

·专辑:人工智能与图书馆·

图书馆未来的技术应用与发展*

——基于近五年 Gartner《十大战略技术趋势》及相关报告的对比分析

李晨晖¹ 张兴旺² 秦晓珠²

(1.桂林理工大学现代教育技术中心 广西桂林 541004)

(2.桂林理工大学图书馆 广西桂林 541004)

摘要:文章通过对近五年 Gartner 发布的《十大战略技术趋势》中的战略技术趋势和特点进行对比分析,并结合图书馆领域的重要技术趋势报告,提出了图书馆未来 5-10 年内技术变革与发展的十大战略技术,并分别对相关战略技术在图书馆的应用进行了分析,探讨了图书馆技术发展的主要趋势与研究方向。研究认为:人工智能、虚拟和增强现实、数字孪生、对话系统、区块链等十大战略技术将会成为图书馆未来技术应用与发展的主要方向;数字孪生技术在数字人文、文化遗产数字化等领域有较大的理论与应用研究价值。

关键词:Gartner;战略技术;数字孪生;人工智能;虚拟现实;数字人文

中图分类号:TP18;G250.7

文献标识码:A

DOI:10.11968/tsyqb.1003-6938.2017111

The Future Technology Application and Development of the Library from the Ten Major Strategic Technological Trends

Abstract Based on comparison and analysis of the ten strategic technology trends published by Gartner in past five years, ten key technologies that will cause technological change and development in the field of library were chosen and their application in library were analyzed. It is believed that artificial intelligence, virtual and augmented reality, block chain, and twin digital dialogue system will become the main direction of future library technology transformation and development of the digital technology. Digital twin is valuable in the theory and application research in the digital humanities and cultural heritage digitization.

Key words Gartner; strategic technology; digital twin; artificial intelligence; virtual reality; digital humanities

1 引言

近年来,信息技术的飞速发展不仅改变了人们的生活与工作方式,也极大地改变了其知识获取方式与知识服务需求。各类信息技术正逐渐渗透进图书馆建设与服务中,这对图书馆资源建设、管理与服务产生巨大影响。未来 5-10 年哪些重要信息技术可以帮助图书馆在数字经济、大数据时代生存并蓬勃发展?哪些新兴信息技术能成为未来 5 年科技领域、图书馆领域最引人瞩目的技术焦点。全球最大的 IT

研究与咨询服务公司 Gartner 发布的《2017 年十大战略技术趋势》(Top 10 Strategic Technology Trends for 2017,以下简称为 2017 年《报告》)^[1]、《2017 年新兴科技技术成熟度曲线》(Hype Cycle for Emerging Technologies 2017,以下简称为 2017 年《曲线》)^[2]对这些问题进行了有效分析与解答。自 2007 年始,《报告》与《曲线》已连续发布十年,获得国内外信息科学、科技创新领域的广泛认同,为图书馆领域制定技术应用与发展战略提供了重要参考,也使其成为相应技术变革、管理创新与服务拓展的战略制高点。

* 本文系教育部人文社会科学研究青年基金“基于大数据的数字图书馆移动视觉搜索机制及其应用模式研究”(项目编号:15YJC870012)与教育部人文社会科学研究规划基金“桂滇黔地区汉传佛教文化遗产数字化建设及其移动视觉搜索系统研究”(项目编号:17YJA870014)研究成果之一。

收稿日期:2017-12-06;责任编辑:魏志鹏

2009年《报告》提出的云计算、虚拟化等技术一直都是数字图书馆领域的热点课题,一度引发国内图情领域人文情怀、技术创新的“派别之争”,成就了学术论辩的一段佳话;2010年提出的社交计算、交流、协作与分析等技术极大地推动了图情领域关于社交网络相关理论、技术与应用研究,并掀起关于社交网络、社交舆情分析与社交行为等研究热潮;2012年提出的物联网、大数据、移动应用;2014年提出的3D打印与智能机器;2015年提出的情境系统与泛在分析;2016年提出的深度学习与机器学习等技术均有效开拓了图书馆智慧管理、知识服务、数据科学的理论范畴与技术视野。鉴于此,本文希望通过对近五年《报告》与《曲线》的分析与解读,探讨图书馆未来的技术应用与发展,为国内相关研究提供参考。

2 近五年的《报告》与《曲线》战略技术趋势对比分析

本研究对2013—2017年间Gartner发布的《报告》与《曲线》进行了对比(见表1),拟从信息技术角度对技术发展趋势进行跟踪分析,并重点以2017年《报告》与《曲线》为研究对象,探讨图书馆未来5-10年具有较大技术发展潜力,可能付诸实践,并能被图情领域广泛接受和利用的战略技术。

从过去十年《报告》与《曲线》所呈现的内容对比

来看,《报告》所提到的各类战略技术都在被提出后5-10年内帮助各相关领域、行业与企业的生存与发展起到了一定的积极作用。另外,《报告》所列举的战略技术趋势每年都进行了动态调整,整体呈现出了逐步完善、动态融合、全面发展与生产成熟的态势。具体来说,近五年的《报告》与《曲线》战略技术趋势呈现出以下五个特点:

(1)新兴信息技术不断出现,从技术萌芽到生产成熟一般需要5-10年。《报告》与《曲线》认为战略技术趋势是指那些具有颠覆性发展潜力,已逐渐进入发展阶段,且相关理论、技术体系、应用范围与影响力正不断拓展的新兴信息技术^[1-2]。随着新兴信息技术的不断成熟发展,逐渐成为关注焦点,旧的技术慢慢从《报告》中淡出。2017年《报告》中虚拟现实、增强现实、数字孪生、区块链、对话系统等五项技术是新增内容,人工智能相关技术在前几年《报告》中有所体现,但以“人工智能”作为关键词出现在2017年《报告》中则是首次。

另外,虚拟现实、数字技术平台等两项技术正处于稳定发展期,在未来2-5年内可进入生产成熟阶段。数字孪生(正处于技术萌芽期)、增强现实(正处于泡沫破裂低谷期)、区块链(正处于期望膨胀期)、对话系统(正处于技术萌芽期)等四项技术在未来5-10年内能进入生产成熟阶段。其他诸如通用人工智能、4D打印、脑机交互、立体显示、智能微尘、量子

表1 近五年(2013-2017)十大战略性技术趋势发展变化情况^[1-6]

年份 技术趋势	2013	2014	2015	2016	2017
趋势一	移动设备大战	移动设备的多样化和 管理	无处不在的计算	终端网络	AI和高级机器学习
趋势二	移动应用和HTML5	移动应用和应用程序	物联网	环境用户体验	智能应用
趋势三	个人云	万物联网	3D打印	3D打印材料	智能对象
趋势四	物联网	混合云和IT作为服 务经纪人	无所不在却又隐于无 形的先进分析技术	万物联网信息	虚拟现实和增强现实
趋势五	混合IT和云计算	云/客户端架构	充分掌握情境的系统	高等机器学习	数字孪生
趋势六	大数据	个人云时代	智能机器	自主代理与物体	区块链和分布式分类账
趋势七	可转化为行动的分析	软件定义一切	云/用户端计算	自适应的安全架构	对话系统
趋势八	内存计算	Web-Scale IT	软件定义的应用程序 和基础架构	高级系统架构	网格应用和服务 体系架构
趋势九	集成生态系统	智能机器	网络规模IT	网络应用程序与 服务架构	数字技术平台
趋势十	企业应用商店	3D打印	基于风险的安全与自 我防卫	物联网架构及平台	自适应安全架构

计算等新兴信息技术正处于技术萌芽期,未来还需要超过10年时间才可能进入生产成熟阶段。

(2)重要战略技术具有一定的继承性与延续性。通过对近十年战略技术趋势发展过程与发展趋势内容对比来看,尽管《报告》与《曲线》技术内容每年都有一定差异,其技术本质是在不断发生变化的,整体呈现出动态变化、继承发展、延续演化等特征,具有很强的继承性和延续性。

过去五年3D打印(包括3D打印材料)、云计算(包括混合IT和云计算、个人云、个人云时代、混合云、云/用户端计算等)、物联网(包括万物网、万物网信息等)、移动应用与智能机器(包括移动设备大战、移动应用和HTML5、移动设备的多样化管理等)、人工智能(包括机器学习、深度计算、智能应用、智能对象等)等技术均获得了持续关注,除了自适应安全架构、网络应用与服务体系架构时隔两年后重新获得关注之外,虚拟现实与增强现实、数字孪生、区块链、对话系统、数字技术平台等五项技术是获得《报告》最新关注的新兴战略技术,但已被《曲线》多次提及,并且伴随其理论体系与支撑技术的不断深化与完善,才以高端前沿的战略技术形态在《报告》中呈现,并被选入2017年十大战略技术趋势。

(3)战略技术态势整体呈现出无处不在的人工智能、透明交互的沉浸式体验、无所不能的数字技术平台等三大发展趋势。一方面,大量研究表明^[7-9],人工智能将会在未来5-10年内成为信息科学、知识服务领域最具颠覆性的战略技术,它已基本拥有完善系统的理论体系、高效优化的技术算法、强大高效的计算能力、海量无限的数据量、先进高效的物理设备、智能多元的应用与服务等,这些已有软硬件条件使人工智能技术可迅速被不同行业、领域、企业和机构所驾驭,从而用于解决不同领域的新问题;另一方面,人机交互理论与技术的飞速发展,促使以人为本、情境感知、虚实交融成为现实,物理世界与虚拟空间之间逐渐建立起公开透明的关联关系。尤其是虚拟、增强与混合现实等沉浸式用户体验技术的广泛应用,使物理世界与虚拟空间之间关系关联,具有深度交互性、智能易变性、情境感知性和自主适应

性,且这种关系和特性变得越来越紧密和复杂;第三方面,新兴信息技术必然会要求提供海量数据存储能力与高效计算能力,且大量相关应用与服务,以及用于解决所有问题的数字技术平台,都能为用户提供全新的业务模式,并提供相应的技术支撑与服务。

(4)大部分战略技术能被广泛应用于图书馆管理与服务体系中。《报告》和《曲线》是从2000多种信息技术中提炼出来的集大成者,2007-2016年《报告》中大部分战略技术已被图情领域欣然接受、深入研究和广泛应用。在2017年《报告》提出的十大战略技术中,人工智能和高级机器学习、智能应用和智能物件等已在图书馆的知识服务^[10-11]、智能化建设^[12]、学科服务^[13]、智慧图书馆建设^[13-14]、信息管理^[15]等领域取得了一些成果;虚拟现实和增强现实等被用于探讨图书馆管理与服务创新模式的研究^[16-19];区块链和分布式分类账可被应用于数据智能、知识自动化^[20]、主题知识结构分析^[21]、数据共享模型^[22]、智慧学习机器人^[23]等领域;会话系统、网格应用与服务架构、自适应安全架构、数字技术平台等也分别被应用于图书馆的自动问答平台建设^[24]、古籍数据库移动应用服务^[25]、读者信息安全^[26]、知识服务平台建设^[27]等领域。数字孪生作为新兴信息技术,正处于技术萌芽期,目前国内外相关研究主要集中在智能制造、军事仿真、航空航天等领域,国内图情领域尚未开展相关研究,但其理论、技术可被广泛应用于图书馆的数字化建设、信息管理与知识服务领域,关于数字孪生问题研究此处不做过多赘叙,笔者将有其他文献对其展开系统研究。

(5)虚拟现实、增强现实、数字孪生等战略技术在图书馆中的应用还处于萌芽阶段,但它们之间有着密切的关联性,相关研究具有较强的理论价值与实践意义。随着图书馆智慧化管理与服务需求的变化,相关的技术平台和服务模式也在不断的发展与创新。从2017年《报告》内容可看出,人工智能体系、透明沉浸式体验模式与数字技术平台建设可能会成为图书馆未来5-10年技术变革与发展的主要趋势,而虚拟现实、增强现实、数字孪生等新增战略技术作为这三大趋势的关键技术,必然会对图书馆学研究、图书馆事业发展产生积极影响。

3 图书馆未来的战略技术与应用分析

3.1 图书馆未来 5-10 年内技术变革与发展的十大战略技术

为了解图书馆的未来技术应用与发展趋势,除了深入分析《报告》《曲线》中的战略技术之外,还需结合图书馆行业实际,探讨国内外图书馆领域权威技术趋势报告,同时,还需结合中国国情,了解国内战略性新兴产业、信息技术产业等行业的主要发展趋势,在总结、归纳与分析之后,再确定图书馆技术应用与发展的主要内容。主要技术应用与发展趋势报告来源如下:

(1)国际图联技术趋势分析。2013年8月,第79届 IFLA 大会推出的《国际图联趋势报告》(IFLA Trend Report)探讨了图书馆信息服务、信息技术发展的五个趋势^[28],并引发全球图情领域围绕新信息技术对图书馆影响分析、新信息技术与图书馆的交叉融合、移动技术在图书馆中的应用等 27 个议题展开了认真探讨和深入研究^[29]。

(2)国际图联最新技术趋势分析。2016年8月,美国召开的 IFLA 大会再次发布《国际图联趋势报告—2016 新进展》(IFLA Trends Report 2016 Update),进一步对图书馆信息服务、战略技术的发展趋势进行了总结、分析和共享^[30]。

(3)图书馆新媒体联盟地平线技术分析。《新媒体联盟地平线报告》(2017 图书馆版)认为人工智能、大数据、数字学术报告、图书馆服务平台、物联网、在线身份等六项信息技术将会成为图书馆未来 5 年主要技术发展趋势^[31-32]。

(4)国家“十三五”战略性新兴产业技术趋势分析。2016年11月,国务院发布的《关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》,明确提出人工智能、大数据、物联网、3D 打印、数字技术、云计算等新一代信息技术作为我国战略性新兴产业的重要组成部分,是获取未来竞争新优势、培育发展新动能的关键领域^[33]。

(5)国家“十三五”信息化建设技术趋势分析。2016年12月,国务院发布的《关于印发“十三五”国家信息化规划的通知》认为未来五年是信息技术变

革实现新突破的发轫阶段,并将信息核心技术自主创新、信息基础设施、信息共享环境、数字技术平台等作为主要发展目标,并认为量子通信、未来网络、类脑计算、人工智能、全息显示、虚拟现实、大数据认知分析、高级机器人、无人驾驶交通工具、区块链、基因编辑、智能穿戴设备等战略性前沿技术、颠覆性技术,是未来五年技术发展趋势^[34]。

(6)国家新兴信息技术趋势分析。2017年7月,国务院发布的《关于印发新一代人工智能发展规划的通知》提出要在大数据、跨媒体、群体计算、混合增强现实、虚拟现实智能、自主智能系统、高级机器学习、类脑智能计算、量子智能计算等理论体系和核心技术上实现重大进展^[35]。

根据以上重要战略技术趋势分析,结合国内图书馆实际情况,可认为图书馆未来 5-10 年内技术应用与发展将会呈现出无处不在和智慧进化的人工智能体系、透明交互和虚实交融的沉浸式体验、无所不能和嵌入协作的数字技术平台等三大发展趋势,而人工智能、虚拟和增强现实、数字孪生、对话系统、数字技术平台、区块链和分布式分类账、物联网、大数据、图书馆服务平台和在线身份、智能机器人等十大战略技术将会成为图书馆未来 5-10 年内技术应用与发展的主要内容。

3.2 主要战略技术在图书馆的应用分析

3.2.1 人工智能在图书馆中的应用分析

人工智能是由深度分析、机器学习、神经网络、自然语言处理、语义分析等一系列已有理论、技术与算法所组成。《报告》与《曲线》将其列为十大战略技术趋势之首、国务院出台了一系列相关文件、《国际图联趋势报告》将其列为四大技术趋势之一,这无不表明了人工智能将有可能在未来几年内成为图书馆领域最具潜力、颠覆性的理论与技术。图书馆与人工智能具有天然的关联性和交融性,二者的深度融合能有效提升图书馆管理与服务水平、拓展服务内涵和外延。

目前,人工智能理论与技术已逐步完善,并得到了广泛应用,产生了 Deep Blue、Tartan Racing、Watson、AlphaGo、Libratus 等智能机器人、微软 Cortana 和小冰、苹果 Siri、谷歌 Allo、Facebook Messenger、百

度 Duer 等知识问答系统。同时,人工智能还可广泛应用于搜索引擎/信息推荐、视频分析/图像分析/视觉内容识别/视觉搜索、语音识别/语音翻译/语音搜索、情境感知/情境计算/情境分析、数据挖掘/数据分析/语义分析/自然语言处理等领域,而这些理论、技术与应用都可被广泛应用于图书馆资源建设、管理与服务体系中,一旦人工智能这些理论与应用成果被图书馆所接纳、使用与推广,则必然会对图书馆发展、转型与升级产生颠覆性的变革,能使图书馆的知识管理与知识服务过程更加智慧便捷、信息检索与信息推荐更加专业精准、内容分析和知识生产更加高效有序,从而给图书馆带来革命性的技术变革与创新发展。

事实上,图书馆也一直在致力于人工智能理论、技术与应用研究。如吴建中^[36]就认为2017年是人工智能年,并提出人工智能是图书馆未来发展不可回避的技术话题;张兴旺^[37]认为人工智能会对图书馆学研究方法论的创新突破、图书馆服务模式的再造与创新发展等产生积极影响;美国康乃狄克州 Westport 图书馆^[38]、日本山梨县创造情报馆^[39]于2016年1月、11月分别引进智能机器人为读者提供智能服务等。

3.2.2 虚拟现实和增强现实在图书馆中的应用分析

虚拟现实和增强现实早已成为图情领域研究的热点问题。早在1997年,毛玉姣^[40]、于超英^[41]等就初步探讨了虚拟现实在图书馆中的应用。虚拟现实技术研究始于20世纪60年代,直至90年代才逐渐形成与发展,并被用于解决军事航空、系统仿真、工业制造、人机交互等领域的一些重大问题。发展至今,它已形成了较为科学系统的理论、技术与应用体系,并取得了一系列重大进展。虚拟现实主要用于构建三维虚拟环境,使用户能以自然的方式与三维虚拟环境中的物体进行信息、行为交互。增强现实主要是将构建的三维虚拟环境与现实物理世界进行深度匹配、融合、叠加与交互,以实现增强,并加以显示。

二者涉及到的主要科学问题是建模方法、表现技术、人机交互方法与设备等四个方面^[42],主要技术目标是达到“虚实交融”“虚中有实”“实中有虚”的效果。目前已出现了许多与之相关的典型案例,如美国

Google 的 Goggles、加拿大 SenSopia 的 MagicPlan、美国高通的 Vuforia、Metaio 与 Obeious Engine 商业引擎、维基的 Wikitude World Browser、Action Movie FX 等虚拟和增强现实应用。

图书馆一直以来也是虚拟现实和增强现实问题研究的热衷者,并在理论、技术与应用方面取得了一系列成果。付跃安^[43]根据移动虚拟现实技术特征,结合图书馆业务实际,认为虚拟现实能在提升指引服务、实现图书馆定位、提升阅读体验、开展信息推送、促进馆藏资源开发利用等五个方面加以应用;苏冬华^[44]认为虚拟现实在图书馆中可承担起体验设施运营、基础服务改造、创新思维培养等角色,并会对图书馆信息管理与检索、阅读与导读、服务导航与游览、参考咨询与个性化等服务模式产生积极影响。王文韬等^[45]认为虚拟现实在图书馆中的应用主要体现在虚拟图书馆构建、馆藏资源展示、新型数据库资源建设、虚拟教学、智慧图书馆建设、信息与用户服务创新等方面。由于虚拟现实和增强现实理论与技术越来越成熟,图书馆也产生了很多有价值的创新性工具。如迈阿密大学图书馆研发的实景增强工具 ShelvAR,能帮助馆员对书架图书进行有效管理,提高用户文献查找和检索效率^[46];北卡罗莱纳州立大学图书馆研发的 Wolfwalk App,能提供基于位置感知的校园历史与文化信息感知功能,帮助用户了解校园和图书馆内的空间布局^[47];惠普 Autonomy 研发的 Aurasma,能帮助用户通过智能手机识别真实世界或物体,在其上覆盖动画、三维模型、文本、图像和音视频等信息,为用户提供多元化、立体化的信息展示与视听觉体验^[48]。

3.2.3 数字孪生在图书馆中的应用分析

数字孪生(Digital Twin)理念与技术最早可追溯至1969年美国NASA阿波罗登月计划^[49],在该计划中构建了两个相同的空间飞行器,其中一个留在地球上用于模拟正在太空中执行任务的飞行器的运行状态与所遇到突发状况,称之为孪生体(Twins)。关于数字孪生概念最早出现于2003年,由美国密歇根大学 Michael Grieves 教授提出,该概念提出后经历过“与物理产品等价的虚拟数字化表达(2003年)→镜像空间模型(2003-2005年)→信息镜像模型

(2006–2010 年)→数字孪生体(2011–2014 年)”等一系列概念描述变化^[50],最终于 2014 年引入“Digital Twin”这一正式理论与技术体系,并迅速被美国国防部、NASA、西门子、PTC、达索公司等接受和推广^[51]。

数字孪生与虚拟现实、增强现实之间有着较为密切的理论、技术与应用交叉性,并被认为是用于实现物理世界与信息空间智能互联和交互融合的一种有效途径。如赵沁平^[52]提出了当前虚拟现实技术发展的十个科学问题,认为现实世界中的每一类对象均可以构建数字孪生,它是虚拟、增强和混合现实的基础;陶飞等^[53]从物理、模型、数据和服务融合等四个方面,系统研究了数字孪生与物理世界、信息空间深度融合的理论与技术体系,并从工业实践角度探讨了其可行性与可操作性;于勇等^[54]研究了数字孪生在智慧制造领域的理论与技术问题,并对三维数字模型产品构型管理中的数字孪生构建技术方案进行了深入分析;陶飞等^[55]提出数字孪生车间概念,研究了对应的系统构建、运行机制等,分析了其特点、内涵与关键技术等,并探讨了相应的物理世界与信息空间交互、融合和协作的理论与实现方法。

数字孪生作为一种新兴和前沿课题,已引起了国内外相关领域工业界和学术界的密切关注,目前主要被应用于航空航天、工业制造、虚拟现实/增强现实等领域,由于其理论与技术体系是在 2015 年之后才逐步完善,在图情领域还属于前瞻性研究课题,故还没有被图书馆广泛接纳和应用。(1)在工业制造领域中,它主要通过搭建工业产品的数字孪生模型,来模拟其在现实物理环境下的状态与行为,从而实现对工业产品生产规划、产业设计、生产执行到制造过程等全生命周期的数字化管理与服务,如西门子曾经采用数字孪生技术,为奥巴马制造过一副个性化定制高尔夫球杆(在虚拟环境中测试,使球杆上市时间缩短了 230%)、为意大利玛莎拉蒂生产了新一代 Ghibli 跑车(缩短新车型 30%研发设计时间,上市时间缩短了 16 个月,产量却提升 300%)等;(2)在航空航天领域,美国政府自阿波罗计划开始就着力打造数字孪生计划,自 2011 年美国空军研究实验室开始数字孪生研究计划,计划解决未来飞行设施维护与管理、故障与寿命预测等问题,并于 2013 年与美

国多家企业展开大规模合作;(3)在图情领域,数字孪生理论与技术在数字人文、文化遗产数字化、虚拟图书馆、虚拟博物馆与三维数字化模型等领域具有巨大的应用价值与实践意义。

3.2.4 对话系统在图书馆中的应用分析

对话系统于 2017 年首次进入《报告》之中,是近年来图情领域的研究热点问题之一。该理论源于 1950 年图灵发表的《Computing Machinery and Intelligence》一文中提出的“计算机与人对话之问”^[56];具体应用则始于 1966 年出现了人类历史上第一个人机对话系统 Eliza;1972 年斯坦福大学的 Kenneth Colbt 研发了 PARRY 用于精神分裂症患者与心理治疗师之间的心理咨询服务;1988 年 UC 对话机器人出现,用于帮助用户学习 UNIX 操作系统;1999 年出现了用于查询英国电话黄页的对话系统 YAP;1978 年 Michael Mauldin 首次研发了 PET 聊天机器人,随后创造了著名的虚拟任务 Conversive 和两个全球知名的动画、语音聊天机器人 Sylvie (1994) 和 Julia (1997);2004 年 CSIEC、Sofia 等出现分别用于帮助教师与学生之间构建外语学习、数学教学的自主学习桥梁^[57]。目前,有大量比较流行的对话系统,被广泛应用于人类生活、学习和工作环境中,如微软 Cortana 和小冰、苹果 Siri、谷歌 Allo、Facebook Messenger、京东 JIMI 和百度 Duer 等。

目前,对话系统可广泛应用于教育、政务、银行、酒店、餐饮、医疗、家庭陪护、旅游等行业、领域的多元化语义解析与知识问答对话,在对话过程中可通过文字、图像、音频或视频等数据类型作为信息交互、传递与交流方法,来实现多角色交替切换,达到获取信息、表达观点或抒发情绪的目的。对话内容与形式具有较强的连贯性、关联性和逻辑性。具体构建主要分为五个模块:内容(包括文本、图像、音视频等)识别模块主要将原始内容信息转换成文本信息;自然语言分析模块将识别到的文本信息转换成系统可自主识别的语义理解信息;对话管理模块将根据语义理解结果来判断接下来采取怎样的行为和动作来应对需求;自然语言生成模块将对话系统行为和动作转换成自然语言文本信息;内容合成模块将对话反应结果转换成用户可识别的内容信息,直接反馈给用户。

图书馆在对话系统领域的理论与实践研究方面也取得了大量成果,尤其是社交问答、知识问答、问答机器人等方面,成果尤为丰富。王晓等^[59]认为社交问答网站(SQA)是图书馆隐性知识转移的重要和全新渠道;刘宝瑞等^[60]将深度问答系统技术引入图书馆,设计了相应的数字参考咨询问答系统;赵宇翔^[61]对知识问答类 SNS 用户使用意愿进行了探讨,分析了影响用户持续使用知识问答系统的主要影响因素;李雪婷等^[62]设计了图书馆微信平台自动问答机器人来实现虚拟参考咨询;欧石燕等^[63]提出了一种面向图书馆关联数据的自动问答方法。随着对话系统理论、技术与应用研究的不断发展,其在图书馆中的应用必然会更加丰富,用户与图书馆之间的交互、融合、协作将会更加频繁。

3.2.5 区块链和分布式分类账在图书馆中的应用分析

区块链作为 21 世纪数字经济时代人机物融合的信息虚拟空间中最重要的价值交换交易标准,是一种分布式分类账,已引起了政府和社会的广泛关注,尤其是作为比特币的底层核心技术,它已受到教育、文化、互联网、物联网、银行、证券、保险、能源和电力等诸多行业、部门、领域的密切关注与重视,为人类改变物联网行业、经济运营与运行模式带来了“春天”。尽管目前关注点仅仅是围绕在经济、金融服务领域,但它在知识产权管理、图书与音乐发行、在线身份验证、物品(包括图书、音乐等实体物品)所有权登记和供应链等领域有着广泛的应用前景。

毫无疑问,人类所处的未来社会将是一个人机物深度融合的数字社会,在信息虚拟空间中蕴含着比现实物理空间更为丰富的知识宝藏和发展机会。图书馆尤其是数字图书馆正处于这一风暴之中,目前我们数字资源建设、管理与服务过程中所面临的许多问题可能都会因为区块链理论、技术与应用的研究迎刃而解。未来,图书、文献、音视频等数字资源的授权合同、专利、知识产权、版权等一切基于信任、授权和管理的行为都不需要通过第三、四或多方谈判,而是基于区块链技术所构建的在线身份验证、授权登记验证体系来迅速判断是否合乎规则;用户、图书馆与信息资源之间的信息交互环境成为值得信任、信赖的信息虚拟空间;区块链技术所构建的数字

图书馆使得图书馆、用户、信息资源之间关联关系更加生活化、生动化和人性化;图书馆可以自主接受用户所提交的任何信息服务需求、用户可以自主获取任何有价值的信息……,这样的图书馆或许真的有可能成为博尔赫斯先生所说的“天堂应该是图书馆的样子”。

但区块链技术的发展仍面临着许多问题,尽管《报告》已将其列入十大战略技术趋势,2017 年《曲线》认为它将会在未来 5-10 年获得较大进步与发展,但在致力于研究其技术发展内在客观规律和相应应用基础研究的同时,如何取得网络空间自由与安全秩序之间的平衡、学术模式与工业模式如何兼容、网络空间发展与治理模式如何平衡等问题仍然是区块链技术发展亟待解决的关键问题。

3.2.6 其他技术在图书馆中的应用分析

关于物联网、大数据、云计算等信息技术在图书馆中的应用研究,已有很多成果分别从理论、技术与应用等方面对其展开了大量研究,此处不再赘叙。

《新媒体联盟地平线报告》等认为未来 2-5 年内图书馆服务平台(Library Services Platforms, LSP)和在线身份(Online Identity)将会在图书馆中得到广泛应用^[30-32]。LSP 具有传统图书馆信息管理系统(ILS)所不具备的多种优势,它是以云计算 SaaS、PaaS 和 IaaS 理念为基础,通过互联网提供图书馆软硬件资源的建设、管理、维护与服务。国内外很多高校图书馆都在逐步尝试向 LSP 升级转型。如威尼斯大学圣三一学院、北京师范大学等图书馆已升级至 Ex Libris 的 Alma 和 Primo 平台;荷兰奈梅亨大学图书馆已采用 OCLC WMS 平台;英国利兹大学图书馆采用 Sierra LSP 服务平台^[32]。在线身份是互联网发展科学化与网络行为规范化的重要标准。图书馆可以通过互联网在线身份审核、验证用户身份和行为,获取其社交关系、观点、兴趣与爱好,也可帮助用户构建、管理与维护其在线身份,目前国内外已有许多大学图书馆在开展此类研究,如澳大利亚昆士兰科技大学、美国德州 A&M 大学和佛罗里达州立大学等图书馆。

前面提到数字技术平台是图书馆未来发展三大趋势之一。图书馆技术体系发展必然需要大量核心数据、先进存储计算能力,以及智慧泛在的知识服务

生态系统架构,数字技术平台正是为此而生。它为离散式的传统基础技术架构向智慧泛在的知识服务生态系统架构转型,为用户与虚拟知识服务空间之间搭建桥梁奠定了技术基础。根据《报告》和《曲线》来看,它正沿着技术成熟度曲线迅速移动,其业务构成大致可分为信息管理、沉浸式体验、数据分析与智能化处理、智慧感知与物联、业务生态系统等五大模块。

4 图书馆未来的技术应用发展趋势及研究方向

4.1 主要技术发展趋势

4.1.1 战略技术体系是未来5-10年图书馆技术发展的主要趋势

过去十年中,图书馆已迎接了虚拟化技术、移动互联网、社交网络、云计算、大数据、物联网等战略技术信息浪潮一波接一波的冲击,信息技术也在图书馆理论、技术与应用研究过程中不断绽放出旺盛的生命力和竞争力,主导着过去十年图书馆的技术应用与发展。未来5-10年,新兴战略技术趋势也必然会持续发挥作用。

战略技术趋势将继续引领图书馆的技术应用与发展方向。根据 McKinsey 公司 2016 年发布的信息技术预测,未来十年人工智能、大数据和物联网等信息产业可能会产生 6-15 万亿美元的经济效益。人工智能、虚拟现实、增强现实与区块链等信息技术潜力尚未完全发掘,而数字孪生、量子计算等信息技术还处于孕育状态,战略技术在未来 10 年甚至更长时期内仍是主角。图书馆的技术应用与发展依赖于信息产业、信息技术的发展,其发展遵循战略技术趋势发展的客观规律。

图书馆的技术应用与发展会从深度和广度两个维度来展开。(1)从深度上来分析,过去支撑图书馆的技术应用与发展的关键性信息技术是互联网、数字图书馆、移动互联网、云计算、大数据与物联网等。人工智能、数字孪生、虚拟和增强现实等尽管具有较大发展前景,但在过去几年里还没有成为图书馆的支撑性基础技术,而从基础理论到产生重大影响的支撑技术一般需要 2-10 年;(2)从广度上来分析,数字图书馆、移动图书馆、云计算和大数据等关键性技术是经过较长时间的技术应用和发展,才开始逐

渐产生巨大的经济效益。目前十大战略技术趋势在未来 2-10 年内会遵循 S 曲线全生命周期发展规律,在此期间图书馆的技术应用与发展仍将会以螺旋式上升渗透为主要特征。

对于图书馆而言,现在图书馆技术应用与发展仅相当于第二次工业革命的“电气时代”,战略技术趋势在图书馆中的全面应用还有很长的路要走。

4.1.2 人机物深度融合的智能技术是未来 2-10 年图书馆技术发展的主要趋势

目前几乎所有技术预测报告和技术趋势分析中,都认为人机物深度融合是未来信息技术的最主要发展方向,与之相匹配的人机物三元智能计算是技术应用与发展的主导性技术,图书馆也不例外。它的主要技术特征是万物智能互联互通,将人工智能、数字孪生、虚拟和增强现实等技术从传统信息空间或物理世界的一元计算模式延伸到人类社会(人 \longleftrightarrow 用户)、虚拟信息空间(机 \longleftrightarrow 互联网)、现实物理世界(物 \longleftrightarrow 图书馆)的三元世界,从而形成人机物三元智能计算。

人机物深度融合的智能技术能扩大图书馆的技术应用与发展动能,加快服务创新步伐。过去二十年,信息技术是图书馆管理与服务创新的重要驱动力,创造了数字图书馆、移动和微信图书馆、社交媒体等技术革新形式、资源建设模式,以及与之对应的服务创新模式,让用户可以共建共享共用人机物深度融合环境所提供的软硬件设施资源、信息资源和网络服务资源。未来 2-10 年,与信息技术飞速发展相匹配的智能软硬件设备、芯片、系统、环境和模式也将进入全新发展阶段,使得图书馆未来的技术应用与发展能延续和增强信息技术发展动能,并在软硬件核心技术、数字技术平台等方面弥补其发展短板,进而加快其服务创新发展步伐。

4.2 主要研究方向

需指出的是,历年《报告》中所提出的十大战略技术趋势彼此之间不是独立存在的,而是相互支撑、相互依存、相互促进,具有较强的延续性和继承性。图书馆技术应用与发展体系需有效整合移动互联网、云计算、大数据和物联网等现有技术,大力发展人工智能、数字孪生、虚拟和增强现实等新兴技术。

基于此,本文总结了图书馆未来的技术应用与发展的一些研究方向,以供研究者借鉴参考。

(1)图书馆人工智能软硬件体系的基础研究。人工智能作为图书馆未来最具创新性、颠覆性和前瞻性的战略技术,它除了理论与技术体系(包括深度学习、神经网络和自然语言处理等)、应用与实践体系(包括对话系统、信息智能推荐系统、虚拟个人助理和智能知识服务顾问等)、核心业务体系(包括智慧知识服务、大数据智能理解、学习、预测、分析与决策体系等)等之外,还包括智能化物理设施(包括智能机器人、智能服务空间、智能无人机、自动驾驶汽车、神经形态硬件等)。目前图书馆在人工智能体系的基础研究方面还比较少,特别是针对宏观和中观层面的基础研究更加匮乏,因此构建包括理论、技术、应用与设施等软硬件在内的一套科学、完整和系统的图书馆人工智能软硬件体系,就显得非常有必要。

(2)透明交互的图书馆沉浸式体验模式的应用研究。虚拟/增强/混合现实、人工智能、大数据、人机交互等理论与技术的迅速发展,使图书馆沉浸式用户体验技术成为现实。透明交互的沉浸式体验模式能改变图书馆、信息资源与用户之间的交互、融合与关联方式,会在其知识服务、知识消费与知识管理过程中构建起公开透明、虚实交融、情境感知的场景,并能将对应的知识全生命周期管理与服务过程变得智慧化、情境化和透明化。

(3)数字孪生在图情领域的理论与应用研究。数字孪生具有一套完整的理论、技术与应用体系,在工业、军事和航空航天等尖端科技领域得到了初步应用,尽管《报告》与《曲线》认为它仍处于技术萌芽阶段,在图情、信息管理等领域尚未被广泛研究和应用,但根据其理论与技术特征、现有典型案例的研发与应用情况来看,它在数字人文、文化遗产数字化、

图书馆虚拟/增强/混合现实环境建设等领域具有巨大的理论研究价值与应用实践意义,是值得图情领域研究者密切关注与研究的重点。

(4)区块链与在线身份在图书馆中的应用研究。本文分别对区块链、在线身份进行过分析,且简单描述了二者之间的关联关系,并简要描绘了它们在图书馆中的应用场景。但区块链作为一种信息技术以及比特币底层技术的核心,它的应用绝对不仅仅局限于经济、金融领域,其核心理论、技术具有极强的普适性,而图情界研究者并不需要对其核心技术、算法进行过于深入的研究,但却有必要了解其理论、技术与应用体系,深入掌握其应用、服务与构建模式,并采用对应的技术、理念、方法和模式,用来解决图书馆未来的技术应用与服务创新所面临的各类理念与技术问题。

5 结语

《报告》与《曲线》公布的十大战略技术趋势体现的是对信息科学、科技创新领域未来技术发展的展望与预测。图书馆历来都与信息科学、科技创新领域保持着密切联系,也是各类信息技术的响应者、倡导者与实践者。以十大战略技术趋势为引导,结合图书馆实际情况,来探讨图书馆未来的技术变革与发展,也充分阐释了图书馆学研究的解放思想、与时俱进和实事求是的学科特征,体现了图书馆人敢于创新、勇于创新的行业特征,有助于提升事业核心竞争力、激发其生命力,培养其创造力。目前,国内外大部分图书馆都处于转型升级的关键阶段,各类图书馆如何结合其实际情况,把握战略技术飞速发展的大好机遇,制定并实施其未来5-10年发展的战略技术规划,促进图书馆资源建设、管理与服务模式的升级转型,就成为值得关注的重点课题。

参考文献:

- [1] Gartner. Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017 [EB/OL]. [2017-09-25]. <http://www.gartner.com/smarter-with-gartner/gartners-top-10-technology-trends-2017>.
- [2] Gartner. 2017 Hype Cycles Highlight Enterprise and Ecosystem Digital Disruptions [EB/OL]. [2017-09-26]. <http://www.gartner.com/technology/research/hype-cycles/>.
- [3] Gartner. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2016 [EB/OL]. [2017-09-27]. <http://www.gartner.com/>

- newsroom/id/3143521.
- [4] Gartner.Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2015[EB/OL].[2017-09-27].<http://www.gartner.com/smarter-with-gartner/gartners-top-10-strategic-technology-trends-for-2015/>.
- [5] Gartner.Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2014[EB/OL].[2017-09-27].<http://www.gartner.com/newsroom/id/2603623>.
- [6] Gartner.Gartner: Top 10 Strategic Technology Trends For 2013[EB/OL].[2017-09-27].<https://www.forbes.com/sites/eric-savitz/2012/10/23/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2013/#30dc3308b761>.
- [7] 蔡曙山,薛小迪.人工智能与人类智能——从认知科学五个层级的理论看人机大战[J].北京大学学报(哲学社会科学版),2016,53(4):145-154.
- [8] 李国杰.人工智能路漫漫[J].中国计算机学会通讯,2015,11(12):7.
- [9] 朱巍,陈慧慧,田思媛,等.人工智能:从科学梦到新蓝海——人工智能产业发展分析及对策[J].科技进步与对策,2016,33(21):66-70.
- [10] 唐晓波,李新星.基于人工智能的知识服务研究[J].图书馆学研究,2017(13):26-31.
- [11] 张兴旺.从 AlphaGo 看人工智能给图书馆带来的影响与应用[J].图书与情报,2017(3):43-50.
- [12] 陆婷婷.从智慧图书馆到智能图书馆:人工智能时代图书馆发展的转向[J].图书与情报,2017(3):98-101,140.
- [13] 张洁,袁辉.智慧图书馆系统支撑下的学科服务实践[J].图书馆论坛,2017,37(7):27-32.
- [14] 姚国章,余星,项惠惠.智慧图书馆的总体设计与应用系统建设研究[J].南京邮电大学学报(自然科学版),2016,36(2):18-28.
- [15] 凌征强,黄辉.基于智能家居的智慧图书馆数据层建设[J].图书馆论坛,2016,36(6):114-120.
- [16] 张媛.图书馆虚拟现实技术应用研究演进的可视化分析[J].国家图书馆学刊,2017,26(4):64-74.
- [17] 付跃安.移动增强现实(AR)技术在图书馆中应用前景分析[J].中国图书馆学报,2013,39(3):34-39.
- [18] 廖宇峰.增强现实(AR)技术在图书馆中的应用研究[J].情报资料工作,2017(1):62-66.
- [19] 王文韬,谢阳群,李力.虚拟现实技术在图书馆中的应用前景分析[J].图书馆,2016(5):10-14,20.
- [20] 袁勇,周涛,周傲英,等.区块链技术:从数据智能到知识自动化[J/OL].[2017-09-28].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2109.TP.20170821.2242.027.html>.
- [21] 李牧南.区块链和比特币相关主题的知识结构分析:共被引和耦合聚类分析视角[J/OL].[2017-09-28].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2109.TP.20170821.2241.018.html>.DOI:10.16383/j.aas.2017.c160648.
- [22] 薛腾飞,傅群超,王枫,等.基于区块链的医疗数据共享模型研究[J/OL].[2017-09-28].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2109.TP.20170821.2241.019.html>.DOI:10.16383/j.aas.2017.c160661.
- [23] 方海光,仝赛赛,杜婧敏,等.基于区块链技术的智慧学习机器人设计研究——面向大规模学习服务系统的智慧学习机器人[J].远程教育杂志,2017,35(4):42-48.
- [24] 欧石燕,唐振贵.面向图书馆关联数据的自动问答技术研究[J].中国图书馆学报,2015,41(6):44-60.
- [25] 杨思洛,冯雅.古籍数据库移动应用服务现状与发展策略研究[J].知识管理论坛,2017,2(4):318-327.
- [26] 张娟,李仪.云计算下图书馆读者个人信息的安全风险及应对[J].情报理论与实践,2017,40(5):39-43,49.
- [27] 邵锐,付先华.面向科研的学科知识服务探索与实践——基于武汉理工大学图书馆学科知识平台实证研究[J].情报理论与实践,2016,39(2):89-92,123.
- [28] IFLA.国际图联趋势报告[EB/OL].[2017-09-29].<http://www.ifla.org/node/7942>.
- [29] 邢奕.《国际图联趋势报告—2016 新进展》视角下的高校图书馆发展展望[J].图书馆建设,2017(6):31-36.
- [30] IFLA.国际图联趋势报告—2016 新进展[EB/OL].[2017-09-29].<http://trends.ifla.org/files/trends/assets/trendreport-2016-update-zh.pdf>.
- [31] NMC.NMC Horizon report:2017 Library edition [EB/OL].[2017-09-29].<http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-library-EN.pdf>.
- [32] 徐路.新技术支撑面向未来的图书馆变革——基于《新媒体联盟地平线报告:2017 图书馆版》的分析与启示[J].图书情

- 报知识,2017(5):40-48.
- [33] 国务院.国务院关于印发“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知[EB/OL].[2017-09-29].http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/19/content_5150090.htm.
- [34] 国务院.国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知[EB/OL].[2017-09-29].http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/27/content_5153411.htm.
- [35] 国务院.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].[2017-09-29].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [36] 吴建中.再议图书馆发展的十个热门话题[J].中国图书馆学报,2017,43(4):4-17.
- [37] 张兴旺.从 AlphaGo 看人工智能给图书馆带来的影响与应用[J].图书与情报,2017(3):43-50.
- [38] Westport Library.Robotics at the library[EB/OL].[2017-09-30].<http://Westportlibrary.org/about/news/robotics-library>.
- [39] 丸山高弘.ロボット図書館職員 Pepperから見えてくる未来の図書館[EB/OL].[2017-09-30].<http://current.ndl.go.jp/e1856>.
- [40] 毛玉姣,王梅,陈远.虚拟现实技术及其应用[J].图书情报知识,1997(4):26-29.
- [41] 于超英.虚拟现实技术与现代文献阅览室[J].大学图书馆学报,1997,15(4):43-44.
- [42] 周忠,周颐,肖江剑.虚拟现实增强技术综述[J].中国科学:信息科学,2015,45(2):157-180.
- [43] 付跃安.移动增强现实(AR)技术在图书馆中应用前景分析[J].中国图书馆学报,2013,39(3):34-39.
- [44] 苏冬华.基于虚拟现实(VR)应用的图书馆角色定位与创新服务研究[J].图书与情报,2017(2):72-75.
- [45] 王文韬,谢阳群,李力.虚拟现实技术在图书馆中的应用前景分析[J].图书馆,2016(5):10-14,20.
- [46] Shelvar.ShelvAR discontinued[EB/OL].[2017-09-30].<http://www.shelvar.com>.
- [47] NCSU Libraries.WolfWalk[EB/OL].[2017-09-30].<http://www.lib.ncsu.edu/wolfwalk>.
- [48] Aurasma.Aurasma[EB/OL].[2017-09-30].<https://www.aurasma.com>.
- [49] Rosen R,Von Wichert G,Lo G,et al.About the Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future Manufacturing[J].IFAC-Papers on Line,2015,48(3):567-572.
- [50] 庄存波,刘检华,熊辉,等.产品数字孪生体的内涵、体系结构及其发展趋势[J].计算机集成制造系统,2017,23(4):753-768.
- [51] 数控机床市场.智能制造:完整理解数字孪生(Digital Twin)[EB/OL].[2017-10-04].<http://www.skjcs.com/buyknows/546.html>.
- [52] 赵沁平.虚拟现实中的10个科学技术问题[J].中国科学:信息科学,2017,47(6):800-803.
- [53] 陶飞,程颖,程江峰,等.数字孪生车间信息物理融合理论与技术[J].计算机集成制造系统,2017,23(8):1603-1611.
- [54] 于勇,范胜廷,彭关伟,等.数字孪生模型在产品构型管理中应用探讨[J].航空制造技术,2017(7):41-45.
- [55] 陶飞,张萌,程江峰,等.数字孪生车间——一种未来车间运行新模式[J].计算机集成制造系统,2017,23(1):1-9.
- [56] Turing A M.Computing Machinery and Intelligence[J].Mind, 1950(59):433-460.
- [57] 张伟男,张杨子,刘挺.对话系统评价方法综述[J].中国科学:信息科学,2017,47(8):953-966.
- [58] 贾熹滨,李让,胡长建,等.智能对话系统研究综述[J].北京工业大学学报,2017,43(9):1344-1356.
- [59] 王晓,徐萌.社交问答网站(SQA):图书馆隐性知识转移新渠道[J].图书馆,2017(6):107-111.
- [60] 刘宝瑞,郭宏娇.基于 Deep QA 的图书馆数字参考咨询问答系统研究[J].情报科学,2017,35(4):103-108.
- [61] 李雪婷,李莘.图书馆微信平台自动问答机器人语言体系研究[J].现代情报,2016,36(10):99-101,122.
- [62] 赵宇翔.知识问答类 SNS 中用户持续使用意愿影响因素的实证研究[J].图书馆杂志,2016,35(9):25-37.
- [63] 欧石燕,唐振贵.面向图书馆关联数据的自动问答技术研究[J].中国图书馆学报,2015,41(6):44-60.

作者简介:李晨晖(1984-),女,桂林理工大学现代教育技术中心讲师,研究方向:知识服务;张兴旺(1982-),男,桂林理工大学图书馆副研究馆员,研究方向:数字图书馆;秦晓珠(1963-),女,桂林理工大学图书馆副研究馆员,研究方向:信息服务。