

医疗健康大数据资产价值实现路径分析

——基于信息生态系统理论

翟运开^{1,2,3}, 宋欣¹, 王宇^{1,3}

(1. 郑州大学 管理学院, 郑州 450001; 2. 郑州大学 第一附属医院, 郑州 450052;

3. 互联网医疗系统与应用国家工程实验室, 郑州 450052)

摘要: 医疗健康大数据是我国重要的基础战略资源, 它对我国社会和经济的发展、推动“健康中国”等方面都有着重要的作用。如何准确识别医疗健康大数据资产价值的影响因素和实现路径, 是提高我国医疗健康大数据管理能力、构建高效数据治理机制的关键。本文从信息生态系统的视角, 以数据生产者、数据中介者、数据开发者和数据消费者为信息主体, 提出“数据产生-资产形成-价值实现-数据再生”的价值实现路径, 并考虑法律、经济、技术和社会等环境因素, 构建医疗健康大数据资产价值实现模型。同时, 在梳理出医疗健康大数据资产价值实现的影响因素及其关联关系后, 基于 Vensim PLE 的仿真结果模拟价值实现路径。从仿真结果看, 不同社会保障机制情况下, 法律完善程度对医疗健康大数据资产价值实现量的影响最显著。另外, 技术水平、医疗健康数据共享程度和医疗健康相关资金投入力度对资产价值实现量也有较大的影响。本文从推进技术水平提高、完善法律政策和促进市场需求等角度提出推进医疗健康大数据资产价值最大化的途径。

关键词: 医疗健康大数据; 信息生态系统理论; 价值实现; 系统动力学

中图分类号: F270.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2023)11-0178-13

一、引言

在数字经济背景下, 数据的重要性日益凸显, 逐渐成为经济发展的重要驱动力。根据中国信息通信研究院发布的最新《全球数字经济白皮书(2022年)》显示, 自2016年以来, 我国数字经济的年均复合增长为14.2%, 是同期美中德日韩5国增速的1.6倍。在此背景下, 医疗健康行业数据正在经历爆炸式的增长, 医疗健康大数据资产价值也越来越突出, 如何最大限度地发挥其价值亟待进一步研究。然而, 现阶段我国存在相关社会保障机制尚未完善、社会数据资产意识薄弱、数据资产价值实现的各个环节尚未明晰等问题, 这严重制约着医疗健康行业的应用发展。因此, 面对阻碍医疗健康大数据资产应用和发展的诸多难点, 如何准确识别医疗健康大数据资产价值的影响因素与实现路径, 成为产业界的一个重要问题。

通过对国内外相关研究进行梳理, 发现目前国内学者大多从数据资产内涵、数据资产管理和大数据共享技术等方面对数据资产价值进行研究, 少数学者通过分析数据资产价值的构成来研究其影响因素, 更鲜有学者针对医疗健康大数据资产价值的实现路径研究并分析其影响因素。在医疗健康大数据资产价值实现的过程中, 政府、个人、医疗机构和企业等信息主体不仅受到利益相关主体的影响, 而且还会受到信息、环境等各种要素的相互影响与作用, 并在不断与外界进行信息交换的过程中实现医疗健康大数据资产的增值。类似地, 信息生态系统是由人、信息、信息环境三者组成一个有机整体, 其核心思想是关注信息人与信息环境之间的协调和平衡, 强调信息人与信息环境之间相互影响的关系, 这就符合了医疗健康大数据资产价值实现的基本特点。此外, 系统动力学是一种能够对复杂的信息反馈系统进行解析的理论(Fourrester, 1958), 在信息生态学中, 可以用来研究结构和行为之间的动态相关性, 为明晰医疗健康大数据资产价值实现作用机制提供分析的工具。

基于此, 本文首先从信息生态系统的视角, 提炼出医疗健康大数据资产价值实现相关信息主体, 并考虑法律、经济、技术和社会等外部环境的影响, 提出医疗健康大数据资产价值实现的路径和模型。其次, 探析医疗健康大数据资产价值实现的影响因素, 并结合系统动力学模型分析各因素之间的关联关系, 梳理出医疗健

收稿日期: 2023-03-31

基金项目: 国家社会科学基金“医疗健康大数据资产管理模式与再利用机制研究”(21BTQ053)

作者简介: 翟运开, 博士, 郑州大学管理学院教授, 博士研究生导师, 研究方向: 医疗信息系统与管理, 医疗数据分析; 宋欣, 郑州大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 医疗数据分析; (通讯作者) 王宇, 博士, 郑州大学管理学院讲师, 研究方向: 医疗健康大数据治理, 数字经济。

康大数据资产的价值实现过程。最后,基于研究结果提出推进医疗健康大数据资产价值最大化的建议,以便更好地实现数据的经济价值和社会价值。

二、研究现状

(一)医疗健康大数据

医疗健康大数据主要指与自然人医疗健康相关的诊疗、遗传、生活等方面的数据,其贯穿整个生命周期,主要包括临床大数据、生物大数据、健康大数据和运营大数据。当前许多研究认为,大数据具有海量、缺失、冗余等特点,但对于医疗健康大数据特征的分析,还需将大数据的基础属性和医学、公共卫生等相关领域结合起来。例如,与其他大数据相比,医疗健康大数据的数据多态性更为突出,包括化验结果、脑电信号、彩超、文字等多种数据形态。为此,本文从法律环境、经济环境、社会环境和技术环境的角度提炼出有关医疗健康大数据的4个特征,即权属模糊性、高价值性、社会联动性和数据形态多样性。

从法律的角度看,医疗健康大数据具有权属模糊性。大数据的权属问题是大数据研究无法回避的一个共性问题。然而,相对于其他领域的大数据,医疗健康数据蕴含着丰富的、真实的、敏感的个人信息,使得医疗健康大数据的所有权问题在学术界引起了广泛的争论。基于数据内容产生方式的不同,医疗健康数据可分为原始数据和衍生数据。由于原生数据由对应主体直接生产,因此,其所有权一般归属于生产者个人。在处理原始数据的过程中,数据利用者耗费大量的时间、精力、金钱等成本,因此,获得了衍生数据的控制权,然而,利用者为了追求利益,不断地挖掘和分析数据,这导致了数据使用与用户隐私之间的界限不清晰,进而可能会引发医疗数据泄露(李伟群和郭宇,2021)。

从经济的角度看,医疗健康大数据具有高价值性。随着医疗健康大数据更迭速度的加快,许多潜在的价值正在被逐步揭示和显现,主要表现为以下多方面的价值:首先,在临床诊断与治疗方面,通过大范围的医疗数据挖掘,结合患者具体状况,可分析整理出其中的共同信息,能在最大程度上给予医生改进和优化诊断的方案。其次,在医保定价方面,可以通过使用医疗大数据进行智能处理,可以更有效地减少欺诈的发生。具体来说,在完成了对药物剂量、住院信息等数据的分析后,可以更准确地把握欺诈风险,并有针对性地制定相关政策。最后,在医药研发创新方面,利用大数据可以确定广大社会公众对于药品的需求趋向,这样就能够使研发项目更加精准,实现资源的合理配置和利用。同时,结合医疗健康大数据也可以从数以万计的临床患者数据中挖掘不良反应信息,优化药物的成分和比例,进而推动研发创新。

从社会的角度上看,医疗健康大数据具有社会联动性。医疗健康大数据的价值实现过程离不开个人、政府、企业、非政府非营利性组织之间的社会联动。政府积极发挥主导作用,完善数据安全和数据权属方面的法律,规范整个社会行为;承担资助和扶持医疗健康数据事业的责任,加大财政投入以推动医疗健康行业的发展。在整个医疗健康数据价值链上,个人、医疗机构、科技企业、研究人员、学术机构和资本提供者等多个利益相关方,可以持续地增强他们之间的合作关系,把自身需求作为实现共享的前提,从而建立起一个和谐的医疗健康数据市场(张建楠等,2020)。

从技术的角度上看,医疗健康大数据具有数据形态多样性。在早期数据管理中,医疗健康大数据多以病历、医嘱、报告等结构化数据的形式存在,而随着大数据技术的不断发展,大数据技术也逐渐应用在医疗健康领域,这不仅提高了医疗健康数据的管理效率,还有利于挖掘医疗健康数据的信息,从而推动整个医疗行业的进步(胡瑶琳等,2022)。

(二)数据资产相关研究

当前,国内外对数据资源的研究大致可划分为两个时期:基础理论研究阶段和深化研究阶段。早期,由于大数据资源的出现,研究领域开始关注数据资产的相关理论问题,研究成果大多集中于基本理论方面,主要涉及数据资产的概念,如数据资产的定义、特征和分类等。随着大数据资产的不断发展,如何对大数据资源进行管理和度量已成为国内外研究的热点。

基本理论的初期阶段,重点是对数据资源的定义。数据资产这个概念起源于信息资产,Glazer(1993)指出,企业的信息属于企业的数据资产,他认为信息密集型企业是数据资产的主要来源,而数据资产的价值来自于数据所能提供的信息。Gargano和Raggad(1999)定义数据是一种可交换的、受产权人控制的商业信息资源,其本质上是一种特殊的资产。周倩等(2022)研究认为数据资产是对数据要素使用价值的挖掘和确认,是

数据要素资本化的必然结果,具有经济价值、资产属性和项目属性。从上述文献可看出,虽然目前有关数据资产的定义并不统一,但都强调数据资产能够产生经济效益、创造价值,这就表明了数据资产的价值已得到了一致认可。

近年来,学术界对数据资产研究主要围绕着会计计量、数据资产化和数据资产管理等方面。Xiong等(2022)通过讨论亚马逊、Facebook、腾讯和沃尔玛如何利用大数据为其业务创造价值,论证数据应在财务报表中确认为无形资产,并提出了三种评估财务报告数据资产的方法,每种方法都可以应用于不同的业务场景。邵立敏(2022)基于对政府数据的分析与研究,提出了政府数据资产化的途径,建立了政府数据的交易制度与模型,以推动对政府数据的开放与使用。夏红军等(2021)从数据中台的角度,建立了一个面向供电企业数据收集、存储、优化和分析评价的数据资产管理模式,为数据资产管理的研究奠定了坚实的基础。

医疗健康大数据作为重要的社会资源和关键资产,分析医疗健康大数据资产价值实现影响因素,对明晰其影响机理及探究其内在价值有重要意义。上海德勤资产评估有限公司与阿里研究院联合发布的报告中提到,数据资产的价值受两个方面的影响,分别是收益和风险。结合此报告,高华和姜超凡(2022)认为根据应用场景的不同,可以将数据资产划分为有交易场景和无交易场景两类,以此来衡量数据资产的价值。同样地,王今朝等(2023)认为随着应用场景、数据分析能力及商业模式的不同,数据产品的价值也会随之发生变化。另外,有些学者期望通过分析价值影响因素来衡量数据资产的价值,Chen和Cai(2020)结合数据特征,提出用粒度、多维、活跃度、规模和相关性5个维度来衡量数据资产的价值,并基于熵权法和TOPSIS方法计算数据资产的价值;刘雁南和赵传仁(2023)根据数据资产化的三个阶段,提出数据资产价值是由包括数据数量、数据质量、管理水平、数据应用和数据风险在内的5个价值维度所构成,并提出结合这5个价值维度进行价值评估的方法。以上文献虽然都研究了数据资产的价值构成,但其研究内容都缺少关于因素之间动态相关性的研究。

综上,目前学术界关于数据资产的相关研究主要侧重于数据资产概念、数据资产化及数据资产管理等问题,关于价值方面文献研究的内容主要停留在从静态的角度分析其价值构成,但从收集数据到形成数据资产,再由开发和利用数据资产到实现数据资产价值,都使医疗健康大数据资产价值实现成为一个动态的过程。因此,仅从静态角度分析其影响因素,未能充分说明影响因素之间的关联关系,对数据资产价值实现的研究有待深入。

(三)信息生态系统理论

在1978年,Horton(1978)较早地正式提出了“信息生态(information ecology)”的概念,以生态理论为基础,探讨组织内的信息流动和映射问题,以及信息人、信息、信息环境之间相互影响和相互作用的关系(杨雨娇和袁勤俭,2022),之后被广泛应用在信息学领域,并且随着社会数据的急剧增加,利用信息学开展大数据研究成为新热点。

为了开展大数据生态系统的理论研究,李北伟等(2018)以四种机制为基础,建立我国的大数据生态系统,并以阿里巴巴为例,对其大数据生态进行了实证分析,丰富了大数据生态系统研究。近年来,越来越多的学者在政府开放数据领域的研究中引入信息生态系统理论。袁红和王焘(2021)¹³认为,在数据的开放、使用、消费、反馈、价值实现过程中,数据提供者、数据利用者、数据消费者和数据环境相互作用,形成了一个稳定的、可持续的、动态的政府开放数据生态系统。随着研究的深入,张晓娟等(2022)对数据生态系统的要素组成进行了更详细的说明,认为政府数据开放生态系统要素主要包括政府数据及其开放利用过程、治理关系,政府、企业、其他组织、社会公众等主体构成的数据提供者、数据使用者、数据消费者及其利益、反馈与沟通关系,以及数据基础设施、应用程序、开放平台及其服务、政策法规、社会经济、技术等环境。以上成果虽然没有涉及医疗健康大数据资产的研究领域中,但为信息生态系统引入医疗健康大数据资产价值研究奠定了基础。

正如有学者指出,信息生态学是在快速变化的社会和技术环境中理解数据、人和机器复合体的有力工具(Norris and Suomela, 2017)。医疗健康大数据资产的价值实现过程具有一定的动态性和反馈性。具体地说,首先,需要对原始的数据进行收集,这包括从医疗机构、医疗设备、移动应用等不同来源获取数据;其次,需要将这些可被使用的数据资源转化为可被交易的数据资产,实现数据的资产化处理。然后,通过利用由电子病历、健康档案、医学影像等数据资源整合形成的医疗健康大数据资产,最大程度挖掘其潜在价值,从而创新研

发出医疗健康领域的数据产品或服务；最后，这些数据产品或服务又源源不断地产生新的医疗健康大数据资源。其过程从收集数据到形成数据资产，再从开发和利用数据资产到实现数据资产价值，再到促进数据再生，使得医疗健康大数据资产价值实现过程成为一个多变量、非线性的复杂系统。同时，此过程不仅需要政府、个人、医院、企业等多方利益者参与，还必须依赖特定的法律、经济、技术和社会环境，各要素有着错综复杂的相互联系，利用信息生态理论有助于对其进行系统和深入地分析，为实现医疗健康大数据资产价值最大化提供丰富的理论基础。

总体来看，目前研究依然存在不足：①国内外学者对于大数据资产价值的研究有一定进展，但探索不够深入，鲜有研究引入信息生态系统理论视角进行价值实现路径分析，更少有研究涉及医疗健康大数据领域；②在影响因素识别方面，目前研究主要聚焦于各个构成要素的作用，忽视了各要素间的互动影响。基于以上文献分析，本文将从信息生态系统角度，通过分析医疗健康大数据资产价值实现路径，识别出医疗健康大数据资产价值实现过程的影响因素，并结合系统动力学方法，探究医疗健康大数据资产价值实现过程影响因素之间的关联关系，并分析如何实现医疗健康数据资产的价值最大化，从而为整个医疗领域带来效益和价值。

三、模型构建及影响因素

（一）模型构建

从对医疗健康大数据来源的分析中可以看出，医院、医药企业和智能穿戴设备每天都会产生大量的数据，其中包含患者的基本数据（如姓名、性别、年龄等）、疾病治疗数据（如病历、诊断结果、用药记录等）及其他健康相关数据（如运动量、饮食习惯、家族病史等）。通过采集、传输、处理等技术对海量数据进行整合和提炼，可以形成有巨大价值的医疗健康大数据资产，经过数据挖掘等技术手段挖掘出有价值的信息，推动开发者的创新和进步，并通过市场为消费者提供研发产品及服务，最终在法律、经济、社会、技术的环境影响下，实现医疗健康大数据资产的价值（王晓庆等，2022）。在此过程中，政府发挥主导作用，构建医疗健康大数据共享平台，在临床诊疗、患者信息获取、公共卫生信息共享、行政管理决策、科研使用等不同场景下，实现跨区域、跨机构、跨部门的医疗健康数据共享。为了研究医疗健康大数据资产的价值实现过程，本文结合医疗健康大数据的特点将其划分为四部分：①产生数据；②形成数据资产；③实现数据资产价值；④数据再生，再生后的数据，又源源不断地产生价值，从而实现整个系统的循环流转。

因此，本文基于信息生态系统提出沿着“数据产生-资产形成-价值实现-数据再生”的价值实现路径，构建了医疗健康大数据资产价值实现模型。其中，医疗健康数据与其流动链条是维持整个信息生态系统正常运转的基础要素；医疗健康数据作为整个系统中各利益相关者生产、传递、利用、消费的对象；医疗健康数据的产生与存储、共享与开放、获取与利用、增值与再生等构成了系统中的数据流动。此过程中的医疗健康大数据资产价值实现主要包括4个信息主体：①数据产生者。数据产生者是数据资源的来源，也是数据资产价值实现信息生态系统重要的实施者和推动者。②数据中介者。数据产生后如何传递给数据开发者，这就需要数据中介者发挥作用，数据中介者是数据呈现、传递和获取的重要主体。③数据开发者。数据开发者的作用在于将开放和共享的数据进行资产化处理，并通过技术手段分析和挖掘数据资产，从而产生含有价值的产品或服务，为价值实现奠定基础。④数据消费者。作为影响医疗健康大数据资产价值实现的一个重要的主体，数据消费者不仅扮演着数据消费者的角色，又作为数据产生者产生新的数据资源，实现了角色之间的转化，从而维持了整个系统的循环流转。在法律和经济等环境因素的相互作用下，整个系统对输入的医疗健康大数据进行持续的转化、加工和利用，最终形成了巨大的社会价值和经济效应，其结构模型如图1所示。

（二）影响因素分析

本文基于医疗健康大数据资产价值实现的信息生态系统模型和相关文献，沿着不同信息主体间的路径，结合信息生态系统的内外部环境，将影响因素分成了5个方面进行分析，并对这些影响因素进行了归纳，最后得出了本文所需要的影响因素（表1）。

基于上文对医疗健康大数据资产价值实现影响因素的分析，信息生态系统视角下的医疗健康大数据资产价值实现是由数据产生者、数据中介者、数据开发者、数据消费者和内外部环境相互影响的过程（李嘉兴等，2022）²⁶。在这个过程中，涉及多个主体、变量间的相互作用，同时，也在时间轴上表现出了一种动态的演变规律。

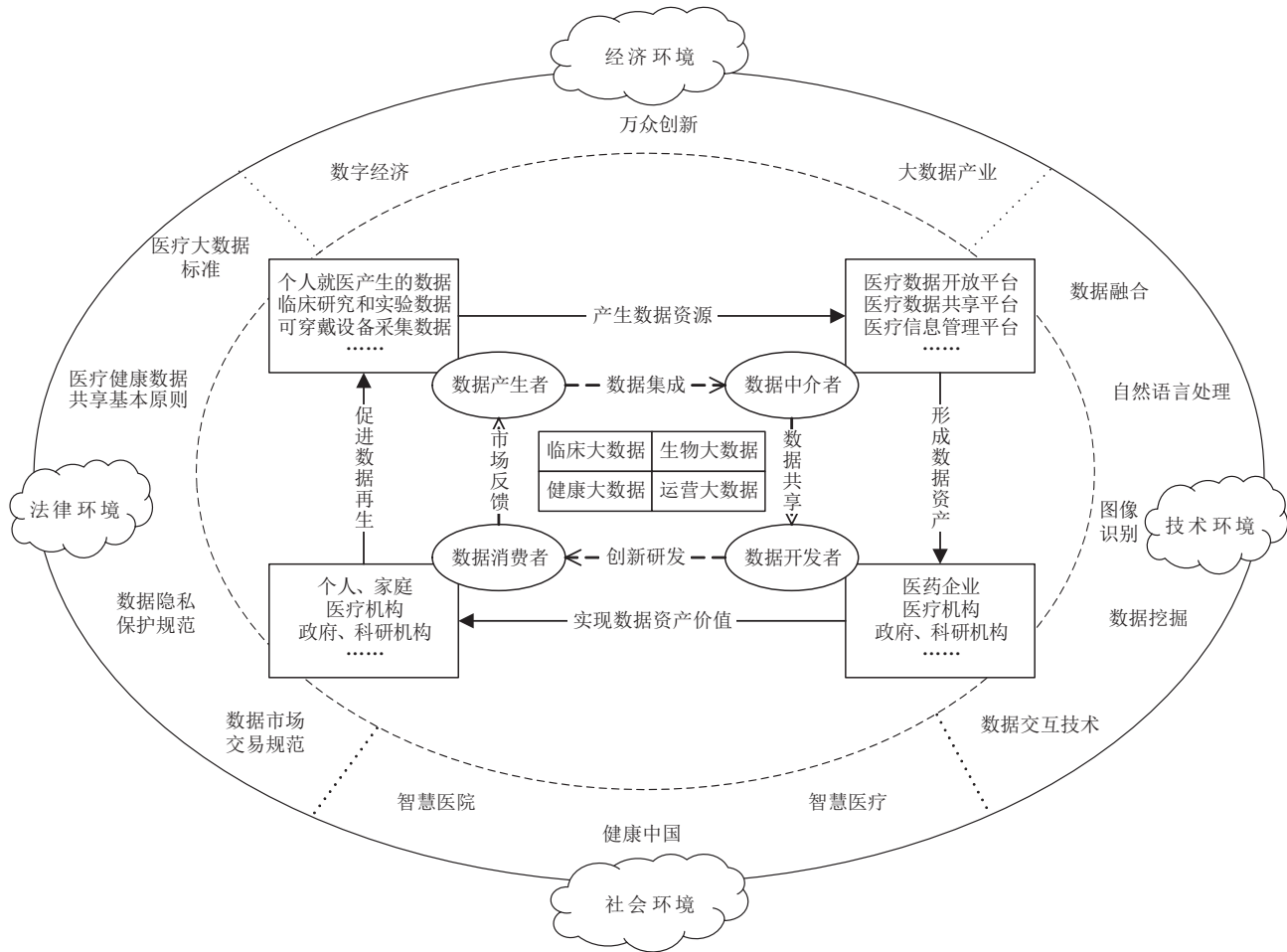


图 1 医疗健康大数据资产价值实现的信息生态系统模型

表 1 影响因素归纳

过程	影响因素	文献来源
数据产生者-数据中介者	医疗健康大数据存储总量	Andreu-Perez 和 Poon (2015) ¹¹⁹⁴ ; 袁红和王焘(2021) ¹⁴ ; 高景宏等(2022)
	数据质量	
数据中介者-数据开发者	医疗健康数据开发者可利用的数据量	门理想和王丛虎(2021); 柴国荣和汪佳颖(2022); 宋锴业等(2022)
	医疗健康数据共享程度	
数据开发者-数据消费者	医疗健康应用研发数量	Andreu-Perez 和 Poon(2015) ¹¹⁹⁴ ; 李树文等(2021); 欧阳日辉(2022); 管运芳等(2022)
	医疗健康数据开发者创新能力	
	医疗健康应用消费者使用量	
	社会经济水平	
数据消费者-数据产生者	消费者参与意愿	岳秋英(2019); 朱泽等(2021); 金元浦(2021); 殷明雪(2023); 南永清等(2023)
	使用反馈	
	医疗健康数据安全风险	
	消费者知识素养	
内外部环境	法律完善程度	李勇坚(2022); Gill 和 Asif(2022); 夏义堃和管茜(2022)
	技术水平	
	医疗健康相关资金投入力度	

因此,本文尝试利用系统动力学模型模拟医疗健康大数据资产价值实现过程,清晰的展示系统反馈回路,以及反馈回路中各要素之间的关系,从而为相关决策提供更准确的依据。

四、系统动力学模型构建

(一)因果关系模型构建

在数据产生者、数据中介者、数据开发者和数据消费者四方协同方面:数据产生者产生的数据增加,数据

中介者集中和存储的数据也随之增加,数据开发者可以资产化的数据也就越多,进而通过内化量促进应用研发数量的增加,满足社会和公众的需求,从而实现医疗健康大数据资产的内在价值。在整个运作过程中,数据消费者通过使用数据开发者研发的产品或服务,认同并积极宣传其效用,从而形成广泛的社会效应,吸引其他用户使用,从而不断产生新的医疗健康大数据,既充当了数据消费者的角色,又作为数据产生者产生新的数据资源,对整个生态系统的循环起到了推动作用。

在内外环境因素与四方主体协同方面:在法律环境中,医疗健康大数据资产价值实现过程既需要政策指引,也离不开法治的保障,相关法律政策贯穿整个生态循环过程。在技术环境中,先进的技术能够在数据采集、数据集中、数据共享及数据维护等过程中提供技术支持,为医疗健康大数据资产的价值实现奠定基础。在社会环境中,数据开发者把数据作为资产管理,是对数据进行加工处理,使数据间建立联系,体现了数据的资产化过程;数据消费者根据自身的知识和能力结合产品特征,选择适当的医疗健康相关产品,参与到市场中来。在经济环境中,资金投入有利于数字医疗的环境建设,推动着医疗数据的持续增长,并对数据开发者的创新研发起到一定的激励作用,是医疗健康大数据资产价值实现的物质基础。

基于前文对医疗健康大数据资产的价值实现过程及其影响因素的分析,结合系统动力学的理论,构建因素之间的因果关系图(图2),可发现医疗健康大数据资产价值实现信息生态系统存在着三条重要的因果关系路径:①医疗健康大数据存储总量—医疗健康数据开发者可利用的数据量—医疗健康应用研发数量—医疗健康应用消费者使用量—消费者参与意愿—医疗健康大数据资产价值实现量。②医疗健康大数据存储总量—医疗健康数据开发者可利用的数据量—医疗健康应用研发数量—医疗健康大数据资产价值实现量。以上两个过程描述了医疗健康大数据资产价值实现的路径。③医疗健康大数据存储总量—医疗健康数据开发者可利用的数据量—医疗健康应用研发数量—医疗健康应用消费者使用量—消费者参与意愿—医疗健康大数据存储总量。该路径描述了由于不同变量之间相互作用,使整个系统最终达到相对稳定的平衡状态。

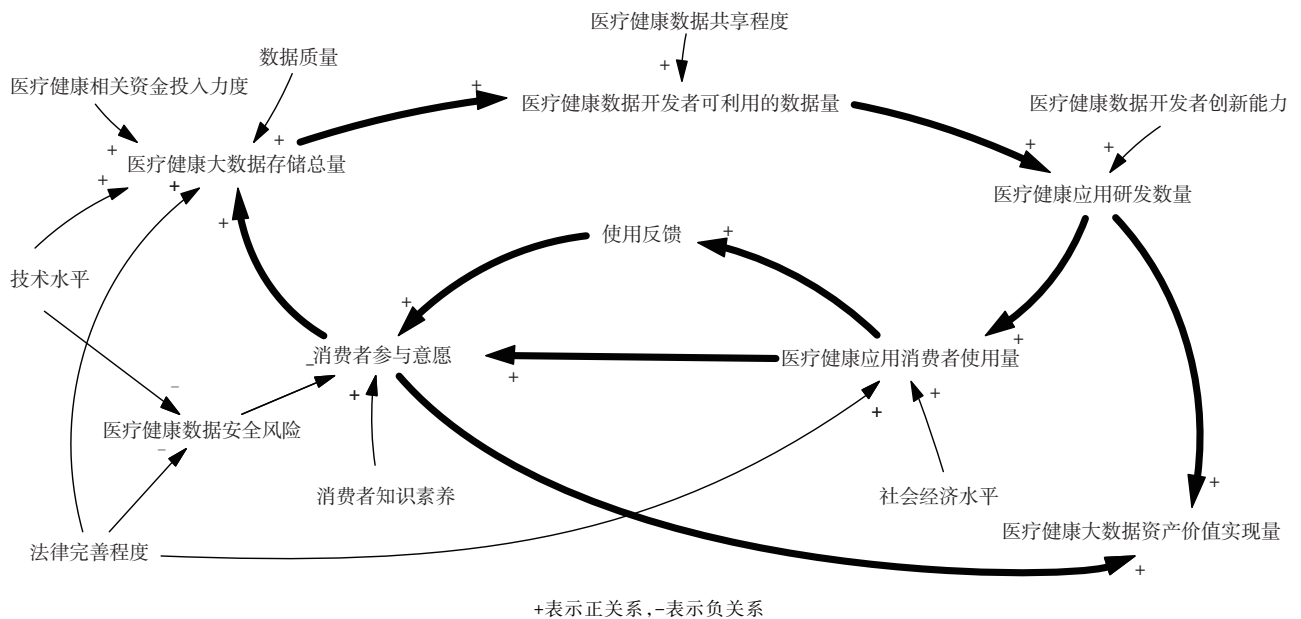


图2 因果关系图

(二)系统流图与结构方程构建

根据因果关系模型,建立医疗健康大数据资产价值实现生态系统流图(图3),并在合理参数估计前提下,对系统流图的各变量方程式进行编写(表2),其中包括3个状态变量、3个速率变量、5个常量和8个辅助变量。仿真时间设置为20个季度,每步长为1季度。

由系统动力学原理可知,与精准的数值设定相比,系统动力学模型则关注系统的结构,当运行参数不超过一定范围时,所建立的模型便可以得到与现实相符的结果。但为了更好地模拟价值实现路径,本文通过查阅文献(熊兴江,2019),将数据质量取值为0.65,并使用信息延迟函数SMOOTH1和物质延迟函数DELAY1分别模拟数据信息延迟和使用需求延迟的过程。同时,法律完善程度、技术水平、医疗健康相关资金投入力度和医疗健康数据共享程度代表医疗健康大数据资产价值实现过程中的社会保障机制,数值越大表明保障机

制越完善。结合现实及不同取值的实验结果情况,本文在区间 $[0,1]$ 之间设置0.3、0.5和0.7三个数值,分别代表社会保障机制较不完善、社会保障机制一般和社会保障机制较完善三种情况。此外,本文参考中国统计年鉴,以2017—2021年GDP的平均增长率替代社会经济水平增长率;以2015—2019年国内专利授权数的平均增长率替代创新能力增长率;以2016—2020年国内普通本科毕业生人数的平均增长率替代消费者知识素养增长率,以此来模拟现实情况。最后,本文使用Vensim PLE软件对医疗健康大数据资产价值实现路径进行分析,通过分析仿真结果发现,模型能够较好地拟合现实情况的变化规律,通过了模型有效性检测。

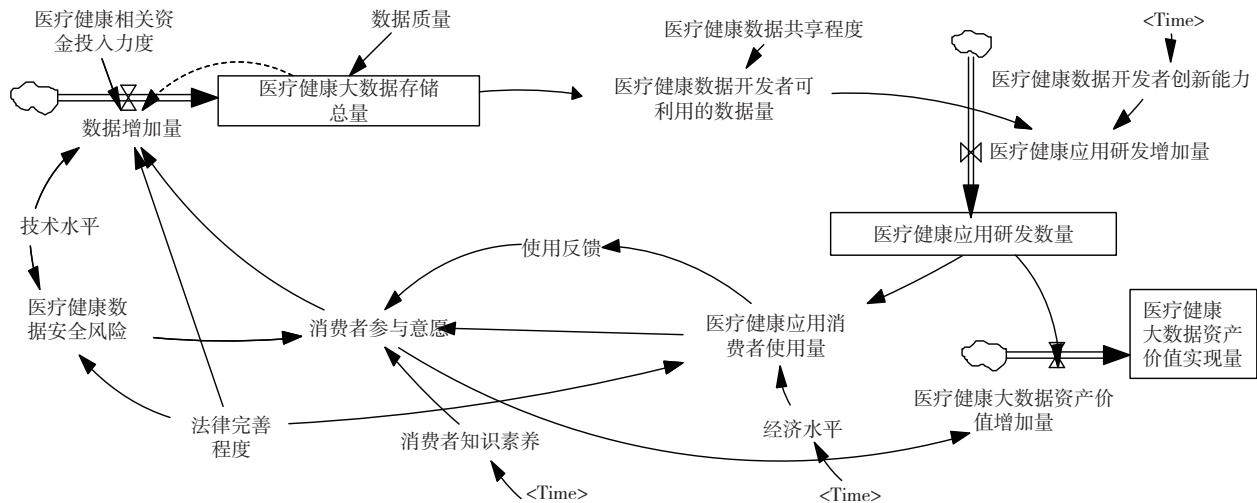


图3 系统流图

表2 变量及方程设置

变量类型	变量	方程设置
状态变量	医疗健康大数据存储总量	医疗健康大数据存储总量=INTEG(数据增加量×数据质量,10000)
	医疗健康应用研发数量	医疗健康应用研发数量=INTEG(医疗健康应用研发增加量,0)
	医疗健康大数据资产价值实现量	医疗健康大数据资产价值实现量=INTEG(医疗健康资产价值增加量,0)
常量	数据质量	数据质量=0.65
	法律完善程度	结合现实及不同取值的实验结果情况,本文在区间 $[0,1]$ 之间设置0.3、0.5和0.7三个数值,分别代表社会保障机制较不完善、社会保障机制一般和社会保障机制较完善三种情况
	技术水平	
	医疗健康相关资金投入力度	
	医疗健康数据共享程度	
辅助变量	医疗健康数据开发者可利用的数据量	医疗健康数据开发者可利用的数据量=医疗健康大数据存储总量×医疗健康数据共享程度
	医疗健康应用消费者使用量	医疗健康应用消费者使用量=DELAY1(医疗健康应用研发数量×社会经济水平×法律完善程度,2)
	使用反馈	使用反馈=医疗健康应用消费者使用量×0.6
	消费者参与意愿	消费者参与意愿=使用反馈×医疗健康应用消费者使用量×消费者知识素养×(1-医疗健康数据安全风险)
	医疗健康数据安全风险	医疗健康数据安全风险=(1-技术水平)×(1-法律完善程度)
	消费者知识素养	消费者知识素养=WITHLOOKUP(Time,{[(0,0)-(20,1)],(0,0),(20,0.163)})
	社会经济水平	社会经济水平=WITHLOOKUP(Time,{[(0,0)-(20,1)],(0,0),(20,0.3)})
	医疗健康数据开发者创新能力	医疗健康数据开发者创新能力=WITHLOOKUP(Time,{[(0,0)-(20,1)],(0,0),(20,0.321)})

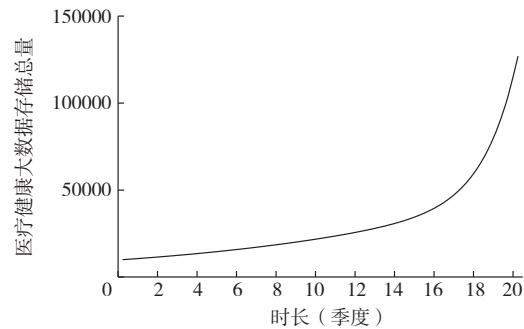
(三)仿真分析

为使仿真分析更具有普适性,本文基于社会保障机制较不完善、社会保障机制一般和社会保障机制较完善三种情况,对医疗健康大数据存储总量、医疗健康数据开发者可利用的数据量、医疗健康应用研发数量、消费者参与意愿和医疗健康大数据资产价值实现量5个因素进行仿真分析。然而,由于不同社会保障机制的仿真趋势较类似,因此,本文仅选择一种具有代表性的情况展示其动态变化,如图4所示。当社会保障机制一般的情况下(除数据质量外的其他常量均取0.5),随着时间的增长,5条曲线存在着不同的斜率。

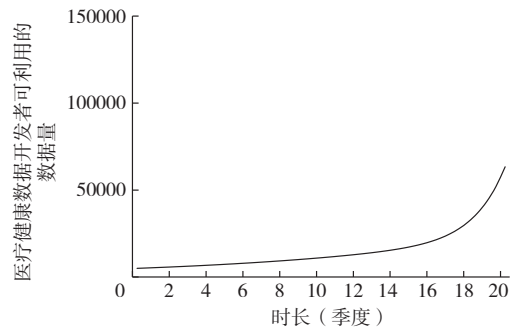
从图4(a)可以看出,在前15个季度,医疗健康大数据存储总量保持着较为平稳的趋势增长,从后5个季度开始,医疗健康大数据存储总量快速增长,斜率逐渐增大。这是由于初期处在医疗健康大数据应用的起步阶段,

数据增长缓慢,而后期由于社会一系列措施的跟进,医疗健康大数据形成产业化应用,数据呈现爆炸式增长。

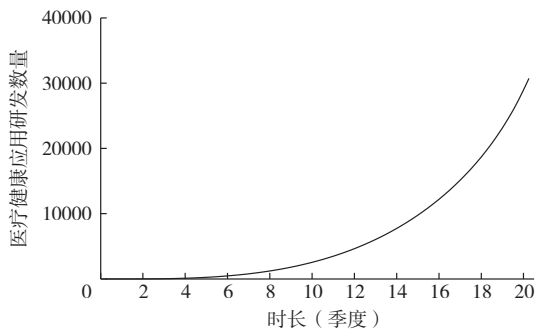
从图4(b)可以看出,由于医疗健康大数据共享量的提高,中介者通过数据脱敏、数据匿名化等手段将数据处理后,开发者以研发和应用为目标,将处理后的数据形成数据资产。从曲线趋势可以看出,前期可利用的数据量增长缓慢,但随着数据存储量越来越多,直接促进了医疗健康数据开发者可利用的数据量的稳步增加,但其增长量明显低于数据存储总量的增长量。从图4(c)可以看出,前4个季度,应用研发数量没有增长,4季度后应用研发数量逐渐开始增加。这可能是由于前期利用用户对医疗健康数据中蕴含的信息还处在探索和挖掘阶段,导致没有医疗健康应用研发的增加,但随着医疗健康应用开发者创新能力的不断提高,开发者凭借其创新能力研发出新产品,医疗健康应用研发的数量也就开始慢慢增加,并且随着市场中越来越多的开发者也开始参与进来,医疗健康应用研发的数量也开始迅速增加。从图4(d)可以看出,前期由于医疗健康应用研发数量不足,市场还没有完全形成,所以消费者基本上没有参与市场。中期医疗健康应用开始被投入到市场,但由于新产品还没有普及,相应的宣传工作还没有做好,因此,用户的参与热情并不高。随着新产品的全面普及和广泛推广,用户的知识素养逐渐提升,用户的参与度也就迅速提升。从图4(e)可以看出,资产价值实现量在后期快速增长。这可能是由于随着时间的增加,医疗健康数据的存储量不断增加,开发者能够利用的数据越多,市场中的应用研发量也就越多,越来越多的消费者参与市场中来,医疗健康大数据资产价值实现量也就越大。另外,消费者在使用后的反馈激发了市场活力,这也对医疗健康大数据资产价值实现量产生了一定的正反馈作用。



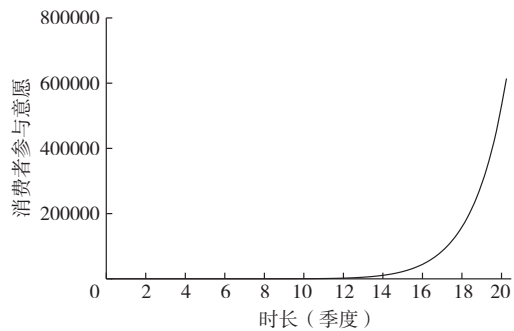
(a) 医疗健康大数据存储总量趋势



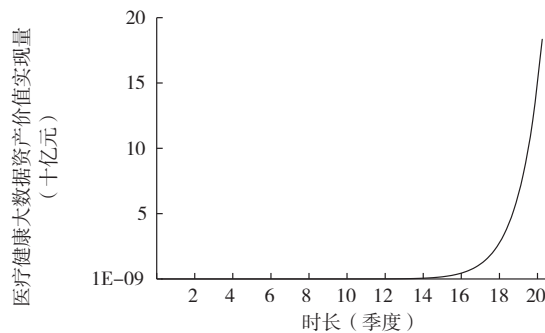
(b) 医疗健康数据开发者可利用的数据量趋势



(c) 应用研发数量趋势



(d) 消费者参与意愿趋势



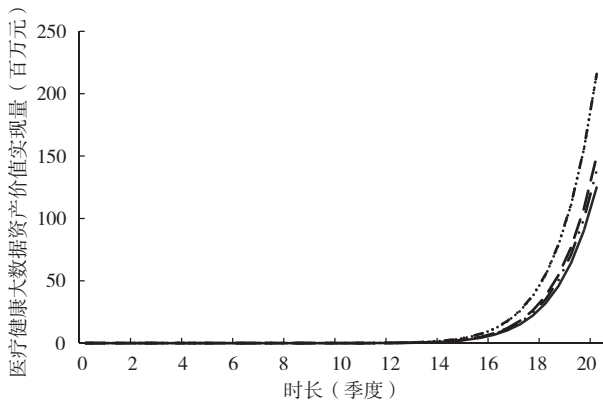
(e) 资产价值实现量趋势

图4 既定参数下对五个因素随时间变化趋势的仿真分析

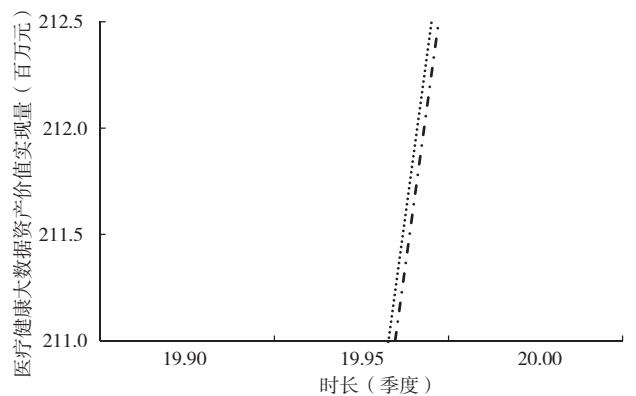
(四)相关参数灵敏度分析

灵敏度分析反映了由于改变模型的相关参数而导致曲线的变化程度,为了进一步研究医疗健康大数据资产价值实现的过程,本文将社会保障机制的参数分别设置为0.3、0.5和0.7,并在不同社会保障机制的基础上,将技术水平、医疗健康相关资金投入力度、法律完善程度和医疗健康数据共享程度的数值分别提升20%,从而进行灵敏度分析。从图5(a)可以看出,在社会保障机制较不完善的情况下,各要素对资产价值实现量的影响程度从大到小的排序为:法律完善程度、医疗健康数据共享程度、技术水平、医疗健康相关资金投入力度。其中,法律完善程度和医疗健康数据共享程度对资产价值实现量影响较为接近,对资产价值实现量有重要影响。从图5(b)可以看出,在社会保障机制一般的情况下,各要素对资产价值实现量的影响程度从大到小的排序为:法律完善程度、技术水平、医疗健康数据共享程度、医疗健康相关资金投入力度。在此情况下,相比较其他要素,法律完善程度对资产价值实现量影响最大。同时,技术水平和医疗健康数据共享程度对资产价值实现量影响较为接近,对资产价值实现量影响较显著。从图5(c)可以看出,在社会保障机制较完善的情况下,各要素对资产价值实现量的影响程度从大到小的排序为:法律完善程度、技术水平、医疗健康相关资金投入力度、医疗健康数据共享程度。在此情况下,法律完善程度仍然对资产价值实现量影响最大。

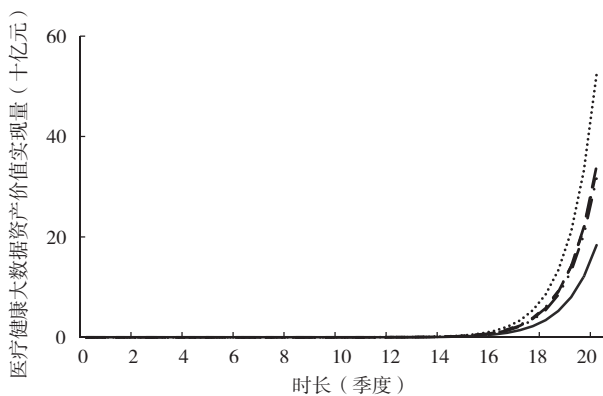
基于不同社会保障机制的情况下模型的输出结果,可以发现:①在不同保障机制情况下,法律完善程度对资产价值实现量影响最显著。如图5所示,当保持模型中其他数值不变的情况下,法律完善程度提升20%时,资产价值实现量显著提高。②在不同保障机制情况下,技术水平、医疗健康数据共享程度和医疗健康相关资金投入力度对资产价值实现量也有较大的影响。③随着社会保障机制越来越完善,医疗健康资金投入力度的影响力逐渐提升,而医疗健康数据共享程度的影响力逐渐下降。这可能的原因是,随着时间的推移,社会对医疗健康大数据资产的认识不断提升,医疗健康数据分类分级保护制度不断完善,医疗健康数据交易市场也逐渐成熟,使得医疗健康数据开发者通过数据共享得到的数据越来越少。因此,医疗健康数据共享程度的影响力逐渐下降。



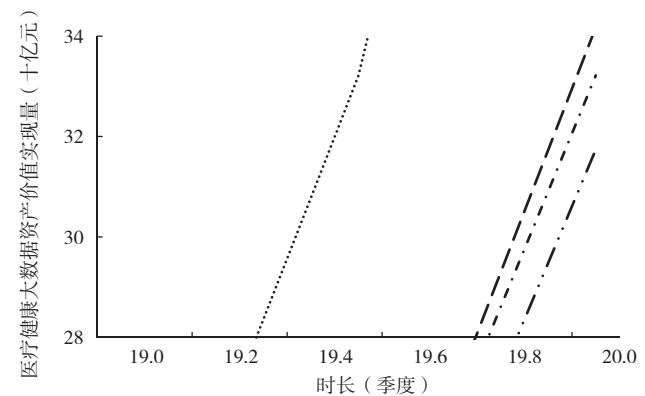
(a) 社会保障机制较不完善的情况下灵敏度变化整体图



(b) 社会保障机制较不完善的情况下灵敏度变化局部图



(c) 社会保障机制一般的情况下灵敏度变化整体图



(d) 社会保障机制一般的情况下灵敏度变化局部图

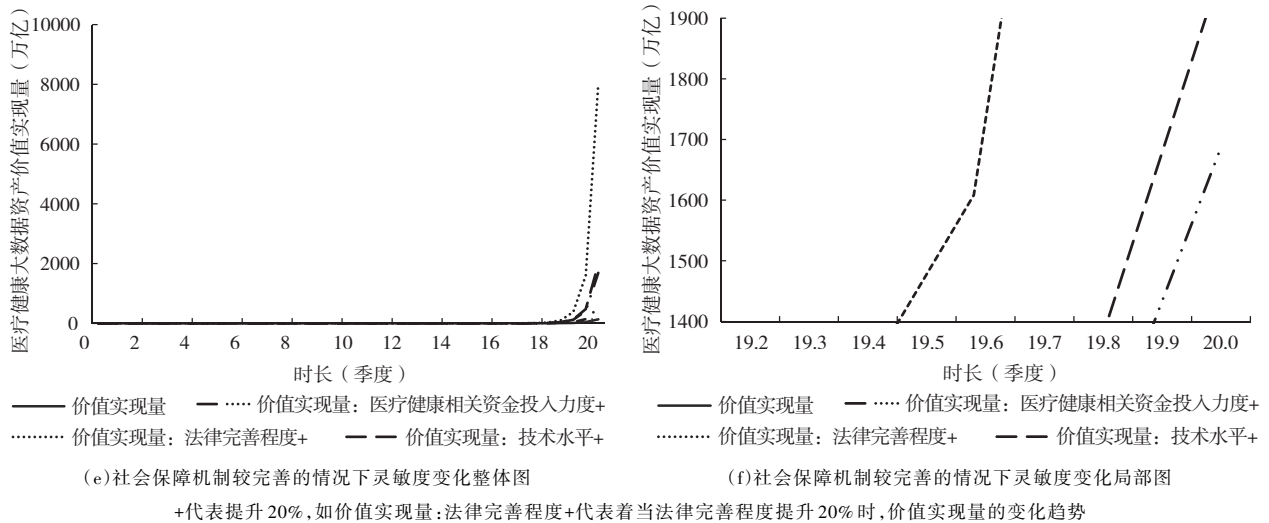


图5 改变相关变量参数的资产价值实现量趋势仿真

五、总结与讨论

(一) 结论与启示

医疗健康大数据资产具有很高的经济价值和社会价值,充分挖掘其中的价值对加快数字化发展、推进医疗领域数字化建设具有重要意义。医疗健康大数据资产价值的实现过程不仅会受到数据产生者、数据中介者、数据开发者和数据消费者的影响,同时也会受到技术、法律等环境的制约,不同主体和环境之间的相互影响和相互作用,共同构成了一个信息生态系统。基于信息生态系统,本文提出“数据产生—资产形成—价值实现—数据再生”的医疗健康大数据资产价值实现路径,在信息传递中实现价值流动转移。

为了推动整个信息生态系统的持续流转,实现医疗健康大数据资产的最大价值,需要从关键要素入手,以价值增值为目标进行驱动。从仿真结果上看,在不同社会保障机制情况下,法律完善程度对资产价值实现量的影响最大,需要重点关注;另外,在不同社会保障机制情况下,技术水平、医疗健康数据共享程度和医疗健康相关资金投入力度对资产价值实现量也有较大的影响,并且随着社会保障机制越来越完善,医疗健康资金投入力度的影响力呈现出逐渐提升的趋势,也需予以重视。从整个信息生态循环上看,数据消费者既充当数据消费者的角色,又作为数据产生者产生新的数据资源,而消费者需求作为维持整个系统良性循环的重要动力,其重要性不可忽视。本文从信息生态系统的角度分析医疗健康大数据资产价值实现的影响因素,并对其实现路径进行探析,认为可以从以下两个角度推进医疗健康大数据资产的价值最大化。

1. 数据产生者-数据中介者-数据开发者

从数据产生者的角度上看,由于患者的医疗健康数据包含自身的健康、遗传等方面的信息,一旦被泄露,这将很可能使患者遭受不公平待遇,给生活和工作带来严重的不便。因此,在数据收集的过程中,只有当患者知情且同意的情况下,才能合法合规地收集医疗健康数据。另外,由于数据安全问题会给机构的正常运转和患者的合法权益造成损失,影响非常恶劣,因此,应该建立健全的法律制度,保障数据安全。医疗健康行业应当对网络安全作出明确的规范,如果出现了医疗健康数据安全事件,就应当对相关人员采取相应的惩罚措施,承担起法律责任及时地找到并修补其中的安全漏洞,从而避免数据泄露、数据滥用等问题的再次发生。另外,还要利用技术方法,找出并追踪不合法的医学资料,完整地纪录存取资料的行为,辨识资料外泄的危险(Yang et al, 2020)。

从数据中介者到数据开发者的过程中,医疗健康数据开发者主要通过数据共享和数据交易两种方式获取外部数据。在数据共享的过程中,常常出现“数据孤岛”的问题。如果医疗健康数据不能很好被共享,这将会影响到医学科学研究的发展。为此,政府要强化数据资源的整体规划,加速信息化建设,使数据资源能够在合规的情况下被行业共享,并构建健全的医疗健康大数据管理体系,从而提升对医疗健康大数据的整合效率。政府及有关部门应该建立起一个统一的医疗健康数据的开放共享渠道,并制订出一系列的数据接口、技术标准及实施规范,来整合不同主体之间的医疗健康数据资源,从而达到在政府和社会之间进行数据资源的

共享和信息资源互动的目的(李嘉兴等,2022)²⁹。与此同时,要加快利用区块链、人工智能、知识图谱等方法进行共享的技术研究,加强医学健康数据的收集、管理、处理与应用,使其能够更好地实现开放共享,以提高医疗健康数据的应用价值,促进医疗健康的发展。

在数据市场交易过程中,关于明确医疗健康数据归谁管理、归谁使用,创造的利益归谁分配、如何分配的问题还远未达成共识。为推进医疗健康数据交易市场的建设和完善,首先,政府应制定医疗健康大数据安全保障法规,结合医疗健康数据隐私和安全的基础要求,构建出一套针对医疗健康大数据的分类分级保护体系,明确在医疗健康大数据形成资产过程中,相关利益方的权责属性。其次,由于医疗健康大数据来源广泛,其中涉及患者的许多敏感数据,这就造成了医疗健康大数据与个人隐私、国家机密等密切相关,而这些数据一旦泄露,将会对我国的国家安全、公司企业及个人造成极其严重的影响,严重危害我国的安全和稳定,也会对经济发展造成极大的负面影响,给国家带来巨大的经济损失。因此,针对医疗健康数据这种高敏感的数据,医疗健康数据供给方需要对数据进行改造和变形的脱敏处理,以确保数据在传输和使用过程中不会泄露出任何敏感信息。最后,为了加快构建成熟的医疗健康大数据资产交易市场,可以采取多种措施来完善医疗健康大数据资产评估方法,如采用公开透明的评估标准、采用多样化的评估方法等,从而实现医疗健康大数据资产的经济价值。在此基础上,医疗健康大数据资产交易平台还应该在保障各方利益的前提下,兼顾各方权利、责任和义务的平衡,从而建立一个安全、高效、公平的大数据交易平台。

2. 数据开发者-数据消费者-数据产生者

从数据开发者的角度上看,数据开发者应形成适合未来发展的医疗健康大数据资产管理机制,以提高数据资产的质量、使用效率,促进医疗健康大数据资产管理向着安全和高效的方向发展,从而为大众带来更好的医学服务。在“数据开发者-数据消费者”的过程中,数字产品和服务的用户作为数据消费者决定了产品和服务最终的使用价值,但单一的产品往往不能吸引消费者,数据开发者要在市场中保持自身竞争力,创新研发就显得尤为重要(岳宇君和张磊雷,2022)。为了保证数据资产发挥其潜在价值,数据开发者应为数据资产的利用和新产品的研发筹集足够的资金、技术和人才,不断探索市场需求,持续推进医疗健康产品的优化和升级。

从整个生态系统的角度上看,“数据消费者—数据产生者”作为保证生态系统良性循环的重要过程,只有不断刺激市场需求,才能将“数据消费者”转变为“数据产生者”。就企业而言,企业可以通过大数据技术挖掘用户个性化需求、拓展技术应用场景以增强企业的竞争优势。就政府而言,消费者在政府的宣传引导下,以医疗健康大数据为基础的研发应用得到越来越多的消费者认可,研发应用的使用者越多,产生的医疗健康大数据也就越多,从而促进医疗健康大数据资产价值实现量的可持续性的增长。

(二)不足与展望

本文从信息生态系统的视角,构建了医疗健康大数据资产价值实现模型,并在梳理医疗健康大数据资产价值实现的影响因素及其关联关系后,基于仿真结果来模拟医疗健康大数据资产价值实现路径。虽然本文对医疗健康大数据资产价值实现路径进行了一系列探索研究,但未来还有以下方面需要进一步的完善和研究:

(1)在模型构建的过程中,虽然本文已经尽可能地与现实情况拟合,但医疗健康大数据资产价值实现过程中的影响因素较为复杂,所构建的系统动力学模型并不能完全代表现实情况。基于此,在后续的研究中,本文可以从实际调研出发,加入更多的影响因素,并进一步优化模型中的变量和参数。

(2)在模拟价值实现路径的过程中,虽然本文通过查阅相关文献和中国统计年鉴对一些数值进行合理地设置,但仍然缺少现实数据支撑。如果未来条件允许,本文可以利用实际的信息作为数据支撑,以进一步分析医疗健康大数据资产价值实现路径。

参考文献

- [1] 柴国荣,汪佳颖,2022.“健康中国”战略下医疗健康大数据的价值挖掘与实现[J].电子政务,(6):99-110.
- [2] 高华,姜超凡,2022.应用场景视角下的数据资产价值评估[J].财会月刊,(17):99-104.
- [3] 高景宏,王琳琳,马倩倩,2022.精准医疗领域大数据分析面临的挑战[J].中国医院管理,42(2):60-63.
- [4] 管运芳,唐震,田鸣,等,2022.数字能力对公司创业的影响研究——竞争强度的调节效应[J].技术经济,41(6):95-106.
- [5] 胡瑶琳,余东雷,王健,2022.“健康中国”背景下的健康医疗大数据发展[J].社会科学家,(3):79-87.

- [6] 金元浦, 2021. 大数据时代个人隐私数据泄露的调研与分析报告[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版), 36(1): 191-201, 206.
- [7] 李北伟, 季忠洋, 朱婧祎, 2018. 大数据生态系统构建机制研究——以阿里巴巴为例[J]. 情报科学, 36(2): 43-47.
- [8] 李嘉兴, 王雷, 宋士杰, 等, 2022. 重大突发公共卫生事件驱动的医疗数据开放治理模式研究[J]. 图书情报工作, 66(4): 23-32.
- [9] 李树文, 罗瑾琰, 葛元毅, 2021. 大数据分析能力对产品突破性创新的影响[J]. 管理科学, 34(2): 3-15.
- [10] 李伟群, 郭宇, 2021. 健康医疗数据商业化运用法律问题研究[J]. 齐鲁学刊, (4): 96-103.
- [11] 李勇坚, 2022. 数据要素的经济学含义及相关政策建议[J]. 江西社会科学, 42(3): 50-63.
- [12] 刘雁南, 赵传仁, 2023. 数据资产的价值构成、特殊性及多维动态评估框架构建[J]. 财会通讯, 922(14): 15-20.
- [13] 门理想, 王丛虎, 2021. 中国地方政府数据开放建设成效的影响因素探究——基于生态系统理论框架[J]. 现代情报, 41(2): 152-161.
- [14] 南永清, 臧旭恒, 后天路, 2023. 新发展格局下居民消费潜力释放研究——基于中国消费金融现状及投资者教育调查[J]. 当代经济研究, (2): 112-128.
- [15] 欧阳日辉, 2022. 我国多层次数据要素交易市场体系建设机制与路径[J]. 江西社会科学, 42(3): 64-75, 206-207.
- [16] 邵立敏, 2022. 政务数据资产化路径与交易模式研究——基于数字经济背景[J]. 财会通讯, (6): 120-125.
- [17] 宋锴业, 徐雅倩, 陈天祥, 2022. 政务数据资产化的创新发展、内在机制与路径优化——以政务数据资产管理的潍坊模式为例[J]. 电子政务, (1): 14-26.
- [18] 王今朝, 窦一凡, 黄丽华, 2023. 数据产品交易的定价研究: 进展评述与方法比较[J]. 价格理论与实践, (4): 22-27.
- [19] 王晓庆, 孙战伟, 吴军红, 等, 2022. 基于数据要素流通视角的数据溯源研究进展[J]. 数据分析与知识发现, 6(1): 43-54.
- [20] 夏红军, 安燕娜, 2021. 数据中台视角下供电企业数据资产管理模型构建[J]. 情报科学, 39(10): 70-75.
- [21] 夏义堃, 管茜, 2022. 政府数据资产管理的内涵、要素框架与运行模式[J]. 电子政务, (1): 2-13.
- [22] 熊兴江, 2019. 医疗大数据质量评价指标体系构建研究[D]. 武汉: 华中科技大学.
- [23] 杨雨娇, 袁勤俭, 2022. 信息生态理论其在信息系统研究领域的应用及展望[J]. 现代情报, 42(5): 140-148.
- [24] 殷明雪, 2023. 健康医疗大数据建设与隐私保护之冲突与协调[J]. 医学与社会, 36(2): 125-131.
- [25] 袁红, 王焘, 2021. 政府开放数据生态系统可持续发展实现路径的系统动力学分析[J]. 图书情报工作, 65(17): 13-25.
- [26] 岳秋葵, 2019. 顾客参与、服务质量感知与持续消费——以线上零售为切入点[J]. 商业经济研究, (22): 83-86.
- [27] 岳宇君, 张磊雷, 2022. 企业信息化、技术创新与创业板公司高质量发展[J]. 技术经济, 41(3): 25-34.
- [28] 张建楠, 李莹莹, 顾宴菊, 2020. 健康医疗数据共享基本原则探讨[J]. 中国工程科学, 22(4): 93-100.
- [29] 张晓娟, 莫富传, 王意, 2022. 政府数据开放生态系统的理论、要素与模型探究[J]. 情报理论与实践, 45(12): 42-49.
- [30] 周倩, 高岩, 陈其云, 2022. 数字经济浪潮下我国数据资源发展展望[J]. 中国电信业, (2): 22-26.
- [31] 朱泽, 段尧清, 何丹, 2021. 面向政府数据治理的数据资产价值系统仿真评估[J]. 图书馆论坛, 41(6): 100-105.
- [32] ANDREU-PEREZ J, POON C C Y, MERRIFIELD R D, 2015. Big data for health[J]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, (4): 1193-208.
- [33] CHEN P, CAI B, 2020. Evaluation model of power data assets based on EWM-TOPSIS [C]//2020 5th International Conference on Mechanical. Control and Computer Engineering. Harbin: IEEE, 1379-1382.
- [34] FORRESTER J W, 1958. Industrial dynamics: A major breakthrough for decision makers[J]. Harvard Business Review, 36(4): 37-66.
- [35] GARGANO M L, RAGGAD B G, 1999. Data mining—A powerful information creating tool[J]. OCLC Systems & Services: International Digital Library Perspectives, 22(3): 98-120.
- [36] GILL A Q, 2022. The digital ecosystem information framework: Insights from action design research [J]. Journal of Information Science, 1: 11-15.
- [37] GLAZER R, 1993. Measuring the value of information: The information-intensive organization[J]. IBM Systems Journal, 32(1): 99-110.
- [38] HORTON F W, 1978. Information ecology[J]. Journal of Systems Management, 32(9): 32-36.
- [39] NORRIS T B, SUOMELA T, 2017[2023-01-17]. Information in the ecosystem: Against the “information ecosystem”[EB/OL]. <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/download/6847/6530>.
- [40] XIONG F, XIE M, ZHAO L, 2022. Recognition and evaluation of data as intangible assets[J]. SAGE Open, 12(2): 1-13.
- [41] YANG J, LI Y J, XU A D, 2020. Brief introduction of medical database and data mining technology in big data era[J]. Journal of Evidence-based Medicine, 13(1): 57-69.

Analysis of the Value Realization Path of Medical and Health Big Data Assets: Based on Information Ecosystem Theory

Zhai Yunkai^{1,2,3}, Song Xin¹, Wang Yu^{1,3}

(1. School of Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China;

3. National Engineering Laboratory for Internet Medical Systems and Applications, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Medical and health big data is an important basic strategic resource in China, and it plays an important role in China's social and economic development and the promotion of "healthy China". How to accurately identify the influencing factors and realization path of the asset value of medical health big data is the key to improve China's medical and health big data management ability and build an efficient data governance mechanism. It proposes the value realization path of "data generation-asset formation-value realization-data regeneration" from the perspective of information ecosystem, takes data producers, data intermediaries, data developers and data consumers as information subjects, and considers legal, economic, technological and social environmental factors to build the value realization model of medical and health big data assets. Meanwhile after having sorted out the influencing factors of value realization of medical and health big data assets and their correlations, it simulates the value realization path according to Vensim PLE simulation results. From the simulation results, under different social security mechanisms, the degree of legal improvement has the most significant impact on the amount of value realization of medical and health big data assets. In addition, the level of technology, the degree of health data sharing and the strength of health-related capital investment also have a greater impact on the amount of asset value realization. It proposes several ways to promote the maximization of the value of medical and health big data assets from the perspectives of promoting the improvement of technology level, improving legal policies and promoting market demand.

Keywords: medical and health big data; information ecosystem theory; value realization; system dynamics