

● 任惠超^{1,2}, 汪雪峰¹, 刘玉琴³

(1. 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081; 2. 中国船舶信息中心, 北京 100101; 3. 北京印刷学院新闻出版学院, 北京 102600)

面向战略决策的科技情报智能分析系统实践

摘要: 伴随着大数据存储、管理和应用技术的不断成熟, 以及各种科技资源数据规范的建立, 能够满足用户在线检索、实时分析的科技资源数据库越来越多, 为科技情报的分析利用提供了便利。然而, 这些科技资源数据库在面临科技战略决策时, 其检索、分析结果仍需要二次加工处理呈现给最终的决策者, 无法提供迅速、直接、高效的战略决策支持。为提高科技资源转化为战略决策支撑的效率, 建立科技情报的快速反应能力, 弥补当下各类科技资源数据库的不足, 采用自然语言处理、信息可视化、人工智能等技术, 设计面向战略决策的科技情报智能分析系统。该系统由科技资源数据格式映射器、数据清洗器、数据分析器、图形绘制器、数据解读器、报告组织器、报告撰写器构成, 并介绍该系统的框架、关键技术实现。该科技情报智能分析系统已经在中国船舶信息中心展开应用, 且应用效果良好, 为科技情报分析系统的智能化建设提供参考借鉴。

关键词: 战略决策; 科技情报; 智能分析; 情报分析; 系统设计

DOI: 10.16353/j.cnki.1000-7490.2022.04.004

引用格式: 任惠超, 汪雪峰, 刘玉琴. 面向战略决策的科技情报智能分析系统实践 [J]. 情报理论与实践, 2022, 45 (4): 27-34.

Implementation of Intelligent Analysis System of Science and Technology Information for Strategic Decision

Abstract: With the maturity of big data storage, management and application technology, as well as the establishment of various scientific and technological resource data specifications, more and more scientific and technological resource databases can meet the needs of online retrieval and real-time analysis of users, providing convenience for the analysis and utilization of scientific and technological information. However, in the face of science and technology strategic decision-making, the retrieval and analysis results of these databases still need secondary processing to present to the final decision-makers, which cannot provide rapid, direct and efficient strategic decision support. In order to improve the efficiency of the transformation of scientific and technological resources into strategic decision-making support, improve the ability of rapid response of scientific and technological information, and make up for the lack of various scientific and technological resources databases, information visualization and artificial intelligence are used to design an intelligent analysis system of science and technology information for strategic decision. The system is composed of Data Format Mapper, Data Cleaner, Data Analyzer, Graph Plotter, Data Interpreter, Report Organizer and Report Writer. The framework and key technologies of the system are introduced. The intelligent analysis system has been applied in China Ship Information Center, and the application effect is good, which provides a reference for the intelligent analysis of scientific and technological information.

Keywords: strategic decision; science and technology information; intelligent analysis; information analysis; system design

0 引言

战略决策是指解决全局性、方向性、长远性重大问题的决策, 是单位生存和发展的关键。正确的战略决策需要精准的战略情报支撑, 而科学的战略情报源自广泛全面的信息搜集、精准的数据过滤核准和面向决策场景的深度分析研判。在当今海量信息时代, 传统的情报搜集和研究方法很难得到高质量的战略情报, 大数据技术、人工智能技

术的应用为战略情报有效支撑战略决策提供了新的机遇和可能。

科技管理者在科技战略决策过程中, 常常面临着如何在海量科技信息资源中准确、快速获取科技情报进行战略决策的挑战。伴随着大数据存储、管理和应用技术的不断成熟, 以及各种科技资源数据规范的建立, 能够满足用户在线检索、实时分析的科技资源数据库越来越多, 为科技情报的分析利用提供了便利。然而, 对这些科技资源数据

库的利用需要专业的情报数据分析人员进行操作,对资源信息汇总、知识提炼、情报抽取,提供给战略决策者。这一过程过度地依赖于人工进行信息传递,耗时费力。在科技资源急剧增长、软件工具日益丰富的今天,战略决策过程中越来越强调智能在分析过程中的作用。因此,情报分析领域一直在探索建立科技情报的智能化计算机辅助系统,为战略决策者提供迅速、直接、高效的支持,提高科技资源数据转化为战略决策支撑的效率,进而建立科技情报的快速反应能力。在此背景下,本文研究建立面向战略决策的科技情报智能分析系统,开展深度挖掘文献数据本身的智能情报分析系统实践,注重工程化思路的情报系统设计与实现,从系统需求、系统设计、关键技术角度对其进行研究,促进我国科技情报工作的高质量发展。

1 研究回顾

钱学森先生早在1983年就提出智能情报的理念,认为信息的使用有3个层次,即简报式、情报专家式和智慧简报式,并指明情报研究需与智能技术相结合^[1]。自此,智能情报分析受到广大研究者的关注。从技术应用角度归纳起来主要分为智能情报检索技术、智能情报分析技术和智能情报系统研究。

1.1 智能情报检索技术研究

黄祥喜等^[2]研究了智能情报检索系统的结构和问题,认为与情报检索相关的人工智能技术包括自然语言理解、知识获取、知识表示、知识库管理、启发式搜索和推理技术等。王兰成^[3]研究探索了智能情报数据库系统,提出智能情报数据库系统的结构和语义数据模型。刘继昌^[4]提出了基于词表的全文本智能情报检索系统的设计思想。贾同兴^[5]研究了智能情报检索中的超文本技术,介绍了人工智能的框架、语义网等知识表达技术和传递激活技术。徐海燕等^[6]分析了智能情报检索、自然语言的内涵、特点以及国内外智能情报检索的研究状况,并对建立更为便捷的智能情报检索系统提出了建议。刘丹^[7]阐述了智能情报检索系统的组成、原理、核心技术及智能信息检索知识表示方法。Yang等^[8]对基于本体的智能检索系统进行了研究,包括系统的框架、关键技术、性能评价以及研究热点,并对该领域的发展进行了预测。

1.2 智能情报分析技术研究

施韶亭等^[9]研究了文本挖掘技术在科技管理领域热点主题抽取方向的应用,助推政务领域信息智能化和知识化。曾文等^[10]研究了数据工程视角下的智能情报分析与应用,提出了智能情报分析决策模型。王天宇等^[11]研究了智能情报算法体系,提升了情报智能算法开发应用的效

率。刘明月等^[12]、何鑫等^[13]研究了基于人工智能的科技情报需求自动感知。M. Ianni等^[14]对大量多维数据进行关系网络分析,通过人工智能技术,提出处理数据量大、数据增长快、数据质量问题的方法,并且通过关系网络分析方法挖掘不同维度数据的价值。邱韵霏等^[15]研究了智能情报分析模式,认为数据和知识双轮驱动是智能情报分析发展方向,实现智能情报分析的关键是加强数据资源建设、加强深度学习技术与知识图谱技术在科技情报分析中应用、建立数据驱动与知识驱动相融合的分析模式。

1.3 智能情报分析系统研究

张玉峰^[16-17]提出了智能情报系统中以知识为基础的知识框架表示。Kaula等^[18]提出了一种有效划分知识库的机制和框架,即开源智能信息系统架构(OIISA),通过这个框架,不同独立的知识库可以合作解决问题。化柏林等^[19]提出了智能情报分析系统的架构设计与关键技术,通过智能分析引擎实现资源、技术与功能之间的对接。赵大海等^[20]研究了智能情报获取系统框架,通过数据管理模块、Hadoop集群模块、文本信息挖掘模块、数据挖掘模块等提高了复杂多维军事情报的可分析性及信息提取效率。

除此之外,大量文献聚焦于智能情报检索应用、趋势、问题、对策^[21-29],人工智能在图书信息领域、科技情报领域的趋势等学术讨论^[30-36]。

对于智能情报分析呈现出以下特点:①20世纪八九十年代侧重于智能情报检索技术研究,近10年来国内外侧重于自然语言处理、人工智能在智能情报方面的应用研究。②智能情报系统仍然停留在理论探讨、知识框架、系统架构层面,鲜有真正用于实践的智能情报系统。基于以上分析,本文结合笔者在科技情报方面的工作实践,研究构建面向战略决策的科技情报智能分析系统,为国内开展科技情报的智能化分析、建设智能化情报分析系统提供参考借鉴,促进我国科技情报工作的高质量发展。

2 需求分析

目前,大多科技情报分析系统在进行战略决策支撑过程中都必须经过以下环节:情报分析人员对分析系统进行操作获取原始数据、分析报表,提炼后形成决策支撑报告,呈现给最后的决策者。这一过程一般要耗时数天甚至数月时间,也常常直接影响情报的快速反应。如何在情报系统中更多地引入智能技术,提高情报分析的效率与质量,成为新时代情报发展的关键^[37]。基于此,面向战略决策的科技情报智能分析系统应满足以下基本需求:多源异构数据的高效获取与处理、情报分析过程的自动化、分

析结果的智能化解读; 分析结果交由情报分析人员干预后能够满足决策者不同程度的使用需求; 从发出分析指令到返回分析结果响应时间短, 以分钟计算响应时间; 简化系统操作, 以分析指令代替人机交互操作; 分析结果适应不同的决策场景; 适用于常见的数据类型, 能够识别数据中的异常并在分析前自动清洗; 独立于数据源, 与数据管理系统、数据检索系统之间低耦合。

3 系统设计

基于以上对科技情报智能分析系统的需求分析, 本文在进行科技情报智能分析系统设计上采用智能化与自动化相结合的方式, 以智能化技术进行细粒度的数据分析和分析结果解读, 以自动化技术进行分析结果的组织与输出。整个系统分为两个子系统: 智能情报分析引擎子系统和智能情报服务子系统。如图 1 所示, 科技情报智能分析系统架构涵盖数据层、处理层和逻辑应用层 3 个层级。智能情报服务子系统主要是系统的数据层和处理层, 通过科技资源数据管理系统或检索系统接入专利、文献、动态、报纸、音视频等多源异构数据, 通过建立网络集群, 实现互联网环境下多机协同和负载均衡; 智能情报分析引擎子系统主要是系统的逻辑应用层, 由 7 个功能组件构成, 智能化能够完成数据的格式转化、清洗、挖掘分析、可视化、报告组织撰写与输出等情报分析研究的全过程, 实现多个功能组件间的协同工作。智能情报服务子系统与智能情报分析引擎子系统之间通过系统集成接口完成数据的传递和转换。

3.1 智能情报分析引擎子系统功能框架

智能情报分析引擎子系统功能框架如图 2 所示。智能情报分析引擎由格式映射器、数据清洗器、数据分析器、图形绘制器、数据解读器、报告组织器、报告撰写器 7 个功能组件构成。通过调用科技文本挖掘与可视化软件工具

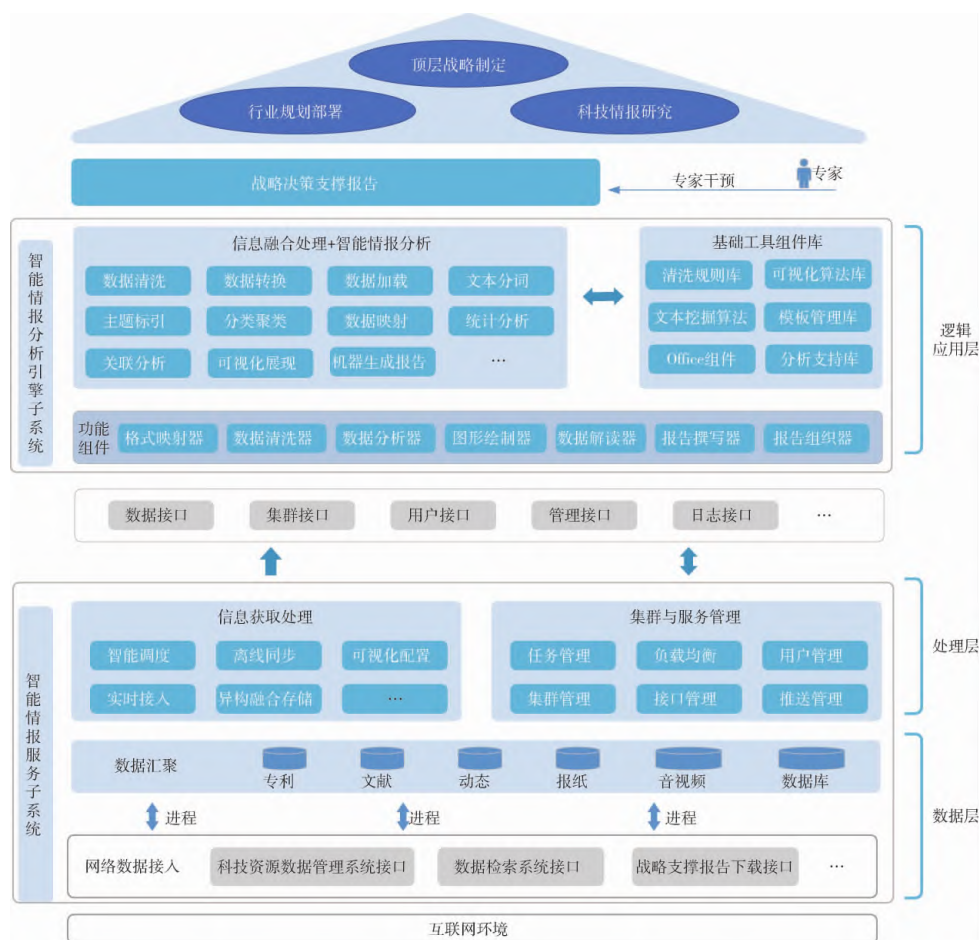


图 1 科技情报智能分析系统架构

ItgInsight 的文本挖掘算法和可视化算法库以及国产 Office 办公套件进行各个功能组件的协同工作。

- 1) 格式映射器对待分析的科技文本按照序号、作者、机构、国家、省份、时间、学科、领域、技术类别、出版物、资助项目、关键词、题目、摘要、全文进行结构重组。
- 2) 数据清洗器对多源数据进行融合处理, 如文献、专利、动态、期刊、报纸、音视频、各类数据库等, 按照清洗规则进行数据清洗, 如人名、地名、机构名称的归一化、去重、标准化, 噪音数据的去除等。
- 3) 数据分析器调用科技文本挖掘与可视化软件工具 ItgInsight 的文本挖掘算法和可视化算法库对不同数据库的数据进行融合、统计分析、模型训练、语料标注等, 并负责分析结果的存储管理, 以便利用数据解读器。
- 4) 数据解读器读入一维统计结果、二维统计结果和合著关系、共现关系、关联关系等多源网络数据并进行自动解读, 然后输出文字描述进入报告撰写器中。
- 5) 报告结构组织器依据决策场景对输出的决策报告内容和结构进行限定和组织, 其中报告结构组织器中定义

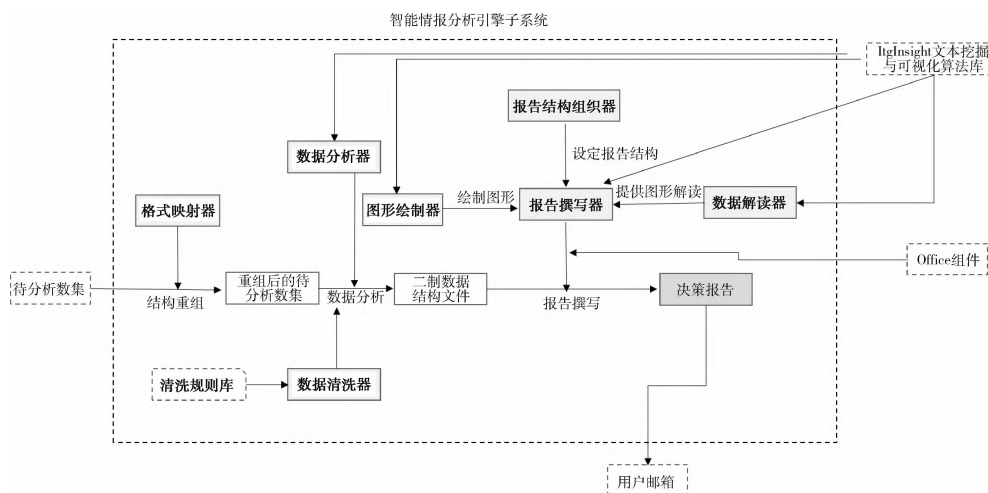


图2 智能情报分析引擎子系统功能框架

的描述符对决策报告进行结构组织。

6) 图形绘制器绘制各种简单图形、复杂图形并将图形输入到报告撰写器，并将图形保存到计算机磁盘。

7) 报告撰写器按照报告结构组织器的描述符对决策报告进行撰写，遇到对应的描述符，则调取二进制数据结构数据，按照描述符的描述进行输出，最终生成所需的战略决策支撑报告。

3.2 智能情报服务子系统功能框架

智能情报服务子系统功能框架如图3所示。图3展示了两个子系统逻辑关系。智能情报服务子系统主要提供互联网环境下智能情报分析引擎子系统的集群和网络服务。其具体功能包括：提供互联网环境下科技资源数据管理系统或检索系统上传科技文本数据、下载战略支撑报告的服务接口；提供互联网环境下多台计算机之间的协同、负载均衡的服务接口；用户与权限管理。

3.3 智能情报分析系统功能框架

智能情报分析子系统功能是个人终端用户到科技资源数据库进行数据检索查询，点击数据检索页面的“智能分析”按钮，科技资源数据库后台将用户检索结果数据发送到智能情报分析系统后生成Word版本的战略分析报告，并将报告以邮件的形式推送给终端用户。其系统功能框架如图4所示。

4 关键技术

4.1 多数据源融合与数据清洗

为适应对专利、论文、期刊等多类型科技资源数据进行处理、挖掘和分析决策，建立格式映射器，如图5所

示。通过格式映射器将不同数据源的字段映射到科技情报智能分析系统的固定字段。其中Class 1~Class 4是数据的分类规则，如学科、技术分类号等，Number 1~Number 3是数值型字段，如论文的被引、专利的同族、专利的权利要求数量等。同时，建立通用的数据清洗规则和专用数据清洗规则。通用数据清洗规

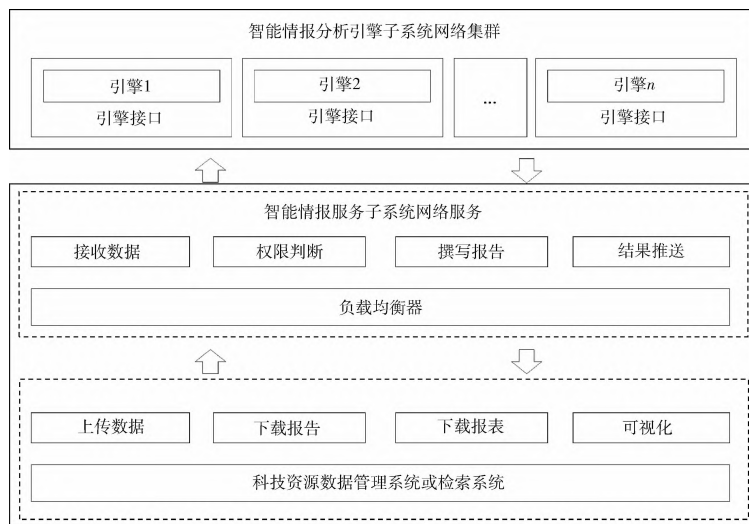


图3 智能情报服务子系统功能框架

则适用于一个字段只存储一类数据，专用数据清洗规则适用于一个字段存储多种数据，如一个字段里同时存储了作者、机构、国家等。专用清洗规则采用插件形式进行动态调整。两类清洗规则均基于规则库进行数据清洗。表1为机构清洗规则设定示例。从实践应用效果来看，这种数据清洗方式可以处理绝大多数常见的科技数据资源。

4.2 文本挖掘与可视化

数据分析引擎按照格式映射器内嵌的字段进行维度统计，各种合作、共现、关联关系计算，分析结果序列化存储到磁盘。底层文本挖掘和可视化技术分别解决了科技术语抽取和分析结果可视化制图。科技术语抽取采用文本挖掘与可视化系统 ItgInsight 算法库中 C-Value^[38] 算法和 PC-Value^[39] 算法完成。在可视化制图上，对于维度统计结果采用微软 VBA 调用 Excel 进行可视化输出，并且将常用的 Excel 可视化封装为外部的 VBA 由系统进行调用，从而达

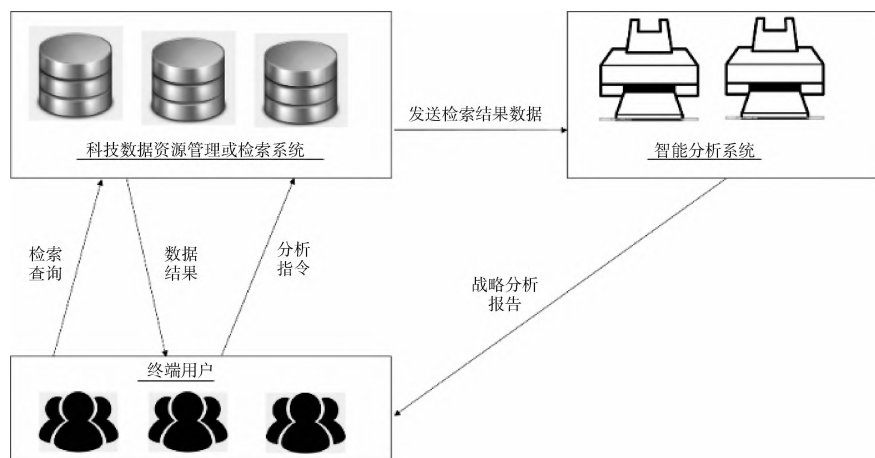


图4 科技情报智能分析系统功能框架示意

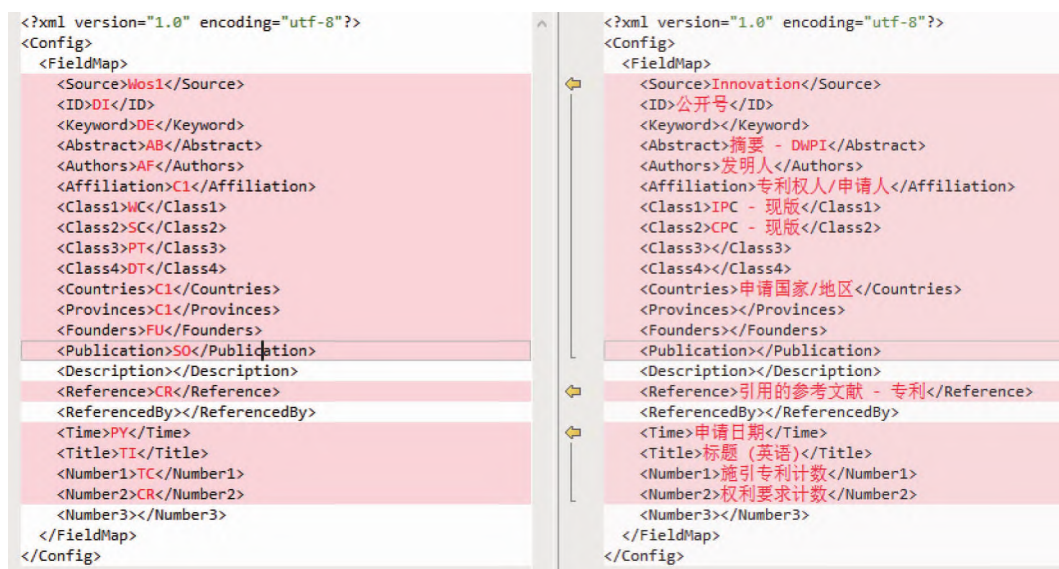


图5 格式映射器设置

表1 清洗规则库设置示例

清洗规则	基本含义
机构 A1 机构 A2	用机构 A1 替换机构 A2
机构 A1 机构 A2 机构 A3	用机构 A1 替换机构 A2、A3
机构 B1 机构 B2 机构 B3	机构 B1、B2、B3 不在分析范围内
+ A	只分析或筛选机构字段中含有 A 数据，其他数据不分析
+ A B C	只分析或筛选机构字段中含有 A 或 B 或 C 的数据，其他数据不分析
r s r1	将机构字段应用正则表达式 r1 匹配后的字符串替换为 s
r s r1 r2	将机构字段应用正则表达式 r1 或 r2 匹配后的字符串替换为 s

到不同场景、不同分析需求下能够灵活实现可视化呈现。对于各种关系可视化制图调用 ItgInsight 的可视化算法库完成^[40]。

为了将分析结果与结果智能解读、报告自动撰写进行协同，设定了二进制分析结果数据结构，如图6所示。首先，定义 N 个字典数据结构如图6(a)所示，用于存储作者、机构、国家、省份、时间、类别1~4、出版物、资助项目、关键词、主题词对应的科技文献数量，也就是一维统计分析结果，这 N 个字段称为基本维度，其中主题词是从题目、摘要、正文中进行术语抽取的词组，存储一维统计结果。其次，定义 N^*

N 个数据表结构如图6(b)所示，用于存储 N 个基本维度两两组合后的二维统计结果。定义 M 个图形数据结构，每个图形数据结构由节点、连线构成，分别存储作者、机构、国家、省份、类别1~4、关键词、主题词维度的共现网络。以作者共现

网络为例，如图6(c)所示，存储的图形 $G(V, E)$ 中节点集合 V 存储的是作者姓名集合，为图形节点， E 存储作者之间共同在同一个文献中出现的次数，作为图形连线。该数据结构以二进制存储在磁盘用于数据解读器进行数据解读。

4.3 分析结果的自动化与智能化解读

数据解读器的任务是对分析结果进行自动化和智能化解读，输出解读文字表述，也就是对表格、图形采用文字形式进行解读，由报告撰写器写入决策报告，呈现给最终的决策者。这个过程中采用两种方式：一是自动化的模板填空式，比如技术生命周期识别，依据技术生命周期相关理论寻找分析结果的特征，给出技术所处生命周期，将其与预先设定的文字模板结合，输出解读文字；二是智能化的人工智能组织式，对于复杂的分析结果，比如作者的合作、竞争、主题分布等，从历史文献或报告中找出相关的

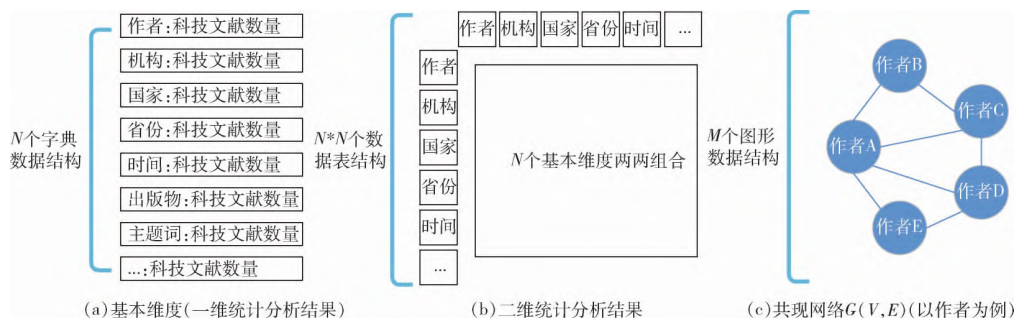


图6 二进制分析结果数据结构示意

数据表格、可视化图形、文字解读，并采用人工智能进行训练，识别出基本的模式特征，训练后再用于新的数据识别中。依据各种数据的结构特点，将解读分为趋势类数据解读，如技术生命周期、发展变化趋势等；份额类数据解读，如机构文献数量、比重等；关系类数据解读，如机构之间的合作关系、竞争关系等。在科技情报智能化分析系统构建中，人工智能技术的应用程度、分析结果解读的智能化程度决定了整个系统的智能化程度，如利用卷积神经网络识别趋势类、份额类可视化图形特征，将图形转化为文字进行输出，应用循环神经网络进行解读文字的智能组织。这些技术的应用极大地提高了战略决策报告细节层面的构建效率。但在实践中也发现，其准确性受训练样本所限，很难做到各种情况的全覆盖。因此，采用自动化和智能化相结合的方式能够提高系统应用的准确性和可靠性。

4.4 战略决策场景的情报需求设定

系统的科技情报智能分析过程可无情报分析人员参与，但在系统建设过程中，则需要专业的情报分析人员参与。针对不同的战略决策场景凝练情报需求，设定战略分析报告结构和内容，即在不同的战略决策场景下，应该提供给决策者什么样的信息，明确系统输出的战略决策报告的最终形态应该是什么样的。为此，需借助专家知识确定具体场景的情报需求，将需求输入到情报智能分析系统知识库中，进行决策报告的自动化构建。基本过程包括：建立“原子分析单元”集合，每一个“原子分析单元”对应一种分析方案，由图、表、文字构成。“原子分析单元”是构建战略决策支撑报告最基本的“单元”，不可再拆分；针对各种战略决策需求场景，由情报专家确定该场景需要哪些“原子分析单元”，通过“原子分析单元”的组合，实现战略决策支撑报告灵活、快速构建。“原子分析单元”和各种决策场景的“原子分析单元”组合确定，需要情报专家在系统投入使用前确定，在使用过程中由系统维护人员进行维护，结合决策者的反馈进行优化迭代。不同决策场景下的原子分析单元组合如图7所示。本文预

设的决策场景包括技术主题追踪、技术预测、研发实体追踪、研发实体评价、研发实体竞争等，每个决策场景对应一类决策报告输出。

4.5 战略决策报告的自动化组织

为实现对战略报

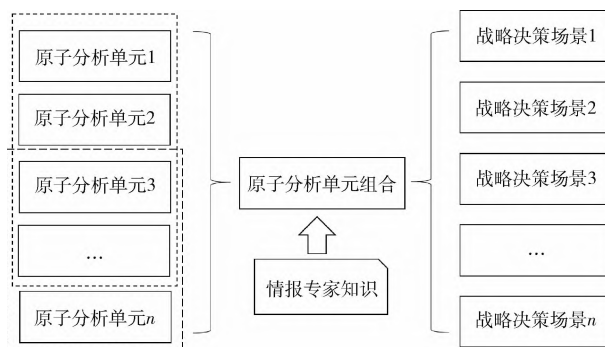


图7 不同决策场景下的原子分析单元组合示意

告的自动化组织，设计报告结构组织器，对输出战略分析报告的内容进行组织。定义报告组织描述符，描述符的作用是对报告结构进行组织，基本构成成为“描述类型|前置条件、描述内容格式限定、参数设定、数据设定”。描述符分为以下7个类别。

1) 参数描述符。其基本格式是：

param|id = ; data = ; where = ; type = , 指明标记参数的编号，参与应用基本数据结构中数据、字段、类型是什么。

2) 段落描述符。其基本格式是：

paragraph|level = ; linesbefore = ; linespace = ; characters-before = ; fontsize = ; fontfamily = ; italic = ; bold = ; align = ; content = , 指明报告应该在此输出一段文字，它的大纲级别、段前、段后、行间距、字体、字号、斜体、粗体、对齐方式等基本格式，以及由 content 决定的段落文字。

3) 表格描述符。其基本格式是：

tablestatic|name = ; row = ; column = ; style = ; data = , 指明报告应在此输出一个表格，它的名称、行数、列数、样式、对应的基本数据结构数据。

4) 动态图形描述符。其基本格式是：

figuredynamic|name = ; data = ; param = , 指明报告应在此输出一个非网络的图形，它的名称、对应的基本数据结构中的数据、临时存储路径、参数。

5) 网络图形描述符。其基本格式是:

figurememory|name =; func =; params =; save =, 指明报告应在此输出一个网络图, 它的名字、对应的数据解读器、绘制使用的参数、临时存储的路径。

6) 横向纵向排版描述符。其基本格式是:

segmentpage|orientation =, 指明报告在当前页面是按照横向还是纵向进行排版。

7) 目录描述符。其基本格式是:

content|type =, 指明报告应在此输出一个目录, 这个目录是全文目录, 还是图目录, 还是表目录。

5 应用效果

该面向决策的科技情报智能分析系统在中国船舶信息中心开展了实践应用, 接入了专利、论文、技术标准、政策、研究报告、各类数据库等常见的科技资源, 广泛应用于技术主题追踪、技术预测、研发实体追踪、研发实体评价、研发实体竞争等决策支撑场景。首先, 通过智能情报服务子系统实现对各类科技资源的快速获取和自动化加工处理; 其次, 经过智能情报分析引擎子系统实现情报分析过程的智能化处理; 最后, 根据情报专家提前设定的情报需求场景, 智能情报分析引擎子系统自动生成决策报告。经过科技情报智能分析系统自动生成的相关情报研究成果在面向战略决策方面取得了较好的应用效果, 一方面提高了面向战略决策的科技情报分析研究效率; 另一方面提升了情报分析研究的自动化和智能化水平。

6 结束语

随着自然语言处理、大数据、人工智能等新兴技术的不断成熟以及用户对情报要求的不断提高, 智能化分析必将成为情报发展的方向之一。但是, 必须清楚地认识到, 由于情报分析目标、场景、数据、需求等复杂多样, 完全的智能化在目前系统实践中仍然存在巨大挑战。因此, 目前的智能化情报分析系统更多的是在理论框架层面的探讨。本文在相关理论研究的基础上, 面向战略决策的科技情报智能分析系统实践, 在情报分析的细节上采用了自然语言处理、数据可视化、人工智能实现情报分析的智能化, 在情报输出上借助预设的专家知识和战略需求场景实现情报分析的自动化。本文面向战略决策的科技情报智能分析系统进行研究是智能情报分析的实践探索, 为科技情报系统的智能化提供参考借鉴。□

参考文献

- [1] 刘玉琴, 彭茂祥. 国内外专利分析工具比较研究 [J]. 情报理论与实践, 2012, 35 (9): 120-124.
- [2] 黄祥喜, 刘卫国. 智能情报检索系统的结构和问题 [J]. 情报学报, 1987, 6 (1): 69-76.
- [3] 王兰成. 关于智能情报数据库系统的若干探索 [J]. 情报理论与实践, 1990 (1): 22-24.
- [4] 刘继昌. 基于词表的智能情报检索系统 [J]. 情报理论与实践, 1991 (6): 31-33.
- [5] 贾同兴. 智能情报检索中的超文本技术 [J]. 现代图书情报技术, 1994 (1): 42-46.
- [6] 徐海燕, 卢晓勤. 智能情报检索与 NLP [J]. 情报科学, 2001 (12): 1289-1291.
- [7] 刘丹. 浅谈智能情报检索 [J]. 农业图书情报学刊, 2007 (6): 104-106, 121.
- [8] YANG Yuehua, DU Junping, PING Yuan. Ontology-based intelligent information retrieval system [J]. Journal of Software, 2015 (7): 12-18.
- [9] 施韶亭, 曹方. 文本挖掘技术在科技管理领域热点主题抽取方向的应用研究 [J]. 计算机应用与软件, 2012, 29 (7): 109-111, 140.
- [10] 曾文, 李辉, 李荣, 等. 数据工程视角下的智能情报分析与应用探索 [J]. 情报理论与实践, 2018, 41 (7): 31-34, 59.
- [11] 王天宇, 孙宇军. 智能情报算法体系的构建 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2018, 27 (7): 44-48.
- [12] 刘明月, 白如江, 于纯良, 等. 基于人工智能的科技情报需求自动感知研究 [J]. 情报理论与实践, 2019 (9): 41-46, 79.
- [13] 何鑫, 李莹, 张梦琪. 基于人工智能的科技情报需求自动感知分析 [J]. 科技创新与应用, 2020 (32): 57-58.
- [14] IANNI M, MASCIARI E, SPERLÌ G. A survey of big data dimensions vs social networks analysis [J]. Journal of Intelligent Information Systems, 2020 (2): 12-17.
- [15] 邱韵霏, 李春旺. 智能情报分析模式: 数据驱动型与知识驱动型 [J]. 情报理论与实践, 2020, 43 (2): 28-34.
- [16] 张玉峰. 智能情报系统中资料的框架表示 [J]. 情报科学, 1989 (6): 7-11, 79.
- [17] 张玉峰. 智能情报系统中的知识表示方法 [J]. 图书情报知识, 1989 (3): 7-10.
- [18] KAULA R, NGWENYAMA O K. An approach to open intelligent information systems [J]. Information Systems, 1990, 15 (4): 489-496.
- [19] 化柏林, 李广建. 智能情报分析系统的架构设计与关键技术研究 [J]. 图书与情报, 2017 (6): 74-83.
- [20] 赵大海, 郭晶. 智能情报获取系统框架研究 [J]. 军民两用技术与产品, 2020 (8): 34-38.
- [21] 吴广印. 专家系统在智能情报检索中的应用 [J]. 现代图书情报技术, 1989 (4): 31-38.
- [22] 杨新波. 智能情报检索系统研究 [J]. 情报科学, 1989 (5): 25-30, 57, 77.

- [23] 邵建中. 智能情报检索系统的理论与实践 [J]. 图书馆学通讯, 1989 (3): 28-34, 91.
- [24] 贾同兴. 国外近十年智能情报检索研究述评 [J]. 情报学报, 1995 (6): 464-473.
- [25] 栗莉. 我国智能情报检索研究的回顾与展望 [J]. 情报科学, 2001 (2): 217-221.
- [26] 卫红. 我国智能情报信息检索的现状及其存在的问题 [J]. 情报杂志, 2002 (2): 85-86, 84.
- [27] 刘琼. 智能情报检索探讨 [J]. 武汉交通管理干部学院学报, 2003 (1): 79-81.
- [28] 吴颖红. 数字图书馆与智能情报检索系统的集成设想 [J]. 情报杂志, 2004 (5): 83-85.
- [29] 龙洵皓. 我国智能情报检索系统分析 [J]. 图书馆学研究, 2006 (7): 51-53.
- [30] 徐高林. 人工智能与图书情报工作自动化 [J]. 现代图书情报技术, 1995 (1): 43-45.
- [31] 何鑫, 李莹, 张梦琪. 基于人工智能的科技情报需求自动感知分析 [J]. 科技创新与应用, 2020 (32): 57-58.
- [32] 勇美菁, 钟永恒, 等. 国内图书情报领域人工智能研究演化分析 [J]. 科技管理研究, 2020 (11): 155-161.
- [33] 张拨群. 图书情报领域人工智能的研究热点及发展趋势 [J]. 电子技术与软件工程, 2020 (7): 137-138.
- [34] 冯秋燕, 朱学芳. 人工智能在情报工作中的应用研究 [J]. 情报理论与实践, 2019 (11): 27-33.
- [35] 王晰巍, 李玥琪, 刘宇桐, 等. 大数据及人工智能时代背景下国外图书情报专业研究生人才培养趋势研究 [J]. 图书情报工作, 2019 (11): 5-14.
- [36] 王晰巍, 贾若男, 王铎, 等. 图书情报领域人工智能的研究热点及发展趋势研究 [J]. 图书情报工作, 2019 (1): 70-80.
- [37] 徐宏宇. 新智能时代颠覆情报的未来——访中科院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任王飞跃 [J]. 竞争情报, 2017 (4): 4-7.
- [38] FRANTZI K, ANANIADOU S, MIMA H. Automatic recognition of multi-word terms: the c-value/nc-value method [J]. International Journal on Digital Libraries, 2000, 3 (2): 115-130.
- [39] 韩红旗, 朱东华, 汪雪峰. 专利技术术语的抽取方法 [J]. 情报学报, 2011, 30 (12): 1280-1285.
- [40] 刘玉琴, 汪雪峰, 雷孝平. 科研关系构建与可视化系统设计与实现 [J]. 图书情报工作, 2015, 59 (8): 103-110, 125.
- 作者简介:** 任惠超 (通信作者), 女, 1977 年生, 博士生, 研究员。研究方向: 技术创新管理, 科技情报。**汪雪峰**, 男, 1977 年生, 博士, 教授。研究方向: 技术创新管理, 科技情报, 数据挖掘。**刘玉琴**, 男, 1979 年生, 博士, 高级工程师。研究方向: 文本挖掘, 信息可视化。
- 录用日期:** 2021-10-28

(上接第46页)

- [4] ZAKI N, TENNAKOON C, ASHWAL H A. Knowledge graph construction and search for biological databases [C] // International Conference on Research & Innovation in Information Systems, IEEE, 2017.
- [5] NELL: never-ending language learning [EB/OL]. [2015-12-27]. <http://rtw.ml.cmu.edu>.
- [6] VALZELLI M, MAURINO A, PALMONARI M. A fine-grained access control model for knowledge graphs [C] // Proceedings of the 17th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications-SECURITY, 2020: 595-601.
- [7] SHANMUKHAA G S, NANDITA S K, KIRAN M. Construction of knowledge graphs for video lectures [C] // 2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), 2020.
- [8] HAASE P, HERZIG D M, KOZLOV A, et al. Metaphactory: a platform for knowledge graph management [J]. Semantic Web, 2019, 10 (6): 1109-1125.
- [9] 翟琼波, 宋非凡, 胡帅波. 国内互联网金融的研究领域概述——基于 CiteSpace 的科学知识图谱分析 (2013—2018) [J]. 中国市场, 2020 (9): 19, 55.
- [10] 孙伟. 国外创业网络的知识图谱分析 [J]. 技术经济与管理研究, 2020 (3): 39-43.
- [11] 陈思源, 陆丹丹, 程海梅. 基于科技文本挖掘的我国水资源研究知识图谱分析 [J]. 水文, 2019, 39 (2): 61-66.
- [12] 刘宝, 车礼东, 黄红花, 等. 基于自然语言处理 (NLP) 技术建立化学品危险评估知识图谱的研究 [J]. 计算机与应用化学, 2018 (7): 11-18.
- [13] 张育瑜, 赵磊, 郭文彬, 等. 基于知识图谱的无线电监测及盲信号识别 [J]. 无线电工程, 2020, 50 (3): 21-26.
- [14] 左毅, 张桂林, 吴蔚, 等. 面向战场海空目标识别的知识图谱应用 [J]. 指挥信息系统与技术, 2019, 10 (3): 1-5, 24.
- 作者简介:** 于文东, 男, 硕士。研究方向: 文本挖掘, 情感分析。**任惠超**, 女, 硕士。研究方向: 情报大数据。**董艳波**, 男, 硕士。研究方向: 知识图谱, 情报挖掘。**黄庆龙**, 男, 硕士。研究方向: 知识工程, 情报大数据。**刘晓**, 男。研究方向: 知识工程, 科技情报。
- 录用日期:** 2021-08-02