

基于自然语言处理的企业科技成果管理平台研究

韩光明¹ 车坚女¹ 郭 龙^{2,3} 韩玉林¹ 王继鹏¹

- 中海石油(中国)有限公司海南分公司, 海南 海口 570100;
- 中国海油南海油气能源院士工作站, 海南 海口 570100;
- 海南省深海深层能源工程重点实验室, 海南 海口 570100

摘要:企业科技成果包含数据较为复杂,并涵盖较多敏感数据,现有文本分类结果不能满足实际的保密管理需求,可能存在数据泄露或非法访问的风险。为此,设计基于自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)的企业科技成果管理平台,以解决关键字检索不能对保密文本进行准确分类的经典问题。使用卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)自动提取文本特征,并用支持向量机(Support Vector Machine, SVM)作为最终的分类器,构建 CNN-SVM 模型;采用多种不同维度的卷积核进行卷积运算,利用全连接层接收并处理来自注意力层的输出数据,采用 SVM 分类器对科技成果文本进行分类;通过附件管理模块实现对象存储服务(Swift Object Storage Service, Swift)部署;通过高级加密标准(Advanced Encryption Standard, AES)算法实施科技成果文本数据在传输和存储过程中的加密处理,实现企业科技成果管理平台设计。为了验证设计平台的有效性,将系统 A、系统 B 进行对比实验,表明不同频率的数据窃取攻击下,被窃取科技成果数据不超过 1 MB,检索一致性超过 90%,对文档进行分类后语义涉密检查的召回率最高可达 97%,说明设计平台的文档自动分类效果较好,能够对保护企业知识产权起一定作用。研究设计的企业科技成果管理平台,通过结合 NLP 技术和先进的加密手段,有效提升了科技成果文本的保密管理水平,能够在很大程度上防止数据泄露和非法访问,同时保证了文档分类的准确性和效率。

关键词: NLP; SVM; CNN; 词语向量化处理; Swift; 企业科技成果管理; AES 算法

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2025.01.006

Research on enterprise scientific and technological achievement management platform based on natural language processing

HAN Guangming¹, CHE Jiannv¹, GUO Long^{2,3}, HAN Yulin¹, WANG Jipeng¹

- CNOOC China Ltd., Hainan Branch, Haikou, Hainan, 570100, China;
- CNOOC South China Sea Oil & Gas Energy Academician Workstation, Haikou, Hainan, 570100, China;
- Key Laboratory of Deep Sea Deep Formation Energy Engineering of Hainan Province, Haikou, Hainan, 570100, China

Abstract: Enterprise scientific and technological achievements contain complex data and cover a large amount of sensitive information. The existing text classification results cannot meet the actual confidentiality management needs, potentially leading to risks of data leakage or unauthorized access. To address this, an enterprise scientific and technological achievement management platform based on natural language

收稿日期:2024-07-02

基金项目:国家重点研发计划深海和极地关键技术与装备专题“深远海油气田流动安全监测与智能化决策系统集成测试”(2022YFC2806205)

作者简介:韩光明(1980-),男,山东新泰人,高级工程师,学士,主要从事科技政策规划管理、知识产权管理、科技项目管理和科技奖励评审等工作。E-mail:hangm@cnooc.com.cn

processing is designed to solve the problem of classic keyword retrieval being unable to accurately classify confidential documents. The platform uses Convolutional Neural Networks (CNN) to automatically extract text features, with Support Vector Machine (SVM) as the final classifier, developing a CNN-SVM model. It uses multiple convolution kernels of different dimensions for convolution operations, utilizes fully connected layers to receive and process output data from the attention layers, and applies SVM classifiers to classify scientific and technological achievement texts. The attachment management module deploys Swift Object Storage Service (Swift). Finally, the encryption processing of scientific and technological achievement text data during transmission and storage is implemented through the Advanced Encryption Standard (AES) encryption algorithm, thus achieving the design of the enterprise scientific and technological achievement management platform. In order to verify the effectiveness of the design platform, a comparative experiment was conducted with System A and System B. The experiment shows that under data theft attacks of varying frequencies, the amount of stolen scientific and technological achievement data does not exceed 1 MB, the retrieval consistency can reach over 90%, and the recall rate for semantic confidentiality inspections after document classification can reach up to 97%. This indicates that the automatic document classification effect of the designed platform presented in this paper is good and can play a role in protecting enterprise intellectual property rights. The enterprise scientific and technological achievement management platform designed in this study effectively improves the confidentiality management level of technology achievement documents by combining NLP technology and advanced encryption methods. It can prevent data leakage and illegal access to a large extent, while ensuring the accuracy and effectiveness of document classification.

Keywords: Natural Language Processing (NLP); Support Vector Machine (SVM); Convolutional Neural Networks (CNN); Word vectorization (Word 2 vec) processing; Swift Object Storage Service (Swift); Enterprise scientific and technological achievement management; Advanced Encryption Standard (AES) algorithm

0 前言

随着企业对科技创新和研发领域投入的持续增加,科技成果的数量和复杂性都达到了新高度。据权威机构统计,近五年来,全球企业发表的科研论文数量年均增长15%,同时专利申请量年均增长21%^[1]。这一数据直观地反映了科技成果的迅猛增长态势,传统的科技成果管理方式在效率、精准性和资源共享等方面面临着巨大挑战^[2]。大量科研论文、专利和技术报告需要被详细分类、整理和归档以满足保密需求。据估算,约有30%的科研时间被消耗在查找和整理已有资料上,而非直接投入研究^[3]。为解决这些问题,企业需要借助现代信息技术,构建高效、智能的科技成果管理平台,实现对科技成果的集中管理、分类存储、保密审查和快速检索,提高管理效率和使用便捷性。

目前科技成果管理平台已成为促进科研活动高效、有序进行的重要工具。随着科学技术的不断进步,科研成果管理平台的研究和应用也呈现多样化的发展趋势。一部分平台基于云计算技术,提供了强大的数据存储和处理能力;而另一部分平台利用人工智能技术,实现科研数据的智能分析和挖掘。科学技术的应用不仅提高了平台的运行效率,也为科研人员提供了更为便捷、高

效的服务。科技成果管理平台在功能上也越来越丰富,涵盖了项目管理、数据管理、成果展示等多种功能。皮新玲等人^[4]在深入研究高校重点实验室的科技成果管理需求后,成功设计并实现了一套定制化的管理系统。该系统基于 Visual Studio .NET 和 SQL Server 技术,满足了实验室在科技成果管理的具体需求,并通过创新技术架构提升了管理效率。Tian Yushan 等人^[5]通过中间件技术和数据仓库技术,优化了测绘成果管理。章龙^[6]针对现有系统存在的材料处理复杂、审核流程冗长、耗时过长、依赖手工统计汇总以及缺乏移动办公支持等问题,设计并实现了建筑企业科技成果管理系统。该系统通过简化管理流程、优化架构,显著提高了管理效率,并为用户提供了更便捷的功能模块。周岩等人^[7]以高校科技成果管理系统的开发为案例,深入探讨了统一建模语言 (Unified Modeling Language, UML) 在构建该系统模型时的实际应用,确保了系统设计的全面性和准确性。然而,科技成果管理可能涉及敏感数据,需要对科技成果文本进行分类,保证特殊信息的安全性,但现有文本分类结果不能满足实际的权限管理需求,可能存在数据泄露或非法访问的风险。

自然语言处理 (Natural Language Processing, NLP) 技术适用于科研论文、专利、技术报告等各类型和格式的

科技成果文本,能够处理各种复杂的语言结构和表达方式,具有较强的适应性和灵活性,适合对涉密资料进行分类管理。因此本文基于 NLP 技术优势,开展企业科技成果管理平台研究。

1 企业科技成果管理平台设计

1.1 科技成果文本分类

1.1.1 CNN-SVM 分类模型构建

NLP 可以对大规模文本进行自动化处理和分析,自动分类、筛选和挖掘有价值的信息,极大提升文本分类的自动化水平。通过 NLP 对科技成果中科研论文、专利、技术报告等,按照主题、领域或技术类型进行精准分类,使用户能够检索到感兴趣的科技成果。在传统 NLP 技术中,特征提取可能涉及词袋模型、词频—逆文档频率等内容。然而,随着深度学习的发展,在 NLP 应用过程中引入卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN),可以将文本视为一个词嵌入矩阵的“图像”,并通过卷积操作来捕捉局部和全局的文本特征。这种模型可以自动从原始文本中学习有用的表示,无需繁琐的特征工程。而支持向量机(Support Vector Machine, SVM)是一种强大的监督学习算法,在文本分类中通常用于接收来自特征提取方法的特征向量,并学习一个决策边界来分隔不同的类别。因此,在文本分类模块设计中,可使用 CNN 自动提取文本特征,并使用 SVM 作为最终分类器,构建 CNN-SVM 模型。在该模型中,SVM 分类器负责判断文本所属类别,为简化特征提取过程,引入 CNN 模型,用于从文本中选取具有代表性的特征词语。不仅如此,为了进一步增强模型的性能表现,在传统的 CNN 模型基础上融入了注意力机制^[8]。

构建 CNN-SVM 模型的结构^[9]见图 1。

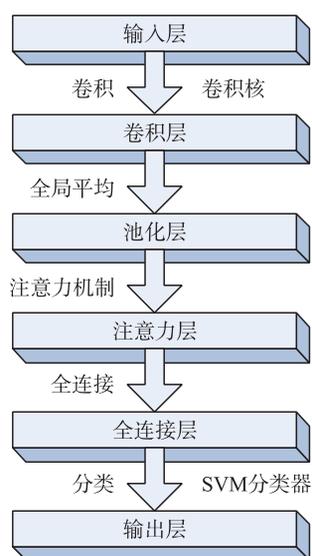


图 1 构建 CNN-SVM 模型的结构图

Fig. 1 Structure diagram of the constructed CNN-SVM model

对于输入数据,在将其用于模型训练之前,先进行分词处理,并进行词语向量化。选择基于 Word2vec 工具的生成词向量(Continuous Bag of Words, CBOW)模型来实现词语的向量化处理。CBOW 模型能够捕捉词语的上下文信息,提供更丰富的词语表示。利用 CBOW 模型训练得到的词向量,构建 CNN-2Channel 双通道架构作为输入层^[10]。CNN-2Channel 双通道架构包含 CNN-static 与 CNN-non-static 两种类型的词向量。CNN-static 词向量为静态词向量,保留了词语本身的原始含义;CNN-non-static 词向量则会在训练过程中根据上下文实施微调,即非静态词向量,允许模型根据特定类别的训练数据更新词向量。通过 CNN-2Channel 双通道架构,既能保持词语的原始含义,又能根据不同类别的训练集对词向量实施灵活调整,从而加快模型的收敛速度,提高分类性能。

1.1.2 科技成果文本特征提取与分类

在 CNN-SVM 模型设计中,卷积层作用重大,通过局部感知和权值共享的方式,完成特征词语的抽取与选择^[11]。与传统的全连接方式相比,局部连接显著降低了输入数据的维度,缩小了模型参数的规模。在对科技成果文本处理中,由于科技成果涉及的专有名词较多,单个文本的词汇量较大,并且文本的上下文信息呈现紧密的关联性,因此,采用多种不同维度的卷积核实施局部连接的卷积运算,有助于提高特征提取的准确性。具体的卷积计算公式见式(1)。

$$\beta_{out}^l = H_s \left(\sum_{c=1}^G \beta_c^{l-1} k_c^l + p^l \right) \quad (1)$$

式中: β_{out}^l 为卷积层中第 l 层的输出结果; H_s 为非线性激活函数,能增加收敛效果; G 为卷积核总数; β_c^{l-1} 为卷积层第 $l-1$ 层的输出结果; p^l 为第 l 层的偏置项; k_c^l 为第 $l-1$ 层与第 l 层间的权重值; c 为每层的权重值编号。

通过引入权值共享策略,应用单个卷积核对所有词向量进行卷积运算,以减少参数的数量,加速模型的训练过程。

卷积层负责实施卷积后的数据降维处理,以便实施更深层次的特征提取^[12]。该层采用全局平均池化的方法,运用池化函数调整输出数据,从高维特征词向量中提炼出低维的文本特征向量,作为该层的输出。

为进一步提高模型的特征提取能力,在池化层之后引入注意力层,以增强对类别判别能力强的特征词语的关注度,同时降低那些对分类贡献较小的特征词语的权重,既精简了模型参数,也提升了效率^[13]。在注意力层设计一个“编码器—解码器”模型,采用 n 个独特的中间语义向量来捕捉更丰富的语义信息。其中第 n 个中间语

义通过对所有编码器隐藏状态的注意力加权求和而获得。

利用全连接层接收并处理来自注意力层的输出数据。为了使 CNN 的性能最大化,选择 ReLu 函数作为激活函数^[14]。采用 SVM 分类器替代传统的 softmax 层,以实现更加精准和高效的文本分类。分类输出结果见式(2)。

$$f(\mathbf{x}) = s(\boldsymbol{\omega}\mathbf{x} + b)H_s\beta_{out}^l \quad (2)$$

式中: \mathbf{x} 为输入样本的特征向量; $\boldsymbol{\omega}$ 为超平面的法向量; b 为超平面的截距; s 为符号函数; f 为神经元的输出值。

1.2 部署附件管理 Swift

对象存储服务(Swift Object Storage Service, Swift)是一个开源的对象存储系统,用于存储大量非结构化数据。使用部署附件管理 Swift 可以扩展科技成果文本数据的存储能力,同时提供高效的数据访问和分发机制。因此,利用科技成果文本分类模块完成文本分类后,需要将文本安全储存至平台数据库中,并通过附件管理模块实现 Swift 部署,选用开源的 Swift 作为解决方案。Swift 因其内置的冗余副本机制,特别适用于静态成果相关附件的存储^[15]。此外,Swift 的元数据管理机制为文件管理提供了更高的灵活性。通过基于超文本传输协议(HyperText Transfer Protocol, HTTP)的请求方式及严格的安全认证流程,Swift 确保文件能够安全地跨境、跨平台共享,这对于科技成果管理平台融入产学研平台具有重要帮助,并为未来数据集中打下基础。

在部署附件管理 Swift 前,考虑到对象存储与恢复的操作依赖于表述性状态转移应用程序接口(Representational State Transfer Application Programming Interface, REST API),因此使用 OpenStack 的另一个组件 Keystone,以提供授权与身份认证服务。在 Keystone 安装中,首要步骤是在 MySQL 数据库中新建一个名为 Keystone_db 的数据库,并为其配置适合的身份验证信息与访问权限信息,确保平台的安全性。利用 OpenSSL 工具,生成一个随机值作为管理员专属令牌,用于身份验证和授权。

安装并妥善配置 Apache HTTP 服务器,确保能够高效处理来自用户的查询请求。为了提升响应速度和性能,还需要启用 Memcached,用于存储和快速检索词元(Token)信息。在 OpenStack 环境中,每当添加新服务时,都需要在相应目录中为该服务创建一个 Service 实体,并配置对应的 REST API 端点(Endpoints)^[16]。Endpoints 可以被视为逻辑设备或具有特殊含义的入口地址。OpenStack 使用公有(Public)、管理员(Admin)这两种 REST API 端点变种来代表每种服务。考虑到服务的安全性,科技成果管

理平台选择了内部 REST API。在 OpenStack 中,用户和角色的分别概念与 Linux 操作系统中的用户和组类似,每个服务都有其独特的 service 实体和用户^[17]。Swift 组件部署流程见图 2。

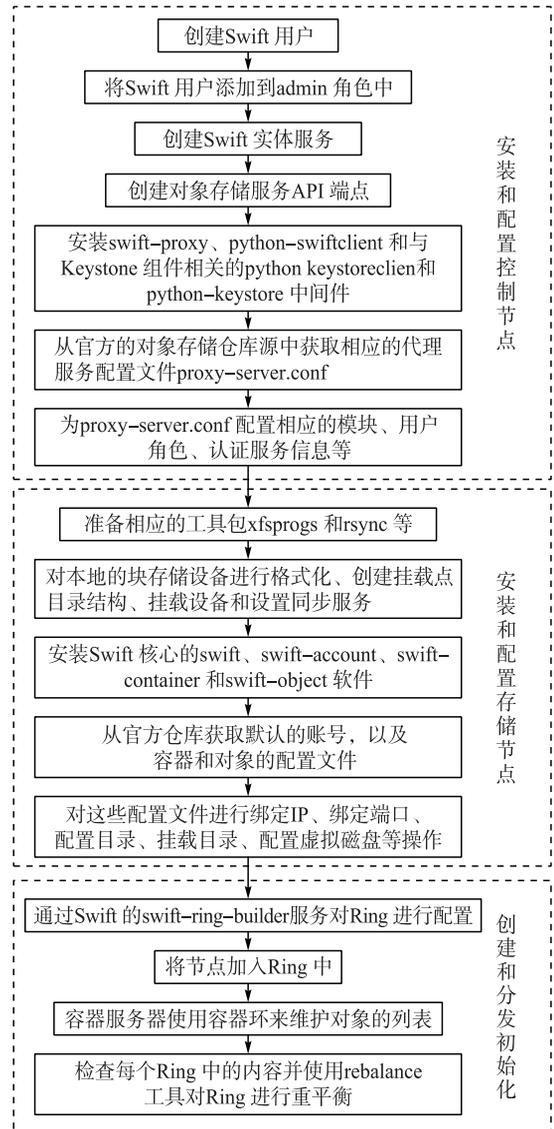


图 2 Swift 组件部署流程图

Fig. 2 Swift component deployment flowchart

1.3 科技成果文本加密

尽管将数据存储数据库和 Swift 组件中已经具有了一定程度的安全性,但仍存在数据泄露、被非法访问或篡改的风险。为了进一步增强数据的安全性,需要在加密模块中,通过高级加密标准(Advanced Encryption Standard, AES)实施科技成果文本数据在传输和存储过程中的加密处理,具体加密步骤如下。

1) 密钥和初始化向量(Initialization Vector, IV)生成:使用安全的随机数生成器生成一个 AES 密钥(128、192、256 位)^[18];对于密码块链接(Cipher-block chaining,

CBC)模式,生成一个与 AES 密钥块大小相同的随机 IV (128 位)。

2) 科技成果文本读取与填充:读取文本内容,将其分割成 AES 密钥块大小的数据块;如果最后一个数据块小于 AES 密钥块大小,则使用 PKCS#7 填充方案实施填充。

假设 L 是最后一个未填充的数据块,长度为 0 (以字节为单位,AES 密钥块大小为 16 字节)。创建一个新的填充块 L' ,其大小为 δ ,其中 L' 的前 0 个字节是 L 的内容,接下来的 m 个字节都是值 l 。数学表达式见式(3)。

$$L' = L \parallel ml \quad (3)$$

3) 科技成果文本加密:数据窃取攻击是一种常见的安全威胁,攻击者可能利用网络钓鱼、恶意软件、社会工程学等各种手段来获取目标系统的访问权限,进而窃取科技成果文本数据。AES 算法作为一种强大的对称加密算法,能够提供高级别的加密保护,即使数据被窃取,攻击者也无法轻易解密,获取其中的敏感信息。通过对科技成果文本进行分类,可以识别出哪些文本包含敏感信息,哪些文本的保密级别较高,对保密级别高的文本可以采用更强大的 AES-256 算法进行文本加密。因此本文使用 AES 算法和密码分组链接 (Cipher Block Chaining, CBC) 模式对每个块实施加密,使用 CBC 模式对 IV 实施加密。使用 AES 算法对每个块实施加密的执行公式见式(4)。

$$B = V(W, Q) \quad (4)$$

式中: B 为密文; V 为加密函数; W 为密钥; Q 为明文^[19]。

使用 CBC 模式对 IV 实施加密的执行公式见式(5)。

$$D_i = \chi(f_i \oplus D_{i-1}) \quad (5)$$

式中: D_i 为第 i 个密文块; χ 为使用密钥的加密函数; f_i 为第 i 个明文块; D_{i-1} 为前一个密文块 (对于第 1 个块, D_{i-1} 是 IV)^[20]; \oplus 为集合的并运算。

将加密后的块和 IV 写入加密文件,解密则是加密的逆过程。至此完成基于 NLP 的企业科技成果管理平台设计。

2 平台性能测试

2.1 配置测试环境

对于设计的基于 NLP 的企业科技成果管理平台,在性能测试中,首先配置其测试环境。

硬件环境:硬盘容量 500 GB;CPU 主频率 2.2 GHz 的双核处理器;内存 16 GB RAM。

软件环境:应用服务器为 Apache HTTP 服务器;JDK 版本为 JDK1.4;操作系统为 Linux 操作系统 (更适合深度学习工作负载);深度学习库为 TensorFlow;GPU 为 3 个 NVIDIA GPU,以提升训练速度;Python 编程环境为

Python 3.0;虚拟环境为 conda;NLP 库为 NLTK、spaCy;SVM 库为 scikit-learn;可视化工具为 Matplotlib、Seaborn;数据处理工具为 Pandas;数据库为 SQL SERVER 2019;云计算管理平台项目为 OpenStack;加密库为 PyCryptodome;工具库为 OpenSSL。

2.2 测试过程

在搭建的测试环境中,利用基于 NLP 的平台实施某企业科技成果的管理,并对该平台的表现性能进行测试。某企业是一家专注于油气勘探开发的创新型企业,随着科技成果的不断涌现,急需一个高效、灵活的科技成果管理平台来支持其研发工作。

通过 NLP 技术对该企业科技成果中的科研论文、专利、技术报告等按照主题、领域或技术类型实施分类。其中数据预处理环节的参数设置情况具体如下。

1) 分词:采用适用于中文文本的分词工具 jieba 实施分词。

2) 去除停顿词:利用预定义的中文停顿词表去除文本中的无关词汇。

3) 词语向量化:设置 Word2vec 的参数,词向量维度设定为 200;窗口大小调整为 5;迭代次数设置为 10。并对词向量实施归一化处理,以消除不同词向量之间尺度差异的影响。

4) 模型参数:学习率初始值设定为 0.001,并通过学习率衰减策略实施调整;批量大小设定为 64;迭代次数设定为 50 次;采用 L2 正则化防止过拟合。

文本分类结果见表 1。

表 1 文本分类结果表

Tab. 1 Classification results table

主题	科研论文数/篇	专利数/项	技术报告数/篇
勘探开发	80	14	33
工程技术	50	95	50
油气生产	41	24	13
信息安全环保	52	25	25
其他	20	9	12

通过 Swift 组件部署,实现文件管理与存储。通过 AES 加密算法实施科技成果数据在传输和存储过程中的加密处理。

2.3 科研成果管理平台检索测试结果

首先测试科研成果管理平台检索性能,见图 3。

由图 3 可知,设计平台检索准确,证明设计的基于 SVM 与 CNN 的文本分类模型能够实现更具类别区分能力的特征词语的选取。

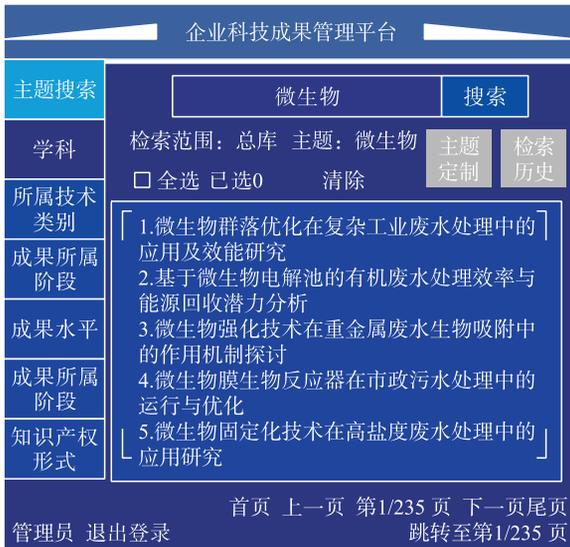


图3 科研成果管理平台检索性能测试图

Fig. 3 Research achievement management platform retrieval performance test chart

2.4 数据窃取攻击检测

为了测试设计平台在数据安全性上的表现,模拟中间欺骗式网络基础设施攻击,发送伪造的虚拟局域网中继协议(VLAN Trunking Protocol, VTP)消息到VTP服务器,使所有交换机与攻击者计算机同步,进而删除虚拟局域网(Virtual Local Area Network, VLAN)配置,模拟不同频率下网络层面数据窃取攻击,检查平台是否发生数据泄露,并统计在攻击过程中被窃取的科技成果数据量。测试中,将建筑企业科技成果管理系统(系统A,未对文本分类,采取AES-ECB模式加密)与基于用例驱动和UML的科技成果管理系统(系统B,未对文本分类,采用DES加密)进行对比,并详细分析对比结果。

数据窃取攻击检测结果见图4。

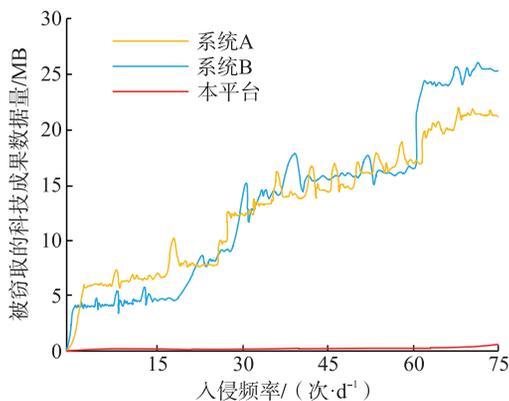


图4 数据窃取攻击检测结果图

Fig. 4 Data theft attack detection results diagram

由图4可知,平台在不同入侵频率的数据窃取攻击下,被窃取科技成果数据量 ≤ 1 MB,经检查后均为空文本与不包含敏感信息的日志文本,能够保障平台中科技

成果数据的安全性,证明AES算法在保障数据安全方面的有效性,对于科技成果管理平台有重要意义。相比之下,系统A、系统B在面临越大强度的数据窃取攻击时,其科技成果数据的泄露情况越严重,说明两个系统在数据安全保护方面存在不足。特别是在高入侵频率的数据窃取攻击下,两个系统的科技成果数据泄露量 > 20 MB,难以保证科技成果数据的安全。

2.5 检索一致性

分别使用两个系统与本平台,对同类型成果的多个关键词进行多次搜索,对比不同系统、平台的检索一致性,结果见图5。

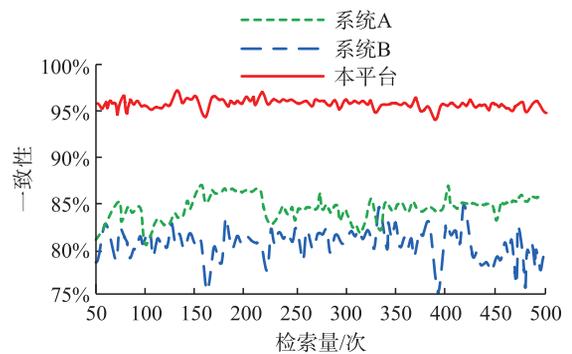


图5 检索一致性对比图

Fig. 5 Retrieve consistency comparison chart

由图5可知,系统A的检索一致性为80%~87%;系统B的检索一致性为75%~84%;而本平台的检索一致性为94%~97%,始终保持在90%以上,高于系统A和系统B的检索一致性,说明本平台的检索结果较为准确,应用效果较好。

2.6 语义涉密检查召回率

为检验本平台对涉密信息的保护能力,需要检查平台在文本分类中对涉密信息语段的召回率。设置50条直接包含关键字的涉密语句、50条不包含关键字但用其他描述替代关键字的语句、50条包含关键字但实际并不表示关键字意义的语句、50条不包含关键字但是将关键字信息分布在长达100个字的长语句,随机插入测试样本中,测试样本总计3000个。以这些语句为样本,随机打乱排布,分别采用本平台、系统A、系统B,共同对文本分类后的语义涉密检查召回率进行计算。语义涉密检查召回率对比结果见图6。

由图6可知,随着参与测试样本数量的增加,不同方法对文本分类后的语义涉密检查召回率均呈下降趋势。其中,应用系统A对文本进行分类后的语义涉密检查召回率为66%~87%;应用系统B对文本进行分类后的语义涉密检查召回率为74%~90%;应用本平台对文本进行分类后的语义涉密检查召回率为90%~97%,始终高

于系统 A 和系统 B 的语义涉密检查召回率,说明本平台应用了 NLP 后,可有效提高文本分类的准确性,有助于保护企业知识产权。

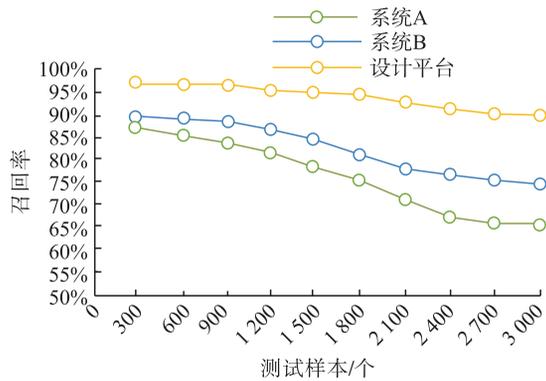


图6 语义涉密检查召回率对比结果图

Fig.6 Comparison chart of recall rate for semantic confidentiality inspection

3 结论

随着科技的快速发展,企业科技成果管理已成为推动企业创新和发展的关键因素。通过引入 NLP 技术,成功构建了一个智能化、高效化的企业科技成果管理平台。该平台利用 NLP 技术实现了科技成果文本数据的高精度分类,不仅可以提高用户的使用体验,还能够提升平台的使用效率。此外,该平台还具备保密性,通过 AES 算法确保了科技成果数据的机密性和完整性。这种加密技术可有效防止未经授权的访问和数据泄露,为企业的科技成果提供了坚实的保护。总之,基于 NLP 的企业科技成果管理平台为企业提供了一种全新的管理方式,未来应继续深入研究和探索 NLP 技术在科技成果管理领域的应用,特别是在提升科技成果评估的准确性、优化资源配置的效率以及加速科技成果转化等方面,以期为企业的创新路径提供更加精准的导航。

参考文献:

- [1] 肖立新,周汉民. 矿业工程设计企业科研管理体系建设研究[J]. 中国矿业,2022,31(12):29-33.
XIAO Lixin, ZHOU Hanmin. Research on the scientific research management system development in mining engineering design enterprises [J]. China Mining Magazine, 2022, 31 (12): 29-33.
- [2] 郑楚华,赵筱媛,张贵兰,等. 科技人才数据库系统建设现状及对策建议[J]. 科技管理研究,2022,42(4):36-45.
ZHENG Chuhua, ZHAO Xiaoyuan, ZHANG Guilan, et al. Current status and countermeasure of database system construction for scientific and technological talents [J]. Science

and Technology Management Research, 2022, 42 (4): 36-45.

- [3] 王楠,罗璐文. 高校科研成果非学术影响评估的比较研究——基于对美、英、荷三国科研评估框架的考察[J]. 科技管理研究,2022,42(19):70-75.
WANG Nan, LUO Junwen. A comparative study on the non-academic impact evaluation of scientific research achievements in colleges and universities: Based on the investigation of the scientific research evaluation framework of the United States, the United Kingdom and the Netherlands [J]. Science and Technology Management Research, 2022, 42 (19): 70-75.
- [4] 皮新玲,李辉,金晓萍. 重点实验室科技成果管理系统的设计与实践[J]. 实验技术与管理,2010,27(9):102-104.
PI Xinling, LI Hui, JIN Xiaoping. Design and practice of a management system for scientific research achievements of state key laboratories [J]. Experimental Technology and Management, 2010, 27 (9): 102-104.
- [5] TIAN Yushan, FAN Wenyong, CHENG Weiheng. Basic surveying and mapping results management system based on data center: Design and implementation [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2011, 40 (2): 70-72.
- [6] 章龙. 建筑企业科技成果管理系统设计与实现[J]. 安徽建筑,2018,24(5):314-317.
ZHANG Long. Design and implementation of a technology achievement management system for construction enterprises [J]. Anhui Architecture, 2018, 24 (5): 314-317.
- [7] 周岩,王旭辉. 基于用例驱动和 UML 的科技成果管理系统的分析与设计[J]. 河南机电高等专科学校学报,2009,17(2):26-28.
ZHOU Yan, WANG Xuhui. Analysis and design of the scientific and technical payoffs system on the basis of UML [J]. Journal of Henan Mechanical and Electrical Engineering College, 2009, 17 (2): 26-28.
- [8] 缪鑫,傅晏,刘建伟,等. 基于创新价值链理论的我国上市建筑企业科技创新效率研究[J]. 科技管理研究,2023,43(10):73-79.
MIAO Xin, FU Yan, LIU Jianwei, et al. Research on scientific and technological innovation efficiency of Chinese listed construction enterprises in China based on the theory of innovation value chain [J]. Science and Technology Management Research, 2023, 43 (10): 73-79.
- [9] 胡志刚. 推荐系统视角下的科技成果评价的再认识[J]. 科学学与科学技术管理,2023,44(8):66-80.
HU Zhigang. Re-understanding of the evaluation of scientific and technological achievements from the perspective of recommendation system [J]. Science and Management of S. & T., 2023, 44 (8): 66-80.
- [10] 田佳灵,姚东,郑川,等. 四川高校科技创新现状分析

- 及体制机制探讨[J]. 中国卫生事业管理, 2022, 39(2):144-146.
- TIAN Jialing, YAO Dong, ZHENG Chuan, et al. Studying on the status of science and technology innovation system and its mechanism in colleges and universities in Sichuan [J]. Chinese Health Service Management, 2022, 39(2): 144-146.
- [11] 罗文. 国能神东煤炭集团重大科技创新成果与实践[J]. 煤炭科学技术, 2023, 51(2): 1-43.
- LUO Wen. Major scientific and technological innovation achievements and practices of CHN Shendong Coal Group [J]. Coal Science and Technology, 2023, 51(2): 1-43.
- [12] 晏文隽, 陈辰, 冷奥林. 数字赋能创新链提升企业科技成果转化效能的机制研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2022, 42(4): 51-60.
- YAN Wenjun, CHEN Chen, LENG Aolin. The mechanism of digital technologies empower the innovation chain to improve the enterprises' efficiency of technological achievements transformation [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences), 2022, 42(4): 51-60.
- [13] 陈艺丹, 洪帅, 田学斌. 基于政企研三方博弈视角的科技成果转化主体行为策略研究[J]. 河北经贸大学学报, 2023, 44(5): 26-35.
- CHEN Yidan, HONG Shuai, TIAN Xuebin. Research on the behavioral strategy of the subjects in scientific and technological achievements transformation based on the perspective of tripartite game among government, enterprise and research institute [J]. Journal of Hebei University of Economics and Business, 2023, 44(5): 26-35.
- [14] 邵玲芝, 朱军文. 基于典型案例的“双一流”建设高校科技成果转化特征与问题分析[J]. 教育发展研究, 2023, 43(17): 18-24.
- SHAO Lingzhi, ZHU Junwen. Feature and problem analysis for typical cases-based transformation of scientific and technological achievements in “Double World-Class” universities [J]. Research in Educational Development, 2023, 43(17): 18-24.
- [15] 蔡颖, 林筠, 王琪, 等. 科技成果商业规模示范: 组织学习与政府政策支持的作用[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(1): 10-18.
- CAI Ying, LIN Yun, WANG Qi, et al. Commercial scale demonstration of scientific and technological achievements: The role of organizational learning and government policy support [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2022, 39(1): 10-18.
- [16] 郭金忠, 李墨馨. 高管母校科研成果转化能力, 校友网络与企业创新影响研究[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(19): 140-150.
- GUO Jinzhong, LI Moxin. The impact of the transformation ability of scientific research achievements, alumni network and enterprise innovation of senior executives' alma mater [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(19): 140-150.
- [17] 李熙, 董雪璠, 许晶, 等. 基于区块链技术的国防科技成果管理平台优化策略研究[J]. 新技术新工艺, 2023(11): 8-13.
- LI Xi, DONG Xuefan, XU Jing, et al. Research on optimizing strategy of national defense scientific and technological achievements management platform based on blockchain technology [J]. New Technology & New Process, 2023(11): 8-13.
- [18] 宗倩倩. 高校科技成果转化现实障碍及其破解机制[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(4): 106-113.
- ZONG Qianqian. The realistic obstacles of the transformation of scientific and technological achievements in universities and its cracking mechanism [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2023, 40(4): 106-113.
- [19] 苑亚坤, 吴昊. 研究型图书馆服务科研院所科技成果转化的模式与策略研究[J]. 图书情报工作, 2023, 67(10): 47-55.
- YUAN Yakun, WU Hao. Research on the service mode and strategy of research libraries for the transformation of scientific and technological achievements of research institutes [J]. Library and Information Service, 2023, 67(10): 47-55.
- [20] 杨光艺, 李向阳. 金融科技, 融资渠道与企业创新——基于外部发展环境和内在发展水平的双重视角[J]. 工业技术经济, 2024, 43(3): 65-75.
- YANG Guangyi, LI Xiangyang. Fintech, financing channels and corporate innovation: A dual perspective based on external development environment and internal development level [J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2024, 43(3): 65-75.