.
- [34] Armstrong M. Competition in two-sided markets. *The RAND Journal of Economics*, 2006, 37(3): 668—691.
- [35] Rochet JC, Tirole J. Two-sided markets: a progress report. *The RAND Journal of Economics*, 2006, 37(3): 645—667.
- [36] Andrei H, Daniel S. First-party content and coordination in two-sided markets. *Management Science*, 2013, 59(4): 933—949.
- [37] Lian Z, Van Ryzin G. Optimal growth in two-sided markets. *Management Science*, 2021, 67(11): 6862—6879.
- [37] Lian Z, van Ryzin G. Optimal growth in two-sided markets. *SSRN Electronic Journal*, 2019, 67(11): 6862—6879.
- [38] Hilbe C, Martinez-Vaquero LA, Chatterjee K, et al. Memory- n strategies of direct reciprocity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017, 114(18): 4715—4720.
- [39] Ma SM, Zhang BY, Cao SN, et al. Limited memory optimizes cooperation in social dilemma experiments. *Royal Society Open Science*, 2021, 8(8): 210653.
- [40] Evans DS, Hagiu A, Schmalensee R. *Invisible engines: how software platforms drive innovation and transform industries*. Cambridge: MIT Press, 2008.
- [41] Weyl EG, White A. Let the best ‘one’ win: policy lessons from the new economics of platforms. *SSRN Electronic Journal*, 2014, 10(2): 29—51.
- [42] Houser D, Wooders J. Reputation in auctions: theory, and evidence from eBay. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2006, 15(2): 353—369.
- [43] 周黎安, 张维迎, 顾全林, 等. 信誉的价值: 以网上拍卖交易为例. *经济研究*, 2006, 41(12): 81—91, 124.
- [44] Peitz M, Waldfogel J. *The Oxford handbook of the digital economy*. New York: Oxford University Press, 2012.
- [45] Nowak MA, Sigmund K. Evolution of indirect reciprocity by image scoring. *Nature*, 1998, 393(6685): 573—577.
- [46] Wedekind C, Milinski M. Cooperation through image scoring in humans. *Science*, 2000, 288(5467): 850—852.
- [47] Clark D, Fudenberg D, Wolitzky A. Indirect reciprocity with simple records. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117(21): 11344—11349.

Data-driven Behavioral Decision-making and Mechanism Design in the Digital Economy

Kai Kang[†] Xiaomin Wang[†] Boyu Zhang^{*}

School of Mathematical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875

Abstract In recent years, the digital economy becomes a crucial driver of global economic development, attracting significant attention from governments and the academic community. Compared to the traditional economics, the digital economy possesses characteristics such as heterogeneity and diversity of users, complex market structures, dynamic and non-equilibrium market states. Conducting research on data-driven behavioral decision-making and mechanism design based on the data generated and accumulated during the operation of the digital economy can help to deeper understand the logic of individual and group behaviors in digital economy scenarios, especially in online trading platforms. The results of this research can further guide to design and improve market mechanisms and regulatory measures, and can provide support for the development of China’s digital economy.

Keywords digital economy; data-driven; behavioral decision-making; mechanism design

(责任编辑 陈磊 姜钧译)

[†] Contributed equally as co-first authors.

^{*} Corresponding Author, Email: zhangby@bnu.edu.cn