

可视化技术在中医领域的应用探析

孟洪宇^{1,2} 孟庆刚²

(1 黑龙江中医药大学, 哈尔滨, 150040; 2 北京中医药大学, 北京, 100029)

摘要 从可视化技术发展的背景入手, 详细对比了信息可视化与知识可视化在起源、理论基础、目的、可视化对象、描述对象、工具、参与者类型、应用以及互补方式等方面的区别。认为信息可视化是以显性知识为主要研究对象, 以探索新规律为目的, 让用户更高效、直观的掌握和分析数据; 知识可视化是以显性知识和隐性知识共同为研究对象, 以提高知识在群体之间的传递和利用为目的, 改善知识的传播与交流, 强化知识密集, 提高决策和解决能力。结合中医背景知识的特点, 探索中医与可视化的相关性, 并分析其在中医领域的应用情况及思路, 旨在为中医可视化技术的发展及平台设计提供更多的线索。

关键词 信息可视化; 知识可视化; 中医诊疗

Application of Visualization Technology in Traditional Chinese MedicineMeng Hongyu^{1,2}, Meng Qinggang²

(1 Heilongjiang University of Traditional Chinese Medicine, Harbin 150040, China;

2 Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China)

Abstract From the background of visualization technology, the difference between the information visualization and knowledge visualization in terms of origin, theoretical basis, purpose, visual object, description type, tool, actor, application and complementary method were compared. It is believed that information visualization is based on explicit knowledge, which will explore the new rules as the purpose, so as to make users more efficient and intuitive grasp and analyze data. Knowledge visualization is based on explicit knowledge and implicit knowledge, which will improve the transmission and utilization of knowledge between groups as the purpose, so as to improve the dissemination and exchange of knowledge, strengthen the density of knowledge, improve decision-making and problem-solving skills. Combined with the characteristics of Chinese medicine knowledge, this study explored the relevance of TCM and visualization techniques, analyzed the application of visualization technology in the field of TCM, expected to provide more thinking for the development of Chinese visualization technology and the design of TCM visualization platform.

Key Words Information visualization; Knowledge visualization; TCM diagnosis and treatment

中图分类号: R2-03 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1673-7202.2018.04.050

人脑在接收和处理视觉信号方面比处理数据和文字信息, 如图像或图形等, 具有更大的优势^[1]。“可视化技术”在人们惯于接受图形、图像信息的基础上, 并辅之以信息处理技术, 通过形象、仿真、模拟、现实化的技术手段将被想象、推理, 被感知、认知, 被综合及抽象的对象属性及其变化发展的形式和过程表现出来, 提高人们对事物的观察、理解能力以及对整体概念的把握, 加强人的记忆和理解^[2]。

可视化最早是为提高科学计算, 辅助处理计算数据而产生的。随着信息技术的发展, 大量的科学

数据产生, 而大部分的数据都无法被有效的利用, 在这样的背景下, 有效的数据处理工具成为发展的需求与必然。至 1987 年, 美国科学基金会在一次研讨会上提出了“科学计算可视化”的概念, 从此, 一门崭新的交叉学科就此诞生^[3]。“可视化技术”起先是用于处理科学计算和工程测量数据, 随着该技术的不断发展, 也逐渐扩展到其他领域, 依据所处理数据的抽象层次逐步衍化为四类: 科学计算可视化、数据可视化、信息可视化和知识可视化^[4]。这 4 种方法中, “科学计算可视化”和“数据可视化”是对空间

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81273876)——“基于系统复杂性的中医诊疗信息集成可视化建模研究”; 国家自然科学基金项目 (81674102)——“基于复杂网络理论的 2 型糖尿病中医证治规律及其机制研究”

作者简介: 孟洪宇 (1988. 10—), 女, 博士研究生, 研究方向: 中医理论体系研究, E-mail: menghyhy@126.com

通信作者: 孟庆刚 (1964. 08—), 男, 教授, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 基于系统复杂性的中医药信息处理, E-mail: mqgangzy@126.com

数据的可视化,是通过计算机或其他图形学的方法将同一描述对象的大量数据利用图形、图表或图像的形式以直观的方式展示出来,并对其进行交互式处理的方法和技术,应用较广的领域如医疗领域的计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)、人体数据三维可视化结构等。“信息可视化”和“知识可视化”是对非空间数据的可视化,通过计算机支持的、交互生的视觉表示法,对抽象数据即非空间数据进行表示,以增强认知^[5],这2种方法已经成为当前分析复杂数据和挖掘数据、传播知识的重要工具。可视化技术作为辅助理解复杂关系的手段,在复杂的医疗信息及情景下,同样也具有辅助医学诊疗的优势,从而为决策提供依据,这种方法在疾病的诊断、治疗及预防等研究方面也表现出了相对活跃的身影,通过可视化技术、数据挖掘对各类医疗信息进行数字化整合,为各类相关医疗信息数据的智能化应用提供开放性的平台,如症状-疾病-诊断-治疗-药物之间的关系挖掘,疾病自身特点发现,医疗信息的有机融合、数据分析以及医疗决策支持系统等^[6]。结合医疗信息的非结构化数据,本文主要探析信息可视化技术与知识可视化技术的区别及其在中医领域的应用。

1 分类综述

1.1 数据、信息、知识的含义 在实施可视化设计时,要想选择合适的可视化手段,需要首先了解数据、信息和知识的含义。达文波特和普鲁赛克认为知识源于信息,就像信息源于数据^[7],3者的概念呈递进关系,即数据是指相对分散的元素,信息是相对有关联的数据,知识是指有组织的组织的信息。如符号、数字、文字、表格及数据库均属于数据,人们能够对其进行分类、计算、定量及核对等处理;信息包括句子、段落、概念、理念、方程式、问题及简单的故事,人们能够对情境信息进行认识、对比、排序、连接及组织框架等;知识包括理论、公理、概念框架、章节、复杂故事等,人们能够对其结构进行解释、评价及解构等处理^[8]。其中,知识又可分为2个层次,即显性知识和隐性知识,显性知识是指可以通过文字或其他方式记录的,通过此传授给他人的对事物的描述或技能;而隐性知识是指人类无法轻易用语言表述并传播的相关判断、直觉与技能,比如医学诊疗中的医家经验,处方配伍和辨证辨病思路等。显性知识存在于有形的媒体,相对明确和固定,也更容易被传播、组织和交流;而隐性知识的则是存在于无形的,内隐的,是人们通过自我领悟、学习和长期积累的,不易

被表达的知识^[7]。

1.2 信息可视化的概念及特点 “信息可视化”这一概念由 G. Robertson, S. Card 与 J. Mackinlay 首次明确提出,其定义为“使用计算机支撑的、交互性的、对抽象数据的可视表示法,以增强人们对抽象信息的认知”^[1]。信息可视化是一种知识和价值创造的过程,它应用的领域涉及到各个方面,如现金交易、销售业绩、财务预算、股市走向、人口普查、健康状况统计、网络安全监管等^[2]。

1.3 知识可视化的概念及特点 知识可视化的概念由 Eppler M. J 和 Burkard R. A 提出,他们认为:知识可视化可提供比信息可视化更加丰富的表达,可表达出更多用户所知道内容,从而提高人们之间的知识传播和创新^[1]。与信息可视化比较,知识可视化在传输事实之外,更能传输经验态度、见解观点等抽象概念。它从整体的视角,帮助人们获取许多难以理解的隐性知识,辅助他人正确地理解、记忆和应用这些知识^[9]。

1.4 可视化技术的区别及其与中医相关性分析 信息可视化和知识可视化2者都是对非结构化数据的处理,辅助人类高效处理视觉信息的能力,但2者在发展起源,描述类型,可视化目标,实现工具及手段等方面各有不同,具体比较见表1^[7,9-10]。

可视化技术的许多概念及方法与中医知识有着内在联系及相关性:1)可视化技术将大量数据及其内涵信息根据需求和目标进行分类或有步骤的呈现,实现历史数据有目的性的展示并对未知信息的预判。面对庞大的中医知识体系,作为医者很难全面掌握其中的关系,但通过数据可视化的呈现,能帮助我们清晰、直接的发现其中内在规律和价值,从而提高医者的决策和判断的能力。2)在研究对象的知识类型方面,可视化研究对象分为隐性知识及显性知识。针对隐性知识:中医在医家经验、诊疗思路等方面都存在着大量的隐性知识,在传承、应用和传播方面不可避免的面临信息冗余和繁杂,知识可视化可辅助实现隐性知识显性化,改善知识传播过程,从而帮助提高决策能力。针对显性知识:在基础知识掌握、四诊信息收集、方药鉴别及应用、潜方用药规则或经络配穴要求等方面,信息可视化可利用图形技术简化数据的呈现方式,从而提高记忆及拓展信息。3)中医作为一个完善而庞大的理论体系,存在许多不同的信息、知识类型。以中医基础理论对应可视化技术的信息对象为例,相关概念性理论,包含许多一维信息;中医的阴阳概念中又涵盖大量二维

表 1 信息与知识可视化技术的区别

	信息可视化	知识可视化
起源	以计算机科学为基础发展起来的,以计算机科学、网络技术、人机交互为背景。	以科学计算可视化、数据可视化、信息可视化为基础,以知识管理、知识构建、组织沟通为背景。
理论基础	认知心理学和计算机图形学	双重编码理论;同时处理表征、非语言对象和语言对象。
目的	技术创新—从大量抽象数据中勘探数据和发现信息间的新规律。	解决问题—改善知识是传播与交流,强化知识密集,提高决策和解决能力。
对象	抽象数据,集中于显性知识	显性知识和隐性知识
描述对象	1)一维信息:简单的线性信息,如文本或者一系列数字。2)二维信息,包括 2 个主要属性的信息。3)三维信息,引入体积的概念的信息。4)多维信息,具有超过 3 个属性的信息。5)时间序列信息,具有时间属性,如小说或者新闻的时间线。6)层次信息,如目录结构、文档管理、图书分类等。7)网络信息,可通过节点之间的链接关系访问不同节点的信息。	1)描述知识。 2)程序化知识。 3)经验知识。 4)定位知识。 5)个体知识。
工具	1)嵌入式可视化环境,如数据库系统、电子表格软件(Microsoft Excel)、统计分析软件包和模拟分析软件包等。2)通用可视化环境,如 AVS Express。3)可视化组件库,由软件包或组件库组成。 常用的表示方法:树,网络,空间信息探(如地理信息系统、Bead 等),Maps(如站点地图、Tree Maps 等),表格,图表等。	1)认知地图:通过箭头将句子、段落连接起来,包括事件的方向、距离、时间、发展等相关关系,隐含有“因果关系”或“导致”的关系。2)概念图:将某一主题的有关概念作为节点,将这些节点连接起来,并在连接线上标明 2 个概念之间的意义关系。3)思维导图,类比人体大脑神经网络分布,通过中心节点引出下一主题,呈现无限发散的图形显示,由线连接。4)知识动画,动态的、交互的可视化技术。5)视觉隐喻,映射抽象数据使其易于理解。
参与者	主要针对参与个体。	主要针对协作环境中的个体、团队及组织。
应用	信息科学、数据挖掘、数据分析等领域	组织学习、知识管理、分析决策等领域
互补方式	多路协同视图:在同一个界面中使用同一递质(如软件)把不同的可视化方法联系起来实现可视化。	互补可视化:使用一个或不同的递质(如软件、海报或者一个物理对象)把不同的可视化方法联系起来,从不同的角度来说明知识,挖掘不同视觉表达方式的不同功能。

信息的部分;脏腑及体表对应关系体现出来的整体观,其间接的反映了三维映射的关系;结合精、气、血、津液以及精、气、神的五脏及形神物质基础,可看作为多维信息;这些属性中,阴阳盛衰、气血盈亏都随着时间的变化而可能发生变化,因而符合时间序列信息;血、津液、精、气、神的逐层递进又显现了层次信息概念;五行与脏、腑、体表、情志及自然无纺、五季等的复杂节点连接关系,属于网络信息的范畴。

1.5 可视化技术在中医领域的应用探析 目前针对中医独特诊疗理论的可视化技术有:1)中医脉诊信息可视化识别技术^[11]:将脉象概括为 4 种属性(脉位、脉数、脉形、脉势)和相对应的 9 个要素(深度、脉率、脉律、脉宽、脉长、位移、力度、流利度、紧张度),所有要素按成度又分为 33 个级别。2)中医数字舌象的可视化识别技术:通过信息处理对舌质颜色、苔色、舌苔面积、舌苔厚度指数、湿度、裂纹指数等指标的自动识别,实现中医舌诊的判断。3)红外热成像中医可视化技术^[12]:目前红外热像检测技术在中医领域中的中医辨证诊断、经络俞穴探索、亚健康评估、体质辨识、临床疗效及中药药性研究等方向都有了一定的进展。4)基于 3D 人体模型的中医经络可视化展示系统^[13]:系统实现了 PC 客户端及手

机移动端的人体显示、经络显示、穴位查询、穴位信息显示以及帮助等功能,改善了传统 2D 平面图及文字叙述的传播局限,便于经络穴位的教学、传播及理解。5)中药及方剂寒热属性可视化分析平台^[14]:通过 3 个不同颜色的指针在寒热色带上的位置来判断方剂的整体寒热属性,实现方剂寒热属性的可视化,从而帮助理解方中药物四气的构成,反推方剂的治法与疗效。6)中医药知识图谱、思维导图等的构建:王淑斌^[15]利用 Citespace 对中医药治疗 2 型糖尿病文献研究年代、作者、来源及相关领域研究热点、知识结构及趋势进行了可视化分析,用直观的图形为 2 型糖尿病的中医基础研究者及临床诊疗决策者提供思路。

在中医可视化技术平台设计中,面向不同的使用对象,可视化平台的展示方式及内容可有不同的要求,如面向医者内部应用的可视化平台,主要是针对不同岗位角色如临床医生、护士、科研专家、教授及医学生等,实现医疗信息的快速共享及传播,辅助使用者快速定位问题,获取知识,构建解决方案。王连心^[16]等人认为:中医诊疗过程是医生运用四诊方法(望、闻、问、切)获取患者症状信息,根据这些不同症状的内在联系,通过“立象表意”,予以诊断,确立相应的治法并遣方用药。因此,在现代科学的视

角下,同样可以借鉴可视化处理技术,以相对直观、简洁的方式可视化表达中医诊疗信息的特点与内在规律。同时,中医可视化的设计,也可根据不同的内容,如病情发展过程、历史诊疗记录、药物相互关系、潜方用药规律、疾病转归的回顾及预测等,以医疗信息数据库为基础,通过数据、知识信息化的方式,从横向及纵向剥离统计数据,采用多路协同或互补可视化的方式,选定其呈现形态(如视频、流程图、统计图表、海报、链接等),结合实际应用需求构建不同的系统模块。谢晴宇^[17]等人认为借助可视化技术将不同情境下的医生的诊疗决策过程进行分解和诠释,能帮助临床医生强化决策思维,提高临床疗效;同时阐明了中医诊疗集成可视化研究的关键环节在于经典著作的引渡和触发机制、临床指南和诊疗规范的集成可视化、优势疗效报告动态反馈等几个方面。

1.6 基于大数据的2型糖尿病中医诊疗规律可视化推荐系统 针对独特的中医诊疗体系,结合上述可视化的对比研究,以2型糖尿病为例,设计基于大数据的中医诊疗可视化模型,设计思路分以下几步:

- 1) 2型糖尿病诊疗信息数据库的建立:建立2型糖尿病临床病例数据库,收集医学权威书籍、古代及现代著名医家对2型糖尿病的中医临床诊疗中的四诊信息、症状体征、辨病辨证、潜方用药、处方加减、病情转归、复诊信息等,建立诊疗信息数据库。
- 2) 模型初建:利用现代化大数据信息技术,对上述诊疗信息进行统计分析,提取辨证规律、处方规律及加减用药规律信息,以加权的形式赋予不同情形规律相应的权重,以不同颜色及大小的形式表现出来。并结合模型的实际应用,对数据库病例信息进行实时更新。
- 3) 系统展示:通过人机交互的方式,以流程模块的形式对上述规律进行显示,包括四诊信息录入模块、辨证分型推荐模块、潜方用药推荐模块、加减用药规律模块、处方生成模块、转归预测模块、复诊跟踪模块,每项模块信息给出权重较高的选项作为推荐信息,由使用者根据自身专业知识做出选择。
- 4) 系统优化:优化过程分为自身优化及外部优化。自身优化是通过转归预测模块与复诊跟踪模块进行信息比对,对实时数据进行验证,若相符度达80%以上,则进入复诊诊疗推荐模块,辅助下一步治疗方案;若相符度大于60%但低于80%,则考虑模块推荐过程中存在错误,进入四诊信息录入模块,重新录入信息并计算;若相符度低于60%,考虑系统推荐信息尚不完善,需进一步统计数据库中信息,错误病

例记入数据库中保存,供系统实现自身优化,转入人工诊疗模式。外部优化是指请领域专家对系统进行实验应用,对其规律推荐信息进行修正,不断提高系统推荐准确性。5) 实现PC端及移动端共用:该系统涉及病患隐私及病例资料,需采用独立网络应用,如VPN技术。该系统设计流程图如下。

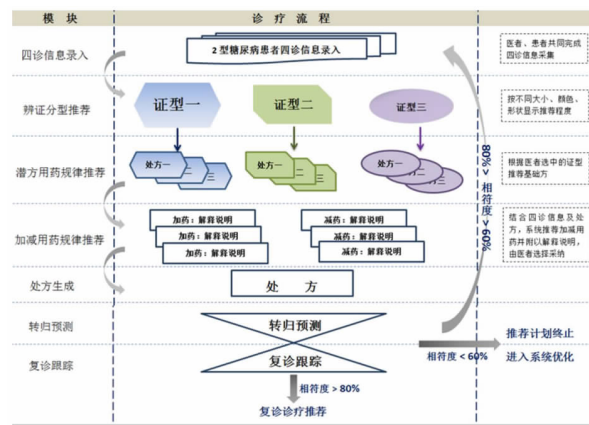


图1 基于大数据的2型糖尿病中医诊疗规律可视化推荐系统流程图

2 讨论

通过对信息可视化及知识可视化的对比,可以发现信息可视化是以显性知识为主要研究对象,以探索新规律为目的,让用户更高效、直观的掌握和分析数据;知识可视化是以显性知识和隐形知识共同为研究对象,以提高知识在群体之间的传递和利用为目的,改善知识是传播与交流,强化知识密集,提高决策和解决问题的能力。诊疗决策能力的提高不仅依赖于医生对患者抽象信息的获取与注解,更需要医患双方更直接、更全面的传递复杂的、模糊的医疗知识,需要协同化的决策辅助方法^[18]。实际应用时,可根据知识可视化与信息可视化在各个方面的不同,选择更加合适的可视化手段。

目前,信息可视化和知识可视化技术在中医药领域有了长足的发展,但就已取得的研究成果来看,依然不够深入,缺乏大样本的支持和公认的统一的自动化分析软件及后续数据分析,使得各项研究不能广泛推广应用。从整体上来说,与其他领域的技术平台也存在一定的差距,特别是在临床推广方面还不够完善,本研究结合中医背景知识的特点,探索中医与可视化的相关性,并分析了其在中医领域的应用情况及思路,以2型糖尿病为例,探索设计了“基于大数据的2型糖尿病中医诊疗规律可视化推荐系统”,旨在实现用户和可视化系统的交互操作,为中医可视化发展提供思路。

(下接第1005页)

综上所述,虽然丹红注射液在临床使用过程中存在超说明书适应证的现象,但通过中医“病”“证”“征”的临床观察,以中医四诊辨证施治的角度分析,其用药目的基本符合药品说明书的功能主治要求^[19],仅有极少数有出血倾向的患者存在不合理用药现象。临床医师在使用丹红注射液治疗时常常与其他药物联合使用,这可能会给患者带来一定的风险,应该引起临床医生足够的重视^[20]。

参考文献

- [1] 张倩. 2013-2014 年南京中医药大学附属医院丹红注射液临床用药合理性分析[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(4): 748-754.
- [2] 黄黎明, 马金强, 张炯, 等. 丹红注射液集中监测 987 例用药情况分析[J]. 中国药业, 2013, 22(17): 49-50.
- [3] 张春喜, 王春胜. 丹红注射液上市后安全性再评价研究报告[J]. 内蒙古中医, 2016, 24(1): 14-15.
- [4] 杨振华. 从肾虚血瘀论治糖尿病周围神经病变[J]. 中医研究, 2007, 20(3): 9-10.
- [5] 肖元. 糖尿病及其并发症的中医药治疗研究进展[J]. 中国中医药现代远程教育, 2007, 5(2): 9-11.
- [6] 陈晓艳. 丹红注射液治疗糖尿病肾病的临床分析[N]. 糖尿病新世界, 2016-03-22.
- [7] 董小兰. 丹红注射液治疗血栓闭塞性脉管炎疗效观察[J]. 实用中医药杂志, 2015, 31(5): 389.
- [8] 丹红注射液辅助治疗糖尿病肾病 46 例分析[J]. 临床医学研究与实践, 2016, 1(3): 62.
- [9] 游俊伟. 丹红注射液在糖尿病肾病治疗中的效果评价[J]. 世界临床医学, 2015, 9(6): 133.
- [10] 夏雪, 邹元平. 丹红注射液在慢性肾衰竭中的应用观察[J]. 北方药学, 2015, 12(11): 29.
- [11] 钟剑峰, 黄伟佳. 丹红注射液治疗下尿路梗阻引起慢性肾功能不全 23 例[J]. 世界中医药, 2012, 7(5): 418-420.
- [12] 赵菁, 赵步长, 贾力夫, 等. 糖尿病肾病治疗现状及中医药干预[J]. 中医临床研究, 2015, 7(27): 93-95.
- [13] 郭伟魁, 张海燕, 宋伟, 等. 糖尿病血管并发症的中药防治[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(19): 292-295.
- [14] 冷雪, 古丽艳, 朱芳. 2 型糖尿病中医证型流行病学调查及其中医病因病机初探[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(3): 732-735.
- [15] 常连赢, 朱彦, 高秀梅. 丹红注射液抗血栓作用研究进展[J]. 天津中医药大学学报, 2013, 32(4): 246-248.
- [16] 李金伟. 浅议《金匮要略》“血不利则为水”[J]. 国医论坛, 2006, 21(1): 15-16.
- [17] 谭浩, 卞兰芳, 王浩, 等. 丹红注射液对小鼠生理与生化指标的影响[J]. 医药导报, 2015, 34(5): 601.
- [18] 马义丹, 朱慧华. 丹红注射液药理分析及临床合理应用[J]. 按摩与康复医学, 2016, 6(18): 83.
- [19] 郑雪, 李静, 司继刚. 中药注射剂超适应症用药情况分析[J]. 中国医院用药评价与分析, 2014, 14(7): 624-626.
- [20] 张倩, 居文政, 郭建明, 等. 基于临床统计丹红注射液常见联合用药的药物相互作用文献研究[J]. 中国医院药学杂志, 2016, 36(9): 773-776.

(2018-03-03 收稿 责任编辑: 张文婷)

(上接第 1000 页)

参考文献

- [1] 郑威琳. 病人医疗信息多维可视化表达方法与实现技术研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2014.
- [2] 宋绍成, 毕强, 杨达. 信息可视化的基本过程与主要研究领域[J]. 情报科学, 2004, 22(1): 13-28.
- [3] 张卓, 宣蕾, 郝树勇. 可视化技术研究与比较[J]. 现代电子技术, 2010, 33(17): 133-138.
- [4] 陈艳. 信息检索可视化技术[J]. 信息系统, 2006, 29(5): 618-621.
- [5] 周宁, 张玉峰, 张李义. 信息可视化与知识检索[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 1.
- [6] 吕婷, 王颖, 李芳薇, 等. 医学领域中可视化技术的应用[J]. 医学信息学杂志, 2012, 33(2): 38-43.
- [7] 赵国庆, 黄荣怀. 知识可视化理论与方法[J]. 开放教育研究, 2005, 11(1): 23-27.
- [8] 周宁, 陈勇跃, 金大卫, 等. 知识可视化与信息可视化比较研究[J]. 理论与探索, 2007, 30(2): 178-255.
- [9] 袁国明, 周宁. 信息可视化和知识可视化的比较研究[J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16(12): 93-94.
- [10] 张会平, 周宁. 基于知识可视化的隐性知识转换模型研究[J]. 现代图书情报技术, 2007, 2(2): 60-63.
- [11] 杨杰. 基于脉动信息获取的中医脉诊数字化、可视化探讨[D]. 北京: 北京中医药大学, 2006.
- [12] 李洪娟, 王乐鹏, 莫芳芳. 红外成像检测技术在中医领域研究综述[J]. 红外技术, 2015, 37(3): 185-189.
- [13] 陈沁. 3D 人体模型的中医经络可视化[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [14] 高晶晶. 基于量化组方研究的方剂寒热属性可视化分析平台构建[D]. 北京: 北京中医药大学, 2009.
- [15] 王淑斌. 中西医结合治疗 2 型糖尿病的知识图谱分析[D]. 北京: 北京中医药大学, 2014.
- [16] 王连心, 孟庆刚. 中医诊疗信息特点分析及方法初探[J]. 世界中医药, 2012, 7(3): 244-246.
- [17] 谢晴宇, 孟庆刚, 王永炎. 中医诊疗决策信息的集成可视化研究[J]. 北京中医药大学学报, 2012, 35(8): 509-512.
- [18] 王晰, 鑫向阳. 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): 8-33.

(2017-10-19 收稿 责任编辑: 张文婷)