

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Thuật toán điều khiển tập trung các xe tự hành di chuyển trong khuôn viên có hành lang

Đào Minh Phúc

phuc.dm194645@sis.hust.edu.vn

Ngành: Công nghệ thông tin

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS. Nguyễn Khanh Văn

Chữ kí GVHD

Khoa:

Khoa học máy tính

Trường:

Công nghệ Thông tin và Truyền thông

HÀ NỘI, 01/2025

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình nghiên cứu và thực hiện đồ án, em đã nhận được rất nhiều sự hướng dẫn, giúp đỡ tận tình của thầy cô và bạn bè. Với lòng biết ơn sâu sắc, em xin được gửi lời cảm ơn đến Ban giám hiệu Đại học Bách Khoa Hà Nội, ban giám hiệu Trường Công nghệ Thông tin và Truyền thông đã tạo một môi trường học tập và đào tạo tích cực, chuyên nghiệp nhưng vẫn rất thân thiện.

Đặc biệt, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến PGS.TS. Nguyễn Khanh Văn và ThS. Nguyễn Tiến Thành, trường Công nghệ Thông tin và Truyền thông, người đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ bảo và đưa ra những lời khuyên vô cùng hữu ích trong suốt quá trình làm đồ án giúp em có thể hoàn thành đồ án một cách tốt nhất.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM KẾT

Họ và tên sinh viên: Đào Minh Phúc

Điện thoại liên lạc: 0326742147

Email: minhphuc1712@gmail.com

Lớp: Information Technology Specialist 03-K64

Hệ đào tạo: CNTT VN - Information Technology Specialist 2019

Tôi – *Đào Minh Phúc* – cam kết Đồ án Tốt nghiệp (ĐATN) là công trình nghiên cứu của bản thân tôi dưới sự hướng dẫn của *PGS.TS. Nguyễn Khanh Văn*. Các kết quả nêu trong ĐATN là trung thực, là thành quả của riêng tôi, không sao chép theo bất kỳ công trình nào khác. Tất cả những tham khảo trong ĐATN – bao gồm hình ảnh, bảng biểu, số liệu, và các câu từ trích dẫn – đều được ghi rõ ràng và đầy đủ nguồn gốc trong danh mục tài liệu tham khảo. Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với dù chỉ một sao chép vi phạm quy chế của nhà trường.

Hà Nội, ngày 3 tháng 1 năm 2025

Tác giả ĐATN

Họ và tên sinh viên

TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỒ ÁN

Trong thời đại công nghệ 4.0, các AGV ngày càng được sử dụng rộng rãi nhờ vào hiệu suất vượt trội so với các quy trình thủ công, đặc biệt trong các tác vụ lặp đi lặp lại, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí. Tuy nhiên, việc triển khai AGV trong các môi trường thực tế vẫn gặp không ít khó khăn, đặc biệt là trong các không gian hạn chế. Nhận thấy vấn đề này, cần phát triển các thuật toán điều khiển tối ưu lộ trình cho AGV, nhằm giảm thời gian di chuyển và tránh tắc nghẽn.

Trong đồ án này, em sử dụng hai công cụ chính: đồ thị không thời gian (TSG) và phần mềm SCIP. Với hai công cụ này, bài toán lập kế hoạch đường đi cho AGV được chuyển đổi thành bài toán tìm các cung đường tối ưu trên đồ thị TSG bằng phương pháp quy hoạch tuyến tính. Dựa trên cơ sở lý thuyết đó, em đã phát triển một chương trình nhằm tối ưu hóa lộ trình cho AGV. Sau khi hoàn thiện chương trình, em sẽ so sánh kết quả thu được với các kết quả đã có trong các kịch bản để đánh giá hiệu năng và tính khả thi của giải pháp.

Kết quả mong đợi từ đồ án là khả năng triển khai hiệu quả AGV trong môi trường thực tế, với lộ trình tối ưu giúp tăng cường năng suất và giảm thiểu các yếu tố không mong muốn như tắc nghẽn hoặc sai sót trong quá trình vận hành.

Sinh viên thực hiện
(Ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI.....	1
1.1 Đặt vấn đề.....	1
1.2 Các giải pháp hiện tại và hạn chế	2
1.3 Mục tiêu và định hướng giải pháp	2
1.4 Đóng góp của đề án	3
1.5 Bố cục đề án	3
CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH HÓA BÀI TOÁN.....	4
2.1 Ngữ cảnh của bài toán.....	4
2.1.1 Phương pháp lập kế hoạch đường đi động cho AGV	4
2.1.2 Phương pháp điều khiển tập trung cho AGV	4
2.1.3 Mô tả bài toán	5
2.2 Đồ thị không-thời gian (Time-Space Graph - TSG).....	6
2.3 Công thức quy hoạch tuyến tính (Integer Linear Programming -ILP)	7
CHƯƠNG 3. CÀI ĐẶT THUẬT TOÁN.....	10
3.1 Xây dựng hàm mục tiêu.....	10
3.1.1 Thuật toán Xây dựng $C(x)$	10
3.1.2 Thuật toán Xây dựng hàm $\Phi(x)$	11
3.1.3 Thuật toán Xây dựng $\Omega(x)$	12
3.1.4 Minh họa thuật toán	12
3.2 Xây dựng các ràng buộc	16
3.2.1 Xây dựng ràng buộc thứ nhất.....	16
3.2.2 Xây dựng ràng buộc thứ hai	17
3.2.3 Xây dựng ràng buộc thứ ba	19
3.2.4 Xây dựng ràng buộc thứ tư.....	21

3.2.5 Xây dựng ràng buộc thứ năm.....	22
3.2.6 Xây dựng ràng buộc thứ sáu	24
3.2.7 Minh họa thuật toán	26
CHƯƠNG 4. ĐÁNH GIÁ THỰC NGHIỆM.....	31
4.1 Các tham số đánh giá	31
4.2 Phương pháp thí nghiệm.....	31
4.2.1 Kịch bản 1	32
4.2.2 Kịch bản 2.....	33
4.2.3 Kịch bản 3	34
4.2.4 Kịch bản 4.....	34
4.2.5 Kịch bản 5.....	36
4.2.6 Kịch bản 6.....	37
4.2.7 Kịch bản 7.....	38
4.2.8 Kịch bản 8.....	39
4.2.9 Kịch bản 9.....	39
4.2.10 Kịch bản 10	41
4.3 Kết quả thực nghiệm	42
CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN	44
5.1 Kết luận	44
5.2 Hướng phát triển trong tương lai	44
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	45

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 3.1	Đồ thị không gian	13
Hình 3.2	Đồ thị không thời gian	13
Hình 4.1	Đường đi của khuôn viên thứ nhất	32
Hình 4.2	Đường đi của khuôn viên thứ hai	35
Hình 4.3	Đường đi của khuôn viên thứ ba	37

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 4.1 32

Bảng 4.2 33

Bảng 4.3 34

Bảng 4.4 35

Bảng 4.5 36

Bảng 4.6 37

Bảng 4.7 38

Bảng 4.8 39

Bảng 4.9 40

Bảng 4.10 41

Bảng 4.11 43

DANH MỤC THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT

Thuật ngữ	Ý nghĩa
AGV	Xe tự hành (Automated Guided Vehicle)
ILP	Quy hoạch tuyến tính nguyên (Integer Linear Programming)
SCIP	Phần mềm mã nguồn mở dùng để giải quyết bài toán quy hoạch tuyến tính (Solving Constraint Integer Programs)
TSG	Đồ thị không thời gian (Time-Space Graph)

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1 Đặt vấn đề

AGV (Automated Guided Vehicle) là phương tiện tự hành, không cần người lái, được thiết kế để thực hiện các nhiệm vụ vận chuyển và di chuyển trong các môi trường như nhà máy, kho bãi hoặc các cơ sở dịch vụ. Việc ứng dụng AGV trong sản xuất giúp cải thiện hiệu quả hoạt động và tối ưu hóa quy trình.

Một trong những ưu điểm nổi bật của AGV là hiệu suất vượt trội so với các quy trình thủ công. Bằng cách tự động hóa các nhiệm vụ lặp đi lặp lại, AGV không chỉ giúp giảm chi phí nhân công mà còn tăng năng suất sản xuất. Bên cạnh đó, AGV đảm bảo an toàn trong môi trường làm việc nhờ khả năng vận hành ổn định, giảm thiểu nguy cơ tai nạn do con người gây ra. Đồng thời, với độ chính xác cao và tính tin cậy, AGV giúp hạn chế sai sót trong quá trình vận chuyển.

Hơn nữa, AGV đảm bảo các nhiệm vụ vận chuyển được hoàn thành đúng hạn, đáp ứng yêu cầu về thời gian trong quy trình sản xuất. Với khả năng hoạt động liên tục 24/7 mà không cần nghỉ ngơi, AGV giúp duy trì nhịp độ sản xuất ổn định, tăng cường tính linh hoạt và khả năng ứng phó với biến động trong sản xuất. Điều này không chỉ giúp doanh nghiệp cải thiện năng suất mà còn tối ưu hóa chi phí vận hành và nâng cao khả năng cạnh tranh.

Với những lợi ích trên, AGV đang ngày càng trở thành một phần không thể thiếu trong các mô hình sản xuất hiện đại, góp phần thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp 4.0.

Tuy nhiên, việc triển khai AGV trong các môi trường thực tế, đặc biệt là không gian hạn chế như hành lang hẹp, khu vực đông người, là một thách thức lớn. Những khu vực này thường có các đặc điểm như lối đi nhỏ, nhiều ngã rẽ phức tạp và mật độ lưu thông cao. Một số môi trường đặc thù, chẳng hạn như bệnh viện, còn có các quy định giới hạn về số lượng xe được phép di chuyển trong một khung thời gian cụ thể, nhằm tránh ô nhiễm tiếng ồn.

Những khó khăn này đặt ra câu hỏi làm thế nào để tối ưu hóa lộ trình di chuyển của các AGV, đặc biệt khi có nhiều xe hoạt động đồng thời trên cùng một mạng lưới. Các AGV cần phải hoàn thành nhiệm vụ đúng thời hạn, trong khi vẫn phải tuân thủ nghiêm ngặt các giới hạn đặt ra trong môi trường vận hành.

Để giải quyết vấn đề này, cần phát triển **thuật toán điều khiển tập trung** để lên kế hoạch đường đi cho nhiều AGV. Thuật toán phải đảm bảo tổng thời gian di chuyển ngắn nhất, tránh va chạm giữa các AGV, tuân thủ các hạn chế của môi