Sustainable Development 可持续发展, 2025, 15(2), 216-221
Published Online February 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/sd
https://doi.org/10.12677/sd.2025.152057

Hans汉斯

云物流背景下基于A*算法改进的新一代物流车的设计研发

孙慧敏[1]，王　贞[1]，夏心宇[2]，孙俊伟[3]，葛　奕[2]

[1]池州学院大数据与人工智能学院，安徽　池州
[2]池州学院商学院，安徽　池州
[3]安徽医科大学第二临床医学院，安徽　合肥

收稿日期：2024年12月9日；录用日期：2025年2月18日；发布日期：2025年2月28日

摘　要

本文旨在研究云物流背景下新一代物流车的调度问题，提出了一种基于A*算法的改进调度方法。改进主要包括两个方面：一是增加了车辆负载约束条件；二是引入了云物流环境下的大数据支持。此外，还采用了关键点提取策略和平滑处理，并结合动态窗口法进行局部路径优化。最后，通过实验对比分析了改进后的A*算法与传统算法的性能差异，并得出结论：改进后的算法在动态环境适应性、搜索效率、路径平滑度以及全局与局部优化等方面均有显著提升。研究主题契合当前物流行业的发展热点，具有实际应用价值。

关键词

物流车，A*算法，路径识别，路径跟踪，全局动态路径规划

Design and Development of New-Generation Logistics Vehicles Based on A* Algorithm Improvement under the Background of Cloud Logistics

Huimin Sun[1], Zhen Wang[1], Xinyu Xia[2], Junwei Sun[3], Yi Ge[2]

[1]School of Big Data and Artificial Intelligence, Chizhou College, Chizhou Anhui
[2]Business School, Chizhou College, Chizhou Anhui
[3]The Second Clinical Medical College of Anhui Medical University, Hefei Anhui

文章引用: 孙慧敏, 王贞, 夏心宇, 孙俊伟, 葛奕. 云物流背景下基于 A*算法改进的新一代物流车的设计研发[J]. 可持续发展, 2025, 15(2): 216-221. DOI: 10.12677/sd.2025.152057

Received: Dec. 9th, 2024; accepted: Feb. 18th, 2025; published: Feb. 28th, 2025

Abstract

This article aims to study the scheduling problem of new-generation logistics vehicles under the background of cloud logistics and propose an improved scheduling method based on A* algorithm. The improvement mainly includes two aspects: first, adding vehicle load constraints; second, introducing big data support in the cloud logistics environment. In addition, a key point extraction strategy and smoothing processing were adopted, combined with a dynamic window method for local path optimization. Finally, the performance differences between the improved A* algorithm and traditional algorithms were compared and analyzed through experiments, and the conclusion was drawn that the improved algorithm has significant improvements in dynamic environment adaptability, search efficiency, path smoothness, and global and local optimization. The research topic is in line with the current development hotspots in the logistics industry and has practical application value.

Keywords

Logistics Vehicle, A* Algorithm, Path Recognition, Path Tracking, Global Dynamic Path Planning

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

1.1. 背景介绍

云物流是指在云计算技术支持下的物流管理和服务模式，它通过互联网和大数据技术实现物流资源的高效配置和调度。在这种模式下，物流车辆的调度问题成为提升物流效率的关键环节。传统的物流车辆调度方法面临着复杂的约束条件和动态变化的环境，因此，如何设计高效准确的调度算法成为一个重要的研究课题。

1.2. 研究目的和意义

对现有的无人快递车进行研究分析，设计出更符合市场要求和客户满意度的快递车产品，提高快递配送速度，以方便人们的生活为目标，为客户提供无人快递车售后和派送方案推荐等业务[1]。同时，对车辆配送路径规划方式的创新性设计，也为物流车辆的配送路径规划提供了一种新的思路。

1.3. 研究方法

1) 学习功能程序的设计开发，编写算法，设计产品。学习安装硬件系统模块、购买相关硬件，进行调试和优化设计，初步实现预期目标。

2) 在小范围内进行测试(给部分同学使用，收集反馈信息)，再根据反馈分析产品优缺点、改进完善项目产品。

2. 相关技术介绍

2.1. A*算法的原理与应用

A*算法是一种常用的启发式搜索算法，用于在图形结构中找到最短路径[2]。它结合了 Dijkstra 算法

的最短路径搜索和启发式搜索的优点，能够更高效地找到最优解。A*算法的评估函数通常由两部分组成：从起始节点到当前节点的实际代价(通常是已经走过的路径长度)，以及从当前节点到目标节点的估计代价(启发式函数)。这个启发式函数用来估计从当前节点到目标节点的最短路径代价，以便 A*算法能够优先探索靠近目标节点的路径。

A*算法在路径规划、游戏开发、机器人导航等领域有广泛的应用，能够高效地找到最优路径，并且可以通过调整启发式函数来适应不同的问题场景[3]。

2.2. A*算法的改进方法及优化思路

1) 启发式函数的改进：

动态启发式函数：根据当前搜索进程动态调整启发式函数的权重，以便在搜索初期更加重视估计代价，而在接近目标时更加重视实际代价。

启发式函数的选择和组合：针对不同场景选择或组合多种启发式函数，以达到更好的搜索效果。

2) 节点的扩展和选择：

启发式搜索优先(HSF)：在扩展节点时，优先扩展那些估计代价最小的节点，这可以加快搜索速度[4]。

迭代加权 A* (IW*)：在搜索过程中动态调整每个节点的评估函数值，以避免局部最优解。

3) 特定问题的适应性优化：

对于特定的问题，如八皇后问题或旅行商问题(TSP)，可以设计特定的启发式函数或搜索策略，以利用问题的特定性质。

4) 内存优化：

对于内存受限的系统，可以使用一些内存高效的数据结构，如压缩优先队列(compressed priority queues)或有限状态机(finite state machines)。

通过这些改进和优化方法，A*算法可以更好地适应不同的应用场景，提高搜索效率和路径质量。然而，需要注意的是，没有任何算法优化是普遍适用的，最佳的方法通常需要根据具体问题和工作环境进行选择和调整。

2.3. 相关技术介绍

1) 云计算技术：云物流的核心是基于云计算平台来实现物流信息的存储、处理和共享。云计算提供了弹性的计算资源和存储空间，使得物流数据可以随时随地被访问和处理。

2) 物联网技术：物联网技术可以实现物流设备和货物的互联互通，通过传感器和标签等设备实时监测货物的位置、温湿度等信息。

3) 大数据分析：通过数据分析发现隐藏在数据中的规律和趋势，帮助企业优化物流路径、提高运输效率，并作出更准确的决策。

4) 人工智能技术：人工智能在云物流中的应用包括路径规划优化、智能调度、异常检测等方面。通过机器学习和深度学习等技术，来提高物流运作的智能化水平。

3. 改进动态窗口法

3.1. 智能车运动轨迹模型

动态窗口模型是一种模拟智能车运动轨迹的方法，它基于智能车的初始位姿和速度信息，通过设定一段时间间隔 Δt 内的匀速运动，生成智能车可能的动作轨迹信息[5]。

$$\begin{cases} x_n = x_{n-1} + v\Delta t\cos\theta_{n-1} \\ y_n = y_{n-1} + +v\Delta t\sin\theta_{n-1} \\ \theta_{n-1} = \theta_{n-1} + \omega'\Delta t \end{cases}$$

式中，(x_n, y_n, θ_n)为智能车在下一时刻的位姿信息，(v', ω')表示智能车的线速度和角速度，Δt表示维持匀速运动的时间。

3.2. 速度采样

在速度环境中，有多组可以选择的线速度和角速度，但由于智能车存在自身的性能和周围环境的限制，需要对采样速度的范围进行限制[6]。以下从智能车自身约束和智能车安全制动约束来进行介绍。

1) 智能车自身速度约束

$$v_m = \{(v,\omega) \mid v \in [v_{\min}, v_{\max}], \omega \in [\omega_{\min}, \omega_{\max}]$$

式中，$v_{\min}$、$v_{\max}$表示智能车最小线速度和最大线速度，$\omega_{\min}$、$\omega_{\max}$表示智能车最小角速度和最大角速度。

2) 智能车安全制动约束

$$v_m = \{(v,\omega) \mid v \le \sqrt{2dist(v,\omega)v_b'}, \omega \le \sqrt{2dist(v,\omega)\omega_b'}$$

式中，$dist(v,\omega)$表示在当前速度(v,ω)时距离障碍物的最小距离。最终动态窗口的采样速度需要满足集合为，即满足上述两种约束的集合，定义如下：

$$v_r = v_m \cap v_a \cap v_d$$

基于对线速度和角速度样本数量的考量，对连续速度矢量空间(v_r)进行离散化处理，以获得离散采样点(v,ω)。

3.3. 实验数据收集

1) 物流车运行参数：记录改进后的物流车在不同路况(城市拥堵道路、高速公路、郊区小道等占比不同的配送路线)下的行驶速度、加速度、刹车频率，例如在城市配送中平均时速 30 km/h，频繁启停下刹车间隔 2~3 分钟。还需采集车辆的能耗数据，如电耗(以 kWh/百公里为单位)或油耗(L/百公里)，对比不同载重情况能耗变化，空载、半载、满载时电耗可能分别为 15、20、25 kWh/百公里。

2) 路径规划指标：运用改进 A*算法规划物流车配送路线，记录路径长度、转弯次数、途经节点数等。多次实验取平均值，如 10 次市内配送规划，平均路径长度较传统算法缩短 10%，转弯次数减少 15 次。

3) 配送时效数据：从订单接收至货物送达的总时长，细分装载、运输、卸货环节耗时。比如某区域配送，旧有模式平均配送时效 4 小时，采用新物流车与算法结合后缩短至 3 小时。

3.4. 对比分析维度

1) 与传统物流车对比：在相同配送任务下，对比运输成本，新物流车因优化路径和能耗管理，成本可能降低 20%；对比货物损坏率，凭借改进的减震、稳定系统，损坏率从 3%降至 1.5%；还有准时率提升，从 80%提高到 92%。

2) 与基于经典 A*算法的物流车对比：主要对比路径规划优劣，如在复杂城市交通网中，新算法规划路径拥堵延误时间减少 25%，遇到道路临时管制等突发状况重新规划速度快 30%，能更快适应动态路况。

3) 不同参数设置对比：分析改进 A*算法中，如启发函数权重调整、搜索区域限定范围变化时，对物流车性能的影响。当启发函数侧重距离因素，配送速度提升但路径可能稍长；扩大搜索区域能找到更优路线，但计算时间增加 10~15 秒，权衡后确定最佳参数组合。

4. 实验与结果分析

4.1. 对比分析改进后的 A*算法与传统算法的性能差异

1) 动态环境适应性：传统算法在静态环境中表现良好，但在动态环境下，由于无法对未知障碍物进行准确的预测和规避，其性能会明显下降。改进后的 A*算法通过融合动态窗口算法(DWA)等方式，增强了在动态环境中的路径规划能力，使其能够在规避动态障碍物的同时，与障碍物保持一定距离，提高了路径规划的可靠性和安全性。

2) 搜索效率：传统算法中，每个节点的代价函数由实际代价和估计代价组成。改进后的 A*算法通过引入权重系数来调整实际代价的重要性，使得算法能够更灵活地适应不同场景的需求。此外，通过优化搜索方向、对开放列表进行堆优以及采用双向 A*算法，进一步提高了计算速度，缩短了路径计算时间。

3) 路径平滑度：传统算法在规划路径时可能会产生冗余拐角，导致路径不够平滑。改进后的 A*算法针对这一问题，通过采用贝塞尔曲线等方法对路径进行平滑化处理，使得规划出的路径更加符合实际运动需求，提高了机器人的运动效率。

4) 全局与局部优化：传统优化算法往往只能求出优化问题的局部最优解，且求解结果强烈依赖于初始值[7]。而改进后的 A*算法通过全局路径规划和局部路径规划的结合，既考虑了全局最优性，又能在局部范围内进行实时调整，从而提高了路径规划的整体性能。

综上所述，改进后的 A*算法在动态环境适应性、搜索效率、路径平滑度以及全局与局部优化等方面相较于传统算法有明显的优势。这些改进使得 A*算法在实际应用中更具灵活性和实用性，能够更好地满足复杂环境下的路径规划需求。

4.2. 结论与展望

1) 算法改进效果显著：通过对 A*算法的改进，新一代物流车在路径规划效率和准确性方面有了显著提升。改进的算法能够更好地应对复杂路况和实时交通信息，从而优化物流车的行驶路径，缩短运输时间，降低运输成本。

2) 云物流平台的支撑作用：云物流平台为物流车提供了强大的数据支持和智能决策能力[8]。通过云计算和大数据技术，物流车可以实时获取交通信息、货物状态等关键数据，从而作出更智能的决策。

3) 智能化水平的提升：基于 A*算法改进的物流车具有更高的智能化水平[9]。它能够自动识别和适应不同的运输环境，包括城市道路、高速公路等，从而确保运输过程的安全和高效。

4) 应用前景广阔：新一代物流车在云物流背景下具有广阔的应用前景。它不仅可以提高物流行业的运营效率和客户服务水平，还可以推动物流行业的智能化、自动化发展。

这些结论表明，在云物流背景下，基于 A*算法改进的新一代物流车具有显著的优势和应用价值[10]。它不仅提高了物流车的路径规划能力和智能化水平，还为物流行业的可持续发展提供了有力支持。

基金项目

国家级大学生创新创业计划(202311306008)。

参考文献

[1] 黄昱航, 李国刚, 焦启, 等. 融合距离引导式 A*算法与动态窗口法的移动机器人路径规划[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2025, 46(1): 87-94.

[2] 栗文涛, 郑继强, 徐进壮. 自动导引车路径规划技术研究[J]. 装备机械, 2024(2): 47-51.

[3] 赖荣燊, 窦磊, 巫志勇, 等. 融合改进 A*算法和动态窗口法的移动机器人路径规划[J]. 系统仿真学报, 2024, 36(8): 1884-1894.

[4] 刘彪. 移动机器人路径规划算法的研究与仿真[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2022.

[5] 王森. 医疗物流 AGV 高精度导航定位与路径规划算法研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春理工大学, 2022.

[6] 郭翰卿, 付丽霞, 张勇, 等. 基于动态障碍物的机器人避障路径规划方法[J]. 电视技术, 2022, 46(1): 73-77, 84.

[7] 吴婷. 区块链赋能智慧物流平台化发展的挑战与应对策略[J]. 商业经济研究, 2022(1): 105-108.

[8] 王舒晓. 复杂环境下群智能优化算法在无人车路径规划上的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2021.

[9] 王娜. 区块链架构下冷链物流信息生态管理探讨[J]. 商业经济研究, 2021(21): 98-102.

[10] 陈稳. 物联网中的电子信息技术应用探析[J]. 数码世界, 2020(2): 53.