

厂商运用大数据和人工智能的经济学分析

何大安

摘要: 大数据、互联网、云计算、机器学习、物联网、区块链等人工智能技术,正在改变个人、厂商和政府投资经营策略。针对厂商预测和规划、提供产品和服务手段的变化,经济学至少要关注以下问题:一是大数据和人工智能的广泛运用对厂商决策会产生怎样的影响,如何对这些影响做出经济学意义上的一般理论概括和描述;二是要说明厂商运用大数据和人工智能的程序、路径和过程,使之得到经济学理论的分析性解释;三是探讨未来大数据和人工智能的运用前景,通过前瞻性研究对大数据和人工智能有可能重塑经济学理论做出一些有依据的推论。经济学家在大数据和人工智能时代要完成的重要任务,是研究厂商运用新科技搜集和处理大数据会在哪些方面影响产量和价格,改变竞争和垄断路径从而改变产业组织结构。

关键词: 数字经济;智能经济;机器学习;物联网;区块链;产业组织理论

中图分类号:TP18 文献标识码:A 文章编号:1004-8634(2021)03-0074-(10)

DOI:10.13852/J.CNKI.JSHNU.2021.03.007

一、问题思考和领悟

经济学发展到今天,就企业的投资经营或产供销活动而论,新古典经济学的厂商理论以及现代经济学的产业组织理论,一直被看成经济学的正脉。^①撇开这两大学说学理承接和理论见解的差异,它们分析厂商产供销活动有一个共同点,那便是没有真正将科技因素作为分析厂商决策的内生变量纳入模型。出现如此情形的主要原因,概括来讲,或许是经济学家没能在科技领域找到可

以测度经济行为变动的基本要素,这样的要素必须具有既覆盖整个科技领域同时又可衡量科技水平层级的功能。工业化时代的科技进步大大提高了劳动生产力,但科技界没有向经济学家提供执经济发展牛耳的基本科技要素。随着通信技术从3G、4G到5G的发展,信息传输速度和范围呈现出指数级的加快和扩大态势,互联网“时空错开、同步并联、客户拉动、实时评价”提供的交易平台,移动设备、传感器、社交媒体、定位系统等搜集大数据功能的扩张,以及云平台、云计算、机器学习、物联网、区块链等人工智能技术对大数据的匹配,

作者简介: 浙江工商大学人文社会科学资深教授,浙江工商大学经济学院、教育部人文社科重点研究基地浙江工商大学现代商贸研究中心教授,博士生导师(浙江 杭州 310018)。

^① 这是一个需要从现代经济理论学说史之重要横纵面展开解说的问题。马歇尔在产品同质性假设上认为,技术进步下的完全竞争会抑制因垄断引起的产品均衡价格上升,当产量和价格由市场竞争调节,市场就会处于完全竞争模型描述的情形;剑桥学派在产品差异性假设上,认为市场始终存在一定势力的大厂商,竞争和垄断长期并存;哈佛学派和芝加哥学派曾围绕“结构、行为、绩效”模型,对完全竞争和垄断竞争的产业组织进行了广泛讨论;科斯和威廉姆森等新制度学派以交易成本为核心对市场竞争和垄断做出了新解读;现代产业组织理论以博弈论和信息经济学为分析工具,通过分析政府规制对产业组织展开了研究。这些理论一直是经济学家研究产业组织变动的主要线索,但到了大数据时代,它们已显现出工业化时代的理论局限。

使大数据成为厂商投资经营决策的基本分析要素。

大数据是指大自然和人类活动留下的数字化数据与非数字化数据之和,它被看成厂商投资经营的基本分析要素,是因为人类可以通过大数据分析使自然现象和人类活动的因果关系链得以揭示。从新科技发展看,人类借助发达通信系统和移动互联网来建立大数据云平台,运用云计算、机器学习、物联网、区块链等人工智能技术对自然现象和人类活动之因果关联密码进行破译,标志着以大数据为基本分析要素的科技人文主义的到来。作为新科技广泛运用所产生的一种思想潮流,科技人文主义认为万事万物的形成和发展都可以看成数据流,强调一切自然现象和人类活动都可以解析为“算法”。^①如果把厂商投资经营与科技人文主义联系起来,我们至少在两个大方向上会有思考和领悟:其一,科技人文主义是大数据、互联网和人工智能相融合的产物,在这样的背景下,厂商的投资经营需要以大数据为基本分析要素,以互联网为运作平台,以人工智能为操作手段;其二,厂商如何通过大数据分析以及运用人工智能技术,相对准确地规划和确定产品和服务。我们围绕以上两大方向,大体上可以对厂商运用大数据和人工智能技术做出经济学分析。

厂商投资经营以大数据为基本分析要素,表明厂商改变了思维和决策的依据。从思维依据改变看,厂商开始以大数据思维取代过去以部分信息推论全体的因果逻辑思维,^②这种改变在经济学分析中具有经济哲学意味。以决策依据而言,厂商通过对大数据的搜集和处理,力图掌控投资经营的准确信息,这种改变在经济学分析中具有基础理论分析价值。厂商以互联网为运作平台,以人工智能为操作手段来进行投资经营,直接涉及经济学的产业组织理论。从互联网平台考察,

厂商借助互联网平台进行产供销活动,不仅反映厂商投资经营路径和方法的与时俱进,更重要的是留下了厂商与厂商、厂商与消费者之间行为互动这一研究主题。经济学家研究这种行为互动,不应绕避厂商决策行为以及厂商之间关联到产业组织变动的网络协同;就人工智能操作手段而论,厂商在掌握云计算方法的基础上,通常会运用机器学习、物联网、区块链等人工智能技术对产品和服务的供给及需求做出预测。凡此种种,都要求经济学家必须对产业组织理论等有新解释。

厂商大数据分析可分为搜集和储存、整合和分类、加工和处理三个阶段。厂商能否高效地运用人工智能技术匹配大数据,从而相对准确地规划和确定产品与服务,取决于他们掌握和驾驭人工智能技术水平的高低,这便决定了对厂商处于以上哪一阶段的定位问题。厂商运用人工智能技术匹配大数据的具体技术操作,是计算机专家和人工智能专家关注的事;经济学家需要研究的是厂商的数据智能化催生的投资经营模式,以及研究该模式有可能导致的微观经济基础变化。基于厂商的数据智能化以大数据、互联网和人工智能等融合为前提,厂商的技术层级便反映在加工和处理大数据上。^③经济学家对这种技术层级研究的任务,是判断或推论厂商能在多大程度和多大范围内提供适合社会有效需求的产品和服务,这会关联到大数据时代微观经济理论的建构。

社会物理学家和未来学家对大数据和人工智能发展的憧憬,计算机和人工智能专家有关大数据和人工智能无所不能的一些描述,无疑给经济学家带来了激励。社会物理学家和未来学家认为,未来的数据关系会取代依据部分信息而推断的因果关系,大数据思维将取代因果思维,事物因果关联的构成都可以通过“算法”来揭示。^④计算机和人工智能专家认为,人类在通过互联网、移动

① 尤瓦尔·赫拉利:《未来简史:从智人到神人》,林俊宏译,中信出版社2017年版,第354—361页。

② 何大安:《大数据思维改变人类认知的经济学分析》,《社会科学战线》2018年第1期。

③ 从基础理论角度看,厂商加工和处理大数据的技术层级问题实际上是人与数据的关系问题。在没有互联网的历史阶段,厂商与市场的信息输入和输出,可理解为“人与信息对话”时期;进入互联网时代,厂商与市场的信息输入和输出,走向了“人与数据对话”时期;当互联网、大数据、云计算、机器学习、物联网、区块链等人工智能技术广泛使用并相互交融,厂商与市场的信息输入和输出,在未来便有可能步入“数据与数据对话”时期。参见何大安:《互联网应用扩张与微观经济学基础》,《经济研究》2018年第8期。基于此,我们要进一步研究厂商加工和处理大数据的技术层级问题,首先要弄明白“究竟是先有大数据还是先有信息”这个问题(下文概要分析)。

④ 吴军:《智能时代:大数据与智能革命重新定义未来》,中信出版集团股份有限公司2016年版;维克托·迈尔·舍恩伯格:《大数据时代》,周涛译,浙江人民出版社2013年版;阿莱克斯·彭特兰:《智慧城市——大数据与社会物理学》,汪小帆、汪容译,浙江人民出版社2015年版;尤瓦尔·赫拉利:《未来简史:从智人到神人》;凯文·凯利:《新经济新准则》,刘仲涛等译,电子工业出版社2014年版;凯文·凯利:《科技想要什么》,严丽娟译,电子工业出版社2017年版。

设备、传感器、社交媒体、定位系统等获得大数据的同时,可以运用云计算、机器学习、物联网、区块链等人工智能技术把万事万物统统还原为数据流。^①大数据和人工智能果真有如此功能,经济学家便可以把厂商投资经营视为数据流,市场出清意义上的产品和服务的供给量与需求量就有可能实现。

对厂商运用大数据和人工智能展开经济学分析,重点不是解说厂商运用大数据和人工智能技术的具体操作过程,而是要说明厂商通过大数据分析有没有可能获取准确信息,以及厂商主要通过哪些人工智能技术匹配大数据来取得准确信息。这里所说的准确信息是指厂商投资什么、投资多少、生产什么和生产多少的确定信息,这个问题上升到宏观层面就是社会总供给和总需求的平衡。基于这样的理解,本文第二部分展开厂商投资经营的大数据分析,按照经济学规范做出相关评说;第三部分讨论厂商投资经营的人工智能技术选择及其运用,解读厂商运用机器学习和物联网等人工智能技术获取准确信息的可能性;第四部分则对厂商运用大数据和人工智能技术的未来予以展望。

二、厂商大数据分析的经济学解读

在问题解读之前,我们概要讨论一下“究竟是先有大数据还是先有信息”,这个问题对于大数据和人工智能运用的经济学分析的重要性在于,解答“究竟是信息来源于大数据还是大数据来源于信息”。一种观点认为大数据是工具,它来源于信息;另一种观点认为信息的外延比大数据小,它来源于大数据。这两种观点的分歧在于对信息和大数据之客观存在的不同理解。其实,撇开它们的性质规定,最直观、最朴素的解释是看两者谁覆盖谁。大数据是数字化数据与非数字化数据之和,不管发现或感知与否,大数据不依人的意识而存在,但信息通常是人们发现或感知的产物,因而大数据的外延明显大于信息。事实上,大数据在宇宙中一直存在,只是人类科技水平达不到一定高度时没有大数据这个概念罢了。经济学对信息不完全、不对称、扭曲或失真等会降低效用函数的研究,是以工业化时代厂商搜集和处理信息的科技

能力为背景的;厂商在大数据时代获取准确信息的能力显著提高,但厂商是如何通过大数据分析来获取准确信息的呢?经济学必须回答这个问题。

1. 大数据分析之于厂商投资经营是新科技运用的起点,厂商在大数据分析的不同阶段有不同内容

从数字经济视角看,厂商的投资经营活动可以解说为厂商与厂商以及厂商与消费者之间纷繁复杂的行为互动。厂商无论是购买原材料、交易中间品,还是销售最终产品和服务,这些互动都会留下大量的数字化数据和非数字化数据。厂商通过什么样的途径来搜集这些大数据,采取什么样的技术手段来处理这些大数据,以及能在多大程度和范围内运用这些大数据规划投资经营,直接关系到厂商能否准确捕捉社会的有效需求,直接关系到厂商产品和服务的产量及价格决定,直接关系到厂商是否具有优势竞争地位,直接关系到厂商效用函数的大小。事实上,厂商展开大数据分析,正在逐步改变过去主要依靠诸如供求波动和价格信号等市场机制进行决策的传统,他们通过何种途径、方法和手段来搜集、加工、处理大数据,会在反映他们新科技水平的同时显露出投资经营的经济学机理。经济学家的任务是描述和揭示这些机理,使厂商经由大数据分析而产生的选择行为得到经济学解释。

如前所述,大数据是数字化数据与非数字化数据之和,厂商运用大数据和人工智能技术要经历三个阶段。就厂商投资经营活动的起点和终点而论,在第一阶段,厂商主要利用互联网来搜集影响、决定产品和原材料供求的大数据,这些大数据与厂商投资经营活动直接相关,它们是厂商与客户、消费者相关的数字化数据,我们通常所说的互联网+企业发展到一定程度就具备这样的大数据搜集能力。在第二阶段,要储存、整合和分类这些与客户和消费者相关的数字化数据,厂商要有运用软件和云计算的能力,建立云平台或至少能够利用公共云平台的能力。在第三阶段,厂商必须对这些与客户和消费者相关的数字化数据进行加工和处理,具体过程是运用云计算和人工智能技术来匹配大数据。有关大数据的匹配,涉及采用什么样的人工智能技术来筛选和甄别真实反映供

^① K. Kelly, *What Technology Wants*, New York: Viking Press, 2010. C. A. Hidalgo, *Why Information Grows: The Evolution of Order, From Atoms to Economics*, New York: Basic Books, 2015.

求关系的数据,以提取可以产生最大化效用的信息,它是厂商运用大数据和人工智能展开投资经营活动的终点。以上有关厂商大数据分析的阶段描述是针对数字化数据而言的,当我们考察厂商对非数字化数据的分析时,将会有更深邃的经济学解读。

2. 互联网+企业转变成人工智能+企业的显著标志是,能够运用人工智能技术加工和处理那些间接包含产品和服务之供求信息的非数字化数据

经济学家曾对投资和消费的偏好、认知、效用等进行过深邃的基础理论分析,^①他们在此基础上对产品、服务的供求数量变动和对其他经济事件的研究,主要是通过各种社会调查取得的样本数据以及依据各类统计报表汇总的数据来展开的,这些数据都是数字化数据。我们且不说这些数字化数据不全面,仅就它们不包括以图片、图书、图纸、视频、声音、影像等为载体的非数字化数据而论,厂商要从互联网+企业转变成人工智能+企业,必须能够在云计算基础上运用诸如机器学习、物联网、区块链等人工智能技术把非数字化数据转化成数字化数据。厂商的这些新科技努力至少要包括以下内容:其一,采取什么样的路径和方法获取非数字化数据;其二,运用什么样的人工智能手段使非数字化数据转化成数字化数据;其三,大数据是已发生的历史数据、正在发生的现期数据以及将来可能会发生的未来数据这三大块数据之和,厂商的人工智能+水平达到何种高度才能处理现期数据和未来数据。很明显,这些内容将是经济学家对厂商运用大数据和人工智能做出经济

学分析的重点。

众所周知,经济学无论是对微观经济领域还是对宏观经济领域进行研究的理论归宿,都是试图解决由供求变动引发的产量和价格决定的均衡问题。在大数据、互联网和人工智能等没有问世前,或新科技出现的初期,厂商难以对投资经营的数字化数据做出搜集、加工和处理,更遑论非数字化数据的搜集、加工和处理,这种状况使经济学家不可能联想到大数据和人工智能等新科技的作用。经济学家以新科技手段作为推论产量和价格决定的依据,要研究厂商如何运用科技来匹配大数据,互联网+企业转变成人工智能+企业的条件配置,新科技未来发展将会导致的微观经济领域和宏观经济领域的新格局。这些问题的研究上升到经济理论分析层面,涉及微观经济学和宏观经济学的重塑。经济学家把握厂商如何搜集、储存、整合、分类、加工和处理大数据,从而把握厂商投资经营决策做出符合新科技实践的过程,是经济学家重塑微观经济学和宏观经济学的分析过程。

3. 厂商大数据分析的最大困难是对非数字化数据的搜集、加工和处理,经济学家只有对这种状况做出解析,才有可能对厂商运用新科技的投资经营做出全面的经济学解读

厂商投资经营的非数字化数据主要来自厂商产供销活动的信息流动及反馈,^②既包括厂商之间在契约形成过程中的意向、谈判、制订、修改、执行、再调整等,也包括厂商投资经营的选择偏好、认知和效用期望变动等;不仅包括厂商、中间商和消费者之间的信息流动及反馈,而且还包括他们投资经营和消费的心理、倾向、体验、目标追求等

① 新古典经济学曾在一系列“给定条件约束”下创立了著名的期望效用理论,该理论对行为主体的选择偏好、认知和效用等展开了一般理论分析。参见 John von Neumann And Oskar Morgenstern, *Theory Of Games And Economic Behavior*, 2d ed., Princeton: Princeton University Press, 1947; K. Arrow and G. Debreu, “Existence of Equilibrium for a Competitive Economy”, *Econometrica* 22, 1954。针对期望效用理论的不足,赫伯特·西蒙通过著名的下棋和寻针例说,对效用最大化理论提出了批评。参见赫伯特·西蒙:《现代决策理论的基石》,北京经济学院出版社 1989 年版;赫伯特·西蒙:《从实质理性到过程理性》,载《西蒙选集》,首都经济贸易大学出版社 2002 年版,第 245—270 页;H. A. Simon, *Models Of Bounded Rationality*. Vol. 1: *Economic Analysis And Public Policy*. Vol. 2: *Behavioral Economics And Business Organization*, Cambridge, MA: MIT Press, 1982。现代主流经济学对最大化问题展开过评说。参见 R. E. Jr. Lucas and E. C. Prescott, “Investment under uncertainty”, *Econometrica* 39(5), 1971; A. R. Damasio, *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness*, Harcourt Brace and Company, 1999; G. A. Akerlof and R. E. Kranton, “Identity and the Economics of Organizations”, *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 19, 2005; G. A. Akerlof, “The Missing Motivation In Macroeconomics”, *The American Economic Review*, vol. 97, no. 1, 2007。现代非主流经济学通过心理和行为实验,认为期望效用函数理论与人们的实际选择存在系统性偏差。参见 D. Kahneman and A. Tversky, “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk”, *Econometrica*, vol. 47, no. 2, 1979; V. L. Smith, “Economics in The Laboratory”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 1, 1994。厂商大数据和人工智能技术的运用将会对先前的理论提出新的挑战,这是经济理论研究不能绕避的现实情况。

② 这里有关非数字化数据之来源的描述,在很多情形下同样适合对数字化数据来源的分析,只是描述和揭示非数字化数据来源更加复杂,对它们的搜集、加工和处理,要求厂商有更高的大数据和人工智能运用能力。

信息。这些呈非数字化数据的信息通常以隐性方式存在,它们能在多大程度和范围内被厂商搜集、加工和处理,取决于厂商大数据分析和人工智能运用水平。从搜集这些非数字化数据的手段看,随着全覆盖、低时延、万物互联的5G通信技术的飞速发展,厂商利用移动互联网、社交媒体、传感器、定位系统等搜集能力会逐步增强。不过,能够搜集到非数字化数据是一回事,能在多大程度和范围内把它们转化成数字化数据却是另一回事。经济学家要解释这个问题,离不开对厂商数据智能化水平的经济学分析。

数据智能化是对厂商搜集、储存、整合、分类、加工和处理大数据能力的一种综合描述,该能力高低是厂商大数据分析水平高低的标志。如前所述,我们曾依次把厂商搜集和储存大数据、整合和分类大数据、加工和处理大数据划分为技术层级的三个阶段,若以厂商能否驾驭数字化数据和非数字化数据作为判断依据,很明显,那些能够搜集、储存、整合、分类、加工和处理非数字化数据的厂商,要比那些只能驾驭数字化数据的厂商具有更高的数据智能化水平。无论厂商是搜集、储存、整合、分类、加工和处理数字化数据还是非数字化数据,人工智能技术的掌握和运用都贯穿其间。换言之,厂商数据智能化水平的高低终究还是要体现在人工智能的运用高低上,这便要求经济学家结合人工智能运用对数据智能化水平不同厂商的预测供给和需求情形做出一般性分析。基于此,经济学家可考虑先对只能应付数字化数据的厂商进行分析,通过分析这类厂商在不同数据智能化阶段的供给和需求的预测能力,对不同数据智能化水平的厂商做出一般的理论概括;然后再对既能应对数字化数据又能应对非数字化数据的厂商进行分析;以致能够对不同数据智能化水平厂商预测供给和需求状况加以模型化,从而勾勒厂商大数据分析之经济学解读的一般图景。

其实,较之工业化时代厂商获取信息和处理信息的情形,我们在厂商只能搜集、储存、整合、分类、加工和处理数字化数据的框架内考察其投资经营,即便只是对处于搜集和储存数据阶段进行考察,厂商数据智能化水平也大大高于工业化时代。具体地说,厂商会通过互联网和云平台来搜集、储存大量有关产供销的数字化数据,并从这些

大数据中获得比工业化时代花费同样成本要多得多的信息;当厂商具备整合和分类数字化数据的能力时,从大数据中甄别、删除和筛选错误信息、失真信息、扭曲信息的数据智能化水平便达到了一定的高度,就能够获取更多的产供销的准确信息;当厂商具备加工和处理数字化数据的能力时,意味着厂商能够利用云平台和云计算以及其他初级人工智能技术来匹配大数据,以致能更多、更准确地获取产供销信息。当厂商能够搜集、储存、整合、分类、加工和处理非数字化数据时,这个分析框架与数字化数据分析框架的内容类似,只是数据智能化水平差异导致厂商从大数据中获取信息量及其准确性有所不同。

经济学家对厂商运用大数据而形成的数据智能化水平进行经济学解读的重点,是要通过大数据分析来说明厂商预测产品和服务之供求数量准确性的提升,并通过这种说明为重塑微观经济分析框架奠定理论基础。同时,经济学家要解释大数据分析有可能改变社会经济运行格局,也就是要解释人们所说的经济运行怎样进入数字经济时代。关于这个问题的解释,需要说明厂商运用什么样的人工智能技术匹配大数据才能实现经济运行模式的转型。而要说明这个转型过程的发生,经济学家必须对厂商运用人工智能技术做出经济学分析。

三、厂商运用人工智能技术的经济学分析

人工智能技术在社会经济、政治、文化等领域的广泛应用正在推动数据主义的盛行。^①我们姑且不论数据主义关于宇宙万物都可解析为“算法”的观点未来能不能经得起检验,仅从数据智能化引致人类决策的新路径和新方法看,数据主义的前瞻性或多或少具有一定程度的说服力。正像经济学资源配置理论、产业组织理论等所描述和揭示的那样,厂商投资经营会面临投资什么以及投资多少的决策,解决产量、价格的决定以及竞争路径的选择。这些问题涉及信息的搜集和处理,通常需要厂商运用科技手段来预测和解决。大数据作为信息来源和新科技的基本分析要素,是以显性和隐性两种形式存在于人类活动和自然现象之中的,厂商要获取完备和准确的信息,就必须在掌

^① 尤瓦尔·赫拉利:《未来简史:从智人到神人》;C. A. Hidalgo, *Why Information Grows: The Evolution of Order, From Atoms to Economics*.

握和运用大数据的基础上按投资经营目的对大数据进行匹配,这便关联到人工智能技术发展和采用何种人工智能技术手段等问题。

1. 相对于物联网和区块链等人工智能技术,机器学习是厂商加工和处理产供销大数据的主要人工智能技术手段

大数据、5G通信、移动互联网、云计算以及机器学习、物联网和区块链等人工智能技术,正在打造数字经济、智能经济、共享经济和体验经济等新业态;厂商运用云计算对不同特征数据流的加工和处理,^①以及建构和运用智能模型来代替人脑选择的一些成功尝试,在宣示着新科技有可能比市场机制更高效地调节产量和价格的同时,也在激励着经济学家对厂商运用大数据和人工智能展开新探索。以产量和价格的决定而论,厂商在达到云计算技术要求的前提下,要完成对产供销大数据的加工和处理,需要事先制定学习目标和训练算法迭代,把数据格式化和过滤掉无关数据,以完成对产量、价格大数据进行挖掘和处理的机器学习过程。相对物联网和区块链等人工智能技术,机器学习借助云平台和云计算对厂商产供销大数据进行的加工和处理,是一个更加直接运用人工智能匹配大数据的过程;机器学习作为一种预测厂商产供销数量的人工智能方法,直接关联于产量和价格决定。

经济学运用齐次方程组揭示产品和服务数量及其结构的一般均衡分析,是以供求关系和价格机制调节产品、服务为分析基础的,^②这一分析落实到厂商的产品和价格决定上,可谓一种高度抽象的描述;而后期理论对产品和价格决定的研究,同样没有跳出一一般均衡分析的抽象理论框架。理论分析从抽象走向具体,厂商要准确决定产品数量和价格,关键在于准确预测客户需求;客户需求在大数据上表现出明显的多维度,这些多维度的大数据既包含不同层次和侧面的需求信息,也包括表征需求的真实信息、扭曲信息和错误信息;厂

商要在解析这些反映多维度需求大数据的基础上做出预测,机器学习是目前最有效的人工智能技术手段。物联网是融合了互联网技术、通信技术和信息技术的跨领域人工智能平台,作为一种网络物理系统(Cyber Physical System),尽管它具有数据采集、处理和智能运用等功能,但它并不能直接对投资、生产什么以及投资、生产多少做出预测。同理,区块链本质上是价值互联网,尽管它具有分布式账本、去中心化信任、时间戳、非对称加密、智能合约五大技术特征,但它同样不能直接对投资、生产什么以及投资、生产多少做出预测。

经济理论的学术价值和实践价值,在于解释经济现象的因果关联、运行机理,并在此基础上通过大数据分析展开预测。就大数据的加工和处理而论,机器学习从监督学习、无监督学习走向深度学习、强化学习,标志着人类预测能力的提高。厂商运用机器学习方法来预测产品、服务的供给、需求及其结构,是以掌握极大量、完备性的产供销大数据为前提,以多维度的产供销大数据为主要分析对象的,因此,机器学习在分析程序、方法和过程等方面明显不同于物联网和区块链,这便给经济学家展开对厂商运用人工智能的经济学分析划定了既定的对象和范围。

2. 厂商运用机器学习方法进行产供销预测的最大困难,是对供给和需求之多维度大数据的加工和处理,而解决这一困难的途径在于对非数字化数据的匹配

机器学习方法是一种与计量经济学有交集但突破了其过度注重对经济现象进行统计计量的人工智能技术。与计量经济学关注估计结果的无偏性和一致性不同,机器学习以决策树(Decision Tree)、支持向量机(SVM)等模型为支撑,试图解决预测问题。机器学习广泛运用原先因样本数据限制而在计量经济学中很少运用的岭回归(Ridge Regression)、套索算法(LASSO)等方法。^③诚然,机器学习有取代计量分析方法的趋势,但厂商运

① 大数据具有极大量、完备性和多维度三大特征,极大量和完备性囊括厂商产供销的全部信息,多维度包含厂商产供销的不同层面信息,即产供销的数字化数据和非数字化数据;厂商要从大数据中搜寻到直接和间接影响供求的完整信息,并通过加工和处理这些信息来决定投资什么、投资多少、生产什么、生产多少,主要依赖云计算和人工智能技术;互联网和云平台是条件配置,至于其他人工智能技术,就大数据的处理而言,则是有助于厂商加工和处理大数据的辅助性技术手段。

② L. Walras, *Elements d'économie politique Pure*, Lausanne: Cobaz. Trans. by W. Jaffé as *Elements of Economics*, London: George Allen & Unwin, from the 1926 definitive edition, 1954.

③ H. Varian, "Big data: New tricks for econometrics", *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 2014; S. Athey and G. Imbens, "Machine Learning Methods for Estimating Heterogeneous Causal Effects", *Statistics*, 113(27), 2015; S. Athey, "The Impact of Machine Learning on Economics", *The economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 2018.

用机器学习仍然难以预测产量、价格决定。具体地说,现有的机器学习技术在尚不足以全面搜集、整合、储存、分类、加工和处理数字化数据的情况下,根本无法应对非数字化数据。不过,现阶段厂商运用机器学习技术难以预测产量和价格是一回事,在理论上阐释未来厂商运用机器学习方法有可能准确预测产量、价格的机理却是另一回事。经济学家必须关注这一机理的研究。

对于厂商而言,掌握客户需求大数据是至关重要的。从理论上讲,客户需求大数据可分为直接需求大数据和间接需求大数据。^①前者通常反映为厂商提供的产品、服务数量,这部分数据又可分为已发生交易的大数据和马上产生交易的潜在大数据;后者则是由大众投资、消费其他产品和服务(甚至包括与投资、消费无关的活动)所折射出来的反映这部分需求的大数据。关于直接需求中已发生交易的大数据,厂商可以依据已完成交易的产品、服务量对大数据进行搜集、整合、储存、分类、加工和处理,运用监督学习、无监督学习、深度学习和强化学习等机器学习方法来预测后续期应该提供的产品、服务数量。厂商运用人工智能技术预测产品、服务的供应量并由此决定产量、价格,会在一定程度上改变市场机制的调节方式。针对市场调节方式的改变,经济学家要围绕资源配置机制来展开分析,研究厂商运用大数据和人工智能会在哪些方面减弱市场价格机制调节产量的功能,并在理论上修正或创新厂商的供给函数和需求函数。

对厂商运用人工智能技术加工、处理间接需求大数据的分析,是一个很困难的问题。基于间接需求大数据主要是非数字化数据,厂商搜集这类大数据需要借助移动通信(网)、传感器、社交媒体、定位系统等新科技手段,而厂商加工、处理这类大数据则需要掌握能够将非数字化数据转化为数字化数据的尖端人工智能技术。例如,针对大众的消费倾向、消费偏好、消费时尚等的变化,厂商需要具备诸如逻辑推理、专家系统、概率推理、语音识别、自然语言处理等人工智能技术,能够让机器学习融合逻辑推理、概率推理等,并能够在此

基础上通过提升深度学习、强化学习手段对这些间接需求大数据展开多维度分析,以尝试将类似于消费倾向等的非数字化数据转化为数字化数据。^②在未来,厂商运用人工智能技术对非数字化数据进行的加工和处理,是微观经济分析不可忽视的重要环节,经济学家要将这种转化纳入理性选择理论;事实上,当厂商能够运用人工智能技术实现这种转化时,理性选择理论的偏好函数就出现了新内容,从而也就规定了认知函数和效用函数的新内容。

3. 物联网技术与机器学习技术在厂商投资经营活动中有着相同的基质,都是厂商数据智能化的体现,共同改变着厂商投资经营的路径和策略

厂商投资经营的数据智能化,是指厂商利用互联网和云平台、云计算和机器学习等人工智能技术的投资经营过程。与机器学习一样,物联网作为人工智能技术所展现的数据智能化,是数据采集、数据处理和数据智能运用。当物联网经由机器学习助推而达到较高的技术层级时,对于产量和价格确定,或者说,投资和生产什么,投资和生产多少,消费者需求什么、需求多少以及偏好于何种需求方式等,厂商都可以运用机器学习、物联网而在一定程度和范围内揭示。通过参数选择和模型设置建构,物联网可以通过企业之间的互通互联来匹配大数据。它是具备一定技术层级的数据智能化和网络协同化(下文将讨论)的网络平台。物联网可经由产品、服务的供求结构变动来导引厂商适应和选择经营场景,它的广泛运用会改变厂商投资经营的路径、策略,以致引起产业组织变动。经济学需要在物联网、机器学习和网络协同化相融合的背景下,加深、拓宽对厂商投资经营路径、策略的研究。

厂商投资经营路径、策略是以效用最大化为目标的,当机器学习、物联网等新科技能够使厂商实现效用最大化时,数据智能化就会成为厂商在充分竞争条件下投资经营的主要路径、策略。无论是从机器学习还是从物联网来考察,厂商借助云平台和云计算进行机器学习、物联网操作的过

^① 这里有关厂商需求大数据的解说,隐含着对厂商供给大数据的解释;同理,我们在某些场合对供给大数据的解释,也同样蕴含着对需求大数据的解说。

^② 阿里巴巴集团线上和线下结合的新零售战略,实际上就是将非数字化数据转化为数字化数据的尝试和实验,它通过移动通信(网)、传感器、社交媒体、定位系统等新科技手段来搜集消费倾向、消费偏好、消费时尚等非数字化数据,但这种新零售战略能否实现,取决于阿里巴巴集团人工智能水平的技术层级。

程,皆是运用人工智能匹配大数据的过程。现阶段广泛运用的深度学习、强化学习通过多层次神经网络的设计,是结合低层级特征数据与高层级特征数据来揭示大数据分布特征的。^①如前所述,大数据是历史数据、现期数据与未来数据之和,由此可推论,当前机器学习、物联网的发展方向是在加工、处理历史数据的基础上走向加工、处理现期数据,将来的发展方向是加工、处理未来数据。这两大发展方向蕴含着厂商投资经营路径、策略的机理构成,经济学家需要从厂商与客户之间的行为互动中做出解说,以创新大数据、互联网和人工智能等相融合背景下的产业组织理论。

4. 网络协同化是厂商运用大数据和人工智能进行交易的必然结果,网络协同化的核心是经济学需要关注的厂商与客户之间的行为互动

数据智能化既是物联网的基础也是网络协同化的基础,但这并不妨碍物联网与网络协同化之间的逻辑关联,即物联网会从行业运营扩张到全社会,并与互联网交易一起导致网络协同化。大数据和人工智能专家通常关注物联网的具体操作,^②经济学家则关注物联网从行业扩张到全社会所推动的网络协同化。物联网依据自下而上的“数据和算法”形成的执行指令对厂商投资经营的功能性影响,是把传统企业逐步改变成基于数据和算法的智能企业;当我们把物联网执行指令与产品和服务交易过程综合起来考察,可以发现这些经过参数和模型预先设计而产生的执行指令,会通过产品、服务交易,打破企业原先依据价格信号和供求关系进行选择的市场秩序。不过,对于经济理论研究来说,应该重视伴随这些执行指令的产品、服务交易背后的厂商与客户的行为互动,即厂商投资经营过程中的网络协同化。

针对大数据、互联网和人工智能等相融合背景下出现的网络协同化,以交易成本为核心的现代主流产业组织理论的解释是苍白无力的。主流经济学的解释力之所以会出现这样的境况,是因为工业化时代没有互联网这一交易平台,厂商不能运用大数据和人工智能技术进行投资经营,经

济学家不可能在扁平化层次上关注厂商与客户之间的行为互动。关于网络协同化对厂商数据智能化的要求,是一个值得经济学深入分析的问题。这个问题至少有以下三个方面的内容:一是如何运用大数据分析来解释厂商与客户之间的行为互动,这是把科技因素作为内生变量引入理论研究的尝试;二是如何在理论上解说网络协同化与数据智能化的相关性,这需要从短期和长期来考察;三是如何依据厂商数据智能化水平来界定厂商网络协同化层级,这是对厂商运用大数据和人工智能展开经济学分析的重要侧面。^③经济学家对网络协同化的进一步讨论,会涉及网络协同效应这一深邃且直面经济学基础理论的问题。

人类进入大数据时代出现厂商与客户的网络协同化,是因为厂商投资经营走向了数据智能化。网络协同化与数据智能化是一块铜板的两面。一般来讲,厂商数据智能化技术程度低,就难以用人工智能技术搜集、加工和处理厂商与客户交易时由行为互动所产生的大数据,网络协同化水平就低,反之则亦然。在市场竞争中,数据智能化技术水平低的厂商可以达到一定程度的网络协同化,但不能实现网络协同效应,只有数据智能化和网络协同化水平都很高的厂商才能实现网络协同效应。这里有一个问题需要讨论,那就是具备网络协同效应的厂商会产生市场势力,从而具有行业垄断的潜质。网络协同效应问题的出现,扩大了经济学分析厂商运用大数据和人工智能的边界,它要求经济学家对厂商竞争路径、手段、行业垄断形成等进行研究,并在此基础上对资源配置机制、产业组织变动、政府宏观调控等问题进行研究。显然,这些问题的研究要受到未来大数据和人工智能技术发展的约束。

四、对厂商运用大数据和人工智能的未来展望

厂商运用大数据和人工智能未来发展的总体方向,可以从两个方面概括:一是在实现熟练加工和处理数字化数据的基础上,最大限度地提高加

^① Y. Lecun, Y. Bengio and G. Hinton, “Deep Learning”, *Nature*, 521(7553), 2015; I. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville, *Deep Learning*, The MIT Press, 2016.

^② 物联网的最底层是物理世界,中间层是以移动互联网为主体的公用网络和物联专用网络。这些网络从底层采集数据汇总到中间层,再通过操控物联网的智慧大脑把执行指令送达最高技术层级的应用层。

^③ 以下分析在某些方面会波及这三个问题,但限于篇幅不展开讨论;关于这些问题的一些主要观点,可参见何大安:《大数据、物联网与产业组织变动》,《学习与探索》2019年第8期;何大安:《大数据时代厂商决策的数据智能化》,《浙江社会科学》2020年第4期;何大安、许一帆:《数字经济运行与供给侧结构重塑》,《经济学家》2020年第4期。

工和处理非数字化数据的水平;二是在实现熟练加工和处理历史数据的基础上,努力达到能够加工和处理现期数据,并且朝着挖掘、加工和处理未来数据的方向行进。从经济理论研究角度看问题,无论是单个厂商还是全体厂商对历史数据的加工和处理,只是对已发生交易的产品和服务的历史数据进行的加工和处理,或者说,是对前期供给和需求之大数据的加工和处理。经济学在非大数据框架内对历史数据的加工和处理曾有过很长时间的探索,但标志这种探索的经济实证分析所做出的各种预测模型并没有获得令人满意的成功。随着大数据、互联网和人工智能等的高度融合,厂商搜集、加工和处理历史数据的人工智能技术日益提高,大数据分析已显著提高了厂商预测产品、服务的供求能力。针对厂商运用大数据和人工智能的这一发展势头,经济学家要结合经济学基本原理做出一般理论分析。

经济活动中正在发生的现期数据和尚未发生的未来数据,构成了厂商运用人工智能技术来匹配大数据的最大难点。^①相对于未来数据,现期数据的对象是人们正在进行的经济活动留下的行为痕迹,厂商对它们的搜集、加工和处理具有直观性,譬如,产品生产、交易、消费、物资运输、国内外贸易、资源勘探与开发等。如果厂商数据智能化和网络协同化水平很高,就可以通过移动互联网、传感器、社交媒体、定位系统等来搜集、储存、整合和分类这些现期数据,利用云平台、云计算和人工智能技术来加工、处理这些现期数据。撇开大数据和人工智能的各种技术规定,经济理论对厂商试图处理现期数据这种发展趋势的分析,要研究厂商具备处理现期数据能力后对微观经济行为变化的影响,并根据这些变化来分层次地分析供求格局、产量和价格决定、竞争和垄断、产业组织变动等,以奠定对微观经济学进行创新的基础。

厂商运用大数据和人工智能进行投资经营的最高境界,是能够挖掘、加工和处理未来数据。厂商挖掘大数据与搜集大数据存在差别。前者是对现有新科技手段还难以搜集的未来大数据的挖掘;后者是现有新科技手段能够搜集的大数据,主

要是指历史数据。对未来数据的挖掘,仅仅靠现有的移动互联网、传感器、社交媒体、定位系统以及云计算、云平台等是远远不够的,必须在逻辑推理、专家系统、概率推理、语音识别、自然语言处理等人工智能技术方面有长足的发展。例如,利用人工智能的尖端技术,在深度学习和强化学习的基础上探索出更高端的机器学习方法。目前人类利用人工智能技术成功挖掘未来数据的案例是AlphaGo 和 Master 与世界顶级棋手的对弈,人类运用人工智能技术对大约 30 万幅围棋谱的大数据进行加工和处理,并通过融合深度学习和强化学习而挖掘出人工智能支撑的新数据(未来数据),最终战胜了世界顶级棋手。在未来,厂商运用顶级人工智能技术挖掘、加工和处理未来数据将会成为一种必然趋势。

然则,无论将来人工智能技术运用于经济领域获得怎样的发展,厂商数据智能化和网络协同化永远是决定这种发展不会改变的根基。从经济学有关产品和服务的供给和需求角度考察,当厂商数据智能化达到一定高度时,就有可能准确把握市场出清意义上的产品和服务的供给端;同理,当厂商网络协同化达到一定高度时,就有可能准确把握市场出清意义上的产品和服务的需求端。厂商出于效用最大化的内在冲动,总是力图使自己的数据智能化和网络协同化达到很高的水准;厂商处于外在竞争的强制,总是希望具有很强的市场实力。换言之,厂商总是希望通过大数据和人工智能技术的运用来实现让其他厂商望其项背的网络协同效应。网络协同化是厂商与厂商以及厂商与消费者之间广泛存在的行为互动,这种互动可以通过大数据和人工智能技术揭示,因而,从这个意义上讲,我们可以将“网络协同效应”理解为数据智能化和网络协同化的函数。尽管这个函数很抽象,但它应该成为经济学家理论分析层面的研究对象。

关于厂商运用大数据和人工智能的未来发展,有一个理论问题值得探讨,厂商要获取网络协同效应来争取一定的市场实力,必须能够运用数据智能化处理复杂的交易场景和生态。对于以在

^① 有人认为未来数据是一个虚拟概念,既然行为尚未发生,何以有未来数据?其实,未来数据是针对即将发生的行为数据而言的,它是可以被未来事实证明的客观存在。社会物理学家彭特兰在描述人类未来行为时曾提出“想法流”概念,他认为“想法流”与人们实际行为间有着可依据新科技把握的数量关系,参见阿莱克斯·彭特兰:《智慧城市——大数据与社会物理学》,汪小帆、汪容译,浙江人民出版社 2015 年版,第 7—19 页。从大数据分析看,这里的“想法流”可理解为未来数据,厂商运用大数据和人工智能技术预测产量和价格,在一定意义上就是搜集、加工和处理未来数据。

线支付、信用担保、物流保证、客户拉动、实时评价、风险监控、产品和服务上下游关联等为内容的交易场景、生态,厂商要解除网络协同化约束,必须能够匹配那些表征交易场景、生态的大数据。这个问题的进一步讨论,实际上是从特定层面对如何加工、处理非数字化数据的讨论。网络协同化之行为互动的属性规定,使厂商很难运用人工智能技术去甄别、加工和处理那些对投资经营形成网络协同化约束的非数字化数据,如客户选择偏好、认知变化、效用期望等行为方式。在交易场景和生态中,有大量间接影响投资经营的以非数字化数据形式存在的潜在大数据,厂商只有具备很高的人工智能技术水平,才能够挖掘和匹配这些潜在大数据。事实上,网络协同化约束的程度和范围,与厂商加工和处理潜在大数据的能力呈反比;这种反比关系在表明数据智能化与网络协

同化相关联的同时,也揭示了厂商要取得网络协同效应所必须达到的条件配置要求。在未来,如何化解复杂的交易场景和生态对网络协同化的约束,是厂商运用大数据和人工智能进行投资经营时要面对的问题。

大数据、互联网和人工智能等的深度融合,正在全面影响投资、消费、生产经营、娱乐、医疗卫生、政府治理等人类活动。就投资经营而论,厂商运用大数据和人工智能的发展方向,是在坚持提高数据智能化水平的基础上完善同网络协同化的结合,以追求网络协同效应。但对于这种以大数据和人工智能为分析主线的研究课题,尚需要从基础概念、基本原理、运作机理等方面展开系统而细致的描述和研究,这有待经济学家花费很大的气力来完成。

An Economic Analysis of Manufacturers' Use Big Data and Artificial Intelligence

HE Daan

Abstract: Big data, the Internet, cloud computing, machine learning, the Internet of Things, blockchain and other artificial intelligence technologies are changing the investment and operation strategies of individuals, manufacturers, and governments. In response to changes in manufacturers' forecasts and plans, and the means to provide products and services, economics should at least pay attention to the following issues. The first is how the widespread use of big data and artificial intelligence will affect manufacturers' decision-making, and how to make a general theoretical summary and description of these effects in the economic sense. The second is to explain the procedures, paths and processes of manufacturers using big data and artificial intelligence, so that they can be analytically explained by economic theories. The third is to explore the application prospects of big data and artificial intelligence in the future, and make some evidence-based inferences that big data and artificial intelligence may reshape economic theories through forward-looking research. An important task for economists in the era of big data and artificial intelligence is to study the ways in which manufacturers use new technology to collect and process big data that will affect output and prices, change the path of competition and monopoly, and change the structure of industrial organization.

Key words: digital economy, intelligent economy, machine learning, Internet of Things, blockchain, industrial organization theory

(责任编辑:苏建军)