

文章编号: 2095-2163(2022)02-0064-05

中图分类号: TP311.13

文献标志码: A

基于知识图谱的产品服务系统配置分析

贾宁, 周俊

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

摘要: 产品服务系统配置, 是产品与服务进行融合的新生产模式, 其提供产品与服务结合的一体化解决方案, 使产品更具市场竞争力。本文收集了 Web of Science 核心数据库收录的 2006 年~2021 年间产品服务系统配置研究的相关文献, 从发文数量、关键词共现、发文机构等方面出发, 绘制其相应知识图谱, 分析产品服务系统的研究现状与前沿态势。研究发现, 方案优化、智能制造、商业模式等是近年来产品服务系统配置研究中的高频关键词, 基于大数据时代的智能制造是新兴的研究重心。

关键词: 产品服务系统配置; 知识图谱; 智能制造; CiteSpace

Research and analysis of product service system configuration based on knowledge graph

JIA Ning, ZHOU Jun

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] Product service system configuration is a new production mode which combines products and services. It provides a unification solution that links products and services, making the products more competitive in the market. This article collects the relevant documents of the product service system configuration research from 2006 to 2021 from the core database of Web of Science. From the aspects of the number of articles, co-occurrence of keywords, and issuing organizations, the corresponding knowledge map is constructed and the research status and frontier situation of product service system is analyzed. Plan optimization, intelligent manufacturing and business models are the high-frequency keywords in the research of product service system configuration in recent years and intelligent manufacturing based on the era of big data is the emerging research focus.

[Key words] product service system configuration; knowledge graph; intelligent manufacturing; CiteSpace

0 引言

随着经济水平发展和消费观念的转变, 客户对于产品的需求越来越多样化, 而产品与服务结合的整体结果, 对于提升客户满意度并解决客户的多样化的个性需求具有显著效果。文献[1]中提出了产品服务系统(Product Service System, PSS)的概念——可以满足客户需求的可销售的产品和服务集合。后续产品服务系统的研究多集中于模块化、配置设计^[2], 同时结合大规模市场、批量化定制的大背景, 加快了产品服务系统的整体解决方案的研究^[3]。现今, 产品服务系统配置与模块化、本体理论、智能算法等技术结合, 以整体的 PSS 配置方案输出提供给客户, 以满足其需求^[4]。产品服务系统配置在相应的理论研究上取得了一定的成果, 但是对其发展的演变历程缺少梳理, 限制了 PSS 发展和其研究样貌。因此, 本文利用知识图谱理清产品服

务系统配置的阶段性研究成果, 通过关键词共现、术语聚类以及时区图等, 来了解目前 PSS 配置的研究现状、关键技术和演变过程, 以便于企业能及时掌握产品服务系统配置的最新研究情况, 也为学者理解产品服务系统配置的内涵和进一步的研究提供参考。

1 研究方法与数据来源

CiteSpace 文献分析工具是一个基于 java 开发的文献图谱可视化分析软件, 常用来研究文献共现、作者合作共现^[5]。通过图谱中的节点和聚类分析、凸显词及其颜色的差异, 可以帮助理解对应领域的研究热点、研究现状、关键技术和演变过程等信息^[6]。

本文利用 Web of Science 核心合集数据库中时间跨度, 从 2006 年~2021 年 7 月 19 日的已发表论文, 以“product service system”和“configuration”为主

作者简介: 贾宁(1993-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 产品服务系统设计; 周俊(1967-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 制造系统建模。

通讯作者: 周俊 Email: shuu_shun@163.com

收稿日期: 2021-08-09

哈尔滨工业大学主办 ◆ 系统开发与应用

题,语种为 English 的文章,共得到 571 篇文献。通过分析与服务系统配置的文献,利用 CiteSpace 文献分析工具,分析了关键词共现、发文机构分布、研究前沿态势,并绘制可视化知识图谱,对产品服务系统配置的研究现状、关键技术、研究热点问题等进行研究分析。

2 产品服务系统配置研究现状

2.1 文献发文量分析

发文量表示学者对该领域的关注程度,代表了学者对该领域的研究热度,还可对其未来发展进行预测。统计 2006–2021 年所发文献数量,绘制图 1。由图 1 可见,在不考虑 2021 年数据暂不完整的情况下,发文量参差不齐,但整体呈上升趋势。2006–2020 年,总共发表产品服务系统配置研究的文献 555 篇。其中,2019 年对于产品服务系统配置的研究文献达到了 71 篇,占比 12.43%,是历年最高的;近 5 年(2016 年–2020 年)发表的文献量更是达到了相关文献的 47.29%。这表明在未来很长一段内,产品服务系统配置仍是学者研究的热点问题,其热度也将持续一定时间。

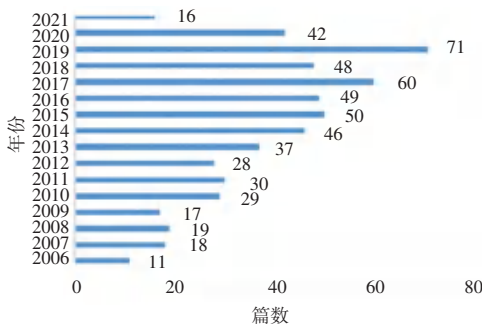


图 1 PSS 配置研究文献发表时间分布

Fig. 1 Distribution of publication time of PSS configuration research literature

2.2 关键词共现分析

关键词是在整体提炼文献之后得到的对文献的高度凝练,帮助读者快速了解文章主题。通过分析关键词的频率,可以看到此研究点的重要程度。将 Web of Science 所搜索到的文献,以 Refworks 格式导出,利用 CiteSpace 分析文献的关键词共现,得到产品服务系统配置研究的关键词共现图谱如图 2 所示。图中字体的大小表示其在文献中出现的频率大小;关键词之间的连线表示这两个关键词在同一篇文章中出现;颜色的深浅表示了出现的时间差异,时间越早其颜色越淡。从图 2 看到:设计、系统、配置、产品服务系统、管理、模型等关键词颜色较鲜亮,但

与其相交的连线很多,说明其出现较早,与其他关键词的联系较紧密,是早期的研究热点;优化、创新、表现、商业模型等词语颜色较淡、字体较大,说明学者最近几年的研究多集中在这些方面。

产品服务系统配置是旨在为客户提供满足其个性化、多样化需求的产品^[7],将其与先进制造、智能制造等技术融合后,既为学者研究提供了更多的方向,也在制造企业中发挥了独特的作用^[8]。文献^[9]提出了在客户与企业相互交流的前提下,如何准确且高效地进行产品服务系统配置,并结合遗传算法来进行方案的优化。文献^[10]则从客户的个性化需求出发,研究了加工装备产品服务系统配置的整体流程,从需求分析到模块划分,再到以客户满意度最大为目标的配置模型,并开发了 me-PSS 配置的原型系统。文献^[11]研究建立了产品、服务和资源的 3 层网络模型,将产品服务系统配置转换为多目标优化的问题,并以 Pareto 的离散布谷鸟算法,解决了配置过程中的优化约束。产品服务系统配置在企业中也得到了广泛的应用。如,陕鼓集团从传统的产品提供者转变为逆风系统解决方案,提供商为客户提供了配套设备以及鼓风机的安装与维修调试等服务;海尔集团提供在客户充分参与下的个性化家电产品定制与服务结合的一体化解决方案,并为满足客户对温度调节和节能的需求,提供了室温控制服务;当下火热的共享单车、共享充电宝及共享汽车也是产品服务系统配置的典型。

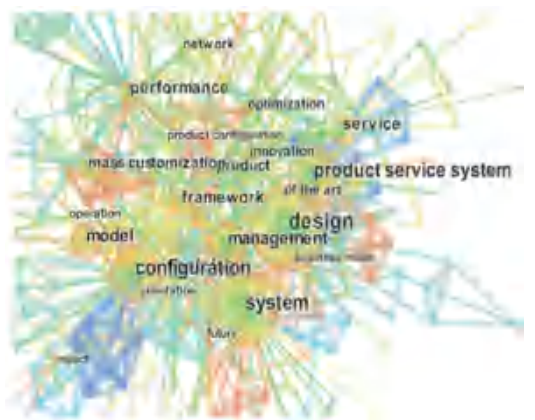


图 2 PSS 配置研究关键词共现分析

Fig. 2 Keyword co-occurrence map of PSS configuration research

2.3 研究机构分析

运用 CiteSpace 工具,分析文献发文机构之间的合作关系,得到图 3 所示的机构合作网络知识图谱。由图 3 可以明显看出,上海交通大学、中国科学院以及波鸿鲁尔大学均与其他院校机构的合作较少,属于单打独斗出成果的典型。西安交通大学与南洋理

工大学及东北大学之间合作较多;西北工业大学、广东工业大学、香港大学、林雪平大学以及北航属于之间合作较多,联系较为密切;乔治亚理工学院与剑桥大学合作较为密切;代尔夫特理工大学、米兰理工大学、吕勒奥理工大学与阿尔托大学都是西欧高校,其地理位置靠近,学术合作密切;圣彼得堡国立大学和俄罗斯科学院信息与自动化研究所,作为均属于俄罗斯的研究机构,其国内相互合作频繁。从机构类型来看,发文量多的大多是高校,且前10的发文机构中有5所机构是来自中国。发文数量前10的院校排名详见表1。



图3 各机构合作关系图

Fig. 3 Map of institution cooperation networks of PSS configuration research

表1 PSS配置发文数量前10名

Tab. 1 Institutions for article published in PSS configuration research

序号	发文量	机构
1	11	上海交通大学
2	9	西安交通大学
3	8	东北大学
4	7	阿尔托大学
5	7	剑桥大学
6	7	南洋理工大学
7	6	乔治亚理工学院
8	6	西北工业大学
9	6	中国科学院
10	5	波士顿大学

3 产品服务系统配置的演化

3.1 前沿研究态势分析

在进行文献知识图谱分析过程中,通过从摘要、标题以及关键词等提炼出的术语与共引网络进行前沿研究趋势的分析。检测并分析这些突变关键词的起始时间和终止时间与突变的强度,得到9个前沿

关键词如图4所示。其中包括:网络服务、网络、产品、管理等。基于此,结合国内外对于产品服务系统配置的研究,即可掌握对应领域的前沿研究问题的脉络。

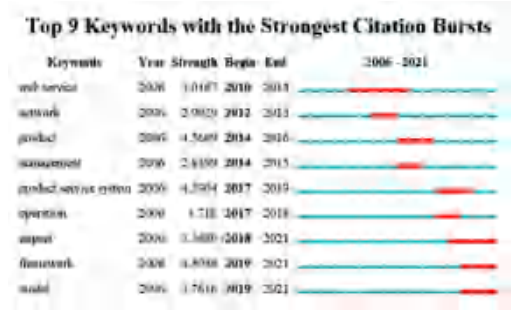


图4 突变强度关键词

Fig. 4 Mutation strength keywords

“网络服务”是产品服务系统配置研究历史进程中突变最大的术语,突变时间从2010年~2014年。文献[12]利用支持向量机,建立客户需求到产品服务系统转换的模型,并构建了交互配置网络。文献[13]中构建了产品服务系统方案设计的框架,并以网络分析和生态位理论,对产品服务系统方案进行评价。文献[14]中提出了以人为中心的智能产品服务系统开发方法,结合AHP和FCE方法,定量分析了客户的细粒度需求。

近几年的前沿课题大多集中在产品服务系统配置方案优化及影响、产品服务系统配置模型与框架的构建等方面。文献[15]提出了面向复杂产品服务系统发展综合评价的概念框架。文献[16]中探讨了TRIZ理论在解决产品服务系统各个服务化阶段的主要矛盾及调整,绘制了TRIZ与可持续产品服务系统发展的协同作用图。产品服务系统配置技术的创新有利于企业提升在市场竞争中的竞争力,获得更大的市场份额。

3.2 演化时区图

在分析了前沿态势之后,可进行主题的可视化分析。根据关键词和主题首次出现的时间,利用CiteSpace绘制时间区域视图,洞察其演化路径,如图5所示。图中的关键词出现位置对应了文献中此文献的发表时间,即关键词首次出现时间。从图5中可以看出,数据相似、配置网络、配置、框架、系统、产品服务系统等基本词最早被关注;其次涌现出产品服务系统配置、大规模定制、本体理论等产品服务系统配置的关键技术;之后大数据、配置优化、可持续发展、商业模式等研究点陆续出现。最近几年的研究主要集中在工业4.0、智能制造、生态系统服务、

生命周期、个性化定制等新兴领域。文献[17]分析了智能产品服务生态系统中的3大特征,考虑到产

品服务系统对生态所造成的影响。

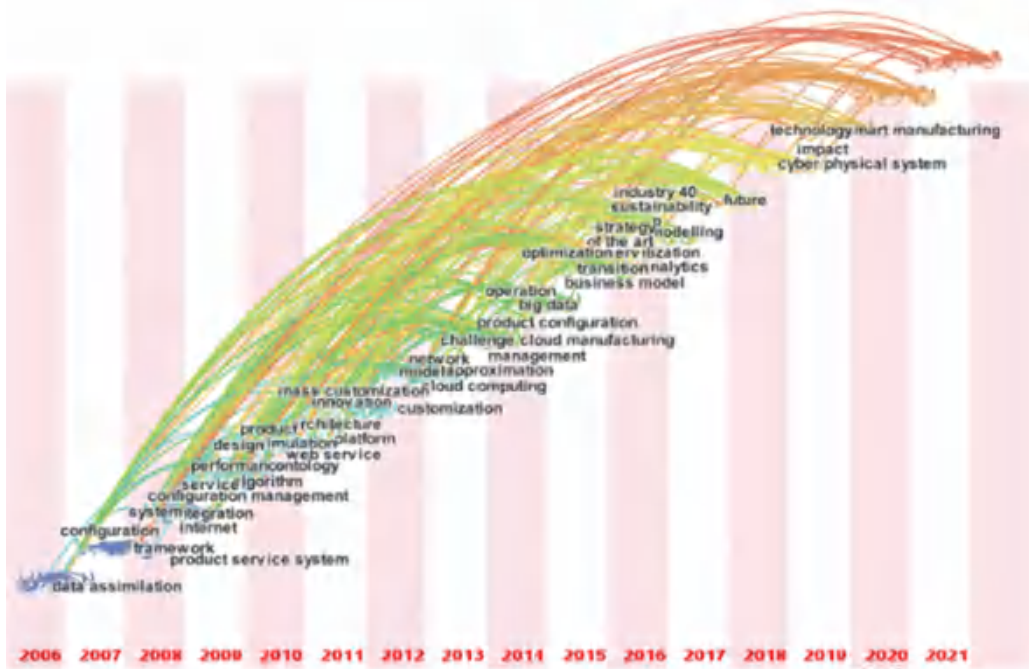


图5 产品服务系统配置研究时区图

Fig. 5 Time zone chart of product service system configuration

产品服务系统配置正在与智能制造深度融合,借助于智能制造对于产品和服务的监测,使得客户能够实时掌握产品状态并参与到产品服务系统全生命周期的交互配置过程中,提升客户满意度。智能化的产品、服务和资源信息共享,便于企业采集消费者的数据并加以处理,深度融合产品和服务,构建更加完备的产品服务系统配置模型。产品服务系统涉及到了从生产、研发、制造到售出、使用、回收等全生命周期过程,客户参与程度越高,所提供的产品服务系统配置方案就越满意;客户越早参与到配置过程中,产品的定制化程度就会越高,越能够提升客户满意度;客户介入越晚,在配置过程中就会较多的采用通用型零部件,定制化程度相应的会越低,客户满意度就越差。产品服务系统配置融合到智能制造中,有助于提升客户满意度,提高企业效益,将传统的生产模式转向到基于大规模定制的产品服务系统配置方向。

4 结束语

产品服务系统配置作为一种新的制造模式,理论研究已形成了较为完备的体系。近几年的发文量越来越多,整体趋势非常乐观;其研究是与时代同步的,智能制造、商业模式、方案优化等关键词成为近

年来的研究热点。上海交通大学和西安交通大学是产品服务系统配置研究贡献最多的研究机构;从研究时区图来看,产品服务系统配置研究的演化路径是以数据相似、配置网络、框架等关键词发展为智能制造下的特殊分支,以本体、大数据、可持续发展、个性化定制为主的智能制造理论,实现全生命周期的产品服务系统配置。

本文认为产品服务系统配置,还需要加强以下两个方面的研究:

(1)产品服务系统配置理论的创新研究。虽然全球对于产品服务系统配置的研究已经取得较大发展,相关的落地实践也在如火如荼地开展,但缺乏一个相对完善与统一的理论体系。

(2)对产品服务系统配置的评价方法及客户需求的获取与处理的研究。目前在对产品服务系统配置方案评价过程中,定性研究和定量研究是最常见的研究方法,但在多种方法融合的研究成果方面相对欠缺,这是未来对产品服务系统配置研究过程需要突破的瓶颈。

参考文献

- [1] MONT O K. Clarifying the concept of product-service system[J]. Journal of cleaner production, 2002, 10(3): 237-245.

(下转第72页)