

数据驱动的智能医疗服务系统设计研究

胡莹¹, 周子涵¹, 陈朵怡¹, 王慧莹¹, 何丽娟², 袁微微²

(1.湖南大学, 长沙 410082; 2.深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司, 深圳 518057)

摘要: **目的** 面向医疗领域, 探究以数据驱动的智能产品服务系统框架, 以数据驱动价值创造, 为新型医疗系统解决方案提供理论指导。**方法** 运用文献研究和典型案例分析法, 概述了目前医疗服务的现状与挑战, 梳理了智能产品服务系统的发展脉络, 并通过文献的归纳整合, 对面向医疗领域的智能产品服务系统数据进行总结分类, 构建了以“产品—服务—环境—用户”四个方面数据驱动的智能医疗服务系统设计框架, 结合代表性的医疗产品案例, 详细阐述了具体的数据驱动范式和价值共创过程。**结论** 智能产品服务系统在医疗领域具有巨大的研究潜力, 业务流程和服务的数字化, 加上新的信息通信技术的出现, 使信息的集成与整合创新成为可能, 医疗场景的海量数据也得以发挥更大的潜在价值。数据驱动的智能医疗服务系统设计框架为该领域的设计策略研究和方法开发奠定了基础, 同时为数据驱动的智能医疗服务系统设计实践提供了一定理论支撑和指导。

关键词: 智能产品服务系统; 智能医疗; 数据驱动; 价值创造

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)24-0028-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.24.004

Design of Data-driven Smart Healthcare Product-Service System

HU Ying¹, ZHOU Zi-han¹, CHEN Duo-yi¹, WANG Hui-ying¹, HE Li-juan², YUAN Wei-wei²

(1.Hunan University, Changsha 410082, China; 2.Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Company, Shenzhen 518057, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the framework of a data-driven smart product-service system for the healthcare field, to drive value creation with data and provide theoretical guidance for new healthcare system solutions. Through literature research and typical case analysis, the current status and challenges of healthcare services were outlined, and the development of smart product-service systems was sorted out. Through consolidation of literature, the smart product-service system data for healthcare was summarized and classified, and a four-dimensional data-driven framework for design of smart healthcare product service systems was constructed based on "product-service-environment-user", with the specific data-driven paradigm and value co-creation process detailed in the context of representative healthcare product cases. The smart product-service system has great potential for research in the healthcare field. The digitization of business processes and services, combined with the emergence of new information communication technologies, makes information integration and innovation possible. Through the integration and innovation of information, the massive amount of data in healthcare scenarios can be brought into greater potential value. The data-driven smart product-service system design framework lays a foundation for research and development of design strategies and methods in this field, and provides

收稿日期: 2022-07-15

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFF0900605); 国家社科基金艺术学项目(22BG126); 湖南省自然科学基金项目(2022JJ30161); 湖南省哲学社会科学基金一般项目(19YBA087); 中国学位与研究生教育学会研究课题(2020ZDA14); 湖南省普通高等教育教学改革研究项目(HNJG-2021-0035)

作者简介: 胡莹(1982—), 女, 博士, 副教授、博士生导师, 主要从事用户体验与产品创新设计、服务设计、设计思维方面的研究。

通信作者: 周子涵(1998—), 女, 博士生, 主要研究方向为设计思维、服务设计。

some theoretical support and guidance for design practice of data-driven intelligent medical product service systems.

KEY WORDS: smart product-service system; smart healthcare; data-driven; value creation

全球加剧的竞争环境, 迫使企业重新定义其价值主张, 通过补充服务来转变其以产品为导向的经营模式^[1], 即通过提供个性化的产品和服务作为解决方案来满足特定的客户需求, 这种业务范式被称为产品服务系统 (PSS)^[2]。在此基础上, 数字化服务的快速发展催生了基于数字的生态系统——智能产品服务系统 (Smart PSS)^[3]。数字功能作为智能产品服务系统与传统产品服务系统的本质差别, 将数字化的智能产品和电子服务集成到解决方案中, 利用数据创造价值, 从而超越了传统产品服务系统的生产经营模式^[4]。随着全球人口老龄化问题和疫情影响的加剧, 医疗领域正面临前所未有的压力^[5]。智能产品服务系统的应用领域不断拓展, 也使强大的数字能力有机会赋能传统医疗行业。目前, 鉴于医疗领域本身的复杂性与特殊性^[6], 针对医疗领域智能产品服务系统的设计研究尚未形成规模。

1 智能产品服务系统

1.1 从产品服务系统到智能产品服务系统

迅速发展的智能技术带来诸多积极的影响, 先进的信息和通信技术、逐渐完善的云端环境、物联网和网络物理系统的数字化、协作共生的用户、制造商及服务提供商为智能产品服务系统 (Smart PSS) 的诞生提供了潜在的机会。智能产品服务系统的概念由 Valencia Cardona 在 2014 年首次提出^[7], 本研究遵循 Zheng 等人的定义, 将智能产品服务系统解释为“一种由 IT 驱动的价值共创业务战略, 包括各种利益相关者作为参与者, 智能系统作为基础设施, 智能互联产品作为媒介和工具, 以及他们生成的电子服务作为交付的关键价值, 不断努力以可持续的方式满足用户需求”^[8]。多位研究者将智能产品服务系统描述为一个“数字生态系统”^[9-11], 由此可见, 数字功能是智能产品服务系统与传统产品服务系统最明显的区别之一。数据是智能产品服务系统的起点, 数字技术可用于提供智能和互联的服务, 这些服务通过与物理世界 (物联网设备、传感器等) 交互, 执行涉及数据分析、大数据处理等任务。智能产品服务系统通过使用集成到产品中的嵌入式系统和传感器来捕获数据, 并对其环境做出反应来作为数字化的第一步, 无处不在的无线通信连接也为收集数据提供了基础。大数据分析和人工智能则负责将部署的智能物联产品数据, 转换为企业的见解和可操作的方向。

基于数据的智能产品服务系统具有敏锐的“感知能力”, 即设备或系统可以根据当前的环境做出反应,

并根据用户的情况做出推理^[12]。因此, 智能产品服务系统可以通过在协作过程中捕捉多个利益相关者的需求, 颠覆传统的生产经营模式和价值创造模式, 转向实现数据驱动的业务流程和共同的价值创造, 并极大地提高所提供服务的性能和适应性。

虽然传统的产品服务系统中不乏数据的存在, 但海量的数据仅仅以存储和调取的方式利用, 并不能最大化地实现数字化的赋能价值。相比之下, 智能产品服务系统在搜集、筛选、监测和分析关键数据的过程中, 能够实时地做出动态反馈、调节人员部署、协调上下游企业带给用户以人性化的服务体验, 并具有优秀的抗风险能力以应对可能出现的突发情况。

1.2 面向医疗领域的智能产品服务系统

人口老龄化和全球疫情的暴发, 导致对医疗服务的需求不断增加, 全球医疗系统面临成本上升的挑战^[13], 并不可避免地导致服务和护理能力的削减。医疗领域本身的高度专业性, 对涉及产品的安全、准确、效率方面的苛刻要求及医疗本身涉及范围的广泛, 奠定了面向医疗领域的设计工作的复杂性。虽然有关智能产品服务系统及其相关概念在多个领域如智慧城市、市场营销、运营管理中迅速发展^[14], 但是由于上述复杂原因, 导致面向医疗领域的智能产品服务系统研究并不充分。尽管如此, 医疗场景一直被认为是智能产品服务系统具有巨大潜力的应用领域^[15]。

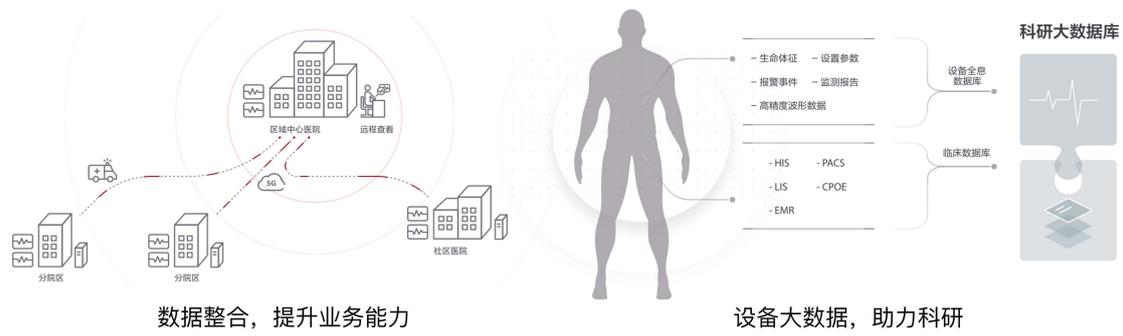
医疗场景涉及海量的数据, 如电子病历 (EMR)、医学影像存档与通讯 (PAC)、临床路径管理 (CPI)、医嘱管理、体征参数、化验结果、医学影像、医疗物资转运数据等, 并时刻伴随着动态的数据变化和难以预料的意外情况。智慧化的医疗需要一个更全面、智能的系统性解决方案, 而不是孤立地关注医疗产品或者服务本身。智能产品服务系统可以利用产品使用阶段生成的大量数据, 在实现稳定的数据搜集的前提下, 驱动利益相关方和空间的共同参与^[16-19], 并将经常重复服务的独立单位转变为一体化系统, 扩大每个单位的覆盖范围以支持迅速的信息共享。面向医疗领域的智能产品服务系统将在数据的“哺育”下不断进化, 提升其情景感知与问题解决能力。

企业在制定医疗产品服务系统解决方案时, 也逐渐考虑结合人为因素、环境影响等数据。迈瑞生物医疗公司针对全院数据联通问题率先推出“瑞智联全院解决方案” (见图 1), 并构建以智慧物联为基础的智慧医院管理框架 (见图 2), 通过全院设备物联, 降低看护人力成本, 助力智慧医院建设, 并搭建与医院临床数据库有机结合的设备全息数据库, 助力大数据科研, 为医疗发展创造价值。



信息汇聚，铸就安全

设备物联，提升效能



数据整合，提升业务能力

设备大数据，助力科研



集中管理

数据集成

图1 瑞智联全院解决方案
Fig.1 M-Connect IT solution

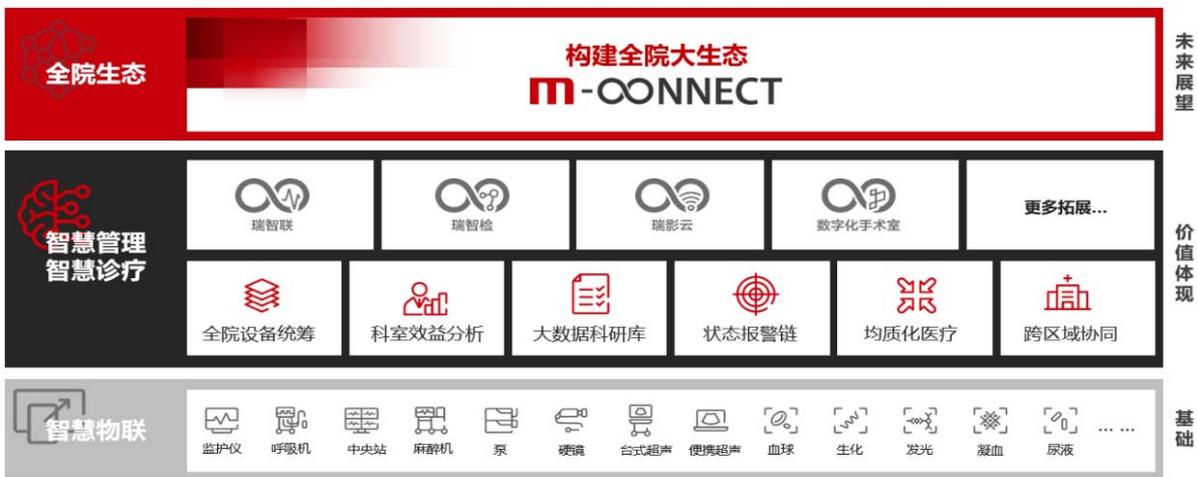


图2 以智慧物联为基础的迈瑞智慧医院管理框架

Fig.2 Management framework of Mindray smart hospital based on smart Internet of things

2 数据驱动的智能医疗产品服务系统设计框架

如何高效地利用生成的多类型数据,在医疗场景下发挥更大的效用,是开发数据驱动智能医疗产品服务系统的核心问题。从这个角度来看,拥抱物联网带来的可能性,了解在智能产品服务系统生命周期内收集数据的各种机会,并从使用阶段获取信息变得至关重要。

在此背景下,研究团队总结了近十年间与数据有关的智能产品服务设计国内外文献。选择五家文献检索平台(知网、ScienceDirect、Springer、IEEE Xplore、Emerald)来收集论文。在此过程中,使用一组与医疗领域和智能产品服务系统相关的关键词,并将相似

的文献聚类,整理总结了 4 项医疗场景下的核心数据,分别是:面向产品的数据、面向服务的数据、面向环境的数据和面向用户的数据,表 1 展示了 4 个维度的数据类型、描述及对应的文献。

数据作为智能产品服务系统的基础,为整体解决方案的运行提供了来源。基于海量的数据内容,智能产品服务系统的解决方案得以渗透进业务流程的多个环节,包括管理、产品、设计、开发、运维、销售、市场、售后等。在这样的背景下,智能产品服务系统的系统化发展过程需要紧紧围绕“数据驱动”范式和“价值共创”过程两个方面^[8]。数据驱动的范式承诺向“知情”^[20]的发展过程转变,价值共创过程则可以为共存的各类利益相关方实现“双赢”的目的^[21]。图 3 展示了笔者梳理的数据驱动的智能医疗产品服务系统设计框架。

表 1 智能医疗产品服务系统的数据维度总结
Tab.1 Data dimension summary of smart healthcare product-service system

维度	数据类型	描述	文献
数据驱动在产品方面	产品规格数据	由设备的生产信息和具体功能组成的数据。例如设备编号、模块配置、使用年限、操作要求等	[4]、[22-23]
	使用状态数据	设备在操作场景中描述产品状态的动态数据,包括运行状态、负载、执行进度、持续时间等	[24-25]
数据驱动在服务方面	针对人的服务	围绕用户的医疗服务协议和内容信息,包括服务的范畴、类型、具体的服务内容、服务进度等	[4]、[26]
	针对产品的服务	围绕医疗设备的相关服务数据,包括操作手册、维修日志、更新日志、定期保养和报废情况等	[27-30]
数据驱动在环境方面	自然环境数据	所在地区对人产生影响的自然环境数据,包括天气条件、地理位置、季节性气候、植被、地貌、水源等	[31]
	医疗环境数据	医疗场所环境有关的数据,包括基础设施、科室分布、污染程度、传染性、辐射等	[32]
数据驱动在用户方面	用户属性数据	与用户“角色”有关的数据,包含人口统计学信息,例如年龄、性别、职业、经济情况等	[33-35]
	用户状态数据	与用户“状态”相关的数据,包含体征参数、习惯、行为状态、任务流程状态等	[36]

3 数据驱动范式

3.1 在产品方面的数据驱动

面向产品的数据主要涉及产品规格数据和产品使用状态数据,产品方面的数据驱动范式见图 4。产品规格数据代表由设备的生产信息和具体规格组成的数据。例如设备编号、模块配置、使用年限、操作要求等。设备编号是非常重要的^[4],尤其是服务商提

供了大批量的产品来共同执行相同的任务时,可以通过设备的编号数据来明确具体哪台设备正在服务于什么样的医疗场景,并总结共性特征来了解用户习惯,从而更有针对性地进行设计迭代。模块化的设计能够打造出更易于维修和维护的产品,方便对损坏的单个模块进行更换,从而减少成本^[22]。2022 年获得红点奖的 NuboMed Medical IoT Kit 项目,摆脱了传统医疗产品的规格制式,采用模块化的功能套件,通过实时收集用户的体温、心率和其他重要生

命体征等数据，并无线传输至医院网络，完整的患者数据能够帮助医务人员做出明智的临床决策（见图5）^[23]。然而值得注意的是，模块数据中例如尺

寸、配件等，在最终的数据分析中起着关键作用，当产品具有“模块化”架构时，掌握产品的配置状态就格外关键。

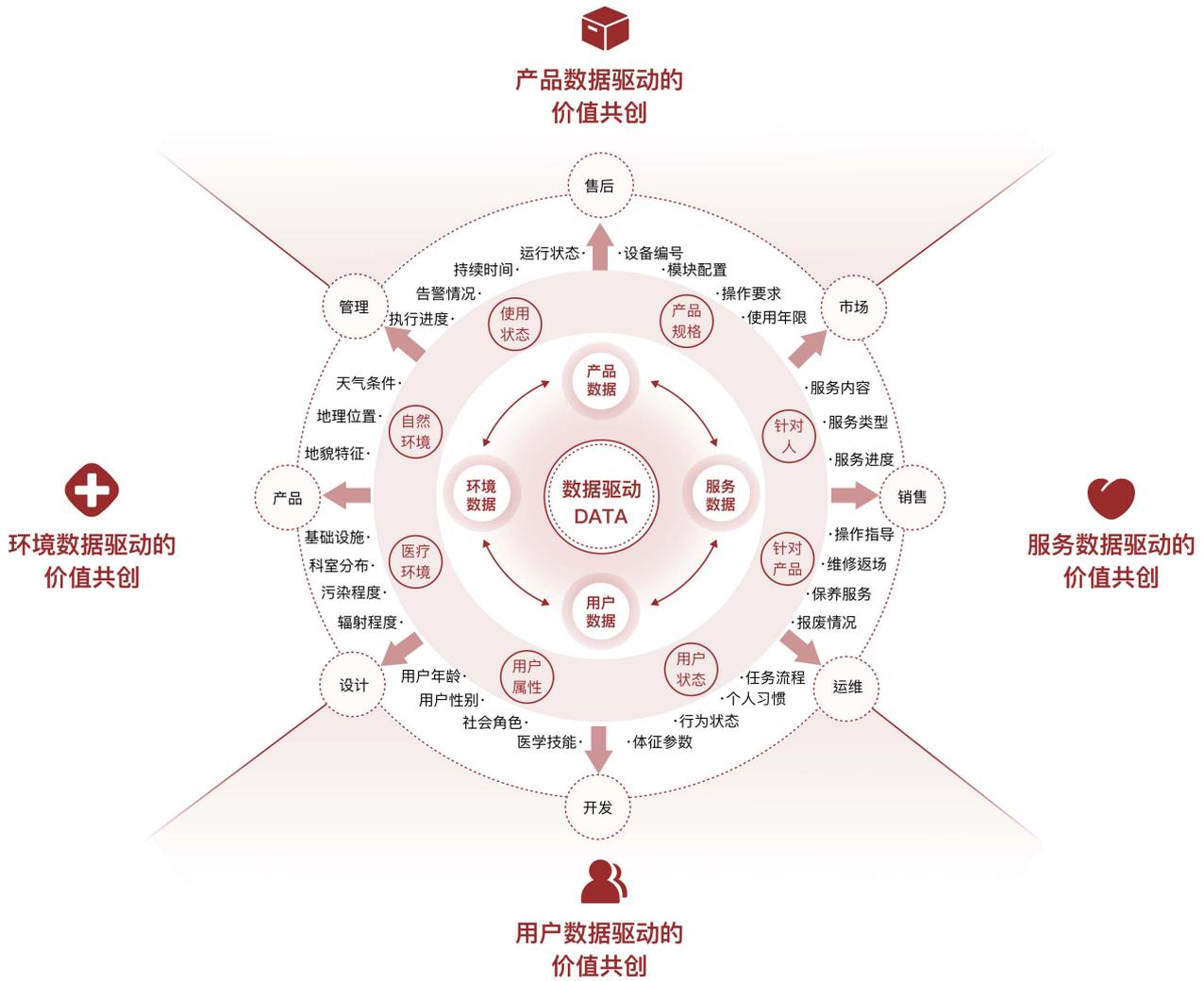


图3 数据驱动的智能医疗服务系统设计框架
Fig.3 Design framework of data-driven smart healthcare product-service system



图4 产品方面的数据驱动范式
Fig.4 Data-driven paradigm in products

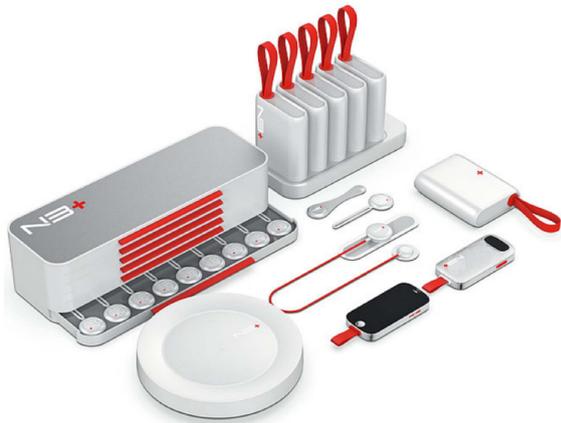


图 5 NuboMed Medical IoT Kit
Fig.5 NuboMed Medical IoT Kit

产品使用状态数据是有关产品运行情况的动态数据, 包括使用设置、运行负载、执行进度、持续时间等, 这些数据关系着整个智能产品服务系统的响应

速度。对于服务的提供商来说, 产品使用状态数据可以有效用于推断设备是否运行、待命或者发生故障, 以便为可能出现的维修服务做好准备。当然, 收集产品每次使用的过程和结果数据, 对优化具体的产品功能、控件和适应性也具有显著帮助。对于使用医疗设备的医护人员来讲, 产品使用状态数据也需要被显性化地展示, 以便快速地对产品状态进行识别, 方便医务工作者及时并准确地做出反馈, 减少延误或误判风险。为了帮助医护人员从数量繁杂的血流动力学数据中快速直观地分析出病人情况, 迈瑞医疗的设计团队将各种可视化的模型和分析工具集成到一款综合性分析工具 HemoSight 中 (见图 6), 直观地帮助了医护人员实时了解危重病人的心脏工作情况^[24]。产品使用状态数据中提示性的数据也十分关键, 手术、日常的体征监测, 都需要展示提示性的数据辅助进行诊断。存储这些提示性数据, 能够及时对治疗的开展过程进行分析, 总结治疗经验, 提高成功率^[25]。

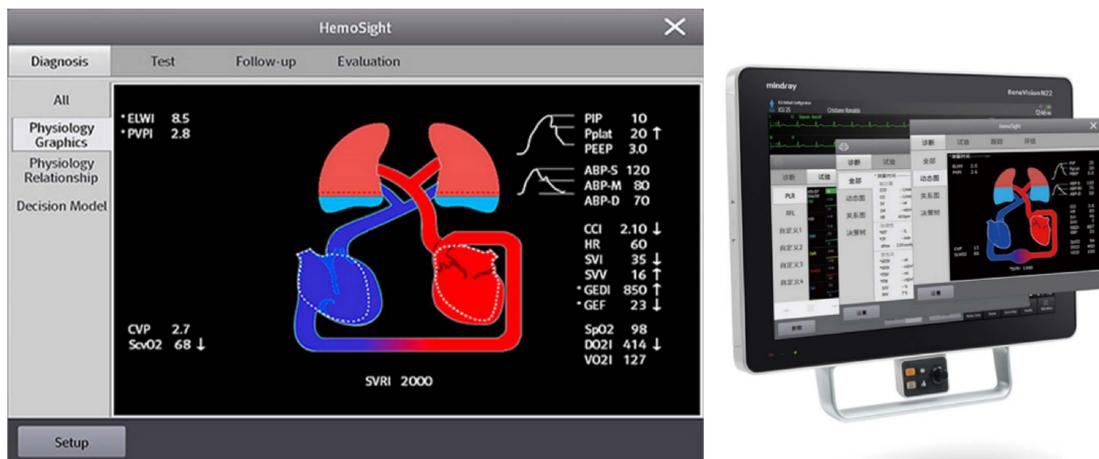


图 6 迈瑞公司的综合性分析工具 HemoSight
Fig.6 Mindray comprehensive analysis tool HemoSight

3.2 在服务方面的数据驱动

服务是智能产品服务系统的无形方面, 虽然很难用可测量的数据来量化, 但是掌握医疗服务协议和内容信息, 服务的范畴、类型、具体服务内容等数据, 有利于更好地进行趋势的预测、汇总服务提供的特征、保证服务的质量和可靠性。医疗场景的服务可以被划分为基于人的服务和基于产品的服务, 具体而言, 基于人的服务包括患者医疗服务、慢性病管理服务等, 基于产品的服务主要集中在产品保养和维护等方面。

在针对人的服务中, 收集服务配置数据的本质是通过挖掘有效的操作特征, 来发现一些机会。例如服务商能够根据保修适用性过滤维护数据, 从而更好地预测索赔率^[4]。了解服务进度能够根据服务的时间线提前预测下一步的用户需求, 服务的提供商也可以相应地调整服务的节奏, 以保证提供服务的及时性^[26]。

在针对产品的服务中, 包含了围绕医疗产品的相关服务数据, 其中最常见的是维修数据, 包括操作数据、维修日志、更换日志、定期保养和报废情况等。医疗产品经常会在其生命周期内受到各种耗损而失效, 这些异常的失效可能带来巨大的风险隐患。虽然产品在出厂前就已经在制造现场进行了广泛的测试, 但在许多情况下, 这些测试无法重现确切的异常和错误。因此, 发现实际使用过程中异常的根本原因就变得困难^[27]。如今, 一些诊断算法已被用于进行故障识别。基于可识别的医疗产品维修服务数据, 算法用于更加智能的产品诊断得以实现^[28]: 提供故障早期预警; 根据需要预测维护; 延长维护周期和产品使用寿命; 为系统重新配置或自我修复提供指导, 改进未来产品的设计等^[29]。与传统维修服务相比, 智能维修更加主动, 通过实时的数据搜集和计算, 大大减轻研究投资、测试设备和人员方面的费用^[30]。服务方面的数据驱动范式, 见图 7。



图7 服务方面的数据驱动范式
Fig.7 Data-driven paradigm in service

3.3 在环境方面的数据驱动

环境数据包括自然环境数据和医疗环境数据，这些都是会影响智能产品服务系统不可控的外部因素。如果能够对这些数据进行掌握，就能够让智能产品服务系统根据实时环境数据自动做出更加可靠的变更决策。对产品而言，有利于延长使用寿命；对医疗工作者而言，有利于参考环境数据对患者开展有针对性的治疗；对于医疗设备服务商和医药提供商而言，掌握地区内的环境大数据也能够为市场需求指明方向，环境方面的数据驱动范式，见图8。

多数疾病的治疗或多或少都会受到所在区域自然环境的影响。自然环境数据包括天气条件、地理位置、季节性气候、植被、地貌、水源等，这些潜在的自然因素也是区域性疾病的诱发原因。掌握地区的环境数据动态变化，有助于提前开展疾病防控

工作和针对性治疗药品的调取与储备。以中暑为例，由于近年来世界范围内极端高温天气的频繁出现，导致中暑发病率及死亡率显著上升。基于气象参数、连续高温天数等环境数据，能够构建起该地区中暑发病率预测模型，从而能够对中暑进行科学预警和提前干预防治，降低中暑死亡率^[31]。另外，掌握各级医院的地理位置、地形和道路信息都更有利于规划更适宜的患者院外转运治疗路线、安排上下级医院的联合会诊。

另一类环境数据是医疗环境数据，包括医院的基础设施、科室分布、污染程度、传染性、辐射等。掌握准确的医疗环境数据，有助于医院的内部管理，便于及时发现和处理医院内部的污染情况^[32]，对患者在院内进行监测诊断的动线安排也更加友好。公开医院的部分医疗环境情况，还可以让患者在就医时更精准地选择有利的就诊场所。



图8 环境方面的数据驱动范式
Fig.8 Data-driven paradigm in environment

3.4 在用户方面的数据驱动

在医疗领域的智能产品服务系统中，用户和用户类型是复杂的，患者、家属、医疗工作者、维护人员、医疗器械供应商都属于其中的用户。这些用户的属性和状态需要在维持整个系统的过程中进行准确地搜

集和掌握。

用户属性数据是指医疗系统涉及的每个用户个体的“角色”相关数据，包括人口统计学信息，例如年龄、性别、职业、教育状况等相关数据。使用用户属性数据进行用户建模，形成具有群体代表性的用户画像可以有效地辅助系统进行需求定义。目前，在大

多数情况下, 这些数据是通过调查、访谈等方式收集的, 并没有从系统运营的场景中直接获取, 数据的内容也无法保证完整性。因此, 以用户为中心的智能产品服务系统需要把握好用户属性数据。例如, 可以通过掌握患者的年龄、性别、历史病例用于预测治疗过程中的关键因素, 考虑患者的病情和耐受情况, 针对性地匹配治疗时的药物用量。迈瑞医疗的 BeneFusion nVP 多合一输注系统, 能够面向广泛的情景需求提供输血、输液、输营养液等治疗, 满足了患者的多样性需求, 见图 9。对系统中的利益相关者进行角色编码, 可以更好地协调系统中的各个用户, 以提供更好的医疗服务并实现服务的改进。一些新的互联网医疗服务系统已经开始将家属也纳入服务主体中, 围绕家属进行了一系列的功能和服务设计, 包括同步患者检测数据、接收远程康复指导、及时与医生反馈病情等^[33], 医生和软件后台也方便通过移动设备针对患者的情

况进行差异化的内容推送^[34]。

用户状态数据是医疗系统涉及的各类用户的“状态”相关数据, 包含体征参数、行为状态、个人习惯、任务流程状态等。通过对这些状态数据进行搜集, 能够掌握每位用户的动态, 并建模更抽象的患者特征。不仅可以方便医护、家属之间的交接和沟通工作, 同时也可以提前预警, 让医疗设备做好充足的准备以应对突发情况。例如, 通过面部表情、血压、心率和呼吸等数据, 可以有效地反馈患者当前状态下的舒适度, 舒适的状态下更适合安排一些具有挑战性的康复性治疗, 而患者在不适的状态下, 则需要考虑联系家属开展一些安抚工作或者提供止痛措施。值得注意的是, 需要确保用户对个人信息收集的同意。因此, 有必要定义“数据量”“数据内容”和“权限”, 并充分考虑隐私安全问题。用户方面的数据驱动范式, 见图 10。

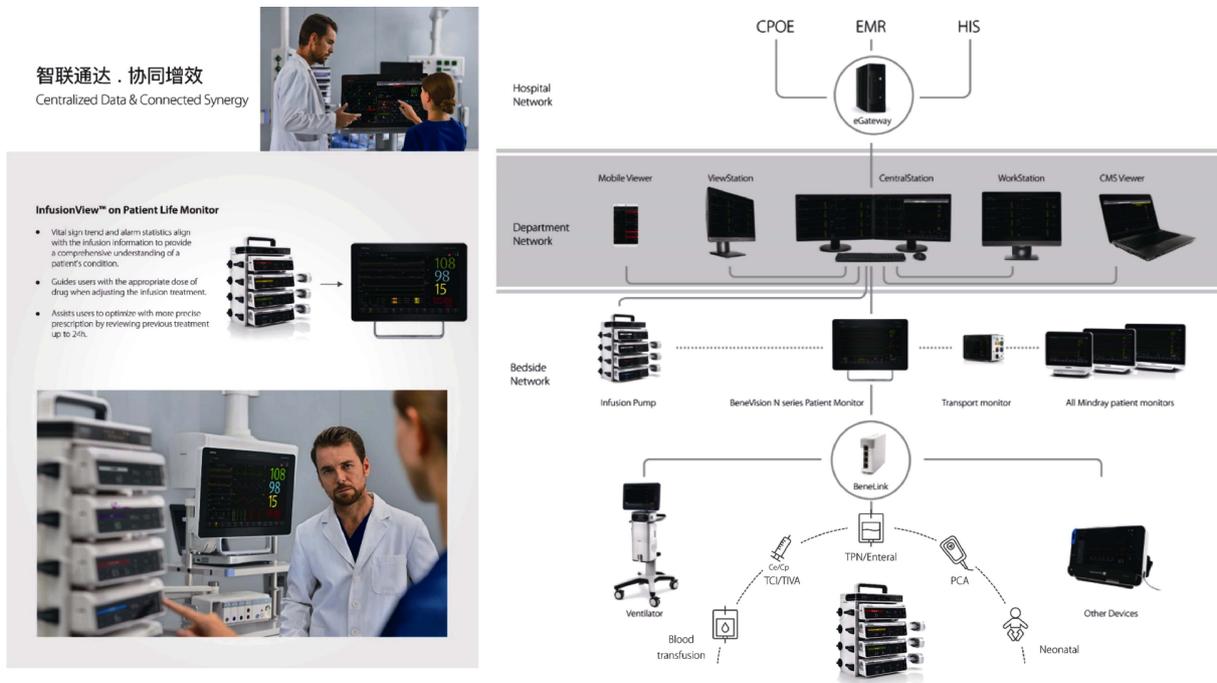


图 9 迈瑞多合一输注系统
Fig.9 Mindray all-in-one infusion system



图 10 用户方面的数据驱动范式
Fig.10 Data-driven paradigm in users

4 价值共创过程

技术创新的加速可以促进提供能够满足新客户需求和期望的个性化服务功能。特别是,不同产品服务组件之间的互联互通,使智能产品服务系统解决方案得到更好的交互和开发,使其达到更智能的水平,同时影响原本单一的价值实现向适应性产品服务价值创造网络的转变。开放的智能产品服务系统,促进了整个服务网络的纵向和横向信息共享,让医疗场景下的各类角色和利益相关方都有机会参与其中。这能够极大地提升市场创新优势、降低运营成本,有利于迭代更符合用户需求与个性化的医疗服务^[35],从而提升用户的服务体验和满意度。

在智能医疗服务产品系统中所产生的面向产品、服务、环境和用户的数据能推进利益相关方的互动,并随着他们对价值共同创造过程的参与而加剧。利益相关者之间也可以衍生出“双赢”甚至“多赢”的协作形式,促进企业内部与外部的知识整合,从而构建“数据驱动—价值共创”的闭环。

4.1 产品数据驱动的价值共创

智能产品服务系统能够扩大除产品本身使用功能之外的价值^[36]。在智能产品服务系统中,产品与用户之间的信息交互过程和内容增加,产品不再只为用户创造价值,同样成为让用户参与共同价值创造的媒介。

医疗产品的规格数据能够让服务商更快地对生产的产品进行分类,从而能更方便对不同型号、配置的产品持续进行管理,更有效地访问医疗产品的相关数据和知识。使用故障数据、历史日志有利于更好地了解设计缺陷,并进行有针对性的产品迭代和预测性的维护。医疗产品状态数据的可视化能够辅助医护人员对患者的治疗决策^[37],产品的使用情况能够被分析整合成案例信息,用于构建发现疾病特征的相关算法。

4.2 服务数据驱动的价值共创

利用服务数据,服务的提供商可以更为轻松地开展服务质量的评估,并针对性地削减用户服务体验期望和实际感知之间的差距。在医疗领域,用户对服务的可靠性、响应性和保证性要求更高,相应的,与这三个纬度相关的服务内容更应得到重视。对服务的全流程进行把控,可以在失误出现时更好地进行补救,也有助于根据用户的个性化需求量身定制服务内容。

与医疗产品相关的服务,涵盖了从产品需求分析、设计、制造、销售和售后服务到回收的整个生命周期。在此期间,有效利用生成的服务数据,通过开放共享的共同设计平台支持医疗产品提供商和患者、医疗工作者协同参与产品改进创新、缩短新产品上市时间、打造个性化的医疗服务,并优化更好的产品使用体验。

4.3 环境数据驱动的价值共创

环境涉及影响智能产品服务系统不可控的外部因素,自然环境和医疗环境的变化,对所处空间中的人与物都有所影响。使用环境会显著影响用户对产品属性的偏好和需求数量^[38],医疗设备的提供商可以根据环境的特异性制定不同的策略,提出因地制宜的解决方案,保证产品在不同操作环境下的安全与可靠。适应环境的设计能让产品最大限度地降低生命周期成本,获得更高的市场占有率且更加可持续^[39]。

医疗环境是医疗领域特殊的环境数据,涉及对医疗场所的管理,舒适的治疗性环境更能为患者带来积极的影响。掌握医疗环境数据是保证医疗场所安全、稳定、符合标准的必要条件。此外,基于环境数据,能够更有针对性地对一些区域性疾病进行预测,尤其是一些易受环境变化影响的高发和加剧症状的疾病。医院、医护人员可以提前做好宣传和预防工作,设备提供商则可根据预测的需求曲线增加或减少生产量,以匹配实际的区域需求。

4.4 用户数据驱动的价值共创

智能服务系统是一个高度复杂、动态和互联、基于数据的生态系统,由各角色用户共同参与并创造价值。因此,需要考虑到各方面的用户数据^[40],实现合作下的“多赢”。

在医疗场景中,用户的属性与状态数据能够被整合成医疗案例信息,这些案例能够让系统在面对相似情景时更富有“经验”。科大讯飞公司的“云医声”解决方案,能够让医生随时随地使用手机查看病人的病情动态和医学指南,方便医生快速做出决策^[41]。基于案例的推理(Case-based Reasoning, CBR)能够利用已有经验或结果来解决新问题。利用整合的医疗案例信息,能够预先开展患病风险筛查,或在病情康复后阶段性预测评估,提早做好预防工作。

合理地利用用户数据,有助于更好地理解用户状态、行为,确定用户的需要,与传统的调查等方式相比,这个过程更加客观,且可以实现用户需求的动态响应。在市场销售方面,用户数据能够极大地增强产品被设计的过程中差异化的机会。了解客户如何实际使用产品可以提升企业细分客户、定制化产品、价格设定的策略,让企业与客户建立更密切的联系,并为相应增值服务开辟众多新途径。这些用户数据驱动的价值共创过程对产品开发、市场销售环节都带来了有效帮助^[36]。

5 结语

全球医疗行业的发展日新月异,但也面临着愈发严峻的挑战(人口老龄化、医疗成本上涨、新冠肺炎疫情带来巨大的不稳定性)。数字技术的发展给予了传统的医疗系统解决方案转向“智能”的机遇,通过

构建以数据驱动的智能医疗产品服务系统生态体系, 医疗场景得以最大化地发挥数据的潜力, 并牵手医护、医疗器械企业、患者及其他相关方协同合作、共创价值。

本文基于文献研究, 开发了以数据驱动的智能医疗产品服务系统设计框架, 并详细地阐述了各维度数据驱动的范式和价值共创过程, 对于新型智能医疗产品服务系统解决方案的构建具有实际的指导作用。目前, 在世界各地, 昂贵的医疗开支与高不可及的技术正在成为人们生活的重负。本文意在研究数据驱动的智能医疗产品服务系统理论, 更加深入地探索医疗设计的未来, 响应患者的需求并让更多人分享优质医疗关怀。相信当无处不在的医疗数据不断生长时, 对生命的责任与关怀时刻, 不再是“冰冷”的仪器与数据的鸿沟。

参考文献:

- [1] VARGO S L, LUSCH R F. Evolving to a New Dominant Logic for Marketing[J]. American Marketing Association, 2004, 69: 1-7.
- [2] TUKKER A, TISCHNER U. Product-Services as a Research Field: Past, Present and Future. Reflections from a Decade of Research[J]. Journal of Cleaner Production, 2006, 14(17): 1552-1556.
- [3] WANG Zuo-xu, CHEN Chun-hsien, Li Xin-yu, et al. A Context-Aware Concept Evaluation Approach Based on User Experiences for Smart Product-Service Systems Design Iteration[J]. Advanced Engineering Informatics, 2021, 50: 101394.
- [4] MACHCHHAR R J, TOLLER C N K, BERTONI A, et al. Data-Driven Value Creation in Smart Product-Service System Design: State-of-the-Art and Research Directions[J]. Computers in Industry, 2022, 137(1): 103606.
- [5] XING K, RAPACCINI M, VISINTIN F. PSS in Healthcare: An Under-Explored Field[J]. Procedia CIRP, 2017, 64: 241-246.
- [6] 彭晓娜, 张宇红. 移动医疗产品服务系统设计探究[J]. 包装工程, 2013, 34(20): 77-80.
PENG Xiao-na, ZHANG Yu-hong. Research on Service System Design of Mobile Health Product[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(20): 77-80.
- [7] VALENCIA C, MUGGE R, SCHOORMANS J P L, et al. Challenges in the Design of Smart Product-service Systems (psss): Experiences from Practitioners[C]//Proceedings of the 19th DMI: Academic Design Management Conference. Design Management in an Era of Disruption. London: Design Management Institute, 2014.
- [8] ZHENG Pai, WANG Zuo-xu, CHEN Chun-hsien, et al. A Survey of Smart Product-Service Systems: Key Aspects, Challenges and Future Perspectives[J]. Advanced Engineering Informatics, 2019, 42: 100973.
- [9] KUHLENKÖTTER B, WILKENS U, BENDER B, et al. New Perspectives for Generating Smart PSS Solutions-Life Cycle, Methodologies and Transformation[J]. Procedia CIRP, 2017, 64: 217-222.
- [10] LIU Zhi-wen, MING Xin-guo, SONG Wen-yan, et al. A Perspective on Value Co-Creation-Oriented Framework for Smart Product-Service System[J]. Procedia CIRP, 2018, 73: 155-160.
- [11] PIROLA F, BOUCHER X, WIESNER S, et al. Digital Technologies in Product-Service Systems: A Literature Review and a Research Agenda[J]. Computers in Industry, 2020, 123(1): 103301.
- [12] PERERA C, ZASLAVSKY A, CHRISTEN P, et al. Context Aware Computing for the Internet of Things: A Survey[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014, 16(1): 414-454.
- [13] Porter M Lee T. The Strategy that will Fix Health Care[J]. Harvard Business Review, 2013(OCT): 24.
- [14] BRAX A S, VISINTIN F. Meta-Model of Servitization: The Integrative Profiling Approach[J]. Industrial Marketing Management, 2017, 60: 17-32.
- [15] MARCEAU J, BASRI E. Translation of Innovation Systems into Industrial Policy: The Healthcare Sector in Australia[J]. Industry and Innovation, 2001, 8(3): 291-308.
- [16] SALAMATI F, PASEK Z J. Personal Wellness: Complex and Elusive Product and Distributed Self-Services[J]. Procedia CIRP, 2014, 16: 283-288.
- [17] MAN HANG YIP, PHAAL R, PROBERT R D. Stakeholder Engagement in Early Stage Product-Service System Development for Healthcare Informatics[J]. Engineering Management Journal, 2014, 26(3): 52-62.
- [18] LANDOLFI G, ALGE M, CINUS M, et al. Human-Centric Data Model and Data Integration Platform Enabling Personalized Product Service Systems for Healthcare[J]. 2014 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE), 2014: 1-9.
- [19] Moutzi V, Farinos J, Wills C. T-Seniority: An online service platform to assist independent living of elderly population[C]// Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '09. Corfu, Greece. New York: ACM Press, 2009.
- [20] HOU L, JIAO R J. Data-Informed Inverse Design by Product Usage Information: A Review, Framework and Outlook[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2020, 31(3): 529-552.
- [21] GAIARDELLI P, PEZZOTTA G, RONDINI A, et al. Product-Service Systems Evolution in the Era of Industry 4.0[J]. Service Business, 2021, 15(1): 177-207.
- [22] ERTZ M, SUN S, BOILY E, et al. How Transitioning to Industry 4.0 Promotes Circular Product Lifetimes[J].

- Industrial Marketing Management, 2022, 101(1): 125-140.
- [23] Reddot. NuboMed Medical IoT Kit[EB/OL]. (2012-10-07)[2022-06-01]. <https://www.red-dot.org/project/nubomed-medical-iot-kit-58384>.
- [24] Mindray. [EB/OL]. (2022-04-12)[2022-06-021]. <https://www.mindray.com/cn/innovation/decision-making-support-in-patient-monitoring-and-life-support>.
- [25] 刘淑青. 智能医疗监护服务系统设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2020.
LIU Shu-qing. Design and Implementation of Intelligent Medical Monitoring Service System[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2020.
- [26] LIN Kuo-yi. UNISON Framework of Data-Driven Innovation for Extracting User Experience of Product Design of Wearable Devices[J]. Computers & Industrial Engineering, 2016, 99: 487-502.
- [27] QI Hai-yu. No-Fault-Found and Intermittent Failures in Electronic Products[J]. Microelectronics Reliability, 2008, 48(5): 663-674.
- [28] KUMAR S. Parameter Selection for Health Monitoring of Electronic Products[J]. Microelectronics Reliability, 2010, 50(2): 161-168.
- [29] VICHARE N, RODGERS P, EVELOY V, et al. Environment and Usage Monitoring of Electronic Products for Health Assessment and Product Design[J]. Quality Technology & Quantitative Management, 2007, 4(2): 235-250.
- [30] ZHENG Pai, WANGA Zuo-xu, CHEN Chun-hsien. Industrial Smart Product-Service Systems Solution Design via Hybrid Concerns[J]. Procedia CIRP, 2019, 83: 187-192.
- [31] 刘书晓. 基于热指标的中暑发病率预测模型[D]. 上海: 东华大学, 2021.
LIU Shu-xiao. Prediction Model of Heat Stroke Incidence Rate Based on Heat Index[D]. Shanghai: Donghua University, 2021.
- [32] 梁东景. 医院病理科TVOC污染低影响勘测方法探索[D]. 南宁: 广西大学, 2021.
LIANG Dong-jing. Exploration of Low-Impact Survey and Measure Method of TVOC Pollution in Hospital Pathology Department[D]. Nanning: Guangxi University, 2021.
- [33] 邹仁耀, 任熹培. 远程医疗类信息产品设计的研究现状及发展趋势综述[J]. 包装工程, 2022, 43(S1): 1-9.
ZOU Ren-yao, REN Xi-pei. Review on the Research Status and Development Trend of Telemedicine Information Product Design[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(S1): 1-9.
- [34] 戚洁. 基于物联网的智能医疗产品设计研究——智能血糖仪设计研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2015.
QI Jie. Intelligent Design of Medical Products Based on Internet of Things —Design of Intelligent Blood Glucose Meter[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2015.
- [35] 刘建新, 李东进, 李杰. 价值共创产品依附效应的比较研究——基于心理所有权与心理流体验中介模型[J]. 管理评论, 2018, 30(7): 114-125.
LIU Jian-xin, LI Dong-jin, LI Jie. A Comparative Study on the Attachment Effect of Value Co-Creation: On the Basis of the Mediators of Psychological Ownership and Flow Experience[J]. Management Review, 2018, 30(7): 114-125.
- [36] PORTER E, HEPPELMANN J E. How Smart, Connected Products are Transforming Competition[J]. Harvard Business Review, 2014, 92(11): 141.
- [37] 王晰, 辛向阳. 信息可视化及知识可视化对医疗决策的影响探究[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 8-11.
WANG Xi, XIN Xiang-yang. Influence of Information and Knowledge Visualization on Medical Decision Making[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 8-11.
- [38] GREEN M G, TAN J, LINSEY J S, et al. Effects of Product Usage Context on Consumer Product Preferences[C]// Proceedings of ASME 2005 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Long Beach: ASME, 2008: 171-185.
- [39] 韩少华. 可持续产品服务系统设计及其创新转移研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2016.
HAN Shao-hua. Research on Sustainable Oriented Product-Service System Design and Its Innovation Transition[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2016.
- [40] 王熙元, 张依云, 郑迪斐. 医疗监测设备人机交互界面情感化设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 113-118.
WANG Xi-yuan, ZHANG Yi-yun, ZHENG Di-fei. Emotional Design of Human-Computer Interaction Interface in Medical Monitoring Equipment[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 113-118.
- [41] 科大讯飞. 云医声[EB/OL]. (2018-11-09)[2022-06-07]. <https://www.xfyun.cn/service/cloudDoctor>.

责任编辑: 陈作