

矿用卡车无人驾驶系统路径规划方案研究

刘江

准能集团黑岱沟露天煤矿

DOI:10.12238/jpm.v6i4.7929

[摘要] 随着科技的进步，矿用卡车无人驾驶系统成为了矿山行业的重要发展方向。路径规划作为其中关键的一环，对于保障矿用卡车安全高效地完成任务非常重要。本文立足于矿用卡车无人驾驶系统的研究背景和意义，围绕该系统的规划路径，包括路径规划算法路径规划方案的实现方法与流程等展开探讨，希望通过本文的探究，能够为相关工作的开展起到参考作用。

[关键词] 露天煤矿；矿用卡车；无人驾驶；路径规划

Research on the path planning scheme of unmanned driving system for mining trucks

Liu Jiang

Heidaigou Open-pit Coal Mine, Erdos City

[Abstract] With the progress of science and technology, the unmanned driving system of mining trucks has become an important development direction of the mining industry. Path planning, as a key part of this, is very important to ensure that mining trucks can complete their tasks safely and efficiently. Based on the research background and significance of the unmanned driving system for mining trucks, this paper discusses the planning path of the system, including the implementation method and process of the path planning algorithm path planning scheme, hoping that the exploration of this paper can play a reference role for the development of related work.

[Key words] open-pit coal mine; mining trucks; unmanned; Path planning

1. 矿用卡车无人驾驶系统的研究背景和意义

随着技术的不断进步，无人驾驶系统在各个领域得到了广泛应用。其中，矿用卡车无人驾驶系统是一个备受关注的研究方向。传统的矿用卡车需要由人类司机进行操作，但这种方式存在一些限制和风险。例如，高强度的劳动可能对司机的健康产生负面影响，并且在极端天气或危险环境中进行操作时，司机的安全也会受到威胁。因此，开发一种可靠的矿用卡车无人驾驶系统具有重要意义。矿用卡车无人驾驶系统可以通过优化行驶路线、减少停留时间等手段，大幅提高运输效率。相较于

人工操作，无人驾驶系统可以更加快速和精确地执行任务，从而提高整个矿山的生产能力。同时，使用无人驾驶系统可以有效减少人力投入，避免了长时间的劳动和相关福利成本^[1]。此外，无人驾驶系统还可以减少燃料消耗和车辆维护费用，进一步降低了运营成本。矿用卡车无人驾驶系统是人工智能、机器学习和自动控制等领域的重要应用之一。推动无人驾驶技术在矿山领域的发展不仅可以为其他行业提供借鉴和参考，还有助于进一步推动相关技术和方法的创新。

2. 路径规划算法研究

2.1 基于图搜索的路径规划算法

在矿用卡车无人驾驶系统中，路径规划是一个至关重要的任务。为了确保卡车能够高效、安全地完成运输任务，需要设计和开发合适的路径规划算法。其中，基于图搜索的路径规划算法如 Dijkstra 算法和 A*算法等被广泛应用于矿用卡车无人驾驶系统。该规划算法的具体应用如下：通过使用 Dijkstra 算法或 A*算法，可以计算出从起点到达目标点的最短路径。在矿山环境中，卡车可能需要尽快到达指定目标点，以进行装载或卸载。这些算法可以帮助无人驾驶系统选择最短路径，以提高效率。同时，在矿山环境中，卡车可能会遇到各种障碍物，如岩石堆积、工程设备等。通过将障碍物标记为不可通过的节点，路径规划算法可以自动找到绕过这些障碍物的最佳路径。A*算法的启发式函数可以帮助系统优先选择靠近目标的路径，并快速避开障碍物。此外，在实际运输过程中，矿山环境可能会发生变化，例如有新的障碍物出现或存在路况改变等。基于图搜索的路径规划算法可以通过动态更新地图信息，并重新计算最优路径来适应这些变化。这样无人驾驶系统就能够根据实时情况做出相应的决策，保证运输任务的顺利进行^[2]。在某些情况下，卡车可能需要按照预定的顺序依次到达多个目标点进行装载或卸载操作。这时候，Dijkstra 算法和 A*算法可以被用于寻找一条连接所有目标点的最佳路径，以确保卡车高效地完成任务。通过合理选择和使用这些算法，矿用卡车无人驾驶系统能够提高运输效率，减少成本，同时确保安全性和可靠性。

2.2 基于动态规划的路径规划算法

基于动态规划的路径规划算法具有一定的灵活性和全局搜索能力，能够在复杂的矿山环境中求解最优路径。在矿用卡车无人驾驶系统中，基于动态规划的路径规划算法可以被应用于以下具体场景中：对于矿用卡车无人驾驶系统来说，通常需要按照预定顺序到达多个目标点进行装载或卸载。基于动态规划的路径规划算法可以帮助系统确定一条最佳路径，使得卡车能够顺利地按照指定的顺序依次到达这些目标点。在实际运输过程中，矿山环境可能会发生变化，如道路堵塞、新的障碍物出现等。基于动态规划的路径规划算法可以实时地感知和适应这些变化，并通过重新规划路径来保证卡车的有效运输^[3]。在

较为拥挤的矿山区域，可能存在车辆堵塞和交通流量高峰的情况。基于动态规划的路径规划算法可以考虑到交通流量信息，并根据最优策略选择合适的路径，以减少行驶时间和提高效率。基于动态规划的路径规划算法在矿用卡车无人驾驶系统中具有很大的潜力，能够根据实际环境和需求，通过优化路径选择来提高运输效率、降低成本和减少时间消耗。

2.3 路径规划算法的性能评估和比较

在矿用卡车无人驾驶系统中，路径规划算法的性能评估和比较是非常重要的，以确保系统能够选择最优路径并有效地完成任务。首先，运行时间是衡量算法效率的一个重要指标。不同的路径规划算法可能具有不同的计算复杂度，因此通过比较算法的运行时间可以评估其性能。同时，需找到最短路径或最优路径，因此，衡量路径的长度或距离是一个关键的评估指标。通过比较不同算法生成的路径长度，可以评估它们的性能。对于矿用卡车无人驾驶系统来说，完成任务是非常重要的。因此，评估算法的完成率和成功率是必要的。完成率是指算法成功生成可行路径的比例，而成功率则是指卡车按照路径完成任务的比例。此外，还应进行适应度评估（Fitness Evaluation）。对于基于优化的路径规划算法，如粒子群优化算法和遗传算法，适应度评估是一个重要的性能指标。通过比较不同算法生成的适应度值，可以评估它们在寻找最优路径方面的效果。除了以上指标，还可以根据具体的系统需求和场景，考虑其他因素，如路径平滑度、避让障碍物的能力、实时性等指标来进行性能评估和比较^[4]。为了有效地评估和比较路径规划算法的性能，可以使用模拟仿真方法，利用真实或虚拟场景进行实验。通过在相同条件下运行不同算法，并记录和分析其性能指标，可以得出算法之间的优劣势，并选择最合适的路径规划算法来应用于矿用卡车无人驾驶系统中。

3. 矿用卡车无人驾驶系统路径规划方案实现与测试

矿用卡车无人驾驶系统的路径规划方案的实现与测试是确保系统正常运行和安全性的重要环节。通过细致的设计、有效的算法和全面的测试，能够提高系统的稳定性和可靠性，为矿业行业提供更高效、安全的运输解决方案，为了能够从整体上提升矿用卡车无人驾驶系统的实施效果，需做好

以下方面工作:

3.1 路径规划方案的实现方法和流程

在矿用卡车无人驾驶系统中, 路径规划是关键的任务之一。为确保路径规划方案的实施效果, 首先, 需要收集和准备相关的数据, 包括矿山地形、道路网络、目标点位置、障碍物信息等。这些数据可以通过测量、传感器或地图服务等方式获取。同时, 需利用收集到的数据, 建立矿山的地图模型。根据道路网络和地形信息, 构建可行区域和不可通行区域的模型, 并将目标点和障碍物加入地图模型中。此外, 根据实际需求和系统特点, 选择适合的路径搜索算法。常用的算法包括 A* 算法、Dijkstra 算法、RRT (Rapidly-exploring Random Tree) 等。根据具体情况, 也可以考虑基于动态规划的算法如粒子群优化算法和遗传算法。之后, 根据选定的路径搜索算法, 进行路径搜索和优化。根据起点和终点, 算法会根据地图模型、目标点和障碍物等信息搜索最佳路径。通过迭代优化, 可以得到更优的路径方案。在此基础上, 根据搜索到的最佳路径, 生成具体的路径规划结果。将路径转换为机器可理解的指令或轨迹, 并发送给矿用卡车无人驾驶系统进行导航。系统可以使用传感器和定位技术来实时监测车辆位置, 以确保按照路径进行导航。实施路径规划方案后, 需要进行测试和评估。通过在实际环境中执行路径规划并观察结果, 检查路径是否满足要求, 并评估其性能指标, 如完成率、距离、运行时间等。根据评估结果, 对路径规划方案进行调整和改进。不同的系统的实施效果可能有所差异, 具体的实施方法和流程需要根据实际需求和场景进行调整和定制。通过合理的路径规划方案实施和测试, 可以提高系统的运输效率和安全性, 同时降低成本和时间消耗^[5]。

3.2 路径规划方案在矿用卡车无人驾驶系统中的测试

路径规划方案在矿用卡车无人驾驶系统中的测试是为了验证其性能和有效性, 需开展模拟环境测试、实际场景测试以及性能评估等一系列工作。首先, 在计算机模拟环境中进行路径规划方案的测试。使用地图数据、目标点和障碍物等输入, 运行路径规划算法, 生成路径结果。通过观察路径是否满足要求、避开障碍物以及完成任务的情况, 评估路径规划方案的效

果。实际场景测试, 也就是将路径规划方案部署到真实的矿山环境中进行测试。通过安装传感器和定位设备, 监测车辆位置和行驶轨迹。观察车辆是否按照规划的路径导航, 并检查路径是否满足要求, 如距离、时间等。性能评估则是对路径规划方案进行性能评估, 比较不同算法或参数设置的效果。评估指标可以包括完成率、距离、运行时间等。通过收集和分析测试数据, 评估路径规划方案在不同场景下的性能, 并进行优化或调整。路径规划方案在矿用卡车无人驾驶系统中的安全性是至关重要的, 通过模拟或实际测试, 检查路径是否避开障碍物、遵守交通规则和限速等。评估路径规划方案对车辆和周围环境的安全性, 并进行改进或修正^[6]。

结束语:

综上, 为实现车辆自主导航, 以及提高矿山运输效率, 加大对矿用卡车无人驾驶系统路径规划方案的研究具有重要意义。通过合理选择和优化路径规划算法, 可以使得卡车能够在复杂的矿山环境中快速而安全地完成任。然而, 路径规划方案的研究还存在许多挑战, 如动态环境下的路径规划、多车协同规划以及实时性要求等。因此, 未来的研究需要进一步探索和解决这些问题, 以实现更高效、智能的矿用卡车无人驾驶系统。

[参考文献]

- [1]韩伟.矿用自卸卡车无人驾驶轨迹跟踪控制研究[D].重庆理工大学, 2022.
- [2]纪嫣.无人驾驶矿用卡车[J].少年电脑世界, 2021, (11): 10-13.
- [3]无人驾驶矿用卡车驰骋在黑岱沟露天煤矿[J].智能矿山, 2021, 2(04): 83.
- [4]闰凌, 黄佳德.矿用卡车无人驾驶系统研究[J].工矿自动化, 2021, 47(04): 19-29.
- [5]张伦.矿用自卸卡车无人驾驶线控改装[J].工矿自动化, 2021, 47(S1): 88-90.
- [6]孙庆山, 张磊, 庞东君, 高德旭, 杨丹.矿用卡车无人驾驶系统实现方式及效益优势分析[J].露天采矿技术, 2020, 35(02): 35-38.