仓储多AGV系统调度优化与避碰方法研究

第1章 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

近年来，随着科技的快速发展和网络电商的兴起，物流仓储行业也日益旺盛。传统物流仓储主要是以人为主要劳动力，完成货物的分拣、搬运等工作，在仓库面积较大时，需要更多的人力资源，花费更多的时间。自动导引车AGV（Auto Guided Vehicle）、物联网技术、大数据等技术的发展，也带给传统物流仓储行业一次重大革命，智慧物流的概念应运而生。智慧物流最初是由国际商业机器公司IBM（International Business Machines Corporation）于2009年12月提出，是指通过智能软硬件、大数据技术、物联网技术等智慧化手段，实现物流仓储各环节精细化、动态化、可视化管理，以提高物流仓储系统智能化分析决策和自动化操作执行能力，进而提升整体运作效率的现代化物流模式。

智能仓储是智慧物流中的一个重要组成部分。智能仓储是指运用软件技术、物联网技术、光导技术等先进的科学手段和设备，对货物的进出库、存储、分拣、包装、配送等进行有效的计划、执行和控制。AGV行动快、结构简单、工作效率高、安全性好、可控性强的特点使其快速应用于智能仓储中，是货物入库、分拣、出库等操作的执行单位。AGV通常以可充电的蓄电池为动力来源，装备有非接触式导航装置，沿着事先规划好的路径自动行驶，到达任务目的地，执行相应的动作。AGV的作业区域无需铺设轨道，几乎不受道路、场地和空间的约束，柔性高。随着工业4.0的到来，京东、菜鸟等网络电商的迅速崛起，以及AGV的研发、制造成本的降低，AGV在仓储中的应用也将愈来愈广泛。

1.1.2 研究意义

AGV作为仓库内货料运输、物品分拣、成品运输等操作的执行单位，在自己的工作范围内可以精确、稳定、快速地完成任务。智能仓储多AGV系统应具备资源合理分配的能力，对AGV进行合理的调度，再加上行驶途中合理、有效的避碰方法，以提高整个仓储多AGV系统的运行效率。

目前关于仓储多AGV系统的调度方法研究多数是在已知条件上、小规模、静态环境下进行的。但在网络电商迅速崛起的今天，仓库的面积不断增大，AGV的数量随之增多，订单任务逐渐向多品种、多批次转变，并且实际仓储系统中通常要面对AGV功能故障、任务数量激增、仓库区域变更等突发问题，对仓储多AGV系统的调度优化提出了更高的要求。当仓储系统中AGV数量达到几十台甚至上百台时，单纯的调度方法很难有效地解决AGV之间的冲突、死锁等问题。因此，一方面，仓储多AGV系统需根据系统实时状态进行动态调度优化；另一方面，需要根据系统实时状态而局部管控或为特定的AGV进行局部路径规划以避免冲突和死锁。在未来的智能仓储行业发展中，多AGV系统配以高效的调度优化方法和避碰方法，对提高工作效率、降低劳动成本、改善传统仓储行业的作业模式有着十分重要的意义。

1.2 仓储多AGV调度和避碰方法研究现状

AGV的调度是指，在系统约束条件下，利用算法等对任务和AGV合理分配并进行路径规划，避开障碍物，将货物搬运至指定地点完成任务的过程。由于有多个AGV同时在运行，途中可能会发生AGV之间冲突等情况，还需要合理的避碰方法避免冲突。多AGV的调度方法主要分为静态调度和动态调度两种。

1.2.1 静态调度方法研究现状

静态调度也叫全局调度，是指在AGV正式开始执行任务之前，将任务分配至各个AGV，并且将路径规划完成。AGV在开始执行任务时，按事先调度的方案执行。静态调度方法的优点在于能够事先安排好调动，减少在系统运行过程中的开销；缺点是缺乏灵活性，不能根据系统实时状态进行及时调整。国内外学者们对静态调度方法进行了深入的研究。

1.2.2 动态调度方法研究现状

动态调度是相对于静态调度而言，任务分配和路径规划都是在系统运行过程中进行的，因此可以根据系统实时状态进行调度。动态调度相比于静态调度有更好的灵活性，但由于动态调度需要在线进行，会增大系统负荷，并且为了保证实时性，调度算法不能太复杂。

1.2.3 多AGV避碰方法研究现状

1.3 目前研究存在的不足

1.4 本文研究内容及结构安排

第2章 仓储多AGV系统调度优化和避碰问题分析

2.1 仓储多AGV作业系统

2.2 调度优化和避碰问题分析

2.2.1 调度优化问题分析

2.2.2 避碰问题分析

2.3 研究框架

2.4 本章小结

第3章 仓储多AGV系统调度优化方法

3.1 应用场景分析

3.2 基于改进遗传算法的多AGV任务分配方法

3.2.1多AGV任务分配优化目标和模型

3.2.2 融合蚁群算法的改进遗传算法

3.3 基于改进A\*算法的单AGV路径规划

3.3.1 单AGV路径规划建模

3.3.2 考虑减少转弯次数的改进A\*算法

3.4 基于系统短期状态预测的多AGV调度优化方法

3.4.1 考虑减少冲突节点数量的多AGV调度优化目标和模型

3.4.2 基于系统短期状态预测的多AGV调度优化方法

3.5 仿真实验与分析

3.6 本章小结

第4章 基于在线监控的多AGV避碰方法

4.1 仓储多AGV系统避碰问题描述

4.1 在线监控系统设计

4.1.1 通信方案设计

4.1.2 软件设计

4.2 基于在线监控的多AGV避碰方法

4.2.1 AGV死锁与冲突

4.2.2 AGV实时信息获取

4.2.3 基于在线监控系统的多AGV避碰方法

4.3 实验与分析

4.4 本章小结

第5章 实验平台搭建与验证

5.1 仓储多AGV调度优化系统平台搭建

5.1 调度优化方法实验设计与分析

5.2 避碰方法实验设计与分析

5.3 实验结果分析

5.4 本章小结

第6章 总结与展望