

# 基于图书馆 Wi-Fi 网络的智能应用研究

张 强

(天津图书馆, 天津 300201)

**摘 要:** [目的 / 意义] 图书馆行业经过近 20 年探索, 在 Wi-Fi 技术应用领域起到了积极的示范引领作用, 但仍有不少图书馆存在着重建设轻应用的现象, 笔者通过分析 Wi-Fi 技术的成功应用案例, 期望图书馆能够重视并加强对该技术的深入研究和开发工作。[方法 / 过程] 阐述 Wi-Fi 在图书馆行业的应用背景以证明其高可用性, 探讨 Wi-Fi 网络架构和管理经验, 通过收集、整理、展示和分析 Wi-Fi 在图书馆的典型应用案例, 论证该技术在创新图书馆服务模式和完善智慧管理体系方面带来的成效和意义。[结果 / 结论] 根据 Wi-Fi 的技术特点, 并结合其在图书馆知识服务和智能管理方面已取得的良好应用效果, 笔者证明通过与其他前沿技术融合, 该技术在图书馆行业拥有进一步被开发、应用和推广的巨大潜力。

**关键词:** 图书馆; Wi-Fi; 网络规划; 智能应用; 智慧服务; 智慧图书馆

**中图分类号:** G250      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-1248 (2021) 02-0097-09

**引用本文:** 张强. 基于图书馆 Wi-Fi 网络的智能应用研究[J]. 农业图书情报学报, 2021, 33(2): 97-105.

## Intelligent Applications Based on Library Wi-Fi Network

ZHANG Qiang

(Tianjin Library, Tianjin 300201)

**Abstract:** [Purpose/Significance] After nearly two decades of exploration, the library industry has played a positive role in the application of Wi-Fi technologies, but there are still many libraries which pay more attention to construction than to applications. Through the analysis of the successful applications of Wi-Fi technologies, this paper aims to help the libraries pay attention to and strengthen the in-depth research and development of the technology. [Method/Process] This paper expounds the application background of Wi-Fi in the library industry to prove its high availability, discusses the Wi-Fi network architecture and management experience, and demonstrates the effectiveness and significance of the technology in innovating library service mode and improving intelligent management system by collecting, sorting, displaying and analyzing typical application cases of Wi-Fi in libraries. [Results/Con-

收稿日期: 2020-06-09

基金项目: 天津图书馆课题项目“天津市公共图书馆总分馆制建设前期调研”(TJL201801)

作者简介: 张强 (ORCID: 0000-0002-7122-4680), 男, 本科, 馆员, 研究方向为图书馆网络与自动化

clusions] According to the technical characteristics of Wi-Fi, combined with its good application results in the field of library knowledge services and intelligent management, the paper proves that through integration with other cutting-edge technologies, this technology will have great potential for further development, application and promotion in the library industry.

**Keywords:** library; Wi-Fi; network planning; intelligent application; smart service; smart library

## 1 Wi-Fi 概述及其在图书馆行业的应用背景

Wi-Fi 全称 Wireless Fidelity, 是无线局域网 (Wireless Local Area Network, WLAN) 的重要组成部分, 最早出现于 1999 年, 是 Wi-Fi 联盟 (当时名为 Wireless Ethernet Compatibility Alliance, WECA, 后于 2002 年 10 月改名为 Wi-Fi Alliance) 产品的品牌认证<sup>[1]</sup>, 也是一种基于 IEEE 802.11 标准最为常见的 WLAN 通信技术。与同属 WLAN 体系的 Bluetooth、Zigbee、HomeRF 等无线技术相比, Wi-Fi 具有更广的信号覆盖范围、更高的数据传输速率、更安全的访问控制技术和更开放的设备使用条件, 与无线移动网络 (如 2G/3G/4G/5G) 相比又具有信号穿透力强、易部署、免资费等优势, 因此被广泛应用于室内外移动通信、路径导航、目标定位和数据采集等领域。中国知网数据显示, 图书馆行业最早关于 Wi-Fi 的研究是 2000 年张华发表的《无线局域网在图书馆自动化中的应用和影响》一文。2003 年起随着“智慧图书馆”“图书馆虚拟空间”等概念的相继提出, Wi-Fi 逐渐被图书馆行业重视, 针对 Wi-Fi 网络的探索、研究和应用进入快速

发展阶段。2004 年清华大学、上海交通大学、复旦大学等国内多所一流大学率先在校园部署无线局域网<sup>[2]</sup>, 成为 Wi-Fi 网络建设和应用的先驱。2005 年西安交通大学图书馆<sup>[3]</sup>率先使用接入点 (Access Point, AP)、无线接入控制器 (AC)、无线终端 (Station, STA) 和无线网络管理系统的技术架构成功解决了 Wi-Fi 网络全覆盖环境下的安全控制和用户管理问题; 2010 年北京邮电大学图书馆通过 J2EE+NOKIA 地图导航系统架构和 RFID+Wi-Fi+Zigbee 感知定位技术开发出智能图书馆示范系统, 实现手机图书智能清点、OPAC 感知定位和基于位置的读者信息推送等功能, 为图书馆行业开发和部署基于物联网的智慧图书馆提供了策略指导<sup>[4]</sup>。在 21 世纪第一个 10 年, 图书馆行业在普及和深入推进 Wi-Fi 技术应用方面发挥了积极的示范作用。随着 Wi-Fi4、Wi-Fi5、Wi-Fi6 (表 1) 标准在第二个 10 年的不断更新, 基于 Wi-Fi 的融合技术已在社会多个领域发挥出更具创新性的应用价值, 例如近年来 STA 数量的爆发式增长为 4G、5G 等移动通信网络造成了巨大负担<sup>[5]</sup>, 而 Wi-Fi 能有效承载分流, 成为 4G 和 5G 网络覆盖盲区的最有力补充, 极大缓解了运营商的服务压力。2019 年 7 月深圳福田地铁站使用 Wi-Fi6+5G 建成全国首个智慧交通枢纽, 通过免费网络接入和数字

表 1 无线局域网标准

Table 1 WLAN standard

无线局域网	Wi-Fi4	Wi-Fi 5		Wi-Fi6
		IEEE 802.11ac		
协议标准	IEEE 802.11n	Wave1	Wave2	IEEE 802.11ax
发布时间/年	2009	2013	2016	2019
频段/GHz	2.4/5	5		2.4/5
单流带宽/Mbps	150	433	867	1 200
最大带宽/Mbps	600	3 466	6 933	9.6

支付方式极大改善了旅客乘车体验。国外学者研究发现通过物联网驱动的 Wi-Fi 节点信号强度指标 (RSSI) 能准确定位搜救目标<sup>[6]</sup>, 解决了以往在没有任何 GPS 和 5G 信号的矿井内无法及时发现遇险矿工的难题。图书馆应该从其他行业对 Wi-Fi 技术的创新应用中汲取灵感, 创新思路, 帮助自身摆脱发展过程中遇到的各种困境。

## 2 Wi-Fi 网络规划和管理

美国早在 2004 年就提出了“无线费城计划”, 自此无线城市建设浪潮开始席卷全球。2013 年中国移动提出 Wi-Fi、GSM、TD-SCDMA 和 LTE “四网协同”战略<sup>[7]</sup>, 确立了 Wi-Fi 长期发展思想, 中国“十三五”规划则明确要求要加快信息网络新技术开发应用, 在城镇热点公共区域推广免费高速 WLAN 接入<sup>[8]</sup>。随着国家 Wi-Fi 网络建设计划的推进和建设规模的进一步扩大, 城镇级公共区域的 Wi-Fi 全覆盖将势在必行。

### 2.1 Wi-Fi 网络架构

图书馆应根据馆舍建筑空间和知识服务对象等条件和需求, 遵循实用、全面、安全、易于维护和可扩展性等原则规划 Wi-Fi 网络。

目前图书馆行业通常采用非独立式无线网络架构进行组网<sup>[9]</sup>, 以有效整合 LAN 和 WLAN 资源, 实现优势互补。如图 1 所示, 一个典型的 Wi-Fi 网络主要包含有 PoE 交换机、AC、AP 和 STA 等设备, 由 PoE 交换机连接各 AP, 由 AC 完成 AP 的数据汇聚、配置管理以及 STA 的接入认证, 通过向上接入核心层交换机并汇入 LAN 骨干网络实现 Internet 数据通信。PoE 交换机、AC 和 AP 的组网模式能够实现统一用户接入、上网行为管理和自动规划射频等基础功能, 在集中管控全网设备的基础上进一步减少人工干预<sup>[10]</sup>, AP 可设置成与 AC 自动关联以实时获取配置列表和更新软件版本, 最大程度上实现零配置、免维护和即插即用, 节省网络管理成本。为进一步加强用户接入认证安全, 应在汇聚层交换机接入 Radius 认证服务器控制 Wi-Fi

接入用户的身份认证。为均衡网络和服务器性能开销, 提高网络安全防护能力, 应在核心交换机上部署负载均衡 (LB)、入侵检测 (IDS)、入侵防御 (IPS) 和应用控制网关 (ACG) 等安全业务板卡。核心交换机旁路接入上网行为管理设备实现对 Wi-Fi 接入用户的实时行为管控。

### 2.2 安全管理和优化

Wi-Fi 信号易被搜索发现且 STA 到 AP 的整个接入和数据通信过程都暴露在空气介质中, 有被非法用户接入并获取密码的风险<sup>[11]</sup>, 为有效降低风险应采取用户接入认证<sup>[12]</sup>、用户分级和非法用户入侵防御等安全管理措施。现阶段常用的安全措施包括: ①配置 802.1X、Portal、Radius 等认证服务器实现对接入用户的识别和审计, 从源头上加强用户准入管理; ②针对用户角色, 如图书馆工作人员、读者和临时访客等接入用户划分 VLAN 和 SSID, 通过设置不同权限实现精细识别; ③使用 MAC 地址绑定、IP 地址过滤、WPA/WPA2 加密等基础手段提高安全防护, 据了解目前国外研究人员已成功使用椭圆曲线伪随机数发生器 (BBS-ECPRNG) 算法生成比 WPA2 更难以被破解的密码<sup>[13]</sup>, 并有望在将来的无线路由器产品中加以应用; ④通过上网行为管理软件产品提供的防共享技术和非法 Wi-Fi 热点识别技术侦测网络攻击, 识别并封堵非法用户, 实现主动防御。

带宽是影响 Wi-Fi 接入用户体验效果的直接因素, 应考虑提高互联网出口总带宽, 采取独立千兆光纤接入或提高单用户接入速度等措施优化无线网络服务质量。在准入策略上应提供更丰富的用户认证方式如读者证、身份证、短信、二维码等, 进一步提高接入灵活性。

## 3 图书馆 Wi-Fi 智能应用场景及模式研究

经过对 Wi-Fi 技术近 20 年的探索和应用, 包括公共图书馆、高校图书馆、行业图书馆等在内的社会公

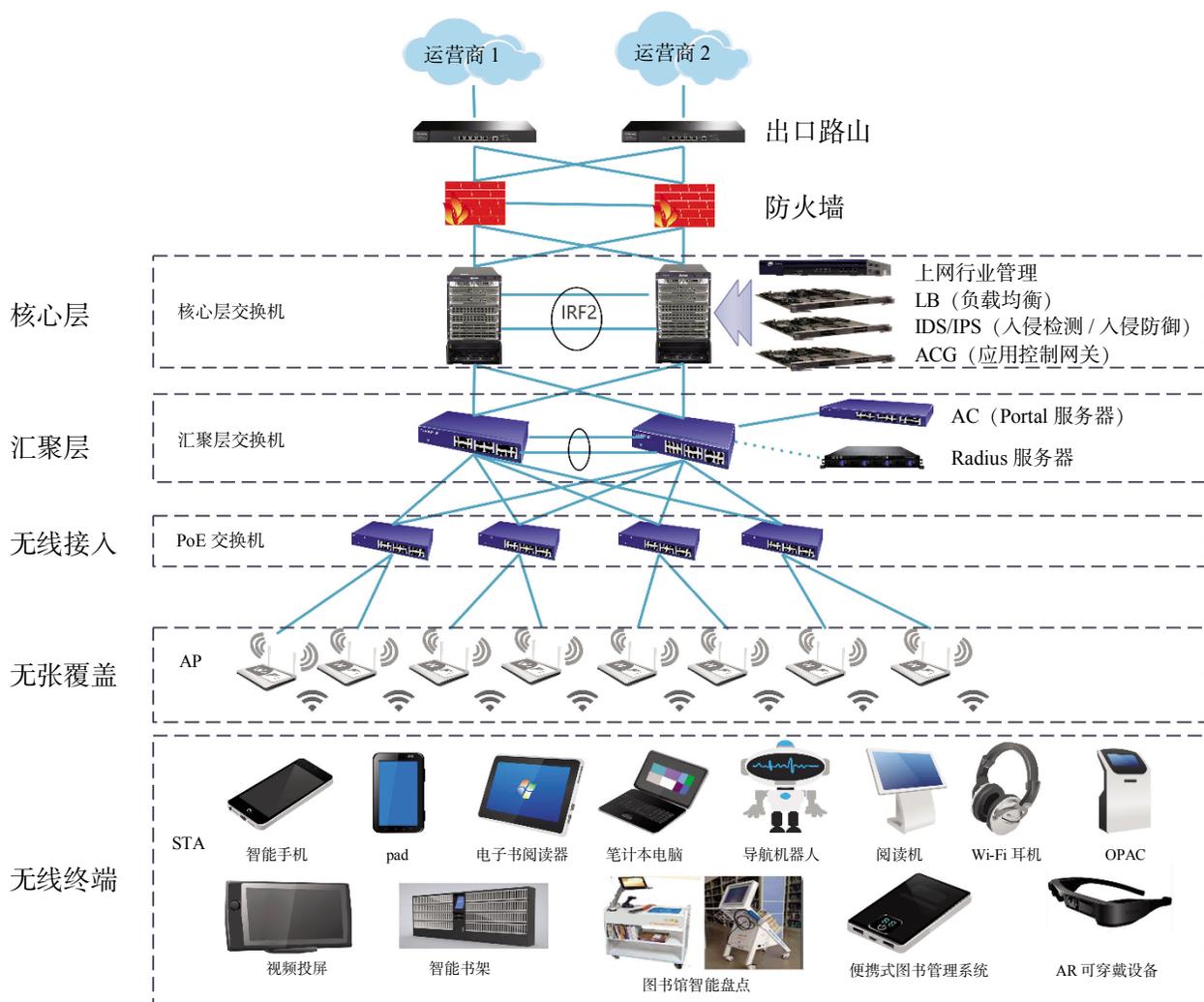


图 1 图书馆 Wi-Fi 网络架构

Fig.1 Library's Wi-Fi network architecture

益性服务机构、教育机构和商业机构都在不断推动 Wi-Fi 和物联网、GPS、大数据、人工智能等技术的融合应用中做出了大量尝试，以不断挖掘其在知识服务和智能管理领域的深层应用价值。

### 3.1 创新图书馆知识服务场景

范并思教授认为信息技术是过去 20 年图书馆事业发生巨变的决定性推动力量之一<sup>[4]</sup>，新技术应用使数字化、移动化、自助化的知识服务发展为更具活力和核心价值的图书馆主流服务模式。基于 Wi-Fi 接入的移动式阅读因具有用户泛在化特性，为全民阅读推广提供了新的服务思路<sup>[5]</sup>，进一步丰富了图书馆知识服务内容。

#### 3.1.1 更灵活的移动阅读

Wi-Fi 凭借其移动互联特性助力图书馆更灵活地开展移动型数字阅读服务。读者以往在电子阅览室、数字体验区等固定场地的视听、阅览体验常常受开放时间、空间、设备和座位数量等条件限制，在 Wi-Fi 网络环境下读者可以选择使用图书馆提供或个人自带的移动阅读设备更加灵活便捷地进行数字阅读。国家图书馆、太原市图书馆等国内多家图书馆均开通了电子书阅读器外借和数字资源免费下载服务，读者可选择租借图书馆提供的预装有数字资源的手持电子书阅读器，或使用手机、平板电脑等智能终端免费下载使用数字资源。通过稳定、快速的无线网络接入营造移动式数字阅读环境，打破读者以往只能在图书馆固定区

域才能进行数字阅读的限制,进一步丰富了读者的阅读体验。

### 3.1.2 更准确的文献定位

以往读者和图书管理员需要根据索书号或排架号寻找在架目标文献,查找效率低,而通过 RFID 标签识别、GPS 和 Wi-Fi 定位等技术融合,在文献阅览室、书库等过去较难进行文献精确查找的大面积区域实现文献的准确定位,不仅有效解决了图书架位布局受限和布线复杂等问题,而且大幅提高了工作人员图书盘点和排架的工作效率。目前基于 Wi-Fi 的图书智能定位导航系统已在图书馆投入应用,比较典型的有北京联合大学图书馆研发的图书智能定位系统<sup>[6]</sup>,该系统利用 RFID 图书信息采集系统读取在架图书的状态数据,经 Wi-Fi 同步至图书管理系统数据库,实现图书智能定位和无线书联网,帮助读者和工作人员更加快速准确地寻找到目标文献。在 Wi-Fi 接入环境下读者还可以通过移动终端实时获取图书馆发布的动态信息,如文献借阅排行、在架图书信息、流通统计、阅览室自习室座位使用率等实时数据,更加快捷、高效地利用图书馆资源。

### 3.1.3 更智能的人机交互

少年儿童、老年人和残障读者是图书馆特别重视的服务群体。为该群体提供更具吸引力和关怀力的引导、辅助式阅读服务是体现图书馆公共文化服务均等化的有利举措,基于 Wi-Fi 的移动智能服务能够更方便地引导低龄、老龄和残障读者完成自助阅读,体现图书馆的人文关怀。例如天津图书馆、萧山图书馆、西南大学图书馆等多家图书馆均使用了智能服务机器人,为读者提供问路指引、图书检索、知识问答等丰富的互动功能;西南大学图书馆则面向特殊群体如残障、视障读者提供了可安装在轮椅和盲人拐杖等工具上的一键式无线通信设备<sup>[7]</sup>,极大改善了自助阅读条件。

### 3.1.4 更便捷的移动支付

截至 2020 年 3 月,中国手机支付用户数量已超过 7.65 亿,占手机网民的 85.3<sup>[8]</sup>,移动支付规模居全球第一。借助支付宝、微信等移动支付平台收取押金、文献逾期、图书赔偿、文印和代检代查委托等有偿服

务费用,通过免现金支付形式简化读者缴费服务,成为目前图书馆行业的主流结算形式,如上海交通大学基于移动认证与支付的图书馆自助文印平台<sup>[9]</sup>,使用“移动认证”+“移动支付”的运营模式节省读者刷卡认证和人工支付等环节,成为 Wi-Fi 在智慧图书馆自助服务中的典型应用。

### 3.1.5 更便民的延伸服务

在 Wi-Fi 全覆盖环境下,通过无线路由器和自助阅读机的简单组合即可解决图书馆下属各级文化服务场所纸质馆藏量受限和服务模式单一等问题,更好实现图书馆总分馆模式下数字资源借阅服务的全面覆盖。如天津市和平区图书馆在各商业网点内设置的数字阅读机可通过 Wi-Fi 连接至图书馆云端服务器,实时更新数据库资源,读者仅需扫描二维码即可实现纸质图书借还和电子资源下载阅览,通过这种小、快、灵的数字服务模式进一步提高图书资源流通效率,拓宽图书借阅服务渠道(表 2)。

## 3.2 完善图书馆智慧管理模式

李彩宁<sup>[20]</sup>认为智慧型图书馆应以秉承图书馆基本职能与核心价值为前提,依托信息技术,利用互联、感知等智能化技术深入挖掘用户信息资源,在不同应用场景下提供更为精准化的服务,通过不断优化业务流程提升服务效能,实现自身可持续发展。随着移动通信技术的快速发展和配套 STA 产品的市场普及,移动互联数据已在图书馆行业体现出越来越重要的战略价值,较之 4G、5G 的高资费和信号覆盖差等劣势,Wi-Fi 的免费接入和全覆盖能吸引更多读者来到图书馆,成为获取移动互联数据的最直接途径。

### 3.2.1 基于移动数据的决策分析

自 2013 年以来图书馆行业开始认识到无线网络带来的大数据方面的价值<sup>[21]</sup>。融合 RFID 和 Wi-Fi 技术,通过大数据分析生成移动用户数据逐渐成为智慧无线网络的重要价值体现。Wi-Fi 精度高、范围广、速度快<sup>[22]</sup>的特点比蓝牙、红外线等室内定位技术更适用于图书馆场景内的移动定位。Wi-Fi 无线网络全区域覆盖则进一步方便了到馆读者的无障碍接入,通过 RFID 和

表2 图书馆 Wi-Fi 应用

Fig.2 Library's Wi-Fi applications

序号	图书馆	Wi-Fi 应用	实现的功能	关键技术	成效和意义
1	西安交通大学图书馆	互联网接入、图书馆内部网络管理	用户自动注册、网络资源使用、入网用户管理	AP、无线控制器 (WNC)、无线管理系统 (WNMS)	实现无线网络接入安全和管理
2	北京邮电大学网络研究院、北京邮电大学图书馆	智能图书馆示范系统	图书自动盘点、感知型 OPAC、基于位置的推送服务	J2EE、RFID+Wi-Fi+Zigbee 感知定位	为读者和图书馆工作人员提供智能图书馆体验环境, 为开发和部署基于物联网的智能图书馆提供策略指导
3	国家图书馆	手持电子书阅读器外借服务	电子书阅读、资源免费下载	Wi-Fi	实现馆内外移动数字阅读
4	太原市图书馆	Kindle 电子书阅读器借阅服务	电子书离线阅读	Wi-Fi	实现馆内外移动数字阅读
5	北京联合大学图书馆	无线书架系统、图书智能定位系统	图书定位、三维实时导航	RFID、Wi-Fi	实现无线书联网图书管理系统、图书智能化管理, 创新读者服务模式和馆员工作效率
6	天津图书馆、萧山图书馆	导航机器人	馆内位置导航、信息查询、语音问答	Wi-Fi	以适合少儿读者的方式开展阅读推广服务
7	西南大学图书馆	一键式无线信息传输系统	文字信息显示、远程控制	Wi-Fi	为丧失语言能力和无法使用电子设备的残障读者提供自助阅览服务
8	上海交通大学图书馆	图书馆新版自助文印平台	自助打印、复印、扫描	jAccount 认证、Wi-Fi	拓展移动认证和移动支付多样性, 完善智慧图书馆自助服务体系
9	武汉大学图书馆	图书馆读者行为采集分析平台框架	读者阅读行为分析	Wi-Fi	创新图书馆管理和读者个性化服务模式; 优化配置图书馆资源, 提升竞争力
10	天津图书馆	知识发现系统模型	读者行为数据采集、用户画像	JAVA Script、Wi-Fi	提高图书馆资源利用率, 提升知识服务效能
11	安徽广播电视大学图书馆	便携式图书管理系统	图书智能定位、书目信息精确查询、读者自助上架、图书盘点	C 语言、嵌入式 Linux 操作系统、RFID 技术、Wi-Fi	操作简单, 便于携带, 推动实现全面的无线联网图书管理系统, 有较高推广应用前景
12	天津市和平区图书馆	数字阅读机	图书馆漂流借还、电子资源全文下载	Wi-Fi	拓展图书馆服务渠道, 丰富阅读形式

GPS 等技术采集文献实时在架状态、读者活动轨迹、STA 设备信息等移动大数据, 对采集到的各种不同类型的数据进行关联、分析, 帮助图书馆管理者合理调整馆藏文献资源和服务空间布局, 为图书馆实施精准化服务提供客观的策略指导, 成为 Wi-Fi 又一极富潜力的应用。例如韩国学者通过追踪读者在公共图书馆使用 Wi-Fi 行为, 发现基于 Wi-Fi 信号数据的空间模式

分析<sup>[23]</sup>比以往的观测方法能更有效提高图书馆空间利用率。国内研究人员借助基于 Wi-Fi 信号强度指示数据的卷积神经网络将稳定误差 1.5m 以内的定位精度提升至 85%<sup>[24]</sup>, 上述分析思维和精确定位方法都将对图书馆 Wi-Fi 创新应用带来启迪。

### 3.2.2 基于移动数据的用户画像

作为移动互联网重要的流量入口, Wi-Fi 网络长时

间、高频次和低门槛的接入特点在一定程度上提高了用户使用黏性,使其成为图书馆获取读者行为数据的有效途径。通过采集 STA 信息,将 MAC 地址数据、读者身份数据、文献借还数据、知识搜索行为数据和位置活动数据等多维度交叉数据深入融合,利用大数据分析推断和预测读者利用知识信息的特征和规律,作出可视化描述,生成更为完整细致的用户画像,有助于进一步构建以用户为中心的图书馆知识发现体系,实现图书馆个性化、精准化信息服务。

### 3.2.3 基于 Wi-Fi 的移动图书管理

Wi-Fi 网络能够帮助图书管理员突破工作位置固定、管理方式单一的条件限制,实现文献的跨区域移动式管理。例如安徽广播电视大学图书馆基于 Wi-Fi 的便携式图书管理系统<sup>[25]</sup>能有效协助工作人员完成文献定位、实时盘点、智能排架和移动借还等图书流通管理工作,该系统还具有提示并引导读者将已归还或阅毕的文献即时自助上架的功能,帮助读者养成阅后即归还、还完即归架,方便他人查找使用的良好阅读习惯,在提升公共阅读素质方面起到了较好的推动作用。

## 4 对图书馆 Wi-Fi 智能应用的再思考

通过对国内外基于 Wi-Fi 技术智能应用的研究发现,图书馆行业对 Wi-Fi 技术的开发和应用力度还有待进一步加强,相当一部分图书馆还存在重理论轻应用,重示范轻推广的现象,有些图书馆虽然比较重视 Wi-Fi 网络的建设和管理,却仍停留在互联网访问的浅层应用阶段,并没有对 Wi-Fi 的智能应用进行深入研究,有些图书馆虽然开发出像文献定位、架位导航、人机交互和移动数据采集等示范型应用或创新型设计,但未能将这些小规模、零散的研究成果转化为成熟的产品并在行业内加以大面积宣传推广,Wi-Fi 创新型应用的星星之火尚难以发展为燎原之势,因此图书馆今后应大力巩固和优化 Wi-Fi 技术研究成果,不断从其他行业最新的研究成果中汲取先进应用经验,加强自身 Wi-Fi 技术成果的分享和推广应用,使 Wi-Fi 蕴含的

技术应用潜力在知识服务和智慧管理领域得到新一轮挖掘和释放。Wi-Fi 在其 20 余年的发展过程中一直展现出强大的生命力,在当前信息技术快速发展的良好科技生态环境下,Wi-Fi+APP、Wi-Fi+O2O、Wi-Fi+大数据、Wi-Fi+二维码、Wi-Fi+GPS、Wi-Fi+RFID、Wi-Fi+5G、Wi-Fi+设备租赁等“Wi-Fi+”模式或大行其道,或初露锋芒,笔者相信随着计算机通信技术的进一步发展,Wi-Fi 将会以更智能的接入方式、更安全的管理手段、更优质的用户体验和更丰富的应用场景,为完善图书馆智慧服务体系创造出更新、更大、更可持续的应用价值。

### 参考文献:

- [1] 霍永亮. WiFi 技术简介[J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(9): 87-88.  
HUO Y L. Brief introduction of WiFi Technology[J]. Computer cd software and applications, 2012(9): 87-88.
- [2] 吴海华, 孔为民, 徐雪梅. 无线网络应用实例分析[J]. 现代情报, 2008(9): 223-225.  
WU H H, KONG W M, XU X M. Analysis of the application examples of wireless network[J]. Journal of modern information, 2008(9): 223-225.
- [3] 耶健, 邵晶, 阎晓弟. WLAN 安全与网管技术在大学图书馆无线局域网的应用[J]. 现代图书情报技术, 2006(7): 85-88.  
YE J, SHAO J, YAN X D. Application of WLAN security and network management technology in university library[J]. New technology of library and information service, 2006(7): 85-88.
- [4] 董晓霞, 龚向阳, 张若林, 等. 基于物联网的智能图书馆设计与实现[J]. 图书馆杂志, 2011(3): 65-68.  
DONG X X, GONG X Y, ZHANG R L, et al. The design and implementation of the smart library based on the internet of things[J]. Library journal, 2011(3): 65-68.
- [5] 王毅成. 第六代 WiFi 技术探析及其与 5G 关系的探究[J]. 信息通信, 2020(5): 1-3.  
WANG Y C. Analysis of the sixth generation WiFi technology and its relationship with 5g[J]. Information & communications, 2020(5): 1-3.
- [6] AMBARISH G. MOHAPATRA, BRIGHT K, et al. Precision local

- positioning mechanism in underground mining using LoT-enabled WiFi platform[J]. International journal of computers and applications, 2020(3): 266-277.
- [7] 顾建勋. WiFi 数字城市的研究与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2017: 1.  
GU J X. Research and implementation of WiFi technology in digital wireless city[D]. Xi'an: Xidian university, 2017: 1.
- [8] 《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》2016-2020 年[EB/OL]. [2020-05-22]. <http://www.12371.cn/special/sswgh/wen/#6>.  
Outline of the 13th five year plan for national economic and social development 2016-2020[EB/OL]. [2020-05-22]. <http://www.12371.cn/special/sswgh/wen/#6>.
- [9] 王艳敏. 计算机光盘软件与应用[J]. 工程技术, 2012(17): 113-114.  
WANG Y M. On the application of computer network technology in life[J]. Computer CD software and applications, 2012(17): 113-114.
- [10] 徐燕宾. 高校图书馆无线局域网的应用分析[J]. 电脑知识与技术, 2009(32): 9101-9102.  
XU Y B. Application of wireless local area network in university library[J]. Computer knowledge and technology, 2009 (32): 9101 - 9102.
- [11] 彭漪婧. 通讯世界[J]. 通信设计与应用, 2015(21): 57.  
PENG Y J. Wireless WiFi security problems and Countermeasures[J]. Telecom world, 2015(21): 57.
- [12] 钟明, 钱庆, 方安. 图书馆无线网络认证系统的研究与实现[J]. 医学信息学杂志, 2015(12): 39-44.  
ZHONG M, QIAN Q, FANG A. Research and implementation of the library WLAN authentication system[J]. Journal of medical informatics, 2015(12): 39-44.
- [13] CHALLIZ D O, BOBBY D G, RUJI P. Medina, the performance of Blum-Blum-Shub elliptic curve pseudorandom number generator as WiFi protected access 2 security key generator[C]. ICBIM' 18: Proceedings of the 2nd international conference on business and information Management. Barcelona, Spain, 2018: 23-28.
- [14] 范并思. 阅读推广与图书馆学: 基础理论问题分析[J]. 中国图书馆学报, 2014(5): 4-13.  
FAN B S. Reading promotion and library science: analysis on basic theory[J]. The journal of the library science in China, 2014(5): 4-13.
- [15] 魏群义, 袁芳, 贾欢, 等. 我国移动图书馆服务现状调查—以国家图书馆和省级公共图书馆为对象[J]. 中国图书馆学报, 2014(3): 50-63.  
WEI Q Y, YUAN F, JIA H, et al. Mobile library service of the national library of China and the provincial public libraries[J]. The journal of the library science in China, 2014(3): 50-63.
- [16] 马栋萍. 基于 RFID 和 WiFi 技术的图书智能定位系统设计[J]. 图书馆工作与研究, 2017(1): 61-64.  
MA D P. The design of book smart positioning system based on RFID and WiFi technologies[J]. Library work and study, 2017(1): 61-64.
- [17] 胡敏, 王宇俊, 方灿, 等. 服务残障群体的一键式无线信息传输系统[J]. 现代电子技术, 2019(2): 58-61, 66.  
HU M, WANG Y J, FANG C, et al. One-click wireless information transmission system for serving disabled people[J]. Modern electronic technique, 2019(2): 58-61, 66.
- [18] 第 45 次《中国互联网发展状况统计报告》[EB/OL]. [2020-07-23]. [http://http://www.cac.gov.cn/2020-04/27/c\\_1589535470378587.htm](http://http://www.cac.gov.cn/2020-04/27/c_1589535470378587.htm).  
The 45th China statistical report on internet development[EB/OL]. [2020-07-23]. [http://http://www.cac.gov.cn/2020-04/27/c\\_1589535470378587.htm](http://http://www.cac.gov.cn/2020-04/27/c_1589535470378587.htm).
- [19] 李靖, 钱吟, 施晓华. 基于移动认证与支付的图书馆自助服务的构建与应用[J]. 图书馆学研究, 2018(24): 26-32.  
LI J, QIAN Y, SHI X H. The construction and application of self-service library based on mobile authentication and payment [J]. Researches in library science, 2018(24): 26-32.
- [20] 李彩宁, 毕新华, 陈立军. 智慧图书馆服务模式及平台构建研究[J]. 图书馆, 2018(12): 1-7.  
LI C N, BI X H, CHEN L J. Research on the construction of smart library service model and platform[J]. Library, 2018(12): 1-7.
- [21] 郑晓军. 浅谈大数据下的图书馆无线网络应用优化[J]. 图书馆研究, 2016(1): 84-87.  
ZHENG X J. Talking about the library wireless network optimization application under the Big Data[J]. The journal of the library science in Jiangxi, 2016(1): 84-87.
- [22] 张俊龙, 刘畅, 胡杨, 等. 基于 RSSI 的 WiFi 室内定位技术研究[J]. 无线互联科技, 2018(14): 16-18.

- ZHANG J L, LIU C, HU Y, et al. Research on WiFi indoor positioning technology based on RSSI[J]. Wireless internet technology, 2018(14): 16-18.
- [23] 박성재. Analyzing library space use patterns in a public library through smartphone WiFi [J]. Journal of the Korean society for information management, 2019(1): 295-313.
- [24] 曹建荣, 张旭, 武欣莹, 等. 结合 CNN 和 WiFi 指纹库的室内定位算法[J]. 计算机系统应用, 2020(7): 173-179.
- CAO J R, ZHANG X, WU X Y, et al. Indoor location algorithm combining CNN and WiFi fingerprint database [J]. Computer systems & applications, 2020(7): 173-179.
- [25] 郭玉娟, 刘保杰, 李秀华, 等. 基于 RFID 和 WiFi 的便携式图书管理系统设计[J]. 新世纪图书馆, 2018(9): 50-53.
- GU Y J, LIU B J, LI X H, et al. Design of portable library management system based on RFID and WiFi[J]. New century library, 2018(9): 50-53.