

● 张 瑞<sup>1</sup>, 唐旭丽<sup>1</sup>, 王定峰<sup>2</sup>, 潘建鹏<sup>1</sup>

(1. 武汉大学信息资源研究中心, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学信息管理学院, 湖北 武汉 430072)

## 基于知识关联的金融数据可视化分析<sup>\*</sup>

**摘 要:** 为揭示真实的数据语义和“隐藏”连接, 进一步实现更加精准、全面的知识推理和表达, 文章结合知识关联技术, 探讨金融数据可视化实现过程, 包括四个阶段: 关联数据集成、语义关联发现、关联数据结构化和关联数据可视化阶段。接着, 研究了不同知识关联形式的可视化数据模型及可视化分类。最后, 以上市公司数据为基础展开可视化实践案例分析。本研究可以为金融数据从网络到终端应用可视化提供一个具体的解决方案。

**关键词:** 知识关联; 可视化分析; 金融数据

### Visualization Analysis of Financial Data Based on Knowledge Association

**Abstract:** In order to reveal real data semantics and “hidden” connections, and to further realize the more accurate, comprehensive knowledge reasoning and expression, this paper uses knowledge association technology to discuss the realization process of the visualization, which includes four stages: linked data integration, semantic association discovery, linked data structuring, linked data visualization. Then the paper introduces the visualization models of different knowledge association forms, and the classification of visualization. Finally, the paper makes a case analysis based on the data of listed company. The study can provide a specific solution for the financial data visualization from network to terminal applications.

**Keywords:** knowledge association; visualization analysis; financial data

在大数据时代, 金融行业积累的丰富数据资源给知识服务带来新的启发。将海量信息加工成知识, 提高数据利用能力成为金融知识服务的发展契机。可视化技术与知识表达有直接而密切的联系, 是诠释复杂数据的重要手段。早期信息可视化形式是通过不同的符号和形状作为物理对象和抽象的陈述, 并广泛应用到各领域分支。对于所收集到的数据, 研究人员的重要任务之一是如何解释数据或将数据转换成易于理解的视觉效果。然而, 概念的可视化表示是具有挑战性的, 尤其是金融领域中的抽象概念, 如何将金融领域中的概念和活动主体行为表达出来是当前金融数据可视化的重难点之一。为了帮助人们对关键问题有更深入的理解, 不少学者纷纷探索关联数据的研究。但是新的知识组织方式需要与相应的呈现手段相结合, 才能充分发挥其价值。

为了有效地组织金融数据, 更好地面向用户进行知识服务, 本文基于知识关联的金融数据可视化进行分析, 旨在提供具有较强操作性的实现框架, 为金融领域平台建设提供参考。

<sup>\*</sup> 本文为国家自然科学基金重大研究计划重点支持项目“基于知识关联的金融大数据价值分析、发现及协同创造机制”的研究成果, 项目编号: 91646206。

## 1 相关工作

近几年来, 信息可视化本身已经成为热门话题之一。几乎在所有研究领域, 人们都可以接触到大量复杂的信息资源。可视化有助于信息的表达, 但信息超载是其面临的主要问题。一方面, 人们面对“信息爆炸”和“数据过剩”感到束手无策; 另一方面, 人们又感到“信息贫乏”和“数据被关在牢笼中”<sup>[1]</sup>。知识关联及相关技术步入到人们的视野, 其产生的背景来源于人们对知识发现和序化的需要, 最早被图书情报领域所关注, 主要以论文、专利、作者等作为知识单元, 开发知识资源<sup>[2-3]</sup>。随着全球范围内数据量迅速增长, 知识关联方法得以推广, 在一些数据量庞大的领域获得一些重要发现和应用。例如, 在生命健康领域中, 关于肿瘤与基因、基因和药物的关系网络研究<sup>[4-5]</sup>; 在工业领域中, 关于产品标准信息的相关研究<sup>[6]</sup>; 在社会领域中, 关于交通数据、地理信息数据、天气数据的关联<sup>[7]</sup>; 等等。

知识关联在不同领域得到广泛关注的同时, 语义技术和关联数据作为知识关联新的技术和实现途径, 得到迅速发展和支持。司徒俊峰等以关联数据为基础提出了知识链接应用框架<sup>[8]</sup>。戎军涛围绕关联数据方法提出了知识组织深度虚化机制<sup>[9]</sup>。在实践应用中, P. Castells 基于关联数

据技术,开发了 Web 门户内容可视化和语义导航模块<sup>[10]</sup>。Bizer 等提出关联数据是网站上对人和机器可读的最佳实践方法<sup>[11]</sup>。在金融领域中,由于数据存储类型多样,数据分析变得越来越复杂<sup>[12]</sup>。而关联数据是实现数据透明的重要一步。J. Ashraf 等基于 XBRL (基于 XML 的业务报告语言)生成财务数据,将业务事实与相应的报告关联,并发布这些数据<sup>[13]</sup>。相应的, J. L. Sánchezcervantes 等以资产负债表、现金流量和公司收益表作为数据源,将非结构化财务数据转换成相互关联、可导航的知识库,实现金融数据的发现和关联<sup>[14]</sup>。

在金融领域,知识关联技术的运用可以增加跨多个金融系统和金融工具的数据互操作性<sup>[15]</sup>,同时,在不增加成本的情况下带来强大的可视化<sup>[16]</sup>。然而,在国内金融领域的知识关联并没有得到重视。国内关于金融数据可视化方面的研究主要集中在主题数据库的可视化,如刘芳、田凯等运用引力场原理对上市公司年报信息各项指标进行聚类可视化<sup>[17]</sup>;苏咪咪应用“豆形图”对上证指数高频数据进行可视化<sup>[18]</sup>。从现有研究成果来看,金融领域数据可视化研究尚未取得关键进展,而知识关联为金融数据可视化开辟了道路。

因此,如何结合知识关联技术,探索金融领域信息中蕴含的知识单元及单元之间的关系,是本文研究的重点。为此,本文提出以下研究任务:①构建基于知识关联的金融数据可视化流程与框架。②针对关联数据特征,提出面向金融数据的可视化表达方式。③对基于知识关联的金融数据可视化进行实践案例分析。

## 2 知识关联及其实现途径

### 2.1 知识关联

知识关联的目的是对知识内容进行有效整合,以实现高价值的知识挖掘和发现。知识关联是知识网络形成的起点,其主要内容是分析不同知识单元间的链接关系。在不同的研究领域中,知识的结构要素也不同,它可能为文献、人物以及机构等。在金融领域,早在 2005 年,张俊在证券信息网状信息结构的构建中便引入了知识关联概念<sup>[19]</sup>。潘薇等从国家标准馆的知识传播与服务的角度,对知识关联研究述评:知识关联,是指知识单元间存在各种关系的总和;知识关联是有效利用知识的基本手段;在语义网环境下,关联数据技术意味着为图书馆提供更好的知识管理基础,以助于图书馆完全进入知识关联世界<sup>[20]</sup>。

### 2.2 关联数据技术

随着网络信息资源的积累,知识关联的实现与关联数据技术密切相关。关联数据为知识关联提供技术支持,以实现更全面的知识服务。传统数据可视化主要以关系数据

库为基础,将不同数据项属性值通过空间坐标、拓扑结构表示,例如,饼图、散点图、柱状图等。虽然传统图表形式能呈现基本统计数据信息,但是在具有高维信息的领域,数据可视化面临的状况会复杂很多。特别是,对于海量非结构化数据,数值型可视化表达方式往往并不适用,通常会丢掉隐藏的关键信息。关联数据是一种语义的关联与发布形式,通过对不同数据资源进行聚合,以实现新的应用价值。由于数据结构和展示内容的差异,关联数据呈现出与传统数据多方面不同(见表 1)。

表 1 传统数据与关联数据对比

	传统数据	关联数据
数据存储	以结构化表格形式存储数据,不同的表格描述不同的对象	以 RDF 结构化三元组存储数据,用属性、属性值来描述资源
数据组织	根据一定的算法和模型将不同对象的属性或特征进行分类、归纳和比较	注重语义模型构建,从外部属性特征和专业领域实质内容等多个层次描述数据间的语义关系
数据表示	由程序员设计一种表现形式,以固定的方式呈现,对数据做进一步的变换,以满足可视化要求	借助 URI 技术,将不同类型数据关联,能呈现文本、视频、声音等多种资源,全方位、多角度地呈现领域信息
数据获取	被预定应用程序束缚,为了特定视觉呈现而收集相应的数据,用户被动获取呈现的数据	通过数据间关联,计算机更容易理解用户复杂多样的查询信息,可以快速、实时地找到所需数据

关联数据技术,改变了以往数据独立呈现的方式,潜在的知识可以通过多层链接被发现,数据可以灵活检索和多样化呈现,更具直观性,使人们能够发现更多的事物。关联数据特征体现在:一是数据资源的集成性。关联数据尽可能保持数据原始特征,呈现出一个领域知识的全貌,极大丰富了数据可视化内容。二是信息表示的规范化。关联数据更注重语义模型构建,用统一格式表达实体,因此在信息表示上更加规范。

## 3 基于知识关联的金融数据可视化框架

基于知识关联的金融数据可视化流程如图 1 所示。分 4 个阶段:关联数据集成阶段、语义关联发现阶段、关联数据结构化阶段和关联数据可视化阶段。不同阶段体系的结构和交互均由信息/数据流驱动,逐层递进,最终实现用户可视化需求。

### 3.1 关联数据集成阶段

在该阶段,首先聚集互联网上的网络金融数据,数据来源包括结构化数据和非结构化数据。结构化数据包括传统的信息公司数据(以表的结构形式存在),股东、公司

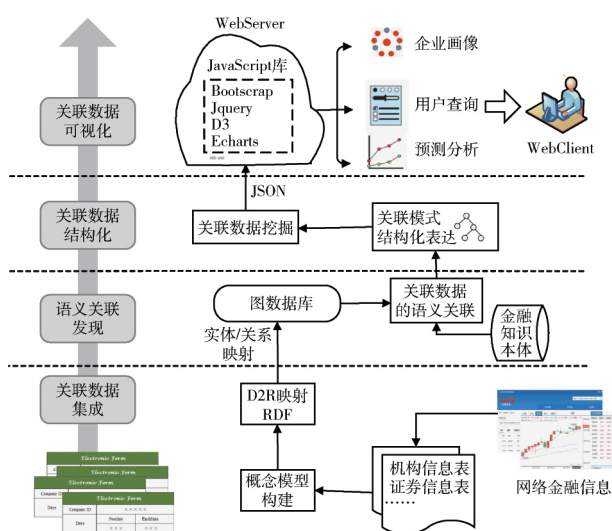


图1 基于知识关联的金融数据可视化流程

基本信息、行情数据等；非结构化数据包括信息公司的证券市场文本数据（公告）、互联网舆情数据等。通过大数据技术，将网络金融领域非结构化的异构信息转换成计算机可存储的结构化数据，形成系统、完整的金融数据集。并从结构化的金融数据中抽取其中的实体、关系、属性以及事件，构建概念模型，该模型代表类与子类之间集成的交互，是一个高层次的抽象描述。在概念模型基础上，利用 D2RQ 的 generate-mapping 文件进行转换，将关系型数据库中的数据转换成 RDF 格式。

### 3.2 语义关联发现阶段

这一阶段主要考虑在 RDF 模型之间寻找语义链接，对不同关联数据集进行整理和组织。首先将在关联数据集成阶段获取的大量的 RDF 三元组形式存入图数据库（非关系型数据库）中，实现 RDF 的存储和检索。为了消除歧义，涉及利用金融知识本体来精化关系。语义关联发现作为关系发现的一种方式，其重要特征是领域本体驱动。金融知识本体以标准词表或树状结构来组建相关概念，获得不同概念间的层次和相近关系，提高语义描述能力。通过金融知识本体，将语义经验引入到关联发现中，它与上阶段构建的概念模型互补，使关联数据显示的语义信息更加精确，为实现不同用户和应用基于语义的数据访问提供支撑。

### 3.3 关联数据结构化阶段

关联数据结构化表达，即整合数据形成关联数据云，主要有两个目的：一是对齐关联数据，以便更好地存储和使用；另一个是利用统一模型提供语义信息。由于 RDF 类型数据与传统数据表达形式有很大的差别，所以必须将数据转换为传统挖掘算法可处理的形式。每个 RDF 实例对应相应的 URI 标识符、类、属性及属性的值。这一阶段

应用了两种合并方法：基于属性的合并和基于值的合并，将属性的值作为索引项。将 SPARQL 语句表示为一个查询图，数据查询的过程实质上就是子图匹配过程（借助 jean 实现）。扩展 SPARQL 语句，从关联数据云中获取数据，并按数据预处理、数据转换、信息抽取数据挖掘过程实现关联数据挖掘。最后，将结果由 JSON 格式返回给客户端。

### 3.4 关联数据可视化阶段

关联数据经过存储和发布后，可以根据不同的应用场景进行可视化。前端页面展示采用超文本标记语言（HTML）、层叠样式表（CSS）和 JavaScript 编程语言构建。网页可视化展示可以借助一些 JavaScript 库，例如 Bootstrap 和 Jquery 是常见的前端页面布局模板，D3 和 Echarts 可以用于创建条形图、线图、散点图，实现数据的动态更新或替换。应用于金融服务领域的可视化应用主要包含三大部分：企业画像、用户查询和预测分析，最后通过根据特定问题给用户呈现不同的展示效果。知识图谱就是关联数据可视化的一个典型的表达形式，体现出图结构形式较强的数据存储和查询能力。在这一阶段，需要根据具体情况采用特定的实现方案。

## 4 基于知识关联的金融数据可视化方法

### 4.1 可视化数据模型

按照知识关联的形式，将可视化数据属性集进行如下定义：

定义 1（同一性关联）：设  $K_a = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ ，其中  $K_a$  表示金融市场参与方  $a$  的知识实体集， $m$  为知识实体数。 $G_l = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ ，其中  $G_l$  为知识实体  $K_l$  的数据属性集， $n$  为数据属性数。由此可定义  $R$  为关联数据的属性集合，因此，有对于  $\forall x = R(x) \rightarrow \{(x \in K_a) \wedge (x \in K_b)\} \vee \{(x \in G_l) \wedge (x \in G_s)\}$ 。

同一性关联表示实体间存在共同的属性。以金融企业为例，设定知识实体集为 {公司，公司管理人员，证券}，公司的知识属性集有 {机构名称，法人代表，境内上市标识}，公司管理人员的知识属性集有 {姓名，机构名称}，证券的知识属性集有 {证券代码，机构名称}。若  $s$  为某一公司管理人员，且  $s$  为某一公司的法人代表，则公司管理人员和公司之间有管理与被管理的关系  $R(s)$ 。同样，公司与证券代码之间也有发行与被发行的关系。由此可见，通过同一性关联，可获取其他集合关于该实体的完整语义描述，弥补了单一集合语义描述的缺陷。

定义 2（层级关联）：设关联数据集  $R$  的子集  $R_i$  为二元组  $(K_i, K_{related})$ ，其中  $K_i$  为某一金融知识实体， $K_{related}$  是

通过同一性关联与  $K_i$  建立关联的所有金融知识实体的集合,  $K_i \in K_a, K_{related} \in K_a, K_i$  和  $K_{related}$  都是金融知识实体, 其层次关系  $R_i$  表示为:  $\forall k \in K_{related}$  有  $k \subseteq K_i$ 。

层级关联表示实体间的子类关系。例如个人信息与公司管理人员信息, 设定个人信息集为 { 姓名, 机构名称, 职位 }, 公司管理人员信息集为 { 姓名, 机构名称 }。若  $c$  为某一公司管理人员, 且  $c$  为自然人, 则公司管理人员和自然人之间有子类的关系  $R(c)$ 。层次关系分为垂直层次关系和平行层次关系, 前者是包含关系, 如自然人与公司管理人员, 而后者指属性上的差异, 如公司十大股东与公司十大流通股。层级关联是一种常见的组织形式, 通过知识实体间的跨级连接, 用户更容易观察知识全局。

定义 3 (规则关联): 设  $K_a = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$  为金融知识实体集合, 关联数据集  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  中的任一关系  $r_i$  是以  $k_i$  为中心的关系, 则  $R$  中的关系模式链接可表示为函数型关联规则集合:  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}, f_i: g_s \rightarrow g_t, g_s \in k_s, g_t \in k_t, g_s$  和  $g_t$  分别表示为  $k_s, k_t$  中的数据属性集。

通常, 有价值的规则关联是通过属性规律反映知识实体关系。如通过基于股票价格以及信用违约互换价格来确定上市金融公司之间关联性<sup>[13]</sup>。关联规则是知识发现研究热点, 它能从大量数据属性集中找到实体或者事件之间关联, 发现金融市场的规律。但是规则关联相对同一性关联、层级关联而言, 需要更多科研理论的支撑。

4.2 可视化方法分类

金融数据源异构性大, 分布量广泛, 可视化是支持开放数据集成过程的重要工具。本文对基于知识关联的金融数据可视化方法进行分类, 以助于设计人员把握各种可视化形式进行不同的知识表示, 综合考虑关联数据集类型, 以及用户需求等情况做出最佳选择。

表 2 基于知识关联的金融数据可视化分类

可视化方法	关联数据集类型	可视化特点	实例
几何布局法	实体数据集数量不多, 数据属性集数量较多	表达简单明了, 便于观测异常点	K 线图、豆形图
图标布局法	数据属性数不多, 某些数据属性具有特殊含义	结合图标能够准确理解变量含义	以地图布局、时间布局的图形
层次布局法	具有层次关系的实体集或属性集	通过多维空间划分表达分类信息, 将概念通过从属关系表达出来	排架树形图、分级树形图
图形布局法	结构关系较强的实体集或属性集	通过整个图形展现多维信息和概念间的关系	力引导布局图、弧长链接图
降维映射法	数据属性类别单一, 且数量属性数量较多	通过降维算法, 在低维可视空间中揭示不同维度属性的隐含关系	散点图, 星形图 (雷达图)

表 2 分析了几种常见金融数据可视化方法, 并从关联数据集类型、可视化特点以及实例对其进行比较。就可视的数据量而言, 层次布局法、图形布局法和降维映射法更能展现数据的整体结构和分布。不过就适用范围而言, 几何布局法和图标布局法同样广泛运用于传统数据类型, 因此更具适用性。由于关联数据存储规范化, 不需要修改系统程序, 只需在前端代码中运用相应的 JavaScript 库, 即可改变可视化呈现方式。因此设计人员应结合具体的应用场景, 确定需要展现的信息, 最后选择合适的可视化方法。

5 实践案例

5.1 背景

金融行业具有其行业特殊性。该行业体系庞大、涉及面广、内容复杂, 不仅涉及全世界各行各业的经济运行趋势, 还包含国家政策法规、宏观调控方针等环境因素, 它涵盖证券市场、保险行业、上市公司等多个行业, 包括股票、股权投资、期权、外汇操作、保险、信托等多种投资渠道, 还与投资者心理、经济学家理论、券商分析师预测、基金经理经验以及操盘手操作等密切相关。因此, 金融领域大数据的可视化问题受到广泛关注。

本研究以武汉大学研究团队与深圳证券信息有限公司合作方式, 在公司提供的规范结构化数据的基础上, 实现基于知识关联的金融数据可视化构建。以构建知识数据集作为重点研究方向, 实现实体间的各种分类关联, 最后以可视化图的方式呈现, 以助于进一步分析数据之间的语义关联, 对更广泛、更深入地进行金融大数据价值分析具有积极作用。

5.2 可视化构建过程

本研究所选取的数据来自于深圳证券信息有限公司数据库中提供的上市公司的数据。分析中选取了基本信息 (机构信息表、证券信息表、个人信息表、股东信息表)、投资评价 (公司盈利预测表、公司盈利预测汇总表)、公司治理 (公司股本变动、公司十大股东、公司十大流通股、公司管理人员任职情况) 以及重大事项 (公司诉讼、公司受处罚、公司仲裁、公司资产重组概况、公司资产冻结) 这 15 项指标, 该数据可以较全面准确地反映上市企业的基本状况。

根据本文数据信息, 以 “机构 ID” (即公司名称) 作为共同属性, 可视化数据属性集为同一性关联, 最后采用图形布局法展示上市公司基本数据信息。在对事件数据建模时, 采用图标布局法, 用时间属性描述事件完成时间, 便于用户在查询中进行条件设定, 使查询结果精确化 (见图 2)。为了展现基于知识关联的数据可视化的优势, 本

文基于 sparql 查询模板展示用自然语言查询的结果显示 (见图 3)。

按照本文的研究方法对上市公司基本信息进行知识关联,系统采用 B/S 的结构,架构底层的存储采用图数据库存储,前端展示基于 FLASK + Echarts 单元框架。以下为知识关联模型运用到金融可视化实践中的具体实践案例。

可视化构建具体处理步骤如下:

步骤 1: 在获取上市公司基本数据基础上,抽取其中的实体、关系、属性以及事件,绘制关联图并实现从图到表的映射,对字段信息进行规范化处理。

步骤 2: 实现基于 RDF 语义模型设计,基于资源标识符的三元组利用描述语义实体间关系。

步骤 3: 对表的关系梳理清楚的前提下,进行 D2RQ 中 mapping 文件的编写,映射数据库关系并进行增删改查,然后进行 dump-rdf 操作,将表格数据转换为 RDF 格式。

步骤 4: 将 RDF 数据文件导入 Gstore 数据库中进行存储。

步骤 5: 根据需要选择合适的可视化类型,运用 Echarts 中的 JS 库进行页面部署。

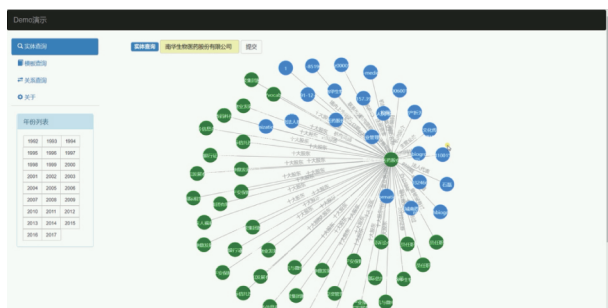


图 2 基于知识关联的上市企业实体查询界面

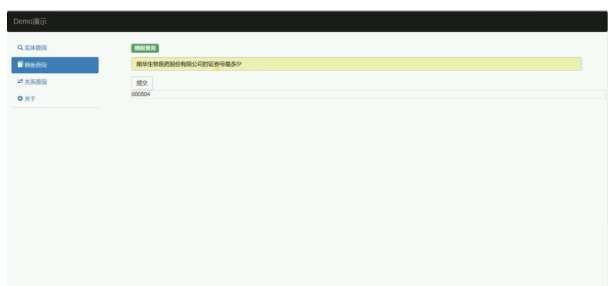


图 3 基于知识关联的上市企业模板查询界面

### 5.3 结果分析

本文以一种“俯瞰式”展示形式表达以企业为中心进行多层关系展示,采用图形布局法,通过力导向图展示实体及属性之间的关联,当系统输入某一实体名称时,系统展示相应的数据信息,选中任一和查询实体相关的实

体,双击则会扩展该实体的查询,组合成新图。也可给定多个实体,实时查找其全部关系路径。同时,用户可以按照时间对结果进行过滤。从可视化结果显示,上市企业实体查询界面能展示完整的上市企业信息,其主要依赖于关联数据的规范的存储设计,比传统可视化更为灵活,同时方便添加新的实体或属性。

模块查询可视化首先利用自然语言处理技术对用户问句进行分析与处理,然后映射到相应的 RDF 存储数据集中,最后返回准确的答案。图 3 为基于模板的查询可视化界面,查询结果可用文本形式展示。如搜索“南华生物医药股份有限公司的证券号是多少”,系统自动基于图结构进行语法规则匹配,在关联数据集里查找“南华生物医药股份有限公司”实体对应的“证券”事件,最后系统返回相应的结果。但是此应用目前对于有明确 RDF 结构的问题信息准确率较高,对于复杂的查询语句需要进一步推理和计算才能给出相应的答案,因此有进一步发展空间。

## 6 结束语

本文首先分析了知识关联技术在可视化应用上的优势,并详细介绍基于知识关联的金融数据可视化流程,通过流程分析,可以看到,金融可视化的主要目的不是数据本身,而是对数据进行结构化组织,发现未知规律,为人们提供更好的服务。因此,为设计制定适合不同金融业务的可视化方案,本文围绕不同的知识关联形式,构建可视化数据模型,定义可视化数据属性集可以分为三类:同一性关联、层级关联和规则关联,并对不同的可视化方式进行分类。最后,本文给出了关于上市企业信息查询系统界面开发的实践案例。

本文对基于知识关联的金融数据可视化的分析、建设与应用都有一定的参考价值,但仍有一些问题有待研究:

- ①丰富知识关联类型,进一步完善可视化数据模型理论,发现更多可视化表达规律;
- ②探索用户对金融数据的需求,扩展可视化实践应用,使知识关联有更大的发挥空间。

### 参考文献

- [1] 金中仁,陈振宇.知识管理与文献信息数据挖掘[J].情报杂志,2004(12):89-90.
- [2] 高继平,丁堃,潘云涛,袁军鹏.知识关联研究述评[J].情报理论与实践,2015,38(8):135-140.
- [3] 吕元智.数字档案资源知识“关联”组织研究[J].档案学研究,2012(6):44-48.
- [4] QIAN Z, SUN Y, CHALLA S, et al. Semantic inference using chemogenomics data for drug discovery [J]. BMC Bioinformatics, 2011, 12(1): 1-12.

- [5] 牟冬梅, 黄丽丽, 张艳侠. 关联数据在生命科学领域的应用现状 [J]. 情报科学, 2012 (9): 1389-1395.
- [6] 郭德华. 面向产品的标准信息知识链接构建研究 [J]. 标准科学, 2013 (3): 6-9.
- [7] 赵龙文, 罗力舒. 基于关联数据的政府数据开放: 模式、方法与实现——以上海市政府开放数据为例 [J]. 图书情报工作, 2017, 61 (19): 102-112.
- [8] 司徒俊峰, 曹树金, 谢莉. 论基于关联数据的知识链接构建与应用 [J]. 图书情报工作, 2013, 57 (16): 123-129.
- [9] 戎军涛. 基于关联数据的知识组织深度序化机制研究 [J]. 图书情报工作, 2015, 59 (13): 134-141.
- [10] CASTELLS P, FONCILLAS B, LARA R, et al. Semantic web technologies for economic and financial information management [C] // Esws 2004, Heraklion, 2004: 473-487.
- [11] BIZER C, HEATH T, IDEHEN K. Linked data on the web [C] // Proceedings of the International World Wide Web Conference, Linked Data Workshop. 2013.
- [12] 陈进, 朱宁. 金融业大数据应用问题研究 [J]. 图书情报工作, 2015, 59 (S2): 203-209.
- [13] ASHRAF J, HUSSAIN O K. Integrating financial data using semantic web for improved visibility [C] // 语义知识与网络国际会议, 2012: 265-268.
- [14] SÁNCHEZCERVANTES J L, HERNÁNDEZCHAN G S, RADZIMSKI M, et al. Discovering and linking financial data on the web [J]. Achi, 2013: 36-40.
- [15] O'RIAIN S, HARTH A, CURRY E. Linked data driven information systems as an enabler for integrating financial data [M] // Information systems for global financial markets: emerging developments and effects. IGI Global, 2012: 239-270.
- [16] KLÍMEK J, HELMICH J, NEČASKÝ M. Application of the linked data visualization model on real world data from the czech LOD cloud [EB/OL]. https://www.researchgate.net/publication/290747655\_Application\_of\_the\_linked\_data\_visualization\_model\_on\_real\_world\_data\_from\_the\_czech\_LOD\_cloud.
- [17] 刘芳, 田凯, 周志光, 林海. 基于SOM和引力场聚类的金融数据可视化 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 24 (4): 435-442.
- [18] 苏咪咪. 大数据的“豆形”可视化及其在资本市场中的应用 [J]. 科学与管理, 2014, 34 (6): 3-8.
- [19] 张俊. 商业化证券信息服务及其实现策略 [D]. 武汉: 武汉大学, 2005.
- [20] 潘薇, 李景, 马志远. 语义网环境下的标准知识关联与服务探析 [J]. 标准科学, 2014 (9): 34-36, 44.
- [21] SPENCE R. Information visualization: an introduction [M]. [S.l.]: Springer, 2014.
- 作者简介: 张瑞 (通讯作者), 女, 1992年生, 博士生。唐旭丽, 女, 1993年生, 博士生。王定峰, 男, 1992年生, 硕士生。潘建鹏, 男, 1994年生, 硕士生。
- 作者贡献声明: 张瑞, 论文主要完成人, 演示系统开发成员、资料查阅与收集、论文构思与撰写。唐旭丽, 论文协助完成人, 演示系统开发成员、论文修改。王定峰, 论文协助完成人, 演示系统开发成员。潘建鹏, 论文协助完成人, 演示系统开发成员。
- 录用日期: 2018-03-26

(上接第160页)

- [24] 杜振华, 茶洪旺. 政府数据开放问题探析 [J]. 首都师范大学学报: 社会科学版, 2016 (5): 74-80.
- [25] 王芳, 陈锋. 国家治理进程中的政府大数据开放利用研究 [J]. 中国行政管理, 2015 (11): 6-12.
- [26] 夏义堃. 国际比较视野下我国开放政府数据的现状、问题与对策 [J]. 图书情报工作, 2016 (7): 34-40.
- [27] 谭必勇. 政府信息资源再利用问题初探 [J]. 档案学研究, 2007 (4): 23-26.
- [28] 黄如花, 刘龙. 英国政府数据开放中的个人隐私保护研究 [J]. 图书馆建设, 2016 (12): 47-52.
- [29] 迪莉娅. “反公地悲剧”视角下的政府数据开放研究 [J]. 情报理论与实践, 2016, 39 (7): 56-60, 8.
- [30] 蔡婧璇, 黄如花. 美国政府数据开放的政策法规保障及对我国的启示 [J]. 图书与情报, 2017 (1): 10-17.
- [31] 胡逸芳, 林焱. 加拿大政府数据开放政策法规保障及对中国的启示 [J]. 电子政务, 2017 (5): 2-10.
- [32] 陈美. 澳大利亚中央政府开放数据政策研究 [J]. 情报杂志, 2017, 36 (6): 134-140.
- [33] 吴旻. 开放数据在英、美政府中的应用及启示 [J]. 图书与情报, 2012 (1): 127-130.
- [34] 黄如花, 林焱. 法国政府数据开放共享的政策法规保障及对我国的启示 [J]. 图书馆, 2017 (3): 1-6.
- [35] 周文泓. 加拿大联邦政府开放数据分析及其对我国的启示 [J]. 图书情报知识, 2015 (2): 106-114.
- [36] 筱雪, 胡琳悦, 王晓迪. 法国政府开放数据发展现状及启示研究 [J]. 现代情报, 2017, 37 (7): 138-143.
- [37] 李燕, 张淑林, 陈伟. 英国政府数据开放的实践、经验与启示 [J]. 情报科学, 2016, 34 (8): 148-152.
- 作者简介: 陈朝兵, 男, 1990年生, 博士, 讲师, 硕士生导师。研究方向: 政府治理与公共服务。
- 录用日期: 2018-03-22