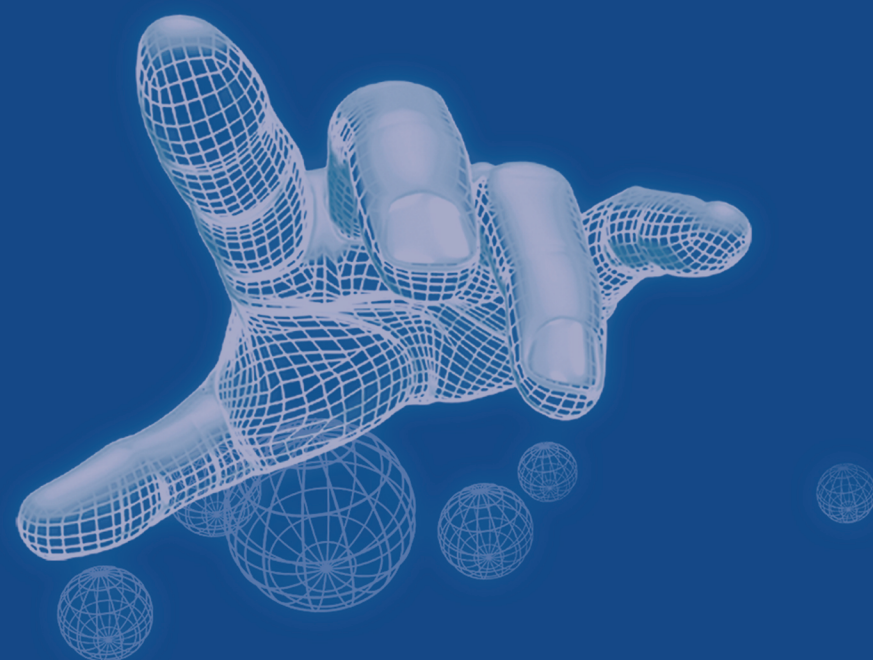


大数据与人工智能

Big Data and Artificial Intelligence

Volume 5 • Issue 4 • April 2024 • ISSN 2737-4726(Online) 2737-4718(Print)





本刊旨在汇聚国际领域的专家学者、科研人员及行业精英，共同探索大数据处理、分析、挖掘以及人工智能算法、模型、应用等方面的最新进展，分享跨学科的研究成果与实战经验，促进大数据与人工智能技术的深度融合与协同发展。

为满足广大科研人员的需要，《大数据与人工智能》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 数据挖掘分析
- 人脸识别
- 数据工程
- 数据处理
- VR/AR
- 人工智能应用
- 数据库
- 信息统计与分析
- 数据结构
- 人工智能算法原理

SYNERGY PUBLISHING PTE. LTD.

12 Eu Tong Sen Street

#07-169

Singapore 059819



版权声明/Copyright

协同出版社出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归协同出版社所有。

All articles and any accompanying materials published by Synergy Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). Synergy Publishing Pte. Ltd. reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

About the Publisher

Synergy Publishing Pte. Ltd. (SP) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

SP aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. SP hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

SP adopts the Open Journal Systems, see on <http://ojs.s-p.sg>

Database Inclusion



Asia & Pacific Science
Citation Index



Creative Commons



MyScienceWork



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge
Infrastructure

大数据与人工智能

Big Data and Artificial Intelligence

Volume 5 Issue 4 April 2024
ISSN 2737-4726 (Online) 2737-4718 (Print)

主 编

陈学松
广东工业大学，中国

编 委

梁锦锦 Jinjin Liang
陈 亮 Liang Chen
孙玉春 Yuchun Sun
贾月洋 Yueyang Jia
朱朝阳 Chaoyang Zhu
姚 羽 Yu Yao
高立鹏 Lipeng Gao
洪一玮 Yiwei Hong

1	基于仿射变换的多姿态人脸识别技术 / 邹晓奎 程亮 倪兵 曹勇 刘群	1	Multi-pose Face Recognition Technology Based on Affine Transformation / Xiaokui Zou Liang Cheng Bing Ni Yong Cao Qun Liu
4	基于 PDPS 的总装车间装配人机仿真方法 / 杨文婧	4	Human-machine Simulation Method for Assembly in the Final Assembly Workshop Based on PDPS / Wenqiang Yang
7	基于两步移动搜索法的北京市朝阳区养老设施机构空间分布特征及可达性研究 / 葛嘉翔	7	Research on the Spatial Distribution Characteristics and Accessibility of Elderly Care Facilities in Chaoyang District, Beijing Based on Two-step Mobile Search Method / Jiaxiang Ge
11	基于深度学习的图像识别算法在人工智能中的应用研究 / 朱朝阳	11	Application Research of Image Recognition Algorithm Based on Deep Learning in Artificial Intelligence / Zhaoyang Zhu
14	基于动态粒子群优化的多机飞行冲突解脱 / 屠俑霖 郭秉鑫 许颖砾 杨星 高皛琪	14	Multi-aircraft Flight Conflict Resolution Based on Dynamic Particle Swarm Optimisation / Yonglin Tu Bingxin Guo Haoli Xu Xing Yang Haoqi Gao
20	人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用 / 杨帆	20	Application of Artificial Intelligence Technology in Industrial Internet Information Service / Fan Yang
23	基于人工智能技术的外来有害生物智能识别系统设计与优化 / 李建勇 刘敏 朱秀焕 王飞 栗智平	23	Design and Optimization of Alien Pest Intelligent Identification System Based on Artificial Intelligence Technology / Jianyong Li Min Liu Xiuhuan Zhu Fei Wang Zhiping Su
26	分诊数字人结合人工智能技术的智能化医疗服务模式探索 / 向建兵 刘芳	26	Exploration of the Intelligent Medical Service Mode of Triage Digital Person Combined with Artificial Intelligence Technology / Jianbing Xiang Fang Liu
29	基于人工设计电子背包对蟑螂运动行为的控制研究 / 宋颖玉 谷勇霞 蔡海蓉 霍佳蓉 鞠佳航	29	Research on Control of Cockroach Movement Behavior Based on Artificially Designed Electronic Backpack / Yingyu Song Yongxia Gu Hairong Cai Jiarong Huo Jiahang Ju
32	人工智能应用于廉政法治的困境及其解决路径 / 魏龙凡	32	The Application of Artificial Intelligence to the Dilemma of Legal Integrity and Its Solution Path / Longfan Wei
36	地质大数据特点及其利用价值 / 么建来	36	The Characteristics and Utilization Value of Geological Big Data / Jianlai Yao

Multi-pose Face Recognition Technology Based on Affine Transformation

Xiaokui Zou Liang Cheng Bing Ni Yong Cao Qun Liu

Shenzhen Shuangruixin Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

In order to improve the recognition accuracy and efficiency of the museum's facial gate and ticketing system, multi-post facial recognition technology is used to accurately recognize faces from different angles. A 200W pixel binocular wide dynamic camera is used to capture high-quality facial images, and the principle of affine transformation is used to preprocess the facial images to correct faces under different poses. We trained a deep learning model to extract facial features and perform recognition, and comprehensively tested the hardware interface performance, database performance, and facial recognition accuracy of the system. The results show that the system achieves a 99% success rate in terms of data transmission stability and a success rate of 100% in interface response time testing. In terms of face recognition, the system shows high accuracy under different recognition methods, among which the recognition accuracy of the third generation social security card and special pass is as high as 100%. Multi-post face recognition technology based on affine transformation improves the accuracy of face recognition.

Keywords

affine transformation; multi-post; face recognition technology; visitors to the government office pass through

基于仿射变换的多姿态人脸识别技术

邹晓奎 程亮 倪兵 曹勇 刘群

深圳市双瑞芯科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

为了提高博物馆人脸闸机和票务系统的识别准确率和效率,通过多姿态人脸识别技术,实现对不同角度下的人脸进行准确识别,采用了200W像素的双目宽动态摄像头捕捉高质量人脸图像,并利用仿射变换原理对人脸图像进行预处理,以校正不同姿态下的人脸。训练了深度学习模型来提取人脸特征并进行识别,全面测试了系统的硬件接口性能、数据库性能以及人脸识别准确率。结果表明,系统在数据传输稳定性方面达到了99%的成功率,接口响应时间测试成功率为100%。在人脸识别方面,系统在不同识别方式下均表现出较高的准确率,其中三代社保卡和特殊通行证的识别准确率更是高达100%。基于仿射变换的多姿态人脸识别技术提高了人脸识别的准确率。

关键词

仿射变换; 多姿态; 人脸识别技术; 政务办公访客通行

1 引言

人脸识别技术,这种利用人类面部特性信息实现身份验证的生物识别工具,已在防护、金钱、交通运输、教育和医疗等各方面得到广泛使用。但是在实际应用中,人脸识别系统经常遭受各种攻击,其中最常见的问题就是人脸姿态的变化。传统的人脸识别手段对于处理正视角的人脸图像展现出较高的精确度,然而在处理多样姿势视角的面部图像时,其性能通常会大幅下滑。为了摆脱这个问题,基于仿射变换原理之上开发出来一个可以适应神色各异视角的面部识别技术。此项技术通过应用仿射变化以及透视法则对面部

图像进行修复,并使其看起来如同正视界一样,从而更有效地作出判断。

2 人脸图像预处理与数据集构建

2.1 人脸图像采集与标准化

人脸图像采集涉及摄像头或扫描仪等设备,以获取含有人脸的图像。图像来源多样,需通过去均值实现中心化,以符合凸优化理论和数据概率分布知识。对于人脸图像,归一化可通过使用标准脸,将所有关键点标注往标准脸方向转换来实现^[1]。如果没有标准图像,可以使用 Generalized Procrustes Analysis (GPA) 通过迭代求得一个标准图形。利用肤色信息的聚类性特点,针对姿态变化敏感的问题提出了解决方案。

【作者简介】邹晓奎(1979-),男,中国黑龙江哈尔滨人,高级营销师,从事人脸识别在金融、政务上的应用研究。

2.2 多姿态人脸数据集的构建

为了覆盖多姿态，需要采集包括正面、侧面、俯视和仰视等不同角度的图像，通过构建三维人脸模型，并对测试人脸图像进行模型参数的匹配，获取三维人脸数据以得到正面图像，解决姿态变化导致的面部表现损失。为增强数据集多样性和实用性，需确保每个对象的样本库涵盖不同表情和细节变化。

3 基于仿射变换的人脸姿态校正

3.1 仿射变换原理

仿射变换是一种在几何学中定义的变换，它包括了平移、旋转、缩放、翻转和错切等操作。这种变换保持了二维图形的“平直性”（即直线经过变换后依然为直线）和“平行性”（即二维图形之间的相对位置关系不变）^[2]。仿射变换可以通过一个矩阵乘法加上一个向量来实现，这个过程涉及线性变换和平移两个步骤。

3.2 人脸姿态估计与校正算法

仿射变换可以表示为从一个向量空间到另一个向量空间的过程，其中包含了一次线性变换和一次平移。线性变换部分通过一个矩阵 A 来实现，而平移部分则通过加上一个向量 b 来完成。这种变换的数学表达式可以写作：

$$y = Ax + b \quad (1)$$

其中， x 为原始点的位置向量； y 为变换后的点的位置向量； A 为旋转或缩放的矩阵； b 为平移向量。假设有一个二维平面上的点 $P(x, y)$ ，想要通过仿射变换将其旋转并平移到新的位置 $P(x', y')$ 。对于旋转操作，假设旋转角度为 θ （以逆时针为正方向），则旋转矩阵 A 可以表示为：

$$A = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

假设想要将点沿 x 轴平移 t_x 单位，沿 y 轴平移 t_y 单位，则平移向量 b 表示为：

$$b = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} \quad (3)$$

紧接着采用仿射变换公式来计算新的点的位置。使用仿射变换公式来计算新的点的位置：

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} \quad (4)$$

这将会给出新的点的坐标 (x', y') 。

假设有一个点 $P(1, 0)$ ，想要将其逆时针旋转 45° ，然后沿 x 轴平移 2 个单位，沿 y 轴平移 1 个单位。则：

$$A = \begin{bmatrix} \cos \frac{\pi}{4} & -\sin \frac{\pi}{4} \\ \sin \frac{\pi}{4} & \cos \frac{\pi}{4} \end{bmatrix} \quad (5)$$

依照上述公式推算，新的点的坐标为 $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 2, \frac{\sqrt{2}}{2} + 1\right)$ 。

4 多姿态人脸特征提取与识别

4.1 传统人脸特征提取方法概述

基于几何特征的方法是最传统的人脸识别方法之一，通常需要与其他算法结合使用才能取得较好的效果。这类方法通过分析人脸图像中的边缘和轮廓等几何信息来进行识别^[3]。将人脸图像分割成多个区域，并提取每个区域的特征，然后将这些特征组合成一个整体的模板。当有新的人脸图像出现时，系统会计算其与已知模板之间的相似度，以此来进行识别。

4.2 深度学习在人脸特征提取中的应用

深度学习在人脸特征提取中的应用主要是自动从大数据中学习人脸识别关键特征。卷积神经网络（CNN）是核心算法，通过多层卷积操作自动提取特征，减少人为选择和设计的复杂性。CNN 训练大量人脸图像，提取眼睛、鼻子、嘴巴等关键部位特征以及细微纹理和形状信息，编码为向量表示人脸。比较向量相似度可判断人脸是否属于同一人。深度学习还可通过数据增强提高特征提取的鲁棒性，模拟不同角度、距离和光照条件的人脸图像，使 CNN 学习更广泛的人脸特征。

4.3 多姿态人脸识别算法的性能评估与对比

对比了三种不同的人脸识别算法（算法 A、算法 B 和基于深度学习的算法 C）在不同姿态（正面、侧面、俯视、仰视）下的准确率。测试集大小为 1000，表示每种算法都在包含 1000 张人脸图像的测试集上进行了评估。平均准确率是四种姿态下准确率的平均值，用于衡量算法在不同姿态下的综合性能。在对比了三种不同的人脸识别算法（算法 A、算法 B 和基于深度学习的算法 C）在不同姿态（正面、侧面、俯视、仰视）下的准确率后，发现基于深度学习的算法 C 在整体性能上表现最优。在正面姿态下，算法 A、算法 B 和算法 C 的准确率分别为 95%、96% 和 98%。可以看出，基于深度学习的算法 C 在正面姿态下的准确率最高，比算法 A 和算法 B 分别高出了 3% 和 2%。在侧面姿态下，算法 A、算法 B 和算法 C 的准确率分别为 85%、88% 和 95%。可以看出，算法 C 在侧面姿态下的准确率也明显高于算法 A 和算法 B，表现出了良好的姿态鲁棒性。在俯视和仰视姿态下，算法 C 的准确率分别为 92% 和 90%，相比算法 A 和算法 B 也具备明显优势。这说明基于深度学习的算法 C 对于不同角度的人脸识别也具有较好的适应性。从平均准确率来看，算法 A、算法 B 和算法 C 分别为 91.25%、92.5% 和 96.25%。可以看出，基于深度学习的算法 C 在平均准确率上也表现最优，比算法 A 和算法 B 分别高出了 5% 和 3.75%。

5 实验结果与分析

5.1 实验环境与配置

为了搭建博物馆人脸闸机和票务系统的实验环境，配置了以下硬件设备：

摄像头双目宽动态 200W 摄像头,用于捕捉高质量的人脸图像,确保在各种光线条件下都能准确识别。系统选择 Windows/LINUX 双系统支持,以满足不同场景下的软件运行需求。屏幕。GPU 选用英特尔赛扬 J1900 四核处理器,主频 1.99GHz,睿频可达 2.4GHz,为图像处理和人脸识别提供足够的计算能力^[4]。并配置了必要的接口,如以太网、无线 WIFI、USB、WGA、COM 和 HDMI 等,以确保设备与其他系统的顺畅连接。设备的工作温度范围在 -10℃~60℃,能够适应各种环境条件。人脸识别场景见图 1。

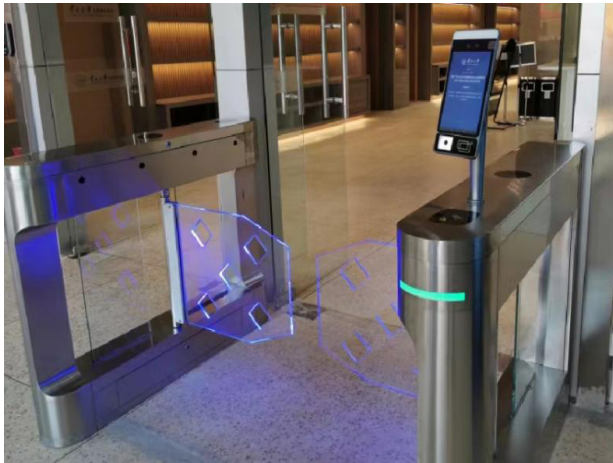


图 1 人脸识别场景

5.2 实验过程与结果展示

在实验过程中,进行了硬件接口的设计和连接,确保人脸闸机与票务系统之间的数据通信无误。接着,建立了数据库,并录入了门票信息和游客信息。通过门票销售系统,模拟了线上和线下的购票流程,验证了支付功能的正常运作^[5]。在人脸识别系统的测试中,分别使用了二代社保卡、三代社保卡、社保卡电子二维码、预约码和身份证进行了识别测试。系统能够准确快速地识别出游客的身份信息,并完成入场管理。还特别测试了特殊人群通行证的识别功能,系统同样表现出了良好的识别效果。

本次实验全面测试了博物馆人脸闸机与票务系统的功能和性能。通过精心设计的硬件接口,确保了两者间数据通信稳定可靠。硬件接口在数据传输稳定性、接口响应时间和最大并发连接数等关键指标上表现优秀,数据传输稳定性测试成功率高达 99%,接口响应时间测试更是达到了 100% 成功率。数据库性能测试也验证了门票和游客信息录入速度快,查询响应迅速。人脸识别系统测试是实验重点,采用多种识别方式如二代社保卡、三代社保卡、社保卡电子二维码、预约码和身份证等。根据测试结果,人脸识别系统在各种识

别方式下均表现出高准确率,其中三代社保卡和特殊通行证的识别准确率达到 100%。这证明了人脸识别系统的可靠性,能够满足博物馆快速准确识别游客身份的需求。

5.3 结果讨论与误差分析

通过实验数据,可以看到,在多种识别方式下,人脸识别系统都表现出了较高的准确率。特别是在三代社保卡和特殊通行证的识别上,准确率达到 100%。本次实验中,采用了 200W 像素的双目宽动态摄像头,能够捕捉高质量的人脸图像。英特尔赛扬 J1900 四核处理器为图像处理和人脸识别提供了明确的计算能力。根据硬件接口测试数据,我们可以看到数据传输稳定性高达 99%,接口响应时间测试成功率为 100%。尽管我们在实验中取得了令人满意的成果,但仍然存在一些误差和需要改进的地方。

在各种识别方式下,都存在误识和拒识的情况,这主要受到人脸图像复杂性、光照条件变化和遮挡物影响等多种因素影响。尽管特殊通行证的识别准确率已达到 100%,但在实际应用中,特殊人群的识别仍面临挑战,尤其是对于那些脸部特征不明显或有面部残疾的游客。为了克服这一问题,已录入大量门票和游客信息,但与实际情况下的海量数据相比,仍显不足。当前数据库内的人脸图片样本稀缺,需要增强系统的可塑性。为此,需进一步扩充数据库,丰富来自不同年龄段和性别的人脸影像记录,以应对更多元化的场景,并对多姿态人脸识别技术的性能进行全面、客观的评估,为后续优化和改进提供支持。

6 结语

博物馆人脸通行设备及售票系统的优化,以具备 200 万像素的双目全景摄影机和先进的仿射变换技术,实施了对各种角度下人脸高效且精准的辨认工作。该项技术不只在硬体面上确保了图像采集的高品质,在软件方面也通过仿射变换理论对人脸图片进行仔细预处理,有效纠正因姿态不同产生的识别难题,为人脸识别科技展开更深度发展和应用奠定基础。

参考文献

- [1] 王涛.综合服务中心智慧安防系统的方案设计[J].智能建筑电气技术,2023,17(3):120-124.
- [2] 解瑞云,海本斋,刘秀,等.基于深度学习的多姿态人脸识别关键技术研究[J].河南工学院学报,2023,31(1):19-23.
- [3] 李苹.多姿态人脸识别技术在安防系统中的应用研究[J].信息与电脑,2022(11):34.
- [4] 顾立春,雷鸣.多姿态的人脸识别算法研究[J].电脑知识与技术,2022(21):18.
- [5] 李志博,乔春蕾,吴昊.基于人脸识别技术的多方式统一认证[J].软件,2023,44(4):71-73.

Human-machine Simulation Method for Assembly in the Final Assembly Workshop Based on PDPS

Wenqiang Yang

JMC, Nanchang, Jiangsu, 330200, China

Abstract

With the rapid development of digital technology, many industrial software have strengthened their industrial simulation functions. These software not only help shorten the entire vehicle production cycle, but also provide more possibilities for products to discover potential problems earlier in the design phase. Due to the challenges of a large number of parts, complex assembly relationships, diverse assembly positions, and difficulty in assisting positioning, manual labor still dominates the final assembly process. Therefore, the analysis of human-machine engineering in the final assembly process planning is crucial. This paper introduces the ergonomic optimization method of difficult manual assembly process in automotive assembly workshop based on Siemens PDPS simulation software, and describes a series of ergonomic problem solving methods from how to build assembly station to establish human-machine simulation model to static and dynamic human-machine simulation analysis, so as to provide solutions for ergonomic problem optimization in assembly process.

Keywords

PDPS; ergonomics; final assembly

基于 PDPS 的总装车间装配人机仿真方法

杨文墙

江铃汽车股份有限公司, 中国 · 江西 南昌 330200

摘 要

随着数字化技术的快速发展,许多工业软件已经加强了其工业仿真功能,这些软件不仅有助于缩短整车投产周期,同时也为产品在设计阶段能够更早期地发现潜在问题提供了更多可能。由于零件数量众多、装配关系错综复杂、装配位置多样以及辅助定位难度较大等挑战存在,目前总装工艺人工手工作业仍占主导地位。因此,总装工艺规划中对人机工程的分析至关重要。论文介绍了基于西门子PDPS仿真软件的汽车总装车间人工装配困难工序的人机工程优化方法,讲述从如何搭建总装装配工位到建立人机仿真模型,到静态和动态的人机仿真分析等一系列人机工程问题解决方法,为总装装配过程人机工程问题优化提供解决方案。

关键词

PDPS; 人机仿真; 总装

1 引言

由于零件数量众多、装配关系错综复杂以及辅助定位难度较大等原因,目前总装工艺主要依赖于人工手工作业。因此,总装工艺中对人机工程的分析至关重要。人机仿真致力于考察工人与机械装置之间相互作用与协作环境,旨在发现可能对工人安全与健康产生影响的因素,其目的在于节省人力成本,并通过建立全面的数字化工厂仿真模型进行深入分析,以确保总装工艺规划方案能够最大程度地实现可行性和准确性。良好的人机状态在装配作业中具有积极影响,有助于提升操作员工的舒适感、减少疲劳感、降低事故发生率、

提高生产效率、缩短装配时间以及降低成本等。因此,人机仿真技术可有效缩短设备安装调试时间成本、平衡总装生产线各工位工作负荷、减少车间工艺调整频和提升总装工艺规划效率。

2 仿真环境工位搭建

总装装配生产线仿真工作站建立前,需要先梳理各工位的产品数模、工装、装配工具、夹具、围栏等资源数据的三维模型。三维模型在导入前,先在 PD 软件中创建了一个新项目,并在这个新项目下创建子目录,子目录中分别创建装配过程中所需的资源树、产品树和工艺流程树,并导入对应的产品和资源数模。产品数模由整车厂的产品设计提供最新版本,资源则包含工位所需夹具、工装和操作工具等。同时,需在工艺流程树中创建标准操作树,在这个操作树中根

【作者简介】杨文墙(1994-),女,中国江西九江人,助理工程师,从事数字化工艺仿真研究。

据工艺流程创建多个可重复使用并验证的标准操作,比如取放件、移动、夹具打开和闭合等,同时指定这些操作的持续时间,用于验证工艺流程。

3 总装装配工艺验证

随着现代汽车制造行业与各种高新技术的发展,总装工艺流程在设计层面逐渐朝着自动化、标准化、模块化的方向发展,因此总装的工艺流程包含多项内容,这些内容紧密相连,主要涵盖内外饰线、分装线、底盘线等。在总装工艺流程的设计中,必须全面考虑生产线的通行性、产线布局、工艺技术等要素。在合理控制成本的前提下,提升汽车制造企业生产线的柔性化程度、生产能力、工艺水平和产品质量等。

在进行人机仿真前,首先需要对整车的总装生产线(Assembly Line)的装配工艺进行详细梳理。其次,应结合生产线布局及其所对应的工位结构,对整车上千个装配零件进行工艺编排,充分考虑工厂的各工位的特点和工人作业内容,合理安排各零部件的物料位置及装配工序。在确定了各零件及总成件合理分配后,需确保装配方案的完整性和可行性,有必要对工艺方案进行细化,包括描述各零部件或总成件的具体装配步骤,验证装配顺序的可行性,为后续的装配仿真、人机仿真、工艺文件编制以及现场作业指导奠定基础。PDPS 软件可将这些装配步骤定义到工艺操作树中。

完成对装配工序的规划后,需分析各个工序的装配工艺可行性。如,车门玻璃装配过程验证,对车门玻璃在车门钣金中的运动路径及方式进行详细的验证,对有干涉的钣金进行修改,可减少试制时间降低试制成本。

4 PDPS 人机装配静态仿真验证及优化

总装装配的人机静态仿真分析方法主要包括:可达性分析(Accessibility Analysis)、可视性分析(Visibility Analysis)、舒适度分析(OWAS)和肢体分析(Limb Fatigue Analysis)。

第一,使用 PDPS 软件在搭建好的工位上创建人体数模,一般中国工厂的人机仿真模拟会直接使用中国男性的人体数模,身高选择 50% 的 1678mm 中国男性平均身高,外观部分选择带手套的人体数模,可增加人机仿真分析的可靠性。

第二,在搭建好的仿真环境中,使用创建的人体数模对工人在零件装配过程中的动作进行精细的模拟仿真,可使用 Human Posturing 模块,编辑仿真中的工人动作。此模块可对人体的各个关节进行调整,如肘、膝、腰、肩、颈等甚至可对工人的手指进行精细的调整。可应用此模块对工人在装配过程中的关键位置(如装配的最终安装点)的静态姿势进行仿真模拟,由此分析出装配过程工人是否会和零件周边的其他零件干涉,验证装配的可达性。如图 1 的静态装配姿态。

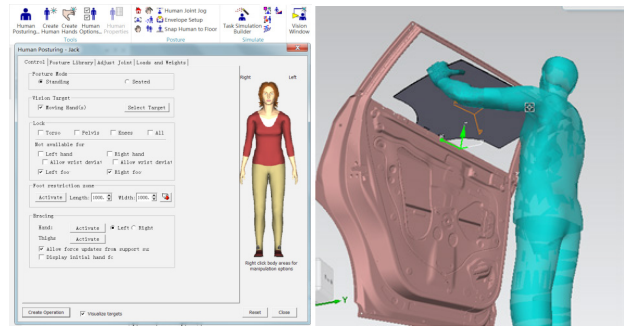


图 1 装配部姿势仿真

总装装配过程中,另一个关键要素是工人是否能够看到零件或零件安装点,如线束卡扣卡接位置、螺丝安装的安装孔等。可应用 Vision Window 模块对 Jack 的视线进行模拟。选择 Head for wardview 或 Mid eye 可弹出如图 2 的 Jack 操作的视线窗口,此窗口可显示 Jack 眼中的内容,依此评估是否为“盲装”,从而评估此处零件装配的人机工程是否良好。如无法看到安装点,需评估其影响,并可通过更改零件装配顺序或调整产品结构等方法优化人机工程。

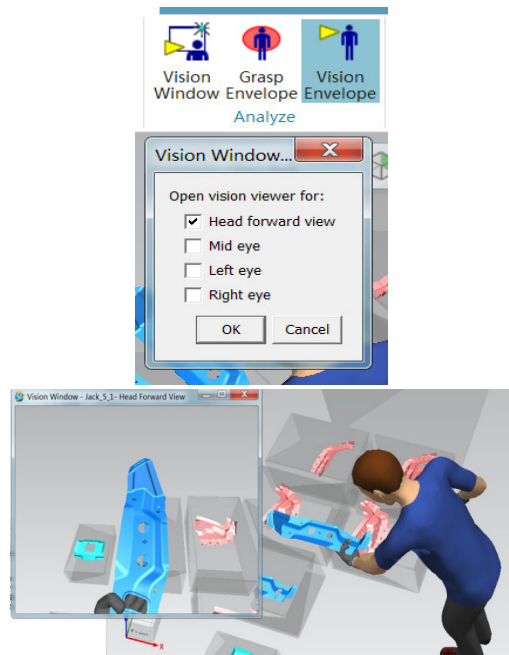


图 2 人体视线模拟窗口

良好的装配作业人机状态在有助于优化工作环境、提高工人舒适度、降低工作疲劳度及装配作业中事故发生率的同时,也有利于提升工作效率、产能、生产成本等多方面的绩效指标。因此,为了切实维护工人的健康安全、优化生产效率提高生产质量,须充分考虑装配作业姿态对安全性和舒适性的影响。PDPS 中可对人体进行简单的人体工程学分析,应用 OWAS 工具对工人的装配动作进行舒适度分析。经过 OWAS 分析可得出一个五位数值,例如弯腰姿态则第一位数字是“2”。OWAS 分析后得出的数值并不能直接表示动作的舒适度,可通过人体的颜色或标签的示意得出装配的动作

是否符合人机工程的舒适度标准,如图3所示,大角度弯腰动作是需要马上改善的,否则长期工作会对人体造成伤害。

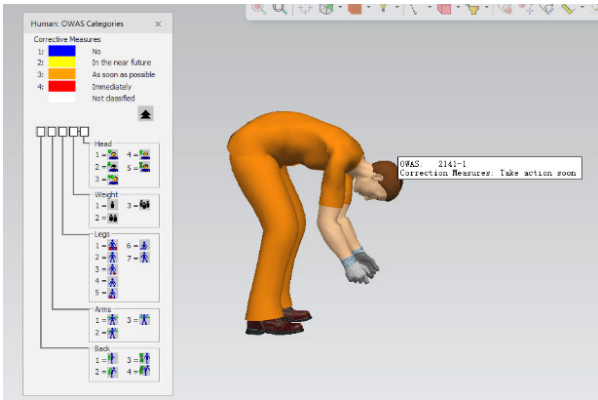


图3 舒适度分析工具 OWAS

5 PDPS 人机装配动态仿真验证

如图4所示 Task Simulation Builder (简称TSB) 是人机装配过程动态仿真模拟的仿真工具。应用这个模块可对总装某个具体产线的整个装配工艺流程的动作进行动态的模拟,从而达到对工位节拍的深度仿真及对动态装配的过程中的人体碰撞风险的更详细判断。此功能多用于整个工位的装配模拟,如某个工位须装配多个零件,可应用此功能模拟工人取件上件的过程,优化物料摆放位置,缩短人员行走时间,从而达到提高工位节拍,提升装配效率的目的。

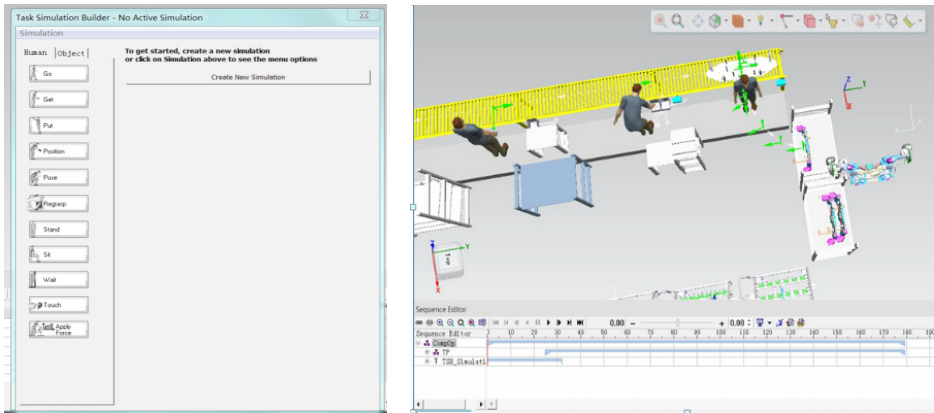


图4 动态人机模拟

参考文献

[1] 郝青华,马宁,赵宁,等.基于虚拟仿真技术的人机工效分析及装配作业验证[J].机电产品开发与创新,2023,36(6):153-155+162.
[2] 李敏.浅谈汽车总装工艺技术[J].时代汽车,2019(15):111-112.
[3] 朱智涛.PD、PS软件在汽车总装的应用[J].汽车工艺师,2017

6 结语

在汽车总装装配线生产中,运用人机装配仿真来实现装配车间的布局设计和生产过程的仿真模拟,可实现在汽车总装生产线搭建的实施前,对生产线布局、工人工作流程和工件搬运工作的安全制定总体计划,从而达到提高汽车总装装配的精准性与缩短调试周期的目的。在新车产品线的辅助工艺设计过程中,能够通过 PDPS 人机仿真软件技术的应用提高汽车零部件的装配可行性,确定整车产品的技术参数,并且在现有生产线上实现整车产品的设计改进和新产品的开发,以此为总装生产线的可持续发展奠定坚实基础。

7 展望

基于目前对 PDPS 软件人机仿真模块的应用,还存在着如下可以优化的地方:

- ①在产品研发的不同阶段,仿真分析的数模会因数据更新,边界发生明显变化,易出现仿真数据版本混淆的情况,导致人机仿真输出结果与现场不匹配。
- ②针对装配中易变形、形态不定等特点的柔性物体(如线束、软管等)仿真无法准确模拟其复杂的变形,导致输出结果不准确。
- ③在大多数总装工厂中,常采用流水线作业的方式,其中涉及工位与产线之间的相对运动,而在创建人机仿真模拟时往往忽略流水线的相对运动。
- ④人机仿真的工位建模方式还需联动其他工业软件提升仿真效率。

(3):68-71.

[4] 孙军,李朋朋,朱孔翔.基于西门子PDPS的工业机器人的轨迹建站过程应用[J].工业控制计算机,2023,36(9):76-77.
[5] 常辉娟.基于Tecnomatix软件的车身工艺规划与仿真验证[J].科技与创新,2015(8):94-95.

Research on the Spatial Distribution Characteristics and Accessibility of Elderly Care Facilities in Chaoyang District, Beijing Based on Two-step Mobile Search Method

Jiaxiang Ge

Beijing University of Technology, Beijing, 100000, China

Abstract

Population ageing is a global issue, especially in China. As the core area of the capital, Chaoyang District of Beijing has an aging population, which puts forward higher requirements for the distribution and accessibility of elderly care facilities. The reasonable layout and efficient services of elderly care facilities are crucial for the quality of life of the elderly. The uneven distribution of elderly care facilities affects the lives of the elderly and poses challenges to urban management. In this study, the two-step mobile search method (2SFCA) was used to analyze the spatial accessibility of elderly care facilities in Chaoyang District, and the accessibility of facilities was evaluated by considering the spatial relationship between service providers and demanders. This method can provide a scientific basis for the planning of elderly care facilities, help policymakers optimize the layout, improve the well-being of the elderly, and promote the harmonious development of society.

Keywords

elderly care facilities; accessibility; two-step mobile search method

基于两步移动搜索法的北京市朝阳区养老设施机构空间分布特征及可达性研究

葛嘉翔

北京工业大学, 中国 · 北京 100000

摘 要

人口老龄化是全球性问题, 中国尤其突出。北京市朝阳区作为首都核心区, 人口老龄化加剧, 对养老设施的分布和可达性提出更高要求。养老设施的合理布局 and 高效服务对老年人生活质量至关重要, 养老设施分布不均, 影响老年人生活, 也给城市管理带来挑战。本研究采用两步移动搜索法 (2SFCA) 分析朝阳区养老设施的空间可达性, 考虑服务提供者与需求者的空间关系, 评估设施可达性。该方法可以为养老设施规划提供科学依据, 帮助政策制定者优化布局, 提升老年人福祉, 促进社会和谐发展。

关键词

养老设施; 可达性; 两步移动搜索法

1 引言

1.1 研究背景

在中国, 随着经济的快速发展和社会的深刻变革, 人口老龄化问题日益凸显。根据统计数据, 截至 2022 年底, 中国 60 岁以上老年人口已超过 2.8 亿人, 占总人口的 19.8%, 全国 65 岁及以上老年人达 2.1 亿人, 占总人口的 14.9%, 是世界上人口老龄化最为严重的国家。预计在未来几十年中, 中国的老年人口数量和比例持续增长的趋势将继续保持。

北京市朝阳区, 作为中国首都的重要组成部分, 经济发展水平较高, 人口结构也呈现出老龄化的特征。随着城市化进程的加快, 朝阳区的人口密度和老龄化程度都在不断增加, 这使得养老设施的需求日益迫切。然而, 养老设施的设计和布局往往滞后于人口老龄化的步伐, 导致供需矛盾日益突出。

在这样的背景下, 研究养老设施的空间可达性, 对于理解和应对人口老龄化带来的挑战具有重要意义, 合理可达性可以更好地满足老年人的养老需求, 提高他们的生活质量, 促进社会的和谐稳定。

1.2 研究意义

本研究聚焦于北京市朝阳区养老设施的空间分布及其

【作者简介】葛嘉翔 (1998-), 男, 中国上海人, 在读硕士, 从事大数据应用与服务研究。

可达性,探讨其对经济发展和社会福祉的影响。随着人口老龄化的加剧,合理的养老设施布局对应挑战至关重要。通过深入分析,研究旨在为政府提供决策支持,优化养老资源配置,缓解养老压力,提升老年人的生活质量,支持经济的可持续发展。

老年人福祉的提高直接关联社会和谐与稳定。研究关注养老设施服务的不足,旨在通过科学方法揭示问题,为改善老年人生活环境提供依据。成果将促进老年人社会参与度和生活满意度的提升,增强幸福感和安全感,推动社会福祉的整体提升。

总体而言,研究对解决北京市养老设施可达性问题具有现实意义,对推动经济发展和社会福利提升具有深远影响。

2 研究方法

2.1 研究区域和对象

朝阳区是北京市人口最多的区,面积 470.8km²,常住人口 344.6 万,全国人口排名第 6。根据《2022 年北京市老龄事业发展概况》,朝阳区户籍老年人口和高龄老年人口数量均居北京市首位,分别为 69.8 万和 13.5 万,高龄老年人口占比 6.2%,因此,研究朝阳区的养老机构具有典型意义。

研究以小区为最小空间尺度,养老设施包括养老院、敬老院、护养院、福利院等,按床位数分为小型(100 张以下)、中型(100~300 张)和大型(超过 300 张)三类,以理解其服务能力和规模。小型设施规模小,服务集中,提供个性化服务;中型设施服务规模和能力介于小型和大型之间,服务质量和关注度较高;大型设施规模大,设施完善,提供全方位服务。

2.2 数据来源和处理

为了全面分析北京市朝阳区养老设施的空间分布特征及其可达性,本研究收集并整合了以下几类数据:

居住小区数据: 数据来源于链家网 (<https://tj.lianjia.com/>),通过该网站的公开信息,我们核实并收集了朝阳区范围内共计 1531 个居住小区的相关数据。这些数据准确地反映了小区的地理位置及人口数量,可以有效地反映养老设施需求者的空间分布。

养老设施数据: 养老设施的数据通过养老网截至 2023 年 10 月 24 日,通过对养老网站 (<http://www.yanglao.com.cn/>) 的数据爬取,本研究成功纳入了 157 所养老设施的详细信息,如图 1 所示。这些养老设施分布在不同的区域,形成了西南部小型且密集、东北部大型且分散的空间特征。在这 157 所养老机构中,小型养老设施数量最多,达到 86 家,占比 54.78%;中型养老设施有 41 家,占比 26.11%;而大型养老设施则有 30 家,占比 19.18%。特别是朝阳区西南部靠近城市中心的区域,养老设施多为小型且分布较为集中,而东北部则以中型养老设施为主,分布较为分散。整体来看,

大型养老设施在全区范围内的分布相对均匀。

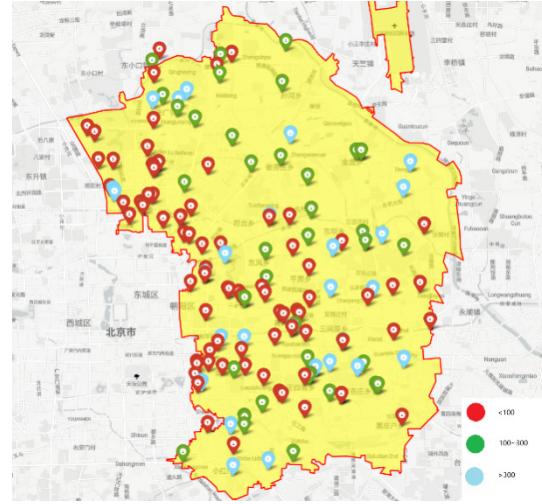


图 1 北京市朝阳区养老设施分布情况

老年人口数据: 老年人口数据的获取基于 2020 年第七次全国人口普查结果。通过分析平均家庭人口、各区 60 岁以上老人比例以及小区户数等数据,计算得出了各小区的老年人口数量。

距离数据: 距离数据由坐标点通过球面余弦定理计算,地球半径取 6371km,带入养老设施坐标点及小区坐标点进而计算出两者间的直线距离。

以上数据的综合分析,将有助于揭示北京市朝阳区养老设施的空间分布特征和可达性问题,为养老设施的规划和管理提供科学依据^[1]。

2.3 两步移动搜索法

在本研究中,我们采用了两步移动搜索法来评估养老设施的空间可达性。两步移动搜索法是一种评估地理空间中服务设施可达性的方法,该方法通过模拟服务提供者和服务需求者之间的空间关系,来评估特定区域内服务的覆盖范围和可达性,具有很好的灵活性与综合性。该方法的核心思想是将服务设施的供给能力和服务需求点的需求量结合起来,通过两个步骤来评估服务的可达性,其基本表达式如下所示:

$$A_i^F = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} R_j = \sum_{j \in (d_{ij} \leq d_0)} \left\{ \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} D_k} \right\}$$

其中, i 为需求点即居民小区; j 为供给点即养老设施; A_i^F 为根据两步移动搜索法计算得到需求点 i 的养老设施可达性; S_j 为设施点 j 的供给值,通常用床位数表示; d_{ij} 为居民小区 i 和养老设施点 j 间的距离; d_0 为搜索半径; D_k 为搜索半径内的 k 小区老年人口数; R_j 为养老设施点 j 的设施规模与搜索半径 d_0 内所服务的老年人口的比。

为考虑距离衰减效应所引起的服务能力显著下降的问题,使计算结果更为符合实际情况,引入了高斯函数作为距离衰减函数,更加精准地表达公共设施供给量随着与人口重

心的距离增加而降低的特征。

在第一步中,以每个养老设施机构为供给点,以搜索距离阈值建立搜索域,搜索距离阈值范围内的小区中心,汇总搜索域内的人口数量,计算供需比 R_j :

$$R_j = \frac{M_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_0\}} G(d_{kj}, d_0) \times P_k}$$

其中, M_j 为养老设施 j 的综合供给能力; d_{kj} 为居民点 k 到养老设施 j 的出行成本,用最短出行时间衡量; P_k 为搜索范围内居民点 k 的设施需求规模,用老年人口数量衡量; d_0 为搜索阈值。 $G(d_{kj}, d_0)$ 是考虑距离衰减效应的高斯函数,计算公式如下式所示:

$$G(d_{kj}, d_0) = \begin{cases} \frac{e^{-\frac{1}{2} \times \frac{d_{kj}}{d_0}} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}} (d_{kj} \leq d_0) \\ 0 (d_{kj} \geq d_0) \end{cases}$$

在第二步中,对于每一个小区点 i ,搜索所有以 i 为中心、 d_0 为阈值范围内的养老设施 j ,同样对每个养老设施的供需比 R_j 通过高斯函数衰减计算并求和,最终得到每个小区点 i 的可达性指数 A_i ,如下式所示:

$$A_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} G(d_{ij}, d_0) \times R_j$$

其中, R_j 为阈值范围内养老设施 j 的供需比; d_{ij} 为小区点 i 与养老设施 j 之间的最短出行时间; A_i 为小区点 i 的养老设施可达性得分, A_i 越大,则表明小区 i 的可达性越好。

3 养老设施的可达性分析

本研究基于两步移动搜索法(2SFCA)对北京市朝阳区养老设施的可达性进行了定量分析。2SFCA方法通过考虑服务提供者(养老设施)与服务需求者(老年人口)之间的空间关系,评估了养老设施的覆盖范围和服务质量。通过该方法的得分指标作为衡量养老设施可达性的关键指标,反映了小区或居民点的老年人口对养老设施的可达程度。

3.1 单一有效服务半径

结合朝阳区养老院规模,根据已有研究,本研究采用2.5km作为养老设施的有效服务半径,根据公式,计算得到2.5km内单一有效服务半径下各个小区可达的养老设施床位数,进而得到老人可达床位数作为可达性指标。

根据可达性指标的计算结果,我们发现单一有效服务半径下朝阳区养老设施的可达性呈现出显著的空间异质性。一些区域如西南部,养老设施的分布较为密集,可达性指标值较高,表明这些地区的老年人口能够较为方便地获得养老服务。相反,在东北部、南部等地区,养老设施相对较少,可达性指标值较低,这些区域的老年人可能面临较大的服务获取障碍^[2]。

3.2 按规模区分有效服务半径

根据《北京市养老设施专项规划》提出了“大型机构为引领,中型机构为主体,小型机构为补充”的发展模式,将养老设施分为大型、中型、小型3个等级。参照已有研究,将3个等级的有效服务半径依次设定为5km、2.5km、1km。根据公式,计算得到小区老人可达床位数。

在分3个等级有效服务半径的情景下,可达性的分布与单一有效服务半径情景具有相似性,依然呈现出明显的西部优于东北、东南部的趋势,养老设施可达性的空间分布依然很不均衡,如图2所示。

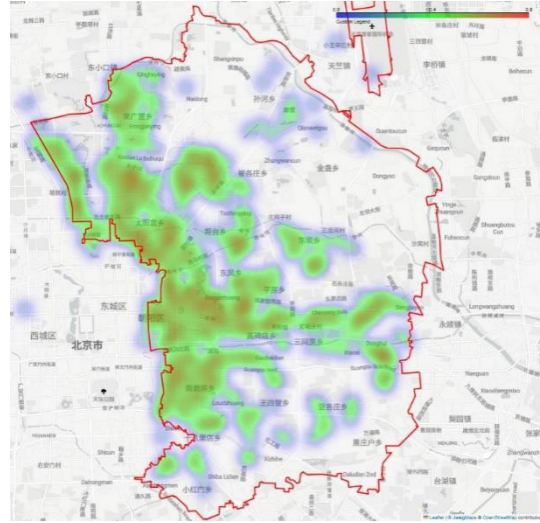


图2 3级服务半径下养老服务可得性热力图

4 对比分析

比较上述两种情景的分析结果可以发现,分3级有效服务半径与单一有效服务半径相比,靠近城区的养老设施空间可达性有所降低,而近郊和远郊地区的大部分区域的可达性有所提高。可达性降低的区域主要集中在中心城区以及西北和东北部,其他大多数区域的可达性均有增强,尤其是南部地区可达性普遍得到了提高。

养老设施的空间分布正呈现出集中化的特点。养老设施的集中分布区具有经济较为发达、交通条件便捷和发展较早等特点,从而形成机构养老中心,面向全区范围的老年人服务。照养老设施规模设定有效服务半径的方法进行分析,规模较大的养老设施的服务范围增大,导致其邻近区域的可达性降低,这样的评价方法更加符合老年人口对养老设施服务的使用行为,更为有效^[3]。

5 讨论

通过对3级有效服务半径情景下的养老设施的可达性分布进行分析,发现朝阳区养老设施的可达性分布现状较不均衡。西部地区的可达性明显优于东北、东南部地区。这说明朝阳目前养老设施的空间配置主要集中在靠近市中心的

西部区域及东部主干道。

西部养老设施分布较多,但是老年人口的规模很大,对养老设施的需求量也大。即便已有大量养老设施,但是在当前的养老设施空间配置的状况下,养老设施可达性依然不足,平均老人可达床位数较低,距离《北京市养老服务专项规划(2021—2035年)》提出的2025年平均千名老人7个养老床位的目标尚存在一定的差距。

东北、东南部地区的养老设施可达性普遍较低,主要原因是东北、东南地区的老年人口较多,需求规模较大,然而建设较西部地区较晚,养老设施规模虽大但数量少。但是该地区的养老设施可达性较为均匀,建议较为分散地增加小型养老设施的供给,以提升可达性。

6 总结和展望

本研究通过改进2SFCA模型,建立了养老设施可达性评价模型,分析了朝阳区养老设施的空间可达性。研究测算了2.5km单一服务半径和按养老设施规模划分的3级服务半径下,朝阳区各乡镇街道的养老设施可达性,并进行了对比分析。结果表明,按设施规模区分服务半径的模型更适合评

价朝阳区养老设施的可达性。通过将小区可达养老床位的评价结果与规划目标比较,得出了各小区可达养老床位情况,为北京市养老设施规划提供了科学依据。

研究存在的不足包括:①在养老设施有效服务半径的选取上,本研究参照既有研究,采取了2.5km单一服务半径,并按设施规模分为3级。后续研究将进行敏感性分析,测算不同服务半径下的可达性结果,考察半径设定对可达性结果的影响,以提供更科学的规划依据。②关于供给能力衰减的判定,本文仅使用直线距离来确定,后续研究将考虑不同道路、不同时间的车流、人流情况,更准确地计算供给能力的衰减,得到更准确的可达性指标。

参考文献

- [1] 谭万丽,赵媛,鄢继尧.基于两步移动搜索法的成都市托育机构空间分布特征及可达性研究[J].南京师大学报(自然科学版),2024,47(1):30-39.
- [2] 刘邦宇,邱宁,张天洁.社会阶层分异视角下养老设施供需匹配研究——以天津市中心城区为例[J].南方建筑,2023(10):1-10.
- [3] 陶卓霖,程杨,戴特奇.北京市养老设施空间可达性评价[J].地理科学进展,2014,33(5):616-624.

Application Research of Image Recognition Algorithm Based on Deep Learning in Artificial Intelligence

Zhaoyang Zhu

International Institute of Engineering Psychology, Colorado, America

Abstract

With the continuous progress and innovation of science and technology, artificial intelligence technology is developing rapidly, and image recognition, as a key branch, has attracted wide attention from all walks of life. In recent years, deep learning, as an important branch of machine learning, has provided strong support for the accuracy and robustness of image recognition with its powerful feature extraction and representation capabilities. By simulating the connection of human brain neurons, deep learning can automatically learn and extract complex features in images, which greatly improves the accuracy and efficiency of image recognition. This paper aims to discuss the application of image recognition algorithm based on deep learning in artificial intelligence, in-depth analysis of the application of deep learning in image recognition, and discuss its advantages and challenges in practical application.

Keywords

deep learning; image recognition algorithm; AI

基于深度学习的图像识别算法在人工智能中的应用研究

朱朝阳

国际工程心理学研究所, 美国 · 科罗拉多州

摘 要

随着科技的不断进步和创新, 人工智能技术正在飞速发展, 而图像识别作为其中的关键分支, 已经引起了社会各界的广泛关注。深度学习, 作为机器学习的一个重要分支, 近年来以其强大的特征提取和表示能力, 为图像识别的精度和鲁棒性提供了有力支撑。通过模拟人脑神经元的连接方式, 深度学习能够自动学习和提取图像中的复杂特征, 大大提高了图像识别的准确性和效率。论文旨在探讨基于深度学习的图像识别算法在人工智能中的应用, 深入分析深度学习在图像识别中的应用, 并探讨其在实际应用中的优势和挑战。

关键词

深度学习; 图像识别算法; 人工智能

1 引言

随着人工智能技术的日益成熟, 图像识别技术在各个领域的应用越来越广泛。无论是智能安防、医学诊断, 还是自动驾驶等领域, 都对图像识别的准确性和实时性提出了更高要求。深度学习作为人工智能领域的重要分支, 其强大的特征学习和表示能力为图像识别技术的发展提供了新的机遇。通过模拟人脑神经网络的结构和学习方式, 深度学习能够自动从数据中学习更复杂的特征表示, 从而提高图像识别的精度和效率。

2 图像识别算法概述

图像识别算法是一种计算机视觉技术, 通过对图像进行

分析和处理, 将图像中的对象或特征识别出来, 并按照一定的分类或识别规则进行判断。随着计算机计算能力的增强和深度学习算法的发展, 图像识别算法在诸多领域得到了广泛应用, 如人脸识别、物体检测、车牌识别等。图像识别算法通常包括图像预处理、特征提取和分类识别三个步骤。图像预处理是对输入的图像进行去噪、增强等操作, 以提高图像质量和识别准确率。特征提取是从预处理后的图像中提取出有用的信息, 如边缘、纹理、颜色等, 以供后续的分类识别使用。分类识别则是根据提取的特征, 采用适当的分类器对图像进行分类和识别。常见的深度学习模型包括卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 等。这些模型在人脸识别、物体检测、图像分类等任务中表现出了良好的性能^[1]。

3 深度学习图像识别算法研究

深度学习在图像识别领域的应用取得了显著的成果, 其中卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 和生

【作者简介】朱朝阳 (1995-), 男, 中国河南驻马店人, 博士, 研究员, 从事人工智能研究。

成对抗网络 (GAN) 是三种重要的深度学习模型。

3.1 卷积神经网络 (CNN)

CNN 是一种专门用于处理网格状数据 (如图像) 的神经网络结构。它通过卷积层和池化层来提取图像中的局部特征, 并通过参数共享和池化操作, 使模型对图像的平移、缩放等变换具有一定的鲁棒性。CNN 适用于图像识别、物体检测、图像分割等任务, 并能够有效地处理二维数据。其核心思想是通过利用局部感知和参数共享来捕捉输入数据的空间结构信息。举个例子, 输入是 $1000 \times 1000 \times 3$ 的一张图片, DNN 会对其做一个拉伸处理, 拉长成一个向量。那么这个向量维度就是 $300w$ 。那么就会有一个 $300w$ 个值的输入向量。下一层的隐层的节点个数就不能取得太少, 太少的话, 原始的输入又多, 这就导致很难捕捉到更多的信息。假设隐层取 4000, 那么输入和隐层之间有 $300w \times 4K$ 个权重 w 。这样会导致参数量过大, 单单一层就有 $300w \times 4K$ 参数, 过多的参数会带来两方面问题: ①参数量太大, 对于工程上是一个很大的挑战, 最后更新参数时压力较大; ②参数量大, 容易导致过拟合 (overfitting), 参数量大, 会导致模型的拟合能力非常强, 这个时候会带来拟合问题, 而且很难控制。这两个问题导致了 DNN 在图像上应用十分困难。这就使得人们开始寻找对 DNN 的优化方法, 使得其在图像上应用更适合^[2]。

3.2 循环神经网络 (RNN)

RNN 是一种适用于处理序列数据的神经网络结构, 具有记忆能力。它的计算过程是基于时间步的, 每个时间步的输出会作为下一个时间步的输入, 因此可以处理变长序列数据。RNN 的隐藏状态在时间上是共享的, 能够捕捉到序列数据中的时序信息, 适用于自然语言处理、时间序列预测等任务。尽管 RNN 通常用于处理序列数据, 但在某些情况下, 它也可以用于图像识别, 例如处理图像中的像素序列。

3.3 生成对抗网络 (GAN)

GAN 是一种深度学习模型, 由两部分组成: 生成器和判别器。生成器的目标是生成与真实数据分布相似的新数据, 而判别器的任务是判断输入数据是否来自真实数据集。GAN 在图像生成、图像到图像的转换、文本生成等领域取得了显著的成功。此外, GAN 模型还衍生出了多种变体, 如 CGAN、LAPGAN、DCGAN 等, 这些变体在生成器或判别器结构上进行了一系列创新, 提高了 GAN 的性能和应用范围。

4 深度学习图像识别算法的应用领域

4.1 图像分类

图像分类是一种自动化地将输入的图像划分为预定义类别之一的过程。作为计算机视觉领域中的一个核心问题, 图像分类在众多场景中发挥着重要作用。从自动驾驶车辆的障碍物识别, 到安全监控系统中的人脸识别, 再到医疗影像分析中的病变检测, 图像分类技术为生活带来了极大的便利。

在图像分类任务中, 模型的训练是至关重要的。首先, 需要构建一个庞大的数据集, 其中包含各种类别的图像样本。这些图像样本应该覆盖各种可能的情况, 以便模型能够充分学习到各种特征。接下来, 使用这些图像样本对模型进行训练, 使其能够识别图像中的主要内容。训练过程中, 模型会学习如何提取图像中的关键特征, 如形状、颜色、纹理等。这些特征对于识别图像内容至关重要。例如, 在识别动物时, 模型可能会关注动物的轮廓、颜色以及身体特征等。通过不断学习和优化, 模型会逐渐提高对图像内容的识别准确率。一旦模型训练完成, 就可以将其应用于实际场景中。当输入一张新的图像时, 模型会自动将其划分为预定义的类别之一。这种自动化识别过程大大提高了工作效率和准确性, 为各种应用场景提供了有力支持。

4.2 目标检测

目标检测是在图像中识别并定位特定对象的过程。与图像分类不同, 目标检测不仅要识别图像中的对象, 还要精确地标出它们在图像中的位置。这通常通过绘制边界框来实现, 边界框紧密地围绕检测到的对象。目标检测在自动驾驶、安全监控、医疗影像分析等领域都有重要应用。

例如, 智能安全监控系统开发目标检测功能, 系统的主要目标是自动识别出监控视频中的可疑行为, 并及时发出警报。目标检测的任务是识别并定位视频中的行人、车辆以及其他可能的移动物体。为了实现这一目标, 可以使用深度学习算法, 特别是卷积神经网络 (CNN) 来进行训练。首先, 需要准备一个大规模的训练数据集, 其中包含了标注好的行人、车辆等对象的图像。这些图像中的每个对象都被一个边界框紧密地包围, 标注了其位置和类别。通过使用这些标注数据, 可以训练出一个能够识别并定位这些对象的模型^[3]。

4.3 语义分割

语义分割, 这一技术名称背后蕴含着对图像深度理解的追求。不同于简单的图像分类, 语义分割要求算法对图像中的每一个像素进行细致的分类, 从而精准地识别出图像中各种对象的存在及其边界。这种能力意味着, 通过语义分割, 我们不仅可以知道图像中有什么, 还可以清楚地了解每一个对象在图像中的位置和形状。语义分割的应用广泛, 其中最为引人注目的领域包括自动驾驶、医疗影像分析和卫星图像解释。在自动驾驶中, 车辆需要通过摄像头捕捉到的图像来识别道路、车辆、行人等, 从而做出正确的驾驶决策。

4.4 图像生成

图像生成, 这一技术为我们打开了一个全新的视觉世界。通过深度学习算法, 我们可以从随机噪声或其他输入数据中生成出全新的图像。这种技术背后的核心原理是生成对抗网络 (GANs)。在 GANs 中, 生成器和判别器两个网络相互竞争、相互合作, 从而生成出具有高度逼真性和多样性的图像。图像生成的应用同样广泛, 涉及艺术创作、虚拟现实、游戏设计等多个领域。在艺术创作中, 图像生成技术可

以为艺术家提供无尽的灵感来源，帮助他们创作出全新的艺术作品。在虚拟现实和游戏设计中，图像生成技术可以为我们构建出逼真的虚拟世界，让我们沉浸其中，享受全新的视觉体验。同时，图像生成技术还可以用于数据增强、图像修复等领域，为各种实际应用提供有力支持^[4]。

4.5 其他应用领域

除了上述几个应用领域外，深度学习图像识别算法还在许多其他领域发挥了重要作用。例如：

- ①人脸识别：用于身份验证、支付安全等领域。
- ②商品识别和检测：在零售和供应链管理中，通过识别商品图像来实现自动化管理。
- ③作物病害检测：在农业领域，通过分析农田图像来识别作物病害，帮助农民及时采取防治措施。
- ④游戏互动：在娱乐领域，通过识别玩家的动作和表情来增强游戏互动体验。

随着深度学习技术的不断发展和创新，其在图像识别领域的应用也将越来越广泛和深入。

5 深度学习图像识别算法的挑战与展望

5.1 数据集与标注问题

深度学习图像识别算法的核心在于数据集的构建和标注。随着图像识别任务的复杂度和多样性的增加，数据集的质量和规模变得尤为重要。对于图像分类任务，数据集的标注需要确保每张图片都被准确地打上其所属的“类别”标签。而对于目标检测任务，数据集的标注则需要每张图片中准确地标注出物体的位置和类别信息。然而，数据集的标注过程通常耗时且需要专业知识，因此如何有效地进行数据集标注是深度学习图像识别算法面临的一大挑战。

5.2 模型复杂度与计算资源

随着深度学习模型规模的不断增加，模型复杂度和计算资源成为限制算法性能的关键因素。深度学习模型通常由大量参数组成，这些参数需要在训练过程中进行大量的计算。因此，如何在有限的计算资源下提高模型的训练效率和性能成为深度学习图像识别算法的重要研究方向。此外，随着模型复杂度的增加，模型的推理时间也会相应增加，这对于实时图像识别任务来说是一个巨大的挑战。

5.3 泛化能力与鲁棒性

深度学习模型的泛化能力和鲁棒性是衡量模型性能的重要指标。泛化能力指的是模型在未见过的数据上的表现能力，而鲁棒性则指的是模型对于输入数据中的不确定性和

异常情况的抵抗能力。在图像识别任务中，由于图像数据的多样性和复杂性，如何提高模型的泛化能力和鲁棒性是一个重要的挑战。为了提高模型的泛化能力，可以通过增加训练数据的多样性、采用数据增强技术等手段来实现。而为了提高模型的鲁棒性，可以通过引入噪声、对抗性样本等方式来增强模型的鲁棒性。

5.4 隐私保护与安全性

随着深度学习在图像识别领域的应用越来越广泛，数据安全和隐私问题也变得越来越大。在图像识别任务中，通常需要处理大量的图像数据，这些数据可能包含个人隐私信息。因此，如何在保证模型性能的同时保护用户隐私和数据安全成为深度学习图像识别算法的一个重要挑战。一种可能的解决方案是采用差分隐私技术来保护用户数据，同时采用加密技术来保护数据传输和存储的安全性。

5.5 未来发展方向与趋势

模型优化：随着深度学习在图像识别中的应用越来越广泛，人们对于模型的优化问题也越来越关注。未来的研究重点将放在如何提高模型的准确率和计算效率上，例如通过改进网络结构、优化训练算法等手段来实现。

领域扩展：目前深度学习主要应用在静态图像的识别上，未来也有望扩展到视频、音频等多媒体领域。同时，还有望扩展到医疗、金融、农业等更多领域，实现更广泛的应用。

6 结语

总而言之，深度学习在图像识别领域的应用已经取得了重要成果，并在推动人工智能的发展中发挥了重要作用，尽管深度学习在图像识别方面取得了显著的成功，但仍存在一些挑战和不足。例如，理论模型需要进一步完善，训练数据需要优化，模型参数需要调整等。此外，深度学习模型的可解释性也是一个重要的问题，需要更多地研究和探索。

参考文献

- [1] 张守震,姜飞.基于深度学习的对抗网络图像识别方法研究[J/OL].南宁师范大学学报(自然科学版),1-4[2024-05-06].
- [2] 练睿.基于深度学习的电力设备图像识别方法探析[J].中国设备工程,2024(7):248-250.
- [3] 任书杰,胡勇,何文祥,等.基于深度学习的砂岩组分显微图像识别[J].科学技术与工程,2024,24(9):3727-3736.
- [4] 郑富豪.深度学习在医学档案图像识别与分析中的应用研究[J].信息系统工程,2024(3):142-145.

Multi-aircraft Flight Conflict Resolution Based on Dynamic Particle Swarm Optimisation

Yonglin Tu¹ Bingxin Guo³ Haoli Xu^{1,2,4*} Xing Yang^{1,2} Haoqi Gao^{1,2}

1. State Key Laboratory of Pulsed Power Laser Technology, School of Electronic Resistance, National University of Defense Technology, Hefei, Anhui, 230037, China
2. Jianghuai Frontier Technology Collaborative Innovation Center, Hefei, Anhui, 230000, China
3. School of Systems Engineering, National University of Defense Technology, Changsha, Hunan, 410073, China
4. Electronic Restriction Technology in Anhui Provincial Laboratory, Hefei, Anhui, 230037, China

Abstract

With the increase in the demand for air transportation, various types of aircraft usually need to be deployed at the same time and space, which leads to a prominent contradiction between the growing demand for airspace and the shortage of airspace resources. In this paper, based on the dynamic particle swarm optimization algorithm, a model for the adjustment and optimization of airspace demand of various aircraft is established, and the experiment simulates and optimizes hundreds of conflicting airspace requirements through fewer iterations, even if the fitness adjustment is controlled between two decimal places, and verifies the feasibility and advantages of the model compared with the traditional particle swarm optimization algorithm. The model can realize global optimization between small fitness differences, and the optimization of the scheme can be achieved through a few iterations. It provides a reference scheme for solving the flight requirement optimization problem with multiple local optimal solutions and complex nonlinearity.

Keywords

airspace conflicts; airspace demand mediation; dynamic particle swarm optimization algorithm; aircraft multi-objective optimization

基于动态粒子群优化的多机飞行冲突解脱

屠俑霖¹ 郭秉鑫³ 许颢砾^{1,2,4*} 杨星^{1,2} 高皓琪^{1,2}

1. 国防科技大学电子对抗学院脉冲功率激光技术国家重点实验室, 中国·安徽 合肥 230037
2. 江淮前沿技术协同创新中心, 中国·安徽 合肥 230000
3. 国防科技大学系统工程学院, 中国·湖南 长沙 410073
4. 电子制约技术安徽省实验室, 中国·安徽 合肥 230037

摘 要

随着航空空运需求的增加, 各型各类航空器通常需要在同一时空部署运用, 由此导致空域需求不断增长与空域资源不足之间矛盾突出。论文依托动态粒子群优化算法, 建立了一种用于各种航空器空域需求调整优化的模型, 实验通过较少的迭代, 即使适应度调整控制在两位小数之间, 模拟优化了上百个存在冲突的空域需求, 同时对比传统的粒子群算法, 验证了该模型的可行性和优势。该模型可实现在微小适应度差值间全局寻优, 通过少数迭代即可实现方案的优化。对于具有多个局部最优解和复杂非线性的飞行需求优化问题的解决提供了参考方案。

关键词

空域冲突; 空域需求调解; 动态粒子群算法; 航空器多目标优化

【基金项目】江淮前沿技术协同创新中心追梦基金课题“多谱段三维智能XXX机理研究”(项目编号: 2023-ZM01D006)联合资助; 国家自然科学基金青年科学基金项目“基于OMCI阵列高精度监测的基岩海岛淡水体形成与时空演化机理研究”(项目编号: 62305389)。

【作者简介】屠俑霖(2002-), 男, 中国云南曲靖人, 在读本科生, 从事通信工程研究。

【通讯作者】许颢砾(1993-), 男, 中国江西赣州人, 博士, 讲师, 从事军事智能研究。

1 引言

随着飞行技术的不断发展, 各型各类航空器进行航空空运或执行其他任务时的空域需求矛盾日益突出, 及时高效地对大规模用空需求进行冲突检测和方案优化, 是避免航空器发生事故、保证航空器飞行效率和实现空域复用亟待解决的问题。现有的冲突解脱模型, 实时性差, 对突发情况处理能力弱; 模型训练时间长, 收敛速度慢, 迭代次数冗长^[1]; 且研究方向主要集中于静态环境中, 不适用于动态目标的冲突解脱优化, 实用性不高, 解决非线性优化问题能力薄弱, 对复杂环境和变化环境优化问题难以适应^[2,3]。为了弥补以

上缺陷, 论文建立了基于动态粒子群优化算法 (Dynamic Particle Swarm Optimization, DPSO) 的飞行冲突解脱模型, 该模型基于群体智能和演化优化的原理, 通过模拟鸟群或鱼群等生物群体的行为, 来实现冲突解脱和方案优化。

DPSO 算法的全局搜索能力强, 收敛速度快, 在复杂环境中的稳定性和可靠性明显, 解决多维问题时具有明显优势^[4,5]。在此基础上, 论文拟借助 DPSO 算法, 考虑航空器在飞行过程中的环境条件和部分突发因素, 结合实际空域空航中航空器必要的空域需求, 在允许调整的空域范围内, 遵循空域调整的基本准则, 考虑飞行成本、飞行效率等, 构建了空域需求冲突的解脱模型。算法中学习因子、惯性权重等算法参数随环境的变化而变化, 随每个粒子的优化程度和全局粒子的寻优程度而变化, 使得迭代次数大幅减少^[6], 既有效提高了模型的效率, 又通过动态的权重机制对搜索过程中的噪声表现出一定程度的抑制和适应, 表明该模型在复杂环境中运行的可靠性和稳定性。

图 1 表明了论文的解决思路。

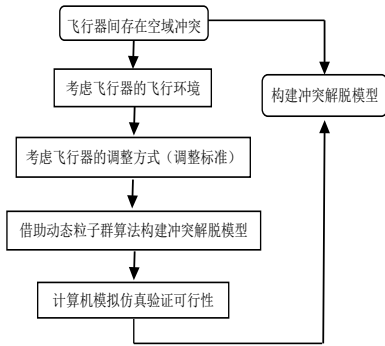


图 1 冲突解脱方案

2 动态粒子群算法

2.1 粒子群算法描述

在 D 维的搜索空间中, 有 n 个粒子, 每个粒子代表一个解。第 i 个粒子的位置为: $X_{id} = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$ 在空域解脱时, 粒子的位置需要包括四个维度, 分别是可调整的高度、时间和水平位置, 以及不可调整的优先级。

第 i 个粒子的速度 (粒子移动的距离和方向) 为: $V_{id} = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$, 第 i 个粒子搜索到的最优位置 (个体最优解) 为: $P_{id, pbest} = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD})$, 群体搜索到的最优位置 (群体最优解) 为: $P_{d, pbest} = (p_{1, pbest}, p_{2, pbest}, \dots, p_{D, pbest})$, 第 i 个粒子搜索到的最优位置的适应值 (优化目标函数的值) 为 f_p , 群体搜索到的最优位置的适应值为 f_g 。

在此, 建立速度迭代公式和位置更新公式:

$$v_{id}^{k+1} = \omega v_{id}^k + c_1 r_1 (p_{id, pbest}^k - x_{id}^k) + c_2 r_2 (p_{d, pbest}^k - x_{id}^k)$$

$$x_{id}^{k+1} = x_{id}^k + v_{id}^k$$

其中, N 为粒子群规模, $i(i = 1, 2, \dots, N)$ 表示粒子序号;

D 为粒子维度; $d(d = 1, 2, \dots, D)$ 为粒子维度序号; k 为迭代次数; ω 为惯性权重; c_1 和 c_2 分别为个体和群体学习因子; r_1 和 r_2 为区间 $[0, 1]$ 内的随机数, 用来增加搜索的随机性; v_{id}^k 为粒子在第 i 次迭代中第 d 维的速度向量; x_{id}^k 为粒子在第 i 次迭代中第 d 维的位置向量; $p_{id, pbest}^k$ 为粒子 i 在第 k 次迭代中第 d 维历史最优位置, 即在第 k 次迭代后, 第 i 个粒子个体搜索得到的最优解; $p_{d, pbest}^k$ 为群体在第 k 次迭代中第 d 维历史最优位置, 即在第 k 次迭代后, 整个粒子群体的最优解。

引入响应机制, 每次迭代时对于敏感粒子的适应度值 f_{pi} , 计算相邻 2 次迭代适应度值差值 Δf_{pi} , 对所有差值的绝对值求和 $F^{[7]}$ 。

$$\forall f_i = f(k+1) - f(k)$$

$$F = \sum_{i=1}^n |f_i|$$

当 F 值不为 0 时, 认为外部环境已发生变化, 设定响应阈值 $F_{\text{阈}}$, 当 F 值超过阈值 $F_{\text{阈}}$ 时触发响应, 响应机制为按一定比例重新初始化粒子和粒子速度。

2.2 动态粒子群算法中的改进

传统粒子群算法下, 每个粒子通过跟踪自身记忆的个体最优和种群记忆的全局最优以逐渐逼近更优位置。但在动态环境下, 记忆的个体最优位置和全局最优位置对应的适应度值是变化的, 粒子可能陷入对先前环境的寻优陷阱。因此, 传统粒子群算法难以在动态环境下有效逼近最优位置。为了跟踪整体动态的极值变化, 对粒子群算法进行以下动态处理^[8]。

2.2.1 生成异步学习因子

在该算法中, 参数学习因子 (Learning Factor) 包括个体学习因子 (Cognitive Factor) 和社会学习因子 (Social Factor), 它们分别控制了粒子在个体最优解和全局最优解之间的权衡。传统粒子群算法中的学习因子无法根据问题的特点和搜索状态进行自适应调整, 由此容易导致粒子在搜索过程过于保守或过于冒进。如果学习因子设置得过小, 粒子容易陷入局部最优解而难以跳出; 如果设置得过大, 粒子可能会过于冒进, 导致搜索范围过大而效率低下。学习因子的大小还直接影响到粒子的速度和跳跃能力。如果学习因子设置得不合理, 粒子可能会在搜索空间来回震荡, 导致算法收敛速度大幅降低。为了克服以上弊端, 论文的 DPSO 算法采取粒子在寻优过程中生成异步学习因子的策略:

$$c_1 = c_{1\max} - (c_{1\max} - c_{1\min}) * k / k_{\max}$$

$$c_2 = c_{2\max} - (c_{2\max} - c_{2\min}) * k / k_{\max}$$

其中, $c_{1\max}$ 、 $c_{2\max}$ 为学习因子 1 (个体学习因子) 和 2 (社会学习因子) 取值的最大值; $c_{1\min}$ 、 $c_{2\min}$ 为学习因子 1 和 2 取值的最小值; k 、 $k_{\max}$ 为当前和最大的迭代次数^[8]。

2.2.2 生成非线性衰落惯性权重

惯性权重 (Inertial weighting) 控制了粒子的更新速度, 可用来平衡粒子的历史最佳位置和全局最佳位置之间的权

衡关系,对于不同优化问题需要不同的权衡关系,一旦权重无法灵活地适应这种变化就容易导致算法在某些问题上效果不佳。传统算法中,固定的惯性权重严重限制了粒子的速度和搜索能力,也同样存在容易使粒子在搜索过程中过于保守或过于冒进的问题。如果权重设置得过小,粒子可能会过于保守,容易陷入局部最优解而难以跳出;如果权重设置得过大,会导致粒子的搜索范围过大而效率低下,直接制约算法的收敛速度。在 DPSO 算法中生成非线性衰落的惯性权重,是惯性权重伴随着迭代次数的变化进而发生相应的调整:

$$\omega(k) = \omega_{\max} - \frac{k \cdot (\omega_{\max} - \omega_{\min})}{k_{\max}}$$

其中,惯性因子 $\omega(k)$ 为迭代至第 k 次的; $\omega_{\max}$ 为惯性因子最大值; $\omega_{\min}$ 为惯性因子最小值。控制惯性因子发生线性递减:在初期阶段,使惯性因子较大,保证算法的搜索速度加快并向全局最优值逐步靠近,可以快速地摆脱局部极值的束缚;在后期阶段,惯性因子逐步靠近最小值,这样做可以使模型在全局最优解的基础上完成更加精确的搜索,以短小的步距长度寻遍包含全局最优值,这些数据会在所在区域产生所有值,最终找到优化完的数值^[9]。

2.2.3 生成自适应权重拓扑结构

粒子群算法中的拓扑结构决定了粒子之间的信息传递方式,通过共享个体最佳位置和全局最佳位置的信息,粒子可以相互引导和协作,加速搜索过程,提高算法的全局搜索能力,不同的拓扑结构可以影响粒子之间的相互影响程度^[10]。DPSO 算法引入自适应权重拓扑结构 (Adaptive Weight Topology):在自适应权重拓扑结构中,每个粒子与其他粒子之间的连接强度根据其适应度值进行调整。生成自适应权重拓扑结构的方法如下:

①计算每个粒子的适应度值。

②根据粒子的适应度值,计算每个粒子与其他粒子之间的连接权重。一种常见的方法是使用适应度值的倒数作为连接权重,即适应度值越大,连接权重越小,反之亦然。

③粒子之间的连接关系可以通过邻接矩阵来表示,其中矩阵元素表示两个粒子之间的连接权重。

以上, DPSO 将多种策略融合到算法中,如动态参数调整、自适应权重拓扑结构、多目标优化等,这些策略的融合使得 DPSO 能够在不同的问题领域和优化目标下具有更强的适应性和鲁棒性^[11,12]。

2.3 算法流程

DPSO 算法的流程如下:①初始化粒子群 n , 每个粒子代表一个可能的解,即一组修改后的时空轨迹,包含高度、水平和时间,以及优先级;②根据给定的冲突检测规则和冲突评估指标,初始化参数,初始化粒子速度 V 。计算每个粒子的适应度值,衡量其解决冲突的能力;③根据当前的位置和速度,以及个体历史最优和群体历史最优位置,通过位置和速度更新公式更新粒子的位置和速度;④根据更新后的粒

子位置,对存在冲突的时空轨迹进行修正,同时动态地调整粒子的权重;⑤根据修正后的时空轨迹,重新计算每个粒子和群体的适应度值 f_p 和 f_g , 并调整拓扑结构;⑥对于每个粒子,更新其个体历史最优位置和群体历史最优位置;⑦判断是否满足终止条件,如达到最大迭代次数或适应度值收敛等;⑧若满足条件终止,则算法结束,否则回到③。

3 模型介绍

3.1 冲突解脱描述

在同一时间段内,如果有两个及以上飞行用户在使用空域时存在区域交叠或距离过近的情况,有可能引发危险接近、空中相撞,甚至是误击误伤等事故。论文中的空域需求采用三类参数表征:申请高度范围 $H = [h_1, h_2]$ 、申请位置集合 $S = \{(x_i, y_i)\} (i = 1, 2, \dots, n)$ 、申请时间范围 $T = [t_1, t_2]$ 和空域需求调整的优先级。对于存在冲突的两个空域需求需要在控制范围内调整前三个参数(高度、水平和时间)中的一个或多个以消解冲突,优化整体空域需求方案,此时需要考虑以下基本原则:

①对于无法消解的空域需求冲突申请应尽可能少的驳回;

②空域需求存在优先级,优化调整时应按照空域需求优先级从低到高调整,高优先级空域尽量保持;

③尽量减少被调整的空域需求;

④尽量减少空域调整的幅度,不能超过水平、高度和时间调整要求的最大值(分别为 $s_{a\max}$ 、 $h_{a\max}$ 、 $t_{a\max}$);

⑤空域消解优先调整高度和水平距离,尽可能避免调整空域的时间范围。

不存在冲突的空域需求间需要满足高度、水平和时间均不重叠或不小于最小安全间隔。空域冲突调整时,根据所需调整三类参数的类型可分为高度调整、水平调整和时间调整,如图 2 所示。在实际飞行航运中,可能会涉及到空域需求在不同飞行角度、飞行方向对于南北东西的调整等,为简化问题,提高可操作性,论文仅考虑平移调整的情况。图 2 中虚线框分别代表没有冲突的高度、水平和时间位置。

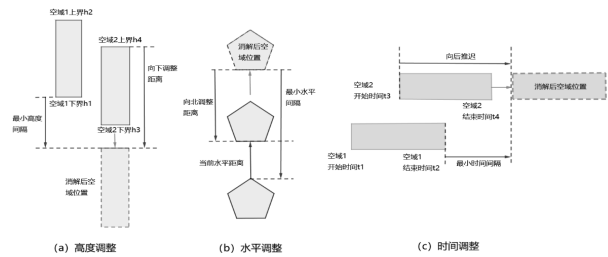


图 2 基于三类参数调整的空域冲突消解示意图

3.2 动态优化模型

一旦飞行器间存在着需求冲突,就需要对存在冲突的飞行计划进行优化调解。随着各类飞行或运输任务对空间容量需求的不断提升,结合具体的飞行计划和航空器的实时运

行轨迹来进行空域需求的动态规划有可能提升空域使用的灵活性。考虑航空器的时空运行,即将空域冲突判断的标准从空域间的间隔判断转化为航空器间的动态时空轨迹间隔的判断,只需要航空器在任意时刻保持安全间隔即可。通过对航空器的飞行计划和时空运行轨迹的叠加考虑,可以使航空器获得原本无法满足的空域需求和飞行计划,大大提高空域资源的使用效率,使空域使用效率翻倍,有效降低飞行成本。

如图3所示,这两架航空器虽然整体的空域需求存在一定的重叠,如果采用空域规划中所有空域完全隔离来判断飞行冲突的方法,可认为这两个航空器的飞行需求间存在冲突。但进一步结合两者的实时轨迹来考虑,可以发现:虽然两者完整轨迹空间存在重叠,但其实时飞行的空间位置始终保持在安全距离范围内,不满足飞行高度、水平和时间重叠或是小于最小安全间隔的条件,即航空器的飞行间不存在干扰,不会造成飞行事故,此时就不能简单认为其存在冲突,进一步地就无需对其需求进行调整。

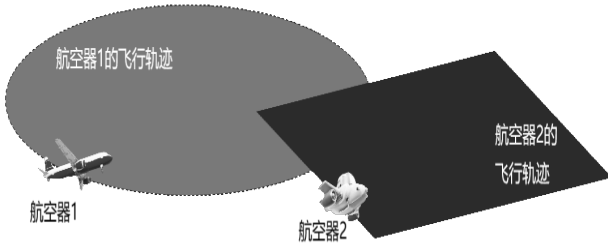


图3 航空器间的实时轨迹图

一方面,在以上考虑实时的飞行状态下,对于空域需求冲突的检测提出了更高要求,需要结合航空器在执行任务过程中的飞行速度、飞行目标位置和实时的运行轨迹有完整的掌握,此外还应该着重提高其在概率出现位置飞行是否发生冲突的检测能力,以适应解决飞行过程中对突发状况。另一方面,对于已检测出的空域冲突,在进行优化调整时也要掌握更加丰富的飞行需求数据,对飞行轨迹进行更加准确和完整的描述,以此提出更为合理科学的调解方案,实现飞行器间的实时空域需求优化,提高空域资源的利用率,达到空间复用的目标。

基于DPSO算法,设计目标函数来评估防止事故的需求:

$$G = \alpha \times t + \beta \times r$$

其中, α 和 β 为权重系数,用于平衡飞行时间和事故风险的重要性; t 为飞行的时间需求; r 为事故风险。

考虑到飞行时间的调整会对飞行成本造成较大影响,并结合冲突消解原则,将飞行时间作为目标函数的一部分,使得目标函数在飞行时间方面的调整越小越好。优化目标是 minimized 飞行器之间的事故风险,以确保安全,事故风险可以通过考虑以下因素进行计算:

①飞行器间的最小安全距离:飞行器之间应该保持足够的安全距离,以避免发生事故,使得目标函数在最小安全

距离方面越大越好。

②飞行器间的相对速度:飞行器之间的相对速度也会影响事故风险。如果相对速度较大,发生事故风险将增加,因此使目标函数在相对速度方面越小越好。

由此,定义事故风险:

$$r = \gamma \times l_{min} + \delta \times \Delta v$$

其中, γ 和 δ 为权重系数,用于平衡最小安全距离和相对速度的重要性; l_{min} 为由飞行器间的空间坐标得到的最小安全距离; Δv 为飞行器间的相对速度。

根据不同的飞行任务,结合考虑不同情况下的一些实际约束条件,如避免与其他飞行器相撞、遵守空域规则、避免地形障碍物、飞行成本的控制、飞行任务的紧急情况等,还可以设计不同复杂程度的目标函数。

4 实验及结果分析

4.1 问题定义

为了验证论文DPSO算法在飞行冲突解脱任务中的有效性和优势,进行仿真实验,仿真环境为AMD Ryzen 74800H with Radeon Graphics,主频2.90GHz,16GB内存,基于Matlab2023b。在此之前需要明确飞行的空域需求(论文主要是飞行高度、水平和时间的需求,以及空域需求调整的优先级)和可能存在的空域冲突。

4.2 模型设置

设航空器需求的水平范围为 1000×1000 (km),高度范围为 $[0.3, 9](km)$,时间范围为 $[0, 600](min)$ 。

论文的仿真中,投入了300个航空器的空域需求(即300个粒子),设定粒子的维度为4(高度、水平、时间以及优先级)。首先,设定算法中的一些基本参数:一般来说,较大的学习因子可以增加搜索的广度,但可能会降低搜索的精度,一般设定在0.5~2.0;较大的惯性权重可以增加搜索的速度,但可能会导致过早陷入局部最优解,较小的惯性权重可以增加搜索精度,但会减慢搜索速度,常用的取值为0.4~0.9(见表1)。

表1 算法参数设定

系统参数	种群数 n	最大迭代次数 T	最大速度 V_{max}	最小速度 V_{min}	个体学习因子 C_1	社会学习因子 C_2	惯性因子 $\omega_{max}, \omega_{min}$
参数取值	300	50	5	-5	[0.5, 2]	[0.5, 2]	0.9、0.4

4.3 仿真实验及结果分析

根据算法流程,初始化了种群个体的限定位置和速度,初始化了个体最优位置和最优值,初始化了全局最优位置和最优值,建立速度更新公式,建立位置更新公式,进一步地动态计算惯性权重值。通过计算适应度函数来评估每个粒子的解,并记录每次迭代的最优解。在模拟实验当中还应该注意动态计算惯性权重值和边界条件的处理,这也是DPSO

算法的独特之处。

图 4 分别为传统粒子群算法和动态粒子群算法适应度值进化曲线和动态粒子群算法的惯性权重、学习因子进化曲线。在该模型中,空域冲突解脱需要保证调整的空域需求尽量少,调整的空域需求范围尽量少偏离原需求,因此其目标函数需要控制调整的成本尽量小,导致在该问题中适应度值为负。由适应度进化曲线可知,在不到 25 次迭代中适应度值即可完成较大范围的变化,并保持稳定,说明该算法已经收敛到了一个全局最优解位置^[6, 13]。对比传统粒子群算法,DPSO 算法可以在较少的迭代次数中完成最适应度值的寻找,保证最优方案的质量。该曲线在一定程度上还反映出动态粒子群算法可以在很微小的适应度值之间来调整粒子的位置和速度,以达到更理想的优化效果,并且可以在极少的迭代次数下就可以完成寻优,大大提高了数据的处理效率,为完成大规模的数据分析调整提供了解决途径。

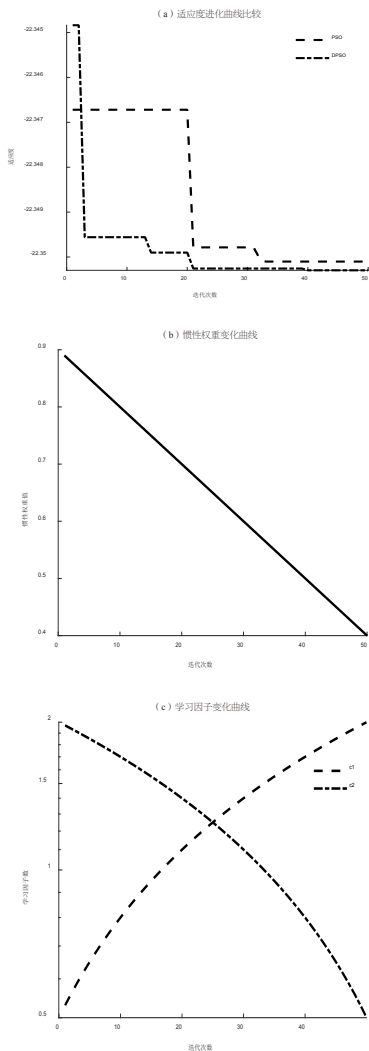


图 4 传统粒子群算法和动态粒子群算法适应度值进化曲线和动态粒子群算法的惯性权重、学习因子进化曲线

迭代过程中,惯性权重明显呈线性减小,从最初较大的值使粒子的搜寻具有较大速度和范围,逐渐减小后使粒子

的搜索更加精准。在此过程中动态粒子群算法表现出一定的鲁棒性,能够在多个局部最优解附近进行搜索,加快了收敛速度,提高了对动态环境的适应性,使模型算法更具实用性。同时动态的个体、社会学习因子,提高了算法的效率和适应性:最开始时保证单个粒子能够有效提升学习能力,增强其全局的搜索能力;在优化处理的最后阶段,逐渐降低自身的学习能力同时提升社会学习能力,达到全局最优化收敛的目的。

图 5 展示了 300 个粒子通过传统粒子群算法和动态粒子群算法找寻最优解后获得的各个粒子最优值分布情况,可以发现:动态粒子群算法中绝大多数粒子的最优值均在 -0.23 至 -0.20 之间,波动范围较小且趋于稳定,接近目标函数最优值的位置 -0.20,说明该算法具有较好的收敛性;同时在迭代过程中可以完整记录下不同粒子最优值的大小,进而评估每个粒子在算法中的贡献度,在以后的迭代中再通过控制权重的方法放大具有较好探索能力的粒子,进一步扩大算法的计算能力^[14]。反观传统粒子群算法获得的各个粒子最优值差别较大,波动范围较大且波动明显。以上表明该算法能够保持较好的多样性,可以在搜索过程中探索到不同的解空间,并提供多个可行的解,在保证优化结果质量的情况下对解决复杂环境中的优化问题提供了解决途径。

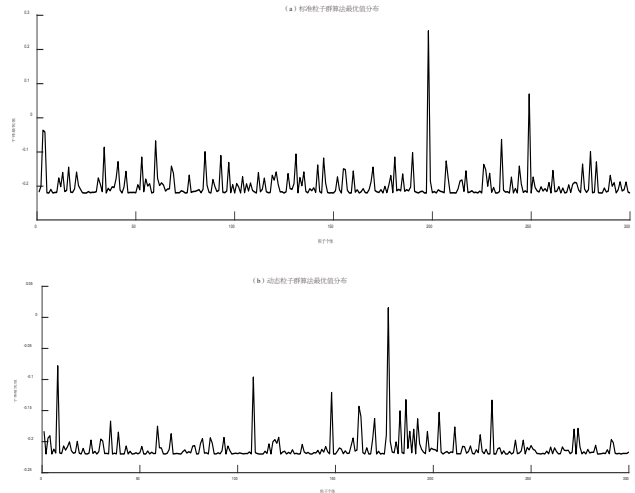


图 5 传统粒子群和动态粒子群粒子最优值分布情况

5 结论与展望

论文针对航空器飞行过程中可能存在的空域冲突进行了阐述,根据冲突解脱的条件和环境,在 DPSO 算法基础上构建了一种飞行器空域需求冲突调解和方案优化模型,成功得到了调解后的最佳空域需求方案。从仿真结果来看,该模型简单易实现,环境适应度更高,收敛性极佳,对于噪声的抗干扰性能较好。需要注意的是,建立在动态粒子群优化算法上的冲突解脱模型参数设置对优化结果有重要影响,需要基于结果进行合理的调整和优化,以保证模型的有效性^[15-18]。下一步需要将模型继续投入到实际的使用场景加以修改优

化,通过适当调整目标函数和约束条件,并进一步推广到更多的矛盾寻优场景中,如航空交通管制、卫星轨道规划等问题。

参考文献

- [1] 尹成义,谭安胜.基于航空器航迹预推的飞行冲突探测模型[J].电光与控制,2015,22(12):20-23.
- [2] 李平.航路飞行冲突探测与解脱策略研究[D].北京:中国民用航空飞行学院,2013.
- [3] 张雷,杨瑞娟,罗少华,等.一种航空器跟踪预测飞行冲突检测算法[J].空军预警学院学报,2017,31(6):432-435.
- [4] 李眩,吴晓兵,童百利.基于动态自适应变参的粒子群优化算法[J].四川轻化工大学学报(自然科学版),2021,34(5):41-47.
- [5] 孙睿彤,袁庆霓,衣君辉,等.改进粒子群算法和动态窗口法的动态路径规划[J].小型微型计算机系统,2023,44(8):1707-1712.
- [6] LIAO Pinchao, SUN Xinlu, ZHANG Dan. A multimodal study to measure the cognitive demands of hazard recognition in construction workplaces [J]. Saf Sci,2021,133:105010.
- [7] 于雪晶,麻肖妃,夏斌.动态粒子群优化算法[J].计算机工程,2010(4):193-194+197.
- [8] 胡乔治.多目标粒子群优化算法的研究及应用[D].北京:北京化工大学,2022.
- [9] 赵玉花,石永康.改进粒子群算法的多无人机航迹优化[J].电光与控制,2023,30(5):29-33+51.
- [10] 许胜才,蔡军,程昀,等.基于拓扑结构与粒子变异改进的粒子群优化算法[J].控制与决策,2019,34(2):419-428.
- [11] 仝秋娟,赵岂,李萌.基于自适应动态改变的粒子群优化算法[J].微电子学与计算机,2019,36(2):6-10+15.
- [12] 章恩泽,赵哲萱,韦静月,等.基于环形拓扑结构和动态邻域的多模态多目标粒子群优化算法[J].扬州大学学报(自然科学版),2023,26(4):19-24.
- [13] Hu Yi, Wang Jie, Liang Jing, et al. A self-organizing multimodal multi-objective pigeon-inspired optimization algorithm [J]. Sci China Inf Sci,2019,62(7):70206.
- [14] Ramachandram D, Lisicki M, Shields T J, et al. Bayesian optimization on graph-structured search spaces: optimizing deep multimodal fusion architectures [J]. Neurocomputing,2018,298:80-89.
- [15] 吴清平.一种改进的粒子群优化算法研究[J].大庆师范学院学报,2018,38(6):68-71.
- [16] Zhang Weizheng, Li Guoqing, ZHANG Weiwei, et al. A cluster based PSO with leader updating mechanism and ring-topology for multimodal multi-objective optimization [J]. Swarm Evol Comput,2019,50:100569.
- [17] Wang Hong-bin, Yin Peng-heng, Zheng Wei, et al. Mobile robot path planning based on improved A* algorithm and dynamic window method [J]. Robot,2020,42(3):346-353.
- [18] Li G, Chou W. Path planning for mobile robot using self-adaptive learning particle swarm optimization[J]. Science China Information Sciences,2018,61(5):1-18.

Application of Artificial Intelligence Technology in Industrial Internet Information Service

Fan Yang

Education & Examination Center of Ministry of Industry and Information Technology, Beijing, 100049, China

Abstract

With the increasing demand for the rapid development of industrial Internet, it is imperative to use artificial intelligence technology to improve the efficiency of industrial Internet information services. Rational use of artificial intelligence technology can improve the efficiency of industrial Internet information service, and realize the optimal management and intelligent decision-making of the production process. This paper analyzes the specific applications of artificial intelligence technology in industrial Internet information service production optimization, fault prediction and maintenance, quality control and detection, supply chain management, customer service and support, analyzes the application problems and challenges of artificial intelligence technology in industrial Internet information service, and puts forward targeted countermeasures and suggestions from various aspects. This paper provides reference for the development of artificial intelligence technology in industrial Internet information services.

Keywords

AI; industrial internet; information service; application challenge

人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用

杨帆

工业和信息化部教育与考试中心, 中国 · 北京 100049

摘 要

工业互联网的快速发展需求不断增加, 利用人工智能技术提高工业互联网信息服务效率势在必行。合理利用人工智能技术可以提高工业互联网信息服务效率, 实现对生产过程的优化管理和智能决策。论文分析了人工智能技术在工业互联网信息服务生产优化、故障预测与维护、质量控制与检测、供应链管理, 客户服务与支持等方面的具体应用, 剖析了人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用问题与挑战, 并从多方面提出了具有针对性的对策与建议, 为人工智能技术在工业互联网信息服务中的发展提供参考。

关键词

人工智能; 工业互联网; 信息服务; 应用挑战

1 引言

工业互联网是新一代信息技术的重要应用, 对推动产业升级与转型具有重要意义。随着产业互联网的快速发展, 人工智能已成为工业互联网发展的重要支撑力量。近年来, 伴随我国工业互联网的不断发展, 同时出现了许多新的问题和挑战。

2 人工智能技术在工业互联网信息服务中的具体应用

2.1 人工智能技术在生产优化中的应用

通过对海量生产数据的收集与分析, 人工智能能够辅助企业优化生产流程, 提升生产效率, 为企业提供更为智能

的生产服务^[1]。首先, 人工智能技术能够通过实时监控、分析生产数据, 辅助企业对生产工艺进行智能化管理。通过对大数据的深度挖掘与分析, 人工智能能够实时检测出制造过程中存在的问题与异常, 进而做出有针对性的调整与优化, 提升企业的生产效率, 降低企业的生产成本。其次, 通过对产品的预知性分析, 使企业能够尽早地察觉到潜在的问题, 从而有效地防止产品的中断, 减少产品的损失。最后, 通过对历史数据的分析与对比, 可以为企业预测未来可能发生的各种状况, 并提出应对措施, 为企业规避风险, 提升生产效率。将人工智能技术引入到生产优化领域, 有助于企业对生产过程进行智能控制与预测优化, 提升工业互联网的信息服务智慧程度, 促进企业的生产效率。既增强企业的核心竞争力, 又提升企业的可持续发展能力。

2.2 人工智能技术在故障预测与维护中的应用

通过对海量传感数据及设备运行状况的实时监控与分

【作者简介】杨帆(1982-), 女, 中国北京人, 本科, 从事科技项目管理、人工智能研究。

析,可以有效地发现设备或系统中的隐患,从而实现预防性维修,防止设备失效^[2]。第一,人工智能技术在故障预测与维护中的应用,通过对设备传感数据的分析,可以实现对设备工作过程中出现的异常状况及发展趋势的判断,找出潜在的失效模式,实现对设备的工作状态的预测。第二,排错与预警。当检测到有潜在失效的征兆时, AI 系统就会对其进行排除,并提示维修人员进行维修。第三,对维修方案进行优化。利用人工智能技术,对装备维修方案进行优化,提升维修效率,降低维修费用。第四,人工智能能够依据不同装备的工作状况及维修要求,对维修方案及维修方案进行自动调整,从而达到对装备进行自适应优化。通过人工智能技术在故障预测与维护中的应用,可以为企业对设备故障进行早期检测与预知维修,提升设备的可靠性与运营效率,降低维修费用,提高生产效率。

2.3 人工智能技术在质量控制与检测中的应用

在工业互联网的信息服务领域,人工智能对产品的质量监控和检测起到了至关重要的作用^[3]。首先,利用人工智能技术,能够实时地监控和分析生产过程中的各种信息。通过对传感器和其他设备的检测,可以实现对生产过程的实时监控和分析,以便在生产中发现不正常的现象。通过人工智能技术,生产流水线能够 24 小时不间断地进行监测,对可能出现的质量问题进行预警,从而保证产品的合格率。其次,将人工智能技术运用到产品的质量检验中。常规的质量检查往往要靠人工进行,既费时又费力,还带有一定的人为因素。而人工智能则是利用图像识别和语音识别等方法来进行产品的自动化测试。比如,基于深度学习的模型学习方法,实现对工件表面缺陷的自动识别,从而提升检测精度与效率。最后,通过对生产过程中的数据进行分析,从数据中发掘出更多的有用信息。通过对大数据的分析,可以找出生产过程中存在的问题,从而达到最优和改善的目的。由此可见,通过人工智能的应用,企业能够适时地对生产决策进行调整,从而达到提高生产效率、改善产品质量的目的。

2.4 人工智能技术在供应链管理中的应用

人工智能技术在供应链管理中的应用日益广泛,可以提高供应链的效率、可靠性和可视化程度^[4]。人工智能在供应链中的应用主要体现在以下方面:第一,对需求进行预测,通过对历史数据与市场发展趋势的分析,实现对产品需求与发展趋势的精准预测,进而对库存与生产进行优化。第二,对供应商的选择,通过人工智能技术,使企业能够依据供应商的业绩、信誉、风险等信息,对供应商进行智能化的筛选,减少了采购的成本,降低了风险。第三,优化运输路径,人工智能能够综合考虑实时路况信息,对货运路径进行优化,选择最优的运输模式,减少送货时间,减少运输费用。第四,利用人工智能技术,可以使企业对仓库进行智能化管理,包括库存管理、货物追踪、仓储规划等,从而提升仓库的利用率。第五,利用人工智能技术,对自然灾害、政治因素、供

应商破产等供应链风险进行监控与预警,从而减少供应链的风险与损失。随着科技的进步,将会有更多的人工智能被运用到供应链管理中,给企业提供更多的商机与发展空间。

2.5 人工智能技术在客户服务与支持中的应用

在工业互联网信息服务中,利用人工智能技术,可以使企业对用户进行自动的服务与支撑,从而提升工作效率与服务品质^[5]。其一,通过人工智能的应用,为企业提供了智能化的顾客服务。比如,通过人工智能的应用,可以实现一台能够 24 小时不间断地为顾客提供智能化的客服服务,为顾客提供咨询和产品信息等。其二,能够为企业提供个性化的顾客服务。通过对顾客的历史资料及消费习惯的分析,可以实现个性化推荐、个性化服务等,从而提升顾客的满意度与忠诚度。比如,利用人工智能技术,可以使企业更好地理解顾客的需要,为顾客提供个性化的服务。总体而言,将人工智能技术运用于工业互联网的用户服务和支撑,有助于提高企业的顾客满意度,减少顾客服务的成本,提升工作效率,为客户提供更多的智能化和高效率的客户服务。随着人工智能技术的进一步发展与应用,将会涌现出越来越多、更具创新性的应用场景,为工业互联网信息服务提供了更广阔的发展空间。

3 人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用问题与挑战

3.1 数据隐私安全

工业网络中包含了生产工艺数据、设备运行状态、商业秘密等诸多敏感数据以及机密信息。如果数据泄漏或者被人利用,会给企业带来很大的经济损失。在人工智能应用中,数据的隐私安全问题主要表现为数据泄漏、篡改、盗用等。数据泄漏会一定程度地损害公司的核心竞争能力,可以操控制造流程,偷窃可以造成公司秘密信息泄露。

3.2 模型可解释性

随着人工智能技术的发展,模型日趋复杂化、黑箱,对用户提出了更高的要求。在工业互联网的信息服务,尤其是决策与预测方面,模型的可解释性对使用者了解决策过程、增强可信度以及优化模型参数具有重要意义。模型的解释性意味着使用者可以了解模型是怎样进行预测和决定的。例如,在工业互联网信息服务中,利用预测模型获得大量的传感器数据和历史数据来预测设备的故障,用户需要深入了解这个模型的运行原理,并学会利用模型数据预测设备可能发生的故障,如果用户不了解模型的决策逻辑,则会丧失对模型的可信度,进而影响其实际应用。

3.3 技术集成难度

人工智能在工业互联网中的应用,由于其技术融合的难度,使得其在信息服务领域的应用受到极大的挑战。首先,由于人工智能技术自身的复杂多变,各种人工智能算法与模型对数据格式及界面的要求也各不相同,这就导致了将多种

人工智能技术集成于同一系统中的问题；在系统中，需要对系统进行统一的数据处理与界面设计，这加大了技术整合的难度。其次，工业互联网所提供的数据量大、商业逻辑复杂，对人工智能算法的训练与调整需求巨大，制约了其在信息服务领域的应用。为了提高技术融合的复杂度，必须解决数据传输与计算资源的分布配置与管理问题。最后，将人工智能技术应用于工业互联网，也要兼顾实时、稳定等方面的需求，比如在工业现场监测预警等领域，对人工智能算法提出了更高的要求。所以，在进行技术融合时，必须同时兼顾其实时性与稳定性，这就为技术融合带来了更大的挑战。

4 人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用对策与建议

4.1 加强技术研究

近年来，人工智能在工业互联网上得到越来越多的应用。为促进产业互联网信息服务的进一步发展，必须加强相关技术的研究。首先，应该加强对人工智能领域的研究与应用，加强对相关领域人才的引进与培训。其次，加强与高等院校、科研院所等单位的联合，联合开展基于人工智能的工业互联网信息服务研究，推动产业互联网领域的技术创新与发展。最后，加强与业内龙头企业的交流，实现技术资源与经验的共享，促进人工智能在工业互联网信息服务领域的推广。通过对该技术的深入研究，能够持续提高工业互联网的信息服务水平与品质，促进产业的数字化转型与升级。

4.2 加强数据安全保护

数据安全关系到企业的核心竞争能力，也关系到用户的个人隐私，所以应该关注并强化相应的保护措施。首先，在网络环境下，要加大对数据加密的力度。采用加密技术，可以有效地避免在传送、储存时，数据被盗取或篡改。同时，建议采用多层次的加密机制，提高数据的安全性。其次，构建健全的存取控制机制。只有被授权的使用者才能存取某些资料，使用者可借由身份验证、权限管理等方法来验证，并设定各种层级的存取权限，以保证资料仅能由对应的使用者存取。最后，还应针对系统的安全脆弱性进行定期检查与风险评价的建议。对系统中存在的安全缺陷进行及时的检测与修复，能够有效地防止数据受到攻击与泄漏。同时，定期对

系统进行风险评价，以便及时发现并解决可能存在的安全问题。综上，为了保证企业及使用者的信息安全，必须建立健全的数据安全机制，促进人工智能技术在工业互联网中的高效应用。

4.3 加强人才培养

随着人工智能技术在工业互联网中的应用越来越广泛，加强对产业互联网的人才培养，是一个十分重要的举措。首先，应加强与之相关的教育培训，以增进相关人员对于人工智能科技的了解与掌握。高校可通过开设相应的课程或专业，为学生提供更多的人工智能应用能力。其次，企业要加强人才的培训，通过举办培训班、提供实习机会等途径，对员工进行人工智能技术的运用，提升企业在行业内的竞争实力。最后，国家也应制定相应的政策，扶持人工智能专业人才的培养与开发，促进人才向产业聚集。在此基础上，开展多学科协作，加大人才培养力度，使人工智能在工业互联网信息服务领域的应用有更大的突破。

5 结语

人工智能技术在工业互联网信息服务中的应用，不仅可以用于生产优化提高生产效率，还可以用于故障预测与维护减少设备故障率，也可以提高质量控制与检测效率，随着人工智能技术的不断发展和完善，其在工业互联网信息服务中的应用已经成为当前工业互联网发展的重要趋势，工业互联网发展需要充分认识人工智能技术的内涵及重要性，不断探索和完善相关技术，为工业互联网的进一步发展和创新打下坚实基础。

参考文献

- [1] 柴天佑.工业人工智能与工业互联网协同实现生产过程智能化及其未来展望[J].控制工程,2023,30(8):1378-1388.
- [2] 刘威,李江丰.人工智能技术在互联网信息服务安全评估中的应用研究[J].通信管理与技术,2023(1):46-47.
- [3] 王和龙,宋静鹏,李聪.人工智能技术在工业互联网信息服务安全评估中的应用[J].电声技术,2022,46(11):70-73.
- [4] 昆江.工业互联网信息安全技术[M].北京:电子工业出版社,2022.
- [5] 刘善武,于辉,李进.人工智能技术在互联网信息服务安全评估中的应用研究[J].信息与电脑(理论版),2021,33(21):160-162.

Design and Optimization of Alien Pest Intelligent Identification System Based on Artificial Intelligence Technology

Jianyong Li Min Liu Xiuhuan Zhu Fei Wang Zhiping Su*

Jinan Customs Technology Center, Jinan, Shandong, 250014, China

Abstract

Establishing an intelligent identification system and optimizing its performance is crucial for foreign pests that pose a serious threat to the ecosystem and economy. The intelligent identification system of alien pests is optimized and is based on artificial intelligence technology. The rationale for the identification system and the current technical challenges are outlined and existing solutions evaluated. The key steps such as data acquisition and preprocessing, feature extraction and selection, and the design and optimization of intelligent identification algorithm are introduced in detail, and these key steps are put forward as the system performance assessment indicators, the real-time and scalability of the assessment system.

Keywords

foreign pests; AI; intelligent identification system; feature extraction

基于人工智能技术的外来有害生物智能识别系统设计与优化

李建勇 刘敏 朱秀焕 王飞 栗智平*

济南海关技术中心, 中国 · 山东 济南 250014

摘 要

建立智能识别系统, 优化其性能, 对生态系统和经济构成严重威胁的外来有害生物至关重要。设计优化了外来有害生物智能识别系统, 基于人工智能技术。对识别系统和当前技术挑战的基本原理进行了概述, 对已有的解决方案进行了评估。对数据采集与预处理、特征提取与选择、智能识别算法的设计与优化等关键步骤进行了详细地介绍, 并对这些关键步骤进行了提出制度绩效考核指标, 考核制度的实时性和可扩展性。

关键词

外来有害生物; 人工智能; 智能识别系统; 特征提取

1 引言

外来有害生物对生态环境和经济发展构成了严重威胁, 其入侵往往导致生物多样性丧失、农作物减产、生态系统功能紊乱等问题。在面对这一挑战时, 传统的监测与识别方法往往存在效率低下、准确率不高的问题。而基于人工智能技术的智能识别系统则具有很大潜力, 能够提高外来有害生物

的识别准确性和效率。论文旨在设计并优化一种基于人工智能技术的外来有害生物智能识别系统, 以提高对外来有害生物的监测和管理水平。通过综合运用数据采集、特征提取、智能算法等关键技术, 本研究旨在为应对外来有害生物的挑战提供有效解决方案, 推动生态保护和可持续发展。

2 外来有害生物智能识别系统概述

2.1 识别系统基本原理

外来有害生物智能识别系统的基本原理是通过人工智能技术对采集到的外来有害生物数据进行分析 and 处理, 尤其是机器学习和深度学习算法, 实现智能识别不同种类的外来有害生物。该系统对数据进行采集和预处理, 包括以多种形式获取图像、声音和外来有害生物的生物特征等数据, 并对数据进行清洗、标记和规范处理, 确保数据的质量和一致性。一个常见的特征提取方法, 离散傅立叶变换 (Discrete Fourier Transform, DFT) 的数学表达式:

【基金项目】山东省重点研发计划(重大科技创新工程)(项目编号: 2021CXGC011306)。

【作者简介】李建勇(1970-), 男, 中国山东济南人, 博士, 研究员, 从事植物检疫及实验室质量管理研究。

【通讯作者】栗智平(1971-), 男, 中国山东济南人, 硕士, 正高级农艺师, 从事生物物种鉴定、植物检疫、转基因检测等研究。

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-i2\pi kn/N} \quad (1)$$

其中, $x(n)$ 为输入信号的离散样本; N 为信号的长度; $x(k)$ 为傅立叶变换后得到的频域表示。通过这样的公式, 可以将信号从时域转换到频域, 提取出不同频率成分的特征, 为后续的分类识别提供依据。该系统从海量数据中提取有效的特征表示, 采用传统的特征提取方法和基于深度学习的特征提取方法, 为后续的分类识别提供依据。为了建立准确的分类器或识别模型, 实现对外来有害生物的智能识别和分类, 系统采用机器学习算法或深度学习模型进行训练和优化。

2.2 技术挑战与现有解决方案评估

外来有害生物智能识别系统面临着诸多技术挑战, 外来有害生物的种类繁多, 形态各异, 加之受到环境因素的影响, 使得其特征表达复杂多样, 如何准确提取有效特征是一个关键问题。外来有害生物数据的获取和标注需要大量的人力和时间成本, 而且数据标注的准确性对系统性能有着直接影响。外来有害生物的智能识别系统需要具备良好的实时性和可扩展性, 能够适应不同环境和场景的应用需求。针对这些挑战, 现有的解决方案主要包括基于传统机器学习的方法和基于深度学习的方法。主要依靠手工设计的特征和经典的分类器来识别, 对复杂多变的外来有害生物识别任务效果有限, 尽管在一些简单的场景中表现不错。则可以更好地适应复杂环境下的识别任务, 并通过深度神经网络自动学习特征表示和分类模型取得一定效果。深度学习模型需要大量的标记数据和计算资源, 模型的可解释性较差, 这也使其在实际应用中的推广和应用受到一定的限制, 深度学习模型在应用过程中未来国外有害生物智能识别系统研究的一个重要方向是如何综合利用传统方法和深度学习方法, 克服数据标注费用高、模型可解释性差等问题, 提高系统的性能和实用性。

3 数据采集与预处理

3.1 数据来源与获取

包括但不限于传感器监测、图像采集、声音录制等生物特征的采集, 外来有害生物智能识别系统的数据来源是多样化的。通过布设传感器网络实时监测外来有害生物生态环境, 获取环境参数变化信息, 是传感器监测常用的数据来源方式。图像采集则是将外来有害生物的外观特征通过照相机等设备拍摄下来并记录下来。声音录音则是利用话筒等设备, 捕捉外来有害生物的声音特征, 特别是对鸣叫声特殊的鸟类、昆虫等生物, 效果更好^[1]。外来有害生物的位置信息和迁徙轨迹也可通过 GPS 追踪和生物标记等手段获取。

3.2 数据质量评估与处理

数据缺失、噪声干扰、数据偏差等数据采集过程中可能面临的各种质量问题, 评估和处理数据质量是数据预处理的重要环节。主要包括对数据完整性、一致性、准确性、及

时性等方面的评估, 可以通过统计分析、可视化分析等方式进行数据质量评估。针对数据质量问题, 可采用数据清洗、异常值处理、数据填充等方法处理, 使数据的质量得到提高, 可用性得到提高, 也可以扩充数据集, 增加数据的多样性与丰富性, 并利用数据强化技术与合成数据等方法提升模型的泛化能力。

3.3 数据标注与标准化

数据标注是指人工标注采集到的数据, 并添加相应的标签或标注信息, 以便进行后续的模型训练与评价。数据标注的好坏直接影响到车型的性能和概括能力, 所以标注的精确性和连贯性都是需要严格把控的。在进行数据标注时, 为了确保标注结果的可信度和可用性, 通常需要制定标注规范和标准, 明确标注对象和方式, 并对标注人员进行培训和质量把关。为了提高数据的可比性和通用性, 还需要在不同系统和平台之间进行数据交互和共享, 对数据进行包括统一规范的数据格式、数据单位、数据命名等方面的标准化处理。

4 特征提取与选择

4.1 传统特征提取方法

传统特征提取方法是指将能够描述外来有害生物特征的数值或向量表示, 通过对数据的预处理和特征工程, 基于领域知识和手工设计的方法提取出来^[1]。常见的传统特色有造型特色, 纹路特色, 色彩特色等。其中形态特征主要描述大小、形态等外来有害生物的外在形态特征; 肌理特征描述肌理分布及外来有害生物表面特征; 颜色特征是对外来有害生物表面颜色分布及其特征的描述。传统的特征提取方法通常需要选择合适的特征和特征表现方式, 结合专家在领域的经验和知识, 通过特征选择、降维等方法进一步加工, 使特征的区分度和分类性能得到提高。

4.2 基于深度学习的特征提取方法

基于深度学习的特征提取方法是指利用深度神经网络自动学习数据中的高级特征表示的方法, 深度学习模型通常包括多层神经网络, 能够从原始数据中学习不同抽象层次的特征表示, 具有很强的表征学习能力和泛化能力。常用的深度学习模型包括卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 等。一个常用于描述卷积神经网络 (CNN) 中的卷积操作的数学公式:

$$y_{ij} = \sigma \left(\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} x_{i+m, j+n} \cdot w_{m,n} + b \right) \quad (2)$$

其中, y_{ij} 为卷积后的输出特征图中的一个元素; $x_{i+m, j+n}$ 为输入特征图中的一个元素; $w_{m,n}$ 为卷积核中的权重; b 为偏置项; σ 为激活函数。通过这样的卷积操作, CNN 可以从原始数据中提取出不同层次的特征表示, 用于后续的分类识别任务。在外来有害生物智能识别系统中, 可以利用预训练的深度学习模型, 如 ImageNet 上训练的 CNN 模型, 通过微调或迁移学习的方式, 对外来有害生物数据进行特征提取。

4.3 特征选择与降维策略

在特征提取过程中，经常会面临需要进行特征选择和降维处理以提高模型的效率和泛化能力的维度灾难和特征冗余问题。特征选择是指为了保留最重要的特征信息，减少特征维度和模型复杂度，从原始特征集中选择一些具有代表性的特征子集。常用的特征选择方式有滤镜、封装、嵌入法等几种。滤镜主要是根据相关系数、相互信息等特征与目标的关联性来选择^[1]；包装法则是通过构建模型，如基于遗传算法的递归特征消除、特征选择等进行特征评估和选择；嵌入法则是在模型训练过程中嵌入特征选择，如拉索回归，决策树等。

5 智能识别算法设计与优化

5.1 机器学习算法选择与比较

外来有害生物智能识别系统中，选择恰当的机器学习算法是关键的一步，目前比较常用的有支持向量机随机森林和K近邻算法（K-Nearest Neighbors）^[2]。以上三种算法各自有其特点和适用场景。例如，支持向量机适用于高维数据和线性不可分问题，通过核函数将数据映射到高维空间进行分类；随机森林属于集成学习算法，将多个决策树组合在一起来提高分类性能和鲁棒性；K近邻算法是一种以实例为基础的学习法，通过计算样本之间的距离来进行分类。在选择算法的时候，要结合实际问题进行选择和比较，以达到最好的分类效果。

5.2 深度学习模型设计与优化

深度学习模型是近年来在外来有害生物智能识别领域取得显著成效的关键技术之一，深度学习模型通常包括多层神经网络，能够自动学习数据中的高级特征表示，具有很强的表征学习能力和泛化能力。在设计深度学习模型时，需要考虑网络的结构、层数、激活函数等因素，并通过反向传播算法和优化器对模型参数进行更新和优化^[3]。还可以利用正则化技术、批归一化等方法来提高模型的泛化能力和抗过拟合能力。

5.3 模型融合与集成策略

模型融合与集成是一种常用的提高模型性能和鲁棒性的策略，常用的模型融合方法包括投票法、堆叠法等。投票法是指通过组合多个基础模型的预测结果来进行最终的分类决策，可以降低模型的方差和提高模型的稳定性；堆叠法则是通过训练一个元模型来组合多个基础模型，从而进一步提高模型的性能和泛化能力。在外来有害生物智能识别系统中，可以利用模型融合和集成策略来综合利用不同模型的优势，进一步提高识别准确率和鲁棒性。

6 系统性能评估与指标

6.1 识别准确率评估方法

识别准确率是评估外来有害生物智能识别系统性能的重要指标之一，通常通过混淆矩阵、准确率、召回率、F1

值等指标来进行评估。混淆矩阵是一种二维表格，用于比较分类模型预测结果和实际标签的一致性，其中包括真正例（True Positive）、真负例（True Negative）、假正例（False Positive）和假负例（False Negative）四个方面。准确率指标是指分类器正确分类的样本数占总样本数的比例，是评估分类模型整体性能的常用指标；召回率指标是指分类器正确识别正样本的能力，即正样本中被正确分类的比例；F1值则是准确率和召回率的调和平均值，综合考虑了分类器的精确度和召回率，适用于不平衡类别分布的情况。

6.2 系统响应速度与效率评估

通常通过系统的响应时间、处理速度、资源消耗等指标来评价外来有害生物智能识别系统的实用性和可操作性，系统响应速度和效率是其中一项重要指标。系统的响应时间直接影响到系统的实时性和用户体验，是指系统从接收到输入数据到输出识别结果的时间间隔；处理速度是指反映计算效率和系统性能的系统在单位时间内对数据进行处理的能力；资源消耗是指CPU占用、内存占用等系统运行过程中消耗的计算资源和存储资源。

6.3 实时性与可扩展性评估

实时性与可扩展性是评估外来有害生物智能识别系统在不同场景下适用性和可操作性的重要指标，实时性指系统对输入数据能够及时、快速地进行处理和识别的能力，尤其适用于对外来有害生物进行实时监测和预警的场景。在评估实时性时，需考虑系统的响应时间、处理速度和数据处理能力。可扩展性指系统能够灵活地扩展和适应不同规模和复杂度的数据和任务的能力，适用于不同环境和需求的应用场景。在评估可扩展性时，需考虑系统的并发处理能力、数据处理能力和分布式计算能力等因素。综合考虑实时性和可扩展性，需要进行系统性能测试和性能分析，以验证系统在实际应用中的性能表现。

7 结语

文章设计优化了外来有害生物智能识别系统，基于人工智能技术，深入探讨分析了关键步骤。通过对数据采集与预处理、特征提取与选择、智能识别算法设计与优化等关键技术的综合运用，建立了有效的外来有害生物智能识别系统，目前，国外有害生物智能识别系统已具备该系统对外来有害生物的监测和管理提供了重要的技术支持，提高了识别的准确性，也具有很高的实时性和可扩展性。

参考文献

- [1] 杨博森. 计算机人工智能识别技术的应用瓶颈探析[J]. 数字通信世界, 2024(1): 110-112.
- [2] 周渊, 张天驰. AI无处不在, 促进产业改变生活[N]. 文汇报, 2023-07-08(006).
- [3] 张宁. 探究计算机信息技术在人工智能发展中的应用[J]. 信息记录材料, 2024(2): 165-167.

Exploration of the Intelligent Medical Service Mode of Triage Digital Person Combined with Artificial Intelligence Technology

Jianbing Xiang Fang Liu

Shenzhen Jiatae Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

The intelligent medical service mode has become a reality, and the artificial intelligence technology develops rapidly and is widely used. Centering on the intelligent medical service mode, this paper combines the triage digital population with artificial intelligence technology, and makes an in-depth analysis of its important role in improving medical service efficiency, optimizing resource allocation and improving medical experience. We demonstrate the importance and potential of this model through case analysis and data statistics, which can promote the overall operational efficiency and service quality of the medical system. The implementation of intelligent medical service mode can not only effectively shorten the waiting time of patients, optimize the allocation of medical resources, but also enhance the medical experience of patients, and then improve the overall level of medical services. The successful application of this mode will provide an important reference for the future development of the medical industry for promoting the development of intelligent and high-quality medical services.

Keywords

triage digital people; AI; intelligent medical service; resource optimization

分诊数字人结合人工智能技术的智能化医疗服务模式探索

向建兵 刘芳

深圳佳特安科技有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

智能医疗服务模式已经成为现实, 人工智能技术发展迅速, 应用广泛。论文围绕智能医疗服务模式, 将分诊数字化人群与人工智能技术相结合, 对其在提升医疗服务效率、优化资源配置、提升医疗体验等方面所发挥的重要作用进行了深入的分析。我们通过案例分析和数据统计, 论证了这种模式的重要性和潜力, 对医疗体系的整体运营效率和服务质量起到了促进作用。推行智能化的医疗服务模式, 不仅可以有效缩短患者的等待时间, 优化医疗资源的配置, 而且可以增强患者的就医体验, 进而提升医疗服务的整体水平。该模式的成功应用, 将为推动医疗服务智能化、精品化发展提供未来医疗行业发展的重要参考。

关键词

分诊数字人; 人工智能; 智能化医疗服务; 资源优化

1 引言

医疗行业发展的一个重要趋势之一就是医疗服务的智能化。作为基于人工智能技术的智能医疗服务工具, 分诊数字人能够为患者提供更加个性化、高效率的就医体验, 有效提升医疗服务效率, 优化资源配置。论文从分诊数字人与人工智能技术相结合的角度, 通过实例分析和数据统计的方式, 对智能医疗服务模式的发展现状、优势与挑战进行探讨, 并对其在医疗领域的应用前景与意义进行论证。

【作者简介】向建兵(1982-), 男, 中国湖南隆回人, 从事项目管理研究。

2 分诊数字人与人工智能技术

2.1 智能化分诊

智能化分诊是医疗服务领域的一项重要创新, 通过引入分诊数字人这一智能化系统, 实现了更高效、更准确的患者分诊过程。这一系统利用先进的算法和数据库, 能够快速、精准地分析患者提供的症状信息, 以此为基础进行分类和评估。相比传统的人工分诊方式, 智能化分诊不仅节省了大量人力资源, 更重要的是大大提高了分诊的速度和准确性。通过智能化分诊, 患者可以在最短的时间内得到合适的治疗建议和服务安排, 避免了长时间的等待和不必要的焦虑。这不仅提升了患者就医的便利性和舒适度, 也有效缩短了医疗流程, 降低了医院的人力成本, 提高了医疗服务的整体效

率。此外,智能化分诊还为医院的医疗流程注入了更高的科技感,展现了医疗服务领域的创新与前瞻。总之,智能化分诊作为医疗服务模式的重要组成部分,为患者提供了更加便捷、高效的医疗体验,同时也为医院的医疗流程注入了更多科技元素,推动了医疗服务行业向智能化、高效化方向迈进。

2.2 个性化建议

借助分诊数字人的智能化系统,医疗服务在满足患者个性化需求方面有了更大的提高。这套系统能够对每个病人的个人特征和病情状况进行分析,从而为其量体裁衣地给出相应的医疗建议和服务推荐,这种个性化的医疗方案既提高了医疗服务的针对性和实效性,又使病人在得到更加专业和综合的医疗服务上得到了更好的满足。因此,对于病人而言,这种智能化分诊系统的帮助,可谓一举多得。同时也为医疗行业提供了更加精准化的医疗模式。

实现了个性化建议,使医疗服务更贴近病人的实际状况,对治疗成功率有显著的提高作用。患者接受针对性的医疗建议和服务后,对健康状况有了更好地认识和把握,从而能够采取更有效的治疗方案,不仅使治疗周期变短,费用有所降低,而且使治疗的整体效果得到提高。同时,个性化建议对病人的满意度也有明显的改善作用。病人在获得量身定制的医疗意见和服务推荐后,对医院的信任度有所上升,从而对医疗服务的满意度也随之提高,为医院赢得了较好的口碑和信誉,在医患交流与协作中起到了重要的促进作用。概括起来说,以个性化为基础的智能医疗服务模式,其重要特点就是提高了医疗服务的有的放矢程度,也在很大程度上提高了病人的满意程度,从而有效地增加了治疗成功的几率。这对医院的医疗服务质量及其在社会上的声誉都会产生正面的影响。通过智能医疗模式的运用,在提高患者满意度的基础上,有效地提高了医疗服务的效率和质量。

2.3 24 小时在线服务

24 小时在线服务是智能化医疗服务模式中必不可少的一环,是分诊数字人的全天候全时段在线支持的结果,它给病人带来了极大的便利和支持,使病人在任何时候都能通过智能化系统进行医疗咨询和服务申请,而不再受限于医院的开放时间和地点,这对病人的就医体验有了很大的提高,使病人能更灵活地安排就医时间,避免因工作或其他事务而错过医疗服务的时机。24 小时在线服务还能使病人在紧急情况下立即获得医疗建议和支持,有效地降低了医疗延误的可能性,保障了病人的身体健康和生命安全。而且这种服务模式还有利于增强医疗服务的可用性和易用性,使医患之间建立更紧密的联系和信任关系,从而提高病人对医疗服务的信任度和满意程度,为良好的医患交流与协作打下基础。

3 智能化医疗服务模式的优势

3.1 提高医疗服务效率

以自动化分诊为基础的智能医疗服务模式,使医疗服

务的响应速度和效率都得到了显著的提高。利用先进算法和技术的分诊数字人能够快速准确地对病人的症状信息进行解析,使医院对病人的需求做出及时的响应,从而大幅缩短了病人的等待时间,使医院对病人进行必要的治疗建议和服务安排的能力也得到了增强,在总体上提高了医疗服务的效率和质量,为医院节省了大量的人力资源。并且这一模式在为病人带来更加便捷高效的医疗服务体验的同时,也为医疗行业的现代化转型注入了新动力,是传统医疗服务模式的一次革命性突破。

3.2 优化资源配置

分诊数字人是智能化医疗服务的核心,在优化资源配置方面发挥着举足轻重的作用,通过智能分析病人信息,分诊数字人可以对病人的病情和需求进行准确评估,从而对医疗资源进行合理的分配,使医院在有效利用资源方面得到提高,并因此减少资源的浪费和闲置,在提高医疗服务整体运行效率的同时,使医疗成本得到降低,为医院带来较好的经济效益和社会效益。这种优化资源配置,不仅使医疗服务在整体运行效率上得到提高,而且使医疗成本得到控制,从而使医院在经济效益和社会效益上都得到提高。随着智能化医疗服务模式的不断推广和发展,分诊数字人在优化资源配置方面所起到的作用将日益突出,为医疗行业的可持续发展贡献更多的力量,为病人提供更好更优质的医疗服务。

3.3 改善医疗体验

智能医疗服务模式为患者获取医疗建议和服务支持更加便捷,提供个性化、便捷化的医疗服务体验,使医疗体验的品质和满意度得到显著提升。患者通过智能系统快速获取个性化医疗建议和服务推荐,不再需要长时间等待或反复填写问卷。这种便捷的医疗服务模式,在提升患者就医体验的同时,也提升了医院的竞争力和品牌形象,为医疗产业的可持续发展奠定了良好的基础。

4 挑战

4.1 技术安全的智能医疗服务模式

智能化医疗服务模式中涉及很多重要的病人隐私和数据安全方面的问题,因此必须加强技术安全保障措施,作为核心的分诊数字人必须保证病人信息的安全和保密,在加密传输安全存储严格权限控制等技术上加以运用,从而防止病人信息被非法获取或篡改。此外,建立完善的信息安全管理体体系,对医院内部人员和外部攻击进行重点监控和防范,才能保证智能化医疗服务模式在数据安全可靠性方面的万无一失。在实施上述措施的同时,还需要加强对医院内部人员的培训和管理,确保其在工作中能够熟练掌握并运用这些技术手段。

4.2 医疗责任

智能化医疗服务模式中,分诊数字人提供的建议和服务有可能造成误诊或漏诊等问题,这就给医疗责任的界定带

来了一定的挑战。因此，明确责任分工和相应的法律法规规范是十分必要的，从而在医疗过程中使医护人员与智能化系统各负其责，明确各自在医疗过程中的职责与义务。而且对于医疗机构而言，要建立完善的风险管理和投诉处理机制，对及时发现和纠正医疗错误给予保障，在提高医疗服务质量与安全的同时，切实保障病人的合法权益。同时也能够促进医疗事业的发展。因此，对于智能化医疗服务模式中，在责任分工上要有所侧重，在医疗过程中，加强监管，切实做到有的放矢。

4.3 人机交互

分诊数字人作为一种人工智能工具，其人机交互界面设计和用户体验也面临挑战。为了提高用户接受度和使用效果，需要不断优化和改进分诊数字人的界面设计，使其更加直观友好、易于操作。此外，还可以引入语音识别、自然语言处理等先进技术，提高人机交互的智能化水平，使患者能够更加便捷地与智能化系统进行交互，提升医疗服务的用户体验和满意度。

5 案例分析与数据统计

为了验证智能化医疗服务模式的效果，我们对某医疗机构实施了分诊数字人与人工智能技术相结合的智能化医疗服务模式，并进行了数据统计和分析（见表1）。

表 1 智能化医疗服务模式下医疗资源利用效率提升情况

时间段	门诊量 (实施前)	门诊量 (实施后)	就诊效率 (实施前)	就诊效率 (实施后)
一月	1000	1200	75%	80%
二月	1100	1250	74%	82%
三月	1050	1230	76%	81%

统计资料显示，实施智能化医疗服务模式后，医院门诊量明显上升，这是由实施模式后患者获取医疗服务更加便捷所致；同时，就诊效率也得到了明显的提高，患者所需等待的时间有所缩短，医务人员的工作效率也得到了提高；上述成绩的取得，反映出智能化医疗服务模式在提高医疗资源利用效率方面所起到的重要作用，是优化医疗资源配置的重要借鉴；随着这一模式的进一步推广和运用，预计医疗资源的利用效率会进一步得到提高，医院整体运行效率也将得到进一步改善，从而在提高医疗服务质量上取得更好成效，使病人得到更好的满足。因此，我们对于智能化医疗服务模式的推广运用，以及它的进一步推广和运用，都给予了充分而

正面的展望（见表2）。

表 2 智能化医疗服务模式下患者满意度调查结果

时间点 / 调查项目	患者满意度评分 (实施前)	患者满意度评分 (实施后)
一月份	7.5	8.2
二月份	7.8	8.5
三月份	7.9	8.6

从患者满意度调查结果来看，患者就医体验和满意度明显提升的是智能医疗服务模式的应用。患者普遍认为，在智能系统的支持下，就医过程更加高效、顺畅，就诊等候时间明显缩短，与医护人员交流也更加方便、精准。他们还对智能系统提供的个性化医疗建议和服务推荐进行了积极反馈，让医疗流程与个人需求更加贴近，整体医疗体验的舒适度和便捷性也得到了提升。这些积极的评价和认可，为该模式的进一步推广和应用提供了有力支持，印证了智能医疗服务模式在改善患者就医体验方面所取得的显著成效。随着技术的不断发展，智能系统的不断优化，进一步提升医疗服务质量，满足患者日益增长的就医需求，未来智能医疗服务模式将获得更广泛的应用，这是可以预见的。

6 结论与展望

分诊数字化和人工智能技术相结合的智能化医疗服务模式，已经在提高医疗服务效率优化资源配置和改善医疗体验等方面显示出明显的优势，对今后医疗行业的发展具有十分重要的应用前景和意义。在今后，为继续深化智能化医疗服务模式的研究与应用，将不断探索创新，致力于促进医疗行业的发展与进步，从而为建设健康中国多贡献一份力量。通过不断的努力，为病人提供更加高效更优质的医疗服务，为健康中国的建设添砖加瓦。

参考文献

[1] 谢虎,钟文霞,白文海,等.数字化智能化健康社区医防协同服务模式文献探索[J].中国农村卫生,2024,16(3):66-70.

[2] 胡杨.医院智能化建设及其在智慧医疗发展中的意义[J].数字通信世界,2022(12):186-188.

[3] 孙逊.深度学习在医院智能化管理中的应用[J].电子技术与软件工程,2019(23):202-203.

[4] 赵凡,姚雪,孙满利.降雨对陕西省榆林市榆阳区明长城破坏的初步分析[J].文物保护与考古科学,2014,26(1):1-7.

Research on Control of Cockroach Movement Behavior Based on Artificially Designed Electronic Backpack

Yingyu Song Yongxia Gu* Hairong Cai Jiarong Huo Jiahang Ju

School of Computer and Artificial Intelligence, Beijing Gongshang University, Beijing, 102488, China

Abstract

This study aims to explore the motion behavior control of semi mechanical insects, especially the roboticization of Madagascar cockroaches as carrier insects. By designing an electronic backpack, we have successfully achieved manual intervention and control of cockroach movement behavior. This electronic backpack uses electrical stimulation signals to simulate the natural electrical signals inside insects, and controls cockroaches by adhering to their back and stimulating their whiskers. The study conducted an in-depth analysis of the neuromuscular system of cockroaches, taking into account biomimetic mechanisms, behavioral control systems, kinematics, and motion control issues. The experimental results show that semi mechanical cockroaches equipped with camera modules and motion sensor modules have efficient and flexible control capabilities in complex environments, and are suitable for tasks such as industrial pipeline inspection or post disaster rescue. Although there are some shortcomings, such as compatibility with insects, backpack size, and data processing methods, this study provides a theoretical and experimental basis for the improvement of semi mechanical insect backpacks in the future.

Keywords

semi mechanical insects; wireless control systems; insect movement behavior regulation; manual intervention control

基于人工设计电子背包对蟑螂运动行为的控制研究

宋颖玉 谷勇霞* 蔡海蓉 霍佳蓉 鞠佳航

北京工商大学计算机与人工智能学院, 中国 · 北京 102488

摘 要

研究旨在探索半机械昆虫的运动行为控制, 特别是针对马达加斯加蟑螂作为载体昆虫的机器人化。通过设计电子背包, 我们成功实现了对蟑螂运动行为的人工干预和控制。该电子背包利用电刺激信号模拟昆虫体内的自然电信号, 通过粘附于蟑螂背部的背包刺激其尾须来操控蟑螂。研究深入分析了蟑螂的神经肌肉系统, 综合考虑了仿生机理、行为控制系统、运动学和运动控制问题。实验结果表明, 搭载摄像头模块、运动传感器模块的半机械蟑螂在复杂环境中具有高效、灵活的控制能力, 适用于工业管道探伤或灾后救援等任务。尽管存在一些不足, 如与昆虫的兼容性、背包大小和数据处理方式, 但本研究为未来半机械昆虫背包的改进提供了理论和实验基础。

关键词

半机械昆虫; 无线控制系统; 昆虫运动行为调控; 人工干预控制

1 引言

半机械昆虫是由活体昆虫平台和微型电子设备融合而成的混合系统^[1]。它体积小、重量轻, 运动能力强, 能量消耗少。本研究以马达加斯加发声蟑螂为研究对象, 其体型较大, 能够携带微型电子设备。经过特殊处理的蟑螂, 当背负

电子设备时, 能适应各种小障碍, 展现出强大的适应性。此外, 在电子背包的功能拓展方面, 本研究集成了多种传感器模块, 如摄像头模块、运动传感器模块。使得昆虫控制背包不仅能够实现对蟑螂运动行为的精准调控, 还能在执行任务时收集关键的环境数据。

2 半机械昆虫运动调控

2.1 运动调控原理

在半机械昆虫的早期研究中, 主要集中于外周神经系统的传感器和肌肉控制, 对于高级中枢的调控研究则相对匮乏^[2]。为了稳定可靠地调控半机械昆虫的运动行为, 关键在于掌握其运动的神经控制原理, 并选取恰当的刺激位点。控制蟑螂运动点位有外部感受器官、输入神经、脑区中枢神经、输出神经、腿部肌肉。本研究采用电刺激感觉器官的运动控制方

【基金项目】北京市大学生科研与创业行动计划项目(项目编号: B025)。

【作者简介】宋颖玉(2004-), 女, 中国山西大同人, 在读本科生, 从事智能制造工程研究。

【通讯作者】谷勇霞(1968-), 女, 中国江苏淮安人, 博士, 副教授, 从事仿生设计研究。

案，其典型的感受器官有触角和尾须。

2.2 运动调控刺激方式

为了通过电刺激控制蟑螂运动，首先要了解蟑螂神经系统的复杂行为，包括对神经节和运动神经元的刺激^[3,4]。本研究采用电刺激系统，因其高效操作性和出色的抗干扰性能。通过直接激活蟑螂的神经系统，实现对其运动行为的精确调控。通过在尾须中植入电极来控制蟑螂，刺激右尾须，蟑螂会“认为”右侧存在物体或威胁，并试图向左移动。实验中所用到的刺激信号是一个方波信号，具有 3.3V 的峰值电压、50Hz 的频率和 50% 的占空比。

2.3 运动调控电刺激系统

半机械昆虫的刺激系统主要基于昆机接口，通过微电子系统与昆虫的神经系统或肌肉系统融合，实现精准电刺激，遥控昆虫运动。本研究中马达加斯加蟑螂通过电刺激系统控制，采用 ESP32-S 主控芯片进行运动指令的生成与处理。系统的稳定电源由 AMS1117 稳压芯片提供，确保 3.3V 的稳定输出。电源开关芯片管理电源状态，摄像头模块 OV2640 负责图像捕捉，运动传感器 MPU6050 跟踪动态，DAC 芯片 LTC2609 则负责数字到模拟信号的转换。这些高度集成的组件共同构成了控制和监测半机械昆虫行为的电路系统。半机械蟑螂实物图见图 1。

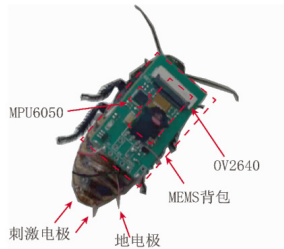


图 1 半机械蟑螂实物图

2.4 半机械昆虫运动控制

蟑螂的运动控制通过无线通信实现。按下外部服务器上的开关，刺激电路会产生矩形输出电压，随后通过无线模块传输给蟑螂身上的接收电路。这种控制方式允许研究者在几乎没有延迟的情况下对蟑螂进行精确的运动控制。

实验前，先将马达加斯加发声蟑螂放入含有二氧化碳

的麻醉容器中进行麻醉处理，以便进行刺激电极的植入以及背包的固定。由于蟑螂的背部表面覆盖有一层蜡质层，故需用砂纸打磨其背部，用双面胶带将控制背包固定在蟑螂背部。然后修剪蟑螂的尾须，将电极的两端进行灼烧以去除绝缘涂层，将钨丝电极插入尾须中，深度约为 10mm。参考电极被植入到蟑螂第二腹节的中间位置，深度为 5mm，并用蜂蜡固定。电极植入后，蟑螂放回饲养箱中，打开盖子以便于空气流通。通过观察蟑螂的运动行为、活动能力和反应时间，判断其是否完全恢复活力^[3]。

将安装背包后的蟑螂放置于实验台中，实验台尺寸为 80cm × 80cm × 100cm，底部设有 20cm 高的挡板以防蟑螂逃逸。实验台顶部装备了一台与计算机连接的高分辨率摄像机，用于记录并实时显示实验过程，同时保存视频资料以供后续分析。为减少外界干扰，实验台外覆盖透明纱网。实验开始前，蟑螂被精确定位于实验台的坐标原点，身体与 x 轴保持垂直，确保实验的标准化和测量精度。

3 半机械昆虫背包设计

电子背包电路主要是由主控芯片、稳压芯片、电源开关芯片、摄像头模块、运动传感器模块、DAC 输出模块构成（如图 2 所示）。

3.1 主控芯片

ESP32-S 芯片作为主控单元，整合了 802.11 b/g/n/e/i 无线局域网和蓝牙 4.2 功能，尺寸小、功耗低。该芯片不仅处理能力强，还具备丰富的数字和模拟 I/O 功能，便于与各类传感器无缝连接，确保了实验的流畅性。ESP32-S 的多引脚配置，包括 CSI 接口、GPIO、I2C 通信引脚以及 TXD 和 RXD 串行通信引脚，针对特定功能进行了优化。芯片配备了控制摄像头电源的 CAM_PWR、垂直同步信号 VSYNC 以及用于系统重置的 RST 引脚。电路设计中包括了用于稳定逻辑电平和过滤噪声的电阻和电容，及自校准电路以自动调整，确保信息传递稳定。ESP32 的两个 32 位 LX6 CPU 和 240MHz 主频，配合 7 级流水线架构，提供了高效数据处理能力，同时其超低功耗射频架构显著延长了电池使用时间。

3.2 稳压芯片

AMS1117-3.0 芯片是一款广泛使用的线性稳压器，用于

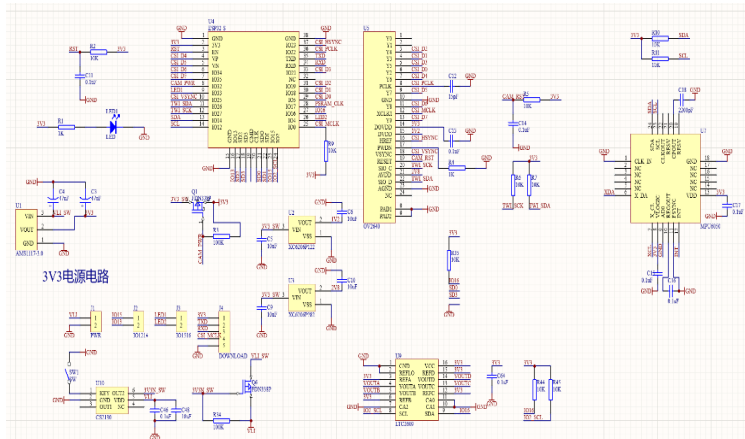


图 2 电子背包电路示意图

将输入电压降至 3.0V, 适用于需要恒定 3.0V 电源的电子设备。本电路设计中, VIN 代表输入电压, VOUT 提供稳定的 3.0V 输出, 而 GND 为接地端。电路中还包含两个 47 μ F 的电容器(C4 和 C3), 它们跨接在输出与地之间, 用以滤除噪声并优化输出电压的稳定性, 从而减少电路的瞬态响应。

3.3 电源开关芯片

GND 引脚是接地引脚, VDD 是电源输入(通常对应正电源电压), 3V3N_SW 是一个 3.3V 的开关电源输出, 而 VLI 是另一个电压输入。KEY 和 OUT2 可能是这个芯片的输出引脚, 它们用于发送信号或数据到其他部分的电路。

3.4 摄像头模块

OV2640 摄像头模块是一款集成了 UXGA (1632x1232) 相机和图像处理器的单芯片解决方案, 适用于移动设备和嵌入式系统。该传感器支持全帧到窗口化的多种图像格式, 最高可达每秒 15 帧的 UXGA 分辨率, 并通过 SCCB 接口提供用户对图像质量、曝光控制、色彩调整等的完全控制。

该模块通过一系列引脚提供功能, 包括 Y0 至 Y7 图像数据输出引脚、PCLK 像素时钟、VSYNC 和 HSYNC 同步信号、XCLK 外部时钟输入、DOUT 数据输出、SIOD 和 SIOC SCCB 通信线、RESET 重置以及 PWDN 电源关闭引脚。供电引脚如 DOVDD、DVDD 和 AVDD 以及 GND 地线确保了稳定的电源供应。电路设计中还包括了去耦电容和确保信号完整性用的电阻, 如 C12、C13 电容和 R4 电阻, 以提高整体性能和稳定性^[4]。

3.5 运动传感器

MPU6050 芯片集 3 轴陀螺仪和 3 轴加速度计于一体, 在本实验中, 主要用于监测马达加斯加蟑螂的动态。该芯片通过 I²C 接口的 SDA 和 SCL 引脚与系统通信, VDD 和 GND 引脚分别提供电源和接地。MPU6050 还具备 INT 中断输出功能, 用于实时通知主控制器重要事件的发生。XDA 和 XCL 引脚作为辅助 PC 接口, 支持额外传感器的连接。AD0/SDO 引脚允许改变 I²C 地址, 使得多个 MPU6050 设备可在同一总线上运作。C15、C16 和 C17 电容则负责电源滤波和稳定, 确保芯片运行的可靠性。

3.6 DAC 输出

LTC2609 是一款多通道数模转换器(DAC)集成电路, 具备 VOUTA、VOUTB、VOUTC、VOUTD 四个模拟输出通道, 能够将数字信号转换成模拟信号。该芯片通过 I2C 接口的 SCL 时钟线和 SDA 数据线与微控制器通信, 实现数字信号的发送及输出电压的设定。LTC2609 需要外部电源供电(如 3.3V), 并使用 GND 作为接地。REFLO 和 REFID 引脚用于参考电压的输入或输出, 以设定输出电压的基准。此外, 0.1 μ F 的电容 C64 有助于电源稳定和噪声滤除。

4 实验结果及讨论

4.1 蟑螂运动控制

使用电刺激了蟑螂的右尾须, 使其行为向左拐, 利用 Tracker 等软件描绘了其运动的轨迹(见图 3)。实验蟑螂独特的生理结构和运动行为, 提供了一个研究昆虫运动机制

和神经控制的理想模型。通过模仿蟑螂的运动和感知能力, 本研究设计出更加高效和灵活的半机械昆虫。

4.2 未来研究

为提升半机械昆虫的实用性, 本研究着重增强其与电子设备的兼容性, 确保设备稳定运作并减少对昆虫生理的干扰。面对传统背包设计中重量与体积的挑战, 设计了一款微型化电刺激背包系统, 显著降低了对昆虫运动的阻碍。该系统通过无线电刺激有效控制了蟑螂, 验证了其在半机械昆虫载体中的潜力。此外, 集成的先进传感器和通讯设备提升了任务执行的准确性和实时性。今后通过生物工程技术, 有望使蟑螂适应性更强。目前系统摄像头存在分辨率限制, 今后可以提升。可以预见半机械昆虫将在更多领域展现应用价值。

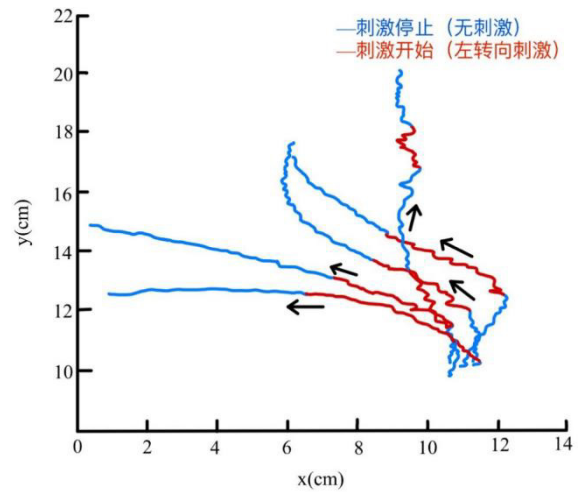


图 3 蟑螂的运动轨迹示意图

5 结语

研究成果不仅为半机械昆虫的可控性提供了新的理论基础和技术途径, 也为未来在复杂环境下的昆虫机器人应用奠定了坚实的基础。经过理论分析和实验验证, 揭示并优化昆虫运动行为的神经调控机制。通过电刺激手段控制蟑螂的行为, 深入研究昆虫的神经系统和行为反应, 为理解外界刺激和行为之间的关系提供新的视角。

参考文献

- [1] Nguyen H D, Tan P. Ultra-Lightweight Cyborg Insect: Sideways Walking of Remote-Controlled Living Beetle with a Miniature Backpack[J]. IEEE, 2019: 11-16.
- [2] 高勇, 陈伟海, 陆震, 等. 蟑螂机器人仿生机理及运动控制[J]. 机械工程学报, 2010, 46(13): 91-99.
- [3] T Kitamura, Y Hasegawa, T Tsuji, S Sakaino. "Control Using High-carrier Frequency PWM in Functional Electrical Stimulation", IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Lisbon, Portugal, 2019, pp. 5358-5363, doi: 10.1109/IECON.2019.8926818
- [4] 赵慧霞. 蜜蜂(Apis mellifera L.)脑机接口的飞行控制神经机理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.

The Application of Artificial Intelligence to the Dilemma of Legal Integrity and Its Solution Path

Longfan Wei

The Law School of Nanjing Audit University, Nanjing, Jiangsu, 211815, China

Abstract

The artificial intelligence industry has been rapidly developed and widely applied around the world, and this technological revolution covers all areas of traditional social life. Legal artificial intelligence has been widely concerned around the world because of its subversive technological influence, and the technical performance of legal artificial intelligence is highly consistent with the needs of modern clean government and rule of law construction. Today, with the rapid development of generative artificial intelligence technology, China should learn from the valuable experience of international artificial intelligence clean government construction, seize the new development opportunities brought by generative artificial intelligence such as ChatGPT to solve the algorithm needs of artificial intelligence clean government rule of law construction, and build a legal artificial intelligence application model applied to China's clean government rule of law. To provide institutional guarantee for the application of artificial intelligence to the rule of law.

Keywords

legal artificial intelligence; ChatGPT; the modernization of the rule of law

人工智能应用于廉政法治的困境及其解决路径

魏龙凡

南京审计大学法学院, 中国 · 江苏 南京 211815

摘 要

人工智能产业在全球范围内得到飞速发展和广泛应用, 这一技术革命涵盖传统社会生活的各个领域。法律人工智能因颠覆性的技术影响力在全球得到广泛关注, 法律人工智能的技术表现与现代廉政法治建设的需求高度契合。在生成式人工智能技术高速发展的今天, 中国应借鉴国际人工智能廉政建设的宝贵经验, 把握ChatGPT等生成式人工智能为解决人工智能廉政法治建设的算法需求带来的崭新发展机遇, 构建应用于中国廉政法治的法律人工智能应用模式, 为人工智能应用于廉政法治提供制度保障。

关键词

法律人工智能; ChatGPT; 法治现代化

1 引言

人工智能应用于廉政法治建设和人工智能应用于其他社会实践领域一样, 都是一场全新的技术“革命”。智能技术对政法改革的赋能, 不仅是 20 世纪 90 年代以来政法领域信息化建设的延续, 而且是司法领域智能化建设的拓展^[1]。

“实际上, 大规模语言模型与生成式智能的技术架构与法律人工智能具有极强的内在契合性, 有望破除法律人工智能在自然语言理解方面的技术瓶颈, 推动法律人工智能的技术进

化, 极大提升互动性、生成性与嵌入性, 对法律人和社会公众形成一次重大的赋权赋能。”^[2] 人工智能应用于廉政反腐败斗争会存在哪些伦理问题以及法律问题。解决这些问题有哪些可能性的路径需要进一步探索。

2 法律人工智能的理论逻辑

2022 年 11 月 ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) 横空出世, 促进了法律人工智能的进一步发展。人工智能应用于廉政法治实质上是人工智能应用于法律实践的新尝试。

2.1 早期法律人工智能形象

人工智能司法工具最早可以追溯到马克思·韦伯的“自动售货机式法官”的概念, 韦伯提出: “现代法官, 应当像一台自动贩卖机一样工作, 投进去的是诉状和诉讼费, 吐出来的是判决和从法典上抄下来的理由。”1955 年, 美国科幻作家弗兰克·莱利在短篇科幻小说《赛博和霍姆斯法官》

【基金项目】Postgraduate Research & Practice Innovation Program of Jiangsu Province “人工智能的伦理困境及其法治化解决路径研究” (项目编号: KYCX23_2238)。

【作者简介】魏龙凡 (2000-), 男, 中国河南平顶山人, 硕士, 从事法理学和数字法学方向的研究。

中,虚构了的机器人法官赛博9号具有三个特点:理性、不受情感干扰;高效不会犯错;不会徇私舞弊,枉法裁判。这是完美的法官,也是法律人工智能之所以得以不断发展的理想引领。

2.2 法律人工智能发展的两个阶段

①法律人工智能1.0:符号学派进路(1960's—1990's)。莱曼·艾伦《符号逻辑:起草和解释法律文件的锋利工具》中将法律结构为逻辑符号组成的运算代码,法律是一个规则的系统,基于逻辑的编程非常擅长处理规则。这种逻辑下产生出数据型人工智能,即将海量司法数据进行数据分析并将其成果模型化。但是法律的修辞并非绝对明确,且很多时候需要结合上下文语境进行分析。此外,简单的规则需要不断细化新的规则,而且有的规则相互冲突,又要建构解释规则。所以基于这种逻辑的早期法律人工智能只能从事一些比较低端的数据处理与分析,并不能对法律职业带来根本性的改变。

②法律人工智能2.0:联结学派进路(2000's—)。法律人工智能发展到这个阶段,法律人工智能系统已经可以从海量的法律文本中去自动抽取法律知识,并且可以进行深度的学习。法律人工智能发展到新阶段,得益于世界范围内的司法公开,这为系统的开发提供了海量数据基础。也得益于法律科技领域一直以来的坚守者以及天使投资人,他们为系统的开发提供了算力和资金支持。做一个比喻,1.0版的法律人工智能像“鹦鹉”——开发者提供规则,这些规则应用于一个个具体的任务。而2.0版的法律人工智能则像“乌鸦喝水”——开发者只需预设少量数据,而AI可以自主学习规则,并将习得的规则应用于具体的场景。但是前者因为在开发成功之初就有明确的规则模型,所以可以做到预先的危机防控。后者则因其强大的学习能力,不可避免地会出现逻辑的可解释性难题,如算法黑箱以及一些人种歧视问题等等。所以本文所讨论的人工智能司法过程中的价值判断困境问题也是基于法律人工智能2.0阶段的legal AI产品来研究的。

3 大数据应用于廉政法治的实践

人工智能应用于司法领域,在国内外都已经形成了一定的规模。为回应国家司法制度改革的要求,中国也大力发展人工智能司法技术,特别是基于生成式大数据、生成式AI技术形成的一系列智慧司法产品,逐渐得到了实务界的认可。

3.1 国内应用实践

在中国,伴随着法院信息化建设进入以建设“智慧法院”为目标的3.0版本^[1],在司法裁判的过程中,人工智能技术的运用也不断深入。上海市高级人民法院开发的“上海刑事案件智能辅助办案系统”(以下简称“206系统”),在该市三级法院被广泛使用。这套以人工智能技术为核心的审判辅助系统包含单一证据校验、逮捕条件审查、全案证据审查判断、社会危险性评估、类案推送、量刑辅助、语音识别及

智能转换等内容,有效缓解了法官入额人数与海量增长的案件数量不成正比之间的矛盾。不仅仅在上海,国内其他地区也积极开发人工智能司法系统。如江苏的新视云科技股份有限公司提供的智慧法院服务、河北的“智审”、北京的“睿法官”、重庆的“法治云”等。与此同时,国内也涌现出了一系列法律人工智能项目,例如法大大、安盾网、幂律智能、易参、律兜等等。这些人工智能司法实践使中国法院逐步形成了广泛运用电子化案件卷宗、案件信息公开网站、现代办案和管理平台、类案推送或证据审查等审判辅助系统的新审判方式^[4]。

3.2 国外应用案例

英国欺诈重案办公室(SFO)和伦敦人工智能创业公司RAVN合作,运用RAVN公司的数据分类机器人,完成了对某知名车企商业腐败案的调查。SFO在对该公司的四年调查中积累了3000万份文档,如果人工去分类,是一个漫长而痛苦的过程。借助RAVN的机器人,每天有60万份文件被自动归档,错误率还比人工小。2017年1月,SFO完成审计,发现被调查公司存在贿赂行为,对该公司处以了6.71亿英镑的罚款。

著名的反腐败机构Transparency International Georgia推出了一个开源分析和采购监控门户网站,允许用户从官方来源获取有关格鲁吉亚政府采购流程的信息。使用这些信息,格鲁吉亚公民可以检查具体的采购交易、竞标公共合同的公司名称以及其他有关政府如何花费纳税人资金的统计和事实数据。这种对重要数据的轻松访问使该国的公民能够检查电子投标相关信息中的可疑活动。如果发现政府违法或可能存在腐败行为,人们可以提交在线投诉,由专门的争议解决委员会审查。然后,委员会会在十天内继续审查和解决此类投诉。数据挖掘是政府采购信息收集背后的驱动力。AI将挖掘产生的不连贯的大数据进行信息理解、简化并将其结构化为用户友好的模块,供普通人阅读和理解。

西班牙巴利亚多利德大学的一些研究人员开发了一种带有人工神经网络的概念AI模型,可以预测1~3年后可能发生的腐败案件。例如,系统生成的数据可以检查某个地区的房地产税、该地区的房价急剧上涨、该地区新成立的公司以及该地区的银行分行开设等因素,以预测可能发生的情况,及该地区与公共腐败有关的活动。为了进行研究并创建系统,研究人员使用了包含2000年至2012年间在西班牙发生的每一起腐败案件的数据集。预测腐败对于人工智能系统来说是真正具有挑战性的问题,因为这过多涉及技术之外的社会因素。但是该项技术的成熟,在一定程度上体现了人工智能技术对于廉政建设所具有的革命性的意义。

4 人工智能廉政法治建设的算法需求

新工具主义的代表人物布赖森(J.J.Bryson)认为,应该将机器人设计成奴隶,并按市场销售,而不能将其当作人

类的同伴^[5]。所以，基于相对“机器理性”的人工智能产品尚且无法在一些复杂的反腐败场景具有良好的实践表现。这之中的原因主要有两点：其一，当前法律人工智能产品无法做出周延的司法价值判断；其二，当前法律人工智能在社会伦理层面存在困境。

4.1 人工智能廉政法治的司法价值判断的困境

通过法律人工智能处理贪污腐败案件，并且对公职人员数字化监督，是法律人工智能应用于廉政法治建设的可能性途径，而这一切的前提是解决好法律人工智能司法过程中的价值判断问题。传统的司法三段论的法学方法论模式是大前提一小前提一结论。法官在做出司法裁判的过程中的自由心证过程是包含价值判断的。人工司法裁判在进行价值权衡时是依据海量数据形成的规则模型，但是这些司法数据的获取是广泛存在于各国法律人工智能发展的难题。另外一方面，当前人工智能技术发展的现状来看，人工智能司法很容易被社会政治因素“控制”，从而滑向另一个深渊。廉政建设是一个涉及多项司法制度的复杂工程，价值判断在其中起着重要作用。所以阻碍法律人工智能进入廉政建设领域的关键也在于法律人工智能在价值判断上表现仍较为稚嫩。

4.1.1 价值判断缺乏足够数据支持

第一，司法数据不充分，中国各级法院的大量裁判文书并没有在裁判文书网上予以公布、裁判者在进行案件的审理和裁判活动中所运用的自由心证过程无法体现在已经发布的裁判文书中。第二，司法数据的真实性存在疑问，在现实中存在公开司法文书中的裁判理由与法官在审判过程中实际的裁判理由存在很大出入的情况。第三，司法数据存在主观性，不同地区的法官甚至同一地区的不同法官在面对同样的案件时可能有不同的处理结果，这也决定了公开的裁判信息具有主观性。第四，司法数据缺乏文本上的统一性，全国各地基于现实情况差异，在公开的裁判文书中的司法数据在文本上可能存在很大差异，这种差异性体现在人工智能司法上就会导致人工智能识别困难。这些司法数据方面的问题，成为人工智能技术进行正确司法价值判断的阻碍。

4.1.2 效率与公平难以兼顾

当技术发展水平不够充分的时候，企图通过技术手段兼顾效率与公平就成为空谈。人工智能技术在世界范围内目前仍存在技术缺陷，人工智能技术产生之初就是以追求效率和利益为目的，在进行廉政相关的司法案件裁判过程中，人工智能司法工具不可避免地会刺激人们对于效率的追求，倘若对此不加限制，极有可能诱使法院过度重视案件完成效率，从而陷入人工智能技术带来的效率至上的狂热中，最终影响司法公正尤其是程序公正的实现。这就是人工智能司法时代的司法不公正问题的重要表现形式之一。

4.2 人工智能廉政法治的伦理困境

作为一项革命性的技术，人工智能应用于廉政法治会对原有廉政司法工作人员产生冲击。这种冲击来自两个方

面：首先是法律人工智能工具的技术伦理问题；其次是社会伦理问题。

4.2.1 人工智能工具在廉政法治中的技术伦理困境

目前廉政法治应用的人工智能以及大数据技术大多数是面向司法机关设计的，而司法机关通过人工智能以及大数据技术应对腐败，也会造成新的问题。例如成为腐败行为的“庇护所”，因为在打击腐败的同时，使用法律人工智能工具监察腐败的主体也可能被塑造造成潜在的腐败者。由于人工智能技术发展的缺陷，以及司法数据收集的现实困难，在司法数据不充分且问题开放时，法律人工智能工具无法做出合理判断，于是要么将部分腐败分子放过，要么就会过早地将部分无辜者打上“腐败”的红字，从而形成错判误判。

4.2.2 人工智能工具在廉政法治建设中的社会伦理困境

人工智能不仅有着潜在的、不可忽视的技术伦理风险，伴随数字化的飞速发展，人工智能应用于廉政法治建设对现有司法工作人员结构以及司法工作人员在反腐败斗争中的主体地位的冲击亦愈发明显^[6]。一方面，人工智能技术应用于廉政法治，会造成传统司法辅助人员的“失业潮”，这在一定程度上会是阻碍人工智能技术进一步应用于廉政法治的重要因素之一。另一方面，在廉政建设中如何处理好人工智能工具的定位问题，也是决定人工智能廉政法治建设发展的决定性因素之一。例如，对于预测腐败 AI 的使用问题，其数据来源不可避免带着偏见，这可能会使得特定种族或带某种身份标签的人，被算法歧视，而这有损公平性。

5 法律人工智能应用于廉政法治建设的模式建构

5.1 把握生成式人工智能发展机遇

以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能的技术特征可以总结为两点：生成式 AI generation、大语言模型。生成式 AI 是一种特定类型的 AI，其专注于生成新内容，如文本、图像、音乐。生成式 AI 分析已经存在的信息和数据，演绎（推算）出前提中包含的结论，其可以对既有的数据信息进行归纳概括，形成与既成东西并不相同的新东西，ChatGPT 的这些新功能都与生成有关，呈现了“智能的生成性”这一重要特征。大语言模型是由许多参数（通常为数十亿或更多权重）的神经网络组成的语言模型，使用无监督的学习模式对大量未标记文本进行训练。其重要特点就是不仅可以“理解”人类语言的大部分句法和语义，还可以“记住”训练期间获取的信息数据。而这种训练体现在人工智能司法过程中可以体现为使用者在与生成式人工智能“对话”过程中所输入的数据信息。这样就保证了该生成式人工智能系统的数据是与时俱进的、不断更新的。这样的“训练”越多，该生成式人工智能系统所做出了“对话文本”就越接近于人类的价值判断。并且有研究表明，ChatGPT-4 已经通过了“图灵测试”，由此可见生成式人工智能的学习能力之强悍。

把握生成式人工智能发展机遇,可以为人工智能司法的价值判断提供更加完备的数据库。与此同时,通过“训练”生成式人工智能被证明可以拥有一定的“价值判断”能力。例如,笔者通过 ChatGPT 提问“世界上最好的宪法制度”, ChatGPT 的回答是美国宪法制度。这反映了开发者的政治立场以及价值判断倾向。因此,中国应大力开发具有中国价值体系的生成式人工智能产品,为解决廉政建设智能化解决价值判断的难题。

5.2 注重技术进步与社会利益的平衡

人工智能技术运用于廉政法治发展过程中本身就是追求反腐败斗争的效率而进行的技术革新,在这种情况下人工智能应用于廉政法治发展过程中尤其应当强调以社会利益为主要考量标准,不能为了追求技术进步而放弃对社会福祉追求。

为此可以利用区块链不可逆和公开记录的特性,引入基于区块链的跟踪系统,为反腐败数据提供一个带有时间戳的安全数据记录库,以避免伪造数据、数据操纵,从而更好地打击腐败行为。

5.3 坚持人工智能在廉政法治中的辅助性地位

从技术中立的视角看,人工智能司法的价值判断问题实质上是人的价值判断问题。司法大数据辅助审判的功能异化主要体现为其“辅助性”定位和实际上所具有的指导性、监督性等宰制性功能发生的“混同”^[7]。法律人工智能技术在司法过程中的应用效果如何,一定程度上取决于应用之初对于技术作用的决定性。在社会生产力水平与人工智能发展水平不相协调的情况下,世界上绝大多数国家对于人工智能进入司法领域持谨慎态度。明晰人工智能技术在司法运用之中的底线,坚持人工智能技术在司法过程中的“辅助性”地位,可以有效避免人工智能司法过程中可能产生的价值判断问题。机器伦理的支持者倾向于将智能机器视为道德主体,这意味着如果此智能机器做出的行为不符合社会道德规范,

那么最后承担责任的应该是该智能机器。问题在于,要求机器担负其行为责任没有任何意义^[8]。因为机器只能是机器。至少就目前来看,在很长的一段时间内,它们都不会具备任何主体意识,不能成为完全意义上的主体。因此,在廉政法治过程中,人工智能目前最佳的定位是“工具性”的辅助者,不能做出最终的价值判断。

6 结语

人工智能时代下,廉政建设理应顺应时代要求,通过人工智能技术的赋能不断提高惩治贪污腐败的能力。把握生成式人工智能发展机遇,推动前沿法律人工智能工具应用,在接下来的一段时间内,将成为廉政法治建设新的增长点。

参考文献

- [1] 刘艳红.大数据驱动审判体系与审判能力现代化的创新逻辑及其展开[J].东南学术,2020(3):122-248.
- [2] 王禄生.ChatGPT类技术:法律人工智能的改进者还是颠覆者?[J].政法论坛,2023,41(4).
- [3] 2016年1月,最高人民法院院长周强在最高人民法院信息化建设工作领导小组2016年第一次全体会议首次提出要建设立足于时代发展前沿的“智慧法院”;同年2月,最高人民法院通过《人民法院信息化建设五年发展规划(2016-2020)》和《最高人民法院信息化建设五年发展规划(2016-2020)》,明确提出“构建以数据为中心的人民法院信息化3.0版本”。
- [4] 郑曦.人工智能技术在司法裁判中的运用及规制[J].中外法学,2020(3):674-696.
- [5] Bryson J J. Robert Should Be Slaves//Close Engagements with Artificial Companions. Amsterdam: John Benjamins,2010:63-74.
- [6] 张平.人工智能伦理反思:风险与应对[J].中国社会科学报,2022(5).
- [7] 蔡立东,郝乐.司法大数据辅助审判应用限度研究[J].浙江社会科学,2022(6):52-62.
- [8] 戴益斌.试论人工智能的伦理责任[J].上海大学学报:社会科学版,2020(1):27-36.

The Characteristics and Utilization Value of Geological Big Data

Jianlai Yao

Baoding Jiayu Software Technology Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

The rational development and utilization of big data will open up a new cognitive field, provide novel models for solving practical problems, promote the rise of new fields in the digital economy, and lead the innovation of human lifestyles. Digital geology, as the integration of mathematical geology and information technology, has become the “data science” of geological science, which uses data methods to deeply explore geology. Geological data science focuses on researching and developing the potential value of geological big data based on the characteristics of geological data and the needs of geological work. The paper briefly introduces the core characteristics of geological big data, such as mixing, sampling, causality, spatiotemporal, polymorphism, and diversity. It is suggested that when developing and utilizing geological big data, a database, method library, problem library, and model library should be established on the basis of the knowledge base, in order to collect, analyze, and deeply mine geological big data more targeted, and solve various practical problems to achieve precise geological research and application.

Keywords

geological big data; characteristics; economic value; mineral exploration

地质大数据特点及其利用价值

么建来

保定市佳宇软件科技有限公司, 中国·河北 保定 071000

摘 要

大数据的合理开发与利用将开启全新的认知领域,为解决实际问题提供新颖模式,推动数字经济新领域的崛起,并引领人类生活方式的革新。数字地质作为数学地质与信息技术的融合,已成为地质科学的“数据科学”,它运用数据方法深入探索地质学。地质数据科学专注于根据地质数据的特性和地质工作的需求,研究并开发地质大数据的潜在价值。论文简要介绍了地质大数据的混合性、抽样性、因果性、时空性、多态性和多元性等核心特点,并建议在开发利用地质大数据时,在知识库的基础上建立数据库、方法库、问题库还有模型库等,以便更具有针对性地收集分析、深度挖掘,从而研究地质大数据,并能解决各种实际的问题,实现精准的地质方面的研究与应用。

关键词

地质大数据; 特点; 经济价值; 找矿勘探

1 引言

随着现代科学信息技术的飞速发展,现在各行各业都已经进入了数字化信息科技时代,人们对于大数据的归集分析运用以及深度挖掘,这标志着大数据时代的到来。收集、获取、掌握、汇总、分析以及挖掘信息数据的能力已经成为衡量一个国家实力强弱的标志。大量的信息数据伴随着具体需求不同而决定其产生经济价值不同,进而效益也不同,大量有益的信息都是从大量数据中经过数据分析、深度挖掘出来的。数据信息随着时间持续地产生、不断地流动,进而形成了大数据信息,而数据成为当今每个行业和商业领域的重要因素。因此大数据正在改变着人们观察和考察世界的方式方法,正在引发一场非同寻常的思维革命,以前所未有的速

度引起各个不同领域的深刻变革,大数据除了将更好地解决社会、经济、国防、军事等问题,还有助于解决农业、房产、医疗、健康和地质等各种行业问题,越来越多的问题可以通过分析大数据来进行解决,形成以人为本的大数据战略。

在科技信息高度发达的今天,在地质方面的现代化和科技的创新都离不开信息化,数字地质推动地质勘测、矿体研究、环境保护以及生态修复的发展。大数据研究已成为继实验、推理和传统计算科学后的新兴科学范式,其应用对于提升各类预报能力并广泛服务于学术和经济领域具有重要意义。确实,大数据不仅为我们开启了新的认知维度,更提供了解决现实问题的新途径,从而催生了与实体经济并行发展的新兴经济领域,引领着人类生活方式的深刻变革^[1]。

2 数字地质时代

2.1 什么是地质大数据

地质大数据是指通过各种手段收集、整合和分析大量

【作者简介】么建来(1976-),中国河北唐山人,本科,工程师,从事大数据及相应软件开发研究。

地质学数据,包括地球物理、地球化学、地质勘探、地质调查等多种数据类型,以期获得更全面、更准确、更深入的地质学信息。地质大数据在地质中的成因分析、数学特征研究、地质体评价以及预测等方面都发挥着重要作用。地质大数据是数学地质发展的新阶段、延伸以及拓展。

地质大数据具有双重性,精准的数据能够带来财富,然而虚假的数据则可能引发灾难。在推进全面利用大数据找矿的过程中,强化地质大数据研究至关重要,这更有助于提升地质大数据的科学性、创新性以及可靠性。并采用与地质相关的技术处理数据,可以显著提升地质大数据的信息化水平。

2.2 “智慧地球”时代

在“智慧地球”的新阶段,地质找矿向“智慧找矿”升级,这些有些区别于早期的人工智能和专家系统找矿,这一科技创新的转变来源于数据分析的水平、信息技术的提取和运算技术的提升的显著进步。借助云计算技术,连接成矿观测系统、勘查系统以及地球动力学系统并利用人工智能技术,实现地质数据的自动获取、信息归集、综合分析和建模评价。最终目标是精准确认、圈定和评价成矿远景区、矿床乃至矿体,从而提升找矿效率和准确性。

随着成矿预测研究的日益深入,由于找矿信息数据不断丰富,使得找矿范围也逐渐缩小,靶区的细密级别也持续提升,勘探的风险也在逐步降低,这使得找到矿产资源成功的概率也逐渐增大,同时。在地质领域,地质中的数据异常按照不同尺度水平,可分为区域性异常、局部性异常、显微地质异常,这些异常的分类有助于我们更精准、精确地理解地质现象,为找矿工作提供有力支持。地质大数据的形式多种多样,因此需要针对每一种数据类型采用相应的处理方法。在综合分析时,标准化和归一化是关键步骤,旨在统一地质变量的量纲和数据尺度。有时,通过变换可实现地质变量的正态分布,或将非线性关系转化为线性关系。

2.3 地质大数据应用现状

全世界范围内各国也都在积极推动地质大数据的发展,德国不来梅大学的 Peter Baumann 等^[2]人研发了 Earthserver 大地球数据分析引擎,为“大地理数据”提供了开放、易操作、跨平台的访问方式。美国地质调查局在“大数据时代”背景下提出了核心科学体系^[3],以更好地研究和理解复杂的地球系统。此外,美国国家科学基金会还启动了“地球立方体”项目^[4]。

多个国家已经建立了各自的地质数据共享平台,如美国的 Geospatial One-Stop、加拿大的 GeoConnections 等,这些平台使得政府、企业、学术机构乃至公众能够迅速搜索、访问和接收地理空间信息,实现信息共享,从而做出更明智的决策^[5]。在中国,自然资源部地质信息技术重点实验室搭建的 GeoBDA 地质大数据技术研究实验平台^[6],能够满足地质领域多种数据需求。此外,我们国家在地质方面也自主

研发了大数据平台系统,并在西藏地质调查院进行了试运行,实现了地质大数据的存储、组织管理、快速检索查询与智能分析等功能。

3 地质大数据特点

地质数据独具特性,若忽视或不充分考虑这些特性,在应用大数据时可能遭遇困扰,得出错误结论,甚至造成无谓的浪费与损失。相比于其他数据,地质中的大数据可能会展现出多种的特性,如多元性、混合性、抽样性、时空性、稀缺性、多态性、多源性和分带性等等。

3.1 多元性

地质体是受到多种不同的因素的共同影响而形成的,从而它的外在表征方式也是多样的。总之,地质体可以被看作是多维空间其中的一个点。为了准确地描述某一个地质体,需要找到能精准反映它的空间特征的最小维数,这也体现了地质大数据中多元性的前提条件和必要性所在。如在矿床成因中需要包含源、运、储、变、保五要素才能查清楚矿床的是否存在,需要从这五个方面着手收集并获取所需要的数据,这就是成矿数据的多元性。地质数据中多元性虽然是客观存在,但也不具有确定性,因此在应用地质大数据过程中是必须重视起来的。

3.2 混合性

地球的演变史是一个长达 46 亿年的过程,我们观测到的地质数据往往是在这个演变过程中经过多种作用进行叠加的而形成的结果。如铜矿体中铜品位标准数据,铜矿体中的铜可能会含有地层原本就沉积下来的铜、火山爆发时随岩浆流下来的铜、矿体形成后经过又经过风化而形成的铜或是成矿以后经过变质以后的铜。所以现在的铜矿体中铜品位是地层沉积、岩浆热液、风化、变质等地质作用混合在一起叠加而形成的数据。需要对这些混合的铜品位数据进行分解、分析,分别考察不同成因下铜含量结合其空间分布特征,分别进行研究和评价,才能探究铜矿的成因。这就是地质大数据的混合性。

3.3 抽样性

对各类地质现象、作用和地质体的各种观测、度量、计算和特征描述等,都是在某一需求,基于特定规则,通过点、线、面等不同方式抽取不同的样本进而收集所需的数据。抽样过程需要考虑样本的代表性和可靠性,以确保抽取的样本能够准确地反映整体数据的特征和趋势。同时,抽样也需要考虑数据的分布、密度和相关性等因素,以避免抽样偏差数据分析和处理结果影响。

3.4 时空性

地质数据往往具备显著的时空性特征,这意味着在不同的时间和空间条件下,地质数据可能会呈现出明显的差异。地质体、地质结构、地质资源和地质灾害通常占据庞大的空间范围,并且伴随长时序的发展演化,每一个数据点都

反映了特定时空背景下的某种特性。这种时空性使得地质大数据能够揭示地质现象的动态变化和演化规律,为地质领域的预测和决策提供更加准确的依据。另外,地质大数据中的时空性还蕴含着其他意义,如变异性、序贯性和依赖性等等,这些特性使得地质数据更为复杂且富有研究价值。

3.5 多态性

地质大数据的多态性指的是地质数据的多种形态和表现方式。地质数据可以是来自地质勘探、地震勘探、地质调查、地质灾害监测等多个领域的的数据,包括地质图像、地震波形、地球化学数据、地形地貌数据等多种类型的数据。这些数据的多样性和复杂性使得地质大数据的分析和处理变得更加困难,需要使用先进的数据处理和分析技术来提取有用的信息和知识。如通过对地质现象的直接观测和特征描述来收集定性数据,通过仪器设备的精确测量和不同的测试手段得到定量数据。在这些数据收集过程当中,在进行计数测量时又会产生离散数据,采样测试中会容易获取到连续数据。

为了从这些地质大数据中提炼出有价值的信息和准确的数值,我们需要采用不同的研究方法。同时,不同类型的数据遵循着各自独特的概率分布和数学模型。因此,在利用不同类型的地质数据研究问题时,要选择符合这些地质数据特性以及能够实现研究目标的数学模型是非常重要的。

4 结语

论文旨在深入剖析地质大数据的特点,在运用地质大数据的时候就能够更精准,并且能够有效地解决问题。因此,首先构建一个综合性的知识库,将地质科学中研究方法结果,地质工作中的各种数据,还有就是研究和获取数据过程中所碰到的主要问题进行分类整理。这些问题类型可包括基础地质数据调查、生态环境保护数据调查、勘查数据调查以

及基础地质研究方法等。在知识库的基础上建立数据库、方法库、问题库还有模型库等,以便更具有针对性地收集分析、深度挖掘,从而研究地质大数据,并能解决各种实际的问题。现在,为了推动地质大数据产业的创新发展还需解决很多的挑战,政策、技术、战略等各个方面的问题。专家们认为,在数据安全的前提下,打破行业与行业、部门与部门之间的各种数据壁垒,实现地质大数据的最大程度共享,是关键所在,只有确保不同地质数据的自由流动,才能有效推动地质大数据产业的持续发展。

地质大数据为地质领域的发展提供了有力支持。通过对地质大数据的深入分析和利用,可以为地质勘探、矿产资源开发、地震预测等领域提供更加精准和高效的手段。未来,随着大数据技术的不断发展和完善,地质大数据的利用价值将进一步得到挖掘和发挥,为地质领域的发展注入新的动力。

参考文献

- [1] Porat M U. The Information Economy: Definition and Measurement[J]. Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington, DC 20402 (Stock No 003-000-00512-7), 1977.
- [2] Baumann P, Mazzetti P, Ungar J. Big Data Analytics for Earth Sciences: the Earth Server Approach[J]. International Journal of Digital Earth, 2015(9):3-29.
- [3] 杨宗喜,唐金荣,周平,等.大数据时代下美国地质调查局的科学新观[J].地质通报,2013:1337-1343.
- [4] Earth Cube Guidance for the Community[M].
- [5] Folger P. Geospatial information and geographic information systems (GIS): Current issues and future challenges[M]. 2011.
- [6] 廖谨励,屈红刚,许哲,等.地学大数据技术研究实验平台 GeoBDA[J].地理信息世界,2014,4(8):48-52.